

CIÊNCIAS SOCIALMENTE APLICÁVEIS E HUMANIDADES:

SABERES, PRÁTICAS E HORIZONTES DE INVESTIGAÇÃO

CAMILO GIRALDO-GIRALDO
(ORGANIZADOR)



EDITORA
ARTEMIS
2025

CIÊNCIAS SOCIALMENTE APLICÁVEIS E HUMANIDADES:

SABERES, PRÁTICAS E HORIZONTES DE INVESTIGAÇÃO

CAMILO GIRALDO-GIRALDO
(ORGANIZADOR)



**EDITORA
ARTEMIS**
2025



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Camilo Giraldo-Giraldo
Imagem da Capa	gropgrop/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, *Universidade Federal de Uberlândia*, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, *Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)*, Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa*, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – *New Jersey Institute of Technology*, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, *Universidade Estadual do Ceará*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo (USP)*, Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha

Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay

Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá

Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia

Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile

Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos

Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha

Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil

Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México

Prof. Dr. Juan Carlos Morsquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia

Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México

Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil

Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del País Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciências socialmente aplicáveis e humanidades [livro eletrônico] :
 saberes, práticas e horizontes de investigação / organização de
 Camilo Giraldo-Giraldo. – 1. ed. – Curitiba : Editora Artemis, 2025.
 il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81701-67-3

DOI 10.37572/EdArt_300925673

1. Ciências sociais. 2. Humanidades. 3. Interdisciplinaridade. 4.
 Pesquisa científica. I. Giraldo-Giraldo, Camilo. II. Título.

CDD 300

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

El presente volumen inaugural de la nueva colección ***Ciências Socialmente Aplicáveis e Humanidades: Saberes, Práticas e Horizontes de Investigação*** reúne 25 contribuciones provenientes de universidades y centros de investigación de diversos países. Este primer tomo marca el inicio de una serie concebida para explorar, desde múltiples perspectivas, los desafíos sociales, culturales, tecnológicos y políticos que atraviesan nuestras sociedades contemporáneas.

La diversidad de enfoques, metodologías y contextos nacionales no constituye aquí una dispersión, sino la oportunidad de construir un espacio de convergencia donde la complejidad de lo real se aborda desde perspectivas complementarias. Cada volumen de la colección buscará mantener este espíritu de diálogo interdisciplinar y pluralidad geográfica, configurando una cartografía crítica de los saberes socialmente aplicables y de las humanidades en movimiento.

La organización de los capítulos en este primer número responde a una lógica progresiva que acompaña al lector desde las escalas más amplias de la geopolítica y la gobernanza hasta las expresiones más situadas de los saberes tradicionales y las prácticas locales. Así, el volumen abre con un **primer eje dedicado a la Geopolítica, las Políticas Públicas, la Economía y el Derecho**, en el que se abordan conflictos internacionales, la gestión de recursos públicos, los mecanismos fiscales y judiciales, así como la estructura financiera de las empresas. Se trata de un bloque que ilumina las tensiones entre poder, instituciones y ciudadanía, desde el nivel global hasta el nacional y empresarial.

El **segundo eje, Gestión, Innovación Organizacional y Ingeniería Aplicada**, reúne investigaciones que exploran la gestión de recursos humanos, el liderazgo y la innovación en las organizaciones, las actividades preventivas en los servicios públicos, y estudios de optimización industrial y de sistemas de control. Aquí se articulan las dinámicas organizacionales con las lógicas de la producción y la ingeniería, mostrando la interdependencia entre gestión, innovación y tecnología.

El **tercer eje, Educación, Lenguajes y Tecnologías**, despliega reflexiones y experiencias sobre la autonomía docente en la educación superior, la incorporación de recursos de realidad aumentada y gamificación en la enseñanza, y el valor pedagógico de la tradición oral indígena. Este bloque invita a pensar la educación como un terreno de tensiones entre tradición y modernidad, donde las lenguas, los recursos tecnológicos y la interculturalidad desempeñan un papel decisivo.

El **cuarto eje, Preservación del Patrimonio y Arqueología**, centra la atención en la conservación estructural de monumentos, la gestión de riesgos en paisajes culturales

y la investigación arqueológica de sitios formativos andinos. El patrimonio se presenta aquí no solo como herencia material, sino como un campo de intervención técnica, social y política frente a los desafíos contemporáneos.

A continuación, el **quinto eje, Turismo, Territorio y Sostenibilidad**, plantea interrogantes sobre la movilidad eléctrica en áreas protegidas, las experiencias autoetnográficas del turismo arquitectónico y la función del idioma portugués en la actividad turística en Argentina. El turismo se aborda como práctica social, fenómeno económico y campo de negociación entre conservación, identidad y desarrollo.

El **sexto eje, Cultura, Medios y Diseño**, integra estudios sobre biopolítica y prensa escrita, desigualdades de género en la inteligencia artificial y la historia del diseño comercial en Corea del Norte. Estos trabajos problematizan los modos en que el poder se inscribe en los discursos mediáticos, en los algoritmos y en las formas visuales que modelan la vida cotidiana y la subjetividad.

Finalmente, el **séptimo eje, Salud, Bioética y Derechos Humanos** en diálogo con los Saberes Tradicionales, reúne investigaciones que van desde el conocimiento y uso de plantas medicinales en comunidades afrocolombianas hasta los desafíos bioéticos vinculados con la narcoterapia en Ecuador y las denuncias sobre las denominadas “cárceles electrónicas” y la vulneración de neuroderechos en América Latina. El volumen cierra, así, con un retorno a lo humano y lo local, al tiempo que sitúa en primer plano los debates contemporáneos sobre la dignidad, el cuidado y las éticas de la vida frente a las tensiones entre tradición, tecnología y derechos universales.

En su conjunto, este **primer volumen** ofrece al lector un itinerario que va del análisis de las relaciones internacionales y los marcos institucionales a las experiencias concretas de educación, cultura, turismo y salud. Su riqueza reside no solo en la pluralidad de temas y metodologías, sino también en la posibilidad de leerlos en continuidad, como parte de un proyecto editorial más amplio que seguirá desarrollándose en los próximos tomos de esta colección.

Les deseo a todos una provechosa y enriquecedora lectura.

Camilo Giraldo-Giraldo

Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), España

SUMÁRIO

GEOPOLÍTICA, POLÍTICAS PÚBLICAS, ECONOMIA E DIREITO

CAPÍTULO 1..... 1

GAZA: UN ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES DE PODER ENTRE ISRAEL, HAMAS Y ESTADOS UNIDOS (2023-2025)

Javier Fernando Luchetti

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256731

CAPÍTULO 2..... 11

DISTRIBUCIÓN, PRIORIZACIÓN Y EFICACIA DE LOS RECURSOS DEL SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA-COLOMBIA, 2020-2024

Javier Darío Canabal Guzmán

Luis Zuluaga Giraldo

Julián David Cespedes Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256732

CAPÍTULO 3..... 24

ECONOMÍA DE OPCIÓN, LEGÍTIMA RAZÓN DE NEGOCIOS Y ELUSIÓN FISCAL: EL CASO CHILENO

María Cristina Donetch Ulloa

Ricardo Méndez Romero

Nicolás Haro Paillán

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256733

CAPÍTULO 4..... 43

EL APALANCAMIENTO Y SU IMPORTANCIA EN LAS EMPRESAS

Pablo Edison Ávila Ramírez

Alexandra Auxiliadora Mendoza Vera

Janeth Virginia Intriago Vera

Martha Margarita Minaya Macias

Gina Gabriela Loor Moreira

Maritza Alexandra Ávila Ramírez

Jhonny Antonio Ávila Ramírez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256734

CAPÍTULO 5..... 53

EFICACIA DE LOS MECANISMOS DEL REMATE JUDICIAL EN LA APLICACIÓN DE POSTURAS PARA EVITAR LA QUIEBRA

Pablo Eloy Yoza Choez
Nohelia María Vera Intriago

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256735

GESTÃO, INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL E ENGENHARIA APLICADA

CAPÍTULO 6..... 63

A SCIENTIFIC MAPPING APPROACH TO SUSTAINABLE HUMAN RESOURCE MANAGEMENT: LONGITUDINAL CONCEPTS AND PRACTICES (1991–2024)

Camilo Giraldo-Giraldo
Mercedes Rubio-Andres
Elkin Dario Rave-Gomez
Santiago Gutierrez-Broncano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256736

CAPÍTULO 7..... 80

LIDERAZGO E INNOVACIÓN: UN CASO DE ANÁLISIS PARA EMPRESAS INDUSTRIALES DE CASTILLA Y LEÓN

Jesús Ángel Zarzuela Mateos
Juan Vicente García Manjón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256737

CAPÍTULO 8..... 92

PREVENTATIVE AKTIVITIES IN PUBLIC SERVICES - A STUDY OF SKOLFAM

Maria Eriksson
Christer Hedlund

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256738

CAPÍTULO 9..... 104

DISEÑO DE OBSERVADORES DIFUSOS Y MODOS DESLIZANTES PARA SISTEMAS NO LINEALES

Juan Anzurez Marín
Nazario Cano Chacu

Salvador Ramírez Zavala

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3009256739

CAPÍTULO 10.....125

OPERATIONS OPTIMIZATION FOR THE INDUSTRIAL FAUCET INDUSTRY: TEST ASSEMBLY AND PACKAGING IN A ONE-PIECE FLOW LINE

Miguel Terroso

Ivo Rodrigues

Adriana Amorim

Deividi Hartmann

Maria João Figueiredo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567310

EDUCAÇÃO, LINGUAGENS E TECNOLOGIAS

CAPÍTULO 11.....138

AUTONOMÍA DOCENTE EN EDUCACIÓN SUPERIOR (¿LIBERTAD DE CATEDRA?)

Jesús Rivas-Gutiérrez

Georgina del Pilar Delijorge-González

Luz Patricia Falcón-Reyes

Laura Susana Rodríguez-Ayala

Christian Starlight Franco-Trejo

Luz Elena Aguayo-Haro

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567311

CAPÍTULO 12.....148

IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE REALIDAD AUMENTADA Y GAMIFICACIÓN EN LA MATERIA DE LECTURA Y REDACCIÓN EN LA ESCUELA DE BACHILLERES UAQ

José Eduardo Rodríguez Guevara

Josué Daniel Méndez Ayala

Luis Alberto Soto Reyes

Zulma Yunue Cajiga Yañez

Cynthia Alejandra Rodríguez-Arzate

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567312

CAPÍTULO 13 167

TEXTOS NARRATIVOS DE LA TRADICIÓN ORAL ASHÁNINKA EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS COMUNICATIVAS EN ESTUDIANTES DE PRIMARIA EN SATIPO, JUNÍN

Marco Antonio Bazalar Hoces

Raúl Eleazar Arias Sánchez

Walter Mayhua Matamoros

Ronald Condori Crisóstomo

Genaro Moreno Espíritu

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567313

PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO E ARQUEOLOGIA

CAPÍTULO 14 179

REHABILITACIÓN POST-SÍSMICA Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL TEMPLO DE SANTA MÓNICA, PUEBLA, MÉXICO

José Eduardo Carranza Luna

Gloria Carola Santiago Azpiazu

Romary Emireth Asención Ramiro

Monserath Torbellín Hernández

 [ps://doi.org/10.37572/EdArt_30092567314](https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567314)

CAPÍTULO 15 196

NEW CHALLENGES AND STRATEGIES FOR PROTECTING WORLD HERITAGE AND LANDSCAPES FROM FIRE RISK IN VALPARAÍSO, CHILE

María Dolores Muñoz Rebolledo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567315

CAPÍTULO 16 210

RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL SUBSECTOR IA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO BUENAVISTA DEL DISTRITO DE LA PAMPA, PROVINCIA DE CORONGO-ÁNCASH, TEMPORADA 2021

Efraín Vidal Espinoza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567316

CAPÍTULO 17 223

PRESERVE OR VISIT? THE ROLE OF ELECTRIC MOBILITY IN THE BALANCE BETWEEN TOURISM AND CONSERVATION IN PROTECTED AREAS

George Manuel de Almeida Ramos

Rogério Pais Dionísio

Paula Cristina Alves Pereira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567317

CAPÍTULO 18 237

ARCHITECTURE TOURISM TO CITIES IN POLAND AND SPAIN, AN AUTO-ETHNOGRAPHY

Peter Nientied

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567318

CAPÍTULO 19 260

EL PAPEL DEL IDIOMA PORTUGUÉS EN LA ACTIVIDAD TURÍSTICA EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES: UNA MIRADA DESDE LA FORMACIÓN Y DE PROFESIONALES EN TURISMO

Emilio Raúl Castillo Hernández

Alicia Nancy Santoro

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567319

CULTURA, MÍDIA E DESIGN

CAPÍTULO 20 279

BIOPOLÍTICAS Y PRODUCCIÓN DISCURSIVA EN LA PRENSA ESCRITA ARGENTINA. SINGULARES MODOS DE SUBJETIVACIÓN

María Eugenia Annoni

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567320

CAPÍTULO 21 288

DERECHO Y DESIGUALDAD EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO

Fermina Mauriño

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567321

CAPÍTULO 22297

DESIGNING JUCHE: THE HISTORICAL DEVELOPMENT AND IDEOLOGICAL FUNCTION OF COMMERCIAL ART IN NORTH KOREA, 1945–2021. A *CRITICAL ANALYSIS OF REPRESENTATIVE TRADEMARKS, PACKAGING, AND ADVERTISING DESIGNS ACROSS DIFFERENT PERIODS*

Hyunguk Ryu

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567322

SAÚDE, BIOÉTICA E SABERES TRADICIONAIS

CAPÍTULO 23316

CONOCIMIENTO Y USO DE PLANTAS MEDICINALES PARA EL CUIDADO DE LA SALUD EN BAHÍA SOLANO, CHOCÓ (COLOMBIA)

Liliana Yadira Martinez-Parra

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567323

CAPÍTULO 24329

CÁRCEL ELECTRÓNICA: LAS TORTURAS TECNOLÓGICAS NEUROPSICOFISIOLÓGICAS DEL SIGLO XXI Y SU EXPANSIÓN EN PAÍSES DEL “TERCER MUNDO”. UNA PRISIÓN MÁS ALLÁ DE LOS MUROS

Verónica Andrea Vélez-Mora

Zhenia Maritza Muñoz-Vinces

Sonia Raquel Vargas Veliz

Roger Stalin Granda-Velez

Leonardo Eliecer Tarqui-Silva

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567324

CAPÍTULO 25343

NARCOTERAPIA, DERECHOS HUMANOS Y BIOÉTICA: UNA ENCRUCIJADA ENTRE SALUD Y JUSTICIA. LA REALIDAD PSÍQUICA EN EL CONTEXTO POLÍTICO SUDAMERICANO: EL CASO ECUADOR

Verónica Andrea Vélez-Mora

Zhenia Maritza Muñoz-Vinces

Roger Stalin Granda-Velez

Cisaddy Samantha Lazo-Bravo

Leonardo Eliecer Tarqui-Silva

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30092567325

SOBRE O ORGANIZADOR.....358

ÍNDICE REMISSIVO359

CAPÍTULO 9

DISEÑO DE OBSERVADORES DIFUSOS Y MODOS DESLIZANTES PARA SISTEMAS NO LINEALES

Data de submissão: 30/08/2025

Data de aceite: 15/09/2025

Juan Anzurez Marín

División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Ingeniería Eléctrica de la
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México
<https://orcid.org/0000-0002-6686-3277>

Nazario Cano Chacu

División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Ingeniería Eléctrica de la
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

Salvador Ramírez Zavala

Facultad de Ingeniería Eléctrica de la
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo Morelia
Michoacán, México
<https://orcid.org/0000-0001-5480-6593>

RESUMEN: En este trabajo se presenta un estudio comparativo de observadores de estado con modos deslizantes para sistemas no lineales a partir del modelo difuso de Takagi-Sugeno. El sistema de estudio en este trabajo es un sistema no lineal de cuarto orden. Los

observadores de estado comparados en este trabajo fueron el de observador Luenberger y Luenberger con modos deslizantes. Los resultados muestran que el observador de Luenberger con modos deslizantes genera los mejores resultados de esta comparación.

PALABRAS CLAVE: observador de Luenberger; modelo difuso de Takagi-Sugeno; observador Luenberger con modos deslizantes; Matlab.

DESIGN OF DIFFUSE OBSERVERS AND SLIDING MODES FOR NONLINEAR SYSTEMS

ABSTRACT: This paper presents a comparative study of state observers with sliding modes for nonlinear systems based on the fuzzy Takagi-Sugeno model. The system studied in this work is a fourth-order nonlinear system. The state observers compared in this work were the Luenberger observer and the Luenberger observer with sliding modes. The results show that the Luenberger observer with sliding modes yields the best results in this comparison.

KEYWORDS: Luenberger observer; Takagi-Sugeno fuzzy model; Luenberger observer with sliding modes; Matlab.

1. INTRODUCCIÓN

La obtención de modelos de sistemas reales es cada vez más demandada en

diversas áreas de la ciencia y la técnica. Tal es el caso de los procesos industriales y biotecnológicos, los cuales son considerados como sistemas complejos, y de los cuales, por lo general, sólo existe conocimiento parcial obtenido por experiencia operativa (Castillo, Sarmiento, y Sanz, 2007).

En el análisis y control de sistemas se requiere conocer un conjunto de variables, las cuales describen el comportamiento dinámico del sistema de estudio, tal conjunto de variables que cumplan con lo anterior es conocido como variables de estado del sistema. Con frecuencia se tiene que, en la práctica, no todas las variables de estado de un sistema se encuentran disponibles para su medición directa y muchas veces sólo se conocen, por ejemplo, las variables de salida. En este caso, no sería posible implementar una ley de control por retroalimentación de estados al sistema (Benjamin, 1996). Por lo tanto, se requiere diseñar un sistema dinámico que proporcione una aproximación de las variables de estado. Tal sistema es conocido como observador y su estructura, así como sus características dependen del diseñador, cuya respuesta está basada en la medición de entradas y salidas del sistema.

Un observador de estado es un sistema dinámico que estima las variables de estado o parámetros a partir de mediciones disponibles. En la actualidad los observadores, también llamados sensores virtuales, son ampliamente utilizados debido a que permiten estimar variables difíciles de medir de un sistema a partir de algoritmos matemáticos y mediciones disponibles, además son adecuados para detectar y localizar fallas en actuadores y sensores. Los observadores tienen un procedimiento de diseño sistemático y sencillo, lo que facilita su implementación y ejecución en tiempo real. Si el observador de estado capta todas las variables de estado del sistema, sin importar si algunas de ellas están disponibles para una medición directa, se denomina observador de estado de orden completo. Hay ocasiones en las que un observador de orden completo no es necesario, sólo se requiere de la observación de las variables de estado que no se miden, pero no de aquellas que también se miden directamente. Un observador que estima menos variables de estado, se denomina observador de estado de orden reducido o, simplemente, observador de orden reducido. Si el observador de estado de orden reducido tiene el orden mínimo posible, se denomina observador de estado de orden mínimo, u observador de orden mínimo (Ogata, 2001).

Cuando se considera la totalidad del rango de operación de un sistema, la mayoría de los procesos exhiben un comportamiento fuertemente no lineal y no pueden ser descritos empleando modelos lineales convencionales. Una técnica útil para atender la problemática anterior se introdujo en 1965 (Zadeh, 1965) con la teoría de conjuntos

difusos, la cual ha encontrado aplicaciones en un amplio rango de disciplinas. El modelado de sistemas dinámicos pertenece a los campos donde estas técnicas han recibido gran atención, no sólo de la comunidad científica, sino también de la industria en general. Los modelos basados en la lógica difusa, manejan las no linealidades a través de la descomposición del sistema dentro de regiones difusas y mediante el empleo de un modelo lineal simple en cada región.

En Maldonado, M., (2002), utilizan modelos difusos desarrollados por Takagi y Sugeno (TS) para modelar un sistema no lineal mediante un conjunto de modelos locales lineales definidos por un conjunto de reglas difusas de la forma SI-ENTONCES, donde cada regla expresa un comportamiento significativo del sistema expresado como un modelo lineal. En este artículo se presenta una herramienta matemática para construir un modelo difuso de un sistema donde se utilizan implicaciones difusas y razonamiento. En este mismo trabajo se muestra el método de identificación de un sistema utilizando sus datos de entrada-salida.

En Fayaz, (1999) se puede ver una de las investigaciones que existen con respecto a los observadores difusos. Se presenta un observador difuso para procesos no lineales, obtenido a través de la "interconectividad difusa" de observadores tipo Luenberger lineales locales. La aproximación emplea técnicas de estabilidad robusta en particular la cuadrática para mostrar la estabilidad cuadrática global del observador difuso. En esta aproximación no se asume la linealidad de los procesos no lineales con respecto a las entradas, que generalmente se asume para los observadores no lineales convencionales.

De acuerdo a los problemas relacionados con los observadores difusos podrían ser dirigidos por lo menos desde dos puntos de vista:

1. Estimar las funciones de pertenencia asociadas con diferentes variables de estado fijando valores difusos y;
2. Construir en la línea de los modelos Takagi-Sugeno, observadores difusos globales no lineales por medio de conectividad difusa de observadores locales lineales.

De acuerdo con la segunda opción, primero el espacio de estados es dividido en subespacios difusos. Así, en cada subespacio difuso se define un modelo local lineal o afín y un observador correspondiente tipo Luenberger. Finalmente, se da una interconectividad difusa de los modelos lineales locales usando el método de inferencia estándar Sugeno para obtener el modelo global. Los modelos locales interconectados,

generan modelos lineales inciertos con incertidumbres correspondientes y no correspondientes. Estas incertidumbres representan la interacción entre los modelos locales y dependen de la elección de las funciones de pertenencia. Asumiendo algunas cotas en estas incertidumbres, se emplean técnicas de estabilización cuadrática y funciones de Lyapunov suaves y continuas por tramos para deducir estabilidad de las dinámicas globales del error (Araceli, 2003).

Así el objetivo de este trabajo es presentar dos formas diferentes para la estimación de los estados internos de un sistema no lineal, el primero de ellos es utilizar un observador Luenberger y el segundo un observador de Luenberger con modos deslizantes, en este caso empleando un observador difusos tipo Takagi-Sugeno cuya salida es una combinación lineal de las entradas del sistema, lo que simplifica la complejidad del problema (Xiao-Jun Ma et. al., 1998).

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

2.1. DISEÑO DE OBSERVADORES

Suponga un sistema lineal e invariante en el tiempo con vector de estado $x(t) \in \mathbb{R}^n$, vector de entrada $u(t) \in \mathbb{R}^m$ y vector de salida $y(t) \in \mathbb{R}^p$, descrito por (1).

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) &= Cx(t)\end{aligned}\tag{1}$$

donde A , B y C son matrices de dimensiones apropiadas. En el diseño de observadores se requiere cumplir con la propiedad de observabilidad para el sistema original, tal que se cumple (2).

$$x(t) - \hat{x}(t) = 0\tag{2}$$

para $t \rightarrow \infty$ $\hat{x}(t)$ es el vector de estado estimado por el observador. Esto garantiza que la dinámica del error converge a cero (Ogata, 2001).

2.2. OBSERVADOR DE LUENBERGER

Los observadores son llamados sensores virtuales debido a que su algoritmo de programación tiende a realizar la misma función que un sensor físico. Sin embargo,

el diseño de un observador implica que el sistema sea observable (Cristina, Gentil, y Morales, 2013).

La aproximación basada en observadores necesita de un modelo del sistema dado por (3) para operar de forma paralela con el proceso en lazo abierto (Cristina, Gentil, y Morales, 2013), por lo cual se garantiza el conocimiento pleno del comportamiento del sistema. La diferencia entre la medición de salida y la señal estimada por el observador debe ser diferente de cero cuando un error ocurre (Guillermo, Rossi, y Bocero. 2012).

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \quad (3)$$

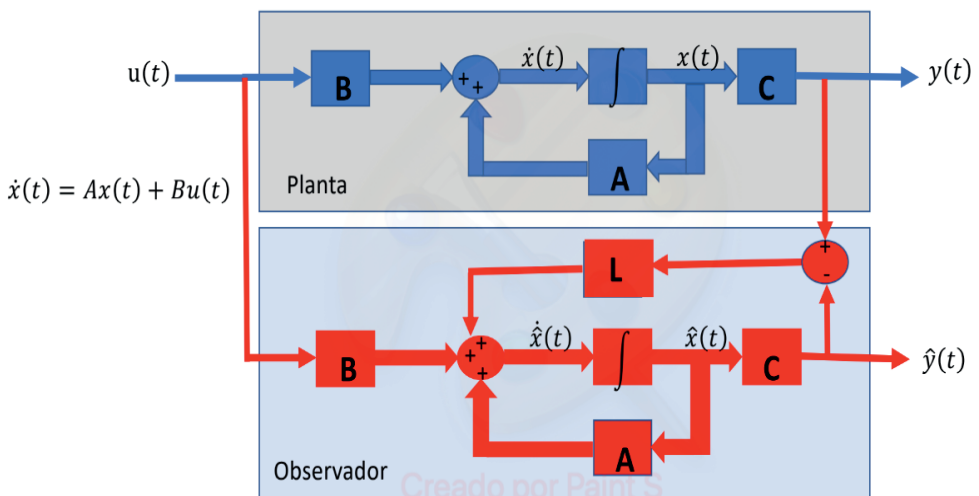
$$y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

Si por restricciones físicas no tenemos acceso para medir a las variables del sistema, se pueden estimar, y para ello se recomienda construir un observador de estado, basado en mediciones de entradas y salidas, lo cual permitirá generar las señales de falla o residuos y con ello detectar fallas en el sistema. Como se puede apreciar de la Figura 1, de donde se puede obtener (4).

$$y(t) - \hat{y}(t) = Cx(t) - C\hat{x}(t) = Ce(t) \quad (4)$$

Donde $e(t)$ es el error de estado.

Figura 1. Estructura de un observador de estado.



La ecuación para el observador de Luenberger está basado en un modelo determinístico del sistema, y se expresa como (5) y (6).

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + L(y(t) - \hat{y}(t)) \quad (5)$$

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + L[Cx(t) - C\hat{x}(t)] \quad (6)$$

donde $\hat{x}(t)$ e $\hat{y}(t)$ son respectivamente los vectores de estado y salida estimados por el observador.

El objetivo del observador es hacer que el error de estado (7) tienda a cero con forme t tiende a infinito, es importante conocer la dinámica del error, la cual se define como en (8).

$$e(t) = x(t) - \hat{x}(t) \quad (7)$$

$$\dot{e}(t) = \dot{x}(t) - \dot{\hat{x}}(t) = Ax(t) + Bu(t) - A\hat{x}(t) - Bu(t) - L[Cx(t) - C\hat{x}(t)]$$

$$\dot{e}(t) = A[x(t) - \hat{x}(t)] - LC[x(t) - \hat{x}(t)]$$

$$\dot{e}(t) = (A - LC)e(t) \quad (8)$$

Se puede observar que:

$$e(t) \rightarrow 0. \quad \text{conforme} \quad t \rightarrow \infty$$

Si la matriz del error en lazo cerrado $(A - LC)$ es Hurwitz; es decir que los valores propios tengan la parte real negativa y L existe tal que se cumpla (9).

$$\det(SI - A + LC) = \alpha(S) = S^n + \alpha_1 S^{n-1} + \dots + \alpha_n \quad (9)$$

si y sólo si el sistema es observable. Con L igual a (11).

$$L = \alpha(A)O^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Por otro lado, la estabilidad y las características de respuesta transitoria se determinan mediante los valores característicos de la matriz $(A-LC)$. Si se elige la matriz L en forma adecuada, la matriz $(A-LC)$ se convierte en una matriz asintóticamente estable y para todos $e(t) \neq 0$ es posible hacer que $e'(t)$ tienda a 0 conforme t tienda a infinito (D. Luenberger, 1971).

El diseño del observador a través de la retroalimentación de estados observados se basa en la asignación de polos haciendo uso de (9) para encontrar la matriz de ganancias L mediante un análisis previo de observabilidad del sistema, recordando que dicha técnica se basa en la dinámica del sistema.

2.3. OBSERVADOR DE LUENBERGER DIFUSO

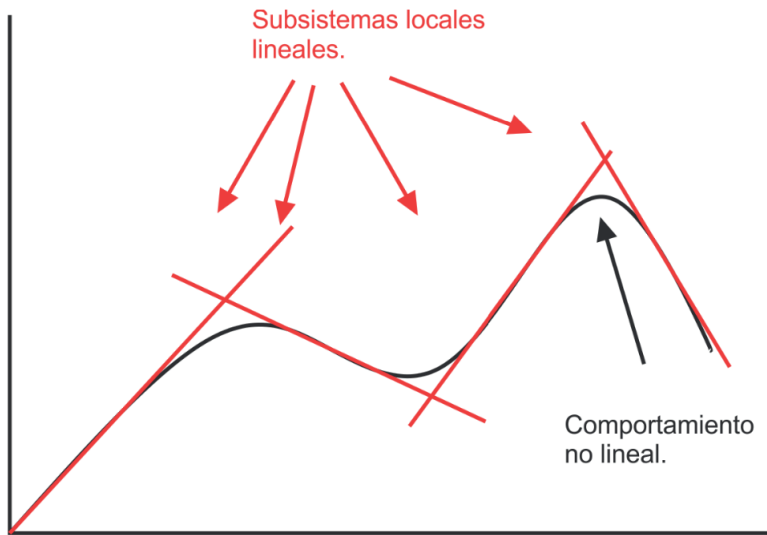
A finales del siglo XX se reportó en la literatura las primeras investigaciones acerca de los observadores difusos y se mostró un observador difuso para sistemas no lineales, obtenido a través de la interconectividad difusa de observadores lineales locales tipo Luenberger. Tal aproximación utiliza técnicas de estabilidad robusta para mostrar la estabilidad asintótica global del observador difuso (O. Begovich, E.N. Sánchez y M. Maldonado, 1999).

El profesor Lofti Asker Zadeh (1965), de la Universidad de Berkeley introduce la idea de “Conjuntos Difusos”. En este trabajo describe a un conjunto difuso como una clase de objetos con un continuo grado de membresía. Tal conjunto se caracteriza por una función de pertenencia (característica) que asigna a cada objeto un grado de pertenencia que varía entre cero y uno. Se amplían las nociones de inclusión, unión, intersección, complemento, relación, convexidad, etc. a tales conjuntos. En particular, se prueba un teorema de separación para conjuntos difusos convexos sin requerir que los conjuntos difusos sean disjuntos.

El modelo difuso desarrollado por Takagi y Sugeno (TS) tiene como objetivo describir el comportamiento no lineal de un sistema en un número finito de subsistemas locales lineales en distintas regiones de operación del mismo, tal como se muestra en la Figura 2. Este modelo propuesto por Tomohiro Takagi y Michio Sugeno (Takagi, 1985) es descrito mediante un conjunto difuso de reglas de la forma SI- ENTONCES, que representan relaciones lineales de entrada-salida de un sistema no lineal. La cualidad principal de un modelo difuso de TS es la capacidad de expresar la dinámica local de cada implicación difusa (regla) por medio de un subsistema lineal. El modelo completo difuso del sistema se obtiene de la combinación difusa de los modelos lineales. Los

consecuentes individuales son sistemas lineales que pueden ser analizados mediante la teoría de sistemas lineales.

Figura 2. Gráfica de sistema no lineal y subsistemas lineales.



Así, sea el sistema no lineal descrito por (12) (Takagi, 1985, Farfán et al, 2007).

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= f(x(t), u(t)) \\ y(t) &= h(x(t))\end{aligned}\tag{12}$$

donde: $x(t) \in R^n$ es el vector de estado del sistema, $u(t) \in R^n$ es el vector de entrada, $y(t) \in R^n$ es el vector de salida.

El cual se puede reescribir mediante un modelo difuso T-S con la capacidad de expresar la dinámica local de cada implicación difusa (regla) por medio de un subsistema lineal. Entonces, el modelo difuso completo del sistema no lineal se obtiene mediante la suma convexa de los submodelos lineales.

Entonces, la i -ésima regla del modelo para un sistema continuo está dada por (13) (A.M. Fayaz, 1999).

$$\text{IF } z_1(t) \text{ es } M_{i1} \text{ y } \dots \text{ y } z_p(t) \text{ es } M_{ip}, \quad (13)$$

$$\text{THEN } \begin{cases} \dot{x}(t) = A_i x(t) + B_i u(t), \\ y(t) = C_i x(t), \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, r.$$

donde: $z_1(t), \dots, z_p(t)$ son variables premisas medibles que pueden ser funciones de variables de estado o tiempo; M_{ip} es un conjunto difuso y r es el número de reglas; $x(t) \in R^n$ es el vector de estado; $A_i \in R^{n \times n}$, $B_i \in R^{n \times m}$, and $C_i \in R^{q \times n}$ son matrices constantes conocidas de dimensión apropiada. Cada ecuación lineal representada por $\dot{x}(t) = A_i x(t) + B_i u(t)$ es llamada subsistema.

Para $(x(t), u(t))$ dadas, el modelo difuso completo se obtiene mediante el uso de un fuzificador tipo singleton, inferencia tipo producto y centro de gravedad como defuzificador; como resultado las salidas finales del sistema difuso se expresan como una suma convexa dado por (14).

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= \sum_{i=1}^r h_i(\varphi) [A_i x(t) + B_i u(t)] \\ y(t) &= \sum_{i=1}^r h_i(\varphi) C_i x(t) \end{aligned} \quad (14)$$

donde $h_i(\varphi)$ es el peso normalizado para cada regla calculado a partir de las funciones de membresía para z_i en M_{ij} y satisfaciendo las expresiones:

$$\begin{aligned} h_i &= h_i(z(t)) \geq 0 \quad y \\ \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) &= 1, \end{aligned}$$

con $z(t) = [z_1(t), \dots, z_p(t)]^T$. $M_{ij}(z_j(t))$ es el grado de membresía de $z_j(t)$ en M_{ij} y

$$w_i(z(t)) = \prod_{j=1}^p M_{ij}(z_j(t))$$

$$h_i(z(t)) = \frac{w_i(z(t))}{\sum_{i=1}^r w_i(z(t))} \quad \forall t$$

El modelo que representa a un observador esta dado por (16).

Observador, regla i: SI $z_1(t)$ es M_{i1} y $\dots$ y $z_p(t)$ es M_{ip}

$$\text{ENTONCES } \sum_i : \begin{cases} \dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + L_i(y(t) - \hat{y}(t)) \\ \hat{y}(t) = C_i\hat{x}(t) \end{cases} \quad (16)$$

para $i = 1, 2, \dots, r$, así el observador difuso completo puede escribirse como (17).

$$\dot{\hat{x}}(t) = \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) \{A_i\hat{x}(t) + B_i u(t) + L_i(y(t) - \hat{y}(t))\} \quad (17)$$

$$\hat{y}(t) = \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) C_i \hat{x}(t)$$

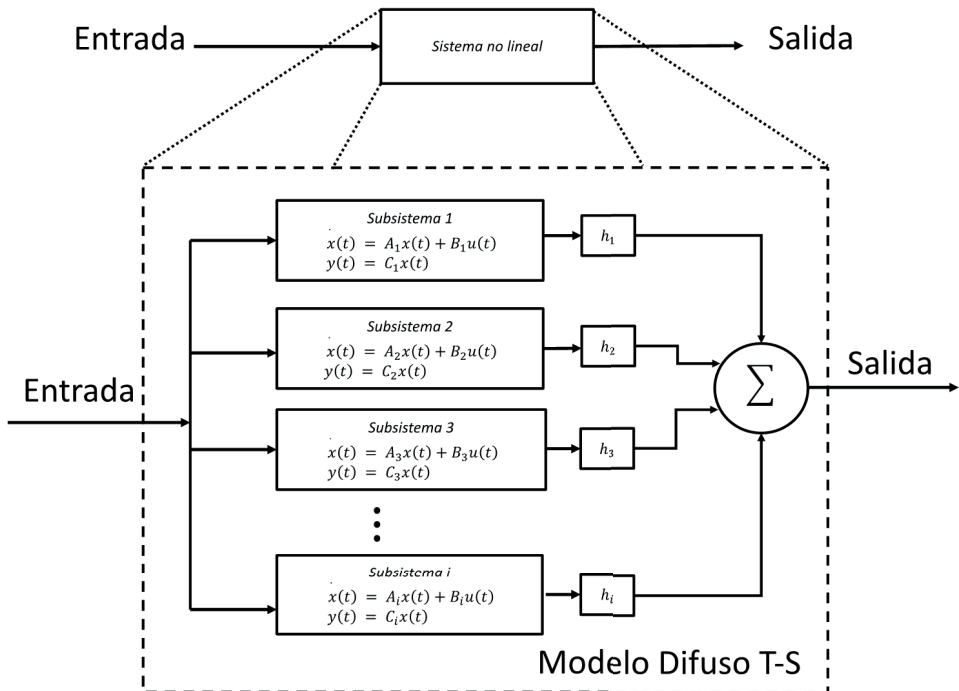
El observador de estado tiene $y(t)$ y $u(t)$ como entradas y $\hat{x}(t)$ vector de estados estimados y $\hat{y}(t)$ como salida estima del sistema. El último término del segundo miembro de esta ecuación es un término de corrección que contiene la diferencia entre la salida medida ($y(t)$) y la salida estimada ($\hat{y}(t)$). La matriz L_i funciona como una matriz de ponderación (matrices del error de observación). El término de corrección vigila el estado $\hat{x}(t)$. Ante la presencia de una discrepancia entre las matrices A_i y B_i usadas en este modelo y las del sistema real, la adición del término de corrección ayuda a reducir los efectos producidos por la diferencia entre el modelo dinámico y el sistema real.

El observador difuso con ganancia $L_i = P^{-1} N_i$ garantiza la convergencia asintótica a cero del error de estimación si existen matrices N_i y $P = P^T > 0$ que satisfacen las desigualdades lineales matriciales (LMI's) descritas en (18) (Maldonado, M., 1999, M. Junca, V. Grisales, y A. Gauthier, 2005, S. Boyd et. al, 1994,):

$$\begin{aligned}
 P &> 0 \\
 A_i^T P + P A_i - C_i^T N_i^T - N_i C_i &< 0 \\
 A_i^T P + P A_i - C_j^T N_i^T - N_i C_j + A_j^T P + P A_j - C_i^T N_j^T - N_j C_i &< 0 \\
 i < j &\leq r
 \end{aligned} \tag{18}$$

de forma compacta, la representación del modelo difuso se ilustra en la Figura 3.

Figura 3. Esquema ilustrativo del sistema difuso T-S.



2.4. OBSERVADOR DE LUENBERGER CON MODOS DESLIZANTES

Basado en el observador difuso dado por (9) y (10), el observador de Luenberger con modos deslizantes se puede construir de la forma (19) (K.Tanaka & H.O. Wang, 2001, Utkin, Guldner, y Shi, 2017):

$$\begin{aligned}\hat{\dot{x}}(t) &= \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) \{A_i \hat{x}(t) + B_i u(t) + L_i (y(t) - \hat{y}(t)) + \phi_i(t)\} \\ \hat{y}(t) &= \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) C_i \hat{x}(t)\end{aligned}\quad (19)$$

donde $\phi_i(t) \in \mathbb{R}^n$ el vector discontinuo de modos deslizantes y $z_1(t), \dots, z_p(t)$ no dependen de las variables de estado estimadas por un observador difuso. Suponga que existen matrices N_i y $P = P^T$ definidas positivas que satisfacen las LMI dadas por (11), entonces el observador difuso dado por (14) y (15), con $L_i = P^{-1}N_i$ y $\phi_i(t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$ garantiza que el error del estado estimado converge asintóticamente a cero si $\phi_i(t)$, tiene la forma (20).

$$\phi_i(t) = k_i \cdot \frac{Pe(t)}{\|Pe(t)\|} = k_i \cdot \text{sgn}(Pe(t)) \quad (20)$$

donde $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$, es el error de estimación; $k_i > 0$, $k_i = \text{constante}$ y $P > 0$ de modo que se satisface la desigualdad de Lyapunov (21) (Ballesteros, 2012).

$$(P\bar{A}_{ij} + \bar{A}_{ij}^T P) < 0 \quad (21)$$

3. RESULTADOS

Para ejemplificar el procedimiento se considera el sistema no lineal de cuarto orden expresado por (22).

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1(t) &= x_2(t) + \sin(x_3(t)) + (x_1^2(t) + 1)u(t) \\
\dot{x}_2(t) &= x_1(t) + 2x_2(t) \\
\dot{x}_3(t) &= x_1^2(t)x_2(t) + x_1(t) \\
\dot{x}_4(t) &= \sin(x_3(t)) \\
y_1 &= (x_1^2(t) + 1)x_4(t) + x_2(t) \\
y_2 &= x_2(t) + x_3(t)
\end{aligned} \tag{22}$$

Suponindo que $x_1(t)$ y $x_3(t)$ son observables. En otras palabras $x_1(t)$ y $x_3(t)$ son estimados usando un observador difuso. Además, supóngase que:

$$x_1(t) \in [-a, a], \quad x_3(t) \in [-b, b]$$

donde $a = 0.8$ y $b = 0.6$ son valores positivos. Los términos no lineales son $x_1^2(t)$ y $\sin(x_3(t))$. Los términos no lineales pueden ser representados como:

$$\begin{aligned}
z_1 &= x_1^2(t) = M_1^1(x_1(t)) \cdot a^2 + M_1^2(x_1(t)) \cdot 0 \\
z_2 &= \sin(x_3(t)) = M_2^1(x_3(t)) \cdot 1 \cdot x_3(t) + M_2^2(x_3(t)) \cdot \frac{\sin b}{b} \cdot x_3(t)
\end{aligned}$$

donde:

$$M_1^1(x_1(t)), M_1^2(x_1(t)), M_2^1(x_3(t)), M_2^2(x_3(t)) \in [0, 1]$$

$$M_1^1(x_1(t)) + M_1^2(x_1(t)) = 1$$

$$M_2^1(x_3(t)) + M_2^2(x_3(t)) = 1$$

Resolviendo las ecuaciones, se obtiene:

$$M_1^1(x_1(t)) = \frac{x_1^2}{a^2}$$

$$M_1^2(x_1(t)) = 1 - M_1^1(x_1(t)) = 1 - \frac{x_1^2}{a^2}$$

$$M_2^1(x_3(t)) = \begin{cases} \frac{b \cdot \sin(x_3(t)) - \sin b \cdot x_3(t)}{x_3(t) \cdot (b - \sin b)} & x_3(t) \neq 0 \\ 1, & x_3(t) = 0 \end{cases}$$

$$M_2^2(x_3(t)) = 1 - M_2^1(x_3(t))$$

$$= \begin{cases} \frac{b \cdot (x_3(t) - \sin b \cdot x_3(t))}{x_3(t) \cdot (b - \sin b)} & x_3(t) \neq 0 \\ 1, & x_3(t) = 0 \end{cases}$$

Los términos $M_1^1, M_2^1, M_3^1, M_4^1$ pueden ser interpretados como funciones de membresía de conjuntos difusos. Usando esos conjuntos difusos, el sistema no lineal puede ser representado por el siguiente modelo difuso T-S:

Regla 1: SI $x_1(t)$ es M_1^1 y $x_3(t)$ es M_2^1

$$\text{Entonces} \begin{cases} \dot{x}_1(t) = A_1 x(t) + B_1 u(t) \\ y(t) = C_1 x(t) \end{cases},$$

Regla 2: SI $x_1(t)$ es M_1^1 y $x_3(t)$ es M_2^2

$$\text{Entonces} \begin{cases} \dot{x}_2(t) = A_2 x(t) + B_2 u(t) \\ y(t) = C_2 x(t) \end{cases},$$

Regla 3: SI $x_1(t)$ es M_1^2 y $x_3(t)$ es M_2^1

$$\text{Entonces} \begin{cases} \dot{x}_3(t) = A_3 x(t) + B_3 u(t) \\ y(t) = C_3 x(t) \end{cases},$$

Regla 4: SI $x_1(t)$ es M_1^2 y $x_3(t)$ es M_2^2

$$\text{Entonces} \begin{cases} \dot{x}_4(t) = A_4 x(t) + B_4 u(t) \\ y(t) = C_4 x(t) \end{cases}.$$

donde:

$$x(t) = [x_1(t) \ x_2(t) \ x_3(t) \ x_4(t)]^T,$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & a^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_1 = \begin{bmatrix} 1 + a^2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$C_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 + a^2 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \text{sen}(b)/b & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & a^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \text{sen}(b)/b & 0 \end{bmatrix}, \quad B_2 = \begin{bmatrix} 1 + a^2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$C_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 + a^2 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad B_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$C_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \text{sen}(b)/b & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \text{sen}(b)/b & 0 \end{bmatrix}, \quad B_4 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$C_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Es importante resaltar que lo anterior representa exactamente al sistema no lineal bajo la condición $x_1(t) \in [-a, a]$. La simulación se hizo para $a = 0.6$ y $b = 0.8$.

Para ilustrar el comportamiento de los estados se tomaron las condiciones iniciales $x_1 = -0.5$, $x_2 = -0.3$, $x_3 = 0.2$ y $x_4 = 0.4$. En las Figuras 4 y 5 se presentan la respuesta de los estados reales del sistema descrito por (22) y los estados estimados

por el observador de Luenberger difuso, respectivamente. Se puede apreciar que los estados del sistema se estabilizan y el observador es capaz de seguir dichos estados. El observador de Luenberger difuso estima los estados del sistema no lineal sin errores de estado estable para el rango dado a x_1 y x_3 . En la Figura 6 se muestra la estimación de los estados del sistema mediante el observador de Luenberger con modos deslizantes, como se puede apreciar en la Figura 7 el error de estimación de estados es del orden de 10^{-3} .

Figura 4. Estados reales del sistema de estudio.

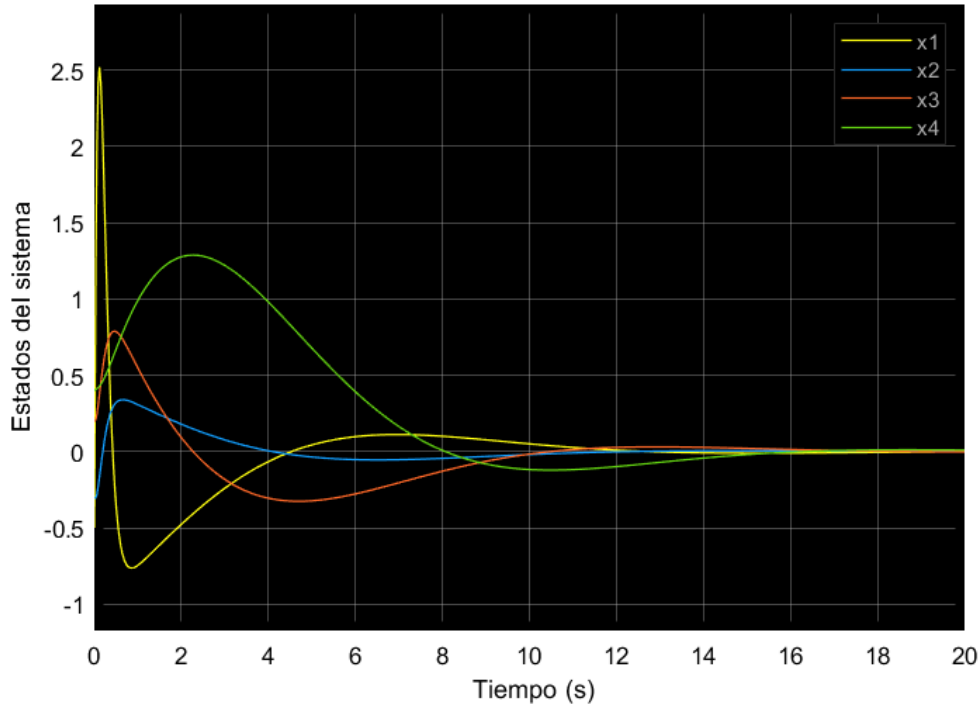


Figura 5. Estados estimados por el observador de Luenberger difuso.

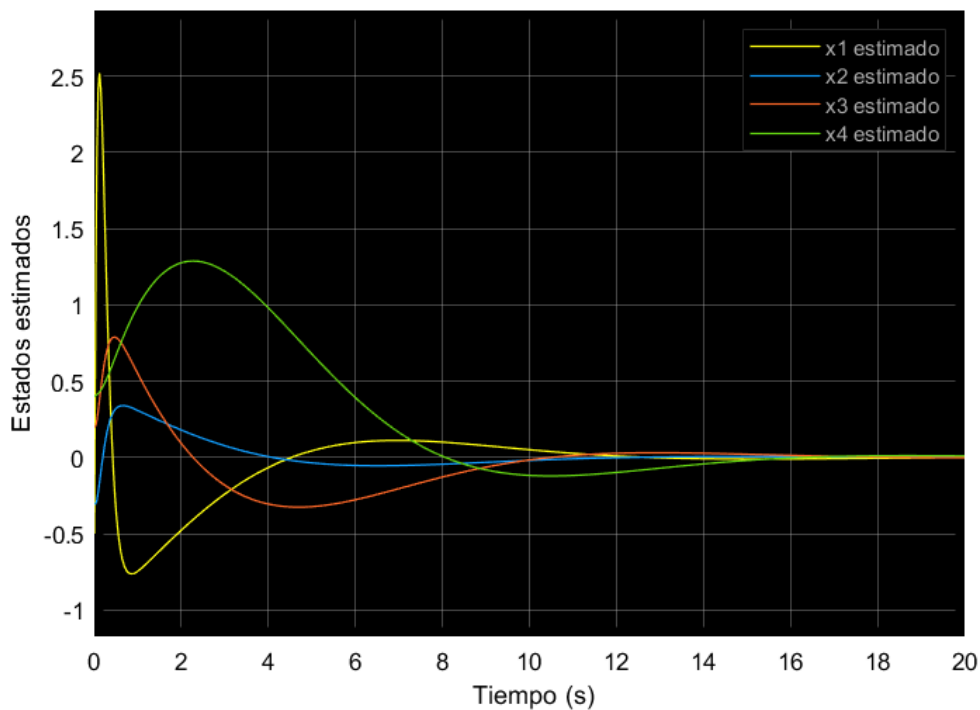


Figura 6. Estados estimados por el observador de Luenberger difuso con modos deslizantes.

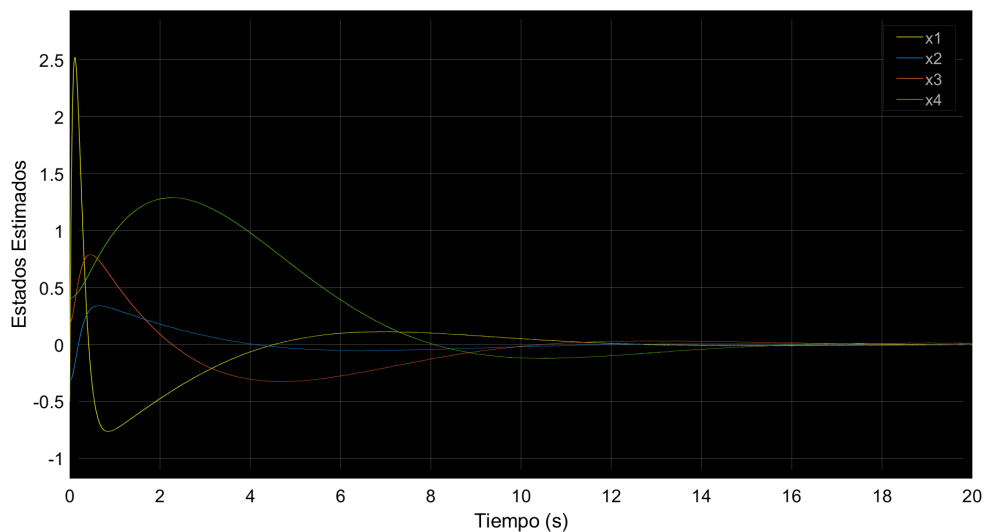
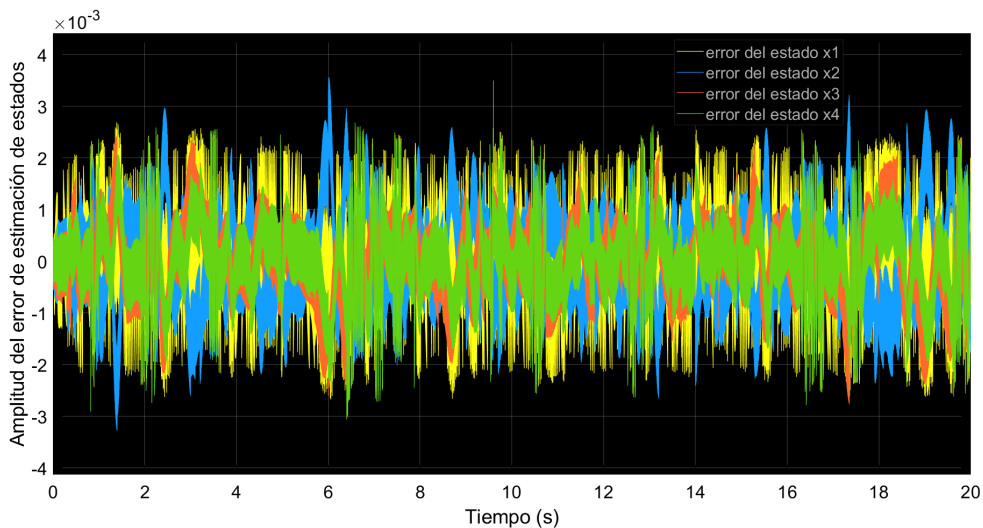


Figura 7. Error de estimación de los estados en el observador de Luenberger difuso con modos deslizantes.



En la Figura 8 se presentan los estados de salida del sistema real bajo estudio. En la Figura 9 se muestran los estados de salida estimados por el observador de Luenberger difuso y en la Figura 10 por el observador de Luenberger con modos deslizantes. El observador de Luenberger difuso estima los estados de salida del sistema no lineal sin errores de estado estable para el rango dado a x_1 y x_3 . A partir de la Figura 11 se tiene que el observador de Luenberger con modos deslizantes logra estimar los estados de salida con un error del orden de 10^{-3} .

Figura 8. Estados de salida del sistema de estudio.

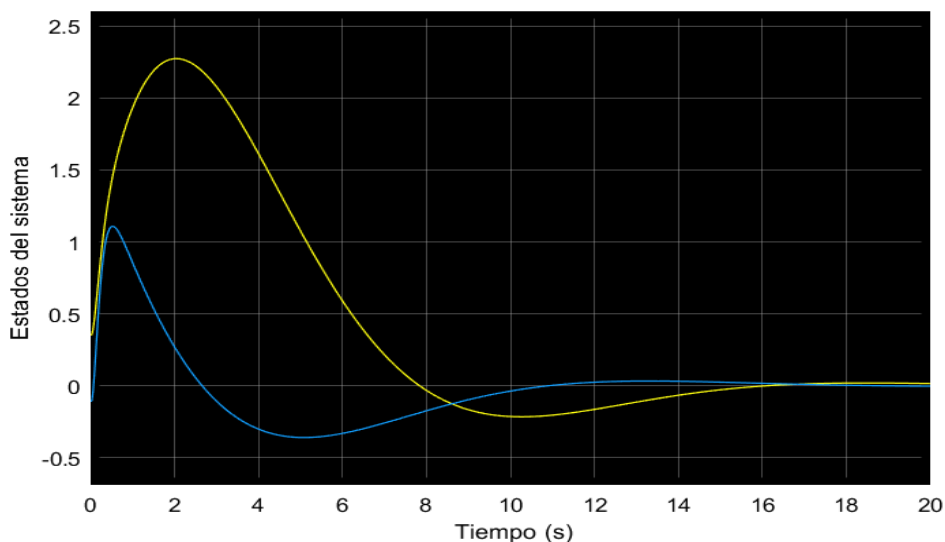


Figura 9. Estados de salida estimados por el observador de Luenberger difuso.

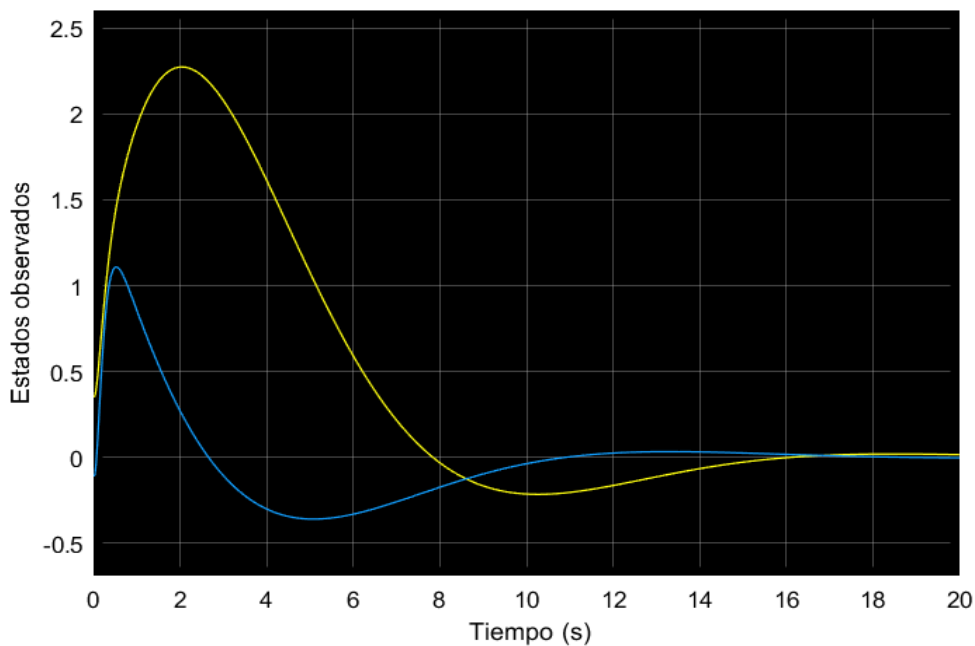


Figura 10. Estados de salida estimados por el observador de Luenberger difuso con modos deslizantes.

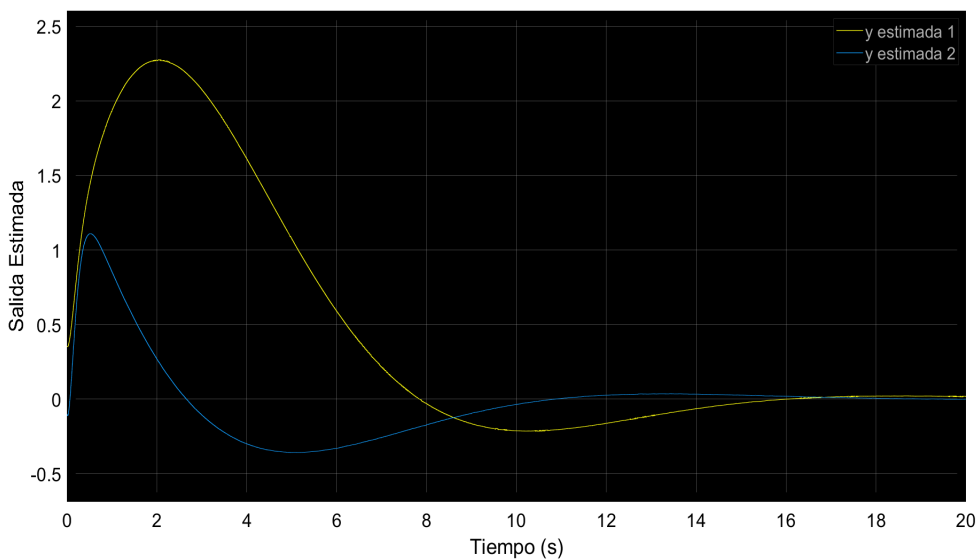
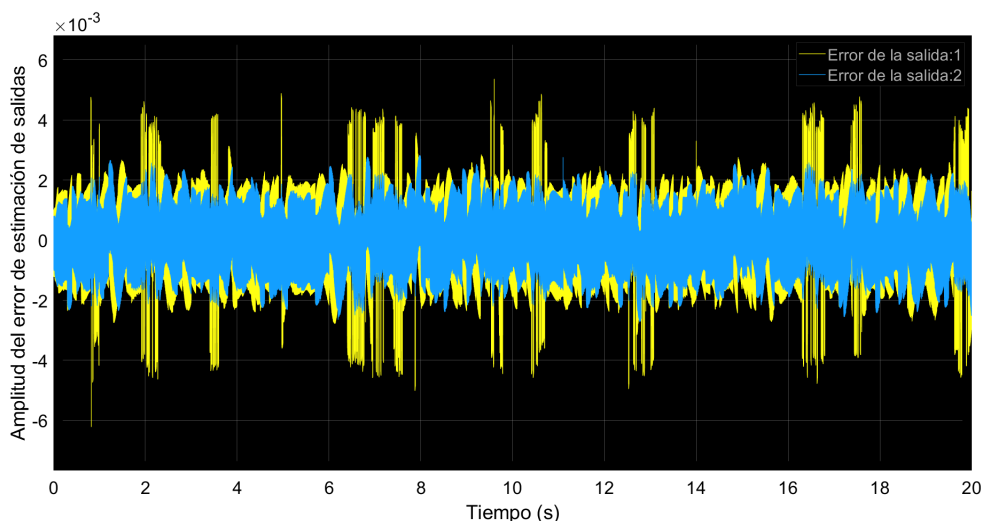


Figura 11. Error de estimación de salida para el observador de Luenberger difuso con modos deslizantes.



4. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se mostró como el modelo difuso Takagi-Sugeno puede representar exactamente un sistema no lineal sobre un compacto y puede ser aplicada a cualquier sistema, muchos de los cuales a través de otras técnicas no sería posible realizar sobre ellos acciones de control, así mismo el modelo Takagi-Sugeno puede ser aplicado para obtener observadores difusos. En este estudio se comparan los resultados de estimación de estados de un sistema no lineal mediante los observadores difusos de Luenberger y Luenberger con modos deslizantes. Para el caso de estudio el observador con modos deslizantes tuvo mejores resultados que el observador de Luenberger. Las matrices de ganancia de retroalimentación fueron obtenidas mediante desigualdades lineales matriciales. Se modificaron las condiciones iniciales para probar diferentes comportamientos del sistema bajo prueba, y se compararon los resultados obtenidos mediante el modelo y el observador, lográndose resultados satisfactorios con errores del orden de magnitud de 3×10^{-3} .

REFERENCIAS

A.M. Fayaz, (1999), On the Sugeno-Type Fuzzy Observers, Proc. of 38th IEEE Conf. on Decision & Control, pp. 4828-4833, Phoneix, USA.

Araceli Grande Meza, (2003), Tesis de Maestría, "Observadores Difusos y Control Adaptable Difuso Basado en Observadores", Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Control Automático, México, D.F.

Ballesteros Moncada, H. (2012) Diseño de observadores difusos con modos deslizantes para la detección de fallas en sistemas no lineales [Tesis de maestría]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Benjamin C. Kuo, (1996), Sistemas de control automatico, séptima edición Prentice hall.

Castillo Juan, Sarmiento S., Sanz A., (2007), "Algoritmo de Identificación Difusa Para el Modelamiento de un Tanque Calentado por Serpentin con Agitación Continua", Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2007).

Cristina Verde, S. Gentil, and R. Morales-Menndez. (2013), Monitoreo y diagnóstico automático de fallas en sistemas dinámicos. Mexico D.F.: Trillas.

D. Luenberger (1971), Introduction to Observers. Automatic Control, IEEE Transaction on (Vol. 16, Issue:6), Dec 1971.

Farfán Martínez R, Ruz Hernández J. A., García Hernández R., Rullán Lara J. L., Pitalúa Díaz N., (2007), "Control Difuso Takagi-Sugeno Aplicado al Equipo Didáctico de la Bola y la Viga", Congreso Nacional de Control Automático A.M.C.A.

Guillermo, Rossi, and Bocero Hamdi Prátula. (2012), Turbinas eólicas: Optimización en el pre-diagnóstico de fallas en el generador. Información tecnológica, 23, no.1, 153- 162.

K.Tanaka & H.O. Wang, (2001), "Fuzzy Control Systems Design and Analysis: a Linear Matrix Inequality Approach", John Wiley & Sons, Inc.

Maldonado, M., (1999), Teoría del regulador lineal, Tesis de maestría Cinvestav unidad Guadalajara.

Maldonado, M., (2002), Fuzzy Output Feedback Control via Sliding Mode Observer, International Symposium on Robotics and Automation, Toluca, Mexico.

M. Junca, V. Grisales, A.Gauthier, (2005), "Introducción a las desigualdades lineales matriciales y su aplicación en el control automatico", Ciencia Investigación Academia Desarrollo.

O. Begovich, E.N. Sánchez and M. Maldonado, (1999), "Real-Time nonlinear system regulation via TS fuzzy control", 18th International Conference of North American Fuzzy Information Processing Society, USA, Cat. 99TH8397, ISBN 0-78035211-4, pp. 645-649.

Ogata, K. (2001), Modern control engineering. Prentice Hall PTR.

S. Boyd, L.E. Ghaoui, E. Feron and V Balakrishnan, (1994), "Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory", Society for Industrial Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia.

Takagi, T. and Sugeno, M., (1985) "Fuzzy Identification of Systems and its Application to Modeling and Control", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,. Pag 116-132.

Utkin, V., Guldner, J., & Shi, J. (2017). Sliding mode control in electro-mechanical systems. Second edition. CRC press.

Xiao-Jun Ma, Zeng-Qi Sun, Yan-Yan He, (1998), Analysis and Design of Fuzzy Controller and Fuzzy Observer, IEEE Trans.on Fuzzy Systems, Vol. 6, No.1, Feb. 1998.

Zadeh L. A., (1965), "Fuzzy Sets", Information and Control, vol. 8, pp 338-353.

SOBRE O ORGANIZADOR

Camilo Giraldo-Giraldo is a Lecturer in Business Organisation at the University of Castilla-La Mancha (UCLM). He holds a Master's degree in Business Strategy and Marketing and is currently in the final year of his PhD in Business Organisation at the same university. His research focuses on Human Resource Management and Organisational Sustainability.

He has been awarded the Research Scholarship of the Santander Chair, granted by Banco Santander in partnership with the University of Castilla-La Mancha. He has also received the recognition for Best Doctoral Thesis in Progress from the European Business Ethics Network (2025).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4100-3764>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abuso de las normas jurídicas 25
Actualidad 56, 105, 150, 279, 280, 282, 331, 337, 346, 353
Advertising 78, 297, 298, 299, 300, 302, 304, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 315
Áncash 210, 211
Apalancamiento empresarial 44
Architecture tourism 237, 253, 254
Architourism 237, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 249, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259
Arquitectura monumental 210, 218
Auto-ethnography 237, 239, 242, 243, 248, 255, 256, 259
Autonomía docente 138, 139, 140, 144, 145, 146, 147
Autonomía relacional 288, 290, 292, 293, 295

B

Bibliometric analysis 63, 76, 78, 79
Biopolíticas 279, 280, 281, 283, 286
Brecha digital 151, 288, 291, 295

C

Capacidad innovadora 80, 81, 88
Cerámica diagnóstica 210, 217
Chocó 316, 317, 318, 319, 324, 327, 328
Commercial art/design 297
Competencias comunicativas 167, 168, 170, 173, 175, 176, 177
Competencias lingüísticas 178, 260
Customer focus and multidisciplinary teams 92

D

Delitos neurológicos 330
Derechos humanos 10, 289, 294, 295, 296, 329, 330, 331, 333, 334, 336, 337, 338, 339, 341, 342, 343, 344, 346, 348, 354, 357
Desarrollo sostenible 12, 13, 64, 79, 168

Determinantes sociais de la salud 316

Discursos sociales 279, 281, 286, 287

E

Economía de opción 24, 25, 26, 27, 29, 30, 35, 38, 40, 42

Educación intercultural 167, 169, 176, 177

Ejecución forzada 53, 54

Electric mobility 223, 225, 228, 229, 231, 232

Elusión fiscal 24, 25, 28, 35, 39

Equidad territorial 12

Ergonomics 125

Estados Unidos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 150

Evolutionary field 63

Excavaciones arqueológicas 210, 213, 221

F

Faucet industry 125

Fire risk 196, 205, 206, 207, 208, 209

Formación profesional 260, 265, 271

Foster care 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103

G

Gaza 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Guerra 1, 6, 7, 8, 9, 257

H

Hamas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Herramientas de decisión 44

I

Identidad cultural 167, 169, 175, 325

Industrial operations optimization 125

Innovación 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 41, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 143, 144, 150, 151, 152, 154, 165, 177, 264, 294, 334, 349, 350, 357

Integración cultural 260, 261

Israel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

J

Justicia 7, 26, 35, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 202, 281, 320, 336, 338, 339, 343, 344, 348, 354, 356

L

Lectura y redacción 148, 150, 153, 156, 163

Legítima razón de negocios 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 42

Libertad de cátedra 138, 139, 140, 141, 144, 145, 146, 147

Liderazgo 5, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89

Liderazgo transformacional 76, 80, 82, 83, 85, 87, 88

Longitudinal study 63, 94

M

Manipulación conductual 329, 330

Matlab 104

Modelo difuso de Takagi-Sugeno 104

Mujeres 181, 282, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 319, 324, 326

N

Narcoterapia 343, 344, 347, 348, 353, 354, 356

Narrativas indígenas 167

Natural areas 223, 225, 226, 229, 232, 234

North Korea 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315

O

Observador de Luenberger 104, 107, 109, 110, 115, 119, 120, 121, 122, 123

Observador Luenberger con modos deslizantes 104

One piece flow 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137

Operativos y financieros 44, 49

P

Packaging 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 313

Participación ciudadana 12, 22, 23

Pirámide escalonada 210, 214, 218

Planificación fiscal 25, 34, 38, 39

Plantas medicinales 316, 317, 318, 319, 320, 324, 325, 326, 327, 328

Poland 237, 243, 245, 246, 248, 249, 251, 252, 253, 255, 258

Políticas públicas 344

Políticas públicas 12, 288, 293, 331, 339, 346, 354

Portugués como lengua extranjera 260, 261

Posturas 4, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 290

Prensa Escrita 279, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287

Prevention 92, 94, 96, 102, 103, 205, 208

Process orientation 92

Production and manufacturing 125

Q

Quiebra del remate 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

R

Realidad aumentada y gamificación 148

Rehabilitación 179, 180, 331, 346, 348, 351, 354, 356, 357

Remate judicial 53, 54, 56, 59, 60, 61, 62

Restauración 179, 180, 188, 189

S

Salud mental 336, 340, 344, 345, 346, 351, 356

Scientific mapping 63, 64, 65, 67, 70, 77

Seguridad jurídica 53, 54, 56, 58, 59, 60, 62

S-(HRM) 63, 64

Sísmica 179, 180, 195

Sistema General de Regalías 11, 12, 13, 14, 22, 23

Sitio arqueológico de Buenavista 210, 211, 212

Spain 200, 228, 229, 235, 237, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 253, 255

Subjetivación 279, 285, 286

Sustainability 12, 44, 64, 65, 66, 67, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 101, 223, 224, 230, 231, 232, 234, 235

Sustainable development objectives 63

Sustainable-HRM 63

T

Templo 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 192, 193, 211, 215

Tortura neuropsicofisiológica 330

Tourism 12, 63, 76, 78, 223, 225, 226, 227, 228, 229, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 249, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 261, 306, 313, 314

Trademarks 297, 298, 299, 300, 301, 302, 307, 315

Tradición oral asháninka 167, 170

Turismo en Corrientes 260, 261

U

Urban history and world heritage 196

V

Valparaíso 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209



**EDITORIA
ARTEMIS**
2025