



Sistemas Integrados de Manufactura

Guía para el profesor
LSMR1822

Contenido

Metodología del curso.....	3
Temario.....	5
Recursos especiales.....	7
Evaluación.....	8
Notas de enseñanza por tema.....	9
Evidencia.....	15

Metodología del curso

En este curso se revisarán 15 temas divididos en 3 módulos.

En cada tema, el participante encontrará:

- Una breve explicación del tema que ayudará al estudiante a ampliar su conocimiento.
- Una serie de lecturas y videos obligatorios para una mejor comprensión de los temas.
- Una lista de lecturas y videos recomendados para complementar el estudio del tema.
- Una actividad de aprendizaje (evaluable) cuyo propósito es aplicar y experimentar con los conceptos estudiados.

A lo largo del curso, el participante debe trabajar en lo siguiente:

- 1 competencia
- 12 tareas
- 13 actividades
- 3 evidencias
- 2 exámenes parciales
- 1 evaluación final, que puede ser examen final, proyecto, casos, entre otros.

Actividades

Las actividades deben enviarse a través de la plataforma Canvas en la fecha indicada. Si las actividades se realizaron en forma física (“a mano”), deberán ser digitalizadas para enviarlas a través de dicha plataforma.

Tareas

Las tareas deben enviarse a través de la plataforma Canvas en la fecha indicada. Si las tareas se realizaron en forma física (“a mano”), deberán ser digitalizadas para enviarlas a través de dicha plataforma.

Evidencias

A través de ellas el participante demostrará la capacidad de aplicar los conocimientos y habilidades que obtendrá a lo largo de los temas revisados en el curso. Es importante revisar la agenda del curso, pues la mayoría de las evidencias requieren entregas de avances que los alumnos tienen que realizar conforme avanza el periodo académico.

Los detalles de las evidencias pueden ser consultados en la última sección de este documento. Asimismo, tú y los participantes podrán encontrar esta información dentro del curso, siguiendo esta ruta:

[Mi curso](#) > [Módulo 1](#) > [Evidencia 1](#) como se muestra en seguida:

NOTA:

Es de suma importancia que enfatices en los participantes guardar todos los trabajos y productos que generen durante el curso (actividades, tareas, evidencias). Esto les servirá para conformar un portafolio personal de proyectos. Para ello, se le solicita colocar un aviso en Canvas (sección Announcements), tomando como referencia el siguiente texto:

Estimado participante, recuerda guardar siempre una copia digital de todos los trabajos, actividades y evidencias que realices en tus cursos. Contar con estos documentos te será de utilidad especialmente para conformar un portafolio personal de proyectos, que te servirá como un medio importante para enriquecer tu proyección profesional.

Por lo tanto, asegúrate de respaldar todos tus documentos localmente en un disco duro (computadora + USB flash drive), y de preferencia también almacenarlos en la nube (servicios como Dropbox y Google Drive)

Temario

Los temas que se abordarán en este curso de Sistemas Integrados de Manufactura son los siguientes.

Tema 1.	Tema 1. Introducción a la manufactura
1.1	Definiciones básicas de un sistema de manufactura
1.2	Diseño de las actividades en los sistemas de manufactura
1.3	Planeación y control de las actividades para los sistemas de manufactura
Tema 2.	Planeación y control de la manufactura
2.1	Procedimientos para la planeación y control de los sistemas de manufactura
2.2	Planeación de los requerimientos de máquina
2.3	Planeación de los requerimientos de espacio y mano de obra
Tema 3.	Planeación de procesos asistida por computadora CAPP
3.1	Criterios de selección de sistemas CAPP
3.2	Acceso a la planeación de procesos
3.3	Acceso manual, variante y generativo
Tema 4.	Planeación y control de la producción asistida por computadora (PP&C)
4.1	Fundamentos del control por computadora
4.2	Software de simulación PROMODEL
4.3	Software de simulación Siemens Tecnomatix Plant Simulation
Tema 5.	Introducción a la tecnología de grupos
5.1	Antecedentes de la tecnología de grupos
5.2	Ventajas y desventajas de la tecnología de grupos
Tema 6.	Métodos para desarrollar familias de partes
6.1	Familias por semejanza en diseño
6.2	Familias por semejanza de fabricación
Tema 7.	Clasificación y codificación
7.1	Codificación jerárquica
7.2	Codificación por atributos
7.3	Codificación híbrida
Tema 8.	Economía de la tecnología de grupos
8.1	Beneficios de la tecnología de grupos en el diseño

8.2	Beneficios de la tecnología de grupos en la manufactura
8.3	Beneficios de la tecnología de grupos en la administración
Tema 9.	Análisis y diseño de celdas de manufactura
9.1	Diseño de celdas de manufactura
9.2	Algoritmo de ordenamiento binario
9.3	Algoritmo de clúster directo
Tema 10.	Introducción y fundamentos del control numérico
10.1	Principios y clasificación del control numérico
10.2	Máquinas y herramientas de control numérico
10.3	Fundamentos del corte de metal y parámetros de maquinado
Tema 11.	Programación CNC
11.1	Códigos de programación CNC
11.2	Ciclos de programación
11.3	Llamado a subprogramas
Tema 12.	Robótica industrial
12.1	Introducción y clasificación de robots
12.2	Evaluación económica de un robot
12.3	Programación de robots
12.4	Robots en la industria
Tema 13.	Sistemas de soporte a la manufactura
13.1	Sistemas CAD/CAM/CAE
13.2	Sistemas de visión
13.3	Sistema de almacenamiento y manejo de materiales
Tema 14.	Sistemas flexibles de manufactura
14.1	Definición de FMS
14.2	Descripción de los elementos de un FMS
14.3	Implementación de un FMS
Tema 15.	Evolución del CIM
15.1	Componentes de la manufactura integrada por computadora (CIM)
15.2	Desarrollo de las técnicas CIM
15.3	Evolución de la CIM

Recursos especiales

Para la impartición de este curso se requiere software especializado:

- Siemens NX
- Siemens Tecnomatix Plant Simulation

Asimismo, el libro de texto que deberán adquirir los participantes es el siguiente:

- Groover, P. (2018). *Automation Production System and Computer Integrated Manufacturing* (5th ed.). Estados Unidos: Pearson.
ISBN: 978-0134605463

De manera opcional pueden adquirir el libro de apoyo:

- Kalpakjian, S., y Schmid, S. (2020). *Manufacturing Engineering and Technology* (8th ed.). Estados Unidos: Pearson Educación.
ISBN: 978-0135211441

Las explicaciones de cada tema en Canvas no sustituyen de ninguna forma la necesidad de comprar el libro de texto que ha sido designado para este curso. Es importante hacer hincapié en esto frente a los participantes.

Evaluación

Unidades	Instrumento evaluador	Puntos
12	Tareas	20
13	Actividades	20
3	Evidencias	20
1	Primer Examen Parcial	10
1	Segundo Examen Parcial	10
1	Evaluación final: examen final	20
Total:		100

Actividad	Ponderación
Actividad 1	1
Tarea 1	1
Actividad 2	1
Tarea 2	1
Actividad 3	1
Tarea 3	1
Actividad 4	1
Tarea 4	1
Evidencia 1	5
Actividad 6	1
Tarea 5	2
Actividad 7	1
Tarea 6	2
Actividad 8	2
Tarea 7	2
Actividad 9	2
Tarea 8	2
Evidencia 2	7
Actividad 11	2
Tarea 9	2
Actividad 12	2
Tarea 10	2
Actividad 13	2
Tarea 11	2

Actividad 14	2
Tarea 12	2
Actividad 15	2
Evidencia 3	8
Primer examen parcial	10
Segundo examen parcial	10
Examen final	20
Total	100

IMPORTANTE:

Estimado profesor, no olvides capturar las calificaciones de tu grupo en las fechas indicadas. Puedes ver un manual para capturar calificaciones siguiendo esta ruta en Mi espacio:
 Mi espacio > Servicios > De Apoyo > BANNER Tecmilenio Manuales Docentes
 Puedes ver un manual para capturar inasistencias siguiendo esta ruta en Mi espacio:
 Mi espacio > Servicios > De Apoyo > BANNER Tecmilenio Manuales Docente

Notas de enseñanza por tema

Antes de impartir el curso, por favor revisa 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.

Las notas de enseñanza aquí mostradas son referencia para la versión presencial y en línea, a menos que se indique lo contrario en cada tema. Puedes revisarlas a continuación.

Tema 1. Introducción a la manufactura

Para dar apertura a este tema, te recomendamos hacer una pequeña reflexión con estos dos videos, los cuales te guiarán a un pequeño debate de opiniones.

- Siemens. (2019, 27 de noviembre). *Siemens - AI & Future of Industry* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=fwy65iUhdRo>
- Supplyframe. (2020, 3 de abril). *Preparing For Industry 5.0* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=VU5ns5sFN7I>

Es muy importante que se empiece a generar interés en la materia desde la primera clase; esto permitirá que los alumnos apliquen de manera natural el aula invertida.

En el tema de diseño de las actividades en los sistemas de manufactura, es indispensable que amplíes el concepto con base en tu experiencia, ya que de aquí parte el resto de los temas del curso.

Actividad 1. Opción 1

Esta actividad enfoca el conocimiento en un mapa conceptual, debes resaltar la importancia de los conceptos que están en la explicación, de esta forma las dudas se irán disipando.

Te recomendamos el siguiente video para que lo compartas con los alumnos, en este se explica cómo se realiza un mapa conceptual. También puedes recordar a los alumnos que el formato de mapa conceptual, y la forma de realizarlo, se encuentra en el apartado de recursos de apoyo de la plataforma.

- TEDx Talks. (2017, 13 de diciembre). *Want to learn better? Start mind mapping* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=5nTuScU70As>

Actividad 1. Opción 2

En esta actividad se pretende interesar a los alumnos en la organización y planeación de un sistema de manufactura, partiendo de la perspectiva de una operación sencilla de fabricación de sobres de papel. Te sugerimos que invites a tus alumnos a ser creativos al seleccionar el identificador para sus sobres y a compartir sus resultados con el resto de sus compañeros.

Es necesario que se registren los datos del desarrollo de la actividad, por ejemplo, los tiempos de manufactura, los posibles costos, etc., este registro será un ejercicio habitual de cada actividad.

Tema 2. Planeación y control de la manufactura

El tema de planeación es uno de los ejes principales en la ingeniería, por lo tanto, es necesario hacer énfasis en este punto durante el resto del curso. Te sugerimos retomar los puntos de diseño de las actividades en los sistemas de manufactura, con los cuales se debe realizar una planeación para lograr el objetivo.

Te recomendamos el siguiente video, que te apoyará a entender la diferencia entre planificar y calendarizar en los procesos de manufactura.

- Manufacturing Software Channel. (2020, 19 de junio). *What is the difference between production planning and scheduling?* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=74GZVSBWDEg>

Actividad 2. Opción 1

En esta actividad deben realizar una pequeña investigación sobre empresas líderes a nivel internacional en un campo específico, y se resuelven dos problemas de cálculo matemático. Es importante que resaltes los conceptos teóricos para que ayudes a disipar las dudas que puedan surgir durante la ejecución de la actividad.

Te recomendamos que realices esta actividad con antelación, así podrás medir el tiempo de realización y revisar la información que es necesario reforzar en la explicación.

Actividad 2. Opción 1

Tomando como base la actividad 1, los alumnos recapitularán algunos procesos de manufactura, llevando un control de tiempos y movimientos.

Es importante que invites a los alumnos a que registren y guarden la información de cada actividad, ya que esto les servirá de respaldo en el desarrollo de la materia.

Tema 3. Planeación de procesos asistida por computadora CAPP

La planeación asistida por computadora es la parte esencial de la materia, es necesario que estés actualizado en los diferentes softwares que se están aplicando en la industria. Te recomendamos el video que viene en la explicación, te servirá de apoyo para dar más énfasis a este tema.

- Siemens Software. (2022, 22 de febrero). *Easy Plan: Manufacturing Process Planning Made Easy* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=zDhBLeeiSwY>

Actividad 3

En esta actividad invitarás a los alumnos a que analicen una posible situación real y que seleccionen un sistema CAPP que se adapte a los requisitos del tipo de producto que se desea manufacturar. Como resultado es posible que se empiecen a interesar en este tipo de tecnología, por lo que te recomendamos el siguiente video que muestra a una empresa que aplica un sistema CAPP.

- Siemens Software. (2019, 21 de marzo). *Callaway Golf Drives Innovation with NX and Teamcenter PLM Software* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Yh2NRuwvN80>

Tema 4. Planeación y control de la producción asistida por computadora (PP&C)

En este tema se amplía el conocimiento de los sistemas CAPP, es importante que se vaya haciendo énfasis en el uso de la herramienta digital como Siemens Tecnomatix Plant Simulation.

Te recomendamos un video, por demás interesante, sobre cómo se realiza la puesta en marcha virtual de un flujo de trabajo utilizando herramientas de producción asistidas por computadora.

- Siemens. (2019, 21 de mayo). *Virtual Commissioning for Tecnomatix Plant Simulation & PLCSIM Adv* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NMaecAEuSak>

Actividad 4

En esta actividad se requiere del uso de software, es muy importante que realices la actividad con antelación, con la finalidad de estimar el tiempo de solución y reconocer posibles dudas de los alumnos.

Te recomendamos un video que muestra lo básico para empezar a usar este software.

- Daniel Cortés. (2020, 20 de marzo). *Plant Simulation Tutorial* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=AfF5ze4QnAc&t=3639s>

Tema 5. Introducción a la tecnología de grupos

En este tema, donde se introduce a la familia de partes, se sugiere utilizar un software especializado para el diseño de este sistema. Te recomendamos un video donde se da un pequeño tutorial sobre cómo formar una familia de partes con un software especializado.

- ManufacturingET. (2020, 21 de agosto). *4472 HW14 NX Part Family Example* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=RI9n3Wmvbyg>

Actividad 5

En esta actividad se requiere del uso de dos softwares, es muy importante que realices la actividad con antelación, con la finalidad de estimar el tiempo de solución y reconocer posibles dudas de los alumnos.

Te recomendamos la siguiente lista de reproducción en video que muestra varias operaciones con el software Siemens Tecnomatix Plant Simulation.

- Siemens Software. (2019, 16 de enero). *Plant Simulation: Getting started* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/playlist?list=PL1m1vu8_quoAaezQsacD6jO_AK8Wvnjg-

Tema 6. Métodos para desarrollar familias de partes

Para dar apertura a este tema te recomendamos un video, donde se explica a grandes rasgos los conceptos de familia de partes y tecnología de grupos. Te sugerimos darle la importancia necesaria a este tema, puesto que es ineludible en la planeación de procesos de manufactura, donde se requiere hacer productos con piezas similares.

- EuroLEAN+. (2018, 5 de agosto). *Layout and Cell Design 1: Product Family Grouping* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UV8nAuVP8OY>

Actividad 6. Opción 1

Esta actividad requiere conformar familias de partes con base en los atributos de diseño y manufactura de un producto. A manera de ejemplo puedes utilizar un producto del salón como las mesas o ventanas y ejemplificar el proceso de identificación de los atributos.

Actividad 6. Opción 2

Para realizar esta actividad es necesario que los alumnos realicen un modelo en computadora donde, a través de un plano, se puedan revisar todas las características del objeto. Es necesario utilizar las herramientas de dibujo computarizado para cumplir con esta actividad. De esta forma, el alumno incrementará su conocimiento haciendo aplicaciones de lo aprendido anteriormente.

Para el desarrollo del modelo en el software es necesario que se ajuste cada uno de los componentes con su respectivo ensamble. Las dimensiones son la parte primordial en este ejercicio, así que supervisa que no falten datos en su presentación.

Tema 7. Clasificación y codificación

En el desarrollo de este tema es importante destacar el ejercicio de codificación, el cual es fundamental en la industria. Te recomendamos un pequeño video, para iniciar este tema, en el cual se resalta la importancia del uso de la codificación.

- Eye On Asia Technology. (2018, 17 de septiembre). *RFID and QR code for Logistics and Inventory in the Warehouse* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=5XtrZTd_v40

En este otro video, los alumnos podrán ver una de las tecnologías que auxilian para hacer la codificación de productos muy grandes.

- R.V. Evans Company. (2018, 21 de febrero). *EBS 260/EBS 250 Handjet 2018* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TwGXP1gJZvY>

También existe la posibilidad de que los alumnos generen sus propios códigos de barras para su trabajo, puedes compartir el siguiente video donde se muestra cómo hacer los códigos con Excel, ocupando el celular como escáner.

- Excel Tutorials by EasyClick Academy. (2020, 19 de octubre). *How to Create Barcodes in Excel (The Simple Way)* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=oOLDS5vo79I>

Actividad 7. Opción 1

Es indispensable que motives a los alumnos a hacer un poco más, con las herramientas tecnológicas que hay actualmente podrás encontrar que pueden hacer su propio lector de códigos, utilizando el celular. Te recomendamos los siguientes videos (iOS y Android) para que los compartas con tus alumnos y los motives a realizarlo, en ellos se comparten varias aplicaciones y métodos para generar/escanear los códigos de barras o también los populares QR.

- AppleInsider. (2021, 27 de enero). *How To Scan And Create QR Codes for FREE with Your iPhone!* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TQnRcQ61i4k>
- Super Cool Top 10 & Infos. (2021, 26 de enero). *Top 10 QR Code Generator Android App | Review* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=1cs9xex6fRA>

Tema 8. Economía de la tecnología de grupos

Los softwares de especialización en diseño son las herramientas ideales para fomentar la economía de la tecnología de grupos, te recomendamos el siguiente video que muestra cómo realizar modelos complejos en el software Siemens NX:

- Become A Master of CAD Design. (2018, 6 de octubre). *Siemens NX CAD Surface Modeling Tutorial For Product Design* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=BLz5Z-mCFNg>

Actividad 8. Opción 1

Para el desarrollo de esta actividad se debe poner especial cuidado en el diseño existente, el cual será la base para la nueva propuesta. Repasa los conceptos de codificación de partes y de familias de piezas, ya que serán cruciales para el desarrollo del ejercicio. Esta actividad requiere del uso del software Siemens NX.

Actividad 8. Opción 2.

Para el desarrollo de esta actividad se debe poner especial cuidado en el rediseño, el cual será una propuesta de los alumnos; es muy importante que el diseño sea lo más cercano a la realidad, para su posible manufactura. Aprovechando la tecnología, es posible que les solicites un modelo en tres dimensiones, y pedir algunas características más, como peso, material, etcétera.

Y nuevamente, para la parte de Tecnomatix, te recomendamos los videos sugeridos en la actividad 4.

Tema 9. Análisis y diseño de celdas de manufactura

Para el aprendizaje de este tema se requiere aplicar el algoritmo de ordenamiento binario, y es posible que los alumnos tarden un poco en entenderlo; por lo tanto, es necesario dedicarle un poco de tiempo extra para disipar cualquier duda acerca de este tema.

Para consolidar los conocimientos en uno de los algoritmos tratados en el tema te puedes apoyar en el siguiente video:

- Jayakrishna Kandasamy. (2021, 2 de enero). *Rank Order Clustering Algorithm* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=hblq6vBfTEY&t=765s>

Actividad 9

En ambos temas del algoritmo es muy conveniente utilizar el software de Excel. Te recomendamos un video que podrás compartir con los alumnos para encontrar la solución de este algoritmo.

- Jose Fidel Torres Delgado. (2020, 12 de mayo). *Algoritmo de Rango de Ordenes para el Diseño de Celdas de Manufactura* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=vmijeqbZ3tQ&t=215s>

Para la parte de Tecnomatix es recomendable que supervises las diferentes alternativas que se pueden plantear en el software.

Tema 10. Introducción y fundamentos del control numérico

Uno de los factores más relevantes en la manufactura son las máquinas-herramientas, en especial las de control numérico, es importante que realices una visita al laboratorio de manufactura de tu campus, para hacer una demostración de corte, te recomendamos que contactes al encargado del laboratorio de manufactura y coordinen una demostración.

También te recomendamos el siguiente video, donde se muestran algunas aplicaciones del control numérico:

- GalcoTV. (2019, 3 de abril). *What is Computer Numerical Control? (CNC)* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=HUdvgZ9hZag>

Actividad 10. Opción 1

En esta actividad se deben realizar varios cálculos, por lo que te recomendamos hacer un ejemplo para que los estudiantes lo utilicen como base. Para auxiliar un poco en las operaciones matemáticas, te recomendamos el siguiente video, el cual muestra la selección de herramientas y los parámetros de maquinado.

- Haas Automation, Inc. (2018, 21 de junio). *How To Calculate Speeds and Feeds (Metric Version) - Haas Automation Tip of the Day* [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=gTnkNHB7dss>

Actividad 10. Opción 2

Para auxiliar un poco en los cálculos, te recomendamos el siguiente video, el cual muestra la selección de herramientas y los parámetros de maquinado. Te recomendamos que los alumnos presenten los cálculos y los planos de la pieza a maquinar.

- INDUSTRY LIEUTENANTS. (2021, 22 de marzo). *Sesión 1 Maquinados CNC. Selección y cálculos de herramientas de corte* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=PV9x38gKiPO>

Tema 11. Programación CNC

En el desarrollo de este tema, es muy importante que los alumnos se vayan familiarizando con la obtención del código de CNC, a partir de un modelo digital. Existen varias herramientas de código abierto que te permitirán simular la operación de un centro de maquinado, a continuación, te presentamos algunos ejemplos:

- <https://ncviewer.com/>
- <https://nraynaud.github.io/webgcode/>
- <https://camotics.org/>

Puedes sugerir el uso de este tipo de programas para realizar las prácticas de programación y la comprobación de los códigos generados por el software CAD/CAM.

Te recomendamos el siguiente video, el cual muestra cómo se obtiene el código G y M para el maquinado. Es muy importante que hagas énfasis en el uso de este tipo de software, puesto que los alumnos tendrán la referencia tecnológica para su futuro profesional.

- Engineering Tools. (2021, 2 de abril). *Creating G Code in NX for CNC Milling* [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=4_K3pTr2wuo&t=1045s

Actividad 11. Opción 1

Para el desarrollo de esta actividad, te recomendamos que consultes con el coordinador de la celda de manufactura para que te informes de las herramientas y materias primas con las que cuenta tu campus. De igual forma, se integrará el uso del software Siemens NX 12.0 con el maquinado de la pieza diseñada. No olvides recordar las medidas de seguridad y protección que se deben tomar dentro de la celda de manufactura.

Actividad 11. Opción 2

Para el desarrollo de esta actividad es muy conveniente que les solicites a los alumnos el plano donde se muestre la geometría y el material con el que la pieza se maquina, es muy relevante que no dejen de practicar lo aprendido en otros semestres.

También te recomendamos ampliar la actividad pidiendo piezas un poco más complejas, ya que esto incrementará su conocimiento. Durante la sección de maquinado es necesario que supervises esta operación o, en su defecto, la del encargado del laboratorio de manufactura.

La actividad práctica hará que surjan nuevas ideas y proyectos de los alumnos para hacer nuevos maquinados, depende de ti, como profesor, el guiarlos y acotar las ideas para que puedan ser llevadas a cabo. También te recordamos que el material para maquina puede cambiar, por ejemplo, acrílico, aluminio o madera; como recomendación, el acrílico es un material económico y tiene buena presentación.

Tema 12. Robótica industrial

La robótica empieza a tomar auge en la comunidad industrial, cada vez hay más robots dentro de las fábricas, esto se debe a sus grandes cualidades para adaptarse a las operaciones comunes del medio industrial. Te recomendamos un par de videos donde se muestra uno de los robots más avanzados trabajando, además, en una celda de manufactura, interactuando con humanos, mismos que encontrarás en la explicación.

- Manufacturing Millennial. (2021, 24 de noviembre). *Advanced Manufacturing Expo - AME 2021 Robots and Automation* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=cCkVeDuDVxw>
- Sure Controls. (2021, 10 de noviembre). *Cobots: The Future of Manufacturing* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=B6MWUvR4YoM>
- WHAT'S INSIDE? FAMILY. (2022, 9 de abril). *What's Inside Tesla's Texas Gigafactory?* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=SFdJHq0v1ew>

Entre los nuevos recursos de enseñanza que la Universidad Tecmilenio tiene disponible están:

Webots (software de creación de robots para distintas funciones): <https://cyberbotics.com/#download>

Gazebo (simulador de programación de robótica en 3D): <http://gazebosim.org/>

Actividad 12. Opción 1

La actividad requiere una visita al laboratorio de manufactura, puedes coordinarte con el encargado del laboratorio para que apoye a los estudiantes en la programación de la rutina de operación del robot. No olvides recordar las medidas de seguridad y protección que se deben tomar dentro de la celda de manufactura.

Actividad 12. Opción 2

Para realizar esta actividad es necesario que te coordines con el encargado del laboratorio, además del coordinador de profesores. Es muy importante que los alumnos tomen esta actividad con cierta seriedad, pues la rutina de robot en ciclo es algo cotidiano en este tipo de elementos.

Es necesario que los alumnos lleven consigo las fichas del juego de mesa JENGA. También, es posible que a los alumnos les tome un poco de tiempo el hacer la programación, así que tendrás que supervisar el proceso, o bien puedes pedirle al encargado del laboratorio que se encargue de la supervisión.

Esta actividad, a pesar de su sencillez, requiere de habilidad y paciencia, por lo que, como profesor, te corresponde guiar a los alumnos hacia el éxito. Es necesario que les recuerdes a los alumnos que no olviden realizar la infografía y el video de la ejecución.

Tema 13. Sistemas de soporte a la manufactura

Este tema en especial es uno de los más abundantes en información; sin embargo, es necesario que se conozca con cierta amplitud, ya que incluye elementos que integran la manufactura de nuestros días.

Te compartimos un video de un sistema de transporte que implica los sistemas de visión y de transporte, también incluye los códigos como parte esencial del éxito.

- Bosch Rexroth. (2020, 15 de abril). [EN] *Intralogistics solution with autonomous transport system and production assistants* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Y-m3YcmCAVg>

Actividad 13. Opción 1

Los sistemas de visión computarizada son factores importantes de los cuales depende directamente la calidad del producto y/o servicio; estos se han perfeccionado significativamente con el paso de los años y se encuentran instalados en todas las celdas de manufactura modernas.

La actividad requiere una visita al laboratorio de manufactura, puedes coordinarte con el coordinador del laboratorio para que apoye a los estudiantes en la obtención de la información requerida.

De igual forma, con esta actividad se pretende ampliar la visión del alumno respecto a los sistemas integrados de manufactura. Te recomendamos un video para que puedas ampliar tu conocimiento en algunas de las nuevas tecnologías relacionadas con este tema:

- Qualitas Technologies. (2021, 30 de agosto). *Introduction to Machine Vision | Vision Inspection System* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=rTb3vPI2T6k>

Actividad 13. Opción 2

Es necesario que esta actividad se realice en el laboratorio de cómputo de tu campus, también implica el conocimiento de diseño con el software Siemens NX. Esta actividad no está limitada a la figura mostrada, es posible analizar cualquier modelo de 3D. Es importante que tú, como profesor, invites a los alumnos a experimentar con más de un elemento.

Tema 14. Sistemas flexibles de manufactura

En este tema se conjuntan varios factores de los sistemas integrados de manufactura, es recomendable que recapitule el primer tema del curso para retomar todos los factores que implica el diseño de las actividades en los sistemas de manufactura. Esto ayudará a conjuntar y unir todos los puntos que sean vistos durante el curso.

Te recomendamos un video donde se aplica un sistema de manufactura flexible, es importante generar un pequeño debate para hacer que los alumnos identifiquen los elementos vistos en el curso.

- Campro Machinery. (2019, 23 de julio). *Flexible Manufacturing System (English) / Campro* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UzDT9Ev4DDU>

Actividad 14. Opción 1

El objetivo de esta actividad es llevar al alumno a ampliar la visión de los sistemas integrados de manufactura. Es recomendable que les recuerdes los conceptos sobre las celdas de manufactura flexible, ya que estarán realizando una propuesta que integra varios de estos grupos tecnológicos.

Para la parte de Tecnomatix es recomendable que supervises las diferentes alternativas que se pueden plantear en el software.

Actividad 14. Opción 2

Esta actividad requiere un poco más de tiempo ya que es necesario hacer los modelos en NX, para su posterior obtención de código; este proceso da la oportunidad de calcular el tiempo de maquinado. Te recomendamos el siguiente video para complementar la información sobre la generación del programa CNC.

- ManufacturingET. (2020, 25 de marzo). *G-Code Verification on NX* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=yMLXIYaQcBA>

Para la parte de Tecnomatix es necesario retomar los videos expuestos en el tema 4.

Tema 15. Evolución del CIM

Este tema es el cierre del curso, por lo tanto, es necesario que te tomes un tiempo para reconectar cada uno de los temas anteriores y asegurar que los alumnos tengan una visión muy clara de los avances de la tecnología en la industria.

Te recomendamos los siguientes videos donde se muestra cómo se pueden conectar todos los elementos de la manufactura a través de un sistema inteligente. Otro aspecto significativo de este tema es la Industria 4.0 y su evolución hacia la industria inteligente, porque es muy importante que seas el factor que inyecte en los alumnos el interés de aprender más de estos sistemas.

- Bossard. (2021, 14 de enero). Smart Factory Assembly - The digital transformation in assembly [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=cRkj_URrTgQ
- Bystronic. (2021, 8 de enero). Bystronic Smart Factory: Fully automated assembly production (English) [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=IIEkFYAPwVs>
- Serveo. (2020, 15 de octubre). Smart Factory: nuevo modelo de industria 4.0 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=3JwqA-QOUjk>

Actividad 15. Opción 1

Esta actividad está enfocada en una pequeña investigación sobre la Industria 4.0 y sus perspectivas a corto y mediano plazo para el contexto nacional, es muy importante que solicites a los alumnos la mayor creatividad y profesionalismo en la entrega de su presentación.

Para la segunda parte de la actividad se propone un ejercicio integrador de todo el contenido del curso, te recomendamos, en la medida de lo posible, te comuniques con el coordinador de la celda de manufactura para realizar una visita al laboratorio y mostrarles a los alumnos el sistema de CIM con el cual se opera la celda, ese puede ser un excelente punto de inicio para el desarrollo de su propuesta final.

Actividad 15. Opción 2

Esta actividad se puede ejecutar completamente desde la computadora central de la celda de manufactura, pero también es posible ejecutarla desde el control del robot (teach pendant), operando el CNC manualmente.

Te recomendamos supervisar todo el desarrollo de la actividad, o pedirle al encargado del laboratorio de manufactura que lo haga. Esta actividad requiere de preparación y es muy importante que los participantes tengan atención plena en el desarrollo de la actividad. Es muy recomendable que se dividan las tareas entre los participantes, y que realicen las pruebas que sean necesarias para evitar cualquier fallo.

El resultado es muy satisfactorio, pero requiere de tiempo, por favor coordínalo muy bien con todos los involucrados y mucho éxito.

Evidencia

El alumno deberá elaborar tres evidencias, una por módulo, por medio de las cuales demuestre el dominio de la competencia del curso, como elemento indispensable para conseguir la acreditación de este. Es decir, lo plasmado en las evidencias es aquello que buscamos que los estudiantes sean capaces de hacer bien. Las instrucciones para la realización de las evidencias son las siguientes:

Evidencia 1

La evidencia 1 refleja la aplicación de los conceptos del módulo 1. El alumno deberá diseñar un sistema de manufactura que incluya los procesos de planeación y el control, la planeación de procesos asistida por computadora (CAPP), la planeación y control de la producción asistida por computadora (PP&C) y la simulación del sistema por medio una herramienta de software. Así mismo, deberá realizar la entrega de su evidencia con base en los criterios de evaluación que se muestran en la rúbrica.

Evidencia 2

La evidencia 2 es la aplicación de los conceptos del módulo 2. El alumno diseñará una celda de manufactura para grupos de tecnologías mediante la aplicación de las técnicas desarrolladas para tal efecto, distinguiendo los beneficios del uso de la tecnología de grupo. La entrega de la evidencia se debe hacer con base en los criterios de evaluación que se muestran en la rúbrica.

Evidencia 3

La evidencia 3 es la aplicación de los conceptos del módulo 3. En esta evidencia el alumno hará uso de la programación y de sus conocimientos sobre las tecnologías de control numérico por computadora, robótica industrial y sistemas de soporte en una celda flexible de manufactura, para la fabricación de un producto de actualidad. Para las evidencias los estudiantes deberán cumplir con los criterios de las siguientes rúbricas de evaluación.

Evidencia 1

Competencia: Diseña y simula las actividades del proceso de manufactura y los principales elementos involucrados en este.				
Nivel taxonómico: Uso				
Criterio de Evaluación	Altamente competente 100 puntos máximo	Competente 84 puntos máximo	Aún sin desarrollar la competencia 69 puntos máximo	Puntos
Diseña las actividades del proceso de manufactura, incluyendo la planeación y el control de estas.	30 puntos	25 puntos	21 puntos	30
	Se diseñan las actividades para los sistemas de manufactura. Se define la planeación y el control de la manufactura. Se diseña el plan general de control incluyendo los requerimientos de máquinas, espacio y de mano de obra	Se diseñan las actividades para los sistemas de manufactura. Se define la planeación y el control de la manufactura. Se diseña el plan general de control incluyendo los requerimientos de máquinas	Se diseñan las actividades para los sistemas de manufactura. Se define parcialmente la planeación y el control de la manufactura.	
Define los criterios para la selección de los sistemas CAPP y PP&C, además propone los recursos computacionales para implementarlos.	30 puntos	25 puntos	20 puntos	30
	Proponen recursos computacionales y criterios para la selección de los sistemas CAPP y PP&C.	Proponen recursos computacionales y criterios para la selección de los sistemas CAPP	Proponen parcialmente los recursos computacionales para los sistemas CAPP o PP&C.	
Utiliza la tecnología de grupos y realiza la simulación del proceso de manufactura por medio de una herramienta de software.	30 puntos	25 puntos	20 puntos	30
	Definen las ventajas y desventajas de la implementación de los grupos tecnológicos. Realizan la simulación del proceso de manufactura incluyendo las entidades, recursos, procesos y llegadas del material.	Definen las ventajas y desventajas de la implementación de los grupos tecnológicos. Realizan parcialmente la simulación del proceso de manufactura, incluyendo las entidades, recursos, procesos y llegadas del material.	Definen las ventajas y desventajas de la implementación de los grupos tecnológicos. Realizan parcialmente la simulación del proceso de manufactura, incluyendo algunos de los siguientes elementos: las entidades, recursos, procesos y llegadas del material.	
Demostración de los resultados.	10 puntos	9 puntos	8 puntos	10
	Secciona a una forma adecuada para demostrar la realización de la evidencia y presenta correctamente los resultados obtenidos.	Secciona a una forma adecuada para demostrar la realización de la evidencia y presenta parcialmente los resultados obtenidos.	Documenta algunos elementos de la actividad, presenta parcialmente los resultados obtenidos	
				TOTAL
				100

Evidencia 2

Competencia: Diseña una celda de manufactura a partir del análisis de las familias de partes que se estarán procesando en esta.				
Nivel taxonómico: Uso				
criterio de Evaluación	Altamente competente 100 puntos máximo	Competente 84 puntos máximo	Aún sin desarrollar la competencia 69 puntos máximo	Puntos
Análisis y desarrollo de 5 familias de partes, conteniendo por lo menos 3 productos en cada familia. Además, deberán definirse las características de diseño y manufactura para cada familia de partes y la codificación jerárquica de 5 partes (1 parte por cada familia).	30 puntos	25 puntos	21 puntos	30
	Se desarrollan 5 familias de partes con 3 productos cada familia. Se definen las características de diseño, manufactura para las familias de partes. Se desarrolla la codificación jerárquica de 5 partes.	Se desarrollan 5 familias de partes con 3 productos cada familia. Se definen las características de diseño, manufactura para las 5 familias de partes. Se desarrolla la codificación jerárquica de 3 o menos partes.	Se desarrollan 5 familias de partes con 3 productos cada familia.	
Diseño de las celdas de manufactura para fabricar las 5 familias de partes por medio de los algoritmos de ordenamiento binario y cluster direct.	30 puntos	25 puntos	20 puntos	30
	Diseña las celdas de Manufactura para fabricar las 5 familias de partes por medio de los algoritmos de ordenamiento binario y cluster direct.	Diseña las celdas de Manufactura para fabricar entre 1 y 2 familias de partes por medio de los algoritmos de ordenamiento binario y cluster direct.	Diseñan las celdas de manufactura para fabricar entre 3 y 4 familias de partes por medio de alguno de los algoritmos solicitados.	
Resumen (al menos 5 cuartillas) sobre la aplicación de grupos tecnológicos, incluir los Grupos tecnológicos al diseño, manufactura y administración de la producción	30 puntos	25 puntos	20 puntos	30
	Se realiza un resumen de 5 cuartillas sobre la aplicación de grupos tecnológicos incluyendo los beneficios al diseño, la manufactura y la administración de la producción.	Se realiza un resumen de 3 cuartillas sobre la aplicación de grupos tecnológicos incluyendo los beneficios al diseño, la manufactura y la administración de la producción.	Se realiza un breve resumen la aplicación de grupos tecnológicos incluyendo los beneficios al diseño, la manufactura y la administración de la producción.	
Demostración de los resultados.	10 puntos	9 puntos	8 puntos	10
	Secciona a una forma adecuada para demostrar la realización de la evidencia y presenta correctamente los resultados obtenidos.	Secciona a una forma adecuada para demostrar la realización de la evidencia y presenta parcialmente los resultados obtenidos.	Documenta algunos elementos de la actividad, presenta parcialmente los resultados obtenidos	
				TOTAL 100

Evidencia 3

Competencia: Utiliza las tecnologías de control numérico por computadora, robótica industrial y sistemas de soporte en una celda flexible de manufactura, para la fabricación de un producto de actualidad.				
Nivel taxonómico: Uso				
Criterio de Evaluación	Altamente competente 100 puntos máximo	Competente 84 puntos máximo	Aún sin desarrollar la competencia 69 puntos máximo	Puntos
Diseña las actividades para recomendar la compra de la tecnología de control numérico por computadora, así como de robótica industrial, justificando las características que posee cada una para la fabricación eficiente de la brida.	30 puntos	25 puntos	21 puntos	30
	Recomienda el uso de la tecnología CNC, incluyendo las características de la máquina seleccionada, se justifica el uso de la tecnología de manera clara. Recomienda el uso de los robots industriales, incluyendo las características del robot seleccionado, se justifica el uso de la tecnología de manera clara. Se incluye el uso de los herramientas utilizados tanto por el CNC como por el robot industrial para poder realizar la pieza completa.	Recomienda el uso de la tecnología CNC, incluyendo las características de la máquina seleccionada, pero no justifica correctamente el uso de la tecnología. Recomienda el uso de los robots industriales, incluyendo las características del robot seleccionado, pero no justifica correctamente el uso de la tecnología. Se incluye el uso de los herramientas utilizados por el CNC o el robot industrial para realizar la pieza al 50%.	No recomienda el uso de la tecnología CNC, incluyendo las características de la máquina seleccionada, y no justifica correctamente el uso de la tecnología. No recomienda el uso de los robots industriales, incluyendo las características del robot seleccionado, y no justifica correctamente el uso de la tecnología. No incluye el uso de los herramientas utilizados por el CNC o el robot industrial para realizar la pieza.	
Propone y recomienda las tecnologías de sistemas de visión que se utilizaran en la celda de manufactura para la fabricación de la brida, además propone el uso de recursos computacionales para las actividades de CAD, CAM y CAE.	30 puntos	25 puntos	20 puntos	30
	Propone y recomienda las tecnologías de sistemas de visión que se utilizaran en la celda de manufactura para la fabricación eficiente de la brida, incluye el uso de la cámara, el lente y el sistema de iluminación justificando el uso del sistema de visión de manera clara. Propone el uso de los recursos computacionales: CAD, CAM y CAE, para la fabricación de la brida, identifica a los proveedores de las tecnologías y analiza las características de los tres sistemas.	Propone y recomienda las tecnologías de sistemas de visión que se utilizaran en la celda de manufactura para la fabricación eficiente de la brida, incluye el uso de la cámara, el lente y el sistema de iluminación justificando el uso del sistema de visión de manera clara. Propone el uso de uno de los siguientes recursos computacionales: CAD, CAM, CAE, para la fabricación de la brida, identifica a los proveedores de la tecnología y analiza las características del software.	Sólo cumple con uno de los siguientes descriptores: <ul style="list-style-type: none"> Propone y recomienda las tecnologías de sistemas de visión que se utilizaran en la celda de manufactura para la fabricación eficiente de la brida incluye el uso de la cámara, el lente y el sistema de iluminación justificando el uso del sistema de visión de manera clara. Propone el uso de los recursos computacionales: CAD, CAM y CAE, para la fabricación de la brida, identifica a los proveedores de la tecnología y analiza las características de los tres softwares. 	
Utiliza los sistemas automáticos para el almacenaje de los componentes de la brida, así como los sistemas de manejo de materiales necesarios para transportar los componentes a las diferentes estaciones de la celda de manufactura. Además, calcula los tiempos de ciclo necesarios para cumplir con la demanda del producto.	30 puntos	25 puntos	20 puntos	30
	Propone un sistema automático para el almacenamiento de materiales justificando su uso de manera clara y definiendo proveedores. Propone los sistemas automáticos para el manejo de materiales justificando su uso de manera clara y definiendo proveedores. Calcula los tiempos de ciclo necesarios para cumplir la demanda incluyendo los cálculos matemáticos.	Propone un sistema automático para el almacenamiento de materiales justificando su uso de manera clara y definiendo parcialmente los proveedores. Propone los sistemas automáticos para el manejo de materiales justificando su uso de manera clara y definiendo parcialmente los proveedores. Calcula los tiempos de ciclo necesarios para cumplir la demanda incluyendo algunos de los cálculos matemáticos.	Solo cumple con uno de los siguientes descriptores: <ul style="list-style-type: none"> Propone un sistema automático para el almacenamiento de materiales justificando su uso de manera clara y definiendo proveedores. Propone los sistemas automáticos para el manejo de materiales justificando su uso de manera clara y definiendo proveedores. 	

	10 puntos	9 puntos	8 puntos	10
Demostración de los resultados.	Secciona a una forma adecuada para demostrar la realización de la evidencia y presenta correctamente los resultados obtenidos.	Secciona a una forma adecuada para demostrar la realización de la evidencia y presenta parcialmente los resultados obtenidos.	Documenta algunos elementos de la actividad, presenta parcialmente los resultados obtenidos	
				TOTAL
				100