

# “SISTEMAS HIDROMECAÑICOS A”

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### A. OBJETIVO GENERAL DE APRENDIZAJE

Diseñar y seleccionar los componentes esenciales en la operación de máquinas hidráulicas a partir de sus fundamentos teóricos y prácticos.

### B. CONTENIDOS EDUCATIVOS

#### COMPETENCIAS PROFESIONALES A LAS QUE CONTRIBUYE EL ESPACIO DE FORMACIÓN

<b>Competencias profesionales específicas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería (mecánica eléctrica/mecánica/mecánica administrativa) aplicando principios de matemáticas, ciencias e ingeniería.</li> <li>2. Capacidad para aplicar el diseño de ingeniería (mecánica eléctrica/mecánica /mecánica administrativa) para producir soluciones que cumplan con las necesidades específicas teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.</li> <li>3. Capacidad para desarrollar y conducir experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería (mecánica eléctrica/mecánica/ mecánica administrativa) para sacar conclusiones.</li> </ol>
<b>Competencias profesionales de énfasis</b>	No aplica

#### DESEMPEÑOS, HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS CIENTÍFICO-PROFESIONALES

Los desempeños profesionales, conocimientos y habilidades que promueve este espacio de formación son:

Resultados de aprendizaje que logrará el estudiante en este espacio de formación	
<b>Desempeños</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Relaciona los fenómenos físicos con las teorías y los modelos matemáticos que los describen.</li> <li>1.2 Aplica conocimientos teóricos en la solución de problemas complejos de ingeniería (mecánica eléctrica / mecánica / mecánica administrativa).</li> <li>1.3 Aplica conocimientos de diferentes áreas de la ingeniería mecánica eléctrica para resolver problemas complejos de ingeniería (mecánica eléctrica / mecánica / mecánica administrativa).</li> <li>1.5 Aplica los modelos matemáticos de componentes electromecánicos tales como motores, generadores, transformadores, bombas, actuadores hidráulicos, actuadores neumáticos, compresores, etc.</li> <li>1.6 Identifica y calcula las distintas formas de energía que intervienen en un sistema mecánico, eléctrico, térmico, neumático, hidráulico, etc.</li> <li>1.7 Realiza diagramas mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos y de control, empleando simbología de acuerdo a normas.</li> <li>1.9 Identifica y realiza cálculos para la integración de sistemas de energías renovables.</li> <li>1.10 Identifica oportunidades y aplica estrategias para el ahorro de energía en sistemas electromecánicos.</li> <li>1.12 Utiliza software especializado para analizar modelos matemáticos que describen el comportamiento de componentes o sistemas electromecánicos.</li> <li>2.1 Aplica una metodología para la realización del diseño de un componente, sistema o proceso.</li> </ol>

	<p>sociales que debe satisfacer el diseño de un componente, sistema o proceso.</p> <p>2.3 Identifica y evalúa las restricciones del diseño.</p> <p>3.3 Utiliza una organización lógica de los procedimientos y aplica el análisis matemático y gráfico para la interpretación de los resultados de un experimento.</p> <p>3.5 Describe los resultados experimentales y su relación con conceptos y principios fundamentales.</p> <p>3.7 Utiliza recursos computacionales modernos y apropiados para la práctica de la ingeniería.</p>
<b>Conocimientos</b>	<p>Conversión energética en turbomáquinas.</p> <p>Fundamentos de energía hidráulica.</p> <p>Triángulos de velocidades.</p> <p>Análisis de bombas usando Software de ingeniería.</p> <p>Turbomáquinas: componentes, clasificación, balance energético y ecuaciones fundamentales.</p> <p>Punto óptimo de operación en bombas.</p> <p>Cavitación y NPSH requerido y disponible.</p> <p>Cálculo de ventiladores.</p> <p>Clasificación de centrales hidroeléctricas, conversión de energía y componentes.</p> <p>Selección y análisis de turbinas hidráulicas.</p> <p>Semejanza en turbomáquinas.</p> <p>Fundamentos de transmisiones hidráulicas.</p>
<b>Habilidades</b>	<p>Trabajo en equipo.</p> <p>Resolución de problemas.</p> <p>Capacidad de síntesis.</p> <p>Manejo de software para simulación.</p> <p>Procedimientos de cálculo y diseño.</p> <p>Redacción de reportes.</p> <p>Presentaciones efectivas.</p>

### C. EGRESADO UASLP: DESEMPEÑOS Y HABILIDADES TRANSVERSALES

Perfil del Egresado UASLP	Desempeños y habilidades transversales que promueve el espacio de formación
Autonomía profesional y para el aprendizaje	<p>4.1 Reconoce la importancia de aprender y utilizar diferentes fuentes de información para elaborar proyectos y reportes.</p> <p>4.2 Procura el mejoramiento constante de sus conocimientos relacionados con su profesión.</p> <p>4.3 Tiene capacidad de aprender mediante la selección confiable de fuentes de información.</p> <p>4.4 Tiene información sobre los últimos avances tecnológicos en ingeniería.</p>
Habilidades de trabajo colaborativo	<p>5.1 Contribuye positiva y ampliamente al equipo de trabajo.</p> <p>5.2 Asume responsabilidades como miembro de un equipo.</p>
Habilidades de comunicación en español y otros idiomas	<p>6.1 Tiene comunicación verbal organizada, es consistente con el mensaje central y emplea un lenguaje corporal adecuado para expresar sus ideas.</p> <p>6.2 Tiene comunicación escrita organizada y es consistente con el mensaje central que se identifica en la introducción, donde los puntos principales están enlazados con transiciones y una conclusión.</p> <p>6.3 Emplea de manera efectiva, herramientas modernas de presentación, como soportes de audio, video, etc.</p> <p>6.4 Usa un vocabulario extenso y apropiado; así como la gramática de forma correcta.</p> <p>6.6 Elabora informes técnicos donde realiza juicios, producto de los resultados de las soluciones de ingeniería.</p>

Desarrollo de proyectos científicos, profesionales y/o sociales creativos	Esta competencia en ingeniería se considera como profesional específica, los desempeños ya están integrados dentro de este espacio de formación.
Responsabilidad social y reflexión ética	7.6 Implementa la normativa para calcular, instalar y operar los sistemas electromecánicos. 7.8 Tiene entendimiento sobre cómo inciden los factores económicos en el ejercicio profesional. 7.10 Selecciona las técnicas y herramientas para dar soluciones modernas en ingeniería y realiza juicios donde compara los resultados con las herramientas o técnicas alternativas.

## ESTRUCTURA GENERAL Y EVALUACIÓN SUMATIVA

### D. PLANEACIÓN DIDÁCTICA GENERAL

El curso está diseñado para una asimilación profunda de los contenidos del espacio de formación mediante la impartición de clases teóricas y prácticas, exposiciones, presentación de proyectos y uso de software de ingeniería.

La metodología de enseñanza es:

- Por el profesor: Enseñanza de la asignatura mediante presentación de los temas a profundidad, resolución de problemas, asignación de proyectos de investigación y de aplicación de conocimientos, asesorías y actividades grupales.

- Por el alumno: Lecturas de la bibliografía recomendada, incluyendo aquellos en idioma inglés, cumplimiento de tareas asignadas, identificación de componentes esenciales en la operación de las turbomáquinas, así como su selección atendiendo a condiciones operacionales.

El curso se divide en 8 temas con un total de 48 horas de teoría, consta de tres exámenes parciales las cuales conforman el 80 % de la calificación total, el 20 % restante corresponde a las actividades de aprendizaje.

A continuación, se muestra la estructura de formación y aprendizaje propuesta para el espacio de formación.

#	Nombre de la Unidad o Fase de formación	Objetivo de aprendizaje la Unidad o Fase	Contenidos educativos específicos (desempeños, habilidades, conocimientos)
1.	Introducción a las máquinas hidráulicas (3 h)	Conocer las nociones de máquinas de fluidos y de energía hidráulica para aplicar los principios en la solución de problemas.	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Definición, clasificación de máquinas de fluidos.</li> <li>1.2. Elementos característicos de una turbomáquina.</li> <li>1.3. Clasificación de las turbomáquinas.</li> <li>1.4. La energía hidráulica.               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.4.1. Definición y clasificación.</li> <li>1.4.2. El recurso hidráulico.</li> </ol> </li> <li>1.5. Balance energético de una máquina hidráulica.</li> <li>1.6. Revisión de ecuaciones fundamentales para el análisis de máquinas hidráulicas.</li> </ol> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b></p>

			Ejercicios en clase relativos a la conversión de energía en turbomáquinas. Reporte de investigación acerca de fundamentos de energía hidráulica.
2.	Teoría general de turbomáquinas (4 h)	Conocer las herramientas para el diseño de máquinas nuevas mediante el análisis del comportamiento de una turbomáquina de geometría definida, para	<p><b>Contenidos educativos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Triángulos de velocidades.</li> <li>2.2. Volumen de control y ecuación de continuidad.</li> <li>2.3. Teorema de Euler.</li> <li>2.4. Forma alternativa de la ecuación de Euler.</li> <li>2.5. Grado de reacción.</li> </ul> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Problemas de cálculos con triángulos de velocidades.</p>
3.	Bombas (12 h)	Analizar el funcionamiento de las bombas hidráulicas, tipos, efecto de las pérdidas en el rendimiento, su selección y determinación del punto de operación	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Definición y clasificación de bombas.</li> <li>3.2. Componentes.</li> <li>3.3. Tipos constructivos.</li> <li>3.4. Instalaciones de bombeo.</li> <li>3.5. Altura manométrica o efectiva de una bomba.</li> <li>3.6. Potencia y rendimiento.</li> <li>3.7. Curva característica de sistema.</li> <li>3.8. Selección de una bomba centrífuga.</li> <li>3.9. Punto de operación.</li> <li>3.10. Bombas serie y paralelo.</li> <li>3.11. Leyes de semejanza en bombas.</li> <li>3.12. Regulación de caudal.</li> </ul> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Análisis de bombas usando Software de ingeniería. Problema para determinación del punto óptimo de operación. Problemas de cálculo de altura, potencia y rendimiento en bombas. Problemas de semejanza en bombas.</p>
4.	Cavitación en turbomáquinas (4 h)	Diseñar una instalación hidráulica para evitar la cavitación mediante el análisis de los factores que influyen en este fenómeno y sus consecuencias.	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Conceptos básicos y efectos de la cavitación.</li> <li>4.2. NPSH.</li> <li>4.3. Condiciones de cavitación en una máquina hidráulica.</li> <li>4.4. Parámetro de Thoma.</li> <li>4.5. Parámetros de diseño de la instalación para evitar la cavitación.</li> </ul> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Proyecto de diseño para evitar cavitación. Investigación de condiciones favorables para aumentar el NPSH. Problemas de cálculo de NPSH.</p>
5.-	Ventiladores (5 h)	Analizar ventiladores como máquinas generadoras con compresibilidad de fluidos despreciable	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Definición y clasificación.</li> <li>5.2. Parámetros de operación en función de la caída de presión.</li> <li>5.3. Ventiladores radiales.</li> </ul>

			<p>5.4. Aplicaciones. 5.5. Leyes de semejanza en ventiladores.</p> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Problemas de cálculo de ventiladores Problemas de semejanza en ventiladores</p>
6.-	Centrales Hidroeléctricas (5 h)	Analizar la conversión de energía, componentes y funcionamiento de una central hidroeléctrica	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <p>6.1. Clasificación y descripción general. 6.2. Conversión de energía. 6.3. Principales ríos y centrales hidroeléctricas. 6.4. Componentes y funcionamiento. 6.5. Tipos de centrales. 6.6. Estimación del caudal de diseño. 6.7. Potencia de una central hidráulica.</p> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Reporte y presentación acerca de principales ríos y centrales del mundo, componentes y funcionamiento de centrales hidroeléctricas. Problema de cálculo de una central hidroeléctrica</p>
7.-	Turbinas hidráulicas (12 h)	Analizar las máquinas hidráulicas motoras en su funcionamiento, clasificación, tipos y aplicación de cada diseño existente.	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <p>7.1. Definición y clasificación. 7.2. Componentes. 7.3. Selección de turbinas hidráulicas. 7.4. Turbinas de acción o impulso. 7.4.1. Componentes. 7.4.1. Triángulos de velocidades. 7.4.1. Criterios de diseño para desempeño óptimo. 7.5. Turbinas de reacción. 7.5.1. Componentes. 7.4.1. Triángulos de velocidades. 7.4.1. Clasificación. 7.6. Evolución del rodete con la velocidad específica. 7.7. Leyes de semejanza en turbinas.</p> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Selección de turbinas. Cálculo de turbinas e identificación de condiciones óptimas de operación. Problemas de semejanza en turbinas. Análisis de turbinas usando Software de ingeniería.</p>
8.-	Transmisiones hidráulicas (4h)	Analizar el funcionamiento del acoplamiento hidrodinámico y del convertidor de par hidrodinámico, como principio de la transmisión hidráulica.	<p><b>Contenidos educativos específicos:</b></p> <p>8.1. Clasificación de las transmisiones hidráulicas. 8.2. Transmisiones hidrodinámicas funcionamiento y aplicaciones 8.3. Transmisiones hidrostáticas funcionamiento y aplicaciones.</p> <p><b>Actividades de aprendizaje:</b> Investigación y presentación de fundamentos de transmisiones hidráulicas.</p>

--	--	--	--

### E. EVALUACIÓN

A continuación, se muestra la propuesta de evaluación del espacio de formación. Conforme a ella, los estudiantes recibirán una calificación ordinaria.

Esta asignatura reporta tres calificaciones parciales antes de la calificación final ordinaria. Los porcentajes y ponderación son como se presentan en la Tabla 1. Adicionalmente, el profesor dejará actividades de aprendizaje que él considere conveniente. Los exámenes incluyen los temas desarrollados por el profesor en clases y el resultado de las actividades de aprendizaje desarrolladas por el alumno. Se describen los siguientes proyectos a realizar:

Proyecto 1: Determinación del punto óptimo de operación de una bomba considerando las curvas de la instalación y de la bomba.

Proyecto 2: Diseño de un sistema de tuberías para transportar agua caliente, atendiendo parámetros geométricos y de operación para evitar cavitación.

Proyecto 3: Reporte y presentación acerca de principales ríos y centrales del mundo, componentes y funcionamiento de centrales hidroeléctricas.

Tabla 1.

#	Momento de evaluación	Propuesta para la evaluación sumativa del aprendizaje	Porcentaje de evaluación
1	Evaluación del primer parcial de acuerdo con calendario de la Facultad. Se evalúa el primer, segundo y tercer tema del curso.	Examen escrito 8 pts Análisis de bombas usando Software de ingeniería 1 pts Proyecto 1 1 pts	33 %
2	Evaluación de segundo examen parcial de acuerdo con calendario de la Facultad. Se evalúa el cuarto, quinto y sexto tema del curso.	Examen escrito 8 pts Proyecto 2 1 pts Proyecto 3 1 pts	33%
3	Evaluación del tercer parcial de acuerdo con calendario de la Facultad. Se evalúa el sexto, séptimo y octavo tema del curso.	Examen escrito 8 pts Cálculo de turbinas e identificación de condiciones óptimas de operación 1 pts Análisis de turbinas usando Software de ingeniería 1 pts	34%
<b>Evaluación final ordinaria</b>		La calificación ordinaria será la suma de todos los puntos de evaluación referidos en la Tabla 1 multiplicados por el porcentaje de evaluación. La calificación se reportará con base 10 y se procederá acorde al Reglamento de Exámenes para declarar la asignatura acreditada o si procede EE o ET. El valor de la evaluación es 100%.	
<b>Evaluación extraordinaria</b>		Se evaluará el 100 % de los temas y el resultado de las actividades de aprendizaje de este espacio de formación. El examen escrito tiene un valor del 100%.	
<b>Evaluación a título</b>		Se evaluará el 100 % de los temas y el resultado de las actividades de aprendizaje de este espacio de formación. El examen escrito tiene un valor del 100%.	
<b>Evaluación a regularización</b>		Se evaluará el 100 % de los temas y el resultado de las actividades de aprendizaje de este espacio de formación. El examen escrito tiene un valor del 100%.	

## F. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS Y DIGITALES

### TEXTOS BÁSICOS

1. Mataix, C. Turbomáquinas hidráulicas, 2ª ed., ICAI-ICADE, Madrid, 2009.
2. Zamora Parra B., Viedma Robles A. Máquinas hidráulicas (teoría y problemas), CRAI UPCT, 1º Ed., 2016.
3. Lecuona, A., Nogueira, J.I. Turbomáquinas, Ariel Ciencia y Tecnología, Barcelona, 2000.
4. Ehrlich R, Geller H. Renewable Energy: A First Course, Taylor & Francis CRC Press, 2da Ed., 2017
5. Potter, M.C., y Wiggert, D.C., Mechanics of fluids, Prentice-Hall, 1991.
6. Munson B., Young D., Okiishi T., HUEBSCH W. Fundamentals of Fluid Mechanics, 6º Ed, Wiley, 2009
7. Almandoz Berrondo, J., Mongelos Oquiñena, M., Pellejero Salaberria, I. Apuntes de máquinas hidráulicas, Universidad del país vasco, 2007

### DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE INTERÉS:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vhc-hEjh12I>  
[https://www.youtube.com/watch?v=0\\_3YI-VQRio](https://www.youtube.com/watch?v=0_3YI-VQRio)  
<https://www.youtube.com/watch?v=SpKuTfw560U>  
<https://www.youtube.com/watch?v=k0BLOKEZ3KU>

## DATOS CURRICULARES Y ESCOLARES

Área	Línea	Tipo de crédito	Tipo de espacio de formación	Idioma de impartición	Modalidad de impartición
Profesional	N/A	Nuclear	Curso	Español/Inglés	Presencial

### CRÉDITOS

De acuerdo con la propuesta curricular oficial, los datos escolares del espacio de formación son:

Número de semanas	Horas presenciales de teoría por semana	Horas presenciales de práctica por semana	Horas de trabajo autónomo del estudiante por semana	Créditos por Acuerdo 17/11/17 (antes 279)
16	3	1	4	7

### REQUISITOS PARA CURSAR EL ESPACIO DE FORMACIÓN

A continuación, se señalan, si es necesario, los requisitos escolares para el espacio de formación.

#	REQUISITOS
1.	Los alumnos de IME, deben tener acreditado el Espacio de Formación de Sistemas electrohidráulicos y electroneumáticos. Los alumnos de IM e IMA deben tener acreditado el espacio de Formación de Circuitos Hidráulicos y Neumáticos.



### EQUIVALENCIAS DEL ESPACIO DE FORMACIÓN

A continuación, se señalan, si es necesario, las equivalencias del espacio de formación con espacios de programas educativos anteriores:

#### EQUIVALENCIAS

No existen espacios de formación equivalentes.

### INTEROPERABILIDAD

Este espacio de formación es compartido con otros programas educativos y/o entidades académicas: Sí

#### ENTIDAD ACADÉMICA Y PROGRAMAS EDUCATIVOS

Facultad de Ingeniería: Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecánica Administrativa.

### OTRAS FORMAS DE ACREDITACIÓN

- Este espacio de formación puede ser acreditado a través de la presentación de un documento probatorio que certifique que el estudiante ya cuenta con los aprendizajes necesarios: **No**
- Este espacio de formación puede ser acreditado a través de un examen que certifique que el estudiante ya cuenta con los aprendizajes necesarios: **No**

### OPCIONES DE FORMACIÓN

Este espacio de formación es parte de las siguientes opciones:

Opción de formación	Sí / No
Licenciatura	Sí
Programa de formación dual	No
Técnico Superior Universitario (TSU)	No
Carrera Ejecutiva	No
Opción de acreditación parcial	No
Residencia o práctica profesional	No

### PERFIL DEL DOCENTE

La formación y experiencia académica y profesional que debe reunir el perfil del docente que imparte este espacio de formación, y que deben ser considerados en la contratación y formación del profesor, es:

#### Formación y experiencia académica

- Ingeniero Mecánico Electricista o carrera afín con estudios de Maestría o doctorado.

#### Formación y experiencia profesional y laboral

- Deberá tener experiencia en los temas de las asignaturas.

#### El papel del profesor

- Explicar los temas de la asignatura, plantear ejercicios básicos y avanzados para la correcta asimilación de los temas fundamentales para un ingeniero, relativos a turbo maquinaria. Esto se ejecutará con base a la metodología



de enseñanza presentada en la parte D de este documento. Así mismo evaluará según lo establecido en la tabla 1.

- Máximo y mínimo de estudiantes por grupo
- Máximo de estudiantes por grupo para garantizar viabilidad académica, pedagógica y financiera: 25
- Mínimo de estudiantes por grupo para garantizar viabilidad académica, pedagógica y financiera: 5

#### TIPO DE PROPUESTA

- Es nueva versión de un programa que se presenta a manera de ajuste curricular o actualización de contenidos en el marco de un programa educativo existente.

#### ELABORADORES Y REVISORES

Elaboradores de este programa	Revisores de este programa
Dra. Geydy Luz Gutiérrez Urueta	Ing. Julio Álvarez Tamayo
M.I. Julio Alberto Boix Salazar	Dr. Baudel Lara Lara