



## SILABO TURBOMÁQUINAS

### I. INFORMACION GENERAL

1.1 Asignatura:	Turbomáquinas
1.2 Código:	ES604
1.3 Condición:	Obligatorio
1.4 Pre –Requisito:	EE408-Mecánica de Fluidos
1.5 N° de Horas de Clase:	04 (02 Teoría, 02 Práctica)
1.6 N° de Créditos:	03
1.7 Ciclo:	VI
1.8 Semestre Académico:	2022-A
1.9 Duración:	
1.9 Profesor:	García Pérez Mario

### II. SUMILLA

El curso pertenece al área de estudios de especialidad, es de naturaleza teórico-práctica. Le permite al alumno obtener los conocimientos para entender los mecanismos de transformación de energía hidráulica a mecánica en turbinas hidráulicas; y de mecánica a hidráulica en bombas y ventiladores. Abarca el estudio de la ecuación de transferencia de Euler. Turbinas hidráulicas. Bombas y ventiladores Principios de funcionamiento. Curvas características de bombas y turbinas. Regulación. Cavitación y golpe de ariete en turbomáquinas.

### III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

#### 3.1 COMPETENCIAS GENERICAS

- Desarrollo del Pensamiento crítico, capacidad para resolver problemas, capacidad para innovar y usar tecnología, capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica, comunicación oral y escrita en lengua propia y trabajo en equipo.
- Analiza, elabora, formula, y ejecuta soluciones a situaciones problemáticas complejas de los procesos de generación de energía eléctrica apreciando la importancia de la generación de la energía con mecanismos de desarrollo limpio.

#### COMPETENCIA ESPECÍFICAS CAPACIDADES Y ACTITUDES

COMPETENCIA	CAPACIDADES	ACTITUDES
- Comprende los fundamentos teóricos de las turbomáquinas hidráulicas.	Reconoce la ecuación fundamental de transferencia de energía en las turbomáquinas.	- Desarrollan una actitud crítica al analizar y desarrollar ejercicios prácticos.
- Analiza el comportamiento del agua en su paso por las distintas máquinas de fluidos.	Clasifica a las turbomáquinas que agregan energía a los fluidos Clasifica a las turbomáquinas que agregan energía a los fluidos	- Muestran interés en la solución de problemas prácticos relativos a las turbomáquinas
- Selecciona una turbomáquina hidráulica en función a una determinada necesidad.	Analiza el comportamiento de una turbomáquina ante cambios en sus parámetros representativos. Reconoce los diferentes modos de regulación de caudal en las turbina hidráulicas Analiza los fenómenos negativos que se producen en los sistemas de bombeo y a las tuberías forzadas	- Trabajan colaborativamente, participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas.



**IV. PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE APRENDIZAJE**

<b>N° UNIDAD</b>	<b>NOMBRE DE LA UNIDAD</b>	<b>DURACION EN SEMANAS</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>FECHA DE TERMINO</b>
I	Ecuación de transferencia de energía en las turbomáquinas.	2		
II	Bombas y ventiladores.	4		
III	Turbinas hidráulicas.	1		
	Examen Parcial	1		
III	Turbinas hidráulicas.	2		
IV	Semejanza hidráulica	3		
V	Regulación, cavitación y golpe de ariete.	2		
	Examen final	1		
	Examen sustitutorio	1		



**PROGRAMACION DE CONTENIDOS**

<b>UNIDAD I: ECUACIÓN DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN LAS TURBOMÁQUINAS</b>					
<b>CAPACIDAD: Reconoce la ecuación fundamental de transferencia de energía en las turbomáquinas.</b>					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	INDICADORES	TOTAL HORAS
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación del sílabo</li> <li>- Introducción al curso</li> <li>- Definición de máquinas hidráulicas.</li> <li>- introducción a las turbinas, bombas y ventiladores.</li> <li>- Asignación de Trabajo de investigación N° 01: Teoría de bombas hidráulicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comentan la importancia del curso en la carrera de ingeniería eléctrica.</li> <li>- Observan y comentan un video relacionado con el funcionamiento de bombas, ventiladores y turbinas hidráulicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoran la importancia del curso en la formación del ingeniero electricista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguen la diferencia entre las diferentes clasificaciones de las máquinas de fluidos.</li> <li>Explican el modo de funcionamiento de las bombas, ventiladores y turbinas.</li> </ul>	<p>4</p> <p>teoría: , 2h práctica: 2 h</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecuación de transferencia de Euler.</li> <li>- Altura de Euler.</li> <li>- Triángulos de velocidades.</li> <li>- Altura de presión.</li> <li>- Altura dinámica.</li> <li>- Grado de Reacción.</li> <li>- Aplicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplican la ecuación de Bernoulli al impulsor de una bomba centrífuga para hallar la ecuación de Euler</li> <li>-Analizan la ecuación de Euler para máquinas que añaden o restan energía a los fluidos.</li> <li>- Resuelven problemas relativos al grado de reacción de las turbomáquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en la resolución de problemas.</li> <li>- Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los rodets de distintas turbomáquinas según la distribución de los triángulos de velocidades en el rodete.</li> </ul>	<p>4</p> <p>teoría: , 2h práctica: 2 h</p>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

<b>UNIDAD II. BOMBAS Y VENTILADORES</b>					
<b>CAPACIDAD: Clasifica a las turbomáquinas que agregan energía a los fluidos</b>					
<b>SEMANA</b>	<b>CONTENIDOS CONCEPTUALES</b>	<b>CONTENIDOS PROCEDIMENTALES</b>	<b>CONTENIDOS ACTITUDINALES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TOTAL HORAS</b>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación de las bombas.</li> <li>- Bombas de desplazamiento positivo. Principio de funcionamiento. Usos.</li> <li>- Bombas rotodinámicas: Componentes, principio de funcionamiento. Usos.</li> </ul> <p><b>Presentación y/o exposición del trabajo de investigación N° 01</b></p>	<p>Elaboran y exponen mapas mentales o conceptuales acerca de las bombas.</p> <p>Se informan acerca del contenido del segundo tema de investigación.</p> <p>-Exponen el primer trabajo de investigación</p>	<p>- Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas.</p>	<p>Clasifica a las bombas según la forma de transformación de energía.</p>	<p>4</p> <p>teoría: , 2h práctica: 2h</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de la ecuación de Euler a las bombas centrífugas.</li> <li>- Alturas Teórica y efectiva.</li> <li>- Pérdidas, Potencias.</li> </ul> <p>- Asignación de Trabajo de investigación N° 02: Teoría de ventiladores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observan y comentan un video acerca de las bombas centrífugas</li> <li>- Aplican los conocimientos de la ecuación de Euler en problemas de sistemas de bombeo.</li> </ul>	<p>Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas</p>	<p>Reconoce las diferentes alturas energéticas en el análisis de sistemas de bombeo.</p> <p>Identifica las causas de las pérdidas de energía dentro y fuera de las bombas.</p> <p>Resuelve problemas de aplicación relativos al tema.</p>	<p>4</p> <p>teoría: 2h práctica: 2h</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimientos de las bombas</li> <li>- Ejercicios de aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resuelven problemas relativos a bombas centrífugas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en la resolución de problemas.</li> </ul>		<p>4</p> <p>teoría: 2h práctica: 2h</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventiladores. Definición</li> <li>- Clasificación.</li> <li>- Principio de funcionamiento. Usos.</li> <li>- Ejercicios de aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observan y comentan un video relativo a ventiladores</li> </ul>	<p>Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas</p>	<p>Conoce y clasifica a los ventiladores según la dirección del flujo</p>	<p>4</p> <p>teoría: , 2h práctica: 2h</p>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

	- <b>Presentación y / o Exposición de trabajo de investigación N° 02</b>	- Presentan y/o exponen grupalmente el segundo trabajo de investigación.		
--	--	--	--	--

<b>UNIDAD III. TURBINAS HIDRÁULICAS</b>					
<b>CAPACIDAD: : Clasifica a las turbomáquinas que agregan energía a los fluidos</b>					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	INDICADORES	TOTAL HORAS
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación de las turbinas hidráulicas.</li> <li>- Turbinas de acción: componentes, funcionamiento, tipos y características</li> <li>- Turbinas de reacción: tipos, componentes, funcionamiento.</li> <li>- Aplicación de la ecuación de Euler a las turbinas de acción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observan y comentan un video motivacional acerca de la central hidroeléctrica del Mantaro.</li> <li>- Elaboran mapas mentales o conceptuales acerca de las turbinas hidráulicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demuestra una actitud crítica al comentar la temática del video.</li> <li>- Participan colaborativamente en la construcción de mapas mentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoce y clasifica a las turbinas hidráulicas por el modo de transformación de la energía.</li> <li>- Reconoce las características propias de las turbinas de acción.</li> </ul>	4  teoría: 2h práctica: 2h
8	EXAMEN PARCIAL				2 h
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de la ecuación de Euler a las turbinas de reacción.</li> <li>- Alturas de energía.</li> <li>- Pérdidas de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboran y exponen mapa mental acerca de las alturas energéticas, las pérdidas de energía en las turbinas.</li> <li>- Observan y comentan un video motivacional acerca del funcionamiento de una turbina Pelton y una Francis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en la construcción de mapas mentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocen las diferentes alturas energéticas en la turbinas.</li> <li>- Identifican las causas de las pérdidas de energía dentro y fuera de las turbinas.</li> </ul>	4  teoría: 2h práctica: 2h
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencias.</li> <li>- Rendimientos.</li> <li>- Ejercicios aplicativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboran y exponen mapa mental acerca de las potencias y eficiencias en las turbinas.</li> <li>- Resuelven problemas de aplicación relativos al tema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en la resolución de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explican las potencias y rendimientos que se desarrollan en las diferentes turbinas hidráulicas</li> </ul>	4  teoría: 2h práctica: 2h



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

<b>UNIDAD IV. SEMEJANZA HIDRÁULICA</b>					
<b>CAPACIDAD: Analiza el comportamiento de una turbomáquina ante cambios en sus parámetros representativos.</b>					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	INDICADORES	TOTAL HORAS
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentación en modelos. Modelo y prototipo.</li> <li>- Condiciones de Semejanza: geométrica, cinemática y Dinámica.</li> <li>- Leyes de Similitud: Froude, Reynolds, Mach, Weber y Euler.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observan y comentan acerca de un video de experimentación en turbomáquinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demuestra una actitud crítica al comentar la temática del video.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explica acerca de los parámetros típicos y condiciones para establecer semejanza hidráulica.</li> </ul>	4  teoría: 2h práctica: 2h
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leyes de semejanza para turbinas.</li> <li>- Leyes de semejanza para bombas.</li> <li>- Número específico de revoluciones.</li> <li>- Curvas características de turbinas y bombas.</li> <li>5. Ejercicios de aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajan con los diagramas H &amp; Q de bombas y turbinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestran interés en la solución de casos prácticos relativos a las curvas de semejanza.</li> <li>- Desarrollan una actitud crítica al analizar y desarrollar ejercicios prácticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distingue entre los diversos métodos de establecer las relaciones de semejanza en bombas y turbinas.</li> <li>- Selecciona bombas hidráulicas para una determinada condición de H versus Q.</li> </ul>	4  teoría: 2h práctica: 2h
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño mecánico de turbinas Pelton</li> <li>- Criterios de selección de bombas y turbinas.</li> <li>- Ejercicios de aplicación</li> <li><b>- Asignación de Trabajo de investigación N° 03. Diseño mecánico de turbina Pelton</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resuelven problemas relativos a instalaciones de bombeo con bombas centrífugas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajan en forma grupal participando activamente en la ejecución de las actividades planteadas.</li> </ul>		4  teoría: 2h práctica: 2h



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

UNIDAD V. REGULACIÓN, CAVITACIÓN Y GOLPE DE ARIETE					
CAPACIDAD: Reconoce los diferentes modos de regulación de caudal en las turbina hidráulicas					
Analiza los fenómenos negativos que se producen en los sistemas de bombeo y a las tuberías forzadas.					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	INDICADORES	TOTAL HORAS
14	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regulación taquimétrica.</li><li>- Regulación directa e Indirecta.</li><li>- Regulación de turbinas de acción y de reacción.</li><li>-.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elaboran y exponen mapa mental acerca de la regulación en turbinas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Participan colaborativa y entusiastamente en la construcción de mapas mentales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reconocen los diferentes modos de regulación de caudal en las turbina hidráulicas.</li></ul>	4 teoría: 2h práctica: 2h
15	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Presentación y/o - Exposición del tercer trabajo de investigación.</b></li><li>- El fenómeno de la cavitación.</li><li>- El fenómeno del golpe de ariete.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-- Presentan y/o exponen grupalmente el segundo trabajo de investigación.</li><li>- Discuten acerca de las implicancias de los fenómenos de cavitación y golpe de ariete en turbinas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Valoran el trabajo en equipo respetando la opinión de los demás en la resolución de problemas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reconocen las causas que originan la cavitación en bombas y en turbinas</li><li>- Explican las causas que originan la cavitación en bombas y en turbinas</li></ul>	4 teoría: , 2h práctica: 2h
16	Examen Final				
17	Examen Sustitutorio				



#### V. ESTRATEGIAS METODOLOGICAS

- Trabajo en equipo y exposición de temas de investigación.
- Análisis y resolución de casos prácticos.
- Desarrollo de problemas teórico-prácticos.

#### VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS:

- Equipos multimedia: proyector, écran, etc.
- Equipos diversos para el desarrollo de los ensayos en laboratorio.
- Materiales: Plumones de colores, papelógrafos, separatas digitales del curso, pos-it, etc.

#### VII. EVALUACION DEL APRENDIZAJE

Se evaluará mediante un examen parcial y un examen final más la nota promedio de tres temas de investigación (monografías). Adicionalmente se tomará un examen sustitutorio que reemplazará la nota más baja de uno de los exámenes. La nota final se obtendrá según:

$$PF = (0, 20 EP + 0, 40 EF + 0,15 PTI + 0,25 PTA)$$

EP, EF: Notas de los exámenes parcial y final.  
PTI: Promedio de los trabajos de investigación.  
PTA: Promedio de trabajos de aula

#### FUENTES DE CONSULTA

##### Bibliográficas

##### Básicas:

- \* Claudio Mataix (2004). Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas .2da Ed: México. Harla.
- \* Humberto Gardea Villegas (1992). Aprovechamientos hidroeléctricos y de bombeo. 1era. . Ed. Trillas Ed: Venezuela
- \* José María Hernández Krahe (1195). Mecánica de Fluidos y máquinas Hidráulicas. España. UNED
- \* L. Quantz (1995). Motores Hidráulicos.1 era. Ed: España. Gustavo Gili.

##### Complementarias:

\* Pedro Fernández Díez (s.f.). Turbinas Hidráulicas. España. Departamento de Ingeniería Eléctrica de la universidad de Cantabria.

\* Wilfredo Jara Tirapegui (1998). Máquinas Hidráulicas. 1era. Ed: Lima. Fondo Ed. INIFIM-UNI.