UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

| 1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura** | | | **Clave de la UA** |
| Sistemas de Ecuaciones Diferenciales | | | 15963 |
| **Modalidad de la UA** | **Tipo de UA** | **Área de formación** | **Valor en créditos** |
| Escolarizada | Curso | Básica común obligatoria | 2 |

| UA de pre-requisito | UA simultaneo | UA posteriores |
|---|---|---|
| Teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias II (15934) | Taller de sistemas de ecuaciones diferenciales (15964) | ninguna |
| **Horas totales de teoría** | **Horas totales de práctica** | **Horas totales del curso** |
| 51 | 0 | 51 |

| Licenciatura(s) en que se imparte | Módulo al que pertenece |
|---|---|
| Matemáticas | Ecuaciones Diferenciales |
| **Departamento** | **Academia a la que pertenece** |
| Matematicas | Modelacion Matematica |
| **Elaboró** | **Fecha de revisión** |
| Néstor García Chan | 16/06/2025 |

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA

### Presentación

Los sistemas de ecuaciones diferenciales juegan un rol esencial en la descripción matemática de ciertos fenómenos físico, ya que en general no resulta fácil hallar leyes que vinculen directamente las magnitudes que caracterizan dichos fenómenos, aunque si es posible en muchos casos determinar la dependencia entre esas magnitudes y sus derivadas. Esto, en general, da origen a un sistema de ecuaciones diferenciales, mismo que determinará la evolución del sistema físico.

Esta UA se complementa con la UA 15964 (taller de sistemas de ecuaciones diferenciales) que tiene como propósito mostrar la teoría de los sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias así como desarrollar las técnicas y destrezas para identificar, resolver e interpretar los resultados al resolver los sistemas de ecuaciones diferenciales aplicados en ciertos fenomenos físicos o en el área de las ciencias exactas e ingeniería. Permite a los estudiantes fortalecer los conocimientos adquiridos en la UA 15934 a fin de que desarrolle procesos de razonamiento, conceptualización, formalización y contextualización de los modelos matemáticos dados por las ecuaciones diferenciales.

Se inicia presentando una clasificacion de los diferentes sistemas de ecuaciones asi como la relacion que existe entre una ecuacion diferencial ordinario de orden n con un sistema de ecuaciones diferenciales, y despúes se presentan varios método para resolver un sistemas de ecuaciones diferenciales lineales (o formas de expresar la solución) y debido a que no existe un metodo de solucion para los sistemas de ecuaciones no lineales, se dará una descripcion cualitativa y/o geométrica del comportamiento de las soluciones (trayectorias) de los sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales en $R^2$ a traves del comportamiento de las soluciones de un sistema lineal (método de linealización), asi como también de los sistemas dinámicos. Se establecerán algunos teoremas importantes que nos indicaran la naturaleza de las soluciones de los sistemas de ecuaciones asi como la estabilidad de los puntos criticos (nodo, silla, foco o centro) tanto de sistemas lineales como no lineales.

### Relación con el perfil

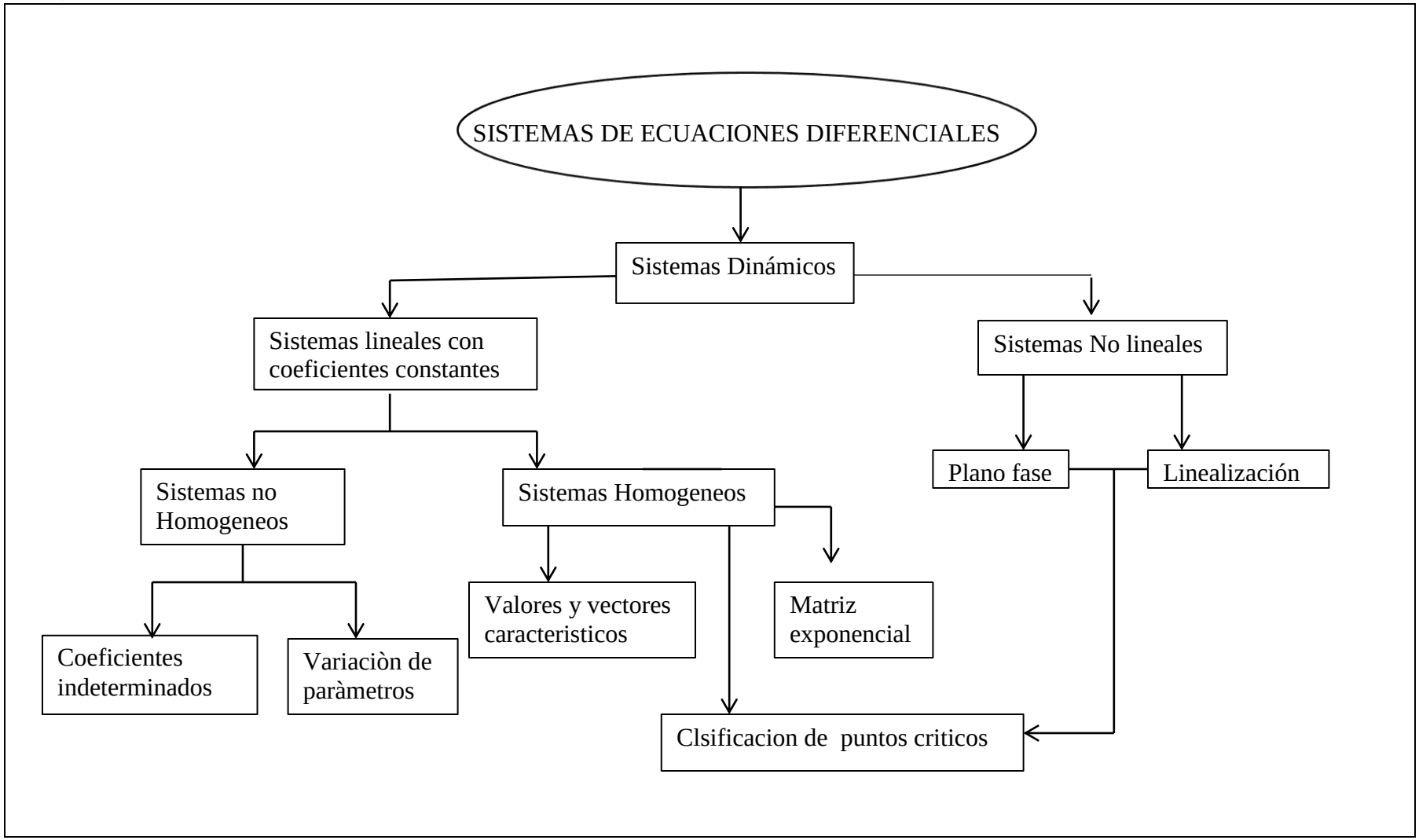
| Modular | De egreso |
|---|---|
| Esta unidad de aprendizaje pertenece al módulo de Ecuaciones Diferenciales cuyo objetivo es desarrollar la capacidad de identificar los sistemas autonomos y no autonomos, lineales y no lineales. Utilizar el método adecuado para resolver problemas del área de la física-matemáticas mediante un sistema de ecuaciones diferenciales utilizando el lenguaje matemático adecuado, así como interpretar correctamente la solución del sistema. | Conforme al perfil de egreso de la licenciatura en matemáticas, el alumno tendrá las herramientas necesarias para proponer modelos que se resuelvan con ecuaciones diferenciales parciales ya sea de la vida real, la matemática misma o de otras ciencias como física, química, etc. Utilizando todas las herramientas a su alcance, bibliografía y/o equipo de cómputo así como de algún software |

### Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

| Transversales | Genéricas | Profesionales |
|---|---|---|
| 1. Aplica los conceptos básicos para modelar un problema de la física matemática.<br>2. Contrasta la información con diferentes fuentes bibliográficas.<br>3. Desarrolla su capacidad de comunicación acertiva al explicar la solución de un problema ante sus compañeros o personas de otras disciplinas.<br>4. Crea algoritmo para resolver sistemas de ecuaciones y comprender el fenómeno de estudio logrando un aprendizaje significativo. | 1. Clasifica un sistema de ecuaciones diferenciales.<br>2. Distingue un sistema lineal de uno no lineal, autonomo y no autonomo.<br>3. Identifica las diferentes formas de expresar la solucion de un sistema de ecuaciones diferenciales.<br>4. Utiliza el pensamiento cualitativo y razonamiento analítico para identificar cuando un sistema no lineal se puede linealizar.<br>5. Clasifica los puntos criticos de un sistema de ecuaciones diferenciales.<br>6. Utiliza herramientas de computo científico como apoyo para entender y resolver sistemas de ecuaciones no lineales entendiendo los algoritmos utilizados e interpretando los resultados computacionales utilizados. | 1. Comprende la importancia de trabajar en equipo un trabajo interdisciplinario.<br>2. Es autocritico al modelar y resolver un problema de la vida real o de las ciencias e ingenieria.<br>3. Se expresa adecuadamente tanto en forma verbal como escrita.<br>4. Participa activamente en estudios de casos para modelar y resolver problemas |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Saberes involucrados en la UA o Asignatura** | | |
| **Saber (conocimientos)** | **Saber hacer (habilidades)** | **Saber ser (actitudes y valores)** |
| Clasificar un sistema de ecuaciones diferenciales.<br>Comprende las condiciones necesarias y suficientes para que un sistema de ecuación diferencial tenga solucion.<br>Distinguir los diferentes tipos de expresar la solucion de un sistema<br>Analiza las trayectorias de un sistema dependiendo del tipo de punto critico. | Encontrar los valores y vectores caracteristicos de una matriz<br>Identifica claramente los términos homogéneos y no homogéneos de un sistema de ecuaciones.<br>Utiliza el método adecuado para encontrar la solucion particular de un sistema lineal no homogeneo.<br>Determina claramente la estabilidad de los puntos criticos (silla, nodo, espiral o centro)<br>Utiliza herramientas computacionales (equipo de cómputo y software) como apoyo para plantear, resolver y analizar problemas aplicados tamto a la matemática mismo como a otras áreas. | Respeto hacia el maestro y los demás compañeros.<br><br>Respeto a los compañeros cuando expresan su opinión.<br><br>Maneja adecuadamente los tiempos para realizar las actividades o tareas extra clase.<br><br>Asume una actitud positiva y proactiva a la hora de trabajar con otros integrantes del grupo.<br><br>Indaga sobre cómo resolver un problema cuando se enfrenta con ciertas dificultades. |
| **Producto Integrador Final de la UA o Asignatura** | | |
| **Título del Producto**: Notas del curso completas<br><br>**Objetivo:** Se espera que mediante el concentrado de las notas del curso se propicie en el estudiante una reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje con el fin de mejorar sus hábitos de estudio y defina sus estrategias a la hora de resolver problemas..<br><br>**Descripción**: Las notas del curso deben incluir, definiciones, conceptos importantes, teoremas con demostraciones y metodos de solución de los sistemas de ecuaciones diferenciales asi como todos los ejercicios que se dejaron durante el curso resueltos. | | |

## 3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA




## 4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

### Unidad temática 1: Introducción a los Sistemas Dinámicos

**Objetivo de la unidad temática:** Aplicar los conceptos básicas en la modelación de un sistema de ecuaciones diferenciales, asi como relacionar una ecuación diferencial de orden n con un sistema de n ecuaciones diferenciales lineales.

**Introducción:** La unidad temática tiene como proposito dar a conocer los conceptos básicos de un sistema de ecuaciones diferenciales, haciendo una clasificacion de los mismos (lineales, no lineales, autonomo, coeficientes constantes o variables etc), iniciando con la relación entre una ecuacion diferencial y un sistema lineal de ecuaciones diferenciales y despúes se presentan algunos modelos que se presentan en la fisica-matemática o en la vida real.

| Contenido temático | Saberes involucrados | Producto de la unidad temática |
|---|---|---|
| **1.** Introducciñon.<br>1.1. Conceptos básicos<br>1.2. Relación de los sistemas de primer orden y las ecuaciones de segundo orden.<br>1.3. Propiedades de los sistemas autonomos.<br>1.4. Modelos de especies que interactúan | Relación entre las variables dependientes e independientes.<br>Clasificación de las Ecuaciones diferenciales Ordinarias de orden n.<br>Saber parametrizar una ecuación.<br>Conocer el teorema de existencia y unicidad de la solución de una ecuación diferencial ordinaria. | Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros<br>Transformar una ecuación diferencial a un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden.<br>Ejercicios extra clase para el portafolio. |

| Actividades del docente | Actividades del estudiante | Evidencia de la actividad | Recursos y materiales | Tiempo destinado |
|---|---|---|---|---|
| En la primera sesión se hace una introduccion del curso, se expone el programa de la UA asi como la forma de evaluar y trabajar. | No hay actividades | No hay actividades | | 15 min. |
| Se recuperan los conceptos básicos de las ecuaciones diferenciales ordinarias, a través de un cuestionario. | Responder el Cuestionario. | Cuestionario contestado en clase | Cuestionario impreso y lápiz para contestarlo. | 15 min. |
| Se explica la forma en que se relaciona una ecuación diferencial de orden n con un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden. | Realiza ejercicios en clase y extra clase, donde el alumno demuestre la transformación de una ecuacin diferencial a un sistema de ecuaciones diferenciales. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 2 hrs. |
| Se realiza una clasificación de los sistemas autonomos. | Sobre una serie de ejercicios, el alumno clasificara un sistema de ecuaciones diferenciales. (lineales y no lineales, coeficientes constantes y variables, autonomos y no autonomos). | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 1 hr |
| Se exponen algunos modelos donde surgen sistemas dinamícos | Analizar fenómenos a traves de un sistema de ecuaciones diferenciales lineales. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 30 min. |

## Unidad temática 2: Sistemas Lineales con coeficientes constantes

**Objetivo de la unidad temática:** Conocer los diferentes metodos de solución de un sistema de ecuaciones lineales y aplicarlos en algunos modelos de la fisica-matematica

**Introducción:** En esta unidad temática se desarrollará una teoria general para resolver sistemas de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes. Se dará un método de solución en el que se utilizarán algunos conceptos del algebra de matrices valores y vectores caracteristicos). Las diferentes formas que se darán para expresar la solucion de un sistema lineal tiene gran importancia a la hora de resolver algunos problemas de la física o matematica misma o áreas a fines, además la teoría es fundamental para efectuar el análisis de las soluciones de sistemas de ecuaciones no lineales.

| Contenido temático | Saberes involucrados | Producto de la unidad temática |
|---|---|---|
| 2.1. Sistemas lineales homogéneos; conceptos básicos<br>2.2. Valores y vectores característicos<br>2.2.1. Valores características reales y diferentes<br>2.2.2. Valores característicos reales e iguales | Conceptos básicos del algebra matricial y solucion de sistemas de acuaciones algebraicos.<br>Resolver el polinomio caracteristico oara obtener los valores y vectores caracteristicos de una matriz.<br>La serie de Taylor de una función. | Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros<br>Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro. |

| | | |
|---|---|---|
| 2.2.3. Valores característicos complejos conjugados<br>2.3. Solución por diagonalización.<br>2.4. Sistemas de ecuaciones lineales no homogéneos.<br>2.4.1 Coeficientes indeterminados<br>2.4.2 Variación de parámetros<br>2.5. Matriz exponencial y sus propiedades. | Saber expresar la solucion de un sistema en forma matricial.<br>Identificar cuando un sistema se puede resolver por diagonalización.<br>Transformar un sistema en coordenadas cartesianas a polares.<br>Verificar que una matriz fundamental satisface las propiedades que un conjunto fundamental de soluciones de una ecuación diferencial. | |

| Actividades del docente | Actividades del estudiante | Evidencia de la actividad | Recursos y materiales | Tiempo destinado |
|---|---|---|---|---|
| Se explica el método de valores y vectores caracteristicos para determinar la solución de un sistema lineal homogéneo y se muestra que la solucion se expresa de manera similar que en el caso de una sola ecuación diferencial. | Investigar como se determinan los vectores caracteristicos correspondinetes a valores caracteristicos repetidos y realizar ejercicios donde el alumno demuestre que comprendió la forma de expresar la solución general de una sistema lineal. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 6 hrs |
| Se recupera el concepto de diagonalización de una matriz y se explica la utilidad para resolver el sistema de ecuaciones lineales | Resolver ejercicios encontrando los valores y vectores caracteristicos para diagonalizar una matriz y asi resolver el sistema de ecuaciones | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 2 hrs |
| Se recuerda el método de coeficientes indetermiandos y se aplica para encontrar la solucion particular de un sistema de ecuaciones diferenciales.pero sólo para cierto tipo de funciones | Se le pide al alumno analizar en que casos se puede encontrar la solucion particular mediante coeficientes indeterminados y en que casos variación de parametros. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 4 hrs |
| Se explica la forma matricial para expresar de otra manera la solucion de un sistema lineal. | Resolver ejercicios, expresando la solucion en forma matricial. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma | 4 hrs |
| | | | | |

## Unidad temática 3: Estabilidad según Lyapunov y estabilidad asintótica

**Objetivo de la unidad temática:** La unidad temática pretende dar una introducción al gran tema estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales, tanto lineales como no lineales. Se analiza la estabilidad de los puntos criticos del sistema lineales según Lyapunov y para el caso de los sistemas no lineales, mediante el estudio del comportamiento del estado en un entorno del punto de equilibrio.

**Introducción:** El concepto de estabilidad e inestabilidad esta presente en la vida cotidiana, como por ejemplo; el paciente esta estable, nuestra moneda es inestable, etc. La teoría de la estabilidad juega un rol muy importante dentro de la teoría de sistemas e ingeniería. Es una de las características mas importantes de los sistemas dinámicos ya que, en los sistemas dinámicos existen distintos tipos de problemas de estabilidad y se analizaran esos diferentes tipos de problemas.

| Contenido temático | Saberes involucrados | Producto de la unidad temática |
|---|---|---|
| 3.1. El criterio de la estabilidad de un sistema lineal con coeficientes constantes.<br>3.2 Teorema de Lyapunov sobre la estabilidad en una primera aproximación | Concepto de estabilidad, limites de trayectorias alrededor de un punto critico.<br>Derivadas parciales para encontrar la función de Lyapunov.<br>Conocer los metodos de Lyapunov para determinar la | Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros<br>Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro. |

| | | |
|---|---|---|
| 3.3. Función de Lyapunov: lema de Lyapunov sobre estabilidad y estabilidad asintótica<br>3.4. Teorema de Chetaev sobre inestabilidad | estabilidad de un sistema.<br>Aplicar las diferentes formas de linealizar un sistema para analizar la estabilidad de los puntos criticos.<br>Interpretación geométrica de los diferentes puntos criticos para comprender la estabilidad de los mismos. | |

| Actividades del docente | Actividades del estudiante | Evidencia o de la actividad | Recursos y materiales | Tiempo destinado |
|---|---|---|---|---|
| Se define el concepto de estabilidad y se da una explicación geometrica para una mejor comprension para el caso de sistemas de 2X2.<br>Se exponen los diferente metodos de Lyapunov asi como los diferentes teoremas de Lyapunov sobre la estabilidad. | Realizar ejercicios donde el alumno demuestre que comprendio el concepto de estabiliad aplicando los diferentes metodos y teoremas de Lyapunov.<br>Utilizar un software para visualizar geometricamente la estabilidad de los puntos criticos, asi como el comportamiento de las trayectorias del sistema. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma.<br>Software para analizar la estabilifdad | 6 hrs. |
| | | | | |

## Unidad temática 4: Retrato fase para un sistema lineal plano (dos variables)

**Objetivo de la unidad temática:** El objetivo de la unidad tematica es dar a conocer una forma de analizar la naturaleza de los puntos criticos en forma geometrica a traves de la traza y el determinante de la matriz del sistema.

**Introducción:** Una de las formas mas claras de entender el comportamiento de las trayectorias de un sistema de ecuaciones diferenciales y la naturaleza de los puntos criticos es la forma gráfica. Despúes de calcular todos los puntos criticos del sistema se puede analizar la naturaleza de cada uno de los puntos criticos mediante el calculo de la traza y el determinante de la matriz. A traves del plano fase es muy claro saber que tipo de punto critico es y sobre todo si es estable o inestable.

| Contenido temático | Saberes involucrados | Producto de la unidad temática |
|---|---|---|
| 4.1. Cambios de coordenadas.<br>4.2. La traza y determinante de un sistema planar.<br>4.3. Clasificación de los puntos singulares (puntos de equilibrio) en el plano ($R^2$): el nodo, el de silla, el foco, el centro<br>4.4. Separatrices. | Solución de sistemas para determinar los puntos criticos.<br>Solucion de una ecuacion cuadratica para determinar la traza y el determinante de la matriz.<br>Conocer el sistema planar (traza – determinante) para clasificar el punto critico. | Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros<br>Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro. |

| Actividades del docente | Actividades del estudiante | Evidencia de la actividad | Recursos y materiales | Tiempo destinado |
|---|---|---|---|---|
| Se recupera el concepto de cambio de variable cuando un punto critico no es el origen.<br>Se hace una analogia del sistema cartesiano xy con la traza/determinante para comprender la naturaleza de los puntos criticos. | El alumno realizará ejercicios en donde demuestre que sabe clasificar los puntos criticos y en forma grafica mostrar el tipo de punto critico ya sea en forma manual o mediante algún software. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma.<br>Software para analizar la estabilifdad | 12 hrs. |
| | | | | |

## Unidad temática 5: Sistemas de Ecuaciones Diferenciales No Lineales

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**Objetivo de la unidad temática:** Analizar el comportamiento de un sistema no lineal cerca de un punto critico mediante el comportamiento del sistema lineal cerca del origen.

**Introducción:** En esta unidad temática estudiaremos sistema se eecuaciones diferenciales no lineales $\frac{dX}{dt} = f(X)$. Sedemostrara que bajo ciertas condiciones la función f, el sistema no lineal tìene solucion unica a traves de cada punto $X_0$ definido sobre un intervalo $(a, b) \in \mathbb{R}$. En general no es posible resolver un sistema no lineal sim embargo si se puede dar un comportamiento local del sistema mediante el comportamiento de la souciones del sistema lineal.

