Consejo de Educación
Técnico - Profesional
(Universidad del Trabajo del Uruguay)

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de Curso | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | | | |
| Plan | 2007 | 2007 | | | | |
| Orientación | 29K | PLC-Automatización de Procesos | | | | |
| 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 **CPP en Controlador Lógico Programable (PLC) Avanzado** aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | | | |
| Duración | **Horas totales:** | | **Horas semanales:** | | **Semanas** | |
| | 21 | | 7 | | 3 | |
| Perfil de Egreso : | Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Instalar y poner en marcha una estación automatizada.<br>• Configurar un control de lazo cerrado por computadora.<br>• Normalizar las señales de entrada y salida analógicas de un PLC.<br>• Planificar, editar y probar controles de lazo cerrado P, PI y PID (Proporcional-Integral- Derivativo) con un PLC.<br>• Optimizar los parámetros correspondientes para el control de presión, caudal, nivel y temperatura. | | | | | |
| Créditos Educativos y Certificación | Capacitación Profundización Profesional en PLC - Automatización de Procesos | | | | | |
| Fecha de presentación: Nov 2020 | **Nº Resolución del CETP** | Exp. N° | Res. N° | Acta N° | Fecha | |

# 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada[1] 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.

---

[1] 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- 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 Ks y Ts para sistemas de primer orden; Ks, Tg y Tu 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.

## 4- 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.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá 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.

## 6- 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 |

## 7- 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.

Consejo de Educación
Técnico - Profesional
(Universidad del Trabajo del Uruguay)

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | |
| **Orientación** | 29L | Sistemas de Manufactura Flexible (FMS) Puesta en Marcha y Solución de Problemas | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | |
| **Asignatura** | 60075 | LAI - Sistemas de Manufactura Flexible (FMS) Puesta en Marcha y Solución de Problemas | | |
| **Modalidad** | Presencial | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Educación Media Básica y 18 años con **CPI en Controlador Lógico Programable (PLC) Básico aprobada** y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | |
| **Duración** | **Horas totales:** | **Horas semanales:** | **Semanas** | |
| | 21 | 7 | 3 | |
| **Perfil de Egreso** | Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Identificar los componentes de manufactura que intervienen en el funcionamiento de una estación FMS y su simbología.<br>• Planificar flujos de material en una estación FMS.<br>• Configurar y ensamblar las celdas FMS.<br>• Planificar la instalación de un sistema FMS.<br>• Realizar el montaje y puesta en marcha de una estación FMS.<br>• Solucionar problemas utilizando métodos apropiados. | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Sistemas de Manufactura Flexible (FMS) Puesta en Marcha y Solución de Problemas. | | | |
| Fecha de presentación: **Nov 2020** | **Nº Resolución del CETP** | Exp. N° | Res. N° | Acta N° | Fecha |

## 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada[1] de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos de Puesta en Marcha y Solución de Problemas en Sistemas de Manufactura Flexibles..

El conocimiento de los Sistemas de Manufactura Flexible colaboran en la mejora de la productividad y la competitividad de los sectores industriales y agroindustriales ya que permite agregar valor a los productos, acceder a nuevos mercados y crear empleo.

Los Sistemas de Manufactura Flexible son una extensión de la automatización programable, utilizada en las plantas de manufactura para aumentar la variedad de productos que es capaz de producir una fábrica, minimizando los tiempos de preparación de las líneas de producción.

## 2- OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Introducir al estudiante en el uso, diseño, aplicación y solución de problemas en los Sistemas de Manufactura Flexible.
- 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.

---

1 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

- Reconocer las características de un Sistema de Manufactura Flexible.
- Planificar un FMS.
- Poner en marcha un FMS.
- Aplicar métodos sistemáticos para resolución de problemas en FMS.

## 3- CONTENIDOS

1. **Unidad 1: Introducción a los Sistemas de Manufactura Flexibles.**
   - 1.1. Características de un FMS.
   - 1.2. Operaciones de Manufactura - Componentes y simbología.
   - 1.3. Operaciones de Manufactura - Realización de Diagramas.

2. **Unidad 2: Planificación y Configuración de un FMS.**
   - 2.1. Planificación del flujo de material.
   - 2.2. Configuración y arreglo de celdas

3. **Unidad 3: Instalación de un FMS.**
   - 3.1. Planificación general.
   - 3.2. Configuración de las redes de suministro principales.
   - 3.3. Instalación e interconexión de los componentes de una estación.
   - 3.4. Carga de programación lógica.

4. **Unidad 4: Puesta en marcha y Resolución de Problemas.**
   - 4.1. Ajuste de sensores y actuadores.
   - 4.2. Evaluación de funcionamiento de estación y de la celda.
   - 4.3. Teoría de Resolución de Problemas.
   - 4.4. Fallas de puesta en marcha y fallas de mantenimiento.

## 4- 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 básicos para el accionamiento de sistemas hidráulicos. En esta se presentan conceptos relevantes de la física 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. Además, el estudiante es introducido en una situación real y, en base a está, serán analizados el funcionamiento y la construcción de diferentes circuitos , que formarán parte de la solución final al problema planteado.

El ejercicio resultará finalizado cuando el comportamiento del circuito evaluado corresponda a la demanda del problema planteado.

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

a) Entorno de aprendizaje
b) Interacciones

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 kit de componentes eléctricos hidráulicos 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 hidráulicos básicos.
- 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.

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 regirá por el REPAG de Capacitaciones Media 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 didáctico diseñado específicamente para la enseñanza de FMS - Puesta en Marcha y Solución de Problemas 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 distribución de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo 195780 o similar | 1 |
| Estación de separación de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo 540719 o similar | 1 |
| Estación de procesamiento de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo 195782 o similar | 1 |
| Edutrainer con PLC Siemens S7-C314-PN/DP o similar | 6 |
| Programador de PLC SIMATIC PC Adapter USB A2 con cables o similar | 6 |
| Juego deherramientascod. festo 539767 o similar | |
| MutitesterFluke 179 o similar | 6 |
| Notebook DELL Latitude E6540 o similar | 7 |

| Software | Cantidad |
|---|---|
| SIMATIC Step 7 Profesional 2010 SR4 o similar | 6 |

## 8- BIBLIOGRAFÍA

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

Manual de trabajo: PF-CTS-411 Puesta en Marcha y Solución de Problemas. Equipo Docente Caime. 2016.

Material de referencia: Automation, Production Systems, And Computer-Integrated Manufacturing, 4 Ed - Mikell P.

95

Consejo de Educación Técnico - Profesional (Universidad del Trabajo del Uruguay)

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | | | |
| **Orientación** | 29J | Controlador Lógico Programable (PLC) Avanzado | | | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | | | |
| **Asignatura** | 60073 | LAI – PLS Avanzado | | | | |
| **Modalidad** | Presencial | | | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Egresado de Educación Media Básica y 18 años con **CPP en Controlador Lógico Programable (PLC) Intermedio** aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | | | |
| **Duración** | **Horas totales:** | | **Horas semanales:** | | **Semanas** | |
| | 21 | | 7 | | 3 | |
| **Perfil de Egreso** | . Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Reconocer el proceso general de un Sistema de Producción Modular - Automatización de Procesos (MPS-PA).<br>• Identificar los componentes digitales y analógicos en estaciones MPS-PA.<br>• Realizar la configuración y parametrización de los PLC para ser utilizados en estaciones MPS-PA.<br>• Realizar operaciones aritméticas básicas utilizando los PLC en estaciones MPS-PA.<br>• Utilizar bloques FB para realizar operaciones de cálculo matemático con el PLC en estaciones MPS-PA.<br>• Realizar la normalización de las señales de entrada y salida analógicas en estaciones MPS-PA.<br>• Realizar un sistema de control básico en estaciones MPS-PA. | | | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Controlador Lógico Programable (PLC) Avanzado | | | | | |
| Fecha de presentación: Nov 2020 | **Nº Resolución del CETP** | Exp. N° | Res. N° | Acta N° | Fecha | |

# 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada[1] de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos del funcionamiento de los sistemas analógicos basados en PLC.

El conocimiento de los sistemas analógicos basados en PLC y otras tecnologías relacionadas a la especialidad colaboran en la mejora de la productividad y la competitividad de los sectores industriales y agroindustriales ya que permite agregar valor a los productos, acceder a nuevos mercados y crear empleo.

Estos son parte fundamental de todo tipo de procesos de producción y la competencia profesional en su uso, programación y diagnóstico de fallas es un requisito que se demanda en forma creciente y permanente.

# 2- OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Introducir al estudiante en el uso, diseño y aplicación de sistemas analógicos basados en PLC.
- Promover en el estudiante el desarrollo de sus capacidades incorporando nuevos conceptos, procedimientos y habilidades técnico-tecnológicas específicas y transversales, que posibiliten una mejor comprensión tecnológica, desempeño, inserción y/o reconversión laboral.

---

1 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

- Reconocer las características de una señal analógica.
- Realizar operaciones aritméticas básicas con un PLC.
- Realizar la configuración de entradas y salidas analógicas de un PLC
- Normalizar entradas y salidas analógicas en un PLC.
- Implementar un controlador de dos pasos

## 3- CONTENIDOS

1. **Unidad 1: Reconocimiento de una estación MPS-PA.**
   - 1.1. Estudio del funcionamiento de una estación MPS-PA.
   - 1.2. Identificación de componentes analógicos y rango de funcionamiento de una estación MPS-PA.
   - 1.3. Configuración y parametrización de una estación MPS-PA.

2. **Unidad 2: Operaciones Aritméticas.**
   - 2.1. Conceptos de operaciones aritméticas básicas con PLCs.
   - 2.2. Realización de operaciones aritméticas básicas entre diferentes tipos de números.
   - 2.3. Realización de operaciones de comparación.
   - 2.4. Programar el PLC para ejecutar órdenes en función del resultado de los cálculos matemáticos.
   - 2.5. Programar un bloque FB en el PLC para ejecutar órdenes en función del resultado de los cálculos matemáticos.

3. **Unidad 3: Manipulación de variables analógicas.**
   - 3.1. Determinación del rango operativo de las variables analógicas de una estación MPS-PA.
   - 3.2. Planificación y programación de una función de normalización de las variables analógicas de una estación MPS-PA.
   - 3.3. Conceptos básicos de un controlador de 2 pasos.
   - 3.4. Planificación y programación de un controlador de 2 pasos en una estación MPS-PA.

## 4- 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- utiliza 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 de los PLC, 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.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá 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.

## 6- 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 |
| Estación de empaquetado de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) o similar | 1 |
| Estación de entrada/salida de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) o similar | 1 |
| Edutrainer con PLC Siemens S7-C314-PN/DP o similar | 6 |
| Programador de PLC SIMATIC PC Adapter USB A2 con cables o similar | 6 |
| MutitesterFluke 179 o similar | 6 |
| Notebook DELL Latitude E6540 o similar | 7 |

| Software | Cantidad |
|---|---|

## 7- 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-PLC-423 Programación de PLC Nivel Avanzado. Equipo Docente Caime. 2016.

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

Consejo de Educación Técnico - Profesional (Universidad del Trabajo del Uruguay)

**PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO**
**Departamento de Diseño y Desarrollo Curricular**
**ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR**

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | |
| **Orientación** | 29I | Controlador Lógico Programable (PLC) Intermedio | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | |
| **Asignatura** | 60072 | LAI - PLC Intermedio | | |
| **Modalidad** | Presencial | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Egresado de Educación Media Básica y 18 años con **CPI en Controlador Lógico Programable (PLC) Básico** aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | |
| **Duración** | **Horas totales:** | **Horas semanales:** | **Semanas** | |
| | 21 | 7 | 3 | |
| **Perfil de Egreso** | . Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Reconocer el proceso general de un Sistema de Producción Modular (MPS).<br>• Comprender el diseño general de una automatización.<br>• Evaluar los riesgos potenciales de una estación MPS.<br>• Establecer funciones de control del programa para controlar las salidas del PLC.<br>• Diseñar máquinas de estados y programar la máquina de estados de su estación MPS.<br>• Aplicar la lógica secuencial en el programa de control de su estación.<br>• Realizar un programa secuencial considerando los modos de trabajo.<br>• Determinar las condiciones de activación, reinicio y desactivación de su estación MPS.<br>• Programar el funcionamiento manual y el automático de su estación MPS.<br>• Implementar la comunicación entre estaciones MPS.<br>• Implementar la coordinación de tareas entre estaciones MPS.<br>• Reconocer las operaciones de manufactura industriales básicas según VDI 2860 y VDI 2411. | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Controlador Lógico Programable (PLC) Intermedio | | | |
| Fecha de presentación: Nov 2020 | **Nº Resolución del CETP** | Exp. Nº | Res. Nº | Acta Nº | Fecha |

# 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada1 de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos del funcionamiento y programación estructurada de los sistemas basados en PLC.

El conocimiento de los sistemas basados en PLC y otras tecnologías relacionadas a la especialidad colaboran en la mejora de la productividad y la competitividad de los sectores industriales y agroindustriales ya que permite agregar valor a los productos, acceder a nuevos mercados y crear empleo.

Estos son parte fundamental de todo tipo de procesos de producción y la competencia profesional en su uso, programación y diagnóstico de fallas es un requisito que se demanda en forma creciente y permanente.

# 2- OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollar en el estudiante la habilidad de programar en forma estructurada, estados de máquina y secuencias en sistemas basados 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.

---

1 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

- Realizar la automatización de la estación basada en PLC.
- Determinar la máquina de estados de la estación MPS.
- Aplicar la lógica secuencial en el desarrollo de un programa en el PLC.
- Establecer las subrutinas necesarias a ser ejecutadas en el PLC.
- Determinar las condiciones de trabajo, parada y reinicio de la estación MPS.
- Reconocer y aplicar las operaciones de manufactura que afectan a la estación MPS.

## 3- CONTENIDOS

1. **Unidad 1: Reconocimiento de una estación MPS.**
   - 1.1. Estudio del funcionamiento de una estación MPS.
   - 1.2. Diseño de una automatización en una estación MPS.
   - 1.3. Análisis de riesgos potenciales de una estación MPS.

2. **Unidad 2: Máquina de estados de una estación MPS.**
   - 2.1. Concepto de máquina de estados.
   - 2.2. Diseño y aplicación de una máquina de estados en una estación MPS.
   - 2.3. Evaluación del desempeño de la máquina de estados.

3. **Unidad 3: Programación secuencial.**
   - 3.1. Conceptos de lenguajes de programación.
   - 3.2. Determinación de los modos de trabajo de la estación MPS: trabajo, reinicio, parada y emergencia
   - 3.3. Programación secuencial de las subrutinas de los modos de trabajo de la estación MPS.
   - 3.4. Evaluación del desempeño de las subrutinas de la estación MPS.
   - 3.5. Implementación del funcionamiento manual y automático.
   - 3.6. Implementación de comunicación entre estaciones MPS.

4. **Unidad 4: Operaciones de manufactura.**
   - 4.1. Identificación del flujo de material en las estaciones MPS.
   - 4.2. Operaciones de manufactura conforma normas VDI 2860 y VDI 2411.
   - 4.3. Identificación de las operaciones de manufactura relacionadas con la estación MPS.
   - 4.4. Implementación de coordinación de tareas en las estaciones MPS.

## 4- 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 PLC. 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 de los PLC, 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.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá 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.

## 6- 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 distribución de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo 195780 o similar | 1 |
| Estación de separación de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo 540719 o similar | 1 |
| Estación de procesamiento de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo 195782 o similar | 1 |
| Estación de manipulación de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) Cod. Festo195783 o similar | 1 |
| Estación de empaquetado de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) o similar | 1 |
| Estación de entrada/salida de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) o similar | 1 |
| Edutrainer con PLC Siemens S7-C314-PN/DP o similar | 6 |
| Programador de PLC SIMATIC PC Adapter USB A2 con cables o similar | 6 |

| | |
|---|---|
| MutitesterFluke 179 o similar | 6 |
| Notebook DELL Latitude E6540 o similar | 7 |

| Software | Cantidad |
|---|---|
| SIMATIC Step 7 Profesional 2010 SR4 o similar | 6 |

## 7- 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 FestoDidactic - Caime. Se incluye además el principal material de referencia utilizado en la elaboración del manual de trabajo y presentación teórica.

Manual de trabajo: PF-PLC-422 Programación de PLC Nivel Intermedio. Equipo Docente Caime. 2016.

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

Consejo de Educación Técnico - Profesional
(Universidad del Trabajo del Uruguay)

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | |
| **Orientación** | 29H | Scada - Programación de Touch Panel | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | |
| **Asignatura** | 60076 | LAI - Scada - Programación de Touch Panel | | |
| **Modalidad** | Presencial. | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Egresado de Educación Media Básica y 18 años con **CPP en Controlador Lógico Programable (PLC) Avanzado** aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | |
| **Duración** | **Horas totales:** | **Horas semanales:** | **Semanas** | |
| | 21 | 7 | 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.<br><br>Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Identificar y configurar una estación de un Sistema de Producción Modular - Automatización de Procesos (MPS-PA).<br>• Configurar un PLC para trabajar con una estación MPS-PA.<br>• Identificar y configurar el hardware de pantalla táctil.<br>• Parametrizar las interfaces de red de una pantalla táctil.<br>• Iniciar un programa para agregar funcionalidades a la pantalla táctil.<br>• Configurar variables de proceso y relacionarlas con la pantalla táctil.<br>• Configurar elementos para la visualización de variables de proceso y relacionarlos con la pantalla táctil.<br>• Realizar controles básicos de un SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).<br>• Evaluar el Runtime del SCADA localmente.<br>• Efectuar la comunicación de la pantalla táctil con el PLC de la estación MPS-PA.<br>• Diagnosticar la red industrial del sistema.<br>• Realizar controles avanzados de un SCADA.<br>• Implementar la visualización de variables de proceso con un SCADA. | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Scada-Programación de Touch Panel | | | |

| Fecha de presentación: Nov 2020 | **Nº Resolución del CETP** | Exp. Nº | Res. Nº | Acta Nº | Fecha |
|---|---|---|---|---|---|

# 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada[1] de profundizar en la capacitación en servicios técnicos y de automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos del funcionamiento y programación de los Sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

Un SCADA permite visualizar datos relevantes de un proceso, generar señales de comando del sistema al ser accionados por el usuario, así como la supervisión y control de funciones específicas por parte de los operadores; realizando una gestión efectiva de un proceso industrial.

# 2- OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Introducir al estudiante en la configuración, el diseño, evaluación y el uso de SCADA en paneles táctiles industriales para ser utilizados en sistemas basados en PLC.
- Promover en el estudiante el desarrollo de sus capacidades incorporando nuevos conceptos, procedimientos y habilidades técnico-tecnológicas específicas y transversales, que posibiliten una mejor comprensión tecnológica, desempeño, inserción y/o reconversión laboral.

---

1 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

- Reconocer las características de funcionamiento de un panel táctil.
- Configurar elementos de visualización de las variables del proceso en el panel táctil..
- Efectuar la conexión y el diagnóstico de comunicación industrial entre el panel táctil y el PLC.
- Implementar un programa de manejo y visualización de variables continuas del sistema con un SCADA.

## 3- CONTENIDOS

1. **Unidad 1: Reconocimiento de una estación MPS-PA.**
   - 1.1. Estudio del funcionamiento de una estación MPS-PA.
   - 1.2. Identificación de componentes analógicos y rango de funcionamiento de una estación MPS-PA.
   - 1.3. Configuración y parametrización de una estación MPS-PA.

2. **Unidad 2: Operaciones Aritméticas.**
   - 2.1. Conceptos de operaciones aritméticas básicas con PLCs.
   - 2.2. Realización de operaciones aritméticas básicas entre diferentes tipos de números.
   - 2.3. Realización de operaciones de comparación.
   - 2.4. Programar el PLC para ejecutar órdenes en función del resultado de los cálculos matemáticos.
   - 2.5. Programar un bloque FB en el PLC para ejecutar órdenes en función del resultado de los cálculos matemáticos.

3. **Unidad 3: Manipulación de variables analógicas.**
   - 3.1. Determinación del rango operativo de las variables analógicas de una estación MPS-PA.
   - 3.2. Planificación y programación de una función de normalización de las variables analógicas de una estación MPS-PA.
   - 3.3. Conceptos básicos de un controlador de 2 pasos.
   - 3.4. Planificación y programación de un controlador de 2 pasos en una estación MPS-PA.

4. **Unidad 4: Utilización de un panel táctil industrial.**
   - 4.1. Identificación e conexionado de panel táctil industrial.
   - 4.2. Configuración de panel táctil industrial.
   - 4.3. Realizar un programa que permita controlar y monitorear las variables de procesos en la estación MPS-PA.
   - 4.4. Realizar un programa que contenga controles básicos para realizar el control de las variables de procesos en la estación MPS-PA.
   - 4.5. Realizar un programa que contenga controles avanzados para realizar el control de las variables de procesos en la estación MPS-PA.
   - 4.6. Realizar y evaluar localmente un runtime de un sistema SCADA para la estación MPS-PA.
   - 4.7. Realizar y evaluar en el PLC un runtime de un sistema SCADA para la estación MPS-PA.

## 4- 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 y cómo esta tecnología se integra con los SCADA. 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 tangibiliza 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.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá 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.

## 6- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

La capacitación emplea un sistema diseñado específicamente para la enseñanza de Scada - Touch Panel 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 |
| Estación de empaquetado de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) o similar | 1 |
| Estación de entrada/salida de sistema de manufactura flexible (Sistema de producción modular) o similar | 1 |
| Edutrainer con PLC Siemens S7-C314-PN/DP o similar | 6 |
| Programador de PLC SIMATIC PC Adapter USB A2 con cables o similar | 6 |
| MultitesterFluke 179 o similar | 6 |

| | |
|---|---|
| Notebook DELL Latitude E6540 o similar | 7 |

| Software | Cantidad |
|---|---|
| SIMATIC Step 7 Professional 2010 SR 4 o similar | 6 |
| WinCC Flexible 2008 (o equivalente) | 6 |

## 7- 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 FestoDidactic - Caime. Se incluye además el principal material de referencia utilizado en la elaboración del manual de trabajo y presentación teórica.

Manual de trabajo: PF-STP-431 Scada - Programación de TouchPanel.Equipo Docente Caime. 2016.

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

Consejo de Educación Técnico Profesional
Universidad del Trabajo del Uruguay

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | | | |
| **Orientación** | 29G | Electro - Neumática | | | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | | | |
| **Asignatura** | 17945 | LCF – Electro neumática | | | | |
| **Modalidad** | Presencial. | | | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Egresado de Educación Media Básica y 18 años con **CPI en Neumática** aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | | | |
| **Duración** | **Horas totales:** | **Horas semanales:** | | **Semanas** | | |
| | 21 | 7 | | 3 | | |
| **Perfil de Egreso** | Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado<br>• Reconocer los componentes electro-neumáticos, su simbología y funcionamiento.<br>• Configurar circuitos considerando la estructura neumática y eléctrica convencional y los elementos que lo componen.<br>• Comprobar el funcionamiento de los componentes en sistemas electro-neumáticos.<br>• Aplicar diferentes tipos de accionamientos eléctricos en circuitos electro-neumáticos.<br>• Interpretar y ajustar valores de magnitudes y señales físicas requeridas para optimizar el funcionamiento del sistema electro-neumático.<br>• Conocer y aplicar buenas prácticas de seguridad al trabajar con sistemas electro-neumáticos. | | | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Electro-Neumática | | | | | |
| **Nº Resolución del CETP** | Fecha de presentación: | Exp. N° | Res. N° | Acta N° | 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[1] de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos del funcionamiento de los sistemas electro-neumáticos.

El conocimiento de los sistemas electro-neumáticos y otras tecnologías relacionadas a la especialidad colaboranen la mejora de la productividad y la competitividad de los sectores industriales y agroindustriales ya que permite agregar valor a los productos, acceder a nuevos mercados y crear empleo.

La electro-neumática, de uso ampliamente extendido, es utilizada en maquinarias y herramientas diversas para la interacción con piezas u objetos mediante la aplicación de fuerzas, movilidad o posicionamiento de estos.

# 2- OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollar en el estudiante la habilidad en el uso, diseño y aplicación de sistemas básicos de control electro-neumático.
- 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.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos estarán orientados a una vinculación teórico-práctica de los sistemas electro-neumáticos. Esto supone:

• Interpretar esquemas de circuitos electro-neumático correspondiente a una máquina o instalación industrial.

• Diseñar, construir y poner en funcionamiento circuitos electro-neumático básico, requeridos para funciones específicas, que solucionan problemas prácticos típicos de la industria.

• Diagnosticar fallos en sistemas electro-neumáticos de mediana complejidad utilizando procedimientos y herramientas apropiadas.

---

[1] 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

• Realizar monitoreo y ajuste en dispositivos electro-neumáticos con el propósito de lograr un mejor desempeño del sistema.

• Calcular el valor de las magnitudes físicas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de un sistema electro-neumático.

• Conocer y aplicar las reglas de seguridad en el trabajo con aire comprimido.

## 3- CONTENIDOS

1. **Unidad 1: Fundamentos de Neumática.**
   - 1.1. Usos de la electro-neumática.
   - 1.2. Funciones de la electro-neumática.
   - 1.3. Aplicaciones específicas.
   - 1.4. Propiedades de la neumática.
   - 1.5. Comandos y accionamientos eléctricos.
   - 1.6. Presión y caudal; concepto y cálculo.
   - 1.7. Buenas prácticas de seguridad en la operación de sistemas electro-neumáticos.
   - 1.8. Propiedades del aire. Ley de los gases.

2. **Unidad 2: Estructura de los sistemas electro-neumáticos.**
   - 2.1. Etapas de un circuito electro-neumático.
   - 2.2. Elementos.
     - 2.2.1. Actuadores. Construcción y funcionamiento.
     - 2.2.2. Válvulas eléctricas. Tipos, construcción y accionamientos.
     - 2.2.3. Sensores. Tipos, construcción y funcionamiento.
     - 2.2.4. Reguladores de presión. Construcción y funcionamiento.
     - 2.2.5. Elementos de medición.
   - 2.3. Simbología neumática (DIN/ISO-1219 y EN-81346-2).

3. **Unidad 3: Evaluación, diseño y simulación de circuitos electro-neumáticos.**
   - 3.1. Esquemas circuitales.
   - 3.2. FluidSim. Introducción al entorno.
   - 3.3. FluidSim. Simulación de circuitos electro-neumáticos.

4. **Unidad 4: Construcción y diagnóstico de circuitos electro-neumáticos.**
   - 4.1. Alimentación de circuitos electroneumáticos.
   - 4.2. Interruptores eléctricos. Construcción y funcionamiento.

4.3. Accionamiento directo. Reconocimiento y aplicación.

4.4. Accionamiento indirecto. Reconocimiento y aplicación.

4.5. Relés y contactos. Construcción y funcionamiento.

4.6. Circuitos de autorretención. Explicar y configurar.

4.7. Funciones lógicas Y/O/NO. Explicar y aplicar. Realizar combinaciones.

4.8. Detección de señales. Explicar y configurar.

4.9. Circuitos secuenciales.

**5. Unidad 5: Ajuste de actuadores y sensores.**

5.1. Ajustar actuadores.

5.2. Ajustar sensores.

5.3. Modificación de válvulas distribuidoras.

## 4- 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 básicos para el accionamiento de mecanismos electro-neumáticos. En esta se presentan conceptos relevantes de la física 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. Además, el estudiante es introducido en una situación real y, en base a está, serán analizados el funcionamiento y la construcción de diferentes circuitos de accionamientos electro-neumáticos, que formarán parte de la solución final al problema planteado.

A continuación, el estudiante deberá utilizar software de simulación para encontrar una solución posible al problema planteado. Luego, utilizará los componentes de su kit didáctico que correspondan, para efectuar el montaje de forma práctica del sistema y evaluar su funcionamiento. El ejercicio resultará finalizado cuando el comportamiento del circuito evaluado 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 kit de componentes electro-neumáticos 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 electro-neumáticos básicos.
- 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 electro-neumático, con el propósito de lograr un resultado exitoso en forma eficiente.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá 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.

## 6- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

La Capacitación emplea un sistema diseñado específicamente para la enseñanza de electro-neumática 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 |
|---|---|
| Banco de trabajo con panel perfilado de aluminio para conexionado de componentes Festo (Learlinemobile) N° 539028 o similar. | 6 |
| Set de equipo didáctico Festo TP 201 N° 540712 o similar | 6 |
| Notebook Dell Latitud E6540 o similar | 6 |
| Juego de símbolos magnéticos Festo N° 162341 o similar | 1 |

| Software | Cantidad |
|---|---|
| Simulador de circuitos neumáticos FluidSim (Licencias) o similar. | 7 |

## 7- BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía principal del módulo es:

Manual de trabajo TP 201 (Festo) - Electroneumática nivel básico; N° 542505 es, 2012
Neumática - Electro-Neumática Fundamentos ( Festo); N°573031 es, 2009

Consejo de Educación Técnico - Profesional (Universidad del Trabajo del Uruguay)

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| **Identificación** | **Código SIPE** | **DESCRIPCIÓN** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | |
| **Orientación** | 29E | Control Avanzado de Motores (Variadores de Frecuencia) | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | |
| **Asignatura** | 29635 | LEE - Motores Avanzados | | |
| **Modalidad** | Presencial | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Educación Media Básica y 18 años con **CPP en Motores de Corriente Continua y Motores Trifásicos** aprobada, y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | |
| **Duración** | Horas totales: | Horas semanales: | Semanas | |
| | 21 | 7 | 3 | |
| **Perfil de Egreso** | Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Conocer el diagrama en bloques, funcionamiento, interfaces y conexiones básicas de un convertidor de frecuencia.<br>• Seleccionar, determinar los parámetros y conectar a una red de alimentación un convertidor de frecuencia apropiado para el motor a controlar.<br>• Conocer cómo parametrizar un convertidor de frecuencia para ponerlo en modo de puesta en servicio rápido a través del panel de operador.<br>• Configurar arranques y paradas de motor por rampa, además de configurar freno de corriente continua en un variador de frecuencia.<br>• Simular una carga con el software de simulación y configurar los parámetros en el variador de frecuencia para obtener un freno de CC y comprobar el comportamiento de la acción de parada.<br>• Seleccionar y parametrizar estrategias de control veloc/frec en función de las diferentes cargas a manejar.<br>• Utilizar y configurar las entradas y salidas digitales para comandar externamente un variador de frecuencia.<br>• Configurar el variador para recibir una señal analógica como consigna de velocidad.<br>• Conectar el variador a un PC por Profibus y realizar el manejo remoto de los convertidores de frecuencia utilizando el software de acceso correspondiente.<br>• Configurar el variador para realizar la protección térmica por PTC, en función del modelo térmico del motor.<br>• Configurar la reacción por sobrecarga o exceso de temperatura del variador, reconociendo los fallos del mismo.<br>• Aplicar los criterios de instalación y evaluación de un variador de velocidad y un motor. | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Control Avanzado de Motores (Variadores de Frecuencia). | | | |
| Fecha de presentación: Nov 2020 | **Nº Resolución del CETP** | Exp. Nº | Res. Nº | Acta Nº | Fecha |

# 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada[1] de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos de Variadores de frecuencia.

El conocimiento de los Variadores de frecuencia y otras tecnologías relacionadas con la especialidad colaboranen la mejora de la productividad y la competitividad de los sectores industriales y agroindustriales, ya que permite agregar valor a los productos, acceder a nuevos mercados y crear empleo.

Los Variadores de frecuencia son de uso ampliamente extendido, son utilizados en máquinas y herramientas diversas para regulación de velocidad.

# 2- OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollar la habilidad en el estudiante del uso, configuración y aplicación de los variadores de frecuencia.
- 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.

---

1 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

Los objetivos específicos estarán orientados a una vinculación teórico-práctica del uso adecuado de los variadores de frecuencia.

- Interpretar los esquemas de circuitos y conexión de motores trifásicos a los variadores de frecuencia.
- Interpretar y parametrizar los variadores de frecuencia con características de funcionamiento requeridos para funciones específicas que solucionan problemas prácticos típicos de la industria.
- Diagnosticar fallos en sistemas eléctricos de mediana complejidad que incluya variadores de frecuencia, utilizando procedimientos y herramientas apropiadas.
- Realizar monitoreo en dispositivos de comando o control, con el propósito de lograr un mejor desempeño del sistema incluido su trabajo en redes industriales.
- Calcular el valor de las magnitudes físicas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de los circuitos eléctricos y puesta en marcha de los convertidores de frecuencia.
- Conocer y aplicar las reglas de seguridad en el trabajo con tensión y corriente eléctrica.

## 3- CONTENIDOS

**Unidad 1: Principios de funcionamiento de un convertidor de frecuencia.**

1.1. Principio de funcionamiento de un convertidor, ventajas y desventajas.
1.2. Estructura interna de un convertidor de frecuencia.
1.3. Identificación del panel de mando y conexionado.
1.4. Parámetros básicos asociados a las características de un motor.
1.5. Concepto de puesta en servicio rápida de un motor.
1.6. Identificación de cada nivel de usuario en la programación.

**Unidad 2: Puesta en funcionamiento y operación de un variador de frecuencia.**

2.1. Respuesta gráfica de un motor a un freno de corriente continua.
2.2. Estrategia de control según velocidad y frecuencia.
2.3. Respuesta gráfica para diferentes tipos de cargas.
2.4. Parametrización de las entradas y salidas digitales.
2.5. Circuitos de control externo para manejo de entradas y salidas digitales y analógicas

.

**Unidad 3: Funcionamiento remoto de un variador de frecuencia.**

3.1. Redes profibus y la configuración maestro-esclavo en el variador.

3.2. Comportamiento en sobrecargas e interpretación de fallos.

3.3. Evaluación de instalación y desempeño de un variador.

## 4- 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 componentes de diversos métodos didácticos:

Al inicio de la temática se realiza una introducción teórica breve de los fundamentos básicos para el accionamiento de sistemas hidráulicos. En esta se presentan conceptos relevantes de la física 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. Además, el estudiante es introducido en una situación real y, en base a está, serán analizados el funcionamiento y la construcción de diferentes circuitos para efectuar accionamientos hidráulicos, que formarán parte de la solución final al problema planteado.

A continuación, el estudiante deberá utilizar software de simulación para encontrar una solución posible al problema planteado. Luego, utilizará los componentes de su kit didáctico que correspondan, para efectuar el montaje de forma práctica del sistema y evaluar su funcionamiento. El ejercicio resultará finalizado cuando el comportamiento del circuito evaluado 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 kit de componentes eléctricos 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 facilitando 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 Aprendizaje Basado en Problemas (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 hidráulicos básicos.
- 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 hidráulico, con el propósito de lograr un resultado exitoso en forma eficiente.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá por el REPAG de Capacitaciones Media 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.

## 6- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

La capacitación emplea un sistema didáctico diseñado específicamente para la enseñanza de Control Avanzado de Motores (Variadores de Frecuencia) 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 |
|---|---|
| Banco de trabajo con panel perfilado de aluminio para conexionado de componentes Festo (Learnlinemobile) N° 539028 o similar. | 6 |
| Set de equipo didáctico Festo TP1410 N°571870 o similar | 6 |
| Notebook Dell Latitud E6540 o similar | 6 |
| Variador de frecuencia MM420 de Siemens o similar | 6 |
| Motor asíncrono trifásico de 220/400 V N°571874 o similar | 3 |
| Software de simulación STARTER Siemens o similar. | 6 |

| Software | Cantidad |
|---|---|
| Software de manejo de banco de prueba de cargas DriveLab o similar | 7 |

## 7- BIBLIOGRAFÍA

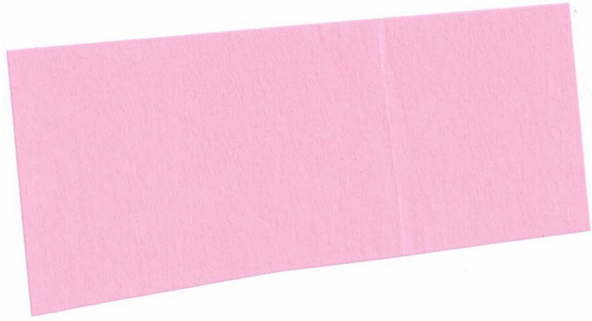
La bibliografía principal del módulo es el manual de trabajo, diseñado para este fin por el equipo docente del Caime. Se incluye además el principal material de referencia utilizado en la elaboración del manual de trabajo y presentación teórica.

La bibliografía principal del módulo es:

Manual de trabajo: BT-MOT-213 Motores Avanzados. Equipo Docente Caime. 2016.

Manual de trabajo TP 1410 (Festo) - Principios Básicos motores de continua; No. 571785, 2013

Manual de trabajo TP 1410 (Festo) - Principios Básicos de motores trifásicos; No. 571801, 2013



Consejo de Educación
Técnico - Profesional
(Universidad del Trabajo del Uruguay)

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

# ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

| Identificación | Código SIPE | DESCRIPCIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Curso** | 059 | Capacitación Profundización Profesional | | |
| **Plan** | 2007 | 2007 | | |
| **Orientación** | 29D | Motores de Corriente Continua y Motores Trifásicos | | |
| **Área de Asignatura** | 80190 | Sistemas Integrados de Producción Automatizada | | |
| **Asignatura** | 29625 | LEE - Motores Intermedio | | |
| **Modalidad** | Presencial | | | |
| **Perfil de Ingreso** | Educación Media Básica y 18 años con **CPI en Circuitos Eléctricos con Contactores y Motores de Corriente Alterna** aprobada y/o experiencia laboral acreditada en el área de 2 años, evaluada mediante entrevista con Docentes. | | | |
| **Duración** | **Horas totales:** | **Horas semanales:** | **Semanas** | |
| | 21 | 7 | 3 | |
| **Perfil de Egreso** | Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:<br>• Conocer la estructura interna y comprender el funcionamiento de los motores de corriente continua Shunt y Serie.<br>• Definir los sentidos de giro, el control de velocidad y la puesta en marcha sin carga y con carga de los motores de corriente continua Shunt y Serie.<br>• Representar gráficamente la dependencia entre la velocidad de giro y la tensión del rotor y la dependencia entre la velocidad de giro y la corriente de excitación.<br>• Realizar las mediciones y los cálculos necesarios para representar gráficamente y evaluar, las líneas características de carga de los motores de continua.<br>• Reconocer la construcción de conexiones en bornes estrella y triángulo para conexiones de red en 230V/400V, y la puesta en marcha de un motor asíncrono trifásico.<br>• Implementar la inversión del sentido de giro y modificar la velocidad de un motor asíncrono, así como también poner en funcionamiento motores trifásicos de gran potencia.<br>• Aplicar las reglas de seguridad al trabajar en sistemas con motores de continua y motores trifásicos. | | | |
| **Créditos Educativos y Certificación** | Capacitación Profundización Profesional en Motores de Corriente Continua y Motores Trifásicos. | | | |
| Fecha de presentación: Nov 2020 | **Nº Resolución del CETP** | Exp. N° | Res. N° | Acta N° | Fecha |

# 1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada[1] de capacitar en servicios técnicos, automatización y mecatrónica, incorporando conocimientos prácticos de Motores de Corriente Continua y Motores Trifásicos.

El conocimiento de los Motores y otras tecnologías relacionadas a la especialidad colaboranen la mejora de la productividad y la competitividad de los sectores industriales y agroindustriales ya que permite agregar valor a los productos, acceder a nuevos mercados y crear empleo.

Los Motores de Continua y Trifásicos de uso ampliamente extendido, son utilizados en maquinarias y herramientas diversas para la interacción con piezas u objetos mediante la aplicación de fuerzas, movilidad o posicionamiento de estos.

# 2- OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Introducir al estudiante en el uso, diseño y aplicación de Motores de Corriente Continua y Motores Trifásicos.
- 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.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos estarán orientados a una vinculación teórico-práctica del uso adecuado de los motores industriales.

• Interpretar los esquemas de circuitos y conexión de motores de corriente continua y motores trifásicos.

• Diseñar, construir y poner en funcionamiento los circuitos aplicados, requeridos para funciones específicas, que solucionan problemas prácticos típicos de la industria.

• Diagnosticar fallos en sistemas eléctricos de mediana complejidad, utilizando procedimientos y herramientas apropiadas.

• Realizar monitoreo en motores de corriente continua y corriente alterna, con el propósito de lograr un mejor desempeño del sistema.

• Calcular el valor de las magnitudes físicas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento

---

[1] 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

de los circuitos eléctricos.

- Conocer y aplicar las reglas de seguridad en el trabajo con tensión y corriente eléctrica.

## 3- CONTENIDOS

**Unidad 1: Motor de Corriente Continua Shunt**

1.1. Principio de funcionamiento de un motor de corriente continua.

1.2. Medición de las resistencias inducido e inductor evaluando los valores del motor shunt.

1.3. Denominación de los devanados y significado de los números que los identifican.

1.4. Sentido de giro y modificación de la velocidad de giro.

1.5. Corriente de arranque y significado de los polos de conmutación.

1.6. Placa de identificación de un motor de continua shunt.

1.7. Circuito de medición para puesta en funcionamiento.

1.8. Puesta en funcionamiento sin carga y con carga.

1.9. Ensayos entre velocidad de giro / tensión del rotor y velocidad de giro/ corriente de excitación.

**Unidad 2: Motor de Corriente Continua Serie**

2.1. Principio de funcionamiento del motor de continua.

2.2. Medición de las resistencias inducido e inductor evaluando los valores del motor serie.

2.3. Corriente de arranque del motor serie sin sistema de arranque y el problema al funcionar sin carga.

2.4. Efecto de alta corriente en el arranque sobre la velocidad y momento de giro.

2.5. Circuito de medición para puesta en marcha y puesta en funcionamiento.

2.6. Dependencia de la velocidad de giro y la tensión del rotor sin carga.

2.7. Circuito de medición para obtener las líneas características bajo cargas.

**Unidad 3: Motor Trifásico**

3.1. Construcción de un motor asíncrono trifásico con rotor en cortocircuito (Jaula de ardilla).

3.2. Placa de identificación de un motor asíncrono trifásico, valores característicos.

3.3. Bornes del motor correspondiente a los circuitos estrella/ triángulo y

diferencias prácticas entre circuitos estrella/triángulo.

3.4. Funcionamiento del motor trifásico y significado del concepto "motor asíncrono".

3.5. Información sobre símbolo, cálculo de tensión, corriente y potencias.

3.6. Comportamiento en arranque y cambio del sentido de giro del motor asíncrono.

3.7. Factores que determinan la velocidad de giro en un motor trifásico.

3.8. Arranque del motor sin carga. Cálculo de potencia efectiva.

3.9. Líneas características con diversas cargas. Potencia aparente, potencia efectiva, potencia reactiva, grado de eficiencia y factor de potencias.

3.10. Momento de arranque y comportamiento del motor.

**Unidad 4: Software de simulación con DriveLab**

4.1. Simulación y ensayo de motor corriente continua Shunt con cargas.

4.2. Simulación y ensayo de motor corriente continua Serie con cargas.

4.3. Simulación y ensayo de motor trifásico con cargas.

## 4- 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- utiliza componentes de diversos métodos didácticos:

Al inicio de la temática se realiza una introducción teórica breve de los fundamentos básicos de los motores de corriente continua y motores de corriente alterna. En esta se presentan conceptos relevantes de la física 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. Además, el estudiante es introducido en una

situación real y, en base a está, serán analizados el funcionamiento y la construcción de diferentes circuitos para efectuar accionamientos hidráulicos, que formarán parte de la solución final al problema planteado.

A continuación, el estudiante deberá utilizar software de simulación para encontrar una solución posible al problema planteado. Luego, utilizará los componentes de su kit didáctico que correspondan, para efectuar el montaje de forma práctica del sistema y evaluar su funcionamiento. El ejercicio resultará finalizado cuando el comportamiento del circuito evaluado 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 kit de componentes eléctricos hidráulicos 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 hace tangible 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 hidráulicos básicos.
- 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 hidráulico, con el propósito de lograr un resultado exitoso en forma eficiente.

## 5- EVALUACIÓN

La evaluación se regirá por el REPAG de Capacitaciones Media 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.

## 6- MATERIALES Y EQUIPAMIENTO

La capacitación emplea un sistema didáctico diseñado específicamente para la enseñanza de Motores de Corriente Continua y Motores Trifásicos 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 |
|---|---|
| Banco de trabajo con panel perfilado de aluminio para conexionado de componentes Festo (Learnlinemobile) N° 539028 o similar. | 6 |
| Set de equipo didáctico Festo TP1410 N°571870 o similar | 6 |
| Notebook Dell Latitud E6540 o similar | 6 |
| Motor paralelo de corriente continua N°571868 o similar | 6 |
| Motor asíncrono trifásico de 400/690 V N°571875 o similar | 3 |
| Motor en serie de corriente continua N°571869 o similar | 6 |

| Software | Cantidad |
|---|---|
| Software de manejo de banco de prueba de cargas DriveLab o similar | 7 |

## 7- BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía principal del módulo es:

Manual de trabajo TP 1410 (Festo) - Principios Básicos motores de continua; No. 571785, 2013
Manual de trabajo TP 1410 (Festo) - Principios Básicos de motores trifásicos; No. 571801, 2013