



**PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO**  
Departamento de Diseño y Desarrollo Curricular

**ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR**

Identificación	Código SIPE	DESCRIPCIÓN			
Tipo de Curso	059	Capacitación Profundización Profesional			
Orientación	29K	PLC-Automatización de Procesos			
Sector	320	Electricidad y Electrónica			
Área de Asignatura	80190	Sistemas Integrados de Producción Automatizada			
Asignatura	60074	LAI - Automatización de Procesos			
Modalidad	Presencial				
Perfil de Ingreso	Egresado de Educación Media Básica y 18 años con <b>CPP en Controlador Lógico Programable (PLC) Avanzado</b> aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes.				
Duración	<b>Horas totales:</b>	<b>Horas semanales:</b>	<b>Semanas</b>		
	21	7	3		
Perfil de Egreso	<p>Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Instalar y poner en marcha una estación automatizada.</li> <li>● Configurar un control de lazo cerrado por computadora.</li> <li>● Normalizar las señales de entrada y salida analógicas de un PLC.</li> <li>● Planificar, editar y probar controles de lazo cerrado P, PI y PID (Proporcional-Integral- Derivativo) con un PLC.</li> <li>● Optimizar los parámetros correspondientes para el control de presión, caudal, nivel y temperatura.</li> </ul>				
Créditos Educativos y Certificación	Capacitación Profundización Profesional en PLC - Automatización de Procesos				
Nº Resolución del CETP	Fecha de presentación:	Exp. Nº	Res. Nº	Acta Nº	Fecha

Nota: SIPE: Sistema Informatizado de Planillado Escolar – Programa Planeamiento Educativo, Área Programación de Cursos y Divulgación de la Oferta.

## **1 - FUNDAMENTACIÓN**

Este curso atiende a la necesidad constatada<sup>1</sup> de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos de los Sistemas de Control de lazo cerrado basados en PLC.

Los procesos de control a lazo cerrado se utilizan en infinidad de industrias, muy especialmente, en plantas de producción continua, tales como refinerías, plantas potabilizadoras, alimentarias, etc.

Actualmente, los clásicos controladores utilizados en estos procesos son, cada vez con más frecuencia, sustituidos por PLC's, dadas las amplias ventajas que esto presenta para la digitalización de los procesos y la flexibilidad de la producción. Esto requiere que los recursos humanos asociados a estos procesos sean competentes, tanto en la teoría de control en la que se basan, como en la programación de PLC que su implementación demanda.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOS GENERALES**

- Introducir al estudiante en el uso, diseño y aplicación de las Técnicas de Control de lazo cerrado P, PI y PID basadas en PLC.
- Promover en el estudiante el desarrollo de sus capacidades incorporando nuevos conceptos, procedimientos y habilidades técnico-tecnológicas específicas y transversales, que posibiliten un mejor desempeño, inserción y/o reconversión laboral.

---

<sup>1</sup> A partir del relevamiento realizado en los orígenes de la creación del Centro de Automatización Industrial y Mecatrónica- en adelante Caime. Recuperado de: URU-100041\_FinalEvalRep-2016\_Caime\_0.pdf, UNIDO\_Caime\_Business\_Plan\_presentationJuly 2012.pdf

## **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Interpretar diagramas de proceso y de circuitos.
- Comprender el diseño y el modo de operación de los diferentes componentes de un proceso industrial.
- Trazar y analizar curvas características.
- Determinar el rango de operación y el punto de operación de un sistema.
- Identificar un sistema controlado y determinar el orden de un sistema.
- Configurar un controlador de dos posiciones y evaluar el comportamiento.
- Configurar controladores de acción continua (P, PI, PID) y evaluar la respuesta.
- Sintonizar controladores P, PI, PID utilizando diferentes métodos de ajuste.

## **3- PERFIL DE EGRESO**

El estudiante podrá adquirir conocimientos y habilidades para el análisis y operación de sistemas de mediana complejidad que empleen tecnología basada en PLC, favoreciendo su desempeño, bajo supervisión, en tareas de operador industrial, mantenimiento, puesta en marcha de equipos, diagnóstico y solución de problemas.

Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:

- Instalar y poner en marcha una estación automatizada.
- Configurar un control de lazo cerrado por computadora.
- Normalizar las señales de entrada y salida analógicas de un PLC.
- Planificar, editar y probar controles de lazo cerrado P, PI y PID (Proporcional-Integral-Derivativo) con un PLC.
- Optimizar los parámetros correspondientes para el control de presión, caudal, nivel y temperatura.

## **4- CONTENIDOS**

### **1. Unidad 1: Estación de Proceso Automatizada de un Sistema Modular de Manufactura MPS-PA .**

- 1.1. Funcionamiento de una estación MPS-PA.
- 1.2. Componentes de proceso de una estación MPS-PA.
- 1.3. Planos esquemáticos de una estación MPS-PA- Neumáticos, Electro-electrónicos, Tuberías e Instrumentación (P&I).
- 1.4. Especificaciones técnicas de los elementos neumáticos y electro-electrónicos.

### **2. Unidad 2: Curva Característica de un Sistema.**

- 2.1. Comportamiento estático de un Sistema.
- 2.2. Rango óptimo de medida.
- 2.3. Punto de operación.

### **3. Unidad 3: Identificación de un Sistema.**

- 3.1. Respuesta dinámica al escalón.
- 3.2. Orden de un sistema.
- 3.3. Constante de tiempo.
- 3.4. Constantes  $K_s$  y  $T_s$  para sistemas de primer orden;  $K_s$ ,  $T_g$  y  $T_u$  para sistemas de segundo orden.

### **4. Unidad 4: El controlador.**

- 4.1. Controlador de acción discontinua.
- 4.2. Concepto de brecha diferencial.
- 4.3. Control de lazo cerrado P, I, PI y PID.
- 4.4. Métodos de Sintonía-Manual, Ziegler-Nichols y Chien/Hrones/Reswick.

## 5- METODOLOGÍA

La propuesta se basa en el modelo pedagógico de Aprendizaje Basado en Problemas - en adelante ABP, planteando actividades en estaciones de trabajo con hardware de reconocidos fabricantes utilizados en la industria local y extranjera, donde se reproducen situaciones similares a las que se presentan en procesos de manufactura reales.

Esto brinda al estudiante la oportunidad de familiarizarse con nuevas tecnologías, entrenar habilidades y desarrollar capacidades necesarias para un buen desempeño en el entorno laboral actual y futuro.

El Centro de Automatización Industrial y Mecatrónica- en adelante CAIME- toma elementos de diversos métodos didácticos:

Al inicio de la temática se realiza una introducción teórica breve de los fundamentos que serán utilizados para el control de sistemas basados en PLCs. En esta se presentan conceptos relevantes de la temática y la terminología que será utilizada posteriormente.

A continuación de la introducción, se conforman equipos de 2 o 3 integrantes como máximo. Una vez conformados los equipos, les son asignados los ejercicios relacionados con el contenido del curso. Esto permite desarrollar capacidades como el pensamiento crítico, trabajo en equipo, compromiso y adquisición de estrategias de comunicación entre los estudiantes que intercambian sus roles durante la experiencia práctica.

En la resolución de estos ejercicios, se va realizando un proceso de aprendizaje cíclico, compuesto de etapas diferentes, comenzando por hacer preguntas y adquirir conocimientos cuando se responden, donde la base es el aprendizaje basado en problemas en un ciclo creciente de complejidad.

Poner en práctica esta metodología no supone sólo el ejercicio de indagación por parte de los estudiantes, sino convertir los datos en información útil, desarrollando el pensamiento crítico y mejorando la capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones.

De esta forma, el estudiante es introducido en una situación real y, en base a está, serán analizados diferentes aspectos relativos a la temática, que formarán parte de la solución final al problema planteado.

A continuación, el estudiante deberá utilizar el software de programación para encontrar una solución posible al problema planteado. Luego, utilizará su estación MPS para evaluar el funcionamiento del programa realizado. El ejercicio resultará finalizado cuando el comportamiento de la estación asignada se corresponda a la demanda del problema planteado.

Además de lo expuesto anteriormente, está propuesta destaca dos aspectos particulares:

- a) Entorno de aprendizaje
- b) Interacciones

#### a) Entorno de aprendizaje

La presente propuesta establece un entorno de aprendizaje que considera múltiples dimensiones:

##### Dimensión física

- Laboratorio didáctico equipado con dispositivos industriales reales e instrumentos de medida.
- 6 puestos de trabajo con estaciones MPS para 2 estudiantes, incluyendo un notebook para el uso de las plataformas de programación, simuladores y consulta de material de referencia.

##### Dimensión mental (motivación)

- Aplicación directa de lo que se aprende en el laboratorio en ambientes laborales.
- El vínculo teórico-práctico se evidencia de forma inmediata.
- El ABP, posibilita que el estudiante adquiera un rol activo frente a su proceso de aprendizaje, dado que, el docente opera como tutor que vela y acompaña ese proceso.

##### Dimensión social

- Interacción frecuente y directa entre los estudiantes, con el equipamiento y con los docentes.
- Ambiente propicio a la experimentación y establecimiento de vivencias altamente personales gracias al número reducido de estudiantes por grupo y alto nivel de acceso al equipamiento.
- El ABP permite al estudiante y sus pares, realizar una evaluación de esta metodología con otras experimentadas anteriormente.

