



## ACTIVIDADES DOCENTES EN EL ÁREA DE CONTROL

### REPORTE DE ACTIVIDADES PROFESIONALES EN EL CENTRO NACIONAL DE ACTUALIZACIÓN DOCENTE

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“EXPERIENCIA PROFESIONAL”

NOMBRE DEL ALUMNO: ENRIQUE ALBERTO LEÓN TURRUBIATES

NÚMERO DE CUENTA: 302500646

CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA

ASESOR: M. en I. Billy Arturo Flores Medero Navarro

AÑO: 2013

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

## Contenido

Lista de ilustraciones .....	2
Introducción .....	3
Capítulo 1 - Descripción de la empresa: El Centro Nacional de Actualización Docente (CNAD) .....	4
A. Historia.....	4
B. Objetivo .....	6
C. Misión .....	6
D. Visión .....	7
E. Organigrama .....	8
Capítulo 2 - Descripción del puesto.....	9
Capítulo 3 – Participación del alumno en la empresa .....	12
A. Especialidad en Ingeniería Mecatrónica.....	12
B. Planes de estudio.....	13
C. Docente del Área de Control .....	14
Sistemas Mecatrónicos.....	15
Sistemas de Control y Temas Selectos de Control .....	21
Mantenimiento.....	25
Curso “Grupos Colaborativos” .....	29
Conclusiones.....	30
Bibliografía.....	31

## Lista de ilustraciones

Figura 1. Logo del Centro Nacional de Actualización Docente .....	4
Figura 2. Inauguración del CNAD .....	5
Figura 3. Instalaciones del CNAD.....	6
Figura 4. Profesores de la DGETI recibiendo cátedra.....	12
Figura 5. Desarrollo de prototipos; Robot tipo SCARA .....	13
Figura 6. Mapa curricular por línea de trabajo: Diseño e implementación de sistemas automatizados.....	13
Figura 7. Mapa curricular por línea de trabajo: Diseño y manufactura de sistemas mecánicos .....	14
Figura 8. Operador del Centro con un robot manipulador .....	15
Figura 9. Celda de Manufactura Flexible.....	16
Figura 10. Robot Mitsubishi® RV-M1 .....	17
Figura 11. Rutina de paletización .....	17
Figura 12. Pantalla del programa COSIMIR® Educational .....	20
Figura 13. PLC OMRON® modelo CMP2A con tablero de control.....	22
Figura 14. Circuitos básicos de control por contactos .....	23
Figura 15. Software de simulación LogixPro® .....	25
Figura 16. Banda transportadora .....	27

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

## Introducción

En el México presente, los jóvenes se enfrentan a un sector industrial exigente, necesitado de gente con experiencia, donde su personal esté capacitado para maniobrar el equipo con el que se trabaja, sin necesitar de invertir en preparación adicional, y que sea capaz de dar mantenimiento preventivo y correctivo.

Para poder ser competitivos, los estudiantes de secundaria tienen la opción de cursar carreras y bachilleratos técnicos, donde puedan prepararse para entrar directamente a la industria y, si tienen el deseo, poder continuar con sus estudios superiores. La Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) es la encargada de ofrecer el servicio educativo del nivel medio superior tecnológico, donde se imparten carreras técnicas para generar técnicos de distintas áreas. Los planteles donde se enseñan estas carreras deben tener instalaciones limpias y apropiadas, con equipo moderno y funcional y con profesores capacitados para formarlos y poder enfrentar los futuros retos que tengan en la empresa.

Con este fin se fundó el Centro Nacional de Actualización Docente, donde se capacita a los profesores para que obtengan el grado de Especialista en Ing. Mecatrónica, esto con el fin de que puedan brindar una educación óptima en sus planteles, enseñando su experiencia y utilizando los recursos que obtuvieron durante su estancia en el Centro.

Mi labor como docente del CNAD es muy importante, ya que estoy encargado de procurar a los profesores que cursan la especialidad estas experiencias y conocimientos, trabajando con ellos en los equipos y herramientas con los que contamos, ofreciendo material didáctico para que los profesores puedan enseñar de forma amigable y eficiente los temas a sus estudiantes y puedan generar interés en ellos para que continúen sus estudios.

En este reporte expongo mi experiencia como docente del Área de Control, mi participación y contribución al Centro y cómo mi formación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México fue, y sigue siendo, fundamental para mi desempeño en esta institución.

## Capítulo 1 - Descripción de la empresa: El Centro Nacional de Actualización Docente (CNAD)

### *A. Historia*

El Centro Nacional de Actualización Docente (CNAD), es una institución educativa creada a partir de un convenio de cooperación técnica entre los gobiernos de México y Japón, con el propósito de capacitar y actualizar personal docente de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) en el área de Ingeniería Mecatrónica, creando profesores aptos para impartir clases a nivel bachillerato en la carrera técnica de Ingeniería Mecatrónica.



Figura 1. Logo del Centro Nacional de Actualización Docente

El 2 de diciembre de 1986 en la ciudad de Tokio, Japón, se firmó el Acuerdo sobre Cooperación Técnica entre los gobiernos de México y Japón, para promover la cooperación técnica entre ambos países y celebrar acuerdos específicos en áreas de interés mutuo, como es el área de Ingeniería Mecatrónica, ya que ésta es un área importante para el desarrollo tecnológico a nivel mundial.

Por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 1987, inició el proyecto Centro Nacional de Actualización Docente en mecatrónica, con una visión nueva dentro de la enseñanza tecnológica en nuestro país, derivado de la necesidad de crear profesionales capaces de enfrentar los retos futuros.

En septiembre de 1994, expertos japoneses iniciaron las actividades de transferencia tecnológica en el campo de la mecatrónica. En septiembre de 1995, el Centro Nacional de Actualización Docente inició su operación con el primer curso de actualización docente en mecatrónica. A partir de la cuarta generación se establecen los lineamientos internos de

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

coordinación para crear una especialidad a nivel posgrado en Ingeniería Mecatrónica, con el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), de la Dirección General de Institutos Tecnológicos, quien emite la certificación de estos estudios.

El 28 de febrero de 1997, Ernesto Zedillo Ponce de León, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, inauguró el CNAD.

En agosto de 1999 se terminó el convenio de colaboración para la creación del CNAD, Centro único en su clase en América Latina y orgullo de la cooperación tecnológica entre México y Japón.



Figura 2. Inauguración del CNAD

Por otra parte, dentro del esquema de cooperación Sur-Sur, la cancillería mexicana incluye varias acciones en la cooperación trilateral. Así, se desarrolló durante cinco años el Curso Internacional en Ingeniería Mecatrónica, después de concluido el periodo de cooperación México-Japón, el CNAD ha mantenido sus operaciones de manera independiente, aunque manteniendo los estrechos lazos de apoyo con Japón.

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---



Figura 3. Instalaciones del CNAD

Actualmente se imparte el curso Internacional en Robótica Aplicada, dirigido a catedráticos de universidades de América Latina. Dado el impacto, éxito y demanda con los que cuenta el curso internacional, existe una propuesta para su emisión por cinco años más. Con este esquema, también se ha colaborado con el envío de expertos mexicanos a países de Centro y Sudamérica, para proporcionar asistencia técnica en el campo de la mecatrónica. Los países beneficiados han sido: Brasil, Bolivia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana.

## ***B. Objetivo***

Actualizar a los docentes de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial, en mecatrónica con la finalidad de que los planteles cuenten con el recurso humano que contribuya a cubrir las necesidades del sector productivo en esta materia, desarrollarla, darle publicidad y mostrar la importancia de tener gente preparada.

