**PROGRAMA DE CURSO**

**ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO**

1. **Antecedentes generales del curso:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Departamento | Ingeniería Civil Mecánica (DIMEC) | | | | | | | | | |
| Nombre del curso | Almacenamiento Energético | | Código | | ME5603 | | Créditos | | 6 | |
| Nombre del curso en inglés | *Energy Storage* | | | | | | | | | |
| Horas semanales | Docencia | 3 | | Auxiliares | | 1,5 | | Trabajo personal | | 5,5 |
| Carácter del curso | Obligatorio |  | | | | Electivo | | **X** | | |
| Requisitos | ME5140: Ingeniería en termofluidos/AUTOR | | | | | | | | | |

1. **Propósito del curso:**

|  |
| --- |
| El curso Almacenamiento Energético, tiene como propósito que el/la estudiante conozca los fundamentos y aplicaciones del almacenamiento de energía en todas sus formas. Dentro de ese contexto, se busca aplicar la teoría para estudiar el desempeño de las distintas tecnologías de almacenamiento existentes, y su integración a sistemas de generación/conversión de energía, con el fin de reconocer los efectos y beneficios de emplear almacenamiento energético y valorar su importancia en la sustentabilidad, cambio climático y el plan de descarbonización del sector energético.  El estudio y análisis de tecnologías de almacenamiento energético permitirá dar una visión crítica a los sistemas energéticos actuales, con el fin de proporcionar una perspectiva más amplia en la integración de estas tecnologías tanto en sistemas convencionales como en energías renovables.  El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):  CE1: Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos.  CE2: Interpretar los resultados de la modelación y simulación de fenómenos relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos, estableciendo la pertinencia de las técnicas utilizadas para ello.  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.  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.  CG4: Trabajo en equipo  Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.  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. |

1. **Resultados de aprendizaje:**

|  |  |
| --- | --- |
| Competencias específicas | Resultados de aprendizaje |
| CE1 | RA1: Aplica las leyes de la termodinámica y modelos energéticos al análisis de sistemas de almacenamiento, el estudio de su desempeño y oportunidades de integración a sistemas energéticos, considerando el manejo de lenguaje técnico y estrategias de simulación computacional. |
| CE3 | RA2: Elabora una propuesta de integración energética para la implementación de tecnologías de almacenamiento en el sistema seleccionado, a través de una evaluación transiente del desempeño y el uso de estrategias de modelación computacional. |
| CE2, CE4 | RA3: Evalúa las tecnologías disponibles, eficiencias y factibilidad técnico-económica mediante análisis de escala y sensibilidad, proponiendo el diseño e integración de un componente de acuerdo con los requerimientos energéticos del sistema. |
| Competencias genéricas | Resultados de aprendizaje |
| CG1 | RA4: Produce, en forma oral y escrita, informes de avance y una presentación final sobre su proyecto de almacenamiento energético, considerando en su discurso claridad, formalidad, dominio de lenguaje técnico para exponer un análisis reflexivo sobre su propuesta de integración del sistema.  RA5: Utiliza la lectura de textos científicos, académicos y profesionales para la búsqueda y construcción de soluciones en materias de sistemas energéticos y de almacenamiento, sintetizando información del estado del arte en estas materias. |
| CG4 | RA6: Ejecuta con sus pares diversas actividades asociadas a hitos del desarrollo y avance de un proyecto, ajustándose a plazos y autogestionando las tareas planificadas con el equipo. |
| CG5 | RA7: Evalúa el impacto de su propuesta de integración en los principios del desarrollo sostenible, en términos económicos y ambientales considerando normas y regulaciones. |

1. **Unidades temáticas:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
| 1 | RA1 | Tópicos sobre almacenamiento energético | 1,5 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| * 1. La necesidad e importancia del almacenamiento energético.   2. Almacenamiento energético y su contexto hoy en día.   3. Leyes de la termodinámica y conversión de energía aplicables al almacenamiento energético. | | El/la estudiante:   1. Reconoce la importancia del almacenamiento energético, e identifica las tecnologías más usadas en el contexto actual. 2. Calcula ciclos termodinámicos, evaluando su desempeño en términos de eficiencia. | |
| Bibliografía de la unidad | | Obligatoria: [1–3]  Complementaria: [6], [8] | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
| 2 | RA2, RA5, RA6 | Tecnologías de almacenamiento | 4 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| * 1. Tecnologías de almacenamiento energético tradicionales   2. Nuevas tendencias en almacenamiento energético. | | El/la estudiante:   1. Identifica las principales y nuevas tecnologías de almacenamiento energético. 2. Analiza la conveniencia de distintas tecnologías de almacenamiento energético aplicadas a contextos en particular. 3. Revisa el estado del arte de las tecnologías de almacenamiento energético en función de un proyecto seleccionado. | |
| Bibliografía de la unidad | | Obligatoria: [1], [3]  Complementaria: [4], [6], [8], [9] | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
| 3 | RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6 | Evaluación de desempeño en sistemas de almacenamiento | 2 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| * 1. Cálculo de eficiencias específicas de almacenamiento energético.   2. Simulación de tecnologías de almacenamiento energético. | | El/la estudiante:   1. Simula el comportamiento físico de la tecnología seleccionada para un proyecto, utilizando herramientas computacionales. 2. Calcula eficiencias de la tecnología utilizada para su proyecto, comparando con casos de similares características para almacenamiento energético. 3. Planifica con sus pares los hitos del proyecto, autogestionando sus avances. 4. Redacta un texto sobre los avances de su trabajo, reportando, en forma clara, los principales resultados de sus análisis y simulaciones. | |
| Bibliografía de la unidad | | Obligatoria: [1]  Complementaria: [8], [10] | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
| 4 | RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7 | Integración a sistemas de suministro de energía | 3.5 |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| * 1. Tecnologías de integración de sistemas.   2. Análisis de escala de sistemas energéticos.   3. Análisis exergético.   4. Simulación de sistemas energéticos.   5. Análisis económico y evaluación de costos. | | El/la estudiante:   1. Selecciona y aplica métodos de integración de almacenamiento a sistemas energéticos. 2. Simula el comportamiento de un sistema energético, considerando la tecnología seleccionada. 3. Evalúa el desempeño de un sistema energético completo, utilizando las metodologías de análisis de escala y exergético. 4. Evalúa la factibilidad económica e impacto ambiental del sistema propuesto en el proyecto grupal. 5. Ejecuta con sus pares los pasos propuestos para cumplir los hitos de avance del proyecto. 6. Redacta el estado de avance de su proyecto, reportando, en forma clara, los principales resultados de sus análisis y simulaciones del sistema. | |
| Bibliografía de la unidad | | Obligatoria: [2]  Complementaria: [5], [7], [8], [9] | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
| 5 | RA2, RA3, RA4, RA6, RA7 | Aplicaciones de almacenamiento energético | 3 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| * 1. Aplicaciones relevantes de almacenamiento energético en la industria. | | El/la estudiante:   1. Evalúa el desempeño del sistema propuesto, mediante un análisis de variables de decisión e indicadores clave de desempeño. 2. Reflexiona acerca de otras aplicaciones relevantes respecto del almacenamiento energético en la industria. 3. Trabaja con su equipo en la elaboración del informe final y exposición, autogestionando su quehacer para alcanzar las metas propuestas. 4. Expone los resultados del proyecto, explicando en forma clara y con un lenguaje formal las propuestas técnicas y sus indicadores de desempeño. 5. Evalúa el impacto de su propuesta de integración en los principios del desarrollo sostenible, en términos económicos y ambientales considerando normas y regulaciones. | |
| Bibliografía de la unidad | | Complementaria: [8–10] | |

1. **Estrategias de enseñanza -aprendizaje:**

|  |
| --- |
| * Clases expositivas * Análisis de casos de estudio aplicados a escala de laboratorio y comercial. * Charlas de invitados. * Lectura de artículos científicos * Un proyecto general abordado por los y las estudiantes en donde pondrán en práctica materia vista en clases |

1. **Estrategias de evaluación:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| La metodología de evaluación comprende:   |  |  | | --- | --- | | Tipo de evaluación | Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación | | -Controles | Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5 (Los controles permiten verificar el conocimiento sobre las leyes fundamentales en ingeniería térmica, tecnologías de almacenamiento energético y metodologías de análisis de desempeño de sistemas energéticos.) | | -Tareas sobre un tema a seleccionar por los alumnos, que aborden las distintas etapas de evaluación de un sistema de almacenamiento. | Evalúa RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7 y RA8 (Las tareas basadas en el proyecto del ramo permiten verificar las fuentes de información, la aplicación de las leyes fundamentales en ingeniería térmica, capacidad de implementar simulaciones computacionales y evaluar indicadores de logro.) | | -Presentaciones sobre los temas seleccionados. | Evalúa los RA2, RA3, RA4, RA6 y RA7. (la exposición oral es una descripción del diseño y evaluación del proyecto desarrollado). | |

**G. Recursos bibliográficos:**

|  |
| --- |
| **Bibliografía obligatoria:**  [1] Dincer, I., & Rosen, M. A. (2021). *Thermal energy storage systems and applications*. John Wiley & Sons.  [2] Moran, M., Shapiro, H., Boettner, D., & Bailey, M. (2014). *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. John wiley & Sons.  [3] Huggins, R. (2016) *Energy Storage: Fundamentals, Materials and Applications.* Springer  **Bibliografía complementaria:**  [4] Menictas, C., Skyllas-Kazacos, M., & Lim, T. (2014) *Advances in Batteries for Medium and Large-Scale Energy Storage.* Woodhead Publishing Series in Energy.  [5] Dincer, I., & Rosen, M. A. (2007). Exergy Analysis of Thermal Energy Storage Systems (Ed.). *Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development* (pp. 132-167). Elsevier.  [6] Cabeza, L. (2021) *Advances in Thermal Energy Storage Systems.* Woodhead Publishing Series in Energy.  [7] Bejan, A. (2016) *Advanced Engineering Thermodynamics.* Wiley  [8] Díaz-González, F., Gomis-Bellmunt, O., Sumper, A. (2016) *Energy storage in power systems*. John Wiley & Sons.  [9] Kalaiselvam, S., Parameshwaran, R. (2014) *Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability: Systems Design, Assessment and Applications*. Academic Press  [10] Artículos seleccionados de revistas científicas como: ***Renewable and Sustainable Energy Reviews, Journal of Energy Storage, Energy, Renewable Energy, Applied energy.***  Apuntes proporcionados por el cuerpo docente y material que se subirá a la plataforma. |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Vigencia desde: | Otoño 2022 |
| Elaborado por: | Ignacio Calderón Vásquez, Ian Wolde Ponce |
| Validado por: | Validación CTD de Mecánica |
| Revisado por: | Área de Gestión Curricular |