##### Dimensión cognitiva (nivel de conocimiento)

- La metodología del ABP permite al estudiante realizar actividades de aprendizaje orientadas hacia su desarrollo autónomo. Dichas actividades estarán atravesadas por: la aplicación, análisis, evaluación y diseño de sistemas basados en PLC.
- Manuales de trabajo diseñados específicamente para la tarea por el equipo docente de Caime, de revisión continúa.
- Equipamiento moderno y de uso frecuente en la industria nacional.

#### b) Interacciones

Las Interacciones son parte del Contrato Didáctico que se presenta en el aula cuando los actores (estudiantes y Docente) intercambian sus opiniones, sus necesidades, comparten proyectos y deciden colaborativamente la forma de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje reflejándose oralmente o por escrito.

Las pautas de trabajo y reglas de funcionamiento acordadas y establecidas al inicio del curso guían las interacciones entre ambas partes.

El Docente expone, al comienzo de cada actividad, una descripción de la situación problema y en qué contextos de fábrica podría presentarse, brindando acceso a información específica que permite al estudiante abordar el desafío en forma autónoma.

Luego, la orientación permanente y personalizada del Docente acompaña el desarrollo de la tarea respondiendo preguntas, aclarando conceptos y procedimientos, induciendo a la reflexión, sugiriendo el trabajo planificado y motivando al estudiante a superar dificultades propias de la labor en entornos complejos aprendiendo a manejar situaciones de estrés.

Los estudiantes, asumiendo diferentes roles, se organizan, colaboran e interactúan analizando situaciones, diagnosticando, proponiendo y planificando hipótesis de acción e interviniendo sobre el equipamiento, con el propósito de lograr un resultado exitoso en forma eficiente.

## 6- EVALUACIÓN

La evaluación se registrará por el REPAG de Capacitaciones vigente, tomando en cuenta que el proceso de aprendizaje de los estudiantes y los resultados obtenidos de cada una de las instancias evaluativas y auto evaluativas del curso.

El método de evaluación adopta la modalidad formativa donde existe una retroalimentación continua, por parte del Docente, procurando con esto que el estudiante visualice en forma inmediata los procedimientos a corregir, o conceptos a revisar, como así motivando también la actitud a mejorar.

Las actividades estarán orientadas a que el estudiante se enfrente a la resolución de situaciones de manera activa con el contenido a través de la operación sobre las estaciones intercambiando con su compañero y demás equipos lo que también permite una autoevaluación dinámica de su proceso de aprendizaje.

A través de preguntas planteadas a los estudiantes durante el desarrollo de las tareas, ellos son invitados a reflexionar y exponer hipótesis alternativas a sus acciones permitiéndoles construir su aprendizaje observando fortalezas y debilidades.

## 7- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

La capacitación emplea un sistema diseñado específicamente para la enseñanza de PLC y sus docentes cuentan con el entrenamiento correspondiente para su uso efectivo. El material incluye, además, los programas de desarrollo y simulación. A continuación, se detalla dicho equipamiento y materiales.

Hardware	Cantidad
Estación de filtrado de MPS-PA (Sistema de Producción Modular - Automatización de Procesos) Cod. Festo 544253 o similar	1
Estación de mezclado de MPS-PA (Sistema de Producción Modular - Automatización de Procesos) Cod. Festo 544254 o similar.	1
Estación de llenado de MPS-PA (Sistema de Producción Modular - Automatización de Procesos) Cod. Festo 544256 o similar.	1
EasyPort USB Cód. festo 548687	3
Edutrainer con PLC Siemens S7-C314-PN/DP o similar	3
Programador de PLC SIMATIC PC Adapter USB A2 con cables o similar	3
MutitesterFluke 179 o similar	3
Notebook DELL Latitude E6540 o similar	4

Software	Cantidad
SIMATIC Step 7 Profesional 2010 SR4 o similar	3
Software Fluid Lab-PA Cód. Festo 544304 o similar	3

## 8- BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía principal del módulo es el manual de trabajo, diseñado para este fin por el equipo docente del Caime, bajo formato y requerimientos Festo Didactic - Caime. Se incluye además el principal material de referencia utilizado en la elaboración del manual de trabajo y presentación teórica.

Manual de trabajo: PF-PRA-441 Automatización de Procesos. Equipo Docente Caime. 2016.

Referencia: Controles Lógicos programables. Nivel básico (Festo). Libro de texto TP 301, N° 093317 es. Año ed: 1994.