MAESTRÍA EN CIENCIAS, MENCIÓN EN MATEMÁTICA APLICADA

1. Objetivos

Los estudios de posgrado en Matemática Aplicada, conducentes al Grado de Maestro, representan una natural continuación de los estudios de antegrado que en el campo de la Matemática se realizan en la Facultad de Ciencias de la UNI.

Sus objetivos principales son:

- Consolidar, profundizar y ampliar los conocimientos en los diferentes campos del análisis matemático y del álgebra lineal, como base principal de las aplicaciones de la matemática.
- Orientar al estudiante hacia las aplicaciones de la Matemática en la Ciencia e Ingeniería, Economía, Planificación, Gestión de Organizaciones, etc.
- Perfeccionar al estudiante en la construcción de modelos matemáticos en base a problemas concretos en el contexto nacional.
- Perfeccionar al estudiante en la aplicación del análisis y en la realización computacional de algoritmos.
- Capacitar al estudiante a través de la realización de un trabajo de investigación y/o aplicación en un campo específico de la Matemática Aplicada.
- Preparar al estudiante para que pueda iniciar estudios conducentes al Grado de Doctor.

2. Perfil del egresado

El egresado de la Maestría en Ciencias, mención en Matemática Aplicada, está capacitado para:

- Ejercer la docencia e investigación en universidades o centros académicos nacionales o extranjeros.
- Realizar estudios de Doctorado en Ciencias, mención en Matemática, en instituciones de prestigio en América, Europa o Asia.
- Interactuar con equipos multidisciplinarios enfrentando problemas de aplicación a la ingeniería en otros campos.
- Apoyar a entender o modelar problemas que se presentan en otros campos en donde la matemática es una herramienta.

3. Plan de estudios

Los estudios de Maestría en Ciencias, mención en Matemática Aplicada, tienen una duración mínima de dos años. Estos estudios se dividen en dos partes:

1. Formación Básica en Análisis y en Álgebra
2. Estudios de Especialización

La parte central de los estudios de especialización será la tesis de grado, que el estudiante realizará normalmente en uno de los grupos de investigación existentes en la Facultad de Ciencias, por lo cual, durante el Primer Año de estudios, deberá tomar contacto con los diferentes grupos de investigación, para elegir su tema de tesis.
El estudiante también podrá realizar su tesis de grado y, recibir algunos cursos específicos en otra institución, presentado por la Sección de Posgrado, bajo un Convenio de Cooperación entre la Facultad de Ciencias y la institución en consideración.

Los cursos y seminarios de los estudios de especialización se orientarán al campo específico en el que el estudiante realiza su tesis y serán fijados por el Asesor de tesis y el Jefe del Grupo de Investigación en concordancia con el estudiante. Las exigencias en los estudios de maestría son las siguientes:
El estudiante debe aprobar por lo menos 10 créditos en cursos básicos, 25 créditos en cursos electivos y los cursos Seminario de Tesis I y Seminario de Tesis II con un total de 10 créditos.
El número total de créditos que se exige en el plan de estudios de un alumno es 45 (cuarenta y cinco).
La nota mínima aprobatoria por curso es 12.0. El estudiante deberá alcanzar un promedio ponderado de notas no menor de 14.0 para tener derecho a presentar y sustentar su tesis de grado.

El alumno dispone de un plazo máximo de cinco (05) años, a partir de su admisión, para concluir su plan de estudios, sustentar y aprobar su tesis. Vencido dicho plazo perderá su derecho a la graduación.

4. La tesis de maestría

Para realizar su tesis de grado, el estudiante se integrará en el grupo de investigación al cual pertenece su Asesor. El estudiante contará con el asesoramiento y apoyo constante y efectivo de su Asesor y los otros integrantes del grupo de investigación.

El Asesor de Tesis deberá elegir y registrar en la Facultad de Ciencias el tema de tesis de tal modo que el estudiante, con un rendimiento académico satisfactorio y con una buena dedicación, la pueda concluir con éxito en un año.

Si bien la tesis de Maestría es un trabajo de investigación, también puede tratarse de un trabajo original y creativo. En consecuencia, debe contener aportes auténticos del estudiante.

Existe también la posibilidad que el estudiante realice su tesis de grado en otra institución nacional o extranjera, bajo un Convenio de Cooperación con la Facultad de Ciencias de la UNI. En este caso, la Sección de Posgrado deberá garantizar que la tesis tenga las características arriba mencionadas.

La Tesis de Grado deberá ser aprobada por un Jurado en base a una sustentación pública, en la Facultad de Ciencias.

5. Líneas de Investigación conducentes a la tesis

Análisis, Optimización, Álgebra, Ecuaciones Diferenciales y Análisis Numérico.

6. Obtención del grado

Será otorgado el grado académico de Maestro en Ciencias, mención en Matemática Aplicada, a quienes hayan cumplido con los siguientes requisitos:

- Haber aprobado los créditos correspondientes al plan de estudios con un promedio ponderado mayor o igual a catorce (14,0), considerándose todas las asignaturas cursadas, aprobadas y no aprobadas.
- Sustentar y aprobar la tesis.
- Acreditar suficiencia en un idioma extranjero.
- No estar sujeto a medida disciplinaria en la Universidad.
- Cumplir con los requisitos administrativos de la Universidad.

7. Modalidades de Ingreso

Son modalidades de admisión a la Maestría en Ciencias, mención en Matemática Aplicada:

- Evaluación de méritos y conocimientos
- Pre-maestría
- Segunda maestría
- Segunda especialización profesional
- Convenio
- Traslado externo

8. CURSOS BÁSICOS Y CURSOS OBLIGATORIOS

CODIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	COND.	T.HRS.	CRED.
MM601	Análisis I	Básico	70	05
MM602	Análisis II	Básico	70	05
MM603	Álgebra	Básico	70	05
MM604	Variable Compleja	Básico	70	05
MM607	Teoría de la Medida	Básico	70	05
MM622	Análisis Funcional	Básico	70	05
MM621	Seminario de Tesis I	Obligat.	70	05
MM626	Seminario de Tesis II	Obligat.	70	05

9. CURSOS ELECTIVOS

CODIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	COND.	T.HRS.	CRED.
MM605	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	Electivo	70	05
MM606	Ecuaciones Diferenciales Parciales	Electivo	70	05
MM608	Geometría Diferencial	Electivo	70	05
MM609	Análisis Numérico	Electivo	70	05
MM611	Optimización	Electivo	70	05
MM612	Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	Electivo	70	05
MM613	Teoría de Grafos	Electivo	70	05
MM614	Teoría Analítica de Números	Electivo	70	05
MM617	Cálculo Variacional	Electivo	70	05
MM618	Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales	Electivo	70	05
MM619	Elementos Finitos	Electivo	70	05
MM620	Ecuaciones Integro-Diferenciales	Electivo	70	05
MM623	Análisis Convexo	Electivo	70	05
MM624	Métodos Numéricos del Álgebra	Electivo	70	05
MM625	Teoría de Control	Electivo	70	05
MM628	Elementos Finitos Avanzados	Electivo	70	05
MM629	Métodos Numéricos de Optimización	Electivo	70	05
MM630	Tópicos de Matemática I	Electivo	70	05
MM631	Tópicos de Matemática II	Electivo	70	05
MM632	Tópicos de Investigación	Electivo	70	05

También podrá elegirse como curso electivo, algún curso del Doctorado en Ciencias, mención en Matemática; de ser este el caso, el curso no será reconocido para dicho Doctorado.

10. OBJETIVOS Y SUMILLAS DE LOS CURSOS

CURSOS BÁSICOS

MM601 - Análisis I

Objetivo

Estudiar la topología de R^n. Estudio de las propiedades topológicas de los mapeos. Estudio del cálculo diferencial e integral de los caminos y aplicaciones. Estudio del Cálculo diferencial de funciones a valores reales. Estudio de la integral de línea.

Sumilla

Topología en R^n. Límite y continuidad de mapeos, caracterizaciones. Homeomorfismos. Caminos en R^n. Derivación e integración de caminos. Yuxtaposición de caminos. Geometría diferencial de caminos. Funciones a valores reales. Derivada parcial, derivada direccional, diferenciabilidad. Teorema de Taylor. Teorema de la función implícita e interpretación geométrica. Integral de línea.

Bibliografia

Elon Lima, Curso de Analise, Vol. 2
M. Spivack, Cálculo en variedades
T. Apostol, Análisis Matemático
W. Rudin, Pricipios de Análisis Matemático

MM602 - Análisis II

Objetivo

Estudiar el cálculo diferencial de mapeos entre abiertos de R^n. Hacer una introducción a la teoría de superficies. Estudiar el cálculo integral de funciones reales de varias variables. Estudio de las integrales de superficie y el Teorema de Stokes.

Sumilla

Diferenciabilidad de funciones de R^n en R^n. Sucesiones y Series de Funciones. Funciones Definidas Implicitamente: Difeomorfismos Locales. El Teorema de la Función Inversa. Inmersiones y Sumersiones, formas locales. El teorema de la función implícita. El Teorema del Rango. Introducción a la Teoría de Superficies en R^n. El Espacio Tangente a una Superficie. Integrales Múltiples: La Definición de Integral sobre m-bloques. Integrales sobre Conjuntos J-medibles. Integrales sobre conjuntos abiertos. Cambio de Variables en la integral múltiple. Formas Diferenciables en R^n. Preliminares Algebraicos. Formas Alternadas y Producto Exterior. Algebras de Grassmann. Formas Diferenciales. Pull-back de Formas. Diferenciales. La Diferencial Exterior. Integrales de Superficie: Formas diferenciables en superficies. La integral de una k-forma diferencial sobre superficies. Formas cerradas y formas exactas. Superficies con frontera. El Teorema de Stokes.

Bibliografia

Elon Lima, Curso de analise, Vol. 2. M. Spivack, Cálculo en variedades.
T. Apostol, Análisis Matemático.
Rudin, Pricipios de Análisis Matemático.

MM603 - Algebra

Objetivo

Se generalizará los conceptos de la aritmética analizando la teoría más general de anillos, llegando a probar el teorema que relaciona los números primos que son suma de dos cuadrados con su resto módulo 4. Para lograr esto se manejará los conceptos de la teoría de anillos como son los dominios euclidianos y los de factorización única. Además el alumno al finalizar el curso será capaz de manejar con soltura las herramientas básicas de la teoría de grupos, como son el teorema de Lagrange, el teorema de los homomorfismos, el teorema de Caley, productos semidirectos y los teoremas de Sylow entre otros.

Sumilla

Anillos, anillos de polinomios, homomorfismos, ideales y cocientes, dominios, dominios euclidianos, factorización única, criterio de Eisenstein. Grupos, subgrupos, teorema de Lagrange, subgrupos normales y cocientes. Homomorfismos, automorfismos, teorema de Caley, grupos de permutaciones, teoremas de Sylow, teorema de Jordan Holder, grupos solubles, clasificación de grupos pequeños.

Bibliografía

A. García, I. Lequain: Algebra: Un curso de introducción.

MM604 – Variable Compleja

Objetivo

Al final del curso el alumno deberá conocer al detalle las principales propiedades de las funciones holomorfas y reconocer los problemas donde puede aplicar estas propiedades de las variables complejas.

Sumilla

Teoría básica. Anillos de series formales y convergentes. Funciones holomorfas. Diferenciación compleja. Ecuaciones de Cauchy Riemann. Funciones analíticas. Integración compleja. Curvas homologas a cero. Continuación Analítica. Teorema de Cauchy. Funciones enteras. Relación entre funciones analíticas y holomorfas. Funciones meromorfas, Ceros y polos, índices y singularidades. Equivalencias conformes y el teorema de uniformización de Riemann. Teorema de reflexión. Métrica hiperbólica. Teorema de Montel.

Bibliografía

Complex Analysis, L. Ahlfons; McGraw – Hill.
Elementary Theory of Analytic Functions of One or Several Complex Variables – H. Cartan; Addison – Wesley.
Lectures on the Theory of Functions of a Complex Variable, G. Mackey; Harvard University.
Teoría de Funciones de Variable Compleja, Vol. 1 y Vol. 2, A. Markushevich; Prentice– Hall.

MM607- Teoría de la Medida

Objetivo

Describir y reconocer los conjuntos medibles en su contexto general. Construir la medida de Lebesgue a través de los teoremas generales de integración. Construir nuevos espacios de medida a partir de otros ya conocidos. Reconocer y aplicar los teoremas de integración en espacios de medida en general.

Sumilla

Propiedades que definen los conjuntos medibles. Espacios medibles y espacios de medida. Medida e integración. Teoremas de convergencia. Medidas con signo y descomposición de Hahn-Jordan. Medidas absolutamente continuas. Teorema de descomposiciónd e Lebesgue. Teorema de Radón-Nikodym. Propiedades básicas de espacios L^p. Espacios producto y teorema de Fubini-Tonelli. Teorema de representación de Riesz. Relación entre diferenciación e integración. Teorema de diferenciación de Lebesgue.

Bibliografía

Medida e Integración, M. Chumpitaz, FC-UNI.
Measure Theory, Donald Cohn, Birkhäuser.
Measure and Integration, S. Berberian, McMillan.

Introducao a Integral de Lebesgue, H. Frid; IMCA – UNI.
Measure Integration, K. Vo. Khac; Ellipses.

MM622 - Análisis Funcional
Objetivo
Estudiar los operadores lineales que actúan en espacios de Banach y en espacios de Hilbert, particularmente en espacios L^p. Se estudia posteriormente el espectro de un operador lineal autoadjunto, en especial de un operador acotado, sobre un espacio de Hilbert.
Sumilla
Preliminares: Algebra lineal. Espacios métricos y topológicos. Compacidad. Espacios de Banach y espacios vectoriales métricos: espacios normados. Teoría espectral de operadores lineales: operadores compactos, álgebra de Banach, el teorema espectral para operadores normales, operadores no acotados. El teorema espectral para operadores autoadjuntos no acotados. Extensiones autoadjuntas.
Bibliografía
H. Brezis: Análisis Funcional. P. Lax: Functional Analysis. W. Rudin: Functional Analysis.

CURSOS OBLIGATORIOS

MM621 - Seminario de Tesis I
MM626 - Seminario de Tesis II
Objetivo
El objetivo de estos cursos es el estudio y consiguiente exposición de artículos recientes en temas de interés de los estudiantes y orientadores; así como en la presentación de resultados preliminares de los trabajos de tesis en eventos científicos nacionales o internacionales.

CURSOS ELECTIVOS

MM605 – Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
Objetivo
Estudiar la ecuación: $F(t, x, x^{(1)}...x^{(n)}) = 0$, analizando si dicha ecuación admite soluciones y si las soluciones se comportan suavemente con respecto a las condiciones iniciales y parámetros involucrados. Hacer un estudio cualitativo de las ecuaciones, es decir enfatizar en el comportamiento general de la solución más que en su forma explícita. Interpretar geométricamente todos los resultados anteriormente obtenidos, para modelar matemáticamente estas interpretaciones de modo a justificar completamente las demostraciones geométricas. Conocer, interpretar y usar los teoremas básicos sobre estabilidad de las ecuaciones diferenciales.
Sumilla
Teoremas de existencia y unicidad de las soluciones. Dependencia continua y diferenciable de las soluciones respecto de las condiciones iniciales y parámetros de la ecuación. Ecuaciones lineales, flujos lineales y exponencial de matrices. Clasificación de los campos lineales. Soluciones fundamentales y el Teorema de Liouville. Ecuaciones no homogéneas. Estabilidad en el sentido de Lyapunov. Funciones de Lyapunov. Flujos asociados a ecuaciones diferenciales. Conjuntos límites, campos y flujos asociados a campos. Campos en el plano y el

Teorema de Poincaré-Bendixon. Aplicaciones del Teorema de Poincaré-Bendixón. Puntos fijos hiperbólicos, Teorema de Grobman-Hartman.

Bibliografía

Qualitative Theory of Differential Equations, V. Nemytaki, V. Stepanov.
Nonlinear Differential Equations, Princeton University Press, T. Davies and E. James; Addison – Wesley.
Differential Equations: Geometric Theory – S. Lefschetz; Interscience Publisher.
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, J. Sotomayor, IMPA.
Tópicos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, R. Benazic, FC – UNI.

MM606 – Ecuaciones Diferenciales Parciales

Objetivo: Esencialmente se estudian 3 ejemplos provenientes de la Física Matemática: la ecuación del calor, la ecuación de ondas y la ecuación de Laplace. Se introducen métodos e ideas que se aplican a modelos más complicados; también una misma ecuación puede describir diversas realidades físicas.

Sumilla: Ejemplos clásicos de Ecuaciones Diferenciales Parciales de la Física Matemática. Ecuación del calor. Ecuación de la cuerda vibrante. Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de Ondas. Ecuaciones de la mecánica de fluidos. Ecuaciones Diferenciales Parciales de primer orden. Problema de Cauchy. Ecuaciones quasilineales de primer orden, ecuación general de primer orden. Clasificación de Ecuaciones Diferenciales Parciales de segundo orden. Teorema de Cauchy–Kowalewski. Problemas de Sturm–Liouville. Función de Green. Problemas autoadjuntos. Problema de Sturn – Liouville, autovalores. Problema de Dirichlet para la ecuación de Laplace en el disco unitario y en el semiplano positivo en R^2.

La ecuación de ondas en dimensión espacial 1, 2, 3. Problemas de Cauchy. Ecuación de ondas en una dimensión. Formula de D'alembert. Ecuación de ondas en tres dimensiones. Método de medias esféricas. Ecuación de ondas en dos dimensiones. Métodos de descenso de Hadamard. Ecuación de ondas no homogénea. La ecuación de Laplace. El problema de Dirichlet. Función de Green. Propiedad de las funciones armónicas. Ecuación de Poisson. La ecuación del calor. Núcleo de Gauss. Principio del máximo. Problema de Cauchy.

Bibliografía:

ET. Copson, Partial Differential Equations.
I. Peral, Ecuaciones en Derivadas Parciales.
A. Tikhonov, A. Samarsky, Ecuaciones de la Física Matemática.

MM608 – Geometría Diferencial

Objetivo

El objetivo es estudiar otros espacios (variedades) diferentes a la R^n y hacer cálculo diferencial en dichos espacios. Estos espacios serán caracterizados localmente por funciones llamadas curvaturas (curvatura Gaussiana, curvatura geodésica, curvatura media). También se probarán algunos teoremas globales.

Sumilla

Curvas en R^n. Teoría local de superficies. Geometría intrínseca de superficies. Variedades riemanianas. Tensor de Curvatura. Espacios de curvatura constante.

Bibliografía

Geometria Diferencial, Paulo Ventura Araújo; IMCA – UNI.
An Introduction to Differential Geometry, T. J. Willmore; Oxford University Press.
Differential Geometry, J. J. Stoker; New York University.
Differential Geometry, E. Kneyszig; University of Toronto Press.
Geometría Diferencial de Curvas y Superficies, M. do Carmo; Alianza Editorial.

MM609 – Análisis Numérico

Objetivo

Se estudian los diferentes métodos numéricos para resolver sistemas de ecuaciones lineales, el problema de valores propios, ecuaciones no lineales, la aproximación y la integración numérica.

Sumilla

Solución numérica de sistemas lineales. Problema de valores propios. Solución numérica de ecuaciones no lineales. Método de Newton. Teorema del punto fijo. Aplicaciones contractantes. Aproximación. Polinomios de interpolación. Series de Taylor. Interpolación trigonométrica. Splines y B-Splines. Diferenciación e integración numérica.

Bibliografía

An Introduction to Numerical Analysis. Kendall Alkinson.
Numerical Methods for Scientists and Engineers. H.M. Antia
Numerical Analysis Mathematics of Scientifics Computing. Kincaid - Cheney

MM611 – Optimización

Objetivo

Estudiar la teoría de la optimización a partir del problema clásico de la optimización hasta el problema de desigualdad variacional como una extensión natural del problema clásico de optimización. Desarrollar las condiciones de optimalidad con restricciones y sin restricciones para el problema clásico de optimización y luego tratar el problema de desigualdades variacionales como una extensión natural del problema clásico de optimización.

Sumilla

El problema clásico de optimización. Generalidades. Problemas sin restricciones. Problemas con restricciones. Mínimos locales y mínimos globales. Condiciones de optimalidad. El teorema de Weierstrass. Condiciones de primer orden. Condiciones de segundo orden. Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker. Conos tangentes. Conos tangentes linealizados. Condiciones de calificación. Condiciones de optimalidad de Karush-Kuhn-Tucker. El problema de desigualdad variacional. El Lema de Ky Fan. Existencia de soluciones (caso compacto). Existencia de soluciones (usando técnicas de recesión).

Bibliografía

Asymptotic cones and functions in optimization and variational inequalities.
Alfred Auslender and Marc Teboulle, Springer Monographs in Mathematics, 2003
Nonlinear programming. Dimitri Bertsekas, Athena Scientific, Belmont, MA, 1999.
Perturbation Analysis and Optimization Problems. Frederic Bonnans and Alexander Shapiro, Springer Verlag, New York, 2000.
Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples.
J.M. Borwein and A.S., Springer Verlag, New York, 2000.
Programación Matemática Diferenciable. Jean Pierre Crouzeix, Abdekrim Keragel y Wilfredo Sosa, en proceso de publicación.
Convex Analysis and Variational Problems. Ivan Ekeland and Roger Teman, Elsevier Publishing Company, New York, 1976.
Variational Analysis. R.T. Rockafellar and R.J.B. Wets, Springer Verlag, New York, 1998.

MM612 – Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Objetivo

Hacer el estudio de la consistencia, estabilidad y convergencia de los métodos para la solución de problemas de valores iniciales y problemas de valores de frontera.

Sumilla

Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias con condiciones iniciales. Método de series de Taylor. Método de Runge-Kutta. Método de multipaso. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias con condiciones de frontera. Ecuaciones lineales.

Ecuaciones no lineales. Método de diferencias finitas.

Bibliografía

Computer Methods for Ordinary Differential Equations. Ascher, Petzold.
Analysis of Numerical Methods. Isaacson, Keller.
Numerical Methods for Two-Point Boundary-Value Problems. Keller.

MM613 – Teoría de Grafos

Objetivo

Estudiar los grafos, la implementación de sus algoritmos y su complejidad.

Sumilla

Nociones básicas. Tipos de grafos. Isomorfismo de grafos. Representación de grafos en el ordenador. Arboles, árboles generadores, árboles generadores mínimos. Búsquedas en un grafo. Caminos y distancia en grafos. Algoritmos de Dijkstra, Ford y Floyd. Redes de transporte. Flujos en redes. Emparejamientos en grafos bipartidos. Emparejamientos en grafos generales. Grafos eulerianos. Caracterizaciones y algoritmos. Problema del cartero. Digrafos eulerianos: digrafos de De Bruijn. Grafos hamiltonianos. Problema del viajante: algoritmos aproximados. Planaridad. Algoritmos de detección de la planaridad. Parámetros de planaridad. Coloración de grafos. Algoritmos de coloración. Coloración de grafos planos. Complejidad. Problemas NP en grafos. Visualización y trazado de grafos.

Bibliografía

J. Gross, J. Yellen: "Graph Theory and its Applications" . CRC Press, 1999
G. Hernández, "Grafos: Teoría y Algoritmos". Servicio de Publicaciones, Facultad de Informática, UPM, 2003
J. Aldous, A. Dolan: "Networks". Wiley, 1993.
G. Chartrand, O. R. Oellermann: "Applied and Algorithmic Graph Theory". McGraw-Hill, 1993
G. Chartrand, P. Zhang: "Introduction to Graph Theory". McGraw-Hill, 2005
W. Kocay, D. Kreher: "Graphs, Algorithms and Optimization". Chapman & Hall/CRC, 2005
K. H. Rosen: "Exploring Discrete Mathematics with Maple". McGraw-Hill, 1997
S. Pemmaraju, S. Skiena: "Computational Discrete Mathematics", Cambridge Univ. Press, 2003.
D. B. West: "Introduction to Graph Theory". Prentice Hall, 2000.

MM614 – Teoría Analítica de Números

Objetivo

Hacer un estudio teórico y numérico del conjunto de los números primos.

Sumilla

Funciones aritméticas. Teorema elemental del número primo. Series de Dirichlet. Primos en Progresiones aritméticas. Teorema de Dirichlet. El teorema del número primo. La función Zeta de Riemann.

Bibliografía

T. Apostol: Introducción a la teoría Analítica de Números. W. W. L. Chen: Distribution of prime Number (Notas en la Red). W. Ellison, F. Ellison: Prime Numbers.

MM617 – Cálculo Variacional

Objetivo

El objetivo es estudiar, caracterizar y determinar la existencia de valores críticos (valores extremos) de funcionales a valores reales.

Sumilla

Ecuaciones de Euler. Lema fundamental del cálculo variacional. Problemas variacionales en formas paramétricas. Problemas variacionales con fronteras móviles. Condiciones suficientes de extremo. Ecuación de Hamilton–Jacobi. Problemas variacionales con extremo condicionado. Problemas isoperimétricos.

Bibliografía

Introduction to the Calculus of Variations – Hans Sagan
Calculus of Variations – Robert Weinstock
Variational Methods in Optimizations – Donald Smith

MM618 – Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Parciales

Objetivo

Solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales utilizando los siguientes métodos numéricos: (i) Método de diferencias finitas. (ii) Método de Galerkin. (iii) Método de elementos finitos.

Sumilla

Ecuaciones parabólicas. Método explícito e implícito. Problemas independientes del tiempo. Método de diferencias finitas. Método de Galerkin. Método de transformadas de Fourier. Ecuación de la onda. Ecuaciones elípticas. Método de elementos finitos.

Bibliografía

Numerical Methods for Scientists and Engineers. H.M. Antia.
Numerical Analysis Mathematics of Scientifics Computing. Kincaid, Cheney.
Numerical Approximation of Partial Differential Equations. Quarteroni, Valli.

MM619 – Elementos Finitos

Objetivo

Realizar la Formulación Variacional en espacios de Sobolev, de los Problemas de contorno para EDP elípticas, sobre subconjuntos de R^n, bajo condiciones de tipo Dirichlet, Neumann y Robin.

Sumilla

Problemas de Contorno Elíptico, Espacios de Distribuciones. Derivada Distribucional. Espacios de Sobolev. Identidades de Green. Teoremas de Inmersión continua y compacta. Derivada fraccional. Operadores traza. Formulación Variacional de los problemas elípticos en espacios de Sobolev. Aplicación: Problemas de contorno de Difusión y convección estacionarios, con las condiciones de borde Dirichlet, Neumann y Robin Homogénea asociados a Ecuaciones de Difusión Homogénea y no Homogénea. Existencia y Unicidad de la Solución débil en espacios de Sobolev.

Bibliografía

[1] H. Brezis: Analysis Functionnelle, Masson Editeur (1983) (o Traducción en español, Alianza Editorial (1984).
[2] K. Yosida: Functional Analisis, Springer (1980).
[3] W. Rudin, Real and complex analysis, tercera edición, McGraw-Hill, 1987.
[4] F. G. Friedlander, Introduction to the theory of distributions, segunda edición, Cambridge University Press, Cambridge, 1998, Con material adicional de M. Joshi. MR 2000g:46002.
[5] C. Atkinson; K. E. Kalli: Some bundary value problems for the Bingham model, J. Non-Newtonian Fluit Mech, Vol. 41, pp. 339-363 (1992).
[6] Ciarlet, P.G. (1978), The Finite Element Method for Elliptic Problems (North-Holland, Amsterdam).
[7] Ciarlet, P.G. (1991), Basic error estimates for elliptic problems in: Handbook of Numerical Analysis II (North-Holland,Amsterdam) 17-352.

MM620 – Ecuaciones Integro-Diferenciales

Objetivo

Estudiar el espectro de los diferentes tipos de operadores lineales y sus aplicaciones.

Sumilla

Funcionales lineales y operadores lineales. Teorema de Hahn Banach. Formas bilineales. Sistemas duales. Formas sesquilineales. Elementos de Teoría Espectral Álgebras de Banach. Teoría de Fredholm operadores compactos en espacios de Hilbert. Operadores Compactos en Espacios de Funciones Continuas. Integración en variedades. Operadores integrales en variedades compactas. Aplicaciones. Operadores integrales sobre variedades no compactas. Operadores Integrales en Espacios Funcionales. Operadores en Espacios de Lebesgue. Operadores de Convolución.

Bibliografía

K. Jorgens: Linear Integral Operations. S. Mikhlin & S. Prossdorf, Singular Integral Operations. F. Smithies: Integral Equations.

MM623 – Análisis convexo

Objetivo

Presentar el análisis convexo como una herramienta fundamental para los cursos de optimización lineal y no lineal. Desarrollar el análisis convexo desde el punto de vista geométrico pues la geometría es fundamental para entender la convexidad. Para este desarrollo utilizaremos herramientas del cálculo vectorial y del cálculo diferencial.

Sumilla

Conjuntos convexos. Propiedades geométricas de los conjuntos convexos. El teorema de Caratheodory. Propiedades topológicas de los conjuntos convexos. Puntos extremales. El teorema de Krein-Milman. Proyección ortogonal. Teoremas de separación. Poliedros convexos. Conos polares y de recesión. Funciones convexas. Preliminares de continuidad. Preliminares de diferenciabilidad. Funciones convexas de una variable real. Funciones convexas de varias variables reales. Convexidad estricta y fuerte. Funciones de recesión. Conjugación y sub-diferenciabilidad. Funciones conjugadas. Funciones indicatriz y soporte de un conjunto. Sub-diferenciabilidad de una función convexa. Derivadas direccionales de una función convexa. Derivadas de una función convexa. Sub-diferencial de la suma de dos funciones convexas. Inf-convolución y conjugación. Introducción a la dualidad convexa. Esquema general de dualidad. Lagrangianos. Dualidad lagrangiana. Monotonía y continuidad del sub-diferencial. Nociones generales sobre correspondencias. Nociones de semi-continuidad y continuidad de correspondencias. Monotonía del sub-diferencial. Continuidad del sub-diferencial.

Bibliografía

Convex Analysis and Minimization Algorithms. J.B. Hirriart-Urruty and C. Lemarechal, Springer Verlag, 1993

Convex Analysis. R.T. Rockafellar, Princeton University Press, 1972

Introducción a la Optimización: Programación Lineal. W. Sosa, Sociedad Matemática Peruana, 2000

Análisis Convexo. Jean Pierre Crouzeix, Eladio Ocaña, Wilfredo Sosa, Monografía 33 del IMCA, 2003

Programación Matemática Diferenciable. Jean Pierre Crouzeix, Abdekrim Keragel y Wilfredo Sosa, en proceso de publicación.

Convex Analysis and Nonlinear Optimization. J.M. Borwein and A.S. Lewis, Springer Verlag, New York, 2000.

Convex Analysis and Variational Problems. Ivar Ekeland and Roger Teman, Elsevier Publishing Company, New York, 1976.

Convex Cones, Sets and Functions. W. Fenchel, Mimeographed Notes, Princeton University, 1951.

Convex Sets. F.A. Valentin, McGraw Hill, 1964.

MM624 Métodos Numéricos del Álgebra

Objetivo

Al finalizar el curso el alumno estará en capacidad de resolver problemas de valores propios, sistemas lineales "poco densos" y habrá adquirido habilidades que le permitan usar los conceptos estudiados, en el desarrollo de otras asignaturas, así como también en la solución de problemas vinculados a su especialidad.

Sumilla

Conceptos Preliminares. Matrices Esparzas. Métodos Iterativos Básicos. Teoría de Perturbación y Análisis de Error. Herramientas de Aproximación Espectral. Métodos de Proyección. Métodos de Subespacios de Krylov. Técnicas de Aceleración y Métodos Híbridos.

Bibliografía

Datta, Biswa Nath. Numerical Linear Algebra and Applications. 1995
Horn, Roger A. and Johnson, C. Matrix Analysis. Cambridge. University Press 2005.
Horn, Roger A. and Johnson, C. Topics in Matrix Analysis. Cambridge. University Pres,1999
Kressner, Daniel Numerical Methods for General and Structured Eingenvalue Problems. Springer.
Meyer D. Carl Matrix Analysis and Applied Linear Algrebra. Siam
Saad, Yousef Iterative Methods for Sparse Linear Systems, 2000.
Saad, Yousef, Numerical Methods for Large Eigenvalue Problems
Stoer, J. and Bulirsch, R. Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag.
Trefethen, Lloid N., and Bau David Numerical Linear Algebra. Siam 1997
Varga, Richard S. Matrix Iterative Analysis. Springer-Verlag 2000.
Watkins, David S. Fundamentals of Matrix Computations. John Wiley & Sons, 2002

MM625 – Teoría de Control

Objetivo

Formular problemas de control, restricciones, optimización y programación dinámica.

Sumilla

Controlabilidad, principio de bang-bang.
. Control de tiempo óptimo: caso lineal: Existencia de control de tiempo óptimo, principio del máximo. El principio del máximo de Pontryagin.
. Cálculo de variaciones dinámicas Hamiltonianas. Los multiplicadores de Lagrange: Una revisión. El principio del máximo de Pontryagin: Ejemplos. El principio del máximo con condiciones de transversalidad: aplicaciones. El principio del máximo con restricción en la variable de estado: Aplicaciones.
. Programación dinámica. La ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman: Ejemplos.
. Relación con el principio del máximo de Pontryagin. Introducción a la teoría de control estocástico.

Bibliografía

K.J. Astrom y B.Wittenmark, Adaptive Control, 1995
R. Isermann, Adaptive Control System, 1992
K.J. Astrom y B. Wittenmark, Computer Controlled Systems, 1996
W. Fleming, Optimal Control: Determinist and Stochastic, 1983
D.E. Kirk, Optimal Control Theory, 1970

MM628 – Elementos Finitos Avanzados

Objetivo

Discretización de los Problemas variacionales asociados a ecuaciones e inecuaciones elípticas, sobre un subconjunto de R^N, con el método de Galerkin y elementos finitos conformes. Construcción del software especializado para resolver problemas de Difusión y convección en 2D y 3D.

Sumilla

Métodos Variacionales para resolver Problemas variacionales elípticos. Construcción de Mallas sobre subconjuntos bidimensionales. Ejemplos de EDP asociados a ecuaciones e Inecuaciones Variacionales Elípticas. Métodos de Galerkin y Ritz Galerkin. Discretización. Consideraciones sobre la convergencia y la estimación del error. Elementos finitos conformes y no conformes. Aplicaciones: Deformación de membranas elásticas, Problema de la membrana con obstáculo, problema de placas suspendidas y superficies mínimas.

Bibliografía

[1] Ciarlet, P.G. (1978), The Finite Element Method for Elliptic Problems (North-Holland, Amsterdam).
[2] Ciarlet, P.G. (1991), Basic error estimates for elliptic problems in: Handbook of Numerical Analysis. II (North-Holland,Amsterdam) 17-352.
[3] Lions, P. L. (1996), Mathematical Topics in Fluid Mechanics; v.1: Incompressible Models, Oxford. Lecture Series in Mathematics & Its Applications, No.3, Oxford Univ. Press.
[4] Oden, J.T. (1991), Finite elements: An Introduction in: Handbook of Numerical Analysis II (North- Holland,Amsterdam) 3-15.

MM629 – Métodos Numéricos de Optimización

Objetivo

Estudiar algunos métodos formales para resolver el problema clásico de optimización. Programar y comparar computacionalmente algunos métodos formales.

Sumilla

Métodos para minimización unidimensional con y sin restricciones: Búsqueda lineal exacta. Búsqueda lineal económica. Métodos de descenso: Un resultado clave para la convergencia de los métodos de descenso. El método del gradiente. El método del gradiente proyectado. Técnicas de precondicionamiento. El método de Newton. Los métodos casi Newton. El método del gradiente conjugado. El método de Levenberg-Marquardt. El método de Frank-Wolfe. Linealización de las restricciones. El método del gradiente proyectado a paso constante. El método de Newton reducido. El método de Gauss-Seidel.

Bibliografía

Dennos J.E. and Schnabel R. Numerical Methods for Unconstrained Optimization, New Jersey, Prentice Hall, 1983
Gill P., Murray S. and Wright M., Practical Optimization, New York, Academic Press, 1981
Polyak B., Introduction to Optimization, New York, Optimization Software, 1987
Jean Pierre Crouzeix, Abdekrim Keragel y Wilfredo Sosa, Programación Matemática Diferenciable (en proceso de publicación).

MM630 – Tópicos de Matemática I

MM631 – Tópicos de Matemática II

MM632 – Tópicos de Investigación

11. Temario de Admisión

Análisis: Conceptos básicos en cálculo diferencial e integral de una y varias variables, continuidad, derivadas, integrales, derivadas parciales y direccionales, diferencial, funciones implícitas, Jacobianos, integrales múltiples, aplicaciones a la geometría y física. Sucesiones y series (criterios de convergencia uniforme, series de potencias). Análisis vectorial (gradiente, divergencia, rotacional) y transformación de integrales, Teorema de Gauss y Stokes. Principios topológicos en R (punto interior, acumulación frontera, etc.)

Bibliografía

Los tres primeros tópicos pueden consultarse en Introduction to Calculus and Analysis (Vol. 1 y 2) de Courant y Jhon o Calculus. Para el último tópico el apéndice A de funciones de varias variables de Flemming o el Capítulo 2 de principios de Análisis Matemático de Rudin es suficiente. Para problemas ver los primeros Capítulos de topología (SCHAUM).

Ecuaciones diferenciales: Conceptos básicos en ecuaciones diferenciales lineales y sistemas. Resolución de ecuaciones por series. Estabilidad en sistemas autónomos.

Bibliografía

- Ecuaciones diferenciales y problemas de frontera, Boyce & Di Prima.
- Calculus, Tomo II, Hasser, La Salle & Sullivan.
- Ecuaciones Diferenciales Modernas, Bronso, Edit. SCHAUM

Álgebra lineal: Conceptos básicos en álgebra matricial, espacios vectoriales (base, dimensión, dependencia lineal). Valores y vectores propios y formas cuadráticas.

Bibliografía

- Theory of Linear Spaces, Shilov.
- Introducción al Álgebra Matricial, Bellman.
- Calculus, Tomo II, Apóstol.
- Álgebra lineal, Lipchutz (SCHUAM).

12. Plana docente

- Julio Alcántara Bode
- Wilfredo Sosa Sandoval
- Renato Benazic Tome
- Pedro Canales García
- William C. Echegaray Castillo
- Felix Escalante del Aguila
- Fidel Jara Huanca
- Irla Mantilla Núñez
- Percy Fernández Sánchez
- Christian Valqui Hasse
- Eladio Ocaña Anaya
- Hector Guimaray Huerta
- Roger Metzger Alvan
- Orestes Bueno Tangoa
- Marco Quiñones Robles