| Contenido temático | Saberes involucrados | Producto de la unidad temática |
|---|---|---|
| 5.1. Plano de fase para sistemas autónomos no lineales. Relación con puntos de equilibrio del sistema linealizado.<br>5.2. Teorema de existencia y unicidad.<br>5.3.. Dependencia continua de las soluciones<br>5.4. Estabilidad de las trayectorias.<br>5.5. Bifurcaciones y caos.<br>5.6. Mapa de Poincaré.<br>5.7. teorema de Poiincaré-Bendixson. | Daber transformar un sitema de ecuaciones diferenciales no lineales en una ecuacin difernecial mediante la eliminacion del parametro t.<br>Conocer y aplicar el teoremoa de existencia y unicidad de un sistema de ecuaciones no lineales.<br>Analizas la estabilidad local de las trayectorias de un sistema nolineal a traves del analisis del sistema lineal.<br>Aplicar el teorema de Poincare-Bendixson a los sitemas no lineales. | Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros<br>Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro. |

| Actividades del docente | Actividad del estudiante | Evidencia de la actividad | Recursos y materiales | Tiempo destinado |
|---|---|---|---|---|
| Se explica la forma de cómo obtener una ecuacion diferencial a partir del sistema mediante la eliminacion del parametro t.<br>Se muestra la anañogia de la estabilidad de un sistema no lineal con un sistema lineal.<br>Se da una explicacion de cómo utilizar los teoremas de Poincaré en los sistemas no lineales. | El alumno realizará ejercicios en donde demuestre que sabe clasificar los puntos criticos de un sistema no lineal y en graficamente mostrará el tipo de punto critico mediante algún software que ilustre el comportamiento de las trayectorias alrededor de los puntos criticos. | Notas completas incluyendo los ejemplos y los ejercicios bien resueltos. | Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma.<br>Software para analizar la estabilifdad | 13 hrs |
| | | | | |

## 5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

### Requerimientos de acreditación:

1.- Para que el alumno tenga derecho al registro del resultado final de la evaluación en el periodo ordinario debe tener un mínimo de asistencia del 80% a clases y actividades registradas durante el curso. Para aprobar la Unidad de Aprendizaje el estudiante requiere una calificación mínima de 60.
2.- Asistir puntualmente a las clases, participar activamente en las actividades en el salon de l case y realizar las actividades que se dejen de tarea, ya sean ejercicios o investigación.
3.- Debe cumplir con los requisitos para presentar los examen y realizarlos honestamente.
4.- Ser diciplinado en el salón de clase y repetar tanto al maestro como a los compañeros sobre todo cuando haya opiniones con las cuales no este muy de acuerdo.

### Criterios generales de evaluación:

El alumno tiene que presentar los examenes parciales en las fechas establecidas, las tareas realizadas durante el semestre, entregar las notas del curso completas, asi como tener una participacion activa en el salon de clase durnte todo el curso. Los rublos de evaluacion son los siguientes:

60% Examenes parciales (teorico/practicos)
25% Tareas
10% Notas del curso incluyendo todas las tareas
5% Participacion activa en clase

### Evidencias o Productos

| Evidencia o producto | Competencias y saberes involucrados | Contenidos temáticos | Ponderación |
|---|---|---|---|
| 1er Examen parcial | Todos los concetos involucrados en la Unidad tematica 1 y 2.<br>Identificar las variables dependientes e independientes.<br>Clasificación de las Ecuaciones diferenciales Ordinarias de orden n.<br>Saber parametrizar una ecuación.<br>Aplicar adecuadamente el teorema de existencia y unicidad de la solución de una sistema de ecuaciónes diferencial<br>Resolver el polinomio caracteristico oara obtener los valores y vectores caracteristicos de una matriz.<br>La serie de Taylor de una función.<br>Saber expresar la solucion de un sistema en forma matricial.<br>Identificar cuando un sistema se puede resolver por diagonalización.<br>Verificar que una matriz fundamental satisface las propiedades que un conjunto fundamental de soluciones de una ecuación diferencial. | Relación entre un sistemas de ED de primer orden y una ecuacion diferencial de orden n.<br>Propiedades de los sistemas autonomos.<br>Sistemas lineales homogéneos; Valores y vectores característicos;<br>a) reales y diferentes<br>b) reales e iguales y<br>c) complejos conjugados.<br>Diagonalización.<br>Método de Coeficientes indeterminados, Variación de parámetros.<br>Matriz exponencial. | 30% |
| 2do Examen parcial | Todos los conceptos involucrados en las unidades tematicas 3, 4 y 5: Estabilidad, limites de trayectorias alrededor de un punto critico.<br>Derivadas parciales para encontrar la función de | El criterio de la estabilidad de un sistema lineal con coeficientes constantes. | 30% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Lyapunov; metodos de Lyapunov para determinar la estabilidad de un sistema.<br>Aplicar las diferentes formas de linealizar un sistema para analizar la estabilidad de los puntos criticos.<br>Interpretación geométrica de los diferentes puntos criticos para comprender la estabilidad de los mismos; Resolver sistemas de ecuaciones para determinar los puntos criticos y determinar la naturaleza de los puntos criticos a traves de la traza y el determinante de la matriz tanto para sistemas lineales ocmo no lineales.<br>Conocer el sistema planar | Teorema de Lyapunov sobre la estabilidad en una primera aproximación.<br>Teorema de Chetaev sobre inestabilidad.<br>Cambios de coordenadas.<br>La traza y determinante de un sistema planar.<br>Clasificación de los puntos singulares (puntos de equilibrio) en el plano ($R^2$): el nodo, el de silla, el foco, el centro Separatrices.<br>Plano de fase para sistemas autónomos no lineales. Relación con puntos de equilibrio del sistema linealizado.<br>Teorema de existencia y unicidad.<br>Dependencia continua de las soluciones Bifurcaciones y caos.<br>Mapa de Poincaré.<br>teorema de Poiincaré-Bendixson. | |
| | | | |

**Producto final**

| Descripción | Evaluación | |
|---|---|---|
| **Título:** Notas del curso con ejercicios resueltos | **Criterios de fondo:**<br>Para su aprobación, las definiciones, teroremas conceptos importantes deben estar bien señalados y los ejercicios bien resueltos revisor por el maestro.<br>**Criterios de forma:**<br>Se debe entrar en orden y con limpieza: si es a mano en una libreta o en un archivo en pdf si es escritos en un procesador. | **Ponderación** |
| **Objetivo:** Se espera que mediante el concentrado de las notas del curso se propicie en el estudiante una reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje con el fin de mejorar sus hábitos de estudio y defina sus estrategias a la hora de resolver problemas.. | | |
| **Caracterización** : Las notas del curso deben incluir, definiciones, conceptos importantes, teoremas con demostraciones y metodos de solución de los sistemas de ecuaciones diferenciales asi como todos los ejercicios que se dejan durante el curso resueltos. | | **10%** |

**Otros criterios**

| Criterio | Descripción | Ponderación |
|---|---|---|
| Tareas | El estudiante debe hacer y entregar todos los ejercicios que se dejan para su revisión | 25% |
| Participación | Elalumno debe tener una prticipación activa an el salón de clase realizando los ejercicios que se indican y respetando las opiniones de los demas compañeros. | 5% |
| | | |

## 6. REFERENCIAS Y APOYOS

### Referencias bibliográficas

**Referencias básicas**

| Autor (Apellido, Nombre) | Año | Título | Editorial | Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso) |
|---|---|---|---|---|
| Agarwal, Ravi P. | 2025 | Dynamic equations on time scales and applications | Taylor & Francis | |
| Zill, Dennis G. | 2024 | Differential equations with boundary-value problems | Cengage | |
| | | | | |

**Referencias complementarias**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Willamson, Richard E. | 1997 | Introduction to differential equations and dynamical systems | | |
| | | | | |
| | | | | |

### Apoyos (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)

**Unidad temática 1:** https://wp.me/p5P46A-6Z

**Unidad temática 2:** https://wp.me/p5P46A-iy

**Unidad temática 3:** https://wp.me/p5P46A-j3

**Unidad temática 4:**

**Unidad temática 5:**