

1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Nombre de la asignatura: | Análisis Numérico |
| Clave de la asignatura: | ETF-1003 |
| SATCA¹: | 3-2-5 |
| Carrera: | Ingeniería Electrónica |

2. Presentación

| |
|---|
| <p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Electrónico el decodificar e interpretar el lenguaje formal y simbólico, y entender su relación con el lenguaje natural. Desarrollar un método de trabajo y una metodología lógica de solución de problemas. Aplicar los métodos numéricos como una alternativa de solución a problemas reales de ingeniería. Aplicar técnicas de resolución de problemas por computadora.</p> <p>Esta asignatura es de gran importancia para analizar y obtener una respuesta de un sistema empleando fundamentos de programación y técnicas de cálculo numérico elementales.</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero los métodos y técnicas de solución numérica implementadas en ordenadores para el análisis y obtención de resultados del comportamiento dinámico y en estado estable de sistemas eléctricos. Así como la aplicación de los métodos numéricos para analizar la representación gráfica de los resultados.</p> |
| <p>Intención didáctica</p> <p>En la actualidad, el empleo de técnica numéricas es de gran importancia en el análisis y solución de sistemas eléctricos. El importante esfuerzo de cálculo que implica en la mayoría de los métodos, hace que su uso esté íntimamente ligado al empleo de computadores. De hecho, sin el desarrollo que se ha producido en el campo de la informática resultaría difícilmente imaginable el nivel actual de utilización de las técnicas numéricas en el ámbito de la ingeniería.</p> <p>Los temas desarrollados abarcan siete unidades, agrupando los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la asignatura, manteniendo una secuencia de avance con los conocimientos adquiridos en temas anteriores. De los temas planteados, en el tema uno se analiza el concepto de error en el cálculo numérico, ya que en todos los métodos iterativos es fundamental estimar el grado de aproximación de la solución que se obtiene.</p> <p>En el tema dos, al determinar la solución de ecuaciones no lineales de una variable, la mayoría de los métodos utilizados para el cálculo son iterativos, y se basan en modelos de aproximaciones sucesivas. Estos métodos trabajan del siguiente modo: a partir de una primera aproximación al valor de la raíz, determinando una aproximación mejor aplicando una determinada regla de cálculo y así sucesivamente hasta que se determine el valor de la raíz con el grado de aproximación deseado.</p> <p>En el tema tres, se estudian funciones de interpolación, lo que da origen a un gran número de métodos (polinomios de interpolación de Newton, interpolación de Lagrange, etc.).</p> <p>En el tema cuatro se emplea el método de integración numérica, el cual consiste en obtener fórmulas aproximadas para calcular la integral $J(f)$ de f. Estos métodos son de gran utilidad cuando la integral no se puede calcular por métodos analíticos y se busca una solución con precisión finita dada.</p> |

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En el tema cinco y seis se examinan los aspectos numéricos que se presentan al resolver sistemas de ecuaciones lineales y de tipo no lineal. Los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Los Métodos exactos o algoritmos finitos (Gauss, Gauss-Jordan, Gauss-Seidel, etcétera) que permiten obtener la solución del sistema de manera directa.
- Los Métodos aproximados que utilizan algoritmos iterativos e infinitos (Gauss-Seidel, Newton-Raphson, etcétera) que calculan la solución del sistema por aproximaciones sucesivas.

Al contrario de lo que pueda parecer, en muchas ocasiones los métodos aproximados permiten obtener un grado de exactitud superior al que se puede obtener empleando los denominados métodos exactos, debido fundamentalmente a los errores de truncamiento que se producen en el proceso.

En el tema siete se analizan las ecuaciones diferenciales, las cuales aparecen al modelar situaciones físicas en ingeniería, en donde hay envueltas razones de cambio de una ó varias funciones desconocidas con respecto a una ó varias variables independientes. Estos modelos pueden utilizarse para la resolución de una sola ecuación diferencial de primer orden para una función desconocida, hasta otros más complejos que involucran sistemas de ecuaciones diferenciales acopladas para varias funciones desconocidas. Usualmente estas ecuaciones están acompañadas de una condición inicial que especifica el estado del sistema en un tiempo, y junto con la ecuación diferencial forman lo que se conoce como el problema del valor inicial. Por lo general, la solución exacta de un problema de valor inicial es imposible o difícil de obtener en forma analítica. Por tal razón los métodos numéricos se utilizan para aproximar dichas soluciones.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Evento |
|---|--|---|
| Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Culiacán, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa. | Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica. |
| Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, | Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería |

| | | |
|--|--|--|
| | Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cuautla, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa. | Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica. |
| Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Orizaba, Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Alvarado, Cuautitlán Izcalli, La Laguna y Lerdo. | Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica. |
| Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz. | Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT. |
| Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX). | Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX. |

4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura |
|--|
| Aplica métodos numéricos apropiados en la solución de problemas de ingeniería, electrónica para facilitar y agilizar el cómputo de cálculos. |

5. Competencias previas

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Plantea y resuelve problemas que requieren el concepto de la derivada, para la solución de problemas de optimización y de variación de funciones y el de diferencial en problemas que requieren de aproximaciones. • Contextualiza el concepto de Integral, para identificar cuál método puede ser más adecuado para resolver una integral dada. • Utiliza dispositivos de cómputo (calculadora programable, computadora personal, etc) de forma óptima, para realizar cálculos iterativos, de regresión, de series finitas, entre otras • Realiza análisis y resolución de algoritmos numéricos mediante una metodología lógica para la solución de problemas de ingeniería electrónica • Aplica un lenguaje de programación, para la solución de problemas. • Domina las disciplinas de cálculo infinitesimal, álgebra lineal, ecuaciones diferenciales y regresión lineal, para la solución de problemas de ingeniería electrónica. • Resuelve problemas de aplicación e interpreta las soluciones, utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales, para las diferentes áreas de la ingeniería |
|--|

6. Temario

| No. | Temas | Subtemas |
|-----|--|--|
| 1 | Introducción a los métodos numéricos | 1.1. Historia de los métodos numéricos. 1.2. Razones de su aplicación. 1.3. Conceptos de exactitud, precisión y error. 1.4. Errores inherentes de redondeo y por truncamiento. 1.5. Errores absoluto y relativo. 1.6. Uso de herramientas computacionales. |
| 2 | Solución de ecuaciones no lineales de una variable | 2.1. Búsqueda de valores iniciales. Tabulación y graficación. 2.2. Métodos cerrados y sus interpretaciones geométricas (bisección y regla falsa). 2.3. Métodos abiertos y sus interpretaciones geométricas, así como sus criterios de convergencia (Newton y secante). 2.4. Aplicaciones de la solución de ecuaciones no lineales. 2.5. Uso de herramientas computacionales. |
| 3 | Interpolación | 3.1. Interpolación lineal. 3.2. Fórmula de interpolación de Lagrange. |

| | | |
|---|--|--|
| | | <p>3.3. Método de interpolación hacia adelante y hacia atrás de Newton para puntos equidistantes.</p> <p>3.4. Aplicaciones de la interpolación.</p> <p>3.5. Uso de herramientas computacionales.</p> |
| 4 | Integración numérica | <p>4.1. Fórmulas de integración de Newton-Cotes.</p> <p>4.1.1. Regla trapezoidal.</p> <p>4.2. Aplicaciones de la integración numérica.</p> <p>4.3. Uso de herramientas computacionales.</p> |
| 5 | Solución de sistemas de ecuaciones lineales. | <p>5.1. Eliminación Gaussiana.</p> <p>5.2. Método de Gauss-Jordan.</p> <p>5.3. Método de Gauss-Seidel.</p> <p>5.4. Aplicación de los sistemas de ecuaciones lineales.</p> <p>5.5. Uso de las herramientas computacionales.</p> |
| 6 | Solución de sistemas de ecuaciones no lineales | <p>6.1. Método de Gauss-Seidel.</p> <p>6.2. Método de Newton-Raphson.</p> <p>6.3. Aplicaciones de los sistemas de ecuaciones no lineales.</p> <p>6.4. Uso de herramientas computacionales.</p> |
| 7 | Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias | <p>7.1. Métodos de Euler y Euler modificado.</p> <p>7.2. Método de Runge Kutta de cuarto orden.</p> <p>7.3. Sistemas de dos ecuaciones y ecuaciones de orden superior.</p> <p>7.4. Aplicaciones de la solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.</p> <p>7.5. Uso de herramientas computacionales.</p> |

7. Actividades de aprendizaje de los temas

| 1. Introducción a los métodos numéricos | |
|---|---|
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s): Determina la naturaleza de los errores de truncamiento de los métodos numéricos y los errores de redondeo inherentes a su implementación algorítmica en equipos informáticos, para la adecuada solución de problemas matemáticos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. | <ul style="list-style-type: none"> • Estimar los rangos de error en problemas propuestos. • Evaluar ejercicios con programas para determinar la precisión, error absoluto y error relativo. |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. | |
| 2. Solución de ecuaciones no lineales de una variable. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s): Aplica los métodos de solución de ecuaciones no lineales más representativos, tanto de intervalo como de punto fijo, para dar solución a diversos problemas que se le presenten.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar los métodos de bisección y regla falsa. • Interpretar los métodos de Newton y de la secante • Desarrollar los métodos analizados empleando software de programación. |
| 3. Interpolación | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar el método de interpolación de Lagrange. |

| | |
|--|---|
| <p>Aplica los métodos de interpolación polinomial más representativos para emplearlos en el desarrollo de otros métodos numéricos. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar el método de interpolación hacia adelante y hacia atrás de Newton • Desarrollar los métodos analizados empleando software de programación. |
| <p>4. Integración numérica</p> | |
| <p>Competencias</p> | <p>Actividades de aprendizaje</p> |
| <p>Específica(s): Comprende los métodos de integración numérica más representativos, para ser empleados en aplicaciones que ocurren con más frecuencia. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar el método de integración de Newton-Cotes y Regla trapezoidal. • Desarrollar los métodos analizados empleando software de programación. |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. | |
| 5. Solución de sistemas de ecuaciones lineales. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s): Aplica los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales más representativos, para la obtención de resultados en el análisis de sistemas comunes al área de ingeniería electrónica.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar ejercicios de sistemas de ecuaciones lineales para la obtención y el análisis de resultados, empleando los siguientes métodos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminación Gaussiana. 2. Método de Gauss-Jordan. 3. Método de Gauss-Seidel. • Aplicar los métodos analizados empleando software de programación. |
| 6. Solución de sistemas de ecuaciones no lineales. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s): Aplica los métodos de solución de sistemas de ecuaciones no lineales más representativos, para la obtención de resultados en problemas de ingeniería.</p> <p>Genéricas:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar ejercicios de sistemas de ecuaciones no lineales para la obtención y el análisis de resultados, empleando los siguientes métodos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Método de Gauss-Seidel. 2. Método de Newton-Raphson. |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los métodos analizados empleando software de programación. |
|--|--|

7: Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias

| Competencias | Actividades de aprendizaje |
|---|--|
| <p>Específica(s): Aplica los métodos de solución numérica de ecuaciones diferenciales más representativos, para su utilización en el análisis de la respuesta transitoria de circuitos eléctricos y electrónicos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad para tomar decisiones. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar ejercicios aplicados a circuitos eléctricos de 1er y 2do orden, empleando los siguientes métodos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Euler y Euler modificado. 2. Runge Kutta de cuarto orden. • Aplicar los métodos analizados empleando software de programación. |

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. | |
|---|--|

8. Práctica(s)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar programas, para comprobar la exactitud y precisión de problemas específicos. • Elaborar programas para la solución de ecuaciones no lineales. • Implementar un programa de interpolación con aplicación al área de la electrónica. • Desarrollar programas para la solución de métodos de integración numérica. • Desarrollar métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales en software de programación, con aplicaciones al área de la electrónica. • Implementar métodos de solución de sistemas de ecuaciones no lineales para aplicación en el área de la electrónica. • Implementar métodos de solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias con aplicación en el área de la electrónica. |
|---|

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de reportes de investigaciones documentales. • Revisión de tareas de los problemas asignados en forma grupal o individual. • Evaluar con examen escritos los conocimientos adquiridos en clase. • Reporte de simulaciones con el desarrollo analítico para la solución de un problema en específico y sus conclusiones. • Integrar el portafolio de evidencias. |
|--|

11. Fuentes de información

1. Ralston, Anthony. (última edición), Introducción al análisis numérico. Limusa.
2. Smith, W. Allen. (última edición), Análisis numérico. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
3. Chapra, Canale. (última edición), Métodos Numéricos para Ingenieros. McGraw Hill.
4. J.H. Mathews, K.D.Fink, (última edición), Métodos numéricos con MATLAB.
5. Burden, Faires. (última edición), Métodos Numéricos. Interamericana.
6. Nakamura, S. (última edición), Métodos numéricos aplicados con software. Prentice Hall.
7. M. L. Boas. (última edición), Mathematical methods in the physical sciences. John Wiley.
8. Chua,L.O., Kuh,E. (última edición), Computer-aided of electronic circuits. Prentice Hall.
9. Chua, L., Desoer,Ch., Kuh, E. (última edición), Linear and non linear circuits. McGraw Hill.
10. T. Karris Steven, (última edición), Numerical Analysis Using Matlab and Spreadsheets, Orchard Publications.
11. Kiusalaas Jaan, (última edición), Numerical Methods in Engineering with Matlab, Cambridge.