## ***C. Misión***

El CNAD es un Centro para la formación y actualización de profesores de la DGETI en el campo de la Mecatrónica, a través de cursos, estancias, prácticas de trabajo, programas de posgrado, servicios de información y asesoría, para asegurar que los planteles en el ámbito nacional tengan la capacidad para atender la necesidad del sector productivo en este campo.

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

## ***D. Visión***

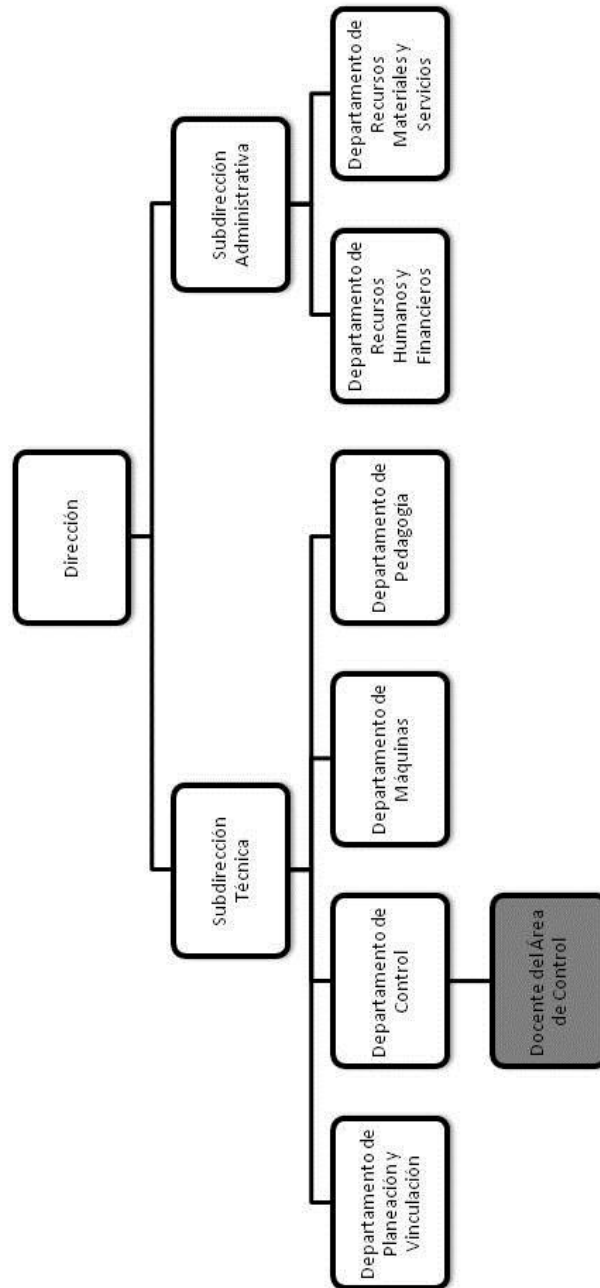
Un centro de actualización docente de estudios de posgrado:

- ✓ Con programas educativos de enfoque práctico y trabajo en equipos interdisciplinarios, intensificando el uso de tecnologías de la información y la comunicación.
- ✓ Con una conciencia clara de las necesidades de la industria nacional.
- ✓ Que trabaje en coordinación con el Sistema Nacional de Educación Tecnológica.
- ✓ Con equipo y maquinaria actualizados.
- ✓ Que aplique los enfoques de la pedagogía moderna.
- ✓ Con una estructura organizacional ágil y sencilla.
- ✓ Que trascienda en el ámbito nacional e internacional con calidad en los servicios educativos, de información y asesoría.
- ✓ Que promueva un ambiente educativo de calidad, compromiso y colaboración entre el personal docente y administrativo del Centro.
- ✓ Que asegure una formación axiológica para el personal inscrito en sus diferentes programas educativos, con un alto sentido humano.



### ***E. Organigrama***

En la siguiente figura se muestra la organización del Centro. El recuadro gris muestra mi situación en el CNAD



## Capítulo 2 - Descripción del puesto

A continuación la descripción del puesto, extraída del Manual de Operación del CNAD.

Nombre del Puesto: Docente

Clave: E-4829

No. De Plazas: Veinte

Ubicación: Departamento de Control, Máquinas y Pedagogía

### Relaciones de Autoridad

Jefe inmediato: Jefe del departamento de control, de máquinas o de pedagogía.  
(Ing. Vicente Francisco Pérez Cadena, jefe del Área de Control)

Subordinados: No lo requiere el puesto

### Propósito del puesto

Impartir las materias que le sean asignadas afines a su formación, cumpliendo con los programas de actualización para cada una de las asignaturas a su cargo, desarrollar y participar en los proyectos de investigación aplicada y de vinculación.

### Funciones

1. Impartir clases en aulas, laboratorios y talleres.
2. Aplicar las disposiciones de carácter técnico-pedagógico para el desarrollo de los programas de actualización en mecatrónica.
3. Elaborar los apuntes, textos, material didáctico, prácticas pedagógicas y tecnológicas afines a la asignatura que imparte.
4. Realizar la evaluación diagnóstica para determinar el nivel de conocimientos de los alumnos.
5. Elaborar los instrumentos de evaluación para el aprendizaje.
6. Evaluar a los alumnos con base en el modelo vigente.

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

7. Dirigir y asesorar a los alumnos en prácticas, proyectos escolares y proyectos especiales.
8. Participar en la actualización y evaluación de los programas de actualización en mecatrónica, asesoramiento técnico empresarial y producción de bienes y servicios.
9. Determinar el material y apoyo didáctico para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.
10. Participar en reuniones de orden académico.
11. Desarrollar, adaptar e innovar tecnología en el área de mecatrónica.
12. Registrar y controlar la asistencia y evaluación del grupo a su cargo con base en la normatividad establecida.
13. Promover entre los alumnos la óptima utilización de la maquinaria, equipo y material de talleres y laboratorios.
14. Distribuir entre los alumnos del grupo la materia prima para la realización de prácticas, vigilando su óptima utilización.
15. Participar en las acciones relacionadas con el mantenimiento del centro.
16. Participar en conferencias, simposios, congresos y seminarios organizados en el centro y fuera de él.

### **Especificaciones del puesto**

Escolaridad: Licenciatura en ingeniería mecánica, eléctrica, comunicaciones, electrónica, informática, industrial, mecánico electricista o aeronáutica.

Experiencia: Tres años de haber ejercido labor docente y tres años en industria metal-mecánica.

Nacionalidad: Mexicana

Conocimientos: Dominio de alguna rama de su especialidad, inglés 80%, uso de paquetes de cómputo (edición, procesador de textos, gráficos, hoja de cálculo, presentaciones), pedagogía, psicología educativa, didáctica y metodología del conocimiento.

Aspectos Personales:

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

- Habilidad para conducir el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Actitud de respeto.
- Compromiso y responsabilidad.
- Facilidad de expresión oral y escrita.
- Iniciativa.
- Madurez de criterio.
- Capacidad para dirigir y controlar grupos.

## Capítulo 3 – Participación del alumno en la empresa

### *A. Especialidad en Ingeniería Mecatrónica*

El CNAD ofrece la especialidad en Ingeniería Mecatrónica a nivel posgrado, con un plan de estudios de enfoque práctico. La especialidad está orientada a la formación, capacitación y actualización de personal docente de la DGETI, quienes a su vez son los responsables de transmitir el conocimiento de la tecnología mecatrónica en la formación de bachilleres técnicos, profesionales e ingenieros, quienes se incorporan al sector productivo para la solución de problemas de procesos de automatización industrial.



Figura 4. Profesores de la DGETI recibiendo cátedra

Este programa educativo consta de 1200 horas y 75 créditos en su plan de estudios, y se cursa en tiempo completo con una duración de 11 meses. En este tiempo se cumple con todas las asignaturas del plan de estudios, se realizan visitas industriales, se elabora un prototipo mecatrónico con enfoque didáctico y un trabajo recepcional (tesina) que contiene la memoria técnica de su elaboración. Además se sustenta un examen recepcional de grado. El grado de especialista en ingeniería mecatrónica es avalado por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET).

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente



Figura 5. Desarrollo de prototipos; Robot tipo SCARA

## ***B. Planes de estudio***

La especialidad está distribuida sobre dos líneas de trabajo básicas: “Diseño y manufactura de sistemas mecánicos”, conocida coloquialmente en el Centro como **Área de Máquinas** y “Diseño e implementación de sistemas automatizados”, mejor conocida como el **Área de Control**.

Los participantes son dirigidos hacia alguna de las dos líneas de acuerdo a su perfil, su experiencia laboral y docente, así como sus gustos y aptitudes. En cada asignatura desarrollan habilidades afines al área elegida, para más adelante formar grupos de trabajo y aportar sus conocimientos y destreza en la elaboración del prototipo.

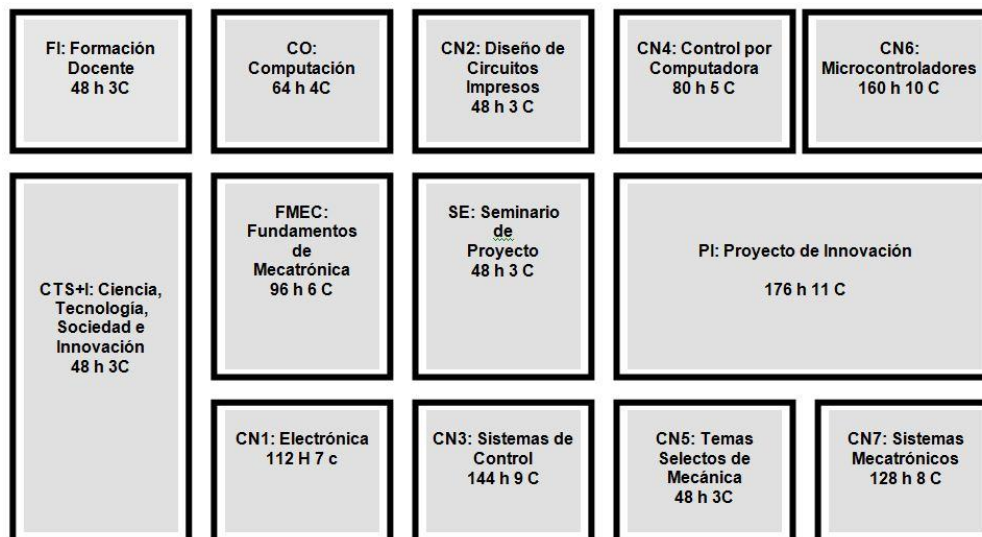


Figura 6. Mapa curricular por línea de trabajo: Diseño e implementación de sistemas automatizados

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

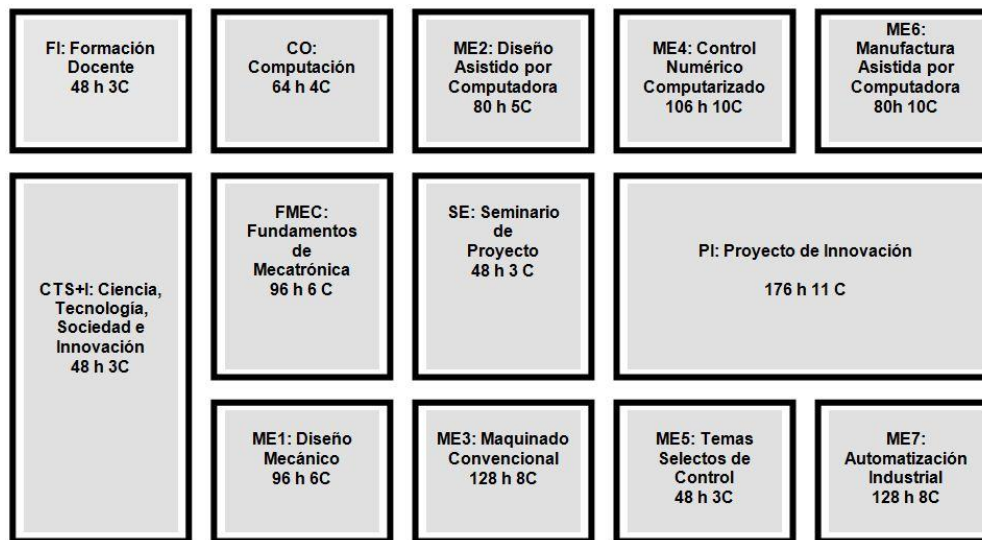


Figura 7. Mapa curricular por línea de trabajo: Diseño y manufactura de sistemas mecánicos

### ***C. Docente del Área de Control***

Gracias a la formación que obtuve como estudiante de Ingeniería Mecatrónica, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, en marzo de 2011 comencé a laborar en el Centro Nacional de Actualización Docente como profesor en el Área de Control, debido a mis conocimientos en: robótica, modelado de sistemas físicos, creación de circuitos lógicos y control secuencial, además de mi comprensión de diagramas físicos, mecánicos y eléctricos.

En mi estancia en el Centro he tenido la oportunidad de expandir mis habilidades y conocimientos al enfrentarme al manejo de software especializado para la programación de robots y PLCs de distintas marcas, al reparar y poner en marcha aparatos y sistemas en desuso, la capacidad de transmitir mi conocimiento en un aula de clases, con alumnos muchas veces con más experiencia que la mía, de forma eficaz y coherente.

Como docente, mi actividad principal es la impartición de clases para la especialidad de Ing. Mecatrónica a los profesores de la DGETI (Dirección General de Educación Tecnológica Industrial), que tienen perfiles tan variados como ingenieros eléctricos, mecánicos, industriales, con carreras técnicas, etc., así como licenciados en pedagogía, contaduría y derecho. Debido a las áreas multidisciplinarias del saber que se encuentran en el aula, es imprescindible que las clases sean comprensibles y de carácter práctico, dentro de lo que sea posible; por lo que, además de ser profesor y explicar los conceptos y contenidos del temario, mi deber es crear nuevos materiales didácticos que les permitan

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

desarrollar sus habilidades y capacidades, afín de asegurar un conocimiento significativo, de manera que puedan transmitir el conocimiento adquirido en sus respectivos planteles.

A continuación expondré mi experiencia en las distintas materias que he impartido, mi preparación y la aportación que he brindado a cada una.

### Sistemas Mecatrónicos

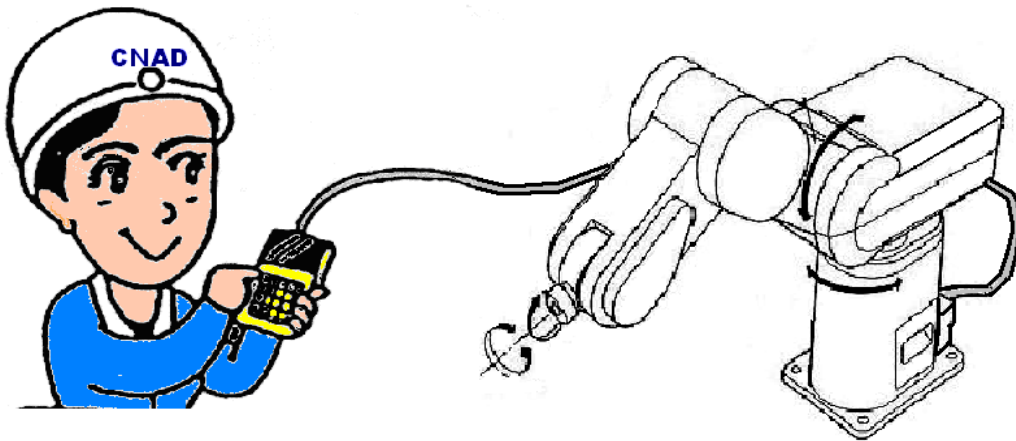


Figura 8. Operador del Centro con un robot manipulador

La primera asignatura que impartí fue “Sistemas Mecatrónicos”, donde se les enseña a los becarios sobre los conceptos básicos de robótica, el modelado físico involucrado en la programación de robots, además de mostrarles los robots más utilizados en la industria, sus tipos, configuraciones, propiedades, características, usos, ventajas y desventajas, y se concluye el curso con una actividad práctica, donde los alumnos deben utilizar y programar el robot tipo manipulador RV-M1, para poder incorporarlo en una celda de manufactura flexible controlada por PLC.

La celda se controla por dos PLCs, mismos que trabajan independientes o configurados de modo maestro-esclavo, que están conectados a 4 bandas transportadoras, a sensores infrarrojos colocados en las bandas y a los puertos de entradas y salidas de los 4 robots RV-M1 con los que contamos.



## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

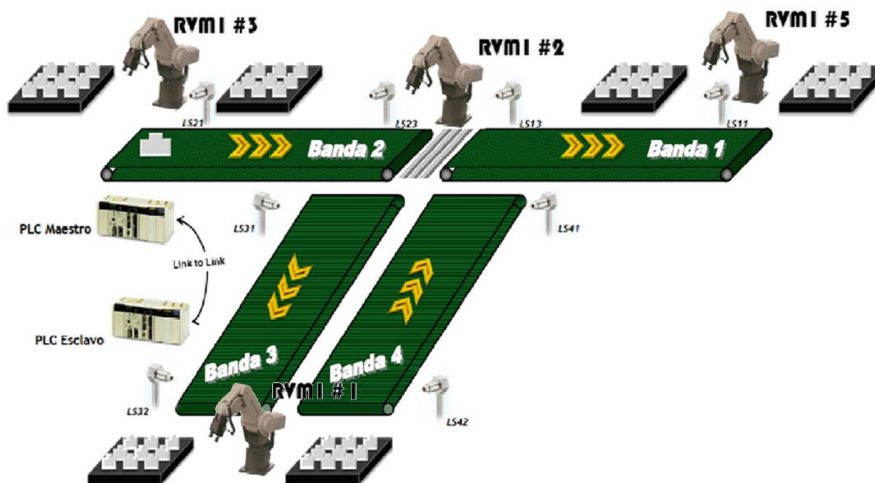


Figura 9. Celda de Manufactura Flexible

La asignatura está dividida en dos partes: en la primera sección se estudia el modelado de los sistemas que intervienen en el diseño y control de un robot tipo SCARA de 3 grados de libertad y se utilizan las tarjetas de adquisición de datos DSpace® junto con el módulo Simulink® del software MatLab® para lograr el control sobre el brazo mencionado; la segunda parte de la materia se enfoca en la enseñanza de los robots manipuladores y su incorporación en sistemas automatizados.

Después de la clase teórica, se introduce a los robots con los que se va a trabajar el resto de la clase, el robot Mitsubishi® modelo RV-M1, que es un robot manipulador que cuenta con 5 grados de libertad, un pinza como efector final, y está diseñado para el transporte y colocación de piezas pequeñas diseñadas especialmente para ser manejadas por el robot.

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

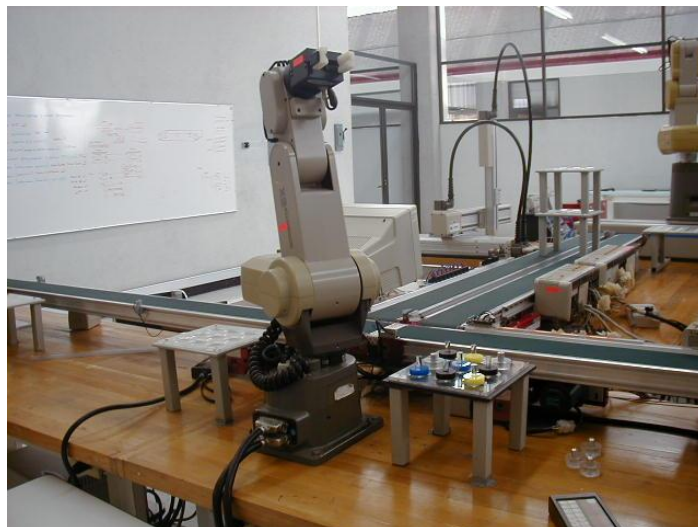


Figura 10. Robot Mitsubishi® RV-M1

Las prácticas de aplicación constan en conocer las funciones básicas del robot, para luego hacer que realice rutinas simples como son tomar y dejar piezas de un punto establecido a otro, la rutina de paletización, que consiste en tomar y/o dejar piezas de matrices equidistantemente espaciadas o la comunicación con medios externos, como pueden ser sensores o PLCs.

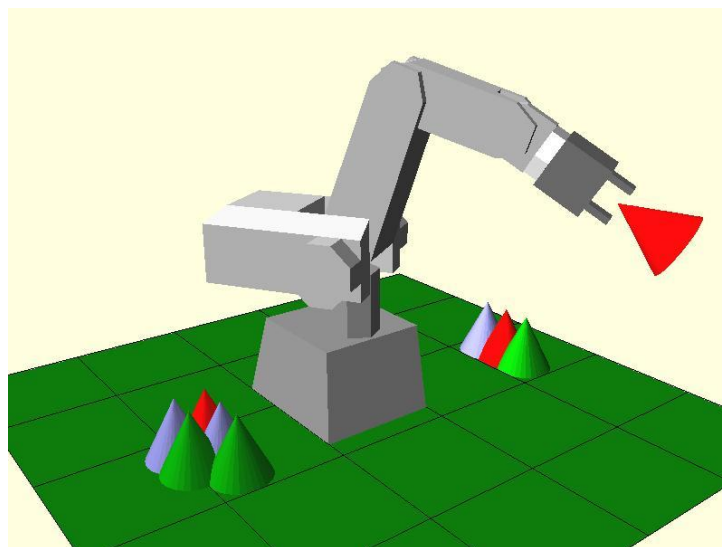


Figura 11. Rutina de paletización

Una vez comprendido el funcionamiento integral del robot se procede a conocer el funcionamiento y características de la celda de manufactura flexible controlada por PLC, para terminar conjuntando toda la celda y realizar una rutina integral de traslado de

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

piezas, desde un punto inicial al punto requerido, haciendo uso de todos los robots de todas las bandas y siendo comandado por los dos PLCs.

Mi experiencia en el manejo de robots industriales antes de comenzar a laborar en el CNAD era nula, no había tenido oportunidad de interactuar con este tipo de máquinas, pero entre mis clases en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, cursé la materia de Robótica. En ella me permitieron trabajar con el simulador de un robot manipulador de 6 grados de libertad, pude estudiar su funcionamiento y las particularidades de su configuración, por lo que conceptos como espacio de trabajo, cinemática inversa y directa, grados de libertad, etc., ya eran conocidos y podía explicarlos de una forma entendible y sencilla, así pude hacer una mejor presentación de la parte teórica de la materia.

Para poder impartir la parte práctica de la materia tuve una breve capacitación, donde aprendí el funcionamiento de los comandos más usados para el control manual de los robots y la programación básica de los mismos: el lenguaje usado por Mitsubishi® para la programación de sus manipuladores es el llamado MELFA, el cual usa lógica secuencial para comandar macroinstrucciones, las cuales contienen muchos subprogramas que convierten una tarea de programación avanzada en una tarea simple a nivel de usuario.

Para complementar esta capacitación, decidí realizar las prácticas del curso por mi propia cuenta, de esta forma pude familiarizarme con todo el equipo y me preparé más efectivamente para impartir la clase de manera eficiente y con bases sólidas.

Tuve problemas al realizar las prácticas por mi cuenta, en muchos casos no había una solución escrita que me ayudara a imaginar la respuesta, faltaban datos y las instrucciones del programa para controlar el manipulador suelen ser confusas, pero con la ayuda del manual que me entregaron y haciendo pruebas me enfrenté a las prácticas planteadas. Como la fecha para el inicio de la materia se acercaba, tuve tiempo escaso para realizar todos los ejercicios y pruebas, sin embargo comprendí lo suficiente del funcionamiento general de los robots y la celda completa.

Para la impartición de la asignatura, los alumnos se dividen en dos grupos que toman la materia por separado, con el fin de tener suficientes robots y equipos de cómputo para todos. Mientras un grupo estudia el modelado físico de los sistemas robóticos, el otro grupo realiza las prácticas diseñadas para instruirlos en el uso del robot. En mi primera clase participé como asistente del profesor titular y me sirvió para observar cómo se desarrollaba la clase y las prácticas. En esta ocasión pude notar cuáles eran las dudas,

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

errores y problemas más comunes entre los estudiantes y de qué forma el profesor les daba solución a dichos problemas. También pude observar que, aunque el manual estaba bastante completo, no tenía toda la información, en parte porque el profesor debía explicarlo sobre la marcha y por otra parte porque se había visto en materias anteriores, pero como docente se debe de resolver este tipo de dudas, aunque sean de materias antecedentes.

Para los participantes de la segunda mitad del grupo, yo impartí la clase y el titular se mantuvo como observador, aclarando dudas y complementando con detalles que dejara pasar por alto. Hubo muchos detalles técnicos que no pude explicar, como precios, funcionamiento interno o tipos y marcas actuales de manipuladores, pero la clase que impartí fue bastante exitosa, con buenos comentarios por parte de los alumnos. Después de la clase, los profesores nos hicieron algunas aportaciones y comentarios sobre la misma para mejorarla, entre ellos dos muy importantes que he tomado en cuenta y con los cuales he trabajado desde entonces para darles solución:

El primer comentario estaba enfocado al hecho que el equipo de cómputo con el que trabajamos para hacer rutinas de control sobre los robots es bastante viejo, al igual que el software. Investigando sobre el asunto, descubrí que el software es muy exigente, no hay copias de él por ningún lado y las computadoras que lo tienen instalado no facilitan el hacer respaldos o copias para poder trabajar con equipo más nuevo, así que para trabajar con los robots estamos completamente condicionados a los equipos con los que contamos. Para solucionar este problema, he investigado en la red y he hallado varios programas, pero por ahora sólo he encontrado soluciones parciales.

El segundo comentario era que los profesores que vienen a aprender a trabajar con robots industriales reales, cuando vuelven a sus planteles no pueden enseñar estos conocimientos, ni realizar prácticas con los alumnos de la misma manera que ellos lo hicieron en su momento durante la materia, porque no tienen con qué trabajar, dado que en la gran mayoría de los planteles no cuentan con robots manipuladores para trabajar, así que esta materia resulta ineficiente e incluso inútil para los profesores y pierde sentido haberla cursado.

Como no es posible el proveer de robots industriales a los planteles, la mejor solución fue el uso de software de simulación. Haciendo una búsqueda por Internet, hallé algunos programas de simulación, pero el que mejor ha respondido las necesidades de la materia

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

es el COSIMIR® Educational, el cual es un software de simulación de robots industriales, entre los cuales se encuentra el RV-M1 que es el robot con el cual trabajamos en clase.

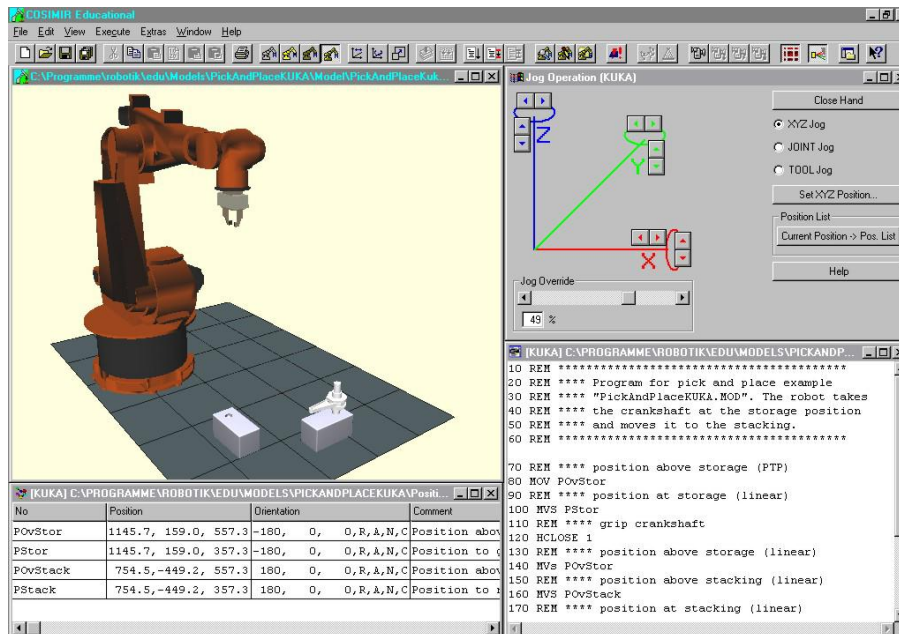


Figura 12. Pantalla del programa COSIMIR® Educational

El software, aunque muy básico por ser versión para estudiantes, cumple con las necesidades de la materia y de los profesores: contiene el robot manipulador RV-M1 de Mitsubishi® con el que trabajamos, entre otros; puede utilizarse de igual manera que el existente, usando comandos para ubicarlo en distintas posiciones y luego crear programas para que el robot trabaje automáticamente; incluso permite añadir objetos al área de trabajo para que el robot interactúe con ellos.

Para poder incorporar el software como parte de la clase, realicé un pequeño anexo en el manual donde se explica a grandes rasgos el funcionamiento del programa. Esta contribución a la materia ha generado grandes beneficios, dado que ahora se les enseña a los profesores a trabajar primero en el simulador y después con los robots reales, lo que ayuda a los profesores a perder el miedo al utilizar los equipos, realizar las prácticas más rápido y con mayor seguridad, disminuye el número de accidentes en la celda y los profesores cuentan con una herramienta adicional para llevar a sus planteles y poder compartirla con sus alumnos.

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

## **Sistemas de Control y Temas Selectos de Control**

En estas dos materias se estudian el control secuencial, en específico el uso de relevadores y Controladores Lógicos Programables (o PLC, por sus siglas en inglés) para el control en sistemas automatizados como celdas de manufactura, líneas de producción, etc. La diferencia entre ambas radica en la cantidad de tiempo asignado a cada una, que repercute en los temas que se alcanzan a ver.

La materia de Sistemas de Control está dividida en dos módulos: el primero es llamado “Control por contactos”, y enseña los elementos con los que se cuenta para hacer circuitos de control, como son: los elementos de entrada (botones, sensores, entradas automáticas, etc.), los elementos de salida (luces indicadoras, motores, electroválvulas, pistones, etc.) y la lógica del circuito, en este caso utilizando relevadores.

Para hacer prácticas y diseñar sistemas de control basados en contactos se utilizan diagramas de escalera, los cuales ayudan a resolver los sistemas usando lógica secuencial, además de representar la conexión de los elementos, como botones, luces y las partes de los relevadores (bobinas y contactos normalmente abiertos y cerrados). También, como complemento al uso de diagramas de escalera, se les enseña a comprender, resolver y hacer diagramas de tiempo, que explican el funcionamiento del sistema.

La segunda parte de la materia, “Control por PLC”, explica la utilización del PLC como elemento de control. Como parte de la clase, se estudia su historia, sus características generales, funcionamiento, además de su conexión con los elementos de entrada y salida y la programación. Al final de cada módulo, los alumnos tienen que entregar una serie de prácticas de aplicación utilizando los relevadores y el PLC, respectivamente. La materia “Temas Selectos de Control” se limita al estudio de los diagramas de escalera y tiempo y su uso en la programación de los PLCs.

Como antecedente para poder impartir la materia, en la carrera cursé varias materias de electrónica que me orientaron para hacer circuitos, pero sobre todo las materias de Computación y Circuitos Digitales que me dieron las bases para poder comprender y construir circuitos de control, y aunque anteriormente no había aprendido o utilizado diagramas de escalera ni diagramas de tiempo, con la formación obtenida fui capaz de asimilar rápidamente estos conceptos.

Como preparación para poder impartir la asignatura tomé clases junto con el profesor titular de la materia, realicé los ejercicios y prácticas propias de la clase y aprendí la



## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

estructura de la materia, además de las herramientas y equipos que se utilizan, su funcionamiento y problemas más comunes. Me enfoqué en aprender y entender el funcionamiento de los PLCs OMRON® y su consola de programación, la forma en que se conecta al panel de control, las precauciones que se deben tener, el código mnemónico con el cual trabajan y las funciones especiales, así como la utilización del software “CX-Programmer” como auxiliar para la programación de los mismos.

La clase es fundamentalmente práctica, y para poder comprender el uso de los PLC, cada participante trabaja con un PLC modelo CPM1 o CPM2A de la marca OMRON® y un tablero de control, que consta de un panel con una botonera y luces, la cual debe ser debidamente alamburada al PLC, con lo que se aprende a realizar la conexión del sistema. Al terminar de alamburar se explican las características de los PLCs utilizados: su estructura básica, la configuración y características de los módulos de entradas y salidas, el mapa de memoria, los modos de operación y su programación.

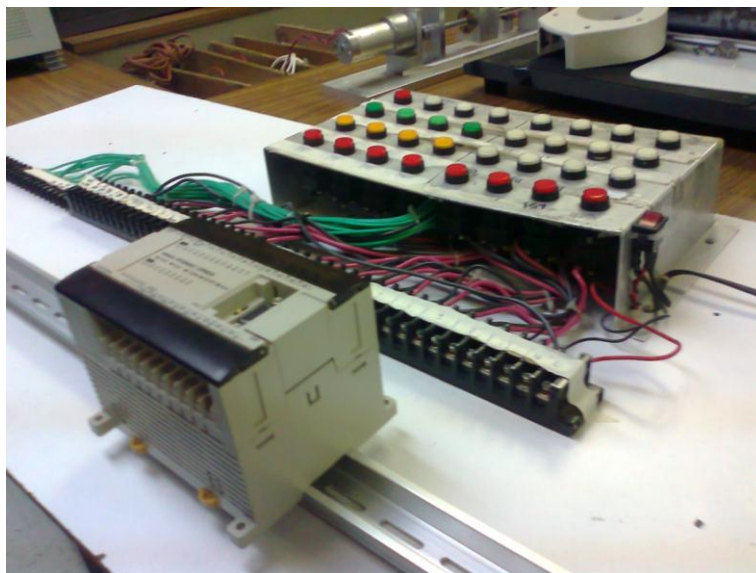


Figura 13. PLC OMRON® modelo CPM2A con tablero de control

La programación de este tipo de PLC se realiza de dos formas distintas: usando un controlador externo conocido como teaching-box o con una PC con el software “CX-Programmer”; la diferencia básica entre ambos deriva en que usando la PC, se puede generar el programa como un diagrama de escalera y transferir directamente al PLC conectado, mientras que en el teaching-box se debe hacer la conversión del diagrama de escalera al código nativo del PLC, conocido como código mnemónico. Para fines de aprendizaje, los participantes están limitados al uso del teaching-box, por lo que aprenden

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

las instrucciones más importantes y los 5 circuitos básicos de control por contactos, que son: Combinado serie-paralelo, con autoenergización, con enclavamiento, con temporizadores y con contadores.

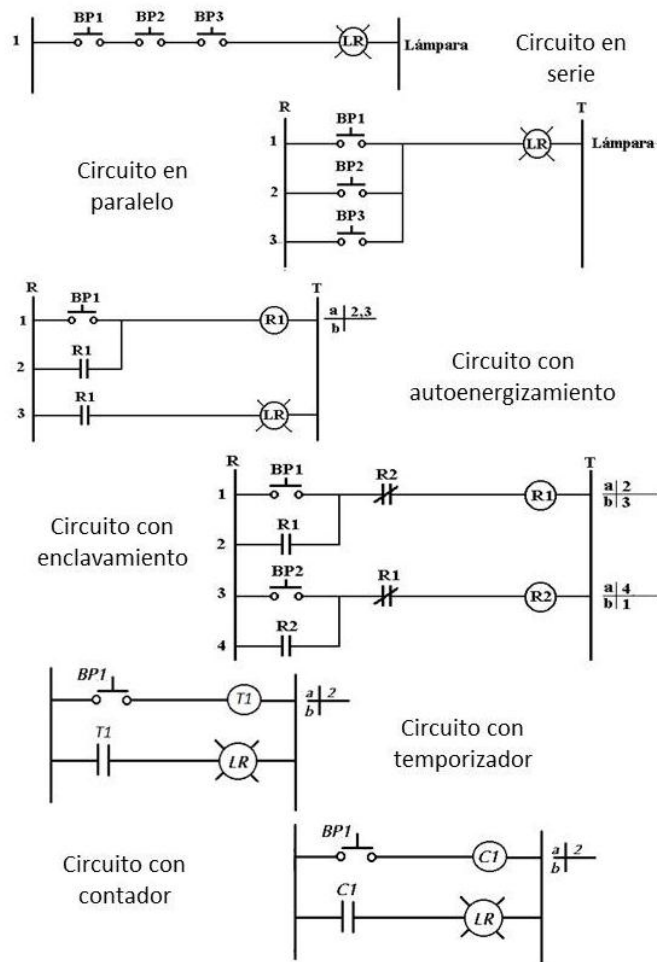


Figura 14. Circuitos básicos de control por contactos

Para demostrar sus conocimientos y destreza en la realización de diagramas de escalera para el control de procesos, se les pide a los participantes que realicen prácticas de aplicación con problemas simulados que se pueden encontrar tanto en la vida cotidiana como en la industria: puertas automatizadas, semáforos sincronizados, e incluso sistemas automatizados de tipo industrial.

La primera clase que impartí acerca del uso de PLCs fue en la materia “Temas Selectos de Control”, que es la parte de la materia que se les da a los becarios con perfil mecánico. La clase consistió en realizar las prácticas establecidas en el manual, utilizando los tableros y



## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

PLCs, y fue difícil porque los alumnos no tienen el perfil adecuado para la clase, ya que están enfocados al área de maquinas, y explicar algunos conceptos fue complicado, además que costó mucho trabajo que imaginaran los problemas y los pudieran plantear correctamente; muchos confundían los conceptos de salidas, entradas y estados, y al momento de presentar las prácticas estaban equivocados, pero por la forma de plantearlo no podían comprender sus errores, comentaban que lo habían visualizado de otra forma y por eso estaba plasmado distinto. Para resolver estos contratiempos tuve que buscar otras formas de explicar los problemas y limitar los ejercicios que estaban establecidos en el manual, y aunque no pudieron resolver la totalidad de las prácticas, es preferible que los profesores obtengan un aprendizaje sólido en los temas vistos a que intenten terminar a marchas forzadas con ejercicios que exceden su capacidad.

Con esta primera experiencia comprendí que para hacer más fácil el aprendizaje se necesita trabajar sobre sistemas automatizados o simuladores, que hacen la experiencia de programar y probar las soluciones de los problemas más entendibles, además de que pueden ver sus errores, porque en el caso de no funcionar su solución no se puede argumentar que no se entendió o que tenía que verlo desde su punto de vista.

Con la materia de “Sistemas de Control” pasó lo contrario; al llevar al inicio de la asignatura el módulo de “Control por Contactos”, los participantes ya conocían y dominaban los diagramas de escalera y tiempo, por lo que resolvían muy rápidamente los ejercicios y prácticas introductorias, así que para ellos tuve que emplear las prácticas de aplicación, donde se plantean problemas más complicados y donde se aconseja el uso de funciones especiales del PLC. Su desempeño fue tal, que decidí dejarles de examen la puesta en marcha de la Banda Transportadora que apenas acababa de rehabilitar.

Esta clase fue bastante fructífera dado el empeño puesto por los alumnos, aunque, al igual que en la materia de Sistemas Mecatrónicos, me comentaron la ausencia de PLC, módulos entrenadores o sistemas controlados por PLC en sus planteles, por lo que me dediqué a buscar simuladores para que pudieran utilizarlos en sus lugares de origen.

En primera instancia incorporé a mis clases el uso de la paquetería que utilizan los dispositivos marca OMRON® para ser programados y monitoreados: “CX-One”, el cual incluye tres programas llamados “CX-Programmer”, “CX-Designer” y “CX-Simulator”, que en conjunto pueden ser usados para crear sistemas simulados; estas herramientas son convenientes dado que en el Centro trabajamos con esta marca de PLC y su uso es complementario a lo visto en clase, pero la capacidad de creación de las simulaciones

depende de la habilidad del programador en el diseño de los sistemas, por lo que los resultados obtenidos son muy variados; desde simples botoneras con luces indicadoras a simulaciones muy vistosas.

Para los estudiantes que toman la clase de “Temas Selectos de Control”, y los cursos cortos enfocados al uso de PLC que me han asignado impartir en otros planteles, utilizo un software de simulación desarrollado por TheLearningPit® llamado LogixPro®, que plantea el uso de PLC marca Allen Bradley® para la resolución de problemas en ambientes animados, lo que lo hace muy llamativo y efectivo para verificar el funcionamiento de los programas diseñados.

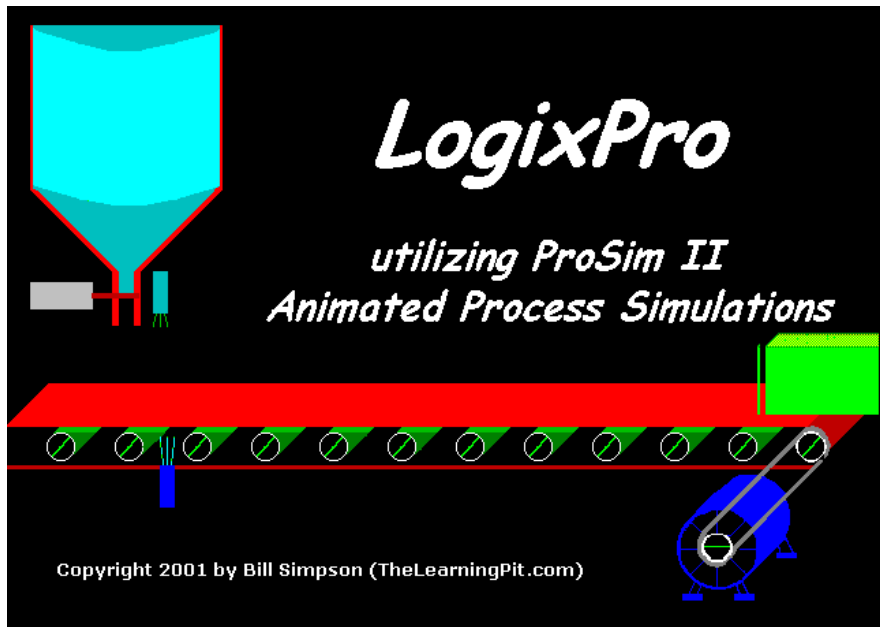


Figura 15. Software de simulación LogixPro®

### **Mantenimiento**

Para poder dar cátedra, el Centro cuenta con equipo, herramientas y sistemas a disposición de los docentes para lograr una mejor comprensión de los contenidos y tener experiencias prácticas que refuercen las aplicaciones que se le pueden dar a los temas estudiados. Como suele pasar, con el paso del tiempo va fallando el equipo y es responsabilidad de los docentes mantenerlo funcionando y en buen estado para sus clases. En mi periodo como profesor, para que los becarios pudieran realizar prácticas,

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

utilicé principalmente dos sistemas que tuve que estudiar, revisar, comprender, y en su caso, reparar:

### 1. Celda de Manufactura Flexible

La asignatura de Sistemas Mecatrónicos trata esencialmente del uso de robots industriales, por lo que es primordial hacer prácticas con los brazos manipuladores con los que contamos en el Centro. Este equipo es parte de la Celda de Manufactura Flexible, y los estudiantes tienen que aprender a utilizarlos junto con todos sus elementos para poner en marcha el sistema completo.

La Celda de Manufactura Flexible está constituida por:

- 4 robots Mitsubishi® modelo RV-M1, cada uno con su equipo de cómputo,
- 2 PLCs OMRON® modelo CQM1
- 4 bandas transportadoras
- 10 sensores infrarrojos

Para darle mantenimiento lo primero que hice fue revisar los equipos de cómputo; en total contamos con 8 computadoras propias del laboratorio, así que tuve que revisar el estado físico de las máquinas, les realicé una limpieza física externa e interna y verifiqué su contenido y capacidad. Probé las 8 computadoras en las estaciones de trabajo y evalué cuáles serían útiles, en cuáles habían problemas, si podían ser reparadas y cuáles podrían tener una actualización de software e incluso de componentes.

Al final seleccioné 4 de ellas, una para cada robot, hice las conexiones pertinentes y quedaron listas para trabajar. Las demás computadoras fueron almacenadas en caso de que las principales sufran averías, se pueda cambiar el disco duro a las almacenadas y así no perder el material de trabajo.

Lo siguiente fue revisar el estado físico de los robots: los 4 brazos manipuladores llevan trabajando más de 10 años, pero han tenido mantenimiento periódico y siguen funcionando adecuadamente. Revisé el estado de los PLCs de la celda y las conexiones de los robots, las bandas y los sensores a los PLCs. Me di cuenta que uno de los robots no estaba conectado a la celda, entonces hice una revisión de los cables y logré reincorporarlo junto a una caja de switches y botones que ayudan a comandar la celda.

# Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

Actualmente la celda está completamente funcional y estamos buscando soluciones para el problema del software, además de incorporar el uso de sistemas de visión para la detección de piezas y control de posición.

## 2. Banda Transportadora

El módulo denominado Banda transportadora es un emulador de un sistema industrial donde se pretende que se transporten bloques de madera de tres tamaños distintos hasta el final de la banda, con una puerta en la mitad del camino que debe abrirse a cierta altura, dependiendo del tamaño de la pieza.



Figura 16. Banda transportadora

Este módulo trabaja con un PLC OMRON® modelo CPM1, por lo que sirve perfectamente para ejemplificar el uso de los PLCs en las materias “Temas Selectos de Control” y “Sistemas de Control”, además de que los becarios tienen la oportunidad de interactuar con la banda para crear y probar programas, lo cual es fundamental para su aprendizaje.

Cuando inicié labores en el Centro, la banda transportadora no era utilizada y tampoco funcionaba, pero después de estudiarla y revisar el cableado, logré que funcionara de nuevo; con el equipo sólo había 2 piezas de madera, las equivalentes a la mediana y la grande, así que busqué en el almacén y encontré dos juegos de piezas extras más un juego

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

de 3 piezas pequeñas, dando un total de 9 piezas, pero por seguridad tengo 2 juegos completos guardados.

Con la banda funcionando, ideé una rutina que hiciera trabajar al sistema, para eso establecí los parámetros de funcionamiento de la siguiente forma:

1. La banda detecta la presencia de una pieza de madera al inicio gracias al sensor fotoreflexivo ubicado en el extremo. Cabe destacar que el sensor sólo detectará una pieza que tenga estampado prismático especial para el sensor.
2. La banda se enciende y transporta la pieza a través de tres sensores colocados a distintas alturas hasta alcanzar un sensor ubicado antes de una puerta controlada por un motor de corriente directa.
3. Al llegar a dicho sensor, la banda debe detenerse y la puerta deberá abrirse a cierta altura, dependiendo del tamaño de la pieza puesta.
4. Una vez abierta la puerta, se reinicia el movimiento de la banda, se mueve la pieza a través de la puerta y activa un sensor al otro lado que ordena el cierre de la puerta sin necesidad de detener su movimiento.
5. La pieza continúa su trayecto hasta un sensor al final de la carrera, que detecta que ha alcanzado el final del proceso y realiza el paro de la banda.
6. Al terminar de transportar de un extremo a otro la pieza, las condiciones de funcionamiento se restauran de forma que pueda aceptar una nueva pieza.
7. La banda sólo puede funcionar usando una pieza por ciclo, y mientras la última pieza transportada no sea removida, el proceso no puede ser reiniciado.

Una vez rehabilitada la banda, probé su utilización en la clase de Control por PLC, donde les pedí a los participantes que trataran de hacer el diagrama de escalera, y posterior programa, que resolviera los parámetros antes descritos.

Actualmente la Banda Transportadora trabaja normalmente, pero se propuso expandir sus funciones añadiendo una pantalla táctil, con la cual se pueda hacer monitoreo de las piezas transportadas y poder acceder a distintos programas pregrabados.

## Reporte de actividades profesionales en el Centro Nacional de Actualización Docente

---

### **Curso “Grupos Colaborativos”**

Dado que la formación que recibí en la Facultad de Ingeniería fue enfocada al estudio de las ciencias y la tecnología para su aplicación, carezco de algunos recursos para poder dar cátedra, por lo que mis superiores consideraron que tomara una capacitación donde adquiriera habilidades pedagógicas.

En el Centro se impartió el curso denominado Grupos Colaborativos, en el cual nos dieron valiosas técnicas para poder entablar una mejor relación entre los grupos de trabajo de clase, dado que se reportaron casos donde los profesores no estaban trabajando en equipos y la armonía del grupo se había deshecho, entorpeciendo la clase y las evaluaciones.

En el curso aprendimos a cómo dirigirnos ante un grupo de trabajo, establecer una correcta comunicación entre los participantes y el maestro, así como también lograr los objetivos de la materia que se busca impartir, dando oportunidad a que el flujo del conocimiento sea bilateral, donde los alumnos puedan aportar su experiencia a la clase, se pueda cuestionar, complementar y debatir la información proporcionada por el profesor y se busque llegar a un mejor comprensión de los conceptos, de manera organizada y armónica.

Las técnicas aprendidas en este curso han sido muy valiosas para mi labor como docente, me han permitido tener una mejor interacción con el alumnado, han hecho más amenos los periodos de clase y he podido aprender más sobre las asignaturas que imparto, así como diferentes técnicas de estudio y enseñanza las cuales han facilitado la impartición de los cursos en los que he sido docente.

## Conclusiones

Gracias a los conocimientos que obtuve en la Universidad Nacional Autónoma de México, durante mi estadía en la Facultad de Ingeniería mientras cursaba la carrera de Ingeniería Mecatrónica, he podido consumir satisfactoriamente las responsabilidades que se me han encomendado como docente del Área de Control, en el Centro Nacional de Actualización Docente.

La formación que he recibido a lo largo de todo mi desarrollo universitario, me ha permitido comprender y asimilar rápidamente los temas que imparto en el Centro; las prácticas, trabajos y proyectos que realicé como estudiante me sirvieron como experiencia para desenvolverme profesionalmente, al interactuar con los equipos, herramientas y sistemas que tiene el CNAD; gracias al ejemplo de mis profesores de la Facultad, puedo transmitir de forma clara y concisa los temas que debo abarcar en las materias que enseño.

Ahora que tengo experiencia trabajando con equipos y tecnologías que no conocí en la Facultad, puedo sugerir que los profesores y directivos enfoquen esfuerzos para que los alumnos se informen e investiguen acerca de todas las materias (sobre todo las optativas), cursos, diplomados y oportunidades que nos brinda la Universidad; como ejemplo, puedo mencionar que no tuve materias relacionadas con los PLCs durante la carrera, pero investigando con mis compañeros pude tomar un curso dado por la SOMEFI acerca de los PLCs; muchos estudiantes se quedan sin recibir estas oportunidades por falta de información e ignorancia sobre las necesidades de la industria una vez que se enfrentan al mercado laboral.

Por último, mi experiencia como alumno en la Facultad me ayudó enormemente en mi desempeño como docente y para utilizar las instalaciones del Centro; los primeros semestres me dieron la base para comprender y utilizar los equipos y sistemas que manejamos, además de poder explicar teóricamente su funcionamiento a los profesores; los conocimientos adquiridos en materias de computación me ayudan a desenvolverme en los equipos de cómputo y al desarrollar programas en lenguaje MELFA, propio de los robots con los que interactúo; las materias de electrónica me han aportado los medios para comprender el funcionamiento de los PLCs, los sensores y su conexión, además el aprendizaje de los circuitos lógicos y del control secuencial me ayudó para poder entender los diagramas de escalera y utilizarlos para generar programas para hacer control por medio de los PLCs.

## Bibliografía

- *Carpeta Informativa - Generación 31*, México, Centro Nacional de Actualización Docente, 2011
- *Control por PLC*, México, Centro Nacional de Actualización Docente, 2011
- *Sistemas Mecatrónicos*, México, Centro Nacional de Actualización Docente, 2011
- *Manual de Operación del Centro Nacional de Actualización Docente*, México, Dirección General de Educación Tecnológica Industrial, 1995
- Página web del CNAD: [www.cnad.edu.mx](http://www.cnad.edu.mx)