

## PROGRAMA DE CURSO MANUFACTURA AVANZADA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Mecánica					
Nombre del curso	Manufactura Avanzada	Código	ME5210	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Advances Manufacturing</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	ME4110: Procesos de manufactura, IN4273: Gestión de operaciones					

### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes adquieran los conocimientos y herramientas para el análisis de procesos de manufactura con especial foco en las estrategias para la innovación y el mejoramiento de la productividad. El enfoque del curso contempla un análisis desde los sistemas de manufactura tradicional, diseño y materiales, hasta la implementación de sistemas interconectados y manufactura aditiva.

En este contexto, los y las estudiante analizan el funcionamiento de una planta manufacturera, considerando aspectos relacionados con la logística, la gestión y las condiciones técnicas de los procesos, aplicando conceptos y principios de manufactura avanzada tales como digitalización, economía circular o manufactura aditiva, entre otros, en industria manufacturera, e integrando herramientas de diseño con sistemas de medición/actuación y sistemas interconectados (*internet of things*).

Finalmente, analiza y propone estrategias innovadoras para el mejoramiento de la industria manufacturera y su automatización, a partir de un diagnóstico de situación.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE3: Concebir y crear sistemas innovadores que den respuesta a nuevas necesidades tanto en el ámbito nacional como internacional.

CE4: Diseñar componentes, equipos y sistemas mecánicos para la industria y la generación de energía.

CE6: Implementar los procesos, gestionando la fabricación y montaje de las máquinas y equipos requeridos.

CE7: Gestionar procesos productivos, recursos, activos físicos y proyectos mecánicos.

#### CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

#### CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

#### CG5: Sustentabilidad

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

#### CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE6, CE7	RA1: Analiza el funcionamiento de una planta manufacturera, considerando aspectos asociados a la logística, la gestión y las condiciones técnicas de los procesos.
	RA2: Aplica conceptos y principios de manufactura avanzada (digitalización, economía circular o manufactura aditiva), a problemas de la industria manufacturera, considerando herramientas de diseño con sistemas de medición/actuación y sistemas interconectados (internet of things).
CE3, CE4	RA3: Propone estrategias innovadoras para el mejoramiento de problemas asociados a la industria manufacturera y su automatización, a partir de un diagnóstico de situación, a fin de implementar sistemas interconectados Y manufactura avanzada.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Redacta reportes sobre el uso de estrategias de manufactura avanzada que permitan proponer alguna mejora a problemas de la industria manufacturera, considerando en su escrito precisión, claridad, coherencia y concisión.
	RA5: Expone ejemplos de aplicación de estrategias de manufactura avanzada aplicadas a una industria en particular, utilizando un lenguaje formal y conceptualmente preciso, una expresión corporal, manejo de la voz y del espacio acordes a la situación comunicativa.
CG1, CG2	RA6: Lee en inglés y español, artículos y textos sobre estrategias de manufactura avanzada para desarrollar una comprensión profunda de la problemática abordada en relación a estas estrategias.
CG5, CG6	RA7: Detecta problemas relacionados con la eficiencia de la manufactura, mediante un diagnóstico de situación, a fin de proponer opciones que optimicen procesos, la reducción de tasas de falla y la reutilización de recursos.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA6	Fundamentos de Manufactura	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Gestión de operaciones en manufactura. 1.2. Principios de lean manufacturing. 1.3. Gestión de calidad. 1.4. Six sigma. 1.5. Metodología CAD (Computer-Aided Design)–CAM (Computer Aided Manufacturing).		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica problemáticas de la gestión de operaciones en plantas manufactureras.</li> <li>2. Determina principios de <i>lean manufacturing</i> y su impacto en la producción de una industria.</li> <li>3. Toma decisiones sobre la necesidad de realizar un proceso estricto de calidad en las plantas manufactureras.</li> <li>4. Analiza el funcionamiento de una planta manufacturera, considerando aspectos asociados a logística, gestión y procesos.</li> <li>5. Determina los alcances, impactos y responsabilidades éticas, tanto personales y colectivas, derivados de la toma de decisiones sobre alguna situación o hecho, en diversos contextos de la formación científica y de la ingeniería.</li> <li>6. Lee de manera comprensiva en inglés y español para determinar ideas centrales sobre fundamentos de manufactura avanzada.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1,4,5]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA6, RA7	Economía circular	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Introducción a los conceptos de economía circular y sustentabilidad. 2.2. Conceptos y herramientas para el diseño de productos y servicios considerando ciclo de vida y sistemas de manufactura. 2.3. Remanufactura.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza la importancia de los procesos de la industria en la economía circular.</li> <li>2. Reconoce el rol de los proveedores en el análisis de ciclo de vida global.</li> <li>3. Aplica los conceptos de economía circular a algún ejemplo o problema industrial del contexto nacional, basado en un diagnóstico de situación.</li> <li>4. Lee de manera comprensiva en inglés y español para determinar ideas centrales sobre diversos tópicos de manufactura avanzada y economía circular.</li> <li>5. Reconoce cómo su actuar genera efectos futuros, logrando enunciarlos en diferentes dimensiones de la</li> </ol>	

	<p>sustentabilidad.</p> <p>6. Identifica desde las buenas prácticas consensuadas por la comunidad, hechos o situaciones que conllevan dilemas éticos en relación a acciones reñidas con la convivencia y el cuidado del medio y del entorno sociocultural.</p>
<b>Bibliografía de la unidad</b>	[1,2,3]

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA6, RA7	Automatización de planta	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Introducción a modelamiento y diseño en mecatrónica y sus aplicaciones (Robótica): identificación de procesos en la planta, sistematización de procesos, manejo de materiales.</p> <p>3.2. Conceptos de sistemas de manufactura interconectados (<i>Smart factories &amp; Big Data</i>).</p> <p>3.3. Herramientas para el desarrollo de modelos de diseño de sistemas complejos.</p> <p>3.4. Aplicaciones industriales de sistemas ciberfísicos (Internet of Things).</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoce la importancia de la robótica en la eficiencia, calidad y seguridad de una planta.</li> <li>2. Utiliza conceptos de robótica para proponer la automatización de algún sistema.</li> <li>3. Determina la utilidad de los sistemas ciber físicos, considerando la utilidad de tener sistemas interconectados.</li> <li>4. Aplica conceptos de automatización a problemas de aplicaciones industriales del contexto nacional, basado en un diagnóstico de situación.</li> <li>5. Analiza el entorno de un sistema u organización, considerando nudos críticos (entorno, usuario), en diversos contextos socioculturales, económicos y del desarrollo de conocimiento.</li> <li>6. Lee de manera comprensiva en inglés y español para determinar ideas centrales sobre diversos tópicos de automatización de planta.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		[1,2,3]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7	<i>Digital Twin</i>	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Clasificación de los <i>Digital Twin</i> . 4.2. Identificación de parámetros de un proceso productivo de manufactura. 4.3. <i>Digital Twin</i> a nivel de producto. 4.4. Herramientas de modelamiento que permiten construir un <i>Digital Twin</i> .		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoce el potencial de aplicar <i>Digital Twin</i> para el mejoramiento productivo.</li> <li>2. Reconoce los beneficios del <i>Digital Twin</i> y su integración en un proceso industrial lo que permite una mejor toma de decisiones a nivel de diseño y operación.</li> <li>3. Identifica parámetros de funcionamiento de un proceso, con su posterior conducción de un <i>Digital Twin</i>.</li> <li>4. Elabora una propuesta conceptual de un <i>Digital Twin</i>, considerando parámetros de funcionamiento de un proceso con su respectivo producto.</li> <li>5. Analiza ejemplos reales en donde se podrían aplicar los <i>Digital Twin</i> en la industria chilena o internacional.</li> <li>6. Distingue y define problemáticas relativas a un ámbito de oportunidad que requieren soluciones creativas.</li> <li>7. Lee de manera comprensiva en inglés y español para determinar ideas centrales sobre diversos tópicos <i>Digital Twin</i>.</li> <li>8. Elabora un informe sobre el uso de herramientas y estrategias de manufactura avanzada como <i>el Digital Twin</i>.</li> <li>9. Expone ejemplos de aplicación de estrategias de manufactura avanzada aplicadas utilizando un lenguaje formal y conceptualmente preciso.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1,3]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Materiales y procesos emergentes	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Diseño y selección de materiales basado en modelamiento y simulación. 5.2. Nuevos materiales de ingeniería, nanomateriales y nanomanufactura. 5.3. Fundamentos de digitalización y manufactura aditiva. 5.4. Clasificación de las tecnologías de manufactura aditiva (3D printing). 5.5. Aplicaciones industriales de sistemas de manufactura aditiva.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica y selecciona materiales de acuerdo a su aplicación, considerando el uso de materiales emergentes.</li> <li>2. Reconoce los fundamentos de digitalización y manufactura aditiva, considerando materiales, parámetros, costos, entre otros.</li> <li>3. Analiza tecnologías de manufactura aditiva, clasificándolas de acuerdo a los requerimientos de uso o de producción.</li> <li>4. Analiza ejemplos de aplicaciones industriales de sistemas de manufactura aditiva.</li> <li>5. Utiliza software de modelamiento y simulación para el diseño de piezas para su posterior manufactura aditiva.</li> <li>6. Produce textos complejos sobre el uso de estrategias de manufactura avanzada que permitan proponer alguna mejora a problemas de la industria manufacturera.</li> <li>7. Expone sobre estrategias de manufactura avanzada aplicadas a una industria en particular, utilizando un lenguaje formal y conceptualmente preciso, una expresión corporal acorde, manejo de la voz y del espacio.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1,2]	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias:

- Clase expositiva.
- Resolución de problemas.
- Laboratorio.

### F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes estrategias de evaluación:

- Controles.
- Experiencias de laboratorio.
- Proyecto aplicado (con sus respectivos informes y exposición).
- Examen.

### G. Recursos bibliográficos:

#### **Bibliografía obligatoria:**

- (1) Kalpakjian, S., Schmid, S.R. (2008). "Manufactura: Ingeniería y Tecnología", Prentice Hall.
- (2) Webster, K. (2016). The Circular Economy: A Wealth of Flows, Ellen MacArthur Foundation.
- (3) Curran, M.A. (2012). Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products, Wiley.
- (4) Childs, P.R.N. (2014). Mechanical Design Engineering Handbook, Butterworth-Heinemann.
- (5) Ramkrishnan, P., Subramanyan, S., Raju, V. (2009). CAD/CAM/CIM, New Age International.
- (6) Gupta, K.M. (2014). Engineering Materials: Research, Applications and Advances, CRC Press.
- (7) Tiwari, A., Syväjärvi, M. (2015). Graphene Materials: Fundamentals and Emerging Applications, Wiley.
- (8) Bandyopadhyay, A., Bose, S. (2015). Additive Manufacturing, CRC Press.
- (9) De Silva, C.W. (2010). Mechatronics: A Foundation Course, CRC Press.
- (10) Jouaneh, M. (2012). Fundamentals of Mechatronics, CL Engineering.
- (11) Carryer, J.E., Ohline, R.M, Kenny, T.W. (2010). Introduction to Mechatronic Design, Pearson.
- (12) Wang, C.C.L. (2013). Geometric Modeling and Reasoning of Human-Centered Freeform Products, Springer.
- (13) Lee, E.A., Seshia, S.A. (2010). An Introductory Textbook on Cyber-Physical Systems, University of California, Berkeley.
- (14) Alur, R. (2015). Principles of Cyber-Physical Systems, MIT Press.
- (15) Rawat, D.B., Rodrigues, J.J.P.C., Stojmenovic, I. (2015). Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice, CRC Press.

#### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Rubén Fernández
Validado por:	Validación académico par: Williams Calderón Validación CTD de Mecánica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular