



### 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Sistemas de bombeo de agua potable.
<b>Clave de la asignatura:</b>	GIF-2606
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carreras:</b>	Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Química, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones.

### 2. Presentación

#### Caracterización de la asignatura

Comprender, diseñar, controlar y automatizar sistemas de bombeo de agua potable, integrando conocimientos de mecánica de fluidos, sensores, actuadores, controladores, instrumentación y electrónica industrial, considerando normativas y criterios de eficiencia energética y sostenibilidad

#### Intención didáctica

La asignatura tiene como intención didáctica que el estudiante **comprenda, diseñe, automatice y mantenga sistemas de bombeo de agua potable**, integrando los principios de la hidráulica, la mecánica, la electrónica, el control automático y la instrumentación, con el fin de brindar soluciones técnicas eficientes, seguras y sostenibles en el ámbito del manejo y distribución de agua.

Se busca fomentar el **aprendizaje basado en la resolución de problemas**, el uso de herramientas de simulación y el desarrollo de proyectos reales o simulados, promoviendo el trabajo colaborativo, la toma de decisiones técnicas fundamentadas y el compromiso ético con el uso responsable del recurso hídrico.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Toluca, 23 de junio al 04 de julio 2025	Fabian Martínez Gutiérrez Citlali Yollohtli Alejandra Gutiérrez Estrada Sergio Díaz Zagal Karla Silván Díaz Ana Elizabeth Díaz Arzate	



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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Seleccionar adecuadamente bombas, motores y sensores según condiciones hidráulicas, Integrar sensores y actuadores en esquemas de control automático, Analizar el consumo energético del sistema en distintas condiciones de operación. Elaborar planes de mantenimiento con base en condiciones operativas y fabricantes, Simular el sistema de control con MATLAB/Simulink, Factory I/O u otros entornos virtuales, Considerar <del>normativas de calidad del agua</del> , sanitarias y ambientales

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

#### 5. Competencias previas

Aplicar principios básicos de presión, caudal, viscosidad y energía de los fluidos, Identificar y conectar motores eléctricos monofásicos y trifásicos, Usar software de simulación como MATLAB/Simulink, EPANET, Proteus o similares, Aplicar conceptos de álgebra, trigonometría y funciones para modelar sistemas.
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los Sistemas de Bombeo de Agua Potable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concepto y función de un sistema de bombeo.</li><li>• Aplicaciones en sistemas urbanos y rurales.</li><li>• Clasificación de bombas: centrífugas, de desplazamiento positivo, sumergibles, etc.</li><li>• Normativas técnicas y sanitarias (NOM, WHO, EPA, etc.).</li></ul>
2	Fundamentos Mecánicos e Hidráulicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Principios de mecánica de fluidos aplicados.</li><li>• Cálculo de carga hidráulica (altura manométrica).</li><li>• Curvas características de bombas y sistemas.</li><li>• Selección de bombas en función de caudal y presión.</li><li>• NPSH y cavitación.</li></ul>
3	Componentes Mecatrónicos del Sistema	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motores eléctricos para bombeo: trifásicos, monofásicos, variadores de velocidad.</li><li>• Sensores típicos: presión, caudal, nivel, temperatura, vibración.</li><li>• Actuadores: válvulas motorizadas, servoválvulas.</li><li>• Instrumentación: manómetros, caudalímetros, transductores.</li></ul>



4	Diseño y Simulación del Sistema de Bombeo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensionamiento de un sistema completo: tanque, tuberías, bomba, sensores, tablero de control.</li><li>• Software de simulación hidráulica (por ejemplo, EPANET, WaterGEMS).</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Simulación de sistemas de control (por ejemplo, MATLAB/Simulink, TIA Portal, Factory I/O).</li></ul>
5	Aplicaciones Reales y Proyectos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas de bombeo en redes municipales.</li><li>• Bombeo en pozos profundos y sistemas rurales.</li><li>• Estaciones de rebombeo y plantas potabilizadoras.</li><li>• Proyectos integradores: diseño, automatización y simulación de una estación de bombeo potable.</li></ul>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a los Sistemas de Bombeo de Agua Potable	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Identifica los diferentes tipos de sistemas de bombeo y sus aplicaciones en redes de distribución de agua potable.</p> <p>Reconoce normativas técnicas y sanitarias asociadas al diseño y operación de estos sistemas.</p> <p><b>Genérica(s):</b> Comprende la importancia de los sistemas de bombeo en el abastecimiento de agua potable y su impacto social, técnico y ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lectura y discusión de casos reales de sistemas de bombeo urbano y rural.</li><li>• Mapa conceptual de tipos de bombas y aplicaciones.</li><li>• Investigación guiada sobre normativas técnicas y sanitarias (NOM, WHO, etc.).</li><li>• Exposición colaborativa sobre sistemas de bombeo en diferentes industrias (minería, agrícola, urbano, etc.).</li><li>• Cuestionario diagnóstico para explorar conocimientos previos</li></ul>



## 2. Fundamentos Mecánicos e Hidráulicos

Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> Calcula la carga hidráulica total y analiza curvas características de bombas y sistemas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resolución de ejercicios de cálculo de carga hidráulica, NPSH y eficiencia.</li><li>• Análisis de curvas características de bombas reales.</li><li>• Actividad práctica (o simulada) de selección de una bomba a partir de requerimientos hidráulicos.</li></ul>
Evalúa parámetros críticos como NPSH, eficiencia y cavitación. Selecciona bombas en función de requerimientos hidráulicos reales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de roles: “Soy el ingeniero de bombeo” (presentar soluciones a problemas hidráulicos).</li><li>• Taller de interpretación de fichas técnicas de bombas.</li></ul>
<b>Genérica(s):</b>  Aplica principios de hidráulica para el análisis y diseño de sistemas de bombeo.	

## 3. Componentes Mecatrónicos del Sistema

Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b>  Identifica sensores, actuadores y motores adecuados para sistemas de bombeo.  Analiza el funcionamiento e integración de estos componentes en el sistema completo. Diseña esquemas de conexión e interpretación de diagramas eléctricos y de control.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorio: identificación física o virtual de sensores, motores y válvulas.</li><li>• Actividad práctica: lectura e interpretación de planos eléctricos y diagramas de control.</li><li>• Diseño de un tablero básico de control en papel o software CAD.</li><li>• Simulación del comportamiento de sensores y actuadores en un entorno virtual.</li><li>• Cuestionario interactivo sobre funciones y tipos de sensores usados en bombeo.</li></ul>
<b>Genérica(s):</b> Integra componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos en sistemas de bombeo.	

**4. Diseño y Simulación del Sistema de Bombeo**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Dimensiona todos los elementos de un sistema de bombeo desde un enfoque mecatrónico.</p> <p>Utiliza software especializado (como EPANET, WaterGEMS, Simulink, Factory I/O) para simular comportamiento hidráulico y de control.</p> <p>Verifica y ajusta parámetros de diseño con base en resultados simulados.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <p>Diseña y valida sistemas de bombeo mediante herramientas digitales de simulación y modelado.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proyecto guiado: diseño completo de un sistema de bombeo (equipo o individual).</li><li>• Simulación hidráulica del sistema usando EPANET o WaterGEMS.</li><li>• Modelado del control automatizado con MATLAB/Simulink o Factory I/O.</li><li>• Rúbrica de validación técnica y de simulación del diseño.</li><li>• Revisión entre pares del diseño de compañeros.</li></ul>

**5. Aplicaciones Reales y Proyectos**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Formula, diseña e implementa un sistema de bombeo automatizado considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.</p> <p>Aplica principios de ética profesional, seguridad y responsabilidad social en el diseño de soluciones.</p> <p>Presenta y documenta técnicamente el proyecto ante una audiencia técnica o profesional.</p> <p><b>Genérica(s):</b></p> <p>Integra los conocimientos adquiridos para resolver problemas reales mediante el desarrollo de un proyecto de bombeo automatizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollo del proyecto final: diseño e implementación de un sistema de bombeo automatizado (documentación, simulación, presentación).</li><li>• Defensa técnica del proyecto ante jurado (real o simulado).</li><li>• Presentación en formato póster técnico o exposición oral.</li><li>• Elaboración de manual técnico del sistema desarrollado.</li><li>• Evaluación cruzada entre equipos y autoevaluación de desempeño.</li></ul>

## 8. Práctica(s)

**Práctica 1:** *Análisis técnico de un sistema real de bombeo*

Visita técnica (presencial o virtual) a una estación de bombeo o sistema de agua potable. El estudiante elaborará un informe técnico donde identifique tipo de bomba, características generales, esquema de control y consideraciones normativas.

**Práctica 2:** *Determinación de la carga dinámica total y selección de bomba*

A partir de un caso práctico (altura, caudal y pérdidas de carga), el alumno calculará la carga dinámica total y seleccionará una bomba centrífuga adecuada utilizando curvas de rendimiento reales.

**Práctica 3:** *Montaje de sensores y motores en un sistema de bombeo básico.*

En un banco de pruebas o simulador, el estudiante conectará sensores de nivel y presión, un motor trifásico y elementos de protección, verificando el funcionamiento y realizando mediciones eléctricas básicas.

**Práctica 4:** *Simulación de un sistema de bombeo en EPANET o WaterGEMS*

Modelar un sistema de bombeo con tuberías, válvulas y reservorios en un software hidráulico. Evaluar presiones y caudales en distintos puntos, y verificar la operación de la bomba dentro de sus límites operativos.

**Práctica 5:** *Análisis energético de un sistema de bombeo con y sin variador de frecuencia*

Medir o simular el consumo energético de una bomba funcionando a velocidad constante y a velocidad variable con VFD (variador). Comparar consumo, torque y eficiencia. Complementar con un plan de mantenimiento básico.

**Práctica 6:** *Desarrollo e implementación de un sistema automatizado de bombeo*

En equipos, diseñar y programar un sistema de bombeo automatizado funcional o simulado, que integre sensores, PLC, HMI y lógica de control. Presentar la solución en forma de proyecto final con documentación técnica.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se

fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

La evaluación por competencia requiere de una evaluación continua y permanente, por lo que se deben realizar evaluaciones:

- **Diagnóstica** Aplicar esta evaluación al inicio del semestre que permita evaluar los conocimientos previos adquiridos.
- **Formativa:** su finalidad principal es verificar si los estudiantes están adquiriendo y desarrollando adecuadamente las competencias requeridas. Permite identificar los avances y deficiencias en la adquisición del conocimiento permitan proveer una retroalimentación útil para mejorar su desempeño académico.
- **Sumativa:** Se busca determinar el grado de ejecución y desempeño alcanzado por los estudiantes en la aplicación de las competencias adquiridas durante el curso. Su finalidad es asignar una calificación y tomar decisiones de acreditación basada en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Los productos sugeridos para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje son:

- **Informe técnico del proyecto final**
- **Fichas técnicas** de selección de bombas, sensores, motores y variadores
- **Cálculos hidráulicos** (carga dinámica total, eficiencia, NPSH)

- **Plan de mantenimiento preventivo y correctivo**
- **Análisis de consumo energético y propuesta de mejora**
- **Mapa conceptual de clasificación de bombas y sistemas**
- **Simulación del sistema de control en:**
  - TIA Portal
  - MATLAB/Simulink
- **Montaje de sensores, motores y válvulas en un banco de pruebas**
- **Esquemas eléctricos y de automatización hechos a mano o en CAD**
- **Póster técnico del sistema diseñado**
- **Presentación oral o defensa del proyecto**
- **Video explicativo del funcionamiento del sistema (real o simulado)**

#### **11. Fuentes de información (numerada, por orden alfabético y utilizando sistema APA)**

1. **Mott, R. L.** (2014). *Applied Fluid Mechanics* (7th ed.). Pearson Education.  
→ Fundamental para comprender el comportamiento de fluidos en sistemas de bombeo.
2. **Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., & Heald, C. C.** (2001). *Pump Handbook* (4th ed.). McGraw-Hill.  
→ Uno de los manuales más completos sobre diseño, selección y operación de bombas.
3. **Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M.** (2013). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.  
→ Explica con claridad la hidráulica aplicada, ideal para ingeniería.
4. **Chapman, S. J.** (2021). *Electric Machinery Fundamentals* (6th ed.). McGraw-Hill Education.  
→ Aborda el funcionamiento de motores eléctricos utilizados en bombas.
5. **Groover, M. P.** (2020). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (5th ed.). Pearson.  
→ Base para automatización industrial aplicada al bombeo.
6. **Franklin, G. F., Powell, J. D., & Emami-Naeini, A.** (2019). *Feedback Control of Dynamic Systems* (8th ed.). Pearson.  
→ Clave para comprender el control automático y retroalimentado.
7. **Bolton, W.** (2015). *Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering* (6th ed.). Pearson Education.  
→ Integra mecánica, electrónica y control: el núcleo del enfoque mecatrónico.
8. **McGhee, T. J.** (2010). *Water Supply and Sewerage* (7th ed.). McGraw-Hill Education.  
→ Trata sobre infraestructura hidráulica urbana, incluyendo estaciones de bombeo.
9. **Rizzoni, G., & Krause, M.** (2016). *Principles and Applications of Electrical Engineering* (6th ed.). McGraw-Hill.  
→ Aporta fundamentos eléctricos aplicados al diseño de sistemas.
10. **Tooley, M., & Dingle, L.** (2013). *Electrical Installation Work* (6th ed.). Routledge.  
→ Guía práctica sobre instalaciones eléctricas industriales, relevante para bombas.