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**
Taller de Sistemas de Ecuaciones Diferenciales			15964
Modalidad de la UA	**Tipo de UA**	**Área de formación**	**Valor en créditos**
Escolarizada	Taller	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**
0	34	34

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	21/06/2025

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 ordinarias, mismo que determinará la evolución del sistema físico.

Esta UA es complementaria a la UA 15963 sistemas de ecuaciones diferenciales que tiene como propósito aplicar los métodos de solución para resolver sistemas de ecuaciones diferenciales aplicados en ciertos fenomenos físicos o en el área de las ciencias exactas e ingeniería asi como interpretar el comportamiento de dichas soluciones alrededor de un punto critico. La UA permite a los estudiantes fortalecer los conocimientos adquiridos en la UA 15963 asi como definir sus estrategias al resolver problemas en donde surjan sistemas de ecuaciones diferenciales.

Relación con el perfil

Modular	De egreso
Al igual que la UA 15963 (sistemas de ecuaciones diferenciales), 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. Se analizan las diferentes formas de resolver un sistema de ecuaciones lineales y se elige el mas idoneo para resolver problemas aplicados en el área de la física-matemáticas o áreas afines utilizando el lenguaje matemático adecuado.	Conforme al perfil de egreso de la licenciatura en matemáticas, el alumno tendrá las herramientas necesarias para proponer modelos que se resuelvan con sistemas de ecuaciones diferenciales 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. 2. Contrasta la información con diferentes fuentes bibliográficas. 3. Desarrolla su capacidad de comunicación acertiva al explicar la solución de un problema ante sus compañeros o personas de otras disciplinas. 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. 2. Distingue un sistema lineal de uno no lineal, autonomo y no autonomo. 3. Identifica las diferentes formas de expresar la solucion de un sistema de ecuaciones diferenciales. 4. Utiliza el pensamiento cualitativo y razonamiento analítico para identificar cuando un sistema no lineal se puede linealizar. 5. Clasifica los puntos criticos de un sistema de ecuaciones diferenciales. 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. 2. Es autocritico al modelar y resolver un problema de la vida real o de las ciencias e ingenieria. 3. Se expresa adecuadamente tanto en forma verbal como escrita. 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. Comprende las condiciones necesarias y suficientes para que un sistema de ecuación diferencial tenga solucion. Distinguir los diferentes tipos de expresar la solucion	Encontrar los valores y vectores caracteristicos de una matriz Identifica claramente los términos homogéneos y no homogéneos de un sistema de ecuaciones. Utiliza el método adecuado para encontrar la	Respeto hacia el maestro y los demás compañeros. Respeto a los compañeros cuando expresan su opinión.

de un sistema Analiza las trayectorias de un sistema dependiendo del tipo de punto critico.	solucion particular de un sistema lineal no homogeneo. Determina claramente la estabilidad de los puntos criticos (silla, nodo, espiral o centro) 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.	Maneja adecuadamente los tiempos para realizar las actividades o tareas extra clase. Asume una actitud positiva y proactiva a la hora de trabajar con otros integrantes del grupo. Indaga sobre cómo resolver un problema cuando se enfrenta con ciertas dificultades.

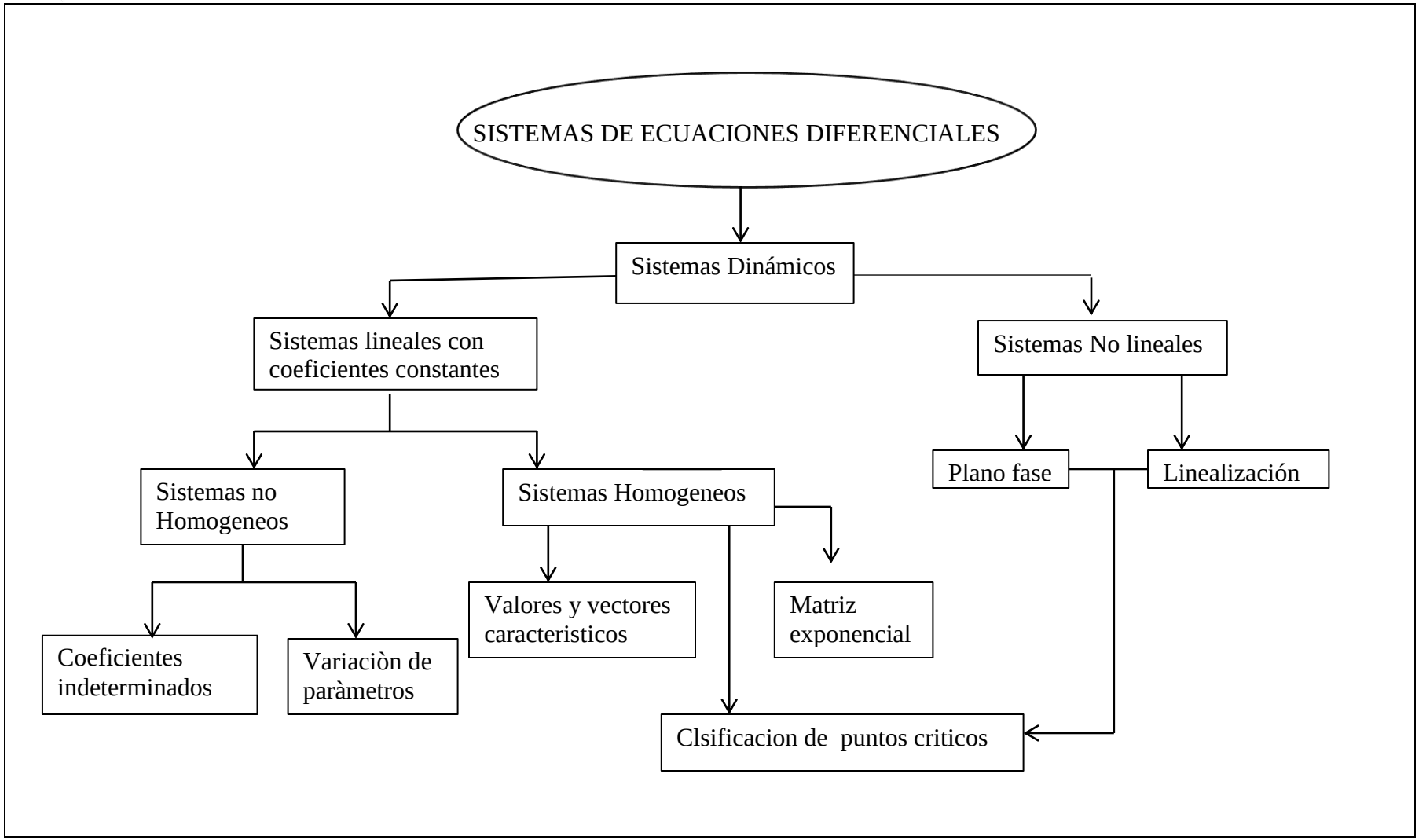
Producto Integrador Final de la UA o Asignatura

Título del Producto: Portafolio de ejercicios

Objetivo: Construir un portafolio de todos los ejercicios que realice de cada uno de los temas según el programa establecido que permita evidenciar los conocimientos adquiridos en la UA Sistemas de Ecuaciones Diferenciales con el propósito de tener un concentrado de una gran variedad de problemas para utilizarlos en un momento dado ya sea al resolver un problema real o de la ciencia misma.

Descripción: El concentrado de ejercicios se realizará por unidad, siguiendo el orden del programa, especificando el método de solución en cada uno de los bloques y debidamente revisados por el maestro.

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 vistos en la UA 15963 (sistemas de ecuaciones diferenciales) en la modelación de un sistema de ecuaciones diferenciales.Relacionar una ecuación diferencial de orden n con un sistema de n ecuaciones diferenciales lineales.

Introducción: Existe una extrecha relación entre una ecuacion diferencial de orden n y un sistema lineal de ecuaciones diferenciales. Aquí se explica como se realiza la transformacion de una ecuación a un sistema y despúes se presentan algunos modelos que surgen en la fisica-matemática o en la vida real. En esta unidad temática se reafirman los conceptos básicos de los sistema de ecuaciones diferenciales vistos en la UA 15963. Se hace una clasificación de los mismos (lineales, no lineales, autonomo, coeficientes constantes o variables etc).

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
1. Introducciñon. 1.1. Conceptos básicos 1.2. Relación de los sistemas de primer orden y las ecuaciones de segundo orden. 1.3. Propiedades de los sistemas autonomos. 1.4. Modelos de especies que interactúan	Relación entre las variables dependientes e independientes. Clasificación de las Ecuaciones diferenciales Ordinarias de orden n. Parametrizar una ecuación diferencial Desparametrizar un sistema de ecuaciones	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Transformar una ecuación diferencial a un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden. 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 expone el contenido y objetivo de la UA asi como la forma de evaluar y trabajar.	No hay actividades	No hay actividades		30 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, donde el alumno demuestre la transformación de una ecuacin diferencial a un sistema de ecuaciones diferenciales.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma	1 hrs.
Se clasifican 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).	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma	30 min
Se explican algunos modelos donde surgen sistemas dinamícos	Analizar el fenomeno y modelarlo mediante un sistema de ecuaciones diferenciales.	Portafolio de 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: Aplicar los diferentes metodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales

Introducción: En esta unidad temática se aplicarán los metodos de solución para resolver sistemas de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes. Asi como las diferentes formas en que puede expresarse la solucion de un sistema lineal. Esto es de gran importancia a la hora de resolver algunos problemas de la física o matematica misma o áreas a fines, además se hara un análisis detallado de las soluciones de sistemas de ecuaciones lineales.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
2.1. Sistemas lineales homogéneos; 2.2. Solución por Valores y vectores característicos 2.3. Solución por diagonalización. 2.4. Sistemas de ecuaciones lineales no homogéneos. 2.4.1. Coeficientes indeterminados 2.4.2. Variación de parámetros 2.5. Matriz exponencial	Conceptos básicos del algebra matricial Resolver el polinomio caracteristico para obtener los valores y vectores caracteristicos de una matriz. Desarrollo en serie de Taylor de una función. Saber expresar la solucion de un sistema en forma matricial. Identificar cuando un sistema se puede resolver por diagonalización. Verificar que una matriz fundamental satisface las propiedades que un conjunto fundamental de soluciones de una ecuación diferencial.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros 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 retoma el método para calcular los valores y vectores caracteristicos para determinar la solución de un sistema lineal homogéneo.	Realizar ejercicios donde el alumno demuestre que comprendió la forma de expresar la solución general de una sistema lineal.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma	4 hrs
Se recupera el concepto de diagonalización de una matriz y se explica la utilidad para resolver el sistema de ecuaciones lineales	Resolver ejercicios de sistemas de ecuaciones diferenciales mediante diagonalización.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma	1 hrs
Se aplica los métodos para determinar la solucion particular de un sistema de ecuaciones diferenciales no homogeneos.	Determinar la solucion particular mediante coeficientes indeterminados o variación de parametros.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma	2 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.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma	1 hrs y 30 min

Unidad temática 3: Estabilidad según Lyapunov y estabilidad asintótica

Objetivo de la unidad temática: La unidad temática pretende aplicar la estabilidad tanto en sistemas lineales como en sistemas no lineales. Se analiza la estabilidad de los puntos criticos del sistema lineales según Lyapunov.

Introducción: La teoría de la estabilidad juega un rol muy importante dentro de la teoría de sistemas e ingeniería. Es la principal características 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. Se tratará la estabilidad en puntos de equilibrio. Un punto de equilibrio se dice estable si todas las soluciones que inician cercanas al punto de equilibrio permanecen cercanas al él, de otro modo se dice que es inestable. Los teoremas de estabilidad de Lyapunov dan condiciones suficientes para la estabilidad del punto de equilibrio.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
3.1. El criterio de la estabilidad de un sistema lineal con coeficientes constantes. 3.2 Teorema de Lyapunov sobre la estabilidad en una primera aproximación 3.3. Función de Lyapunov: lema de Lyapunov sobre estabilidad y estabilidad asintótica 3.4. Teorema de Chetaev sobre inestabilidad	Concepto de estabilidad en un sistema de ecuaciones, Puntos criticos, trayectorias. Derivadas parciales para encontrar la función de Lyapunov. Conocer los metodos de Lyapunov para determinar la estabilidad de un sistema. Aplicar las formas de linealizar un sistema para analizar la estabilidad de los puntos criticos.	Ejercicios resueltos en clase, comparando sus respuestas con otros compañeros Ejercicios extra clase para el portafolio revisados por el maestro.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos y materiales	Tiempo destinado
Se retoma el concepto de estabilidad dando una explicación geometrica para el caso de sistemas de 2X2. Se aplican los metodos de Lyapunov para analizar la estabilidad de los sitemas	Realizar ejercicios donde el alumno demuestre que comprendio el concepto de estabiliad aplicando los diferentes metodos y teoremas de Lyapunov. Utilizar un software para visualizar geometricamente la estabilidad de los puntos criticos, asi ocmo el comportamiento de las trayectoras del sistema.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma. Software para analizar la estabilifdad	4 hrs.

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

Objetivo de la unidad temática: Analizar la naturaleza de los puntos criticos de un sistema de 2x2 a traves de la traza y el determinante y visualizarlo geometricamente atraves de algun software.

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. 4.2. La traza y determinante de un sistema planar. 4.3. Clasificación de los puntos singulares (puntos de equilibrio) en el plano (R^2): el nodo, el de silla, el foco, el centro 4.4. Separatrices.	Solución de sistemas para determinar los puntos criticos. Identificar la analogia entre el sistema cartesiano xy con el sistema planar (traza – determinante) para clasificar el punto critico.	Ejercicios resueltos en clase, impresion del diagrama fase para analizar el tipo de punto critico. 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 explica la importancia del cambio de variable cuando un punto critico no es el origen. Y se hace la analogia del sistema cartesiano xy con la del sistema 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.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma. Software para analizar la estabilifdad	8 hrs

Unidad temática 5: Sistemas de Ecuaciones Diferenciales No Lineales

Objetivo de la unidad temática: Analizar el comportamiento de las soluciones (trayectorias) de un sistema no lineal cerca de un punto critico a partir del comportamiento de las soluciones de un sistema lineal cerca del origen.

Introducción: Rara vez es posible determinar la estabilidad del punto critico de un sistema no lineal calculando soluciones explicitas, como en el caso de los sistemas lineales, sin embargo si se puede dar un comportamiento local de las soluciones del sistema mediante el comportamiento de la soluciones del sistema lineal correspondiente. La comprension de las trayectorias se obtiene mas facilmente cuando se visualizan geometricamente.

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. 5.2. Teorema de existencia y unicidad. 5.3.. Dependencia continua de las soluciones 5.4. Estabilidad de las trayectorias. 5.5. Bifurcaciones y caos. 5.6. Mapa de Poincaré. 5.7. teorema de Poiincaré-Bendixson.	Diferenciar un sistema autonomo y uno no autonomo. Conocer y aplicar el teoremoa de existencia y unicidad de un sistema de ecuaciones no lineales. Conocer el criterio de estabilidad para los sistemas autonomos planos. Clasificacion de los puntos criticos. Analizar la estabilidad local de las trayectorias de un sistema no lineal a traves del analisis del sistema lineal. Aplicar el teorema de Poincare-Bendixson	Ejercicios resueltos en clase, impresion del diagrama fase para analizar el tipo de punto critico. 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

A traves de ejemplos se muestra la estabilidad de un punto critico de un sistema no lineal con la de el sistema lineal. Se da una explicacion de cómo utilizar los teoremas de Poincaré en los sistemas no lineales.	Mediante ejercicios el alumno calculara y analizara la estabiliadad de los punto scriticos de los sistemas no lineales me diante el proceso de linealizacion o plano fase.	Portafolio de los ejemplos y los ejercicios bien resueltos.	Libro de texto, cuaderno y lápiz o pluma. Software para analizar la estabilifdad	7 hrs

5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Requerimientos de acreditación:

De acuerdo al reglamento general de Evaluación y Promoción de alumnos de la Universidad de Guadalajara. (htpp;//www.udg.mx/es/nuestra/normatividad/norma-reglamento-general-de-evaluacion-y-promocion-de-alumnos)
El alumno debe cumplir con al menos el 80% de asistencias de clases
Tener todas las actividades (ejercicios en clase y extra clase) de todo el curso registradas.
Participar en las actividades académicas del curso.
Cumplir con los requisitos para presentar el examen y realizarlo con honestidad.

Criterios generales de evaluación:

La evaluación se realizara de la siguiente manera:
Exámenes parciales, 60 %
Actividades 30%
Producto final, 10%

Evidencias o Productos

Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Primer Examen	Todos los conceptos involucrados en las unidades temáticas 1 y 2. Métodos de solucion para sistemas lineales; homogeneos y no homogeneos. Formas de representar la solucion de un sistema lineal	Transformar una ecuacion diferencial a un sistema de ecuaciones lineales. Propiedades de los sistemas dinamicos. Valores y vectores caracteristicos. Forma matricial	**30%**
Segundo examen	Todos los conceptos involucrados en las unidades temáticas 3, 5 y 5. Estabilidad e inestabilidad de un punto de equilibrio según Lyapunov. Clasificacion de los puntos crqiticos (nodo, silla, centro, espiral) tanto para sistemas lineales como no lineales	Teoremas de Lyapunov, Clasificacion de los puntos criticos. Mediante la traza y el determiante. Linealizacion de un sistema no lineal. Bifurcaciones y caos. Teoremas de Poincare.	**30%**

Producto final

Descripción	Evaluación	
Título: Portafolio de ejercicios	**Criterios de fondo:** Para su aprobación, todos los ejercicios deben estar bien resueltos, revisados por el maestro y con el uso adecuado del lenguaje. **Criterios de forma:** El portafolio se entrega en hojas y dentro de un folder. Con orden y limpieza y bien estructurado	**Ponderación**
Objetivo: Construir un portafolio de todos los ejercicios que realice de cada uno de los temas según el programa establecido que permita evidenciar los conocimientos adquiridos con el propósito de tener un concentrado de una gran variedad de problemas para utilizarlos en un momento dado ya sea al resolver un problema real o de la ciencia misma.		**10%**
Caracterización El concentrado de ejercicios se realizará por bloques, siguiendo el orden del programa y especificando el método de solución en cada uno de los bloques.		

Otros criterios		
Criterio	**Descripción**	**Ponderación**
Tareas y participación	El estudiante debe hacer y entregar todos los ejercicios que se dejen de tarea para su revisión. Debe tener una participación activa en la clase en la resolución de los problemas.	30%

6. REFERENCIAS Y APOYOS

Referencias bibliográficas

Referencias básicas

Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
Cengel, Yunus A.	2023	Ecuaciones diferenciales para ingneierias y ciencia	McGraw-Hill	
Zill, Dennis G.	2024	Fundamentos de ecuaciones diferenciales	Cengage	
Lewis, Brent J.	2022	Advanced mathematics for engineering students : the essential toolbox	Elsevier	

Referencias complementarias

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: https://www.youtube.com/watch?v=77u0OC96mec

Unidad temática 5: