ISSN en trámite

Memorias del Congreso Internacional de Energía de la Academia Mexicana de Energía

No. 5
Enero-Diciembre 2022
Publicación anual

La energía sustentable como base de la reactivación económica después de la pandemia

Academia Mexicana de Energía, A.C.

Editores de la publicación:

José Antonio Colín Luna
Margarita M. González Brambila
Rubén Dorantes Rodríguez
Alfonso Talavera López
Carlos Omar Castillo Araiza

MEMORIAS DEL CONGRESO INTERNACIONAL DE ENERGÍA DE LA ACADEMIA MEXICANA DE ENERGÍA. Núm. 5, enero-diciembre 2022, es una publicación anual de la Academia Mexicana de Energía, A.C. Calle Tehuantepec No. 39, Col. Roma Sur, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06760 Ciudad de México, México. Página electrónica de la revista: https://www.amexen.org/memorias.html y dirección electrónica: jacl@azc.uam.mx Editor responsable: Dr. José Antonio Colín Luna. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título 04-2024-011914253400-102, ISSN en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Dr. José Antonio Colín Luna. Calle Tehuantepec No. 39, Col. Roma Sur, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06760 Ciudad de México, México. Fecha de última modificación: 23 de mayo de 2024. Tamaño del archivo: 9 MB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Academia Mexicana de Energía, A.C.

Organizing Institutions / Instituciones Organizadoras

ACADEMIA MEXICANA DE ENERGÍA, A. C.

PRESIDENTE
José Antonio Colín Luna
Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco

VICEPRESIDENTE
Rubén Vázquez Medina
Instituto Politécnico Nacional, CICATA Querétaro

SECRETARIA
Rocío Sánchez Pérez
Instituto Politécnico Nacional, CMPL

TESORERO
Héctor Hugo León Santiesteban
Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco

VOCAL DE COMISIONES DE ESPECIALIDAD
Carlos Omar Castillo Araiza
Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa

VOCAL DE COMUNICACIÓN
Camilo Arancibia Bulnes
Instituto de Energías Renovables -UNAM

VOCAL DE DELEGACIONES Y REPRESENTACIONES REGIONALES
Julio César García Martínez
Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco

VOCAL DE EVENTOS TÉCNICOS
Héctor Puebla Núñez
Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco

VOCAL DE RELACIONES INSTITUCIONALES
Leo Alvarado Perea
Universidad Autónoma de Zacatecas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General
José Antonio de los Reyes Heredia

Secretaria General
Norma Rondero López

Unidad Azcapotzalco

Rector
Oscar Lozano Carrillo

Secretaria
Yadira Zavala Osorio

Unidad Cuajimalpa

Rector
Octavio Mercado González

Secretario
Gerardo Francisco Kloss Fernández del Castillo

Unidad Iztapalapa

Rector
Rodrigo Díaz Cruz

Secretaria
Andrés Francisco Estrada Alexanders

Unidad Lerma

Rector
José Mariano García Garibay

Secretario
Darío Guaycochea Guglielmi

Unidad Xochimilco

Rector
Fernando de León González

Secretaria
Mario Alejandro Carrillo Luvianos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Instituto de Energías Renovables UNAM

Directora
Marina Elizabeth Rincón González

Secretario Académico
Dr. Camilo Alberto Arancibia Bulnes

Secretario Académico
Miguel Robles Pérez

Secretaria Administrativa
Beatriz Olvera Rodríguez

Secretario Técnico
Francisco Javier Rojas Menéndez

Secretaria de Gestión Tecnológica
Karla G. Cedano Villavicencio

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General
Arturo Reyes Sandoval

Secretaria General
Juan Manuel Cantú Vázquez

Secretario Académico
David Jaramillo Vigueras

Secretario de Investigación y Posgrado
Heberto Antonio Marcelino Balmori Ramírez

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA APLIADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA UNIDAD QUERÉTARO

Director
Juan Bautista Hurtado Ramos

Subdirectora Académica
Marlenne Gómez Ramírez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

Rector
Rubén Ibarra Reyes

Secretario General
Ángle Román Gutiérrez

Secretario Académico
Hans Hiram Pacheco García

Welcome words / Palabras de Bienvenida

"Sustainable energy as a platform for post-pandemic economic recovery"

Dear assistants of the 4th International Energy Congress 2021 / 4th International Energy Conference 2021 (CIE 2021 / IEC 2021), on behalf of the Academia Mexicana de Energía A.C. (AMEXEN), we warmly welcome you to our biannual event, which, despite the health circumstances caused by the pandemic generated by COVID-19, we did not want to let it pass and continue with our work to disseminate science on issues related to the efficiency, use, public policies and development of new technological processes of the various forms of renewable or non-renewable energy.

At AMEXEN we are convinced that today, more than ever, it is necessary to promote discussion and exchange of ideas to use cleaner and more sustainable energy sources for the benefit of society. The current health contingency has made us reflect on the importance of continuing to create spaces for dialogue on the generation of less polluting and environmentally friendly energy processes.

For AMEXEN, the current health emergency was not an obstacle to continue with its primary work. On the contrary, this situation led us to experiment with more effective forms of virtual distance communication, fostering rapprochement with the main actors involved in the development of new energy transformation processes or new public energy policies.

Indeed, during 2020, at AMEXEN we carried out the 1st Cycle of Virtual Seminars with the participation of renowned researchers from prestigious Research Centers (CI): the Renewable Energy Institute (IER) of the National Autonomous University of Mexico (UNAM), the Mexican Petroleum Institute (IMP), the Mexican Center for Cleaner Production (CMP + L) of the National Polytechnic Institute (IPN) and the Center for Research in Applied Science and Advanced Technology (CICATA), the Queretaro Unit of the IPN, among others. We also had the participation of recognized researchers from national Higher Education Institutions (IES) such as UNAM, the Metropolitan Autonomous University (UAM), the IPN, the Veracruzana University (UV) and the Autonomous University of Zacatecas (UAZ), among others. In addition, we have the participation of recognized researchers from international institutions such as the University of Waterloo in Canada and the RIKEN Center for Emergent Matter Science (CEMS) in Wako, Japan. The proposal for the 1st Cycle of Virtual Seminars was well accepted by the members of AMEXEN, as well as by the academic community of the IES, the IC's and the participating of all public. This motivated us so that AMEXEN could continue to generate more discussion forums and for this reason, almost at the end of the year, we organized the First Discussion Board called "Mexico: Convenient Energy Models to comply with the 2030 Energy Agenda. Paris". In this forum we have the participation of the 8 speakers who also participated in the 1st Cycle of Virtual Seminars. The acceptance and results of these activities stimulated us and that is how in 2021 we organized the 2nd Cycle of Virtual Seminars. These events have generated nearly 5000 views on the Academy's youtubeMX channel in less than a year after they were held.

With these experiences, at CIE 2021 / IEC 2021 we have prepared a Scientific-Cultural program of the same quality as those carried out in the past three editions. Thanks to the support of the UAM, the UNAM, the IPN and the UAZ, this event is carried out with the CICATA unit Querétaro of the IPN as its headquarters, who serve as the local organizers of the event. The program includes 5 Workshops, 6 Master Conferences of prestigious national and international researchers and more than 100 presentations in oral and poster modality. Additionally, the program includes virtual tours through the City of Querétaro and, as in previous editions of the CIE / IEC, a live concert has also been included, transmitted virtually through the Congress platform. For the inauguration of the CIE 2021 / IEC 2021, we will have group rooms whose purpose is to talk with the participants of the event to promote the exchange of ideas and experiences on energy issues.

It should be noted that the keynote lectures at the CIE 2021 / IEC 2021 will be given by international speakers such as Dr. Oliver Matthias Probst Oleszewski from the Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (Mexico), Dr. Andreas Seidel-Morgenstern from the Instituto Max Planck (Germany), Dr. Karla Graciela Cedano Villavicencio of the Institute of Renewable Energies of UNAM (Mexico), Dr. Anibal Figueroa Castrejón of the Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (Mexico), Dr. Jesús Antonio del Río Portilla of the Institute of Renewable Energies of the UNA M (Mexico) and Dr. Hugo de Lasa from Wenstern University (Canada), Honorary Member of this Academy.

As if all this were not enough, in addition to the Proceedings of the Congress, AMEXEN managed a special issue with the International Journal of Chemical Reactor Engineering (ISSN-print: 1687-806X, ISSN-online: 1687-8078, DOI: 10.1155 / 8293) and with our recently created Energy magazine. Science, Technology, and Management, the result of a joint effort by members of AMEXEN to publish in them the outstanding works that have been presented at the CIE 2021 / IEC 2021. The process of selection and arbitration of works will be in charge of the Scientific Committee, and It will be carried out from a careful invitation to the authors, so we recommend being aware of our notices.

Therefore, we hope that the CIE 2021 / IEC 2021 will be a pleasant, unforgettable, and profitable experience for everyone, and it will be an event that fulfills the objective of continuing to promote advances in energy issues, fundamental for our country, above all in this stage of economic recovery after the pandemic.

The CIE 2021 is primed to be helpful, dynamic, and exciting for us all.
We look forward to meeting you in the conference.

Dr. José Antonio Colín Luna
C H A I R M A N
Academia Mexicana de Energía

Dr. Rubén Vázquez Medina
Vice - C H A I R M A N
Academia Mexicana de Energía

"La Energía sustentable como base de la reactivación económica después de la pandemia"

Estimados participantes al 4º Congreso Internacional de Energía 2021/4th International Energy Conference 2021 (CIE 2021/IEC 2021) a nombre de la Academia Mexicana de Energía A.C. (AMEXEN), les damos la más cordial bienvenida a nuestro evento bianual, el cual, a pesar de las circunstancias sanitarias por la pandemia generada por la COVID-19, no quisimos dejarlo pasar y continuar con nuestro trabajo de difusión de la ciencia en temáticas relacionadas con la eficiencia, aprovechamiento, políticas públicas y desarrollo de nuevos procesos tecnológicos de las diversas formas de energía renovables o no-renovables.

En la AMEXEN estamos convencidos que hoy, más que nunca, es necesario propiciar la discusión e intercambio de ideas para emplear fuentes de energía más limpias y sustentables para beneficio de la sociedad. La actual contingencia sanitaria nos ha hecho reflexionar sobre la importancia de seguir creando espacios de dialogo sobre la generación de procesos energéticos menos contaminantes y amigables con el medio ambiente.

Para la AMEXEN, la actual emergencia sanitaria, no fue un obstáculo para continuar con su labor primordial. Por el contrario, esta situación nos orilló a experimentar con formas de comunicación a distancia virtuales más efectivas, propiciando el acercamiento con los principales actores involucrados en el desarrollo de nuevos procesos de transformación de la energía o de nuevas políticas públicas en materia de energía. En efecto durante el 2020, en la AMEXEN llevamos a cabo el 1er Ciclo de Seminarios Virtuales con la participación de renombrados investigadores de prestigiosos Centros de Investigación (CI): el Instituto de Energías Renovables (IER) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMP+L) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Queretaro del IPN, entre otros. También tuvimos la participación de investigadores reconocidos provenientes de Instituciones de Educación Superior (IES) nacionales como la UNAM, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el IPN, la Universidad Veracruzana (UV) y la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), entre otras. Además, contamos con la participación de investigadores reconocidos, provenientes de Instituciones internacionales como la Universidad de Waterloo en Canadá y el RIKEN Center for Emergent Matter Science (CEMS) en Wako, Japón. La propuesta del 1er Ciclo de Seminarios Virtuales fue bien aceptada por los miembros de la AMEXEN, así como por la comunidad académica de las IES, los CI´s y público en general participante. Esto nos motivó para que desde la AMEXEN se pudiera seguir generando más foros de discusión y por ello, casi al final del año, organizamos la Primera Mesa de Debate denominada "México: Modelos Energéticos convenientes para cumplir con la agenda Energética 2030. Los acuerdos de París". En esta mesa contamos con la participación de los 8 ponentes que también participaron en el 1er Ciclo de Seminarios Virtuales. La aceptación y los resultados de estas actividades nos estimuló y fue así como en el 2021 organizamos el 2º Ciclo de Seminarios Virtuales. Estos eventos han generado cerca de 5000 visualizaciones en el canal de youtubeMX de la Academia en menos de un año de haberse realizado.

Con estas experiencias, en el CIE 2021/IEC 2021 hemos preparado un programa Científico-Cultural de la misma calidad que los realizados en las tres ediciones pasadas. Gracias al apoyo de la UAM, la UNAM, el IPN y la UAZ, este evento se lleva a cabo teniendo como sede al CICATA unidad Querétaro del IPN, quienes fungen como los organizadores locales del evento. El programa incluye 5 Talleres, 6 Conferencias Magistrales de prestigiados investigadores nacionales e internacionales y más de 100 ponencias en modalidad oral y poster. Adicionalmente, el programa incluye recorridos virtuales a través de la Ciudad de Querétaro y, como en ediciones anteriores del CIE/IEC, también se ha incluido un concierto en vivo, transmitido virtualmente a través de la plataforma del Congreso. Para la inauguración del CIE 2021/IEC 2021, tendremos salas grupales cuya finalidad es platicar con los participantes del evento para propiciar el intercambio de ideas y experiencias en temáticas de la energía.

Cabe destacar que las conferencias magistrales en el CIE 2021/IEC 2021 estarán a cargo de plenaristas de nivel internacional como el Dr. Oliver Matthias Probst Oleszewski del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (México), el Dr. Andreas Seidel-Morgenstern del Instituto Max Planck (Alemania), la Dra. Karla Graciela Cedano Villavicencio del Instituto de Energías Renovables de la UNAM (México), el Dr. Anibal Figueroa Castrejón de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (México), el Dr. Jesús Antonio del Río Portilla del Instituto de Energías Renovables de la UNAM (México) y el Dr. Hugo de Lasa de Wenstern University (Canadá), Miembro Honorario de esta Academia.

Por si todo esto fuera poco, adicionalmente a las Memorias del Congreso, la AMEXEN gestionó un número especial con la International Journal of Chemical Reactor Engineering (ISSN-print: 1687-806X, ISSN-online: 1687-8078, DOI: 10.1155/8293) y con nuestra reciente creación la revista Energy. Science, Technology, and Management resultado de un esfuerzo conjunto de miembros de la AMEXEN para publicar en ellas los trabajos sobresalientes que se hayan presentado en el CIE 2021/IEC 2021. El proceso de selección y arbitraje de trabajos estará a cargo del Comité Científico y se llevará a cabo a partir de una atenta invitación a los autores, por lo que recomendamos estar al tanto de nuestros avisos.

Así pues, esperamos que el CIE 2021/IEC 2021 sea una experiencia agradable, inolvidable y provechosa para todos, y sea un evento que cumpla con el objetivo de seguir promoviendo los avances en las temáticas de la energía, fundamental para nuestro país, sobre todo en esta etapa de recuperación económica después de la pandemia.

¡Sean todos Bienvenidos!
Atentamente

Dr. José Antonio Colín Luna
Presidente
Academia Mexicana de Energía

Dr. Rubén Vázquez Medina
Vice - Presidente
Academia Mexicana de Energía

Organizing and Technical Committee
Comité Organizador y Técnico

JOSÉ A. COLÍN LUNA
Coordinador General Universidad Autónoma Metropolitana.
México

MARGARITA M. GONZÁLEZ BRAMBILA
Coordinadora Honoraria
Universidad Autónoma Metropolitana.
México

ANTONIO DEL RÍO PORTILLA
Coordinador Honorario
Instituto de Energías Renovables, UNAM
. México

RUBÉN VÁZQUEZ MEDINA
Coordinador Ejecutivo
Instituto Politécnico Nacional.
México

ROCÍO SÁNCHEZ PÉREZ
Secretaria de la Conferencia
Instituto Politécnico Nacional.
México

HÉCTOR HUGO LEÓN SANTIESTEBAN
Tesorero de la Conferencia
Universidad Autónoma Metropolitana.
México

CAMILO ALBERTO ARANCIBIA BULNES
Coordinador del Comité Científico
Instituto de Energías Renovables, UNAM.
México

CARLOS OMAR CASTILLO ARAIZA
Coordinador del Comité Científico
Universidad Autónoma Metropolitana.
México

LEO ALVARADO
Coordinador del Comité Técnico
Universidad Autónoma de Zacatecas.
México

PATRICIO VALADÉS PELAYO
Coordinador de Comité Técnico
Instituto de Energías Renovables, UNAM.
México

JULIO CÉSAR GARCÍA MARTÍNEZ
Coordinador del Comité Técnico
Universidad Autónoma Metropolitana.
México

GONZALO A. RAMOS LOPEZ
Coordinador de Arreglos Locales
Instituto Politécnico Nacional.
México

RUBÉN DORANTES RODRÍGUEZ
Coordinador de Relaciones Públicas

Scientific Committee / Comité Científico

José A. Colín Luna
Universidad Autónoma Metropolitana.
México

Margarita M. González Brambila
Universidad Autónoma Metropolitana.
México

Camilo Arancibia Bulnes
Universidad Nacional Autónoma de México,
México

Carlos Omar Castillo Araiza
Universidad Autónoma Metropolitana,
México

Gonzalo A. Ramos López
Instituto Politécnico Nacional.
México

Héctor Hugo León Santiesteban
Universidad Autónoma Metropolitana
México

Héctor Fernando Puebla Núñez
Universidad Autónoma Metropolitana
México

Julio César García Martínez
Universidad Autónoma Metropolitana,
México

Rubén Dorantes Rodríguez
Universidad Autónoma Metropolitana,
México

Pasado, Presente y Futuro

La Academia Mexicana de Energía fue creada el 16 de enero de 2015, por un grupo de compañeros de trabajo que deseábamos contribuir a lograr en México una transición energética sustentable, propiciando la colaboración de los distintos actores involucrados.

Formamos así una asociación civil sin fines lucro cuyo objetivo es contribuir a la investigación, desarrollo tecnológico, innovación, difusión, y enseñanza de los temas relacionados con la energía. Así, hemos ido creciendo y desarrollando diversas actividades entre las cuales destacan las siguientes: la organización de nuestro Congreso Internacional de Energía que se lleva a cabo de forma bianual y ahora en esta cuarta edición; el Seminario de la Academia, realizado de manera virtual dos veces al año, que ha tenido una gran aceptación entre los miembros de la comunidad interesada en estos temas; la publicación de la revista Energy: Science, Technology and Management, la cual comenzó a principios de este mismo año y es de circulación libre (Open Access), gracias al patrocinio de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Entre nuestros miembros contamos con destacados investigadores y docentes de las Instituciones de Educación Superior más importantes del país: la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Zacatecas y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, entre otras. El Dr. Hugo de Lasa de la Universidad de Ontario, Canadá y el Dr. Manuel Collares Pereira, de la Universidad de Evora, Portugal son miembros honorarios de la Academia y colaboran con nosotros aportando su conocimiento y amplia experiencia. También se han integrado algunos empresarios, aunque pensamos que debemos involucrar a una comunidad más amplia y diversa para lograr nuestros objetivos a corto y mediano plazos.

A más de cinco años de tarea, con la experiencia adquirida, hemos revisado los objetivos centrales de la Academia Mexicana de Energía y tenemos el placer de comunicárselos:

• Proponer y colaborar en el desarrollo de tecnologías alternas que permitan conservar los recursos naturales y prevenir el cambio climático, a través de la realización de proyectos de investigación básica y aplicada, así como de desarrollo tecnológico.

• Establecer un liderazgo en la región Latinoamericana como organización proponente de tecnologías amigables y alternas para la producción de energías limpias.

• Motivar la investigación y desarrollo de tecnologías alternas para la producción de energías limpias a través de foros y seminarios internacionales.

• Coadyuvar en la implementación de proyectos con la industria en la implementación de formas de energía menos agresivas con el medio ambiente, participando en proyectos con la industria privada y con el Estado.

• Realizar prospectivas energéticas que apoyen en la toma de decisiones y en el desarrollo de políticas públicas sobre generación y uso de energía.

• Contar con una oferta de cursos de educación continua sobre las temáticas energéticas más relevantes.

• Publicar un Boletín Informativo para la difusión de conocimiento que sea de fácil acceso para la sociedad en general y ayude a alcanzar un desarrollo social más igualitario.

• Realizar videos y películas motivacionales para niños y jóvenes para los niveles primarios, secundario e universitarios en donde se motive la conservación del medio ambiente y su relación con el consumo de energía, la sustentabilidad y el conocimiento de las ciencias en general y la ingeniería. Agradeciendo a todos por vuestra colaboración y apoyo, les enviamos una invitación renovada a formar parte de la Academia Mexicana de Energía.

Dra. Margarita M. González Brambila Dr. Hugo de Lasa
Miembros honorarios
Academia Mexicana de Energía

Contents

Directory / Directorio i

Welcome words / Palabras de Bienvenida vi

Program / Programa 4

Legends / Leyendas 4

Abstracts / Resúmenes 5

Invited Talks / Conferencias Magisrales 5

HYDROGEN PRODUCTION VIA Pd-TiO_2 PHOTOCATALYTIC WATER SPLITTING UNDER NEAR - UV AND VISIBLE LIGHT
Hugo de Lasa, Bianca Rusinque, Salvador Escobede 6

FORCED PERIODIC OPERATION OF CHEMICAL REACTORS
Andreas Seidel-Morgenstern 7

MÉXICO ANTE LA EMERGENCIA CLIMÁTICA: POLÍTICA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZACIÓN PROFUNDA PARA LA PRÓXIMA DÉCADA
Mathias Probst 9

ENERGY EFFICIENCY AS A BASIC PRINCIPLE IN BUILDING DESIGN
Aníbal Figueroa Castrejón 10

BIO Biofuels/Biocombustibles 11

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE LA BIODEGRADACIÓN DE CARBAMAZEPINA EN CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS
Miguel Mauricio Aguilera Flores, Nahum Andrés Medellín Castillo, Verónica Ávila Vázquez, Candy Carranza Álvarez, Antonio Cardona Benavides, ... 12

ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA LA MEJORA DE LA HUMIDIFICACIÓN DE UN BIOFILTRO DE LECHO ESCURRIDO
A. Garduño Montero, W. C. Bonilla Blancas 14

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL VÍA CATÁLISIS ENZIMÁTICA EMPLEANDO LA LIPASADE LEONOTIS NEPETIFOLIA
LF Hernández Casas, MM Aguilera Flores, V Ávila Vázquez, ... 16

EFECTO DE LA RELACIÓN C/N DEL MEDIO DE CULTIVO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LÍPIDOS DE RHIZOPUS ORYZAE
E. P. Marín-Saavedra, A. Tomasini-Campocosio, H.H. León-Santiesteban, ... 17

SIMULACIÓN DE LAS REACCIONES DE COMBUSTIÓN DE SYNGAS, EN EL PROCESO DE COMBUSTIÓN EN CICLOS QUÍMICOS CON ILMENITA COMO ACARREADOR DE OXÍGENO
G. S. Fraga-Cruz, M. A. Pérez-Méndez, G. Jiménez-García, F. Nápoles-Rivera, R. Huirache-Acuña, R. Maya-Yescas, ... 19

AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE HONGOS ETANOLOGÉNICOS Y LIGNOCELULOLÍTICOS PARA LA PRODUCCION DE ETANOL 2G
HM Fonseca-Peralta, R Astorga-Trejo, DA Norzagaray-Quevedo, I Contreras-Andrade, C Castro-Martinez, ... 22

PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE FRUTAS DE REZAGO EN UN BIORREACTOR CON CÉLULAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE INMOVILIZADAS
L.C Antonio-Narcizo, J.C. García-Martínez, J.A. Colín-Luna, M.M. González-Brambila, H.H León-Santiestebán, ... 24

CARACTERIZACIÓN FRACCIÓN VEGETAL DE RESIDUOS URBANOS COMO FUENTE DE BIOMASA PARA COMBUSTIBLE SÓLIDO
F. D. Barajas Godoy, M. A. Martínez Cinco, J. G. Rutiaga Quiñones, R. Guerra González, A. Castro Montoya, V. M. Ruiz García, ... 26

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CINÉTICOS DEL CRECIMIENTO DE ARTHROSPIRA MÁXIMA
T.A Herrera Hernández, J. A. Colín Luna, H. Velasco Bedrán, J. C. García Martínez, M. M González Brambila, ... 28

EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE SEGREGACIÓN EN LA CRISTALIZACIÓN DEL AZÚCAR DE CAÑA
A. Cortés-Ruiz, E. Hernández-Aguilar, J. Ramirez-Muñoz, E. Hernandez-Martinez, ... 29

THE REACTION PATHWAYS FOR THE CYCLOADDITION OF CO_2 AND PO PROMOTED BY KI: A DFT STUDY
L. A. Gurrero Zúñiga, A. C. Ramírez-Gallardo, V. H. Uc Rosas, I. García-Cruz, ... 31

PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE LA HIDRODESOXIGENACIÓN DE EUGENOL: UN ANÁLISIS TERMODINÁMICO
E.G. Zamora-Rodea, J. A. Soria Miratalla, M.F. Marín Rojas, A. K. Medina Mendoza, C.E. Ramírez Castelán, C.R. Tapia-Medina, S. Núñez Correa, J.A. Colín-Luna 33

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL DIESEL VERDE A PARTIR DE RESIDUOS DE AGAVE Y BAGAZO DE CAÑA
E.G. Zamora-Rodea, M.F. Marín Rojas, C.E. Ramírez-Castelán, J.C. García-Martínez, A.K. Medina-Mendoza, J.A. Colín-Luna, ... 34

DISEÑO, COSTOS Y SUMINISTRO DE LA CADENA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA ETANOL CELULÓSICO EN MÉXICO.
L. A. Becerra-Pérez, M. A. Gastélum-Delgado, J. A. Posada-Duque, ... 36

CRECIMIENTO OPTIMO DE LIPIDOS EN MICROALGAS
M. Rodríguez-Jara, J.R. Castellanos-Castro, H. Flores-Mejía, H. Puebla, ... 38

OPTIMIZACION DINAMICA Y CONTROL ROBUSTO PARA EL CRECIMIENTO OPTIMO DE BIOPROCESOS SEMI-LOTE
J.R. Castellanos-Castro, A. Velasco-Pérez, H. Puebla, ... 39

IDENTIFICATION OF POLIHYDROXIALKANOATES IN ARTHROSPIRA MÁXIMA BATCH-CULTURED IN A PHOTO-BIOREACTOR.
J.O. Castillo-Ramírez, H. Velasco-Bedrán, E. Campos-Guzmán, A. Hernández-Estévez, ... 40

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA A PARTIR DE ACEITES VEGETALES RESIDUALES
I.O. Uribe López, J. C. García Martínez, J.A. Colín Luna, M.M. González Brambila, ... 41

EDU Education/Educación 42

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA FORMACIÓN DE DOCENTES DE LA BENM MEDIANTE LA METODOLOGÍA STEAM.
E. I. Rouan García, G. Peña Clímaco, ... 43

EFI Efficiency/Eficiencia Energética 44

METODOLOGÍA DE RELOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES PARA OPTIMIZAR REDES DE INTERCAMBIO DE CALOR
R.I. Núñez-Serna, L.E. Pedroza-Robles, M.G. Hidalgo-Muñoz, J.M. Zamora-Mata, ... 45

ANÁLISIS, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SFVI EN LA UACM-SLT EN HELIOSCOPE.
R. Flores Ledo, ... 46

ANÁLISIS MACROSCÓPICO DE LA COMBUSTIÓN EN CICLOS QUÍMICOS UTILIZANDO ILMENITA COMO ACARREADOR DE OXÍGENO
M.A. Pérez-Méndez, G. Jiménez-García, R. Huirache-Acuña, F. Nápoles-Rivera, R. Maya-Yescas, . 48

MECANISMO DE REACCIÓN DE LA ILMENITA COMO ACARREADOR DE OXÍGENO DURANTE LA COMBUSTIÓN EN CICLOS QUÍMICOS (CLC)
G.S. Fraga-Cruz, M.A. Pérez-Méndez, G. Jiménez-García, R. Huirache-Acuña, F. Nápoles-Rivera, R. Maya-Yescas, ... 51

SÍNTESIS DE ESFERAS DE Pt/Al_2O_3-SiO_2 PROMOVIDO CON WO_3 PARA USARSE COMO CATALIZADOR DE COMBUSTIÓN DE CO.
Jennipher Pérez Cabrera, Arturo Pallares García, Citlalli Arrollo, José L. Contreras, Ricardo López Medina, J. Eduardo Estrada, Beatriz Zeifert, Tamara Vázquez, ... 54

CONTROL PID CON ESTRUCTURA CLÁSICA ISA A UN INTERCAMBIADOR DE CALOR TIPO EVAPORADOR PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.
J. Mendoza-Quiroz, I. Ruesga-Bautista, M. Salazar-Pereyra, Wenceslao C. Bonilla-Blancas,* . . . 55

PERFORMANCE OF A CAPSTONE GAS TURBINE BASED POWER PLANT WORKING ON HIGH BUTANE LPG
C.A. Romero Piedrahita, Y.A. Carranza Sánchez, R.Acosta Acosta, ... 57

EVALUACIÓN DE UN EVAPORADOR CON SUPERFICIE RUGOSA EN UN TRANSFORMADOR TÉRMICO POR ABSORCIÓN
I. Ortiz-Rivera, I. Canela-Sánchez, D. Juárez-Romero, N.I. Ortega-Mojica, J. Delgado-Gonzaga, . . 58

AJUSTE PARAMÉTRICO DE UN MODELO DINÁMICO PARA AUTOMATIZAR EL CONDENSADOR-GENERADOR DE UN TRANSFORMADOR TÉRMICO POR ABSORCIÓN
N.I. Ortega-Mojica, A. Parrales-Bahena, C. Sánchez-Isaac, C. Morales-Morales, J. Delgado-Gonzaga, ... 60

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LAS LEYES DE AFINIDAD EN UNA BOMBA CENTRÍFUGA SUMERGIBLE
EXPERIMENTAL EVALUATION OF AFFINITY LAWS IN A SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL PUMP
René Tolentino Eslava,, Pedro Francisco Huerta González, Ivone Cecilia Torres Rodríguez, ... 62

INTEGRACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL ÓXIDO DE ETILENO A GLICOLES
P. Remigio-Martínez, E. H. Marroquín-Herrer, H. Pérez-Pastenes, J. A. Colin-Luna, C.R. Tapia-Medina, S. Núñez-Correa, ... 65

ELE Electrical Energy/Energía Eléctrica 67

FERRO-RESONANCIA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
M. A. Tabares S., F. Toledo T., ... 68

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PROPIEDADES DE MATERIALES Y MICROESTRUCTURA DE ELECTRODOS EN EL DESEMPEÑO DE BATERÍAS DE ION LITIO
M. Bautista Ramírez, D. Burgos Pérez, H.J. Ávila Paredes, G. Ramos Sánchez, ... 70

MODELING, DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HELMHOLTZ RESONATORS FOR ENVIRONMENTAL NOISE HARVESTING.
D. Aguilar-Torres, O. Jiménez-Ramírez, R. Vázquez-Medina, ... 71

ANÁLISIS DE ESCENARIOS A LARGO PLAZO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO MEXICANO
D. Toledo-Vázquez, A. Rodríguez Martínez, G. Hernández-Luna, J. Cerezo-Román, R. Romero-Domínguez, ... 72

UN ENFOQUE DE CONTROL DE SEGUIMIENTO DE PERFILES DE VELOCIDAD PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS USANDO MOTORES DE INDUCCIÓN
O. A. Pérez-Flores, Francisco Beltran-Carbajal, T. N. García-Santiago, C. E. Ramírez-Castelán, . . 73

DESARROLLO DE UNA TARJETA PARA EVALUAR EL ESTADO DE CARGA EN UNA BATERÍA.
O. Jiménez-Ramírez, M. A. Medina-Hernández, J. A. Rosales-Juárez, D. Aguilar-Torres, R. Vázquez-Medina, ... 74

DISEÑO DE UN CONTROLADOR PD DIGITAL PARA LA CARGA DE BATERÍAS A TRAVÉS DE UN CONVERTIDOR BUCK.
O. Flores-Acoltzi, O. Jiménez-Ramírez, E. Brito-Brito, D. Aguilar-Torres, J. Jiménez-Ramírez, R. Vázquez-Medina, ... 75

THEORETICAL STUDY OF $Sr_2FeNb_{1-x}Ti_xO_6$ SYSTEM: ELECTRONIC AND MAGNETIC PROPERTIES
J. L. Rosas, J. León-Flores, J. E. Antonio, H. Muñoz, P. E. Arévalo-López, E. Carvajal, R. Escamilla, M. Romero, ... 76

ELECTRONIC PROPERTIES OF MONOLAYER ZIRCONIUM AND LEAD CARBIDE
H. Muñoz, J. E. Antonio, R. Escamilla, M. Romero, ,E. Carvajal, ... 77

Li ATOMS' SUBSTITUTION EFFECTS ON THE STRUCTURAL, ELECTRONIC AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE $CaSnO_3$ PEROVSKITE
J. E. Antonio, H. Muñoz, J. L. Rosas-Huerta, R. Escamilla, E. Carvajal, ... 79

GEO Geothermal/Geotérmica 80

ANÁLISIS TERMODINÁMICO DE UNA CENTRAL DE ENERGÍA GEOTÉRMICA: DOS CÁMARAS FLASH VS. HÍBRIDO
T. M. Galicia Durán, M. Salazar Pereyra, W. C. Bonilla Blancas, ... 81

HYD Hydrogen/Hidrógeno 82

GASIFICACIÓN CATALÍTICA DE 2-METOXI-4-METÍLFENOL PARA PRODUCIR H_2: MODELAMIENTO TERMODINÁMICO
M. G. Navarro Salazar, A. Talavera López, A. Calzada Hernández, B. Serrano Rosales, ... 83

MODELO TEÓRICO DE UNA CELDA DE COMBUSTIBLE CON USO DE ÁCIDO ASCÓRBICO
THEORETICAL MODEL OF A FUEL CELL WITH THE USE OF ASCORBIC ACID
L. A. de la Vega Ibarra, R. de la Vega – Ibarra, L. J. Hernández- Mora, J.C. García Martínez, . . . 85

ENERGETIC ANALYSIS AND COMPARISON OF A PEM ELECTROLYZER AND AN ALKALINE ELECTROLYZER.
R.D. Bailón Pérez, J.R. Rodríguez Mejía, A. Woocay Prieto, ... 87

PRODUCCION DE HIDROGENO POR REFORMADO CON VAPOR DE ETANOL CON REGENERACION CICLICA
J. L. Contreras, A. Hernández, B. Zeifert, J. Salmones, T. Vázquez, D. Angeles, G.Fuentes, L. Nuño, 89

FUEL CELLS DEVELOPMENT, APPLICATION AREAS AND ACTUAL CHALLENGES
H. Muñoz, J. E. Antonio, R. Escamilla, E. Carvajal, ... 91

MONITOREO DE UN FOTO-FERMENTADOR PARA PRODUCCIÓN DE HIDROGENO: OBSERVABILIDAD Y DISEÑO DE OBSERVADOR
H. Flores-Mejía, R. Aguilar-López, H. Puebla, ... 93

MAR Maritime Energy / Energía Marítima 94

WAVESTAR: UN CONVERTIDOR DE ENERGÍA DEL OLEAJE VIABLE PARA EL GOLFO DE MÉXICO
M.J. Ulloa, R.C. Hernández-Goitortua, R. Silva, E. Mendoza, A. Felix, M.A. Díaz-Maya, ... 95

ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA DEL OLEAJE EN EL GOLFO DE MÉXICO EN EL INTERVALO 1970-2020 UTILIZANDO WAVEWATCH III
M. A. Díaz Maya, M. J. Ulloa, R. Silva Casarín, ... 96

POL Energy Policy/Politicas Energéticas 97

LA DISMINUCION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. UNA CONTRIBUCION DESDE LA JUSTICIA MEXICANA.
N. Gaspar Pérez, E. Flores Torres, ... 98

ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA PETRÓLEOS MEXICANOS A TRAVÉS DEL MODELO BOX-JENKINS, Y SU PROYECCIÓN PARA EL AÑO 2022.
C. Villa Luna, J. E. Sánchez Cano, ... 99

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LAS EMPRESAS PETROLERAS: EL CASO DE ECOPETROL, PETROBRAS, EXXON, SHELL Y PEMEX.
D. Romo Rico, ... 101

UN MODELO DINÁMICO DEL EFECTO DEL NIVEL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA SOBRE LA EPIDEMIA DE COVID 19 EN MÉXICO
. 102

THE MARKET OF ELECTRIC VEHICLES IN MEXICO AND ITS IMPACT ON THE ENERGY MARKET: A PROSPECTIVE TO 2050
G. Ramos, C. Martin del Campo, D. Romo, H. Yee-Madeira, ... 103

SOL Solar/Solar 104

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE DATOS PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE SISTEMAS CON ENERGÍA RENOVABLE
**JL Tena-García, LF Fuente-Cortés, MA García-Alcalá, L Gómez-Zamora, JA Galván-Maríquez,* . 105

DESIGN AND SIMULATION OF A MAXIMUM POWER POINT TRACKER FOR PV ARRAY USING PERTURB & OBSERVE TECHNIQUE
G. Ávila-Isais, J. Rodríguez-Mejía, E. López-Monteagudo, A. López-Martínez, C. Olvera-Olvera, D. Esquivel-Ortiz, M. Araiza-Esquivel, ... 106

PROCESAMIENTO HIDROTÉRMICO SOLAR DE BIOMASA: ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES
Alejandro Ayala-Cortés, Adriana Longoria-Hernández, Pedro Arcelus-Arrillaga, Daniella Esperanza Pacheco-Catalán, Camilo Alberto Arancibia-Bulnes, Heidi Isabel Villafán-Vidales, ... 108

ANÁLISIS DE UN CONCENTRADOR PARABÓLICO COMPUESTO COMO REFLECTOR SECUNDARIO PARA UN REACTOR SOLAR CILÍNDRICO
J. Córdova Gallegos, C. A. Arancibia Bulnes, D. Riveros Rosas, ... 110

INFLUENCIA DE LA CAPA REFLECTIVA EN EL RENDIMIENTO DE UNA CELDA SOLAR SENSIBILIZADA POR COLORANTE
Elias Guillermo Monroy Castillo, Christopher Rosiles-Perez, Fernando Robles-Montes, Mie Francisco Efrén Soto Landa, Antonio Esteban Jiménez-González, ... 111

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DMSO EN LAS PROPIEDADDES DE LAS PELÍCULAS DE PEROVSKITA $CH_3NH_3PBI_3$ Y SU DESEMPEÑO EN CELDAS SOLARES
F. Robles Montes, C. Rosiles Pérez, A. E. Jimenéz González, J. L. Sosa Sánchez, ... 112

REENGINEERING OF A PARABOLIC SOLAR COOKER FOR COOKING FOOD, USED IN A JUNGLE-LIKE CLIMATE IN COLOMBIA
R.J. Ramirez-Gil, J.D. Campos-Gallego, B. Cruz-Muñoz, R.J. Dorantes-Rodriguez, ... 113

COMPARATIVE STUDY OF COMMERCIAL HIGH-TEMPERATURE PAINTS TO MANUFACTURE MODERATELY SELECTIVE SURFACES OF SOLAR COLLECTORS
L. M. Mosquera-Rivera, Cruz-Muñoz B., Dorantes-Rodriguez R.J., ... 114

ASSESSMENT OF TIO_2-C FOR PHOTOVOLTAIC/PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS
J. A. Bautista-López, C. Frausto-Reyes, S. Velázquez-Martínez, C. A. Pineda-Arellano, ... 115

MODELADO Y SIMULACIÓN DE MOTOR STIRLING DE BAJA CAPACIDAD PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA Y ENFRIAMIENTO UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR
Josué Gustavo Sánchez, José de Jesús Reyes, Cuauhtémoc Jiménez, Alejandro Zacarías, Guerlin Romage, Fredy Donís, Rosa Angélica Ángeles, ... 116

ANÁLISIS DE CONTROLADOR PID PARA UN MOTOR EN CD EN EL ÁNGULO DE AZIMUT PARA EL SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIA SOLAR
J.C.A Aguilar Anastacio, W.C Bonilla Blancas, A.A Zolozabal González, ... 117

PARASITIC EFFECT ON PHOTOVOLTAIC CELLS WITH THE TEMPERATURE INCREMENT
Guillermo Luque-Zuñiga, G. Ramos, David Alejandro Pérez-Márquez, Ruben Vázquez-Medina, . . 119

CRECIMIENTO OPTIMO DE PLANTAS EN INVERNADEROS USANDO OPTIMIZACION DINAMICA Y CONTROL BASADO EN MODELO
A. Flores-Meza, A.B. Morales-Díaz, H. Flores-Mejía, H. Puebla, ... 120

ENFOQUE DE HUB ENERGETICO PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y SUMINISTRO DE AGUA
CG García-Aviléz, IM Hernández-Romero, LF Fuentes-Cortés, ... 121

DISEÑO ÓPTIMO DE UNA PLANTA DE SECADO TIPO TÚNEL MANEJADA CON ENERGÍA SOLAR PARA EL DESHIDRATADO DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES
H.E. González Bravo, J. Ramírez Muñoz, A. López Yañez, N. Vázquez Espinoza, O. García Valladares, R. Pérez Espinosa, A. L. Cesar Munguía, ... 122

SUS Sustainability/Sustentabilidad 124

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF PHENOL USING Cu ON MCM-41 CATALYSTS PREPARED BY CVD
Y.L. Rodríguez de Luna, A. Bañuelos Frías, C. Valero Luna, L.A. Romero de León, R.P. Villamil Aguilar, L. Alvarado Perea, ... 125

OBTENCIÓN DE MONOLITOS DE CORDIERITA UTILIZANDO UNA MATRIZ IMPRESA EN 3D.
J. Eduardo Estrada Pérez, José Luís Contreras L., Jennipher Pérez Cabrera, Zeferino Damián Noriega, Naomi N. González Hernández, ... 127

EVALUACIÓN DEL NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTOS PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS EN COMUNIDADES RURALES
A. Castillo-Molar, L. F. Fuentes Cortés, ... 128

ESTUDIO TEÓRICO DE LAS PROPIEDADES ENERGÉTICAS DE MATERIALES CATALIZADORES MESOPOROSOS, TIPO MCM-41 PARA LA PRODUCCIÓN DIRECTA DE ETENO.
A.L. Dibert Elizarrarás, C. L. Valero Luna, A. Bañuelos Frías, L. Alvarado Perea, ... 130

INVIABILIDAD DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE GAS ZONA SUR DEL PERÚ
W. Jara Velásquez, E. Chacaltana Herencia, J. Campos Barrientos, D. Medina Ormeño, ... 131

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE UN SISTEMA DE COGENERACIÓN PARA AERONAVES
A. Rojas Ávila, J. Valle Hernández, ... 132

MODELADO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN DE ATRAZINA POR ASPERGILLUS NIGER, EN PRESENCIA DEL SUSTRATO DE O. FICUS INDICA
G. J. Gutiérrez García, H. H. León Santiesteban, H. Puebla Núñez, M. M. González Brambila, . . . 134

DEGRADACIÓN FOTOCALÍTICA DE FENOL EMPLEANDO MATERIALES MESOPOROSOS DEL TIPO MCM-41
Nadiezhda Getsemaní Flores-Del Río, Alejandro López-Gaona, Elvia Valdez-Valdez, Julio Cesar García-Martínez, José Antonio Colín-Luna, Claudia Yolanda Valero-Luna, Alan Bañuelos-Frías, Leo Alvarado-Perea, ... 135

CINÉTICA DE HIDRODESINTEGRACIÓN DE FRACCIONES DE PETRÓLEO: VARIACION DEL NÚMERO DE LUMPS
L. A. Soto-Azuara, J.F. Sánchez-Minero, I. Elizalde-Martínez, ... 137

GENERATION OF RENEWABLE ENERGY TAKING ADVANTAGE OF UNDERWATER CURRENTS: CASE STUDY COZUMEL, MEXICO
Pérez-Vigueras M., Martínez-Camacho E., González-Huerta R., ... 139

EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBITORIO DE DFC E IBP SOBRE EL CRECIMIENTO RADIAL DE A. ROUXII EN CULTIVO SÓLIDO
E-P-Severo-Martínez, H.H. León-Santiestebán, A. Tomasini, ... 140

THERMODYNAMIC ANALYSIS FOR THE PRODUCTION OF PROPENE USING TWO REACTORS IN SERIES
I.J Gonzalez Ríos, A. Bañuelos Frías, C.Y. Valero-Luna, L.A. Romero De León, L. Alvarado Perea, . 141

CONTROL EN CASCADA CON MÚLTIPLES MEDICIONES DE TEMPERATURA PARA COLUMNAS DE DESTILACIÓN: UNA PROPUESTA BASADA EN EL ANÁLISIS MULTIESCALA
J. G. Moguel-Castañeda, C. B-Arroyo, H. Puebla, E. Hernandez-Martinez, ... 143

MATERIALES FOTOCATALÍTICOS DE NANOALAMBRES DE SILICIO CON NANOPARTÍCULAS DE Co Y CoO PARA LA DEGRADACIÓN DE NARANJA DE METILO
Cárdenas Cortez O. A., Pérez Bueno J. J., Maldonado Pérez A. X., ... 145

CONTROL ÓPTIMO DE UNA COLUMNA DE ABSORCIÓN DE CONTACTOR DE MEMBRANA PARA LA CAPTURA DE CO_2
J. A. Romero-Bustamante, M.A. Gutiérrez-Limón, R. Hernández-Rodríguez, E. Hernández-Martínez, 146

A REACTIVE DISTILLATION PROCESS FOR ULTRA-LOW SULFUR DIESEL PRODUCTION: MULTIPLICITY AND DESIGN ASPECTS
J. Carlos Cárdenas-Guerra, Salvador Hernández, Julio C. Armas-Pérez, J. Carlos Cárdenas-Rivera, 148

MODELADO Y OPTIMIZACIÓN DE LA SECCIÓN CATALÍTICA DE UNA UNIDAD RECUPERADORA DE AZUFRE TIPO CLAUS
I. Ladrón de Guevara-García, V.M. Rivera, O. Velazquez-Camilo, E. Hernandez-Martinez, ... 149

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF PHENOL USING Zr/HMS MATERIALS
NA Gaytán Saldaña, A Bañuelos Frías, CY Valero Luna, LA Romero De León, RP Villamil Aguilar, L Alvarado Perea, ... 151

ANALISIS DE LOS PRODUCTOS DE REACCIÓN EN LA REDUCCIÓN FOTOCATALITICA DE CO_2 EMPLEANDO MATERIALES DE ZINC
. C. Espinoza–Tapia, J. U. Balderas–Aguilar, E. Barrera–Calva, J. A. Colín–Luna, I. Hernández–Pérez, C. Falcony–Guajardo, ... 153

APORTE Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AEROSOLES MARINOS EN PARTÍCULAS PM10 DE INTERIORES Y EXTERIORES DE UNA CIUDAD DEL CARIBE COLOMBIANO
A.M. Vengoechea-Pimienta, A.R. Alonso-Gómez, R.E. Rojano-Alvarado, H.A. Arregoces-Reinoso, J. Ramírez-Muñoz, ... 154

SIMULACIÓN CFD DE UN REACTOR ELECTROQUÍMICO DE CILINDRO ROTATORIO OPERANDO DE RÉGIMEN LAMINAR A TRANSICIÓN TURBULENTA
A.M. Vengoechea-Pimienta, A.R. Alonso-Gómez, R.E. Rojano-Alvarado, J. Alvarez-Vega, V.E. Márquez-Baños, A López-Yáñez, R. Guadarrama-Pérez, J. Ramírez-Muñoz, ... 156

OBTENCION DE H_2 POR REFORMADO CON VAPOR DE ETANOL PARA REDUCIR NO CON Pt-Ag/Al_2O_3-WOx
N. N. González Hernández, J. L. Contreras Larios, B. Zeifert, G. A. Fuentes Zurita, T. Vázquez, R. López Medina, ... 158

SÍNTESIS DE UNA RED ÓPTIMA PARA EL TRATAMIENTO SELECTIVO DE AGUAS RESIDUALES USANDO PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA
M. G. Hidalgo-Muñoz, J. M. Zamora-Mata, A. López-Yáñez, J. Ramírez-Muñoz, ... 160

SIMULACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DE UNA COLUMNA DE BURBUJEO DE FLUJO CONTINUO MEDIANTE DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL
A.M. Gutiérrez-Mayen, V.E. Márquez-Baños, A.R. Alonso-Gómez, J. Ramírez-Muñoz, ... 162

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO HIDRODINÁMICO DE TRES IMPULSORES AXIALES EN EL MEZCLADO DE FLUIDOS NO NEWTONIANOS.
A.P. Herrera-Mendoza, V.E. Márquez-Baños, G. Guadarrama-Pérez, J.J. Valencia-López, A.M. Vengoechea-Pimienta, J. Ramírez-Muñoz, ... 164

MODELADO DE LA RECUPERACIÓN ELECTROQUÍMICA DE COBRE Y SU EXTRAPOLACIÓN A UN PROCESO INDUSTRIAL
E Fernández Montoya, EM Arce Estrada, I Elizalde Martínez, JO Estrada Rojas, MT Zubillaga Álvarez, MC Monterrubio-Badillo, ... 166

Al_2O_3-TiO_2 COMO FOTOCATALIZADOR EN LA DEGRADACIÓN DE FENOL ASISTIDA POR LUZ SOLAR
S. Núñez-Correa, H. Pérez-Pastenes, E. A. López-Guajardo, A. Montesinos-Castellanos, J. González-García, Q. C. Hernández-Escobedo, ... 167

SIMULACIÓN CFD DE UN BIOREACTOR DE COLUMNA DE BURBUJEO PARA EL CRECIMIENTO DE Rhizopus oryzae
Javier Alvarez-Vega, Román Guadarrama-Pérez, J. Ramírez-Muñoza, H. H León Santiesteban, . . . 169

PIRÓLISIS POR MICROONDAS, MÉTODO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE POLÍMEROS A COMBUSTIBLE
Alejandra Arias San Elías, Joaquín Pérez Meneses, Cristian Carrera Figueiras, ... 171

ADSORCIÓN DE QUINOLINA EN PRESENCIA DE DBT EN UN PROCESO EN CONTINUO
M. Gutiérrez Álvarez, J.A. Colín-Luna, J.C. García-Martínez, ... 173

ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN DISPOSITIVOS TERMOELÉCTRICOS PARA APLICACIONES MÉDICAS.
I. A. Olvera Franco, E. Vargas Altamira, R. Roman Aguilar, J. E. Aparicio Burgos, J. Valle Hernández, ... 175

CONTROL DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES CON OXIDACIÓN AVANZADA EN DOS ETAPAS CON OZONO Y FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA
A. Espitia-Cabrera, F.J. Barrón-Santos, G. González-Cardoso, B. Quintana-Díaz, P. Ávila-Rojas, . 177

DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN DE CIANOFICINA CON Arthrospira maxima.
E. Muñoz Medrano, H. Velasco Bedrán, J. A. Colín Luna, M. González Brambila, ... 178

CATALIZADORES ACIDOS PARA LA OBTENCION DE HIDROCARBURO REDUCIDOS EN AZUFRE
A.K. Medina-Mendoza, J.A. Colín-Luna, I.Hernandez-Pérez, Raúl Suarez Parra, ... 180

ELIMINACION DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL DIESEL EMPLEANDO NANOCATALIZADORES DE Pt y PtPd SOPORTADOS EN SBA-15
J.A. Colín-Luna, A.K. Medina-Mendoza, S. Núñez-Correa, R. Rosas-Cedillo, C.R. Tapia-Medina, . . 182

ADSORCIÓN DE CO_2 EN MEDIOS POROSOS RESOLUCION ANALÍTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROMEDIO VOLUMÉTRICO
O.A. Mendoza Sánchez, D.A. García-Martínez, J.C. García Martínez, M.A. Gutierrez Limón, J.A. Colín Luna, ... 184

OBTAINING CLEAN FUELS THROUGH DEEP PHOTO-OXIDATIVE DESULFURIZATION OF DBT AND 4.6-DMDBT MODEL FUELS, USING POLYOXOMETALATE-CAPROLACTAM BASED CATALYTIC NANOHYBRID MATERIAL
S. Olguín Quiñones, F.M. Barrera Pérez, L. González Reyes, R. Suárez Parra, R. Ramírez López, I. Hernández Pérez, ... 186

ADSORCIÓN DE CO_2 EN MATERIALES MICRO A MESOPOROSOS MODIFICADOS CON CERIA EMPLEANDO UN MODELO LINEAL
D.A. García Martínez, C.E. Ramírez Castelán, J.C. García Martínez, A.K. Medina Mendoza, J.A. Colín Luna, ... 188

APLICACIÓN DE UN MÉTODO EFECTIVO PARA PREDECIR LAS CURVAS DE RUPTURA EN UN ADSORBEDOR EN UNA RESINA PARA FENOL Y NITROFENOL
J.C. García Martínez, C. Salinas Reyes, L. E. Trejo Licona, M. Manzano Zavala 190

WIN Windpower/ Eólica 194

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA AEROTRANSPORTADO
E. U. Solís Magallanes, J. Valle Hernández, J. M. Gallardo Villarreal, ... 195

Author Index / Indice de Autores 197

Monday		Precongress workshops				
8:00 - 10:00	CD					
10:00 - 12:00		Workshop 1 Reactores Homogéneos y Heterogéneos Julio Cesar García Martínez (Part 1)	Workshop 2 Biocombustibles Margarita González Brambila (Part 1)	Workshop 3 Variablilidad de la generación eólica y su impacto en el sistema eléctrico nacional Oliver Matthias Probst Oleszewski (Part 1)	Workshop 4 Solución numérica de fenómenos de transporte con métodos libres de malla Patricio J. Valadés Pelayo (Part 1)	Workshop 5 Concentradores Solares Camilo Arancibia Bulnes (Part 1)
12:00 - 12:15		”Coffee” break				
12:15 - 14:00		Workshop 1 (Part 2)	Workshop 2 (Part 2	Workshop 3 (Part 2)	Workshop 4 (Part 2)	Workshop 5 (Part 2)
14:00 - 15:00		Lunch time				
15:00 - 16:15		Workshop 1 (Part 3)			Workshop 4 (Part 3)	
16:15 - 16:30		”Coffee” break				
16:30 - 18:00		Workshop 1 (Part 4)			Workshop 4 (Part 4)	
18:00 - 19:00		TASK				

Tuesday		Opening
16:00 - 16:30		
16:30 - 17:00		Opening Ceremony
17:00- 18:00	Conference	Keynote Talk 1 INV-01 "Hydrogen Production Via Pd-TiO_2 Photocatalytic Water Splitting Under Near - UV and Visible Light" Hugo de Lasa
18:00- 19:00		Opening Greetings-Concert
19:00 - 20:00		Virtual Getting Togehter

Wednesday			Program		
8:00 - 9:00			Registration / Conference Desk		
9:00 - 10:00	Supporting desk: platform		Keynote Talk 2: INV-02 "Atención de Pobreza Energética Mediante Energía Solar" Karla Graciela Cedano Villavicencio		
10:00 - 11:00			Keynote Talk 3 INV-03 "Forced periodic operation of chemical reactors" Andreas Seidel-Morgenstern		
11:00 - 11:30			"Coffee" break		
11:30 - 14:00		Supporting desk:program	Session T1:1 Abstract ID: 28, 43, 46, 48, 55 61 63, 71, 75, 76	Session T2:1 Abstract ID: 26, 33, 37, 44,47 52, 53, 58, 78, 83	Session T3:1 Abstract ID: 45, 62, 65, 72, 88 91, 93, 99 118 130
14:00 - 15:30			Lunch time		
15:30 - 18:00			Session T1:2 Abstract ID: 77,82,84, 85, 87 95, 97, 101, 105, 106	Sesion T2:2 Abstract ID: 103, 124, 152, 153, 164 169, 140, 27, 36, 40	Session T3:2 Abstract ID: 133, 150, 154, 79, 81 100, 108, 148, 151, 32
18:00 - 19:00			Museum Virtual-Journey 1		

Thursday	Program				
8:00 - 9:00			Registration / Conference Desk		
9:00 - 10:00	Supporting desk: platform		Keynote Talk 4 INV-04 “México ante la emergencia climática: política energética y descarbonización profunda para la próxima década” Oliver Matthias Probst Oleszewski		
10:00 - 11:00			Keynote Talk 5 INV-05 “Energy Efficiency as a Basic Principle in Building Design” Anibal Figueroa Castrejón		
11:00 - 11:30		Supporting desk:program	”Coffee” break		
11:30 - 14:00			Session T1:3 Abstract ID: 107, 109, 110, 111, 112 113, 114, 117, 120, 126	Session T2:3 Abtract ID: 41, 42, 49, 132, 144 146, 149, 160, 34, 50	Session T3:3 Abstract ID: 60, 73, 172, 135, 137 129, 94, 165 , 167
14:00 - 15:30			Lunch time		
15:00 - 16:00			Session T1:4 Abstract ID: 127, 131, 136, 142	Session T2:4 Abtract ID: 69, 98, 102, 121	Session T3:4 Abtract ID: 59, 156, 68
16:00 - 18:00					
18:00 - 19:00			Museum Virtual-Journey 1		

Friday	Program			
8:00 - 9:00		Registration / Conference Desk		
9:00 - 10:00	Conference Desk	Keynote Talk 6 INV-06 Por confirmar Jesús Antonio del Río		
10:30 - 11:00		Conference Picture		
11:00 - 11:30		”Coffee” break		
11:30 - 14:30		Session T1:5 Abstract ID: 155, 157, 158, 161	Session T2:5 Abstract ID: 122, 138, 145, 147, 39	Session T3:5 Abstract ID:
14:30 - 15:30		Closing Ceremony		

Legends / Leyendas

BIO Biofuels/Biocombustibles
EFI Efficiency / Eficiencia Energética
ELE Electrical Energy / Energía Eléctrica
POL Energy Policy / Politicas Energéticas
SOL Solar / Solar
SUS Sustainability / Sustentabilidad
WIN Windpower / Eólica

AbstractID , Clasiffication

26,BIO-01	55,SUS-05	85,SUS-13	113,SUS-25	145,ELE-09
27,EFI-01	58,BIO-08	87,SUS-14	114,SUS-26	146,EFI-09
28,SUS-01	59,BIO-09	88,SOL-05	117,SUS-27	147,ELE-10
32,POL-01	60,POL-02	91,SOL-06	118,SOL-10	148,HYD-05
33,BIO-02	61,SUS-06	93,SOL-07	120,SUS-28	149,EFI-10
34,ELE-01	62,SOL-02	94,SOL-08	121,ELE-06	150,SOL-13
36,EFI-02	63,SUS-07	95,SUS-15	122,ELE-07	151,HYD-06
37,BIO-03	65,SOL-03	97,SUS-16	124,BIO-14	152,BIO-15
39,GEO-01	68,SUS-39	98,ELE-04	126,SUS-29	153,BIO-16
40,EFI-03	69,ELE-03	99,SOL-09	127,SUS-30	154,SOL-14
41,EFI-04	71,SUS-08	100,HYD-03	129,WIN-01	155,SUS-34
42,EFI-05	72,SOL-04	101,SUS-17	130,SOL-11	156,BIO-12
43,SUS-02	73,POL-03	102,ELE-05	131,SUS-31	157,SUS-35
44,BIO-04	75,SUS-09	103,BIO-13	132,EFI-07	158,SUS-36
45,SOL-01	76,SUS-10	105,SUS-18	133,SOL-12	160,EFI-11
46,SUS-03	77,SUS-11	106,SUS-19	135,MAR-01	161,SUS-37
47,BIO-05	78,BIO-10	107,SUS-20	136,SUS-32	164,BIO-17
48,SUS-04	79,HYD-01	108,HYD-04	137,MAR-02	165,POL-04
49,EFI-06	81,HYD-02	109,SUS-21	138,ELE-08	167,SOL-15
50,ELE-02	82,SUS-38	110,SUS-22	140,EDU-01	169,BIO-18
52,BIO-06	83,BIO-11	111,SUS-23	142,SUS-33	172,POL-05
53,BIO-07	84,SUS-12	112,SUS-24	144,EFI-08	

Invited Talks / Conferencias Magistrales

INV-01

HYDROGEN PRODUCTION VIA Pd-TiO_2 PHOTOCATALYTIC WATER SPLITTING UNDER NEAR - UV AND VISIBLE LIGHT

Hugo de Lasa [a], *Bianca Rusinque* [a], *Salvador Escobede* [a],
[a] Chemical Reactor Engineering Centre, Department of Chemical and Biochemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada N6A 5B9

Abstract:
Photocatalytic hydrogen production via water splitting, using a noble metal on a TiO_2 is a technology that has developed rapidly over the past few years. Specifically, palladium doped TiO_2 irradiated with near-UV or alternatively with visible light, has shown promising results. With this end in mind, strategically designed experiments were developed in the Photo-CREC Water-II (PCW-II) Reactor using a Pd-TiO_2 under Near-UV and visible light, and ethanol as an organic scavenger. Acetaldehyde, carbon monoxide, carbon dioxide, methane, ethane, ethylene, and hydrogen peroxide together with hydrogen, were the main chemical species observed. A Langmuir adsorption isotherm was also established for hydrogen peroxide.
On this basis, it is shown that pH variations, hydrogen peroxide formation/adsorption, and the production of various redox chemical species, provide an excellent carbon element balance, as well as OH° and H° radicals balances. Under near-UV irradiation, 108 cm^3 STP of H_2 is produced after 6 hours, reaching an 99.8% elemental carbon balance and 98.2% OH• and H• and radical balance. It is also proven that a similar reaction network can be considered adequate for the photoreduced Pd-TiO_2 photocatalyst yielding 29 cm^3 STP of H_2 with 97.5% carbon and the 99.2% OH•- H• radical balance closures. It is shown on this basis that a proposed "series-parallel" reaction network describes the water splitting reaction using the mesoporous Pd-TiO_2 and ethanol as organic scavenger. Quantum Yields based on the H radicals formed, were of 16% for visible light irradiation and 70% for near UV, which set the stage for the most valuable prospects for hydrogen production in the Photo-CREC Water-II (PCW-II) Reactor using a Pd-TiO_2.

INV-03

FORCED PERIODIC OPERATION OF CHEMICAL REACTORS

Andreas Seidel-Morgenstern [a]
[a] Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems and Otto von Guericke University Magdeburg, Germany

Abstract:
Continuously operated reactors are typically designed to operate in a steady-state. This state is usually optimized and maintained using specific control concepts. In contrast, it is known for quite some time that better performance can be in achieved principle by applying periodic operation regimes which exploit forced periodic modulations of one or more reactor inputs (for example [1 − 3]). Nevertheless, so far such advanced concepts are hardly exploited in industry. As the two major drawbacks of forced periodic operation were seen in the past the increased process complexity and insufficient quantitative predictability of the mean outcome.
Tremendous progress has been achieved in the last decade in providing the hardware required to reliably impose forced periodic regimes. Thus, nowadays this aspect does not cause any more severe restrictions for implementation. However, efficiently finding out whether and at which conditions periodic operation can be superior compared to optimal steady-state operation is still a challenging task. Nonlinear Frequency Response (NFR) analysis [4] has been recently further developed and is nowadays available as a flexible tool to efficiently predict time-averaged outlet properties resulting from forced periodic changes of one or several properties at the reactor inlet [5]. The NFR method is based on the concept of higher order frequency response functions and applicable for weakly nonlinear systems. It allows estimating the non-periodic (DC) term of the output, which is a measure for the time-average performance of the periodically operated reactor. Its sign and value define whether and to which extent the periodic operation leads to process improvement. More recently the significant potential of exploiting simultaneous modulations of two phase-shifted inputs was studied theoretically [6]. The lecture will present results of two case studies. At first, the hydrolysis of acetic anhydride is considered. This model reaction was studied in a continuously stirred tank reactor (CSTR), which was subject to individual or simultaneous modulations of inlet concentrations and feed flowrates.
In close agreement with NFR predictions it could be experimentally demonstrated that a forced harmonic modulation of the two inputs exploiting a predicted optimal phase shift significantly increased the mean outlet product stream [7].
Subsequently, intermediate results of ongoing work will be presented. The project focuses on evaluating the potential of forced periodic operation for the heterogeneously catalyzed synthesis of methanol from CO, CO_2 and H_2 . Basis for the theoretical analysis is a sub-model for the rates of the hydrogenation reactions of CO and CO_2 and the reverse water gas shift reaction. The model is valid for a conventional $Cu/ZnO/Al_2O_3$ catalyst and capable to describe the catalyst dynamics [8]. A systematic theoretical analysis of various cases of periodic operations was performed analyzing a CSTR with the NFR method.

The theoretical analysis performed for single input modulations of partial pressures of each of the three reactants and of the total inlet flow-rate showed that single input modulations can not provide improvements. On the other hand, some cases of simultaneous modulations of two inputs revealed potential for improvement. Promising results were obtained in particular for the case of simultaneously modulating the inlet CO partialpressure and the volumetric feed flowrate [9]. The efficiently generated NFR predictions were confirmed independently using a rigorous numerical approach based on solving the mass balance equations combined with global optimization [10]. An experimental validation study using a gradientless reactor of the Berty type is currently underway.
With the possibilities available nowadays for high throughput experimentation as an improved basis for thermodynamic and kinetic modeling, up-coming machine learning techniques and the NFR method it will be in future easier to predict the outcome of forced periodic reaction processes. It can be expected that this will promote wider application of the powerful concept.
Acknowledgement
The lecture summarizes results obtained in close cooperation with Menka Petkovska and Daliborka Nikolić (Belgrade, Serbia) and Achim Kienle, Carsten Seidel and Matthias Felischak (Magdeburg). The financial support of the methanol synthesis project by the German Science Foundation (DFG) within the Priority Program 2080 (Catalysts and reactors under dynamic operating conditions for energy storage and transformation) is gratefully acknowledged.

[1] Horn, F.J.M., Lin R.C., Periodic processes: A variational approach. Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development, 6 (1967) 21-30.
[2] Bailey J.E., Periodic operation of chemical reactors: a review. Chem. Eng. Comm., 1 (1973) 111-124.
[3] Silveston P.L., Hudgins R.R. (Eds.), Periodic operation of chemical reactors. Elsevier/Oxford, 2013.
[4] Weiner D.D, Spina J.F., Sinusoidal Analysis and Modeling of Weakly Nonlinear Circuits. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1980.
[5] Petkovska M., Seidel-Morgenstern A., Evaluation of periodic processes. In: [3], Ch. 14, 387-413.
[6] Petkovska M., Nikolic D., Seidel-Morgenstern A., Nonlinear Frequency Response Method for evaluating forced periodic operation of chemical reactors. Israel J. of Chem., 58, 2018, 663-681.
[7] Felischak, M., Kaps, L., Hamel, C., Nikolic, D., Petkovska, M., Seidel-Morgenstern, A., Analysis and experimental demonstration of forced periodic operation of an adiabatic stirred tank reactor: Simultaneous modulation of inlet concentration and total flow-rate. Chem. Eng. J., 410 (2021) 128197.
[8] Seidel C., Jorke A., Vollbrecht B., Seidel-Morgenstern A., Kienle A., Kinetic modeling of methanol synthesis from renewable resources. Chem. Eng. Sci. 175 (2018) 130–138.
[9] Nikolic D., Seidel C., Felischak M., Milicic T., Kienle A., Seidel-Morgenstern A., Petkovska M., Forced periodic operations of a chemical reactor for methanol synthesis–the search for the best scenario based on Nonlinear Frequency Response Method. Submitted to Chem. Eng. Sci.
[10] Seidel C., Nikolic D., Felischak M., Petkovska M., Seidel-Morgenstern A., Kienle A., Optimization of methanol synthesis under forced periodic operation. Processes 9(5) (2021), 872.

INV-04

MÉXICO ANTE LA EMERGENCIA CLIMÁTICA: POLÍTICA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZACIÓN PROFUNDA PARA LA PRÓXIMA DÉCADA

Mathias Probst [a]

Abstract:
La huella humana sobre los sistemas naturales de la Tierra queda cada vez evidente, con incendios forestales y sequías de dimensiones sin precedentes e inundaciones torrenciales ocurriendo al mismo tiempo en diferentes partes del mundo. La evidencia abrumadora del cambio climático, en cercano cumplimiento de las proyecciones científicas elaboradas durante las últimas tres décadas, no deja duda de las responsabilidad humana en la creación de la crisis climática. Sin embargo, del lado positivo, siendo la causa de la crisis la sociedad humana misma, existe en principio una ventana de oportunidad para mitigar los hechos; no se trata de eventos apocalípticos donde la humanidad estuviera condenada a ser un espectador impotente. Por otro lado, los avances substanciales en materias de energías limpias permiten construir un futuro donde todos los procesos de transformación y producción se realicen de manera neutral en emisiones equivalentes de carbono a la atmósfera. La fecha requerida para cumplir con este mandato es el 2050. El cumplimiento oportuno de este compromiso representa la prueba de fuego de la madurez humana. Llegar a esta meta se enfrenta a dos obstáculos principales: (1) El despliegue rápido y costo efectivo de tecnologías limpias a gran escala y (2) la superación de la creciente polarización social y las supersticiones modernas, muchas de las cuales promueven el negacionismo de los hechos empíricos y del método científico, habilitando gobiernos ineficientes y obstaculizadores de la descarbonización profunda. En el concierto mundial México está en el parteaguas entre ser parte del problema o parte de la solución.

INV-05

ENERGY EFFICIENCY AS A BASIC PRINCIPLE IN BUILDING DESIGN

Aníbal Figueroa Castrejón [a]
[a] Bioclimatic Architecture Laboratory, CYAD, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco

Abstract:
At the end of the twentieth century, the Rio Summit (1992) and the Kyoto Protocol (1998) set limits and targets for achieving a sustainable common future. Already in the twenty-first century, the Paris Agreement (2006) set international commitments and in 2015 the United Nations approved the 17 Sustainable Development Goals known as the 2030 Agenda with specific targets to mitigate climate change. However, the data included in this work shows that the necessary steps to mitigate environmental deterioration and climate change have not been taken. Certainly, there is now a greater social awareness, but in general, the adjustments made to lifestyles, consumption habits, ways of designing and building over the last thirty years are almost imperceptible. There are very few countries that come close to the proposed targets and in most cases, these will be achieved years later than expected. Being now almost 8,000 million human beings in the planet, we continue with practically the same consumption of energy, water and food that we used at the end of the twentieth century, when we were 6,000 million. Time is running out to make the required changes and adjustments in our cities and buildings.
Many architects, engineers, and urban designers are pleased achieving some voluntary standards that certify their buildings as ”green,” sustainable, or efficient; although in most cases this does not actually imply better building performance, a healthier way of life, or greater resource efficiency.
Cities demand large amounts of energy. Worldwide the buildings consume approximately 40% of all the energy produced if we consider the energy necessary to elaborate the building materials, their transportation, the realization of a work, their daily operation, the necessary maintenance and subsequently their eventual demolition and recycling. It is surprising that in Mexico there is still a high consumption of firewood as an energy material. Almost one third of the energy used in homes is firewood, another third is liquefied gas and the other part is electricity; solar energy and other alternative sources of non-polluting energy do not reach 1% of the total. This indicates that in Mexico continues the extensive use of fuels that cause deforestation and high CO_2 emissions.

BIO Biofuels/Biocombustibles

BIO-01

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE LA BIODEGRADACIÓN DE CARBAMAZEPINA EN CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANAS

Miguel Mauricio Aguilera Flores [a.b.*] , *Nahum Andrés Medellín Castillo* [a,c] , *Verónica Ávila Vázquez* [b] , *Candy Carranza Álvarez* [a,d] , *Antonio Cardona Benavides* [a,c] ,

[a] Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava 201, Col. Zona Universitaria Poniente, San Luis Potosí, S.L.P., 78210, México.

[b] Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas. Instituto Politécnico Nacional. Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa, Zacatecas, Zac., 98160, México.

[c] Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Manuel Nava No. 8, Col. Zona Universitaria Poniente, San Luis Potosí, S.L.P., 78290, México.

[d] Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Romualdo del Campo #501, Fracc. Rafael Curiel, Ciudad Valles, S.L.P., 79060, México.

**mmaf1@hotmail.com; maguileraf@ipn.mx*

Keywords: *Bioenergía, contaminantes emergentes, densidad de potencia, DQO.*

Abstract:

Las Celdas de Combustible Microbianas (CCM) son sistemas bioelectroquímicos que ofrecen grandes ventajas por su doble función, ya que permiten la generación de energía renovable o bioenergía (electricidad), a partir de la biodegradación de diferentes compuestos orgánicos. A nivel mundial, la carbamazepina es un medicamento anticonvulsivo y estabilizador del estado de ánimo ampliamente utilizado en el tratamiento de la epilepsia, y pertenece al grupo de contaminantes emergentes en el ambiente, ya que se ha identificado su presencia y la de sus metabolitos en aguas residuales y tratadas, provocando diversos efectos tóxicos en organismos acuáticos y en salud humana. Las tecnologías convencionales de tratamiento no logran removerlos, aunado a que éstas requieren un consumo de energía alto, por lo que las CCM podrían ser una tecnología prometedora por su doble funcionalidad. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de energía renovable generada a partir de la biodegradación de carbamazepina en una CCM. Para ello, se operó una CCM de cámara simple de 150 mL a condiciones ambientales, anaeróbicas y pH neutro, con una concentración inicial de 50 mg/L de carbamezepina (DQOinicial = 117 mg/L), usando como inóculo tierra para macetas. El desempeño de la CCM fue evaluado a partir de una caracterización electroquímica y la remoción de DQO. Los resultados mostraron un potencial a circuito abierto máximo de 550 mV, alcanzando una densidad de potencia máxima de 5.41 mW/m^2, y mostrando una estabilidad de 0.06 mA durante 1800 s a una intensidad de corriente inicial de 0.86 mA. El ciclo de operación de la CCM fue de 11 días, logrando una remoción

de DQO del 60%. Estos resultados son alentadores, por lo que abre la brecha de investigación en su aplicación para la eliminación de contaminantes emergentes en el agua y obtención de energía renovable.

BIO-02

ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA LA MEJORA DE LA HUMIDIFICACIÓN DE UN BIOFILTRO DE LECHO ESCURRIDO

A. Garduño Montero [a] , *W. C. Bonilla Blancas* [a,*] ,
[a] División Ingeniería Mecánica, Mecatrónica e Industrial, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico S/N, Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos 55210, México.
**wcbonilla@tese.edu.mx*

Keywords: *Biofiltro de lecho escurrido, control aplicado, humedad en lecho empacado.*

Abstract:
Los biofiltros de lecho escurrido diseñados para la remoción de H2S han probado ser tecnologías efectivas para la purificación de biogás. Sin embargo, debido a que son sistemas basados en la actividad biológica de consorcios de bacterias, suelen ser susceptibles a cambios en las condiciones de operación del sistema. De entre todos los parámetros operantes en el sistema de biofiltración, la humedad de la biopelícula es el más relevante para el rendimiento del sistema, lo cual hace que los sistemas de control aplicado sean prometedores para el acondicionamiento de la operación en los biofiltros.
En el presente trabajo se reporta el diseño y la implementación de un sistema de sensores para la medición de la humedad en el lecho de un biofiltro de lecho escurrido con espuma de poliuretano (EP) como medio de soporte. Las mediciones obtenidas a partir de los sensores fueron usadas a su vez para la implementación de estrategias discretas de control que permitieran mantener la humedad del lecho en el rango de entre 70 y 90%.
Para el monitoreo de las variables instrumentadas se empleó un programa en un ambiente virtual soportado en LabVIEW con el propósito de mantener el sistema en la condición de humedad deseada, se implementó un sistema por estrategias de control para las acciones discretas de la bomba que suministra el medio acuoso al lecho del biofiltro. La contribución principal del presente trabajo es la determinación y el control de la humedad del lecho en condiciones dinámicas para una obtener una adecuación de las necesidades de la biopelícula y la mejora en el proceso global de eliminación de contaminantes.

Grafical Abstract:

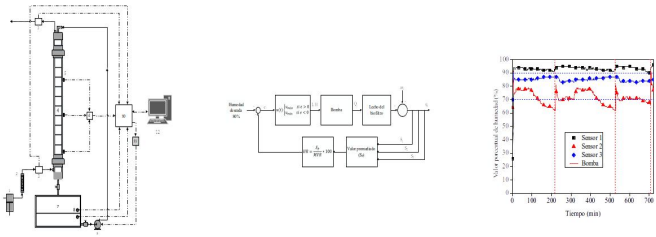


Fig. Sistema de control aplicado a un biofiltro de lecho escurrido

BIO-03

PRODUCCIÓN DE BIODIESEL VÍA CATÁLISIS ENZIMÁTICA EMPLEANDO LA LIPASADE LEONOTIS NEPETIFOLIA

LF Hernández Casas , MM Aguilera Flores , V Ávila Vázquez ,
[a] Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas, Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa, Zacatecas, Zacatecas, 98160, México.
luisfelipehernandezcasas@gmail.com

Keywords: *Lipasas 1, catálisis enzimática 2, Biocombustibles 3, Bioenergía 4.*

Abstract:
Los biocombustibles ofrecen una alternativa de producción de energía ante la alta demanda que se tiene por las necesidades de la población, permitiendo no solamente el abastecimiento energético e independencia de fuentes de energía convencionales, sino también, la creación de empleos, la reducción de emisiones de GEI, entro otras.
El biodiésel es uno de los biocombustibles que más importancia han tomado en las últimas decadas, lo cual se puede ver en el aumento de su producción a nivel mundial año, en la búsqueda de tecnologías para mejorar los procesos y en el peso que ha tomado en políticas energéticas.
La catálisis enzimática frente a la catálisis convencional ofrece diferentes ventajas: reducción de subproductos, condiciones suaves de operación y una limpieza y purificación más sencilla. Sin embargo, una de las desventajas que presenta es el costo del biocatalizador. Por esto, las investigaciones para el desarrollo de catalizadores enzimáticos buscan ofrecer alternativas que permitan reducir estos costos.
En este trabajo se hace uso de la especie Leonotis Nepetifolia, que es catalogada como invasora, para realizar una extracción de lipasas a partir de su semilla y la posterior medición de su actividad enzimática en diferentes sustratos: aceite de oliva y aceite usado.
Después se llevaron a cabo las síntesis de biodiésel, usando el extracto de lipasas en tres diferentes sustratos: aceite usado, aceite de oliva y aceite extraído de la semilla de bola africana. Para posteriormente realizar la caracterización fisicoquímica del biodiésel.
Se optimizó la actividad catalítica máxima del extracto de lipasas, obteniendo un valor de 226.8±18.9 U a un pH de 8 y 45°C. Se obtuvo un rendimiento de biodiésel de 71.3075±3.3474% p/p, que cumple con las siguientes propiedades fisicoquímicas: índice de saponificación, índice de yodo e índice de corrosión en lamina de cobre.

BIO-04

EFECTO DE LA RELACIÓN C/N DEL MEDIO DE CULTIVO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LÍPIDOS DE RHIZOPUS ORYZAE

E. P. Marín-Saavedra [a] , *A. Tomasini-Campocosio* [b] , *H.H. León-Santiesteban* [c,*] ,
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Pablo No. 180 Col. Reynosa Tamaulipas, Alcaldía Azcapotzalco, CDMX, C.P. 02200, México.
[b] Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, 09340, Col. Vicentina, Alcaldía Iztapalapa, CDMX, México.
**hels@azc.uam.mx*

Keywords: *Rhizopus oryzae, relación C/N, Lípidos intracelulares, FT-IR.*

Abstract:
Los microrganismos oleaginosos producen lípidos intracelulares que pueden utilizarse como una alternativa para la producción de biocombustibles. Se ha demostrado que la capacidad de los microorganismos oleaginosos para acumular lípidos depende, principalmente, de la relación molar carbono-nitrógeno (C/N) del medio de cultivo y del tiempo de incubación. En el presente proyecto de investigación se evaluó la capacidad del hongo filamentoso Rhizopus oryzae para producir lípidos intracelulares en un medio de cultivo con una relación C/N de 50, en condiciones anaerobias, en dos diferentes tiempos de incubación, 3 y 6 días. La presencia de lípidos en las biomasas fúngicas producidas se determinó por Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier (FT-IR). Los lípidos se extrajeron mediante la técnica de extracción asistida por microondas y se cuantificaron por gravimetría.
El análisis de FT-IR que se realizó a las biomasas de R. oryzae producidas en condiciones anaerobias, mostró bandas correspondientes a grupos funcionales de lípidos a 2954, 2922, 2853, 1743 y 1024 cm-1 correspondientes a estiramiento de enlaces C-H de grupos CH_3, grupos CH_2, tensión de enlace C=O y P=O de grupos carbonilos y fosfatos, respectivamente. A los 3 días de incubación, R. oryzae produjo en promedio 16.3 ± 1.15% de lípidos intracelulares. En cambio, a los 6 días de incubación, la producción de lípidos incrementó a 32.3 ± 0.29%. Este incremento en la producción de lípidos intracelulares posiblemente está relacionado por el agotamiento de la fuente de nitrógeno durante el crecimiento del hongo, y un aumento en la actividad de AMP desaminasa y enzima málica. Se cree que la fuente de carbono excedente se asimiló y se convirtió en lípidos de almacenamiento. En la biomasa de R. oryzae sobre-productora de lípidos la intensidad de las bandas a 2922, 2853, 1743 y 1025 cm-1 incrementó considerablemente en comparación a una biomasa deficiente de lípidos.

Grafical Abstract:

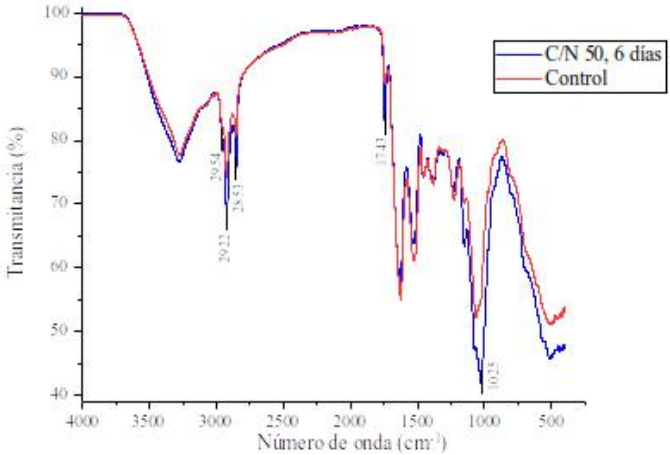


Fig. Espectro Infrarrojo de la biomasa de R. oryzae sobre poductora de lípidos.

BIO-05

SIMULACIÓN DE LAS REACCIONES DE COMBUSTIÓN DE SYNGAS, EN EL PROCESO DE COMBUSTIÓN EN CICLOS QUÍMICOS CON ILMENITA COMO ACARREADOR DE OXÍGENO

G. S. Fraga-Cruz [a,*] , *M. A. Pérez-Méndez* [a] , *G. Jiménez-García* [b] , *F. Nápoles-Rivera* [a] , *R. Huirache-Acuña* [a] , *R. Maya-Yescas* ,
[a] Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán de Ocampo, 58060, México.
[b] Departamento de Ingeniería Biomédica, Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro, Av. Tecnológico #1, Tzurumútaro, Pátzcuaro, Michoacán de Ocampo, 58660, México.
**rmayay@umich.mx*

Keywords: *Combustión en ciclos químicos, DFT, Simulación molecular*

Abstract:
Los combustibles fósiles, actualmente son la base de la producción energética. Aproximadamente el 70% de la energía producida a nivel mundial se genera a partir de los combustibles fósiles (Tong y col., 2013). Precisamente la combustión de este tipo de materia prima es la principal causa del aumento en las emisiones de CO_2 en la atmósfera (Cebrucean y col., 2016).
Una forma de contrarrestar los efectos negativos de las emisiones del CO_2, es la concentración y uso de esta materia prima, para la síntesis de productos de valor agregado, por ello se han generado diversas técnicas de separación y producción de CO_2, siendo la Combustión en Ciclos Químicos (CLC) una de las técnicas propuestas para este fin (Adanéz & Abad, 2018). El proceso CLC tiene la ventaja de realizar la combustión en dos reactores: el primero al que llega el combustible, llamado "combustor", para llevar a cabo la combustión en ausencia de aire y usando el oxígeno cedido por un acarreador, y el segundo, llamado "regenerador", donde se lleva a cabo la oxidación del acarreador de oxígeno con aire. En este proyecto se esta trabajando con la Ilmenita, este material tiene características apropiadas para su uso como acarreador (Cuadrat y col, 2012) ya que cumple con la mayoría de los criterios requeridos para un catalizador de este tipo. Mediante el uso de la teoría funcional de la densidad (DFT), se espera conocer, como se lleva a cabo el proceso de combustión de Syngas, mediante el uso de este mineral en el proceso CLC a nivel molecular, con el fin de generar más información sobre la actividad del catalizador durante el proceso, lo que permite hacer comparaciones entre este tipo de catalizador y los catalizadores basados en Níquel (Yuan y col. 2020), los cuales ya han sido analizados mediante este tipo de estrategias.

1
Tong, A., Zeng, L., Kathe, M. V., Sridhar, D., & Fan, L. (2013). Application of the Moving-Bed Chemical Looping Process for High Methane Conversion. Energy & Fuels, 4119-4128
2
Cebrucean, D., Cebrucean, V., Ionel, I., & Spliethoff, H. (2016). Performance of two iron-based syngas-fueled chemical looping systems for hydrogen and/or electricity generation combined with carbon cap-

ture. Clean Techn Environ Policy(19), 451-470
3
Adanéz, J., & Abad, A. (2018). Chemical-looping combustion: Status and research needs. Proceedings of the Combustion Institute, 1-15
4
Cuadrat, A., Abad, A., Adánez, J., de-Diego, L., García-Labiano, F., & Gayán, P. (2012). Behavior of ilmenite as oxygen carrier in chemical looping combustion. Fuel Processing Technology, 94, 101-112
5
Yue Yuan, Xiuqin Dong, Luis Ricardez-Sandoval, A multi-scale simulation of syngas combustion reactions by Ni based oxygen carriers for chemical looping combustion, Applied Surface Science, 2020, 531,

Grafical Abstract:

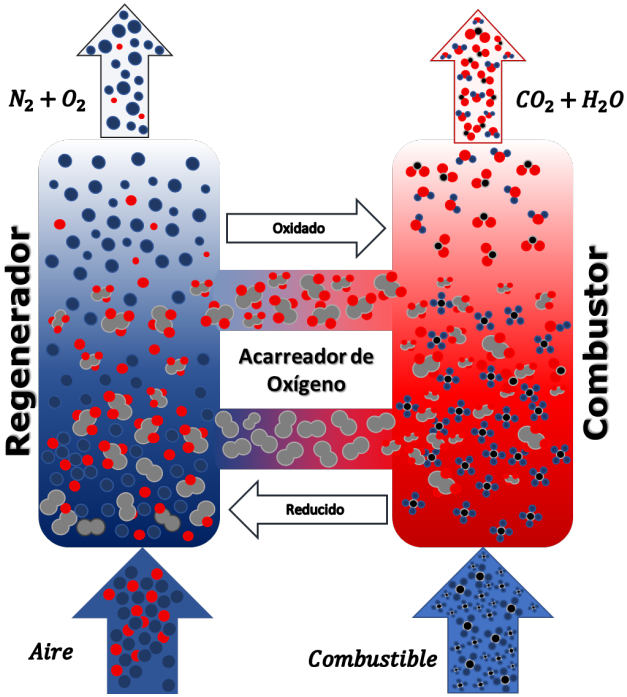


Fig. Esquema, Proceso de Combustión en Ciclos Químicos (CLC)

BIO-06

AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE HONGOS ETANOLOGÉNICOS Y LIGNOCELULOLÍTICOS PARA LA PRODUCCION DE ETANOL 2G

HM Fonseca-Peralta [b] , *R Astorga-Trejo* [a] , *DA Norzagaray-Quevedo* [a] , *I Contreras-Andrade* [b] , *C Castro-Martinez* [a,*] ,

[a] Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes 250, Guasave, Sinaloa, CP 81101, MÉXICO.

[b] Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Laboratorio de Biocombustibles N. 22, Universidad Autónoma de Sinaloa, Calz de las Americas Nte 2771, Cd Universitaria, Burócrata, Culiacán, Sinaloa, CP 80010, MÉXICO.

**clcastro@ipn.mx*

Keywords: *Fusarium, Mucor, etanol, biomasa lignocelulósica.*

Abstract:

Unos de los principales retos en la producción de etanol de segunda generación (2G) es la bioconversión de lignocelulosa a etanol. Diversos métodos son utilizados, siendo el más promisoria aquel que incluye la hidrolisis directa de celulosa y hemicelulosa y, la fermentación simultanea de hexosas y pentosas por un solo microorganismo, debido a que permite la reducción de etapas en el proceso y es más amigable con el medio ambiente. Este proceso es conocido como Bioproceso Consolidado (CBP, por sus siglas en inglés). Debido a que se conocen pocas especies de microorganismos con estas características, se planteó como objetivo aislar e identificar hongos con actividad etanologénica y lignocelulolítica. Mediante pruebas bioquímicas en diferentes sustratos se evaluó la producción de enzimas como celulasas y xilanasas. Así como en fermentaciones con glucosa y xilosa se evaluó la producción de etanol. Esta estrategia de cribado permitió identificar tres cepas C6a, C7a, y C1502 capaces de desarrollar un CBP para la producción de bioetanol 2G. Los resultados mostraron que los tres hongos son productores de celulasas y xilanasas. El mayor rendimiento porcentual del teórico máximo de etanol en glucosa fue del 73.13% por la cepa C6a y en xilosa de 20.53% por la cepa C1502. Posteriormente, con la aplicación de análisis morfológicos, y de herramientas moleculares como la amplificación y secuenciación de ADN se logró identificar estas especies. La primera fue Fusarium equiseti C6A de la cual se obtuvo una secuencia consenso de 493 pb con número de acceso MN128958 en el NCBI. Las otras fueron Fusarium verticilloides C7A y Mucor circinelloides C1502, con 414 y 514 pb, y números de acceso MN128959 y MN128960, respectivamente. De este estudio se puede concluir la existencia de microorganismos silvestres capaces de adaptarse a estrategias complejas que puede favorecer la eficiencia en la producción de biocombustibles.

Grafical Abstract:

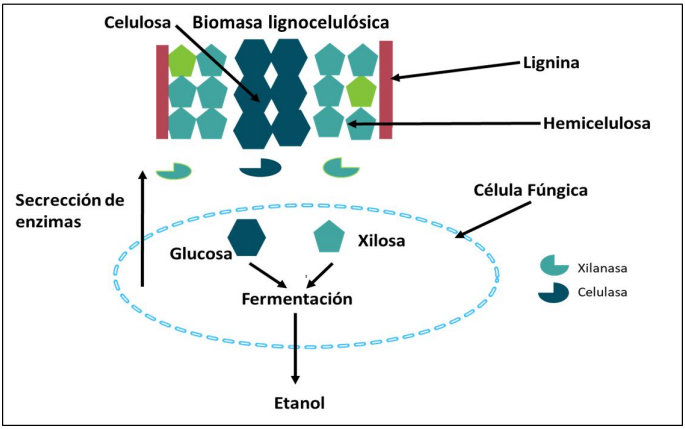


Fig. Metabolismo de un microorganismo etanologénico y lignocelulítico

BIO-07

PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE FRUTAS DE REZAGO EN UN BIORREACTOR CON CÉLULAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE INMOVILIZADAS

L.C Antonio-Narcizo [a], *J.C. García-Martínez* [a], *J.A. Colín-Luna* [a], *M.M. González-Brambila* [a], *H.H León-Santiestebán* [a,*]
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. CP 02200, Col. Reynosa Tamaulipas, Cd. de México, México.
**hels@azc.uam.mx*

Keywords: *Fermentación, Bioetanol, Residuos frutales, Saccharomyces cerevisiae, inmovilización.*

Abstract:
La conversión de residuos orgánicos en biocombustibles representa actualmente una de las alternativas más económicas para disminuir la utilización de combustibles fósiles. Combustibles como el bioetanol pueden ser producidos mediante fermentación de residuos orgánicos con alto contenido de azúcares fermentables por microorganismos facultativos, como la levadura Saccharomyces cerevisiae. En el presente trabajo de investigación se muestra la producción de bioetanol a partir de una mezcla de frutas de rezago en un reactor tipo Batch con células de S. cerevisiae inmovilizadas en espuma de poliuretano. La producción de bioetanol se evaluó a tres diferentes concentraciones iniciales de azúcares fermentables (11.8, 38,44 y 48 g L-1), y se encontró que, a mayor concentración de azúcares fermentables en el medio de producción, se obtiene una mayor producción y productividad de bioetanol. La mayor producción de bioetanol se alcanzó en tiempo cortos de fermentación, entre 12 y 48 h.
Debido a la rápida producción de bioetanol observada en los experimentos batch, se estudió la capacidad de las células inmovilizadas para producir etanol en ciclos de 24 horas. Durante un periodo de producción continua de 120 horas, las células inmovilizadas S. cerevisiae produjeron en promedio 115 g etanol/L, metabolizando el 90% de los azúcares fermentables disponibles en el medio de cultivo.

Grafical Abstract:

