



PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO
Departamento de Diseño y Desarrollo Curricular

ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

Identificación	Código SIPE	DESCRIPCIÓN	
Tipo de Curso	059	Capacitación Profundización Profesional	
Orientación	29E	Control Avanzado de Motores (Variadores de Frecuencia)	
Sector	390	Mantenimiento y Reparación de Vehículos	
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	<p>Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Conocer el diagrama en bloques, funcionamiento, interfaces y conexiones básicas de un convertidor de frecuencia. ● Seleccionar, determinar los parámetros y conectar a una red de alimentación un convertidor de frecuencia apropiado para el motor a controlar. ● Conocer cómo parametrizar un convertidor de frecuencia para ponerlo en modo de puesta en servicio rápido a través del panel de operador. ● Configurar arranques y paradas de motor por rampa, además de configurar freno de corriente continua en un variador de frecuencia. ● 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. ● Seleccionar y parametrizar estrategias de control veloc/frec en función de las diferentes cargas a manejar. ● Utilizar y configurar las entradas y salidas digitales para comandar externamente 		

	<p>un variador de frecuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Configurar el variador para recibir una señal analógica como consigna de velocidad. ● Conectar el variador a un PC por Profibus y realizar el manejo remoto de los convertidores de frecuencia utilizando el software de acceso correspondiente. ● Configurar el variador para realizar la protección térmica por PTC, en función del modelo térmico del motor. ● Configurar la reacción por sobrecarga o exceso de temperatura del variador, reconociendo los fallos del mismo. ● 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).				
Nº Resolución del CETP	Fecha de presentación:	Exp. Nº	Res. Nº	Acta Nº	Fecha

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

1 - FUNDAMENTACIÓN

Este curso atiende a la necesidad constatada¹ 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 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 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- PERFIL DE EGRESO

El estudiante podrá adquirir conocimientos, habilidades de análisis y operación en sistemas con variadores de frecuencia favoreciendo su desempeño, bajo supervisión, en tareas de operador industrial, mantenimiento, puesta en marcha de equipos, diagnóstico y solución de problemas.

Las competencias adquiridas en este curso le permitirán al egresado:

- Conocer el diagrama en bloques, funcionamiento, interfaces y conexiones básicas de un convertidor de frecuencia.
- Seleccionar, determinar los parámetros y conectar a una red de alimentación un convertidor de frecuencia apropiado para el motor a controlar.
- Conocer cómo parametrizar un convertidor de frecuencia para ponerlo en modo de puesta en servicio rápido a través del panel de operador.
- Configurar arranques y paradas de motor por rampa, además de configurar freno de corriente continua en un variador de frecuencia.
- 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.

- Seleccionar y parametrizar estrategias de control veloc/frec en función de las diferentes cargas a manejar.
- Utilizar y configurar las entradas y salidas digitales para comandar externamente un variador de frecuencia.
- Configurar el variador para recibir una señal analógica como consigna de velocidad.
- Conectar el variador a un PC por Profibus y realizar el manejo remoto de los convertidores de frecuencia utilizando el software de acceso correspondiente.
- Configurar el variador para realizar la protección térmica por PTC, en función del modelo térmico del motor .
- Configurar la reacción por sobrecarga o exceso de temperatura del variador, reconociendo los fallos del mismo.
- Aplicar los criterios de instalación y evaluación de un variador de velocidad y un motor.

4- 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.

5- METODOLOGÍA

La propuesta se basa en el modelo pedagógico de Aprendizaje Basado en Problemas- en adelante ABP- , planteando actividades en estaciones de trabajo con hardware de reconocidos fabricantes utilizados en la industria local y extranjera, donde se reproducen situaciones similares a las que se presentan en procesos de manufactura reales. Esto brinda al estudiante la oportunidad de familiarizarse con nuevas tecnologías, entrenar habilidades y desarrollar capacidades necesarias para un buen desempeño en el entorno laboral actual y futuro.

El Centro de Automatización Industrial y Mecatrónica- en adelante CAIME- toma 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 continua.
- 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.

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 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

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.

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