

No Radicación 448822

Fecha de asignación: 2021-06-08

Tipo de Obra	Información del Título
ISBN Obra independiente: 978-607-98020-8-0	Título: Modelación matemática IV
ISBN Volumen:	Título:
ISBN Obra Completa:	Título:
Sello editorial: Universidad Tecnológica de la Mixteca (978-607-98020)	

Subtítulo
Subtítulo Obra Independiente: Biomatemáticas-epidemiología-ingeniería
Subtítulo Obra Volumen:
Subtítulo Obra Completa:

Tema		
Materia: 027.7 - Bibliotecas universitarias	Tipo de Contenido: Libros Universitarios	
CLASIFICACIÓN THEMA		
PBWH - Modelos matemáticos		
Colección:	No colección:	Serie:
Público objetivo: Enseñanza universitaria o superior		
IDIOMAS		
Español		

Colaboradores y Autor(es)		
Nombre	Nacionalidad	Rol
Parra Inza Ernesto	Cuba	Autor
Hernández Gómez, Juan Carlos	México	Autor
Sandoval Ramírez, Adriana	México	Autor
Cerdenares Ladrón de Guevara, Genoveva	México	Autor
Vega Gutiérrez, Ivan	México	Autor
Cuevas Mendoza, Vicencio	México	Autor
Godínez Hernández, Alexis Francisco	México	Autor
Ramírez Solano, Tirso Miguel Ángel	México	Autor
Lozada Guidichi, Esperanza del Pilar	Chile	Autor
Reyes Mora, Silvia	México	Autor
Reyes Mora, Silvia	México	Coordinador editorial
Borja Macías Verónica	México	Coordinador editorial
Barragán Mendoza, Franco	México	Coordinador editorial
Acosta Romero, Alfonso	México	Ilustrador
Lugo González, Esther	México	Autor
Arias Montiel, Manuel	México	Autor
Ramírez Leyva, Fermin Hugo	México	Autor
Romano Castillo, Emmanuel	México	Autor
Vázquez Hipólito, Virgilio	México	Autor
Castañeda Roldán Cuauhtémoc Héctor	México	Autor
Coronel Pérez, Aníbal	Chile	Autor
Rojas Médar, Marco	Chile	Autor
Huancas Suarez, Fernando	Perú	Autor
Espitia Murillo, Cristian Camilo	Colombia	Autor
Da Costa Acevedo Meyer, Joao Frederico	Brasil	Autor
Lima Morais, Marina	Brasil	Autor
Longo, Felipe	Brasil	Autor
Laiate, Beatriz	Brasil	Autor
Fraga Delfino Kunz, Camile	Brasil	Autor
Nascimento Góis, Aedson	Brasil	Autor

No Radicación 448822

Fecha de asignación: 2021-06-08

Reyes Mora, Aurelio	México	Autor
Chávez Mayoral, Luis Fernando	México	Autor
Moreno López, Sara Ofelia	México	Autor
Rodríguez Díaz, Raúl	México	Autor
Martínez Ramírez, Julio César	México	Autor
Espinoza García, Francisco Javier	México	Autor
Cuevas Martínez, María de los Ángeles	México	Autor
Hernández Riveros, Jesús Antonio	Colombia	Autor
Amador Soto, Gerardo José	Honduras	Autor
Chávez Reyes, Luisa Margarita	México	Autor
Tapia Herrera, Ricardo	México	Autor

Traducción			
Traducción: No	Del:	Al:	Idioma Original:
Título Original:			

Información de Edición			
No de Edición: 1	Ciudad de Edición: Heroica Ciudad de Huajuapamán	Departamento, Estado o Provincia: Oaxaca	Fecha de aparición: 2021-06-12
Coedición: No		Coeditor:	

Comercializable	
No de ejemplares oferta nacional: 1000	Precio en moneda local: 700
No de ejemplares oferta externa: 0	Precio en dólares: 35
Oferta total: 1000	
Disponibilidad: Disponible	Estatus en el catálogo: Próxima aparición

Descripción física - Impresión en papel			
Descripción física:	No páginas:	Tipo de impresión:	No tintas:
Tipo de encuadernación:	Tipo papel:	Gramaje:	
Tamaño:	Peso:		

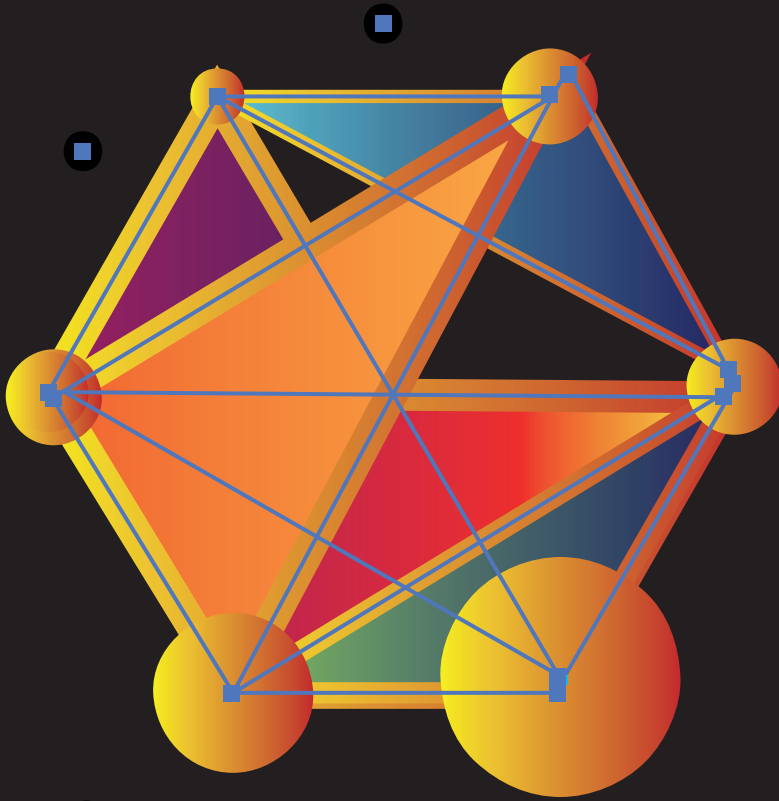
Descripción física - Medio electrónico o digital		
Tipo de soporte: Libro digital descargable	Formato: Epub (.epub)	Tipo de contenido: Texto (legible a simple vista)
Medio electrónico o digital:	Protección técnica: DRM de Adobe	Permiso de uso: Permitido, con limitaciones
Tipo de restricción de uso: Licencia por tiempo limitado	Tipos de acceso: Digital: descarga	Tamaño: 63Mb

Editorial o Autor-Editor: Universidad Tecnológica de la Mixteca		
Número de identificación tributaria o de ciudadanía : UTM900618	Teléfono: 55751365	
Representante legal: María de los Ángeles Peralta Arias		
Responsable ISBN: María de los Ángeles Peralta Arias	e-mail: angelaperaltaa@gmail.com	Teléfono: 5555751365

Control de Agencia

MODELACIÓN MATEMÁTICA IV

BIOMATEMÁTICAS • EPIDEMIOLOGÍA • INGENIERÍA



Coordinadores
Franco Barragán Mendoza
Verónica Borja Macías
Silvia Reyes Mora



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA
HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA.

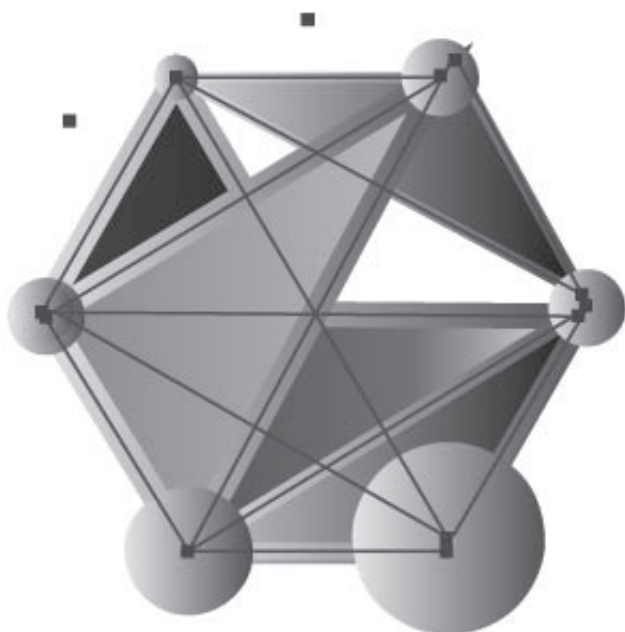
ISBN: 978-607-98020-8-0



9 786079 802080

MODELACIÓN MATEMÁTICA IV

BIOMATEMÁTICAS · EPIDEMIOLOGÍA · INGENIERÍA



Coordinadores

Franco Barragán Mendoza

Verónica Borja Macías

Silvia Reyes Mora



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA
HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

Primera Edición; mayo de 2021
ISBN: 978-607-98020-8-0
©D. R. 2021 por U. T. M.

Carretera a Acatlima Km. 2.5,
Huajuapán de León, Oaxaca.
C. P. 69000 Tel. 9535320214
www.utm.mx

Diseño de portada: Alfonso Acosta Romero
Dirección Editorial: Silvia Reyes Mora

Libro electrónico, hecho en México
Made in México

Presentación

Este libro está dirigido a investigadores, docentes y estudiantes universitarios o de posgrado, interesados en conocer aplicaciones de la Matemática en diferentes áreas del conocimiento. Los temas que se exponen presentan de una manera original la deducción, el análisis, la solución y la validación de los modelos matemáticos propuestos. Los especialistas en cada tema muestran la importancia de este campo en el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, acorde a la situación actual del mundo y a la oferta educativa de las Universidades que conforman el Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEO).

Esta obra está dividida en tres partes; la primera parte contiene modelos matemáticos en Biomatemáticas, organizados en los Capítulos 1, 2 y 3.

En el Capítulo 1, se encuentra un análisis de la Robustez de Redes Tróficas; en el cual se muestra que la extinción local de una especie puede provocar extinciones secundarias u ocasionar algún grado de fragmentación de la red trófica en subredes desconectadas entre sí. Los autores utilizan conjuntos dominantes totales outer k -independientes para cuantificar el número de extinciones secundarias y el grado de fragmentación de una red trófica en subredes desconectadas entre sí. Para sustentar y validar la metodología propuesta realizaron el análisis de la red trófica constituida por especies en la Bahía de Acapulco, México. Explorando los valores umbrales del parámetro de dominación, se determinó la robustez de la red trófica estudiada. Estos resultados demuestran que el enfoque propuesto por los autores, puede complementar las metodologías existentes en la literatura asociadas a la robustez de una red trófica y, podría servir para la identificación de especies clave en el ecosistema.

El Capítulo 2, contiene dos modelos matemáticos de aproximación alométrica y sigmoideal para los datos del crecimiento de los brotes de la planta pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la Mixteca Oaxaqueña. Los autores consideran como variables de interés la longitud y el diámetro de los brotes de esquejes, sembrados en el invernadero de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, ubicada en Huajuapán de León, Oaxaca. Para poder decidir cual modelo se ajusta mejor a los datos, realizaron las comparaciones por medio del error relativo.

En el último capítulo de la parte de modelos en Biomatemáticas, Capítulo 3 del libro, los autores estudian un problema de control para un sistema de reacción-difusión originado en un problema ecológico. El modelo ecológico está dado por un sistema de tres ecuaciones diferenciales parciales que surgen a partir de la consideración de un ecosistema bajo los principios de competencia de especies similares a los asumidos por Lotka-Volterra. El problema de control óptimo consiste en la determinación de un coeficiente dependiente del tiempo en el término de reacción; reformulan el problema de control como un problema de optimización con restricciones para una función de costo apropiada. Los principales resultados del trabajo son la existencia de una solución óptima global y las condiciones necesarias para la optimalidad local.

La segunda parte del libro contiene un modelo matemático en Epidemiología, que corresponde al Capítulo 4 del libro. Los autores presentan algunos aspectos innovadores de la modelación

matemática de problemas clásicos de epidemiología para el estudio de modelos relacionados con la dinámica de la pandemia de COVID-19. Además, comparan con datos reales utilizando métodos numéricos para aproximar las soluciones. Uno de estos modelos incluye un compartimento no transmisor y otro una ecuación diferencial de retardo en el método tipo SIR. Finalmente, los autores presentan una discusión comparativa de los resultados.

La tercera parte del libro, contiene modelos matemáticos en ingeniería, organizados en los Capítulos del 5 al 9.

El Capítulo 5, contiene la modelación matemática para determinar la composición interna de la sección transversal de un cuerpo cilíndrico, compuesto por dos fases dieléctricas; la reconstrucción de la composición interna se realiza a partir de mediciones de capacitancia eléctrica, obtenidas en la superficie exterior del objeto. Los autores proponen una solución teórica estable, que se obtiene considerando la información a priori sobre la solución. La importancia en la solución de este tipo de problemas, radica en que sirve para la identificación de la estructura interna de objetos a los cuales no es posible o no es conveniente invadir, como el cuerpo humano o los ductos que contienen mezclas dieléctricas.

En el sexto capítulo, se expone un trabajo enfocado en la implementación de tres controladores para asistir lateralmente el sistema carro-remolque en reversa. Los autores presentan el modelo dinámico del sistema articulado y proponen un diseño del controlador PI, retroalimentación de estados y libre de modelo. El algoritmo de control, regula el ángulo entre el remolque y el vehículo evitando colisiones en diferentes maniobras; para validar el desempeño de los algoritmos de control, comparan el ángulo de enganche con la referencia y calculan el error cuadrático medio. El control Libre de Modelo presenta un menor error, mientras que el control por retroalimentación de todos los estados tiene una menor cantidad de datos atípicos. El modelo matemático se implementó en MATLAB/Simulink y el procesamiento de los datos se realizó en el ambiente de MATLAB. Adicionalmente, el modelo es visualizado en un ambiente virtual de simulación automotriz, CARLA.

Otro modelo matemático de ingeniería que se presenta en el Capítulo 7, se trata del modelado de la cinemática directa de un rehabilitador de hombro, así como la simulación de movimiento. Este modelo surge de la necesidad de diseñar robots para la rehabilitación de alguna extremidad del cuerpo humano. Como herramienta para el análisis, los autores utilizan la teoría de números duales, los cuales permiten calcular la posición de un cuerpo mediante el uso de matrices articulación-eslabón que representan la rotación y traslación simultánea de un ángulo dual. Para validar los resultados, presentan una co-simulación entre los programas ADAMS view y Matlab que muestra el control de seguimiento de trayectorias, así mismo, comparan entre las trayectorias propuestas y las generadas por el mecanismo, para mostrar la efectividad y precisión de los números duales aplicados a la cinemática del mecanismo.

Una aportación más en la parte de Modelos en Ingeniería, correspondiente al Capítulo 8; surge de la necesidad de trabajar con modelos que permitan identificar y su vez implementar oportunidades en ahorro energético. En este sentido, los autores presentan un marco unificado para un sistema de refrigeración que incluye las dinámicas internas de los componentes de cada dominio energético, dinámicas de acoplamiento entre los módulos de diferentes dominios energéticos, así como la dinámica total del sistema en su conjunto. Construyen el modelo completo del sistema, a partir de un estudio experimental del ciclo térmico de un frigorífico doméstico. Proponen modelos adicionales para los dominios eléctrico, mecánico e hidráulico y los parametrizan con datos de catálogo. Finalmente, a través del modelo holístico, simulan el funcionamiento del sistema tanto para el funcionamiento discreto tradicional on-off como para el funcionamiento gradual continuo mediante el uso de nuevas tecnologías como compresores de velocidad variable y válvulas ajustables. Este enfoque, les permite identificar directamente puntos de intervención para estrategias de control que a su vez faciliten un mejor aprovechamiento del recurso energético. En todos los casos, los autores realizan un análisis del consumo energético en la fuente de alimentación.

El último capítulo de este libro, trata del diseño y simulación del control de posición de un Actuador Elástico Serie, el cual tiene por objetivo aprovechar características como la elasticidad, la tolerancia a los golpes y la capacidad de almacenamiento de energía. Los autores proponen un Controlador de Rechazo Activo de Perturbaciones, complementado con un observador de estado extendido lineal. Para el modelo matemático, usan una ecuación diferencial lineal de segundo orden no homogénea con coeficientes constantes, considerando sus componentes principales: motor-resorte-carga, esta última afectada por un par externo debido a la carga. Diseñan el control con base en la propiedad de planitud diferencial del sistema, a partir de la parametrización diferencial del modelo en función de la salida plana y sus derivadas sucesivas, con la finalidad de calcular el control por rechazo activo de perturbaciones; para la sintonización del controlador, los autores utilizaron un polinomio de tipo Hurwitz.

Expresamos nuestro agradecimiento a los autores, por la aportación académica que forma parte del presente libro; así como a cada uno de los integrantes del Comité Científico que fungieron como árbitros de los trabajos que lo constituyen, sus evaluaciones son fundamentales para garantizar la calidad del contenido. De la misma manera, reconocemos y valoramos profundamente el gran apoyo del Dr. Modesto Seara Vázquez, Rector de nuestras universidades, para la realización de los eventos de matemáticas en el SUNEО y la publicación de la presente obra.

Estamos seguros que la lectura y el análisis de este libro, enriquecerá sustancialmente la formación profesional del lector y servirá de motivación para continuar realizando investigación de alta calidad a nivel nacional e internacional.

Dr. Franco Barragán Mendoza
Dra. Verónica Borja Macías
Dra. Silvia Reyes Mora
Universidad Tecnológica de la Mixteca

Índice general

Presentación	I
I Modelos Matemáticos en Biomatemáticas	1
1. Análisis de la robustez de redes tróficas mediante el uso de conjuntos dominantes totales outer k-independientes	
Ernesto Parra Inza, Adriana Sandoval Ramírez, Juan Carlos Hernández Gómez, Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara	3
1.1. Introducción	4
1.2. Conjunto dominante total outer k -independiente	5
1.3. Modelo de programación lineal & $\gamma_{t,oi}^k(G)$ -set	6
1.4. Algunos índices en redes tróficas	7
1.5. Metodología propuesta	8
1.6. Recolección de datos para su aplicación.	9
1.7. Resultados y discusión	10
1.8. Conclusiones	15
2. Aproximación alométrica y sigmoideal para los datos del crecimiento de los brotes de la planta pitahaya (<i>Hylocerus undatus</i>) en la Mixteca Oaxaqueña Cuauhtémoc Héctor Castañeda Roldán, Vicencio Cuevas Mendoza, Alexis Francisco Godínez Hernández, Tirso Miguel Ángel Ramírez Solano, Virgilio Vázquez Hipólito, Iván Vega Gutiérrez	19
2.1. Introducción	20
2.2. Descripción del experimento y del equipo usado	21
2.2.1. Ubicación del área experimental	21
2.2.2. Material vegetativo de Pitahaya	21
2.2.3. Diseño experimental y tratamientos	21
2.2.4. Aplicación de tratamientos	21
2.2.5. Variables en estudio	22
2.3. Métodos de ajuste	23
2.3.1. Ajuste de datos con el modelo alométrico	23
2.3.2. Ajuste de datos con el modelo tipo sigmoide	25
2.3.3. Comparación de los modelos de ajuste	27
2.4. Conclusiones	28
2.5. Anexos	28
2.5.1. Sustrato natural	28
2.5.2. Sustrato con composta	31
2.5.3. Tablas de datos	35

3. La metodología de Dubovitskii-Milyutin aplicada al control de un sistema ecológico	45
Anibal Coronel Pérez, Fernando Huancas Suárez, Esperanza del Pilar Lozada Guidichi, Marko Rojas Médar	
3.1. Introducción	46
3.2. Preliminares	49
3.2.1. Conos de descenso y su dual	49
3.2.2. Diferenciabilidad del operador M	49
3.2.3. Cono tangente y su dual	51
3.3. Prueba del Teorema principal	52
3.3.1. Prueba de la primera parte	52
3.3.2. Prueba de la segunda parte	52
3.3.3. Prueba de la tercera parte	52
3.4. Conclusiones y trabajo futuro	54
II Modelo Matemático en Epidemiología	57
4. Diferentes enfoques para modelamiento matemático de COVID-19	59
Cristian Camilo Espitia Morillo, Aedson Nascimento Góis, Camile Fraga Delfino Kunz, Beatriz Laiate, Marina Lima Morais, Felipe Longo, João Frederico da Costa Azevedo Meyer.	
4.1. Introducción	60
4.2. Modelos epidemiológicos para COVID-19	61
4.2.1. Modelo epidemiológico clásico de SIR	62
4.2.2. El modelo SIRD	62
4.2.3. El modelo SEIRD	63
4.2.4. El modelo SCAIRD	64
4.2.5. El modelo SCEIRD	66
4.2.6. El modelo SCEAIRD	67
4.3. Resultados numéricos	69
4.4. Conclusiones	73
III Modelos Matemáticos en Ingeniería	77
5. Modelación matemática para identificar la composición transversal de un cuerpo cilíndrico, constituido por dos componentes dieléctricas	79
Emmanuel Abdías Romano Castillo, Silvia Reyes Mora, Aurelio Reyes Mora	
5.1. Introducción	79
5.2. El modelo matemático	80
5.2.1. Planteamiento débil del problema inverso en Ω_1	83
5.3. Solución del problema	84
5.4. Solución para una inclusión circular	87
5.5. Experimentos numéricos	90
5.6. Conclusiones	92
5.7. Agradecimientos	93

6. Comparativa de controladores para direccionamiento de automóviles con remolque en reversa

Luis Fernando Chávez Mayoral, Julio César Martínez Ramírez, Sara Ofelia Moreno López, Fermín Hugo Ramírez Leyva, Raúl Rodríguez Díaz **97**

6.1. Introducción 98

6.2. Modelo del sistema 99

 6.2.1. Ángulo de Jaccknife (θ) 101

 6.2.2. Linealización 102

6.3. Algoritmos de control 103

 6.3.1. Control PI 103

 6.3.2. Control por retroalimentación de todos los estados 104

 6.3.3. Control libre de modelo 104

6.4. Resultados obtenidos 105

 6.4.1. Desplazamiento en línea recta 105

 6.4.2. Desplazamiento en círculo 105

 6.4.3. Desplazamiento con giro brusco 107

 6.4.4. Desplazamiento con cambios de giro o *Winding* 107

 6.4.5. Simulador CARLA 109

6.5. Comparativa de los controladores 110

6.6. Conclusiones 112

7. Análisis cinemático y simulación de un rehabilitador de hombro mediante números duales

Francisco Javier Espinosa Garcia, María de los Ángeles Cuevas Martínez, Esther Lugo González, Ricardo Tapia Herrera, Manuel Arias Montiel **115**

7.1. Introducción 116

7.2. Álgebra dual 116

 7.2.1. Ángulo dual 117

 7.2.2. Funciones trigonométricas e identidades de los números duales 118

 7.2.3. Matrices de articulación-eslabón 119

7.3. Descripción del prototipo 120

7.4. Modelo cinemático 120

 7.4.1. Cinemática directa 122

 7.4.2. Cinemática inversa 122

7.5. Simulaciones 123

 7.5.1. Espacio de trabajo 123

 7.5.2. Simulación del movimiento del prototipo virtual 124

7.6. Conclusiones 127

8. Modelado holístico con base en flujos de potencia de un sistema de refrigeración por compresión de vapor

Gerardo José Amador Soto, Jesús Antonio Hernández Riveros **129**

8.1. Introducción 130

8.2. Antecedentes 133

 8.2.1. Modelado Unificado Basado en Energía 135

 8.2.2. Modelado por Grafos de Unión (Bond Graph) 137

8.3. Metodología 144

 8.3.1. Modelo Holístico de un SRCV Completo 144

 8.3.2. Formulación de espacio de estado del modelo 149

8.4. Resultados 152

 8.4.1. Análisis Energético 153

8.5. Conclusiones 156

9. Diseño y simulación de un controlador ADRC para seguimiento de trayectoria de un actuador elástico en serie

Luisa Margarita Chavez Reyes, Ricardo Tapia Herrera, Manuel Arias Montiel, Esther

Lugo Gonzalez	161
9.1. Introducción	162
9.2. Análisis conceptual del SEA	163
9.2.1. Modelo dinámico del motor de CD	164
9.2.2. Modelo dinámico completo del SEA	165
9.3. Diseño del ADRC para el SEA	166
9.3.1. Control por rechazo activo de perturbaciones	166
9.3.2. Parametrización del sistema	167
9.3.3. Observador Lineal de Estado Extendido (LESO)	169
9.3.4. Seguimiento de trayectoria	170
9.4. Resultados	171
9.5. Conclusiones	175

Parte I

Modelos Matemáticos en
Biomatemáticas

Capítulo 1

Análisis de la robustez de redes tróficas mediante el uso de conjuntos dominantes totales outer k -independientes

Ernesto Parra Inza¹
Adriana Sandoval Ramírez²
Juan Carlos Hernández Gómez³
Genoveva Cerdenares Ladrón de Guevara⁴

Abstract: The local extinction of a species can result in secondary extinctions or to cause some degree of fragmentation of the food web into subnets disconnected from each other. In this research we use Total Outer k -Independent Domination Sets to quantify the number of secondary extinctions and the degree of fragmentation of the food web into disconnected subnetworks. To support and to validate the proposed methodology, the analysis of the food web was carried out the trophic species in the Bay of Acapulco, Mexico. With the goal of study, the robustness of the food web, we explore various threshold values of the dominance parameter. These results show that the approach proposed can complement existing methodologies in the literature associated with robustness of a trophic network. It also offers an alternative view on the importance of the species, so we consider this methodology can also serve for the identification of key species.

Keywords: Food web, Total Outer k -Independent Domination Sets, keystone species, stability of the food web.

Resumen: La extinción local de una especie puede provocar extinciones secundarias u ocasionar algún grado de fragmentación de la red trófica en subredes desconectadas entre sí. En esta investigación utilizamos conjuntos dominantes totales outer k -independientes para cuantificar el número de extinciones secundarias y el grado de fragmentación de una red trófica en subredes desconectadas entre sí. Para sustentar y validar la metodología propuesta se realizó el análisis de la red trófica constituida por las especies en la Bahía de Acapulco, México. Explorando los valores umbrales del parámetro de dominación, se determinó la robustez de la red trófica estudiada. Estos resultados demuestran que el enfoque propuesto puede

¹eparrainza@gmail.com. Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma de Morelos.

²san_ramz@hotmail.com. Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero.

³jcarlosgh@gmail.com. Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero.

⁴gcerdenares@gmail.com. Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel Ciudad Universitaria, San Pedro Pochutla, Oaxaca.