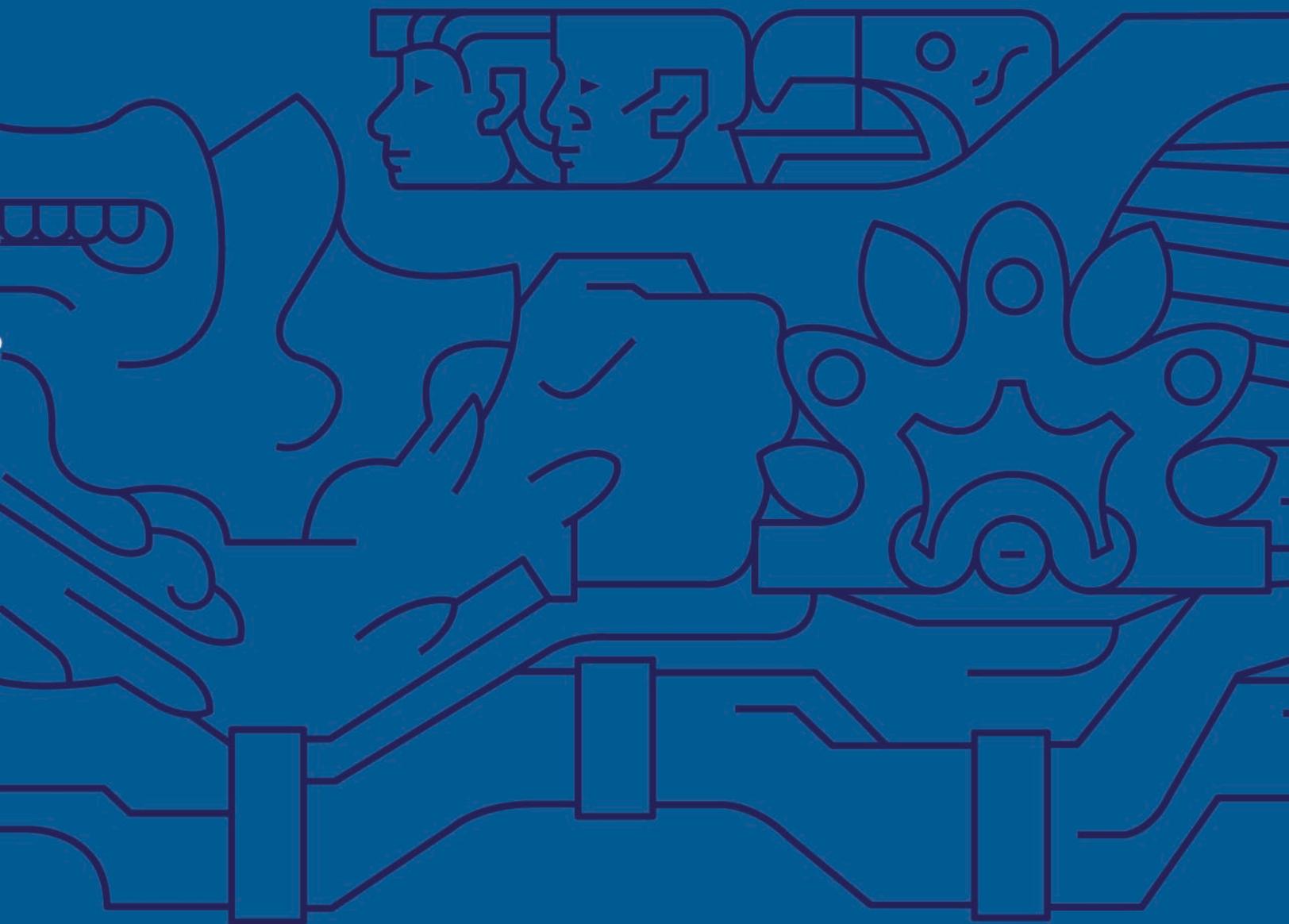


Programas de los Cursos

Maestría en Ciencias
de la Ingeniería



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY



PROGRAMAS DE ESTUDIO

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Computación aplicada

CICLO ESCOLAR

Primer Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

CS4015

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al final del curso el alumno será capaz de:

- Aplicar conocimiento matemático para modelar sistemas físicos y utilizando principios básicos de programación.
- Emplear herramientas computacionales que le permitan resolver los modelos matemáticos de los modelos planteados.
- Ser competente con el uso de algún paquete de programación como lo es Matlab, Python o R.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción a la programación.
 - 1.1 Panorama general de la herramienta computacional a utilizar.
 - 1.2 Vectores y matrices.
 - 1.3 Operaciones básicas y manipulación de matrices.
 - 1.4 Programación.
 - 1.5 Gráficas.
2. Modelación y regresión.
 - 2.1 Regresión y ajuste de curvas.
 - 2.2 Problemas y aplicaciones.
3. Estadística, probabilidad e interpolación.
 - 3.1 Estadística e histogramas.
 - 3.2 Distribución normal.
 - 3.3 Procesos aleatorios.
 - 3.4 Interpolación.
 - 3.5 Problemas y aplicaciones.

4. Álgebra lineal.
 - 4.1 Métodos Matriciales para la resolución de ecuaciones lineales.
 - 4.2 División por el lado izquierdo.
 - 4.3 Sistemas indeterminados.
 - 4.4 Sistemas sobre determinados.
 - 4.5 Problemas y aplicaciones.

5. Métodos numéricos para cálculo y ecuaciones diferenciales.
 - 5.1 Integración numérica.
 - 5.2 Diferenciación numérica.
 - 5.3 Ecuaciones diferenciales del primer orden.
 - 5.4 Ecuaciones diferenciales de orden superior.
 - 5.5 Métodos especiales para ecuaciones lineales.
 - 5.6 Problemas y aplicaciones.

6. Optimización.
 - 6.1 Fundamentos de los algoritmos de optimización.
 - 6.2 Programación lineal.
 - 6.3 Programación con y sin restricciones.
 - 6.4 Optimización multiobjetivo.
 - 6.5 Algoritmos genéticos de optimización.
 - 6.6 Problemas y aplicaciones.

7. Aprendizaje autónomo.
 - 7.1 Importar y organizar datos.
 - 7.2 Preparación de los datos para aprendizaje autónomo.
 - 7.3 Patrones naturales en los datos.
 - 7.4 Creación de un modelo predictivo.
 - 7.5 Mejoramiento del modelo.
 - 7.6 Problemas y aplicaciones.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: modelación y regresión, estadística, álgebra lineal, solución de ecuaciones diferenciales parciales, diferenciación numérica, optimización y aprendizaje autónomo. Propiciando la participación activa de los alumnos.
2. Ejemplificar los contenidos de la clase con aplicaciones en la ingeniería.
3. Discusión para la solución de problemas de los temas del curso.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Desarrollo de proyectos por cada tema visto.
2. Solución de ejercicios prácticos que refuercen el entendimiento de cada tema expuesto.
3. Reforzamiento de los temas vistos en clase en otras fuentes de información.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

20% --- Examen de medio término. Es un examen a la mitad del periodo que evalúa la comprensión y aplicación de conceptos vistos en clase.

50% --- Tareas, ejercicios y actividades. Actividades que se realizan a lo largo del semestre para reforzar el entendimiento del curso.

10% --- Presentación individual. Presentación de trabajos parciales en cada uno de los temas.

20% --- Examen final integrador. Se evalúa el conocimiento de los contenidos de todo el semestre.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Modelación física matemática

CICLO ESCOLAR

Primer Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

F4005

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Desarrollar la competencia matemática básica en cada una de las siguientes áreas de la matemática aplicada: algebra lineal, cálculo vectorial, análisis de Fourier y ecuaciones diferenciales parciales.
- Usará las herramientas matemáticas adecuadas para hacer la modelación de los problemas de ingeniería.
- Usará técnicas y/o software especializado en matemáticas para resolver los problemas en ingeniería mediante el modelo planteado.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Algebra lineal.
 - 1.1 Operaciones matriciales.
 - 1.2 Sistemas de ecuaciones lineales.
 - 1.3 Transformaciones lineales.
 - 1.4 Problemas de valor propio.
 - 1.5 Aplicaciones de algebra lineal.

2. Cálculo vectorial.
 - 2.1 Operaciones vectoriales.
 - 2.2 Cálculo diferencial vectorial.
 - 2.3 Gradiente, rotacional y divergencia.
 - 2.4 Integrales de línea.
 - 2.5 Integrales de superficie.
 - 2.6 Teorema de Green, teorema de Gauss y teorema de Stokes.

3. Análisis de Fourier.
 - 3.1 Series de Fourier.

- 3.2 Integral de Fourier.
- 3.3 Transformada de Fourier.

- 4. Ecuaciones diferenciales parciales.
 - 4.1 Ecuaciones de primer orden.
 - 4.2 Ecuaciones de orden superior.
 - 4.3 Métodos de solución.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: algebra lineal, cálculo vectorial, análisis de Fourier y ecuaciones diferenciales parciales. Propiciando la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas y casos prácticos en ingeniería de los temas del curso.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Presentación en equipos de trabajo de investigaciones basadas en revistas especializadas.
2. Uso de software especializado para la solución de ecuaciones diferenciales parciales.
3. Solución de ejercicios prácticos que refuercen el entendimiento de cada tema expuesto.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Examen medio término. Examen que evalúa el entendimiento conceptual y de aplicaciones de los temas del curso.
- 20% --- Tareas, ejercicios y actividades. Actividades individuales de los estudiantes donde se demuestre un entendimiento de los materiales del curso.
- 20% --- Actividades colaborativas. Trabajos en equipos que, además de realizarlos para que ocurra un mejor aprendizaje, se desarrollen habilidades transversales de colaboración.
- 30% --- Examen final. Examen que evalúa el entendimiento conceptual y de aplicaciones de los temas del curso.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Métodos de investigación e innovación

CICLO ESCOLAR

Primer Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

GI5000

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Justificar la relevancia de un tema de investigación, identificando los avances en el tema seleccionado con base en una revisión bibliográfica, y utilizando diversas fuentes de información.
- Definir la hipótesis sobre la que se realiza el proyecto de investigación aplicada y/o desarrollo tecnológico.
- Definir los métodos de investigación específicos y relevantes al ámbito del tema de tesis seleccionado.
- Definir un plan de trabajo y presupuesto para el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Justificación.
2. Marco teórico.
3. Revisión bibliográfica.
 - 3.1 Manuales.
 - 3.2 Artículos de reseña.
 - 3.3 Artículos de investigación.
 - 3.4 Artículos de divulgación.
 - 3.5 Patentes.
4. Hipótesis.
5. Métodos de investigación.
6. Plan de trabajo y presupuesto.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente:

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con los procedimientos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 50% --- Examen de medio término. Es un examen a la mitad del periodo que evalúa la comprensión y aplicación de conceptos vistos en clase.
- 20% --- Tareas, ejercicios y actividades. Actividades que se realizan a lo largo del semestre para reforzar el entendimiento del curso.
- 30% --- Proyecto integrador. Se evalúa el conocimiento de los contenidos de todo el semestre.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Tesis I

CICLO ESCOLAR

Segundo Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

GI5025

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de preparar una propuesta de tesis escrita especificando la pregunta de investigación, hipótesis y objetivos.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Investigación bibliográfica.
 - 1.1 Fuentes de información científicas.
 - 1.2 Lectura de artículos científicos.

2. Planteamiento del problema.
 - 2.1 Pregunta de investigación.
 - 2.2 Hipótesis de la tesis.
 - 2.3 Objetivos de investigación.

3. Propuesta de tesis.
 - 3.1 Integración de información.
 - 3.2 Escritura de propuesta.
 - 3.3 Plan de trabajo.

4. Presentación de avances de alumnos y expertos.
 - 4.1 Participación en presentación de avances.
 - 4.2 Participación en presentación de expertos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Presentación del marco teórico que sustenta las diferentes etapas del proceso de investigación.
2. Discusiones sobre las diferentes etapas del proceso de investigación.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Hacer la búsqueda de la información relevante en las diferentes fuentes de información.
2. Trabajar en forma individual en la construcción de la propuesta.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 40% --- 3 entregas parciales. Se evalúa el avance de la propuesta de investigación del alumno en cada etapa.
- 30% --- Propuesta de investigación. Se evalúa el trabajo final que el alumno entrega como propuesta de investigación.
- 15% --- Plan de trabajo. Se evalúa el plan de trabajo del estudiante, no sólo en lo referente a su semestre, sino también a lo largo del trabajo de investigación para desarrollar la tesis.
- 15% --- Participación en presentaciones de avance de alumnos y de expertos. Se evalúa las participaciones del alumno en los seminarios del programa.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ciencia de datos e inferencia estadística

CICLO ESCOLAR

Segundo Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

IN4027

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al final del curso el alumno será capaz de:

- Conocer los métodos de visualización de datos más comunes.
- Conocer los modelos más utilizados para modelar el error experimental.
- Ser capaces de hacer inferencias sobre la población a través del estudio de la muestra.
- Ser capaces de abstraer problemas prácticos en problemas estadístico y viceversa.
- Conocer a nivel introductorio algunas de las técnicas más utilizadas en la ingeniería estadística: análisis de regresión, diseño y análisis de experimentos, control estadístico de procesos.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Estadísticos muestrales y descriptivos.
 - 1.1 Muestro.
 - 1.2 Estadísticos.
 - 1.3 Métodos gráficos.

2. Probabilidad y distribuciones comunes.
 - 2.1 Métodos de conteo.
 - 2.2 Probabilidad condicional e independencia.
 - 2.3 Variables aleatorias.
 - 2.4 Funciones de variables aleatorias.
 - 2.5 Vectores aleatorios.
 - 2.6 Errores de medición en la práctica y su modelación con distribuciones de probabilidad.
 - 2.7 Distribuciones discretas comunes.
 - 2.8 Distribuciones continuas comunes.
 - 2.9 Teorema del límite central.
 - 2.10 Gráficas de probabilidad.

3. Estimación puntual e intervalos de confianza.
 - 3.1 Principios de la estimación puntual.

- 3.2 Intervalos de confianza para la media.
- 3.3 Intervalos de confianza para proporciones.
- 3.4 Intervalos de confianza para diferencia de medias.
- 3.5 Intervalos de confianza para diferencia de proporciones.
- 3.6 Intervalos de confianza para datos pareados.
- 3.7 Intervalos de confianza para la varianza y la desviación estándar de una población normal.

- 4. Pruebas de hipótesis.
 - 4.1 Metodología para probar hipótesis estadísticas.
 - 4.2 Prueba para la media poblacional.
 - 4.3 Prueba para una proporción.
 - 4.4 Prueba para la diferencia de medias.
 - 4.5 Prueba para la diferencia de proporciones.
 - 4.6 Pruebas para datos pareados.
 - 4.7 Pruebas libres de distribución.
 - 4.8 Pruebas para datos categóricos.
 - 4.9 Pruebas para la varianza de poblaciones normales.

- 5. Introducción a la correlación y la regresión.
 - 5.1 Correlación.
 - 5.2 Línea de mínimos cuadrados.
 - 5.3 Regresión lineal simple.
 - 5.4 Regresión lineal múltiple.
 - 5.5 Inferencia sobre los coeficientes de la regresión.
 - 5.6 Revisión de supuestos.

- 6. Introducción a experimentos factoriales.
 - 6.1 Experimentos de un factor.
 - 6.2 Métodos de comparaciones pareadas para experimentos de un factor.
 - 6.3 Experimentos de dos factores.

- 7. Introducción al control estadístico de la calidad.
 - 7.1 Conceptos de control estadístico.
 - 7.2 Cartas de control para variables.
 - 7.3 Cartas de control para atributos.
 - 7.4 Análisis de capacidad.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Probabilidad, Inferencia estadística, modelos lineales de regresión, análisis de experimentos factoriales, pruebas de hipótesis y técnicas gráficas. Propiciando la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas reales, identificación de hipótesis, visualización de datos, selección de métodos estadísticos, modelación, y sugerencias sobre la aplicación práctica.
3. Solución de casos reales.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Aplicación de todos los conceptos del curso en un proyecto integrador realizado en equipo donde apliquen los conocimientos aprendidos en el curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con un procedimiento y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 50% --- Exámenes parciales acumulativos. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos de estadística utilizando casos encontrados en la práctica.
- 10% --- Actividades y tareas. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente.
- 40% --- Proyecto integrador. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas de análisis de forma holística a través de la aplicación de una situación real.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Tesis II

CICLO ESCOLAR

Tercer Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

GI5026

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de tener recabados los datos de su tesis así como un análisis de los datos preliminar.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Métodos de levantamiento de datos.
 - 1.1 Datos cuantitativos.
 - 1.2 Datos cualitativos.
2. Levantamiento de datos.
 - 2.1 Trabajo de campo.
 - 2.2 Organización de la información.
3. Análisis de datos.
 - 3.1 Análisis preliminar de datos.
 - 3.2 Toma de decisiones.
4. Presentación de avances de alumnos y expertos.
 - 4.1 Participación en presentación de avances.
 - 4.2 Participación en presentación de expertos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Presentación del levantamiento de datos.
2. Discusiones sobre las diferentes maneras de levantar datos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Hacer la búsqueda de la información relevante en las diferentes fuentes de información.
2. Trabajar en forma individual en el levantamiento de datos y su análisis.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 40% --- 3 entregas parciales. Se evalúa el avance del documento de tesis de acuerdo al plan de investigación del alumno.
- 30% --- Documento final. Se evalúa la entrega del avance del documento de tesis después de la recopilación de datos y análisis preliminar.
- 15% --- Plan de trabajo. Se evalúa al inicio del semestre el plan de trabajo del semestre y el resto del trabajo de tesis de acuerdo al avance hasta llegar a este curso.
- 15% --- Participación en presentaciones de avance de alumnos y de expertos. Se evalúa las participaciones del alumno en los seminarios del programa.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Tesis III

CICLO ESCOLAR

Cuarto Semestre

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

GI5027

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de tener la tesis escrita y defenderla ante el comité.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Análisis de información levantada.
 - 1.1 Datos cuantitativos.
 - 1.2 Datos cualitativos.
2. Escritura de la tesis.
 - 2.1 Presentación de resultados.
 - 2.2 Análisis de resultados.
 - 2.3 Conclusiones del estudio.
3. Defensa de previa de tesis.
 - 3.1 Preparación de defensa previa de tesis.
 - 3.2 Defensa previa de tesis ante comité.
4. Presentación de logros de investigación.
 - 4.1 Elaboración de presentaciones de logros de investigación.
 - 4.2 Presentación oral ante público.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Presentación del análisis de datos.
2. Discusiones sobre las diferentes maneras de presentar resultados, su análisis y conclusiones.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Hacer el trabajo de escritura de la tesis.
2. Trabajar en forma individual en la escritura de la tesis.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

20% --- Presentación de logros de investigación ante el seminario de investigación. Compañeros y profesores del claustro evalúan el avance de la tesis en el seminario del programa.

40% --- Tesis. El comité de tesis evalúa el documento final de la tesis del alumno.

40% --- Presentación de defensa previa de tesis. El alumno presenta su tesis ante el comité y ésta es evaluada.

El alumno debe defender y aprobar una tesis ante un comité, en la defensa previa de tesis. Para una calificación aprobatoria en la defensa previa de tesis, se requiere y es suficiente una mayoría de votos. En caso contrario, la defensa previa de tesis se considerará reprobada. El comité solicitará una segunda presentación si lo considera necesario. Si la calificación es reprobatoria, el alumno deberá seguir las recomendaciones del comité y presentar su tesis nuevamente, en el plazo recomendado por dicho comité. El resultado de la defensa previa de la tesis será la calificación final de este curso, la cual será asignada por el comité.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Liderazgo para el desarrollo sostenible

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan el curso sello

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

DS4000

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de tomar conciencia de:

- Cambios medioambientales globales.
- Riesgos implícitos en un desequilibrio del planeta.
- La importancia de la diversidad de la vida y los imperativos de vivir de acuerdo con los límites, enfatizando en los graduados la visión apropiada para enfrentar los retos del siglo XXI y cambiando el rumbo del planeta hacia la sostenibilidad.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Visión integral de Aspectos Globales y del Desarrollo Sostenible.
2. Aspectos socioeconómicos del desarrollo sostenible.
3. Aspectos ambientales del desarrollo sostenible.
4. Visión Humana del Desarrollo Sostenible.
5. Aspectos sociopolíticos del Desarrollo Sostenible.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Presentación de las bases del Desarrollo Sostenible, su correspondiente ventaja competitiva, su implicación en el cambio organizacional, sus aspectos socioeconómicos, ambientales, sociopolíticos así como la visión humana del Desarrollo Sostenible.
2. Construcción y aplicación de preguntas de discusión, cuyo propósito es que el alumno lleve a cabo una reflexión crítica de las teorías vistas en clase.
3. Preparación para el análisis de escritos y videos para que el alumno pueda aplicar la teoría a situaciones problemáticas.
4. Preparación de actividades que contemplen el desarrollo de habilidades de investigación, para que el alumno identifique fuentes de información relevantes, recolecte y analice los datos.

Actividades de aprendizaje independientes:

1. Estudio de lecturas, cuyo propósito es que el alumno tenga una lectura orientada a la reflexión del propio aprendizaje y que al mismo tiempo permita el análisis y aplicación de los conceptos.
2. Resolución de cuestionarios de auto-diagnóstico, permiten al alumno llevar a cabo un diagnóstico de sus características personales en relación con los conceptos vistos en clase.
3. Exámenes de comprensión de lectura con el fin de verificar los conocimientos aprendidos y su aplicación a situaciones reales.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

20% --- Tareas.

50% --- Proyecto final.

30% --- Examen.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Liderazgo para la innovación empresarial

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan el curso sello

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

GI4000

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

El alumno será capaz de:

- Identificar oportunidades y aplicar herramientas, métodos y sistemas que le permitan implementar planes de acción para desarrollar ideas innovadoras en su entorno profesional.
- Desarrollar proyectos factibles desde el punto de vista técnico, comercial, financiero y legal con una visión de desarrollo sostenible.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Estructuras empresariales para la innovación incremental y de ruptura.
2. Herramientas de creatividad e innovación para la resolución de problemas.
3. Diseño y aplicación de propuestas de innovación.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Explicación de las bases teóricas correspondientes a las estructuras empresariales para la innovación incremental y de ruptura, herramientas de creatividad e innovación para la resolución de problemas y del diseño y aplicación de propuestas de innovación.
2. Discusión activa en las sesiones de clase de los temas expuestos.
3. Trabajo individual y colaborativo durante el curso.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Investigación bibliográfica sobre los diferentes temas del curso.
2. Desarrollo y presentación en equipos de trabajo de investigaciones basadas en los temas y conceptos del curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Evidencias de Innovación	20%
2. Presentación Proyecto Intermedio	30%
3. Evidencias de Emprendimiento	20%
4. Presentación Proyecto Final	30%

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Medio ambiente y cambio climático

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

AM4003

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al término del curso el alumno será capaz de:

- Conocer las fuentes y tipos de contaminantes en el medio ambiente.
- Conocer las interacciones multimedia de los contaminantes en el medio ambiente y sus impactos a nivel urbano, regional y global.
- Conocer y aplicar modelos matemáticos básicos para describir los procesos de contaminación que ocurren en el medio ambiente.
- Conocer estrategias generales que permiten reducir las emisiones de contaminantes.
- Conocer principios de evaluación de vulnerabilidad de sectores productivos, de servicios y de los ecosistemas, así como estrategias generales de adaptación.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Fuentes de contaminación y contaminantes.
 - 1.1 Procesos generales de emisiones de contaminantes.
 - 1.2 Contaminantes criterio, tóxicos y climáticos.
 - 1.3 Balances de materia y energía en el medio ambiente.
2. Poblaciones.
 - 2.1 Modelos de crecimiento de poblaciones.
 - 2.2 Modelos presa-predador.
 - 2.3 Microorganismos(Monod).
3. Dinámica de contaminantes en el medio ambiente.
 - 3.1 Transporte de contaminantes en el aire.
 - 3.2 Transporte de contaminantes en aguas superficiales.
 - 3.3 Transporte de contaminantes en el subsuelo.
 - 3.4 Transporte de contaminantes en ecosistemas.

4. Distribución de contaminantes en sistemas multimedios.
 - 4.1 Concepto de equilibrio.
 - 4.2 Coeficientes de partición.
 - 4.3 Bioacumulación.
 - 4.4 Distribución multimedia de los contaminantes.

5. Impactos del cambio climático y vulnerabilidad.
 - 5.1 Impactos en sectores productivos y de servicios.
 - 5.2 Impactos en ecosistemas.
 - 5.3 Vulnerabilidad de los sectores ante el cambio climático.
 - 5.4 Estrategias generales de mitigación de emisiones de contaminantes climáticos y adaptación.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta el tema del comportamiento de los contaminantes en el medio ambiente, ilustrando aplicaciones sobre los temas a través de la discusión de artículos científicos de reciente publicación y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas de carácter analítico o numérico.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Uso de herramientas de cómputo modernas para el análisis de sistemas complejos, o bien uso de modelos comunitarios para abordar casos de estudio.
3. Aplicación de todos los conceptos del curso en un caso integrador en grupos de 2 a 4 estudiantes; en el cual se fomentará la búsqueda y procesamiento de información, así como la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 25% --- Examen de medio término. Evalúa los conceptos y aplicaciones de los temas acumulados hasta el momento del examen.
- 25% --- Tareas y laboratorios. Las actividades de aprendizaje individual y en equipo se evalúan en este rubro.

20% --- Proyecto final. El proyecto final del curso es la aplicación de todos los conceptos que se vieron durante el curso, el estudiante demuestra un buen dominio de los temas.

5% --- Otras actividades cortas. Otras actividades que se van desarrollando en clase se evalúan.

25% --- Examen final. El examen final consiste en los temas acumulados durante el semestre.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Gestión integrada de recursos hídricos

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

AM5013

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Reconocer la importancia de un manejo integrado de los recursos hídricos en comparación con la gestión fragmentada o sectorizada.
- Identificar y analizar los factores y sistemas que deben integrarse en una cuenca hidrológica para la gestión eficiente de los recursos hídricos.
- Conocer y aplicar herramientas de simulación de escenarios como ayuda a la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos.
- Identificar estrategias para un manejo integrado de los recursos hídricos en una región, especialmente ante los retos derivados del cambio climático y las correspondientes respuestas adaptativas.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Manejo sectorizado vs manejo integral de los recursos hídricos.
 - 1.1 Introducción y conceptos generales.
 - 1.2 El concepto de Gestión Integrada.
 - 1.3 Necesidad y evolución de la GIRH.
 - 1.4 La importancia del entorno cambiante.
2. Valor económico del agua.
 - 2.1 Fundamentos.
 - 2.2 Evaluación y análisis de proyectos.
3. El sistema natural y el sistema humano.
 - 3.1 Procesos geodinámicos y climáticos.
 - 3.2 El ciclo hidrológico y la cuenca.
 - 3.3 El agua superficial y subterránea.
 - 3.4 Oferta de agua, disponibilidad y calidad.
 - 3.5 Balance hídrico.

4. Estrategias para un manejo integrado de los recursos hídricos.

4.1 Aspectos técnicos.

4.2 Aspectos socioeconómicos.

4.3 Aspectos ambientales.

4.4 Aspectos institucionales.

4.5 Aspectos políticos.

4.6 Enfoques de atención.

4.7 Casos de estudio: inundaciones y sequías.

4.8 Cambio climático y recursos hídricos.

5. Conceptualización y herramientas de simulación.

5.1 Software disponible.

5.2 La importancia de la toma efectiva de decisiones.

5.3 Aplicaciones.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico de los temas clave del curso de los recursos hídricos, prestando particular atención a aplicaciones sobre los mismos en el área de interés y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas, casos prácticos y análisis de artículos científicos de actualidad en donde se plasme el uso de los conceptos cubiertos en el curso.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Análisis crítico de situaciones reales, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis e interpretación de información.
2. Aprendizaje de sistemas de cómputo modernos que faciliten el uso de las herramientas provistas en el curso.
3. Aplicación de los conceptos del curso en dos casos integradores en grupos de 2 a 3 estudiantes, en el cual se fomentará la búsqueda y procesamiento de información, así como la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

25% --- Un examen de medio término. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos vistos en la primera mitad del curso.

30% --- Tareas y actividades cortas. Se evalúa la capacidad de aplicar los conceptos cubiertos en el curso a situaciones específicas.

20% --- Proyectos especiales e integradores. Se evalúa la capacidad de análisis de problemáticas reales.

25% --- Examen final integrador. Se evalúa el conocimiento de los contenidos de todo el semestre.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Análisis y evaluación de la calidad del agua

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

CV5016

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Comprender los distintos conceptos de calidad del agua y las leyes y normas vigentes.
- Identificar y clasificar los contaminantes hídricos de acuerdo a sus propiedades físicas, químicas y biológicas.
- Identificar las principales fuentes de contaminantes del agua.
- Aplicar las técnicas analíticas disponibles y los equipos utilizados en la determinación de los contaminantes acuáticos.
- Reconocer la importancia de realizar un muestreo apropiado, seguir un programa de control de calidad e interpretar correctamente los resultados del mismo.
- Conocer diferentes metodologías existentes para generar índices de calidad del agua
- Conocer metodologías para el diseño de programas de monitoreo.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción.
 - 1.1 Definiciones y conceptos.
 - 1.2 Clasificación de los contaminantes.
 - 1.3 Normas y leyes.
 - 1.4 Fundamentos de la química del agua.
 - 1.5 Propiedades del agua.
 - 1.6 Características físicas.
 - 1.7 Características biológicas.
2. Contaminantes acuáticos y su análisis.
 - 2.1 Contaminantes elementales.
 - 2.2 Metales pesados.
 - 2.3 Especies inorgánicas.
 - 2.4 Nutrientes de algas y eutrofización.

- 2.5 Contaminantes que consumen oxígeno.
- 2.6 Radionúclidos en el medio acuático.
- 2.7 Contaminantes orgánicos.

- 3. Muestreo y control de calidad.
 - 3.1 Tipos de muestreo.
 - 3.2 Planes de muestreo.
 - 3.3 Control de calidad en campo.
 - 3.4 Parámetros de campo y preservación de muestras.

- 4. Índices de calidad del agua.
 - 4.1 Índices de calidad de agua.
 - 4.2 Índices de vulnerabilidad.

- 5. Fuentes potenciales de contaminantes.
 - 5.1 Agricultura.
 - 5.2 Residencial.
 - 5.3 Industrial.
 - 5.4 Natural.

- 6. Aguas subterráneas.
 - 6.1 Introducción al agua subterránea.
 - 6.2 Ocurrencia, régimen y flujo.
 - 6.3 Hidrogeoquímica.
 - 6.4 Isótopos ambientales.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

- 1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: tecnologías para la potabilización y estrategias de minimización, reuso y fuentes alternas de agua, ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
- 2. Aprendizaje basado en la solución de problemas actuales a través de proyectos/tareas asignadas por el profesor.
- 3. Repaso de temas cubiertos al final de cada semana.
- 4. Asesorías fuera de clase si el alumno solicitara ayuda en algún tema específico.

Actividades de aprendizaje independiente

- 1. Trabajo individual y en equipo fuera de clase.
- 2. Exposición de temas en equipo.
- 3. Elaboración de un proyecto final (trabajo escrito y presentación oral) en el que se plantee una propuesta de solución ante una problemática establecida en la cual se haga el uso de alguna de

las técnicas instrumentales vistas en clase, de tal forma que se plasmen los conocimientos adquiridos en el curso.

4. Autoaprendizaje. Los alumnos deberán incrementar su capacidad de aprender por cuenta propia, de realizar análisis, síntesis y evaluación, así como de identificar y resolver problemas en el área analítica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Examen de Medio Término. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos aprendidos durante la primera mitad del curso.
- 30% --- Examen Final. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos aprendidos durante la segunda mitad del curso.
- 15% --- Tareas. Se evalúa la capacidad del alumno para resolver actividades ligadas con los temas aprendidos durante el curso.
- 25% --- Proyecto Final. Se evalúa la capacidad del alumno para integrar todos los conocimientos aprendidos durante el curso con la finalidad de resolver un caso práctico que involucre una problemática de actualidad.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Teoría de la información y codificación

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

E5054

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar este curso, el estudiante será capaz de:

- Aplicar los conceptos fundamentales de teoría de información para la capacidad de sistemas de comunicaciones.
- Desarrollar la teoría de información aplicada a redes de comunicaciones.
- Evaluar algoritmos de codificación y compresión.
- Realizar estudios comparativos de capacidad de canales.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Teoría de información.
 - 1.1 Medidas de información.
 - 1.2 Entropía y entropía diferencial.
 - 1.3 Información mutua.
 - 1.4 Fundamentos de codificación.
 - 1.5 El canal discreto sin memoria.
 - 1.6 Capacidad de Shannon.
2. Canales de acceso y de difusión.
 - 2.1 El canal discreto de acceso múltiple.
 - 2.2 El canal discreto de difusión.
 - 2.3 Compartiendo el canal.
 - 2.4 El canal gaussiano.
 - 2.5 Canales de interferencia.
 - 2.6 Regiones de capacidad y confiabilidad de canales.
3. Compresión y codificación.
 - 3.1 Sin pérdidas.
 - 3.2 Distribuida.

- 3.3 Con pérdidas.
- 3.4 Codificación conjunta de fuente y canal.

- 4. Canales y redes de comunicaciones.
 - 4.1 Redes gráficas y su capacidad.
 - 4.2 Canales de relay.
 - 4.3 Codificación de canal interactiva.
 - 4.4 Redes discretas sin memoria.
 - 4.5 Redes gaussianas.
 - 4.6 Canales inalámbricos con desvanecimientos.
 - 4.7 Teoría de información y redes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas claves del curso como teoría de información, comprensión y codificación, canales y redes de comunicaciones ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre el planteamiento de problemas de investigación para el desarrollo de la teoría de información para redes de comunicaciones en diferentes ambientes.
3. Aplicación de la teoría para el desarrollo de algoritmos de codificación de canal y fuente.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Lecturas de artículos y capítulos de libros de temas relacionados a las comunicaciones y el desempeño obtenido a través de técnicas de teoría de información para complementar el marco teórico.
2. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
3. Aplicación de todos los conceptos del curso en un proyecto integrador donde se evalúe en una red los límites del desempeño de comunicaciones utilizando los conceptos de teoría de información.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con un procedimiento y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 30% --- Examen parcial acumulativo. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos sobre teoría de información y codificación conjunta utilizando casos encontrados en la práctica.

- 20% --- Examen final acumulativo. Se evalúa el aprendizaje sobre la eficiencia de sistemas de comunicaciones evaluados por capacidad.
- 20% --- Actividades y tareas. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente.
- 30% --- Proyecto integrador. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas de análisis haciendo un estudio de los límites del desempeño de comunicaciones en una situación real.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Simulaciones computacionales

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

F4002

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Aplicar algoritmos conocidos para simular procesos físicos que intervienen en la ingeniería y la ciencia.
- Fortalecer la comprensión física y matemática del problema a estudiar con el fin de llevar a cabo simulaciones exitosas.
- Reforzar el conocimiento de métodos numéricos básicos como fundamento para cubrir los métodos numéricos avanzados.
- Utilizar técnicas estadísticas y de muestreo, e intervalos de confianza junto con estimación de parámetros, en la solución de problemas de ingeniería y ciencias.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Integración de funciones.
 - 1.1. Métodos de cuadratura gaussiana.
 - 1.2. Métodos de cuadratura para integrales altamente oscilantes.
 - 1.3. Integración Monte Carlo.

2. Raíces de ecuaciones no-lineales y optimización numérica.
 - 2.1. Solución de ecuaciones algebraicas no lineales.
 - 2.2. Máximos y mínimos de una función.
 - 2.3. Métodos de búsqueda.
 - 2.4. Método del gradiente conjugado.

3. Análisis de Fourier numérico.
 - 3.1. Teoremas sobre la transformada de Fourier.
 - 3.2. Transformada de Fourier Discreta.
 - 3.3. Cálculo numérico de la Transformada Rápida de Fourier.
 - 3.4. Transformada rápida de Fourier en 2D.

4. Generación de variables aleatorias.
 - 4.1. Generación de números aleatorios.
 - 4.2. Técnicas generales para la generación de variables aleatorias.
 - 4.3. Generación de variables aleatorias continuas y discretas.

5. Descripción estadística de datos.
 - 5.1. Momentos estadísticos de una distribución, media, varianza, skewness.
 - 5.2. Representación gráfica de los datos.

6. Métodos Monte Carlo.
 - 6.1. Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza.
 - 6.2. Procedimiento Monte Carlo.

7. Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
 - 7.1. Métodos Runge-Kutta.
 - 7.2. Métodos de condiciones de frontera.
 - 7.3. Métodos simplécticos.

8. Solución de ecuaciones diferenciales parciales.
 - 8.1. Diferencias finitas.
 - 8.2. Métodos de relajación.
 - 8.3. Métodos espectrales.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por el docente:

1. Exposición del profesor de los temas, con cuestionamiento a los alumnos, videos y simulaciones que aclaran los conceptos fundamentales.
2. Desarrollo de ejercicios por parte del profesor para que los estudiantes se familiaricen con el procedimiento.
3. Los alumnos realizan problemas y analizan casos de forma colaborativa supervisados por el profesor.
4. Realización de prácticas de simulación computacional en clase.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Realización de tareas de problemas, de forma individual y por equipos.
2. Realización de tareas de simulación computacional por equipos.
3. Investigación de tópicos relacionados con los temas del curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

70% --- Tareas y prácticas de simulación computacional.

30% --- Proyecto final que consiste en un proyecto de investigación para profundizar en algún tópico selecto del curso.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Fundamentos y aplicaciones de la energía eólica

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

F5009

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Realizar evaluaciones estadísticas del recurso eólico y sus características fluctuantes en un sitio prospectivo y realizar diseños de parques eólicos, así como evaluaciones básicas del desempeño esperado.
- Tener un conocimiento sólido de los diferentes aspectos tecnológicos de los aerogeneradores comerciales actuales, incluyendo los aspectos de diseño aerodinámico, los sistemas de transmisión y los tipos de generadores eléctricos y sus características y sabrá realizar y evaluar modelos ingenieriles de varios de los elementos clave.
- Conocer los aspectos básicos de diseño mecánico estructural, del control aerodinámico y del control del generador eléctrico y estará en condiciones de realizar diseños conceptuales y modelos ingenieriles.
- Realizar un estudio básico de la factibilidad de un parque eólico considerando aspectos técnicos, económicos y de financiamiento.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Recurso eólico.
 - 1.1 Potencia disponible en el viento.
 - 1.2 Extracción máxima de potencia (límite de Betz).
 - 1.3 Variación vertical de la velocidad del viento en la capa límite atmosférica.
 - 1.4 Estabilidad atmosférica.
 - 1.5 Características espectrales del viento - escalas de tiempo - turbulencia.
 - 1.6 Anemometría de copas.
 - 1.7 Anemometría ultrasónica.
 - 1.8 Medición remota usando SODAR.
 - 1.9 Medición remota usando LIDAR.
 - 1.10 Distribuciones de velocidad de viento.
 - 1.11 Estimación de la potencia promedio producida por turbinas eólicas.
 - 1.12 Estimación de vientos extremos.

- 1.13 Análisis del viento a largo plazo.
- 1.14 Modelación CFD.
- 1.15 Modelación de meso escala.

- 2. Aspectos de la tecnología de aerogeneradores.
 - 2.1 Aerodinámica de perfiles aerodinámicos.
 - 2.2 Aerodinámica de rotores.
 - 2.3 Curvas de desempeño de rotores.
 - 2.4 Tipos de cargas eléctricas.
 - 2.5 Sistemas de control y protección.
 - 2.6 Aerogeneradores asíncronos de frecuencia constante y control por stall.
 - 2.7 Aerogeneradores asíncronos de doble alimentación de frecuencia variable y control por pitch.
 - 2.8 Aerogeneradores asíncronos y de sincrónicos con control total de la potencia.

- 3. Diseño de parques eólicos.
 - 3.1 Elementos de un proyecto eólico.
 - 3.2 Modelación del flujo de viento.
 - 3.3 Sistemas de información georreferenciada.
 - 3.4 Diseño de disposiciones de turbinas.
 - 3.5 Evaluación del desempeño de turbinas.
 - 3.6 Red de recolección interna.
 - 3.7 Esquemas de interconexión con la red pública.
 - 3.8 Estudios de transmisión.

- 4. Regulación de proyectos de energía renovable.
 - 4.1 Banqueo de energía.
 - 4.2 Créditos de capacidad.
 - 4.3 Porteo de energía.
 - 4.4 Depreciación acelerada.
 - 4.5 Acceso a la red: aspectos económicos.
 - 4.6 Acceso a la red: aspectos técnicos.
 - 4.7 Manifiesto de impacto ambiental.
 - 4.8 Estudio técnico justificativo en materia forestal.
 - 4.9 Permiso municipal para cambio de uso de suelo.
 - 4.10 Permiso de autoabastecimiento de la CRE.
 - 4.11 Contrato de interconexión con la CFE.
 - 4.12 Convenio con CFE para compra-venta de excedentes de energía.
 - 4.13 El nuevo contexto del sector eléctrico después de la reforma energética.

- 5. Análisis económico y financiamientos.
 - 5.1 Costeo de proyectos eólicos.
 - 5.2 Proyecciones financieras.
 - 5.3 Esquemas de autoabastecimiento.

- 5.4 Bonos de carbono.
- 5.5 Fuentes de financiamiento.
- 5.6 Cierre financiero.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: tecnología de aerogeneradores y diseño de parques eólicos, ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusión socrática con los alumnos sobre puntos clave y temas de interés.
3. Supervisión y orientación de actividades individuales y grupales a cargo de los alumnos en el salón de clase.
4. Demostración de soluciones computacionales de manera ejemplar.
5. Asesoría sobre proyectos mensuales fuera del salón de clase.
6. Elaboración de material de apoyo, ejercicios y proyectos y colocación en el espacio virtual (Blackboard).

Actividades de aprendizaje independientes:

1. Realización de tareas individuales fuera del salón de clase.
2. Realización de actividades grupales dentro del salón de clase.
3. Elaboración de proyectos mensuales.
4. Lectura de materiales didácticos del curso, libros de consulta y de texto y artículos originales.
5. Conducción de prácticas de laboratorio (opcional).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

50% --- 2 proyectos mensuales acumulativos, a entregarse de manera individual. Se evalúa la comprensión de cada tema o grupo de temas y su aplicación en un contexto de aplicación ingenieril o de investigación, además de la capacidad de presentar resultados y defender el trabajo realizado.

10% --- Actividades grupales. Se evalúan los conocimientos conceptuales asociados a cada tema, así como la capacidad de trabajar en equipo y realizar razonamientos críticos.

10% --- Tareas. Se evalúan los conocimientos y habilidades asociados a cada tema, en particular de resolver de manera enfocada problemas concretos.

30% --- Examen final o proyecto integrador. Se evalúan el conocimiento y las habilidades asociados a los contenidos de todo el semestre.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ingeniería de producción

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

IN4017

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Evaluar el tiempo de ciclo para una línea de producción.
- Asignar tareas a estaciones de trabajo para un balanceo óptimo de una línea.
- Secuenciar un conjunto de modelos para una línea de modelos mixtos.
- Evaluar la eficiencia de una línea sujeta a interrupciones.
- Evaluar la conveniencia de utilizar buffers en una línea sujeta a interrupciones.
- Secuenciar productos en un taller tipo flowshop.
- Determinar la mejor configuración de celdas de manufactura para un conjunto de productos.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Planeación de procesos.
 - 1.1 Indicadores básicos en un sistema de producción.
 - 1.2 Relaciones entre los indicadores básicos.
 - 1.3 La ley de Little.
 - 1.4 Principales configuraciones de un piso para la producción.
2. Líneas de ensamble.
 - 2.1 Definición y cálculo de tiempo de ciclo.
 - 2.2 Métodos de balanceo, métodos exactos y métodos heurísticos.
 - 2.3 Líneas de modelos mixtos.
 - 2.4 Líneas sincrónicas, líneas sin buffers, efecto de buffers y modelación mediante procesos markovianos.
3. Programación de operaciones.
 - 3.1 Indicadores básicos en producción orientada a procesos.
 - 3.2 Flow-shop, cálculo de cotas para makespan y secuenciación en una, dos o tres estaciones, algoritmos exactos y heurísticos.
 - 3.3 Job-shop, métodos exactos y heurísticos para la programación de la producción.

4. Tecnología de grupos / manufactura celular.
 - 4.1 Fundamentos.
 - 4.2 Análisis de agrupamiento - coeficientes de similaridad.
 - 4.3 Asignación máquina a grupos: partición de grafos.
 - 4.4 Preparación de máquinas y secuenciación de operaciones.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Ingeniería de producción, ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas y casos prácticos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Aplicación de todos los conceptos del curso en un caso integrador en grupos de 3 a 5 estudiantes; en el cual se fomentará la búsqueda y procesamiento de información, así como la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 80% --- 4 exámenes parciales acumulativos. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos sobre ingeniería de producción.
- 20% --- Actividades, tareas y caso integrador. Se evalúa la capacidad de resolver problemas de producción.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Optimización computacional

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

IN5051

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Identificar si un problema puede resolverse en forma exacta o bien requiere un método de aproximación.
- Formular un problema de optimización como un programa lineal, o entero o de flujos en redes.
- Usar alguna aplicación existente para resolver en forma exacta el problema.
- Diseñar heurísticas para la solución del problema.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Programación en C y en C++.
 - 1.1 Introducción.
 - 1.2 Tipos de datos primarios.
 - 1.3 Operadores.
 - 1.4 Estructuras de control.
 - 1.5 Introducción a arreglos.
 - 1.6 Funciones.
 - 1.7 Introducción a punteros.
 - 1.8 Estructuras.
2. Uso de bibliotecas para optimización.
 - 2.1 Programación lineal y entera.
 - 2.2 La biblioteca Cplex.
 - 2.3 Estructuras de datos en Cplex.
 - 2.4 Programación de flujos en redes.
3. Uso de lenguajes de modelación para optimización.
 - 3.1 Introducción a AMPL.
 - 3.2 Modelos lineales básicos.
 - 3.3 Modelos de transporte y asignación.

3.4 Construcción de modelos más grandes.

3.5 Conjuntos simples e indización.

4. Heurísticas para optimización.

4.1 Heurísticas para problemas específicos.

4.2 Metaheurísticas.

4.3 Métodos constructivos: GRASP.

4.4 Métodos de búsqueda local: búsqueda tabú.

4.5 Métodos evolutivos: búsqueda dispersa y llaves aleatorias sesgadas GA.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: optimización computacional, ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas y casos prácticos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Aplicación de todos los conceptos del curso en un caso integrador en grupos de 3 a 5 estudiantes; en el cual se fomentará la búsqueda y procesamiento de información, así como la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

60% --- Actividades, tareas a lo largo de todo el curso para evaluar la comprensión y aplicación de conceptos. Trabajo individual.

40% --- Proyecto final. Se evalúa la capacidad de resolver problemas determinando qué tipo de metodología se debe de usar. Trabajo grupal.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseño y análisis de experimentos

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

IN5058

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Conocer los modelos de experimentos más comunes.
- Analizar los supuestos de validación del modelo.
- Aplicar los conceptos aprendidos en el curso en casos de estudios o problemas cotidianos de la industria.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Estudios con un solo factor.
 - 1.1 Análisis de varianza.
 - 1.2 Análisis del modelo con efecto fijo.
 - 1.3 Verificación de los supuestos del modelo.
 - 1.4 Análisis de contrastes.
 - 1.5 Diagnósticos y medidas remediales.
2. Estudios multifactoriales.
 - 2.1 Dos factores con tamaño de muestras iguales.
 - 2.2 Una observación por tratamiento con dos factores.
 - 2.3 Bloques completamente aleatorizados con dos factores.
 - 2.4 Análisis de covarianza con dos factores.
 - 2.5 Tamaño de muestras desiguales con dos factores.
 - 2.6 Estudios con múltiple factores.
 - 2.7 Modelo de efectos aleatorios.
3. Diseños especializados.
 - 3.1 Diseños anidados.
 - 3.2 Experimentos *split-split*.
 - 3.3 Diseño balanceados de bloques incompletos.
 - 3.4 Diseño de cuadrado latino.

4. Diseño factoriales a dos niveles.
- 4.1 Diseños factoriales completos a dos niveles.
- 4.2 Diseño factoriales fraccionados.
- 4.3 Introducción al análisis de superficie de respuestas.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso como estudios multifactoriales y el diseño factorial ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas en la práctica, la utilidad de las técnicas de diagnósticos y las estrategias para remediar problemas comunes.
3. Solución de casos reales.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Aplicación de todos los conceptos del curso en un proyecto integrador realizado en equipo donde apliquen los conocimientos aprendidos en el curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con un procedimiento y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 50% --- Exámenes parciales acumulativos. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos sobre el diseño de experimentos utilizando casos encontrados en la práctica.
- 10% --- Actividades y tareas. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente.
- 40% --- Proyecto integrador. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas de análisis de forma holística a través de la aplicación de una situación real.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Pronósticos y análisis de regresión

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

IN5059

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Conocer modelos de regresión más comunes.
- Modelar procesos utilizando regresiones.
- Analizar la ecuación de regresión en términos de pruebas estadísticas como ANOVA, prueba lineal general, coeficiente de determinación, análisis de parámetros, falta de ajuste y análisis residual como mínimo.
- Establecer esquemas de predicción y control en proceso basado en regresiones.
- Aplicar análisis de regresión y correlación.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Regresión lineal simple.
 - 1.1 Estimación de la función de regresión.
 - 1.2 Inferencias en el análisis de regresión y correlación.
 - 1.3 Diagnósticos y medidas remediales.
 - 1.4 Enfoque matricial de regresión lineal.

2. Regresión lineal múltiple.
 - 2.1 Modelos de regresión lineal múltiple.
 - 2.2 Estimación de la función de regresión.
 - 2.3 Inferencias en el análisis de regresión lineal múltiple.
 - 2.4 Modelos de regresión para variables predictoras cuantitativas y cualitativas.
 - 2.5 Selección y validación de modelos.
 - 2.6 Diagnósticos y medidas remediales.

3. Introducción a la regresión no lineal.
 - 3.1 Redes neuronales.
 - 3.2 Regresión logística.
 - 3.3 Regresión Poisson.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Probabilidad, Inferencia estadística, modelos lineales de regresión, pruebas de hipótesis técnicas gráficas ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la solución de problemas en la práctica, la utilidad de las técnicas de diagnósticos y las estrategias para remediar problemas comunes.
3. Solución de casos reales.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis.
2. Aplicación de todos los conceptos del curso en un proyecto integrador realizado en equipo donde apliquen los conocimientos aprendidos en el curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con un procedimiento y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

50% --- Exámenes parciales acumulativos. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos sobre el análisis de regresión utilizando casos encontrados en la práctica.

10% --- Actividades y tareas. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente.

40% --- Proyecto integrador. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas de análisis de forma holística a través de la aplicación de una situación real.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ingeniería ambiental de procesos

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

IQ5010

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el alumno será capaz de:

- Conocer e interpretar la aplicación de la legislación ambiental en materia de residuos en México.
- Analizar y diseñar sistemas de proceso para el control y reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos y la generación de residuos sólidos, provenientes de fuentes antropogénicas.
- Aplicar modelos apropiados para cuantificar emisiones y estudiar el transporte e impacto de contaminantes atmosféricos.
- Identificar, comparar y seleccionar estrategias para la administración de la calidad del aire y el manejo responsable de residuos industriales.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Legislación ambiental nacional en materia de residuos de residuos.
 - 1.1 Evolución de la legislación ambiental.
 - 1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
 - 1.3 Reglamento en materia de residuos peligrosos.
 - 1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
 - 1.5 Normas oficiales mexicanas.
 - 1.6 Instrumentos de gestión ambiental.
 - 1.7 Comparación de la legislación ambiental nacional con la equivalente de Estados Unidos y la comunidad europea.
2. Manejo integral de residuos.
 - 2.1 Generación.
 - 2.2 Minimización.
 - 2.3 Reuso.
 - 2.4 Tratamiento.
 - 2.5 Revisión de literatura sobre nuevos procesos para el tratamiento de residuos.

3. Ingeniería del control de la contaminación del aire.
 - 3.1 Diseño de procesos orientado al control de la contaminación del aire.
 - 3.2 Sistemas de control de emisión de gases.
 - 3.3 Sistemas de control de emisión de partículas.

4. Modelos de emisión y dispersión de contaminantes.
 - 4.1 Modelos de emisión teóricos y empíricos.
 - 4.2 Modelos de dispersión de contaminantes.
 - 4.3 Introducción a la química atmosférica.

5. Administración de la calidad del aire.
 - 5.1 Instrumentos de gestión ambiental en materia de calidad del aire.
 - 5.2 Programas de administración de cuencas atmosféricas.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: revisión bibliográfica de procesos novedosos de manejo y/o aprovechamiento de residuos, y de control de emisiones a la atmósfera ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Supervisión y orientación de actividades individuales y grupales a cargo de los alumnos en el salón de clase.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Se resolverán problemas y casos en forma individual o en equipos, que serán discutidos en clase.
2. Aplicación de los conceptos cubiertos en el curso a través de casos integradores en grupos de 3 a 5 estudiantes; en el cual se fomentará la búsqueda y procesamiento de información, empleo de aplicaciones computacionales, integración de marcos legales con esquemas tecnológicos apropiados, así como la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- 20% --- Actividades de Temas 1 y 2. En este rubro se evalúan las actividades de los temas 1 y 2 como tareas y ejercicios.
- 30% --- Actividades de Temas 3 a 5. En este rubro se evalúan las actividades de los temas 3 a 5 como tareas y ejercicios.
- 50% --- Evaluación final integradora. Se evalúan los conceptos y aplicaciones de todos los temas del curso.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Mecánica de fluidos avanzada

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

M5041

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Plantear las ecuaciones gobernantes con sus condiciones iniciales y/o de frontera necesarias para analizar la dinámica de los fluidos de diferentes sistemas físicos y de ingeniería.
- Identificar los diferentes métodos que se utilizan para resolver estas ecuaciones en forma exacta y aproximada.
- Contar con los conocimientos básicos para estudiar a mayor profundidad la teoría de estabilidad y turbulencia.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Ecuaciones integrales y diferenciales fundamentales de la mecánica de fluidos.
 - 1.1 Hipótesis del medio continuo.
 - 1.2 Ecuación integral de conservación de masa
 - 1.3 Ecuación integral de cantidad de movimiento.
 - 1.4 Ecuación integral de la energía.
 - 1.5 Ecuación de continuidad.
 - 1.6 Ecuación diferencial de cantidad de movimiento.

2. Soluciones aproximadas y exactas de las ecuaciones de Navier-Stokes.
 - 2.1 Ley de viscosidad de Newton.
 - 2.2 Derivación de las ecuaciones de Navier-Stokes.
 - 2.3 Flujo en estado estable entre placas planas y ductos (flujo de Poiseuille)
 - 2.4 Flujo en estado estable entre cilindros concéntricos.
 - 2.5 Soluciones semejantes, placa impulsada súbitamente.
 - 2.6 Bomba de Von Karman.
 - 2.7 Ecuación de vorticidad.

3. Flujo potencial.
 - 3.1 Ecuación de Bernoulli

- 3.2 Función de corriente y velocidad potencial.
- 3.3 Soluciones de flujo potencial en un plano.
- 3.4 Superposición de soluciones de flujo potencial.

- 4. Teoría de capa límite.
 - 4.1 Ecuaciones diferenciales de la capa límite.
 - 4.2 Espesores de capa límite.
 - 4.3 Flujo sobre una placa plana.
 - 4.4 Soluciones de semejanza de Falkner-Skan.
 - 4.5 Ecuación integral de Von-Karman.
 - 4.6 Expansiones asintóticas.
 - 4.7 Separación de capa límite.
 - 4.8 Flujo sobre un cilindro, una esfera y perfiles aerodinámicos.

- 5. Introducción a teoría de estabilidad y turbulencia.
 - 5.1 Estabilidad lineal y modos normales de perturbación.
 - 5.2 Inestabilidad de Taylor de flujo de Couette.
 - 5.3 Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz.
 - 5.4 Estructura cualitativa de la capa límite turbulenta.
 - 5.5 Ecuaciones (RANS) de Navier-Stokes promediadas con la descomposición de Reynolds.
 - 5.6 Difusividad y viscosidad turbulenta, teoría de longitud de mezclado de Prandtl.
 - 5.7 Coordenadas de la pared y ley de la pared.
 - 5.8 Modelo de energía cinética y disipación turbulenta (k-epsilon).

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades conducidas por el docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: flujo de potencial y teoría de capa límite, ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusión de casos prácticos y aplicaciones de las metodologías y conceptos aprendidos.
3. Solución y análisis de problemas en clase.

Actividades de aprendizaje fuera del aula:

1. Solución de problemas y casos prácticos, tanto de manera individual como grupal, que refuercen el aprendizaje y fomenten la responsabilidad y disciplina de los alumnos, así como su capacidad de análisis y síntesis.
2. Visitas al laboratorio de Termofluidos y realizar algunos experimentos .
3. Aplicar todos los conceptos aprendidos, discutiendo y reproduciendo resultados de un trabajo científico publicado en alguna revistas científica arbitradas, exponiendo resultados, conclusiones y crítica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 20% --- Exámenes Parciales. En estos se evalúan los conceptos y aplicaciones de los temas acumulados en el periodo.
- 20% --- Examen Final. El examen consiste en la evaluación de todos los temas que se expusieron durante el semestre, es un examen integrador.
- 40% --- Tareas. Son actividades individuales durante el semestre para ir adquiriendo los conceptos de la materia.
- 20% --- Análisis y reproducción de artículo. Se evalúa la capacidad del estudiante de leer la literatura relacionada con la clase.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Dinámica de fluidos computarizada

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

M5049

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Aplicar diferentes métodos y técnicas computacionales para la solución de problemas de flujo viscoso y no viscoso, incompresible y capa límite.
- Identificar y aplicar los diferentes esquemas de diferencias finitas y volúmenes finitos en la solución de las ecuaciones diferenciales y analizar el efecto en la solución numérica al variar los diferentes parámetros de estos esquemas numéricos.
- Entender los principios de los diferentes esquemas que utilizan los programas comerciales de dinámica de fluidos computacional.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Conceptos básicos de los métodos de discretización.
 - 1.1 Ecuaciones gobernantes de la dinámica de fluidos: continuidad, Navier-Stokes, energía y transporte de escalares.
 - 1.2 Discretización del dominio computacional.
 - 1.3 Aproximaciones con series y error local de truncamiento.
 - 1.4 Operadores de diferencias finitas.
2. Métodos de diferencias finitas para la solución de ecuaciones diferenciales parabólicas y elípticas.
 - 2.1 Esquemas explícitos e implícitos de diferencias finitas.
 - 2.2 Definiciones de estabilidad, convergencia, exactitud y consistencia.
 - 2.3 Determinación de estabilidad mediante el método de análisis de Fourier.
 - 2.4 Clasificación de ecuaciones diferenciales en parabólicas, hiperbólicas y elípticas.
 - 2.5 Métodos para la solución de ecuaciones diferenciales parabólicas en una y dos dimensiones: Crank-Nicholson y ADI (Implícito de Direcciones Alternantes).
 - 2.6 Métodos de pasos fraccionados para la solución de ecuaciones diferenciales parciales en dos y tres dimensiones.

- 2.7 Métodos de las características, selección aleatoria y esquema de Lax-Wendroff para la solución de ecuaciones diferenciales hiperbólicas.
- 2.8 Condición de Courant-Friedrichs y Lewy (CFL), dispersión y difusión numérica.
- 2.9 Método para la solución de ecuaciones elípticas.

3. Métodos de volúmenes finitos.
 - 3.1 Discretización del dominio en volúmenes finitos.
 - 3.2 Formulación de ecuaciones gobernantes en forma integral.
 - 3.3 Métodos de aproximación de las integrales de volumen y superficie.
 - 3.4 Técnicas de interpolación.

4. Aplicaciones de los métodos numéricos para la solución de problemas de capa límite, flujo viscoso y no viscoso.
 - 4.1 Métodos basados en la ecuación de vorticidad y la función de corriente para resolver las ecuaciones de Navier-Stokes
 - 4.2 Solución numérica de las ecuaciones de continuidad y Navier-Stokes utilizando métodos de corrección de presión.
 - 4.3 Formas de aproximar los modelos de turbulencia: Simulación numérica directa (DNS), Ecuaciones (RANS) de Navier-Stokes promediadas con la descomposición de Reynolds y simulación de grandes remolinos (LES, Large Eddy Simulations).
 - 4.4 Modelos de turbulencia basados en las ecuaciones de RANS.

5. Características de algunos de los programas comerciales de dinámica de fluidos computacionales.
 - 5.1 Programas de generación de malla del dominio.
 - 5.2 Metodología general en la solución numérica de problemas de dinámica de fluidos y transferencia de calor y masa.
 - 5.3 Programa de dinámica de fluidos computacionales basados en el método de elementos finitos.
 - 5.4 Análisis y validación de los resultados numéricos de los programas comerciales de dinámica de fluidos computacionales.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico de los principales temas del curso de Dinámica de Fluidos Computacional, explicando los conceptos e ilustrando la aplicación de los diferentes métodos numéricos en la solución de las ecuaciones gobernantes de la dinámica de fluidos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusión de los resultados obtenidos con los diferentes métodos numéricos, así como sus características de estabilidad, exactitud y convergencia.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de ejercicios y problemas en forma individual y grupal en donde se apliquen diferentes esquemas numéricos para la solución de las ecuaciones diferenciales parciales.
2. Análisis de convergencia, estabilidad y exactitud de diferentes esquemas numéricos.
3. Solución de problemas de dinámica de fluidos y transferencia de calor y masa utilizando programas comerciales de dinámica de fluidos computacional. Evaluación del desempeño numérico de estos programas así como el análisis y validación de los resultados.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 50% --- 2 exámenes parciales acumulativos. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos sobre los métodos numéricos para la solución de las ecuaciones diferenciales parciales de dinámica de fluidos y transferencia de calor y masa.
- 20% --- Actividades, tareas y caso integrador. Se evalúa la capacidad del alumno para utilizar apropiadamente el método numérico para la solución de problemas de dinámica de fluidos, así como la forma de analizar la estabilidad, convergencia y exactitud del método empleado.
- 30% --- Examen final integrador. Se evalúa el conocimiento de los temas presentados durante el semestre.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Control inteligente

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

MR5018

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Comprender las bases conceptuales y matemáticas de la lógica difusa, redes neuronales y algoritmos evolutivos.
- Diseñar controladores difusos, neuronales y neuro-difusos.
- Analizar los controladores propuestos en términos de estabilidad y validar las propuestas a través de simulaciones o experimentos.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción.

1.1 Aplicaciones y tendencias del control inteligente.

1.2 Control inteligente en aplicaciones industriales.

1.3 Herramientas de programación para la implementación de controladores inteligentes.

2. Lógica difusa.

2.1 Incertidumbre y difusividad.

2.2 Conjuntos difusos y sus operaciones.

2.3 Operaciones lógicas y reglas lingüísticas.

2.4 El controlador difuso y sus tipos.

2.5 Detalles sobre la implementación de un controlador difuso y su análisis.

3. Redes neuronales artificiales.

3.1 Clasificación de redes neuronales.

3.2 El perceptrón y las redes multicapa.

3.3 Algoritmo de retro-propagación y técnicas de entrenamiento.

3.4 Clasificación supervisada y no-supervisada por mapas de Kohonen.

3.5 Otros tipos de redes (trigonométricas, bayesianas, de Hopfield, de Hamming).

3.6 Detalles sobre la implementación de redes neuronales y su análisis.

4. Controladores neuro-difusos.
 - 4.1 Introducción a los controladores neuro-difusos.
 - 4.2 Algoritmo de entrenamiento ANFIS.
 - 4.3 Mínimos cuadrados y mínimos cuadrados recursivos como medio de optimización.
 - 4.4 Herramientas para el desarrollo de sistemas ANFIS.

5. Algoritmos genéticos y programación evolutiva.
 - 5.1 Computación evolutiva y su similitud con sistemas biológicos.
 - 5.2 Etapas del proceso genético y su implementación numérica.
 - 5.3 Aplicaciones y análisis de desempeño de algoritmos genéticos.
 - 5.4 Optimización de sistemas difusos usando algoritmos genéticos.
 - 5.5 Entrenamiento de redes neuronales complejas a través de algoritmos genéticos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Lógica difusa, redes neuronales, sistemas neuro-difusos y algoritmos evolutivos, orientados al control automático e ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos
2. Presentación y discusión sobre ejemplos de casos teóricos y prácticos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas, ejercicios y casos prácticos de manera individual y el equipo, enfocándose en la capacidad de síntesis y diseño de los alumnos.
2. Visitas al laboratorio de control automático.
3. Presentación de un proyecto integrador en el que converjan todos los temas tratados en el curso para grupos de 3 estudiantes cuando mucho.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 50% --- 2 exámenes parciales en los que se demuestre la pericia teórica al respecto de los sistemas inteligentes y su análisis.

- 30% --- 2 proyectos parciales en los que los alumnos, en equipo, demuestren el dominio práctico de los temas en simulaciones computacionales de los conceptos.

- 20% --- 1 proyecto final integrador que claramente muestre un sistema de control inteligente implementado en una plataforma embebida.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diagnóstico y control tolerante a fallas

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

MR5020

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de analizar, diseñar e implementar sistemas automatizados para la detección, diagnóstico y tolerancia a fallas en procesos dinámicos de ingeniería.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción a los sistemas de detección e identificación de fallas, FDI.
 - 1.1 Presentación del curso.
 - 1.2 Principios básicos para la detección de fallas.
 - 1.3 Modelado de sistemas.
 - 1.4 Fallas y su representación.

2. Métodos analíticos de generación de residuos.
 - 2.1 Introducción.
 - 2.2 Espacio de paridad.
 - 2.3 Métodos de diagnóstico de fallas basados en observadores.
 - 2.4 Métodos de diagnóstico de fallas basados en identificación.
 - 2.5 Aplicación a sistemas reales.

3. Métodos de evaluación de residuos.
 - 3.1 Introducción.
 - 3.2 Metodología.
 - 3.3 Aplicaciones.

4. FDI usando teoría de probabilidad y estadística.
 - 4.1 Diagnóstico de fallas en presencia de incertidumbre.
 - 4.2 Nociones básicas de probabilidad y teorema de Bayes.
 - 4.3 Redes Bayesianas: diseño e inferencia.
 - 4.4 Aprendizaje de estructura y parámetros de redes bayesianas.
 - 4.5 Aplicaciones en sistemas industriales.

5. FDI usando métodos de Monte Carlo secuencial.
 - 5.1 Modelos gráficos para sistemas híbridos.
 - 5.2 Introducción a los métodos de estimación secuencial.
 - 5.3 Algoritmo clásico de filtro de partículas y sus variantes.
 - 5.4 Aplicación en sistemas industriales.

6. FDI usando métodos de clasificación.
 - 6.1 Introducción de los métodos de clasificación y/o reconocimiento de patrones.
 - 6.2 Identificación de los índices de desempeño de un método de clasificación.
 - 6.3 Métodos típicos para reconocer fallas.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Detección e identificación de fallas, métodos analíticos de generación de residuos y métodos de Monte Carlo secuencial ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre ejemplos de casos teóricos y prácticos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas relacionados con la detección y diagnóstico de fallas en sistemas ingenieriles.
2. Presentación de un proyecto en el que converjan todos los temas tratados en el curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 25% --- Tareas, investigación y actividades. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente en los temas 1, 2 y 3.
- 35% --- Tareas, investigación, actividades y miniproyecto. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente en el tema 4.
- 40% --- Tareas, investigación y miniproyecto. Se evalúa la capacidad que tiene el alumno de aplicar las herramientas vistas en el curso de forma independiente en los temas 5 y 6.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Control no lineal y adaptable

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

MR5036

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Analizar la estabilidad y desempeño de un sistema no lineal mediante técnicas de plano de fase y Lyapunov.
- Diseñar controladores no lineales como control adaptable, control por modos deslizantes y rediseño vía Lyapunov.
- Identificar la técnica de control no lineal más adecuada para algún sistema físico.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción al control no lineal.
 - 1.1 Definición de control no lineal.
 - 1.2 Ejemplos de sistemas no lineales.
2. Análisis con plano de fase.
 - 2.1 Conceptos básicos y construcción de planos de fase.
 - 2.2 Análisis de sistemas lineales y no lineales con plano de fase.
 - 2.3 Ciclos límite.
3. Análisis de estabilidad mediante Lyapunov.
 - 3.1 Puntos de equilibrio y conceptos de estabilidad.
 - 3.2 Método directo de Lyapunov y sus aplicaciones.
 - 3.3 Teoremas conversos de Lyapunov y sus aplicaciones.
4. Control lineal geométrico.
 - 4.1 Conceptos básicos de geometría diferencial.
 - 4.2 Alcanzabilidad y observabilidad.
 - 4.3 Linealización por realimentación: entrada-salida y múltiples entradas-múltiples salidas.
 - 4.4 Linealización entrada-salida.

5. Diseño de controladores no lineales.
- 5.1 Rediseño vía Lyapunov.
- 5.2 Control adaptable.
- 5.3 Control por modos deslizantes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Control no-lineal y análisis de estabilidad mediante Lyapunov, ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre la metodología para resolver los problemas de control con el objetivo de determinar la técnica más adecuada que se debería emplear.
3. Discusiones de las diferencias entre el desarrollo teórico de un sistema de control y su implementación práctica.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas teóricos y estudiar aplicaciones prácticas.
2. Búsqueda de información sobre aplicaciones industriales.
3. Simulación de sistemas dinámicos y sus leyes de control.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 60% --- 3 exámenes parciales acumulativos. Se evalúa la comprensión y aplicación de los principales conceptos de control no lineal.
- 30% --- Tareas y series de ejercicios. Se evalúa la capacidad para diseñar controladores no lineales.
- 10% --- Reporte de artículo científico. Se evalúa la capacidad para buscar contenidos en los recursos bibliográficos, así como la representación de conceptos e ideas en un reporte escrito.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Robótica aplicada

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

MR5037

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender las bases fundamentales de análisis cinemático, sensores, visión computacional y planeación de trayectorias.
- Realizar de manera colaborativa proyectos de construcción de robots.
- Conocer las últimas tendencias existentes en investigación, aplicaciones y concursos del área de robótica.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Análisis cinemático.
 - 1.1 Posición y orientación de un cuerpo rígido.
 - 1.2 Transformaciones de coordenadas: matriz de rotación y ángulos de Euler.
 - 1.3 Convención Denavit - Hartenberg.
 - 1.4 Cinemática directa e inversa de manipuladores seriales.
 - 1.5 Cinemática directa e inversa de manipuladores paralelos.
2. Sensores y transductores.
 - 2.1 Sistemas sensoriales.
 - 2.2 Sistemas de transductores.
3. Visión computacional.
 - 3.1 Sistemas de visión por computadora.
 - 3.2 Tecnologías de visión por computadora.
 - 3.3 Algoritmos de visión computacional.
4. Planeación de trayectorias.
 - 4.1 Bases de planificación de trayectorias.
 - 4.2 Planificación de trayectorias en el espacio de las articulaciones.
 - 4.3 Trayectorias en el espacio cartesiano.

- 4.4 Grabación de una trayectoria continua.
- 4.5 Modelación y simulación computacional.

- 5. Metodologías de construcción de robots.
 - 5.1 Teoría de tornillos.
 - 5.2 Movilidad.
 - 5.3 Singularidades.
 - 5.4 Espacio de trabajo.

- 6. Estado del arte en robótica.
 - 6.1 Tendencias científicas en la robótica.
 - 6.2 Tendencias comerciales en la robótica.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Análisis cinemático y metodologías de construcción de robots ilustrando aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
2. Discusiones sobre ejemplos de casos teóricos y prácticos.

Actividades de aprendizaje independiente:

1. Solución de problemas, ejercicios y casos prácticos de manera individual y el equipo, enfocándose en la capacidad de síntesis y diseño de los alumnos.
2. Presentación de un proyecto en el que converjan todos los temas tratados en el curso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

- 20% --- Examen de medio término. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos acumulados en el curso.
- 30% --- Actividades. Se evalúan las actividades individuales durante el curso.
- 30% --- Examen final. Se evalúa la comprensión y aplicación de conceptos acumulados en el curso.
- 20% --- Proyecto final. Se evalúa un proyecto donde se apliquen los conceptos en forma práctica del curso.

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

Instrumentación

CICLO ESCOLAR

Materias que acreditan los cursos optativos

CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

TE4001

FINES DEL APRENDIZAJE O FORMACIÓN

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Diseñar sistemas de instrumentación, así como de adecuación y procesamiento de señales analógicas y/o digitales.
- Diseñar sensores eléctricos o seleccionar sus equivalentes industriales para adquirir información de un medio físico.
- Implementar o integrar un medio de comunicación digital para satisfacer las necesidades de instrumentación dadas.
- Conocer las normas de seguridad y estándares comunes relacionados a los sistemas de medición e instrumentación.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción a los sistemas de medición.
 - 1.1 Sensores y acondicionamiento de señales.
 - 1.2 Estándares físicos, eléctricos, de tiempo y frecuencia.
 - 1.3 Amplificadores diferenciales, operacionales y de instrumentación.
 - 1.4 Filtros activos y convertidores no lineales.
 - 1.5 Rectificadores de fase.
2. Ruido e interferencia.
 - 2.1 Tipos de ruido y sus características.
 - 2.2 Fuentes de ruido y propagación.
 - 2.3 Medición y cálculo del ruido y sus efectos.
 - 2.4 Amplificadores de ruido reducido y minimización de las interferencias.
3. Mecanismos de sensado.
 - 3.1 Categorías para clasificar sensores.
 - 3.2 Sensores eléctricos, ópticos, electroquímicos y de fibra óptica.
 - 3.3 Mediciones de aceleración, velocidad, desplazamiento y posición.

- 3.4 Mediciones de fuerza, par y presión.
- 3.5 Mediciones de temperatura.
- 3.6 Detección de sustancias.

- 4. Mediciones eléctricas.
 - 4.1 Tensión/corriente en corriente directa y campos eléctricos.
 - 4.2 Tensión/corriente en corriente alterna y campos magnéticos.
 - 4.3 Mediciones de fase y frecuencia.
 - 4.4 Mediciones de resistencia, inductancia, capacitancia e impedancia.

- 5. Interfaces digitales de medición.
 - 5.1 Muestreo, cuantización, tramado y retensores.
 - 5.2 Convertidores analógico-digitales (tipos y características).
 - 5.3 Interfaces seriales y medios de transmisión.
 - 5.4 Equipo de instrumentación y características principales.
 - 5.5 Instrumentos virtuales.

- 6. Acondicionamiento digital de señales.
 - 6.1 Filtros digitales y la transformada Z.
 - 6.2 Procesadores de señales digitales y algoritmos estándar.
 - 6.3 Transformada rápida de Fourier y sus aplicaciones.
 - 6.4 Métodos numéricos para la interpolación de datos y estimación de datos faltantes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividades de aprendizaje conducidas por un docente:

- 1. Exposición del marco teórico que sustenta los temas clave del curso: Sistemas de medición, ruido e interferencias, sensado de variables físicas de importancia e instrumentación digital, ilustrado aplicaciones sobre los mismos y promoviendo la participación activa de los alumnos.
- 2. Presentación y discusión sobre ejemplos de casos teóricos y prácticos.

Actividades de aprendizaje independiente:

- 1. Solución de problemas, ejercicios y casos prácticos de manera individual y el equipo, enfocándose en la capacidad de síntesis y diseño de los alumnos.
- 2. Visitas al laboratorio de instrumentación.
- 3. Presentación de un proyecto integrador en el que converjan todos los temas tratados en el curso para grupos de 3 estudiantes cuando mucho.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos se cuenta con procedimientos y criterios que permiten dar seguimiento y evaluar los resultados del proceso de aprendizaje. Los procedimientos y la ponderación de cada uno de ellos son los siguientes:

50% --- 2 exámenes parciales en los que se demuestre la pericia teórica al respecto de los sistemas de medición, la susceptibilidad al ruido y el diseño de sensores analógicos.

30% --- 2 proyectos parciales en los que los alumnos, en equipo, demuestren el dominio práctico de los temas en simulaciones computacionales y prototipos simples.

20% --- 1 proyecto final integrador que claramente muestre un sistema de instrumentación analógico/digital que observe los estándares discutidos y sea capaz de comunicarse digitalmente.

Este documento presenta información sobre los programas de los cursos de la **Maestría en Ciencias de la Ingeniería** Tecnológico de Monterrey. Su contenido refleja la información disponible en medios oficiales al momento de su publicación.

El Tecnológico de Monterrey se reserva el derecho de hacer modificaciones al contenido en cualquier momento y sin previo aviso y, expresamente, se deslinda de obligaciones declaradas, implicadas o inferidas, derivadas de la información aquí presentada.

Cuidado de la edición y publicación:
Dirección de Normatividad Académica de la Vicerrectoría Académica y de Innovación Educativa.
Monterrey, Nuevo León, México.