



Integración e  
implementación de  
sistemas de manufactura

Guía para el profesor  
LSMN6004 / LTMN1807

# Contenido

Curso Sistema de Integración e Implementación de Sistemas de Manufactura.....	3
Metodología del curso.....	3
Temario.....	3
Recursos especiales.....	6
Evaluación.....	9
Notas de enseñanza por tema.....	9
Evidencia.....	15

# Curso Sistema de Integración e Implementación de Sistemas de Manufactura

## Metodología del curso

Metodología para el curso Integración e implementación de sistemas de manufactura.

El curso Integración e implementación de sistemas de manufactura contempla la lectura del contenido previo a la realización de las prácticas, actividades o avance de la evidencia, según corresponda en cada uno de los temas.

En cada tema, encontrarás:

Una breve explicación del tema que te ayudará a ampliar tu conocimiento.

Una serie de lecturas y videos que debes revisar de manera obligatoria para una mejor comprensión de los temas.

Una lista de lecturas y videos que se te recomiendan para complementar el estudio del tema.

Una actividad de aprendizaje, cuyo propósito es aplicar y experimentar con los conceptos estudiados.

A lo largo del curso debes trabajar en lo siguiente:

15 actividades

1 evidencia (1 avances de evidencia y una entrega final)

Actividades diseñadas para apoyar el desarrollo de la competencia del curso. Las actividades se deben enviar a través de la plataforma Canvas.

Evidencia

La evidencia consiste en el diseño de un sistema de manufactura que contemple un área de ensamble, sistema de visión y maquinado de piezas, de acuerdo con el tipo de producción seleccionado.

## Temario

Tema 1. Robótica Industrial

1.1	Características principales y selección adecuada de un robot industrial
1.2	Interacción con otros subsistemas de la celda de manufactura
1.3	Sistemas de seguridad
<b>Tema 2.</b>	<b>Esquemas de programación de robots industriales</b>
2.1	Programación en línea
2.2	Programación por seguimiento
2.3	Programación fuera de línea
<b>Tema 3.</b>	<b>Definición de tareas y sincronización de subsistemas</b>
3.1	Análisis de los requerimientos de una celda de manufactura.
3.2	Definición de interfaces y conexiones entre subsistemas
3.3	Componentes de una tarea
<b>Tema 4.</b>	<b>Definición de periféricos</b>
4.1	Identificación de entradas/salidas.
4.2	Manejo de paros de emergencia
4.3	Sincronización de componentes
<b>Tema 5.</b>	<b>Programación de subrutinas</b>
5.1	Creación de programas
5.2	Creación de subrutinas
5.3	Llamadas a subrutinas
<b>Tema 6.</b>	<b>Sistemas de visión</b>
6.1	Características principales de los sistemas de visión
6.2	Modelos usados en los sistemas de visión
6.3	Criterio de selección de un sistema de visión.
<b>Tema 7.</b>	<b>Adquisición de imágenes y digitalización.</b>
7.1	Sistemas de iluminación
7.2	Comparación de señal analógica contra la señal digital
7.3	Velocidad de captura
<b>Tema 8.</b>	<b>Procesamiento de imágenes y análisis</b>
8.1	Binarización de una imagen
8.2	Detección de aristas
8.3	Detección de patrones
<b>Tema 9.</b>	<b>Interpretación de imágenes.</b>
9.1	Identificación de patrones
9.2	Identificación de fallas

9.3	Reconstrucción en 3D
<b>Tema 10.</b>	<b>Calibración de sistemas de visión</b>
10.1	Elementos de calibración.
10.2	Ajuste de enfoque manual y automático.
10.3	Distancia de trabajo.
<b>Tema 11.</b>	<b>Sistema de transporte de materiales</b>
11.1	Introducción al manejo de materiales.
11.2	Equipos para transporte de materiales.
11.3	Análisis de los sistemas de transporte de materiales.
<b>Tema 12.</b>	<b>Sistemas de almacenaje</b>
12.1	Desempeño de sistemas de almacenaje.
12.2	Métodos y equipos para almacenaje convencional.
12.3	Sistemas de almacenaje automatizado.
<b>Tema 13.</b>	<b>Sistemas de identificación y captura automática de datos.</b>
13.1	Métodos de identificación automática.
13.2	Tecnología de código de barras.
13.3	Sistemas de identificación por radio frecuencia.
<b>Tema 14.</b>	<b>Sistemas de visión para identificación de componentes</b>
14.1	Manejo de patrones y marcas
14.2	Lectores de códigos de barras y 2D.
14.3	Esquemas de iluminación
<b>Tema 15.</b>	<b>Redes industriales</b>
15.1	Elementos básicos de una red industrial
15.2	Direccionamiento en una red.
15.3	Profibus y ethernet.

## Recursos especiales

A continuación, se muestran los recursos necesarios para la solución de cada actividad; al final del listado se encuentra la bibliografía requerida del curso

### Actividad 1

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, robot industrial, *software* de diseño de infografía como canva. Para mejor desempeño se recomienda realizar una lectura del tema 1

#### Opción 2:

Hojas de especificaciones de fabricantes de robots industriales, *software* Tecnomatix plant simulation.

### Actividad 2

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, robot industrial

#### Opción 2:

Nx o Solid Edge, hoja de especificaciones del robot industrial obtenido de la página del fabricante.

### Actividad 3

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, robot industrial, insumos para el uso de la celda. Para mejor desempeño se recomienda realizar una lectura del tema 3

#### Opción 2:

Acceso a Internet, investigación del proceso de fabricación de automóviles.

### Actividad 4

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, robot industrial y CNC. Diagramas de instalación de la celda (hidráulicos y neumáticos)

#### Opción 2:

Especificaciones del robot industrial y controlador. Se sugiere obtenerlos del sitio <https://www.motoman.com/es-mx/sobre/yaskawa-mexico>

### Actividad 5

#### Opción 1:

Robot industrial Teach pendant, programa para realizar el movimiento requerido del robot. Especificaciones del robot industrial y manual de usuario. Para mejor desempeño de la actividad, leer el tema 5, previo a la elaboración de la actividad.

#### Opción 2:

Octave, especificaciones de instrucciones *for, if, else, while call*. Comprender la lógica de programación.

### Actividad 6

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, sistema de visión de la celda de manufactura, especificaciones de otros sistemas de visión.

#### Opción 2:

Cámara fotográfica, archivos fotográficos en formato jpg, visor de fotografías de Windows. Lectura del tema 6, previo a la realización de la actividad.

### Actividad 7

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, sistema de visión, iluminación del sistema de visión, software de control de la cámara, pieza o piezas para fotografiar, manual de usuario de la cámara.

#### Opción 2:

Software Octave, Imágenes en formato jpg, investigación sobre los comandos de procesamiento de imágenes en octave. Previo al desarrollo de la actividad se recomienda la lectura del tema 7

### Actividad 8

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura, pieza para capturar imagen en el sistema de visión, software del sistema de visión. Se recomienda la lectura del tema 8, previo a la elaboración de la actividad.

#### Opción 2:

Imagen en formato jpg, software Octave, uso comando de escala de grises e histograma en el software. Se recomienda la lectura del tema 8, previo a la realización de la actividad.

### Actividad 9

#### Opción 1:

Acceso a la celda de manufactura.

Imágenes de la actividad 8. Lectura del tema 9 previo a la elaboración de la actividad.

#### Opción 2:

Software Octave, imágenes de tornillos y tuercas en formato jpg, herramienta de procesamiento de imágenes en Octave.

### Actividad 10

#### Opción 1:

Acceso a celda de manufactura, cámara del sistema de visión, software del sistema de visión de la celda.

#### Opción 2:

Acceso a Internet para realizar la investigación de los sistemas de visión de la página <https://www.cognex.com/es-mx>

### Actividad 11

#### Opción 1:

Acceso a celda de manufactura y almacén (este último, opcional), Lectura del tema 11

#### Opción 2:

Imágenes de la celda de manufactura del campus (opcional).

Acceso a Internet.

Lectura del tema 11

### Actividad 12

#### Opción 1:

Acceso a celda de manufactura. Software para realizar *layout* de la celda o, como alternativa, Tecnomatix Plant Simulation

#### Opción 2:

Software NX o Solid Edge. Como complemento se puede utilizar Tecnomatix Plant Simulation.

### Actividad 13

#### Opción 1:

Acceso a celda de manufactura, acceso a Internet para la investigación e los sistemas de detección.

#### Opción 2:

Software NX o Solid Edge, investigación de una pieza elaborada en un proceso automatizado.

### Actividad 14

#### Opción 1:

Acceso a celda de manufactura, acceso a Internet para consulta de sistemas de visión, software para elaboración de layout requerido. Como alternativa se puede utilizar Tecnomatix Plant Simulation.

#### Opción 2:

Acceso a Internet y consulta al sitio Web: <https://www.cognex.com/> para seleccionar el

sistema de inspección 3D, de acuerdo con los requerimientos de la actividad.

### Actividad 15

#### Opción 1:

Acceso a celda de manufactura, previa lectura al tema 15, para mejor desempeño de la actividad.

#### Opción 2:

Acceso a Internet, software procesador de texto. Previa lectura al tema 15 para mejor desempeño de la actividad.

## Bibliografía

### Libro de texto

N/A

### Libro de apoyo

- Groover, M. (2018). *Automation Production System and Computer Integrated Manufacturing*. (5ª ed.). Estados Unidos: Pearson.
- Gonzalez, C. (2018). *Digital Image Processing* (4th ed.). USA: Pearson
- Lei, O. (2019) *Application Research of Zhengyou Zhang Calibration Method in Visual Recognition of Hull Welds* *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*. Vol 6, No. 3. ISSN: 2394-3661

## Requisitos especiales

Requisitos	Especificación	Temas en los que se utilizará
Tecnomatix Plant Simulation	V 13	1, 12, 14
NX	V 12	2, 11, 12, 13
Solid Edge		2, 11, 12, 13
Octave		5, 7, 8, 9

## Evaluación

La evaluación del curso se estructura de la siguiente manera:

Unidades	Instrumento evaluador	Puntos
15	Actividades	60
1	Avance evidencia 1	5
1	Evidencia final	35
<b>Total:</b>		<b>100</b>

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Servicios en Línea:

Actividad	Ponderación
Actividad 1	4
Actividad 2	4
Actividad 3	4
Actividad 4	4
Actividad 5	4
Actividad 6	4
Actividad 7	4
Actividad 8	4
Avance evidencia 1	5
Actividad 9	4
Actividad 10	4
Actividad 11	4
Actividad 12	4
Actividad 13	4
Actividad 14	4
Actividad 15	4
Evidencia final	35

## Notas de enseñanza por tema

Antes de impartir el curso, por favor revise de manera general los datos y conceptos proporcionados en el mismo, con el fin de detectar y, en su caso, poder actualizar y/o enriquecer previamente la información específica al tiempo en que se está impartiendo el curso.

Un aspecto de gran importancia en el desarrollo de los temas es el involucramiento del facilitador para propiciar que la competencia del curso se cumpla, pero también ir preparando a los participantes para que vayan desarrollando propuestas de soluciones innovadoras a problemas actuales.

### Tema 1 Robótica industrial

- Para mejor comprensión de los movimientos que puede realizar el robot es importante enfatizar en la orientación del sistema de coordenadas de un robot.
- Hay que especificar que los grados de libertad son los movimientos de traslación y rotación que puede realizar un robot y máximo se tienen seis grados de libertad.
- Se recomiendan ejemplos de aplicación sobre cada configuración de robot mostrada en el tema.
- Para el desarrollo de la actividad 1 opción 1, el docente deberá de explicar de forma detallada los elementos que tiene la celda de manufactura del campus. Para la opción 2 se recomienda que el docente guíe previamente a los estudiantes en la búsqueda de robots industriales en las páginas de fabricantes e interpretación de hojas de especificaciones.

### Tema 2 Esquemas de programación de robots industriales

- Se recomienda la visita guiada por parte del docente a la celda de manufactura para realizar la explicación sobre el *teach pendant* del robot.
- Para comprender los tipos de programación se pueden brindar la secuencia de pasos para completar un programa de acuerdo con los modos de programación mencionados en el tema.
- Para la realización de la actividad 2 opción 1 es recomendable que el profesor realice un ejemplo con las operaciones de movimiento básicas del robot.
- Para la realización de la actividad 2 opción 2 se recomienda que el docente proponga un conjunto de procesos de manufactura que utilicen un robot industrial y brinde las opciones a los estudiantes.

### Tema 3 Definición de tareas y sincronización de subsistemas

- Explicar mediante un sistema de producción real, los elementos que se requieren para la fabricación de un producto.
- Se sugiere exponer ejemplos sobre el ciclo de trabajo de un robot industrial.
- Definir los subsistemas y la relación en la automatización mediante la aplicación de un robot industrial.
- Realizar un listado de aplicaciones que requieren señales analógicas y señales digitales.
- Interactuar con los estudiantes para establecer las características de entradas y salidas, debido a que muchos se confunden en diferenciar ambos términos en un sistema.

### Tema 4 Definición de periféricos

- De acuerdo con la última recomendación del punto anterior, retomar la diferenciación de entradas y salidas en un sistema.
- Explicar los principales fabricantes de robots industriales, así como la lectura de la hoja de datos de los robots.
- Listar los procedimientos de activación de un robot industrial.
- Enfatizar la importancia del interruptor “*deadman*” que se encuentra detrás de los controles del robot, así como su activación.

### Tema 5 Programación de subrutinas

- Se recomienda explicar la estructura de un programa, así como la lógica de programación.
- Explicar en qué consisten las estructuras de control *for*, *while*, *do*, *if*.
- Mediante el apoyo de la hoja de especificaciones de un robot, explicar las velocidades del robot, cómo afectan cada vínculo y la velocidad acumulativa en el efector final.
- Realizar ejemplos sobre la instrucción *call* para el llamado de subrutinas en un programa principal.

### Tema 6 Sistemas de visión

- Explicar en qué consiste un sistema de visión y cuál es su propósito en un proceso de producción.
- Se recomienda comentar las etapas que tiene un sistema de visión, desde la adquisición de la imagen hasta su procesamiento.
- Realizar un ejemplo en el cual se redacten los requerimientos del sistema para la adaptación de un sistema de visión.

### Tema 7 Adquisición de imágenes y digitalización

- Realizar por parte del docente una explicación sobre la iluminación de una pieza en un sistema de visión, así como las diferentes configuraciones de iluminación.
- Explicar a los estudiantes los conceptos de muestreo, codificación y cuantificación, así como las técnicas apropiadas para cada concepto.
- Mediante el uso de ejemplos explicar en qué consiste la conversión analógica-digital y la conversión digital-analógica.
- Explicar cómo afecta la velocidad de captura en la toma de una imagen y su relación con el sistema de iluminación.
- Para el desarrollo de la actividad es importante explicar las mejores prácticas para la captura de una imagen y la configuración de un sistema de iluminación.

### Tema 8 Procesamiento de imágenes y análisis

- Explicar los componentes matemáticos de una imagen.
- Realizar ejercicios de cambio de formato de una imagen RGB a escala de grises.
- Realizar un ejercicio en el que se determinen las aristas relevantes de un conjunto de piezas para la identificación del producto.
- Para el desarrollo de la actividad se recomienda sugerir a los estudiantes la alteración individual de cada uno de los factores de la imagen que se mencionan en la actividad.

## Tema 9 Interpretación de imágenes

- Se recomienda explicar el tema mediante el uso de diferentes imágenes de piezas, con la finalidad de que se distingan los patrones de identificación de formas de diferentes objetos.
- El docente realizará una explicación sobre el aprendizaje de los sistemas de visión para la detección de características de una pieza en el entorno industrial.
- Ejemplificar el uso de sistemas de reconstrucción 3D en sistemas de visión.
- Para el desarrollo de la actividad es importante la alteración individual de los parámetros de color, tamaño y volumen.

## Tema 10 Calibración de Sistemas de Visión

- Explicar los tipos de calibración que se pueden realizar en un sistema de visión.
- Se recomienda realizar una actividad en clase en la que los estudiantes realicen una investigación de los pasos de calibración que realizan los fabricantes sobre las cámaras utilizadas en los sistemas de visión.
- Para la correcta elaboración de la actividad, el docente deberá de explicar a los estudiantes cada paso de esta.

## Tema 11 Sistema de transporte de materiales

- Se recomienda al docente explicar con ejemplos los tipos de transporte utilizados para el traslado de materiales.
- Describir los tipos de vehículos de transporte, sus ventajas y desventajas.
- Diferenciar el uso de los tipos de bandas, de acuerdo con el producto que transportan.
- Para el desarrollo de la actividad se recomienda realizar un ejemplo demostrativo en clase.

## Tema 12 Sistemas de almacenaje

- Ejemplificar los sistemas de almacenaje sin automatización y con automatización.
- Realizar explicación sobre los almacenes tipo carrusel, sus ventajas y desventajas.
- Resolver el ejemplo del curso en clase; se recomienda realizarlo con diferentes datos.
- Para la actividad se recomienda explicar el funcionamiento completo de la celda, incluyendo los transportes de la materia prima, proceso de maquinado, ensamble e inspección.

### Tema 13 Sistemas de identificación y captura automática de datos

- Se recomienda realizar códigos de barras y QR mediante el uso de software o páginas Web gratuitas, con la finalidad de establecer un conjunto de códigos que dividan en diferentes grupos piezas o materiales.
- El docente explicará la configuración del código de barras y se interpretaran sus elementos.
- Realizar un ejercicio en el que un mismo producto cuente con diferentes sistemas de identificación y seleccionar el más apropiado.
- Para el desarrollo de la actividad se recomienda que el docente brinde alternativas de productos a los estudiantes.

### Tema 14 Sistemas de visión para identificación de componentes

- Para mejor explicación del tema se recomienda mostrar fabricantes de lectores de códigos, así como su implementación en la identificación de productos.
- Utilizar medios de impresión de códigos e implementarlos en productos o piezas.
- Para el desarrollo de la actividad se recomienda al docente definir las características de la investigación propuesta.

## Tema 15 Redes industriales

- Se recomienda la explicación de la construcción de una red industrial.
- Realizar un ejercicio de asignación de IP a dispositivos en una celda de manufactura ficticia.
- Ejemplificar las diferentes topologías de red, sus ventajas y desventajas.
- Explicar de forma detallada la construcción de cable de red en una red industrial.
- Describir los tipos de red como profibus, profinet, ethernet.
- Previo a la realización de la actividad el docente propondrá el tipo de red y el posible direccionamiento de red.

## Evidencia

El alumno deberá elaborar una evidencia dividida en avance de evidencia y evidencia final en la demuestre el dominio de la competencia del curso, como elemento indispensable para conseguir la acreditación. Las instrucciones para la realización de la evidencia son las siguientes:

### Avance 1 de Evidencia

#### Opción 1

El estudiante realizará el diseño de las etapas de producción de un producto. Considerará las materias primas, zonas de carga y descarga y las rutinas de trabajo que deberá de realizar el robot, considerando los elementos de la celda de manufactura instalada en el laboratorio; comprobar la planeación realizada mediante la implementación en la celda de manufactura. Para este desarrollo, el estudiante empleará los conocimientos adquiridos en el módulo 1 y los temas 6, 7 y 8 del módulo 2. La entrega del avance de evidencia se realizará considerando los criterios de la rúbrica de evaluación.

#### Opción 2

El estudiante realizará el diseño de las etapas de producción de un producto. Considerará las materias primas, zonas de carga y descarga y las rutinas de trabajo que deberá de realizar el robot. Considerando los elementos de la celda de manufactura instalada en el laboratorio, realizará el diseño del producto en NX o Solid Edge; comprobar la planeación realizada mediante la simulación del proceso en el software Tecnomatix Plant Simulation, en el que obtendrá los tiempos de producción. Para este desarrollo, el estudiante empleará los conocimientos adquiridos en el módulo 1 y los temas

6, 7 y 8 del módulo 2. La entrega del avance de evidencia se realizará considerando los criterios de la rúbrica de evaluación.

## Avance 2 de Evidencia

### Opción 1

Utilizando la propuesta del avance 1 de evidencia (opción 1), el estudiante analizará las posibles mejoras que se pueden realizar al proceso propuesto. De acuerdo con el análisis realizado, se integrará un sistema de visión. Posteriormente implementará las mejoras en la celda de manufactura y tomará los tiempos de fabricación del producto. Los temas que proporcionan información sobre los conocimientos requeridos para resolver cada punto de la evidencia son los temas 9 y 10 del módulo 2 y los 5 temas del módulo 3. Para realizar la entrega se deben de considerar los elementos de la rúbrica de evaluación.

### Opción 2

Utilizando la propuesta del avance 1 de evidencia (opción 2), el estudiante analizará las posibles mejoras que se pueden realizar al proceso propuesto. Mediante el uso del software Octave, identificará los límites de las piezas del producto utilizando las imágenes obtenidas del software de diseño NX o Solid Edge. Se realizará la propuesta del modelo de cámara para el sistema de visión, considerando las características de la línea de producción propuesta. Los temas que proporcionan información sobre los conocimientos requeridos para resolver cada punto de la evidencia son los temas 9 y 10 del módulo 2 y los 5 temas del módulo 3. Para realizar la entrega se deben de considerar los elementos de la rúbrica de evaluación.

### Avance evidencia

#### Criterios de evaluación

##### Criterios puntaje

Criterios	Puntaje
Define las etapas de fabricación del producto seleccionado.	20
Describe las rutinas de trabajo del robot industrial para la fabricación del producto.	20
Genera la codificación para el maquinado del producto.	20
Utiliza la celda de manufactura para simular y fabricar el producto.	20
Elabora un reporte sobre el proceso de fabricación, incluyendo los tiempos.	20

## Evidencia final

**Competencia:** Serás capaz de diseñar una metodología para integrar sistemas automatizados que permita desarrollar tareas en tiempos más cortos y acorde a los requerimientos de costo, calidad y tiempo que el cliente solicita.

**Instrucciones:** Cada unidad de competencia tiene un valor. Si el participante cumple con un criterio, deberá colocar la palabra “sí” en la columna “¿Cumple?” y escribir el mismo valor en la columna “Puntaje”. Por el contrario, si el participante no cumple con el criterio, deberá escribir la palabra “no” en la columna “¿Cumple?” y un puntaje de 0 en la columna de la derecha.

Unidades de competencia y criterios correspondientes	Valor	¿Cumple?	Puntaje
<b>Análisis del proceso de producción</b>			
<b>1. Establece el proceso de fabricación de un producto.</b>			
a. Selecciona un producto a fabricar en la celda de manufactura	6		
b. *Define las etapas de fabricación, iniciando desde la materia prima hasta el producto terminado.	8		
c. *Describe cada una de las rutinas de trabajo del robot, tomando en cuenta desde la carga hasta la descarga del producto.	9		
d. Genera los códigos para el maquinado del producto.	6		
<b>2. Evalúa el proceso de fabricación de un producto.</b>			
e. Elabora la simulación del proceso de fabricación.	6		
f. *Realiza el proceso de fabricación documentando y tomando el tiempo en cada fase del proceso.	8		
g. Genera un reporte de los hallazgos obtenidos en el proceso de fabricación.	6		
<b>Integración de sistemas automatizados al proceso de fabricación</b>			
<b>3. Integra sistemas automatizados para optimizar el proceso de fabricación de un producto.</b>			
h. Identifica dos áreas de oportunidad en el proceso de fabricación establecido.	6		
i. *Integra sistemas automatizados, almacén automatizado y sistema de visión para optimizar la fabricación del producto	9		
j. Define los parámetros de aceptación o rechazo del sistema de visión.	6		
k. *Elabora una propuesta de mejora al proceso de fabricación del producto.	8		
<b>4. Implementa el proceso automatizado de la fabricación de un producto.</b>			
l. *Simula e implementa el nuevo proceso de fabricación en donde incluye los sistemas automatizados (visión y almacén).	8		

m. Documenta cada una de las etapas del proceso de fabricación.	6		
n. *Elabora un reporte en donde muestra las diferencias y similitudes de cada proceso de fabricación, así como las mejores prácticas y la importancia de contar con sistemas automatizados que permitan cumplir con los requerimientos de los clientes.	8		