

**PROPUESTA RESUMIDA PARA LAS UNIDADES CURRICULARES**

**1. Comprender el papel de las unidades curriculares en la formación del futuro ingeniero en mecatrónica:**

La mecatrónica surge como un campo interdisciplinario de la ingeniería en rápido desarrollo en el que el ingeniero mecatrónico debe ser capaz de desarrollar y seleccionar circuitos analógicos y digitales, componentes basados en microprocesadores, dispositivos mecánicos, sensores y actuadores, además de controladores, de modo que el producto final logre el objetivo deseado. Por lo tanto, el diseñador de un sistema mecatrónico debe ser un especialista generalista, con una sólida formación en matemáticas, física e informática, ya que estas son las ciencias fundamentales y estructurantes para la mecánica, electrónica, control y desarrollo de sistemas - las asignaturas básicas que constituyen los cuatro pilares de lo que hoy se conoce como ingeniería mecatrónica. Por lo tanto, el conocimiento matemático posee un papel central en la formación del ingeniero en mecatrónica, ya que varios problemas prácticos en esta carrera pueden ser estudiados a través de las herramientas que permiten, en primer lugar, la formulación de modelos matemáticos que los describan, y luego el análisis y solución a través de métodos computacionales. De hecho, los problemas actuales en ingeniería se investigan principalmente con la ayuda de computadoras de alto rendimiento que permiten el procesamiento y análisis de grandes cantidades de datos así como la solución de problemas de optimización y decisión que involucran un gran número de incógnitas y, en muchos casos, el tratamiento de grandes sistemas lineales. De ahí la evidente importancia de asignaturas en matemática aplicada y/o computacional, como las unidades curriculares de *Matemática IV* y *Métodos Numéricos para Ingeniería*. En particular, la asignatura de Matemáticas IV aborda analíticamente los elementos del cálculo avanzado como los teoremas integrales, ecuaciones diferenciales y series de Fourier, temas de importancia en el modelado y solución de sistemas eléctricos y mecánicos. De otro modo, la asignatura de *Métodos Numéricos para la Ingeniería* reúne diferentes métodos computacionales para resolver numéricamente una variedad de problemas que aparecen en el cálculo diferencial e integral y/o que se rigen por ecuaciones diferenciales (conocidos como problemas de valor de frontera); incluyendo transformaciones integrales como Fourier, Laplace y Z. Esta última asignatura tiene claramente un fuerte sesgo teórico-práctico, ya que los métodos numéricos son herramientas extremadamente poderosas para la resolución de problemas. De hecho, mucho de esos métodos son capaces de tratar con problemas que describen un gran número de ecuaciones, que presentan posibles no linealidades, además de geometrías complicadas - características recurrentes en la práctica de ingeniería - y que, en general, son imposibles de resolver analíticamente. Estas asignaturas constituyen la línea académica del plan de carrera en ingeniería en mecatrónica y sirven como soporte teórico en matemáticas para varias otras asignaturas más avanzadas y aplicadas.

**2. Propuestas resumidas:**

El texto que sigue presenta la propuesta breve para cada unidad curricular descrita en la convocatoria.

*2.1. Matemáticas IV*

Contenidos: La unidad entrega los contenidos sobre cálculo avanzado y sus aplicabilidades prácticas, abordando temas como series de Fourier, teorema de Gauss, Green, Stokes y Ecuaciones Diferenciales para utilizarlos como instrumentos para resolver problemas en el área mecatrónica.

Enfoque de la enseñanza: Se entiende que esta unidad curricular tiene como objetivo proporcionar conocimientos dirigidos al cálculo diferencial e integral avanzado y a la teoría de ecuaciones diferenciales. Cuando los físicos o los científicos sociales utilizan el cálculo, suelen hacerlo para analizar una ecuación diferencial que ha surgido en el proceso de modelado de algún fenómeno de interés. Los contenidos trabajados en esta asignatura son ingredientes clave, tanto para la descripción de fenómenos físicos en lenguaje matemático, culminando así tanto en modelos matemáticos, como para su solución. De ahí la posibilidad de investigar diferentes problemas y aplicaciones clásicas en ingeniería durante el transcurso de esta unidad curricular. En particular, el postulante dividiría el curso en dos partes. Los teoremas integrales y sus aplicaciones se estudian en la primera parte, seguidos de ecuaciones diferenciales, series de Fourier y aplicaciones. En particular, softwares matemáticos para cálculos analíticos pueden utilizarse para investigar y obtener soluciones para problemas de valores en la frontera. Por lo tanto, el postulante conduciría esta unidad a través de clases de exposición dialogada con la ayuda tecnológica de softwares matemáticos, adoptando el enfoque ejecutivo, con el propósito de que el estudiante adquiera conocimientos que le permitan comprender bien los modelos matemáticos y problemas de valores de frontera en ingeniería, así como para solucionarlos a través de métodos y softwares analíticos. En el caso de entregar contenidos para el aprendizaje en formato virtual, el postulante tiene la intención de grabar clases en video, acompañadas de material de apoyo en formato electrónico.

Conexión de conocimientos con problemas en el área de mecatrónica: En la presentación de contenidos, listados de ejercicios y evaluaciones, el profesor proporcionará ejemplos prácticos y preguntas que conecten los conocimientos enseñados en clase con situaciones-problema (o problemas clásicos) abordados en ingeniería mecatrónica, contemplando así las áreas de mecánica, eléctrica y/o control. En la primera parte de la asignatura: El teorema de Green (y también el de Stokes) puede utilizarse para calcular el trabajo realizado por un sistema (como el que mueve una partícula con cierta fuerza a lo largo de una trayectoria) o su momento de inercia; mientras que el Teorema de Gauss nos permite calcular el flujo de masa a través de la superficie de una geometría (piense en un sistema cuyo cuerpo mecánico está dado por un cubo). Para la segunda parte de la asignatura, considere problemas de valores en la frontera cuyas aplicaciones involucran: conducción de calor en cuerpos rígidos; ondas mecánicas;

Circuitos eléctricos; vibraciones libres amortiguadas (y no amortiguadas); vibraciones forzadas amortiguadas (y no amortiguadas); y optimización de la trayectoria.

Uso de softwares: Los siguientes softwares pueden ser utilizados: Maple o Mathematica, para el cálculo analítico de integrales, propiedades de las series de Fourier, así como como solución analítica y gráfica de problemas de valores en la frontera.

Evaluación: Los alumnos serán evaluados mediante la entrega de trabajos escritos [30%] (en relación a la utilización o no del software) así como pruebas sin material personal y/o bibliográfico [70%].

Fuentes de apoyo y consulta: • STEWART, James. *Cálculo: conceptos y contextos*. Thomson Ed., 2006. • KREYSZIG, Erwin. *Matemáticas avanzadas para ingeniería: volúmenes I y II*. Limusa Wiley, 2003. • BOYCE, William E., DIPRIMA, Richard C. *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Limusa, 2008. • ZILL, Dennis G. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*. Thomson Ed., 2012.

## 2.2. Métodos Numéricos para Ingeniería

Contenidos: La unidad presenta un recorrido por la algoritmia de base relacionada con elementos discretos y aproximaciones que buscan alta precisión. Además, el curso cubre contenidos de métodos generales de aproximaciones polinómicas, triangulaciones, ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones en derivadas parciales, transformadas y sus aproximaciones discretas, consideraciones algorítmicas para las denominadas transformadas rápidas. Casos de transformadas a tratar: Fourier, Laplace, Z, entre otras.

Enfoque de la enseñanza: Se entiende que esta unidad posee un enfoque teórico y práctico en métodos numéricos, cubriendo una variedad de problemas en cálculo avanzado, desde interpolación polinomial, aproximaciones para derivadas e integrales, hasta métodos para resolver ecuaciones diferenciales, transformadas y sus aproximaciones discretas. Este curso también tiene como objetivo investigar, a través de soluciones aproximadas, los diversos problemas de valores de frontera que no admiten soluciones analíticas (como los que se abordan en Matemáticas IV). De hecho, la mayoría de los problemas prácticos en ingeniería, incluso en mecatrónica, se modelan en un medio continuo y luego se discretizan y resuelven numéricamente utilizando técnicas computacionales apropiadas. Además, esta unidad curricular proporciona a los estudiantes los conceptos y técnicas para el enfoque aplicado de otras unidades curriculares como Sistemas de Control, Procesamiento de Señales y Robótica Industrial. Por tanto, el postulante conduciría esta unidad a través de clases de exposición dialogada divididas en clases teóricas y prácticas, alternando entre los enfoques del ejecutivo e del terapeuta. En las clases teóricas, el docente trabaja conceptos, presenta y discute métodos y sus propiedades, así como ejemplos y desafíos que se pueden resolver fácilmente en clase. En las clases prácticas, los métodos numéricos se implementan junto con los estudiantes para que adquieran habilidades y competencias propias del modelado computacional y programación. Se espera, por ejemplo, que el alumno comprenda cómo los dominios y las variables pasan de la representación en un medio continuo a un medio discreto; además de temas intrínsecos al aprendizaje de programación, como, por ejemplo, el uso de funciones y rutinas, optimización de la escrita de códigos y estrategias para visualizar soluciones. Aunque guiados por el docente, se espera que el dinamismo, la proactividad y un cierto grado de independencia del alumno busquen conocimientos inherentes al uso de las herramientas tecnológicas adoptadas. En el caso de entregar contenidos para el aprendizaje en formato virtual, el postulante tiene la intención de grabar clases en video, acompañadas de material de apoyo en formato electrónico.

Conexión de conocimientos con problemas en el área de mecatrónica: Se enfatiza el enfoque teórico-práctico del aprendizaje, ya que los métodos numéricos son técnicas mediante las cuales se formulan problemas matemáticos de tal manera que pueden ser resueltos con operaciones lógicas y aritméticas. Debido a que las computadoras digitales se destacan en la realización de tales operaciones, los métodos numéricos a veces se conocen de manera más amplia como matemática computacional. De esta manera, una variedad de problemas prácticos en ingeniería se resuelven mediante métodos numéricos capaces no solo de representar geometrías complejas (el dominio de referencia del problema), sino también las leyes que gobiernan los fenómenos intrínsecos al problema (ecuaciones diferenciales con sus incógnitas y parámetros). De ahí el sesgo práctico de la asignatura que permite la investigación y solución de ecuaciones algebraicas lineales y problemas de valores de frontera cuyas aplicaciones involucran: conducción de calor en cuerpos rígidos; ondas mecánicas; Circuitos eléctricos; vibraciones libres amortiguadas (y no amortiguadas); vibraciones forzadas amortiguadas (y no amortiguadas); optimización de trayectoria, entre otros. También se enfatiza el uso de métodos numéricos en sus aplicaciones propias del cálculo diferencial e integral, es decir, en la determinación de raíces de funciones no lineales y los puntos óptimos para problemas de optimización, en ajuste de giros y en cálculos de tasa y de áreas, por ejemplo.

Uso de softwares: Los siguientes softwares y lenguajes de programación pueden ser utilizados para implementación computacional de los métodos numéricos: Matlab, Octave, Python, Fortran.

Evaluación: Los alumnos serán evaluados mediante la entrega de trabajos prácticos [30%] en los cuales utilizarán softwares matemáticos, así como exámenes para evaluación de conceptos y conocimientos teóricos [70%].

Fuentes de apoyo y consulta: • BURDEN, Richard L., FAIRES, Douglas J. *Análisis numérico*. Thomson Learning, 2002.

• CHAPRA, Steven C., CANALE, Raymond. *Métodos numéricos para ingenieros*. Mc Graw-Hill, 2015. • NAKAMURA, Shoichiro. *Métodos numéricos aplicados con software*. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 1992. • CHAPRA, Steven C. *Applied numerical methods with Matlab for engineers and scientists*. Mc Graw-Hill, 2013. • ATKINSON, Kendall., HAN, Weimin. *Elementary numerical analysis*. John Wiley & Sons, 2004.