

### 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Introducción al moldeo por inyección
<b>Clave de la asignatura:</b>	MAR-2303
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-1-3
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecatrónica

### 2. Presentación

#### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, las competencias básicas necesarias para introducirse en el mundo de la inyección de plásticos y lo que conlleva este proceso de conformado.

El programa Introducción al moldeo por inyección, surge del análisis de las competencias a desarrollar por los ingenieros para desenvolverse de manera adecuada en el ámbito de la manufactura de los polímeros a nivel industrial.

#### Intención didáctica

El temario se compone de cinco unidades, en la primera unidad se abordan los conceptos introductorios al proceso de inyección de plástico, así como, de los equipos necesarios para ello, la clasificación de los moldes de inyección y sus componentes principales. Se aborda el tema de los polímeros, así como su clasificación, haciendo mayor énfasis en los termoplásticos.

En la segunda unidad se introducirán conceptos más especializados en la inyección, se conocerá a profundidad el ciclo de inyección, así como la lógica de programación, además de conocer las tres partes que conforman el husillo y sus posiciones dentro de la máquina inyectora. También se conocerá la temperatura del proceso, de gran importancia, para la plastificación idónea de los polímeros. Finalmente, se estudiarán las diversas formas de cierre del molde.

En la tercera unidad se estudian los parámetros de gran importancia en la inyección, presión, velocidad de inyección, así como, el tiempo de llenado, sostenimiento y carga. Variables de gran importancia para el proceso de inyección y su optimización.

En la cuarta unidad se analizará la comprobación de inyección, corrección y ajustes a la primera inyección, pruebas al sostenimiento. Se abordará el arranque de moldes.

En la quinta unidad, se hablará sobre aspectos del medio ambiente, referente al sistema de refrigeración, torres de enfriamiento y Chillers. En ésta última unidad se conocerán todos los equipos que intervienen en el proceso de inyección, a éstos se le nombran como periféricos de la máquina inyectora, secadoras, molinos, Chillers, etc.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. Octubre 2019	Miembros de la academia de Ingeniería Mecatrónica	Análisis y adecuación por competencias del módulo de la especialidad en “MANUFACTURA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL” de la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer a detalle el proceso de inyección de plástico, siguiendo la metodología ACG para el entendimiento adecuado de éste proceso de conformado en un ambiente industrial.</li> <li>• Conocer todas las variables que afectan el proceso de inyección para poder optimizar y/o corregir procesos de inyección.</li> <li>• Conocer las bases en las que el proceso de inyección de plástico puede ser optimizado desde el punto de vista matemático.</li> <li>• Aplicar la metodología ACG, en equipos análogos convencionales o completamente electrónicos y automatizados.</li> <li>• Aplicar el método ACG para identificar fallas en componentes mecánicos o eléctricos de la máquina inyectora, para comprender las posibles causas o factores que llevan a que se produzca una pieza plástica fuera de especificación.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las características más importantes de los materiales de ingeniería.</li> <li>• Conocer los procesos de fabricación principales.</li> <li>• Tener las habilidades en el manejo de las máquinas-herramienta convencionales.</li> <li>• Contar con los conocimientos básicos del diseño de elementos mecánicos, así como de las acciones primordiales del mantenimiento mecánico.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos	1.1 Qué es la inyección de plásticos 1.1.1 Qué es un molde 1.1.2 La unidad de Inyección 1.2 Los polímeros 1.2.1 División de los polímeros 1.2.2 Termoplásticos y sus diferencias
2	Proceso de Inyección, parte I	2.1 Conceptos básicos de Inyección 2.1.1 El ciclo de inyección

		2.2.2 Lógica de programación 2.2.3 Posiciones importantes del husillo 2.2. Temperatura del proceso 2.2.1 Cómo se calienta el plástico 2.2.2 Las zonas de temperatura 2.2.3 Problemas con las hojas técnicas 2.2.4 Comprobación del ajuste de temperatura 2.3 Cierre del Molde 2.3.1 División por tipo de molde
3	Proceso de Inyección, parte II	3.1 Inyección 3.1.1 Presión, posiciones, tiempo óptimo de llenado, velocidad de inyección 3.2 Sostenimiento 3.2.1 Presión 3.2.2 Tiempo 3.3 Carga 3.3.1 Predescompresión 3.3.2 Carga 3.3.3 Descompresión
4	Proceso de Inyección, parte III	4.1 Comprobación del proceso 4.1.1 Pruebas a la primera Inyección 4.1.2 Pruebas al sostenimiento 4.2 Arranque de Moldes
5	5 M's	5.1 Medio ambiente 5.1.1 Refrigeración 5.1.2 Torres de enfriamiento 5.1.3 Chillers 5.2 Periféricos

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Conceptos básicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b>                      Conocer los polímeros y sus procesos de transformación y/o conformado. Énfasis en el proceso de inyección, moldes y máquinas inyectoras.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda documental sobre el proceso de inyección de plástico.</li> <li>• Conocer los tipos de moldes y las partes principales que los componen.</li> <li>• Exponer las características que tienen los moldes de inyección de plástico.</li> <li>• Conocer la clasificación de polímeros, así como, sus propiedades y usos en la industria</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de resolver problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> </ul>	
<b>2. Proceso de Inyección, parte I</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b> Conocer el proceso de inyección, su ciclo completo y las variables y/o factores que intervienen para su optimización.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>• Capacidad de resolver problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de hojas técnicas de diversos termoplásticos, para conocer su rango de plastificación, así como, sus propiedades mecánicas y usos más comunes en la industria.</li> <li>• Conocer la diversidad de husillos que se tienen en la inyección para distintos termoplásticos (aleaciones, tratamientos termoquímicos etc)</li> <li>• Conocer las 3 zonas del husillo y su configuración geométrica.</li> <li>• Analizar la configuración de los elementos calefactores y su distribución para lograr la plastificación de los termoplásticos.</li> </ul>
<b>3. Proceso de Inyección, parte II</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b> Conocer el proceso de inyección, su ciclo completo y las variables y/o factores que intervienen para su optimización.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>• Capacidad de resolver problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer cuáles son las variables/parámetros que se deben controlar para la optimización de un proceso de inyección.</li> <li>• Aprender a lograr un tiempo óptimo de llenado.</li> <li>• Conocer en qué consiste la etapa de sostenimiento y cómo lograrlo.</li> <li>• Analizar el proceso de descompresión y cómo corregir problemas comunes por la etapa de sostenimiento y carga.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> </ul>	
<b>4. Proceso de Inyección, parte III</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b> Conocer el proceso de inyección, su ciclo completo y las variables y/o factores que intervienen para su optimización.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>• Capacidad de resolver problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de los problemas más comunes que se tienen por una mala “parametrización” de las variables de importancia en la inyección.</li> <li>• Conocer cómo afecta en la calidad de productos terminados, la etapa de sostenimiento y carga.</li> <li>• Aprender a cómo se arranca un molde y sus variables para hacerlo.</li> </ul>
<b>5. 5 M's</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b> Obtener los conocimientos teóricos sobre el mantenimiento de los moldes de inyección.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajar en equipo.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>• Capacidad de resolver problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender sobre los 5 grandes grupos de variables que se tienen que controlar para evitar defectos en piezas terminadas</li> <li>✓ Materia prima</li> <li>✓ Máquina</li> <li>✓ Medio ambiente</li> <li>✓ Moldes</li> <li>✓ Métodos</li> <li>• Conocer los sistemas de refrigeración, agua para la máquina y para el molde y otras refrigerantes.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender sobre los equipos periféricos, como lo son, las torres de enfriamiento, Chillers, termorreguladores, entre otros.</li> <li>• Aprender sobre los métodos de montajes de moldes en la inyectora.</li> </ul>
--	---

### 8. Práctica(s)

1. Visita industrial para conocer la fabricación de moldes de inyección, así como para conocer el proceso de su mantenimiento.
2. Realizar una práctica introductoria al software MoldFlow para que el estudiante se vaya familiarizando con el diseño de moldes que posteriormente verán en otra asignatura.

### 9. Proyecto de asignatura

Realizar una tabla comparativa de todos los parámetros que intervienen en el proceso de inyección de plásticos, problemas que ocasiona y cómo corregirlo.

### 10. Evaluación por competencias

Portafolio de evidencias que incluye entre otras cosas lo siguiente:

- Exámenes escritos.
- Tareas.
- Reporte de visita industrial.
- Resultados de investigación (documental o de campo).
- Participación en clase.
- Proyecto final del curso.
- Exposiciones en clase.

### 11. Fuentes de información

1. Alfredo C. Gómez. Inyección de plásticos, tomo 1, última edición, Ed. ACG plastics consulting.
2. Douglas M. Bryce. Plastic Injection Molding Volume I to IV: Fundamentals of Injection Molding series, Published by the Society of Manufacturing Engineers.
3. Mikell P. Groover. Procesos de manufactura moderna, última edición, Ed. Pearson, Prentice Hall
4. S. Kalpakjian, S.R. Schmid. (2008). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. 5ª Edición. Ed. Pearson, Prentice Hall.
5. Hans Gastrow. (1998). Moldes de inyección para plásticos: 100 casos prácticos, Segunda Edición. Ed. Carl Hanser.
6. Gianni Bodini, Franco Cachi Pessani. (1993). Moldes y Máquinas de Inyección para la transformación de plásticos, Tomo I y II. Segunda Edición. Ed. McGraw Hill.
7. G. Menges, G. Mohren. (1983). Moldes para inyección de plásticos. Tercera Edición. Ed. Ediciones G. Gili S.A.

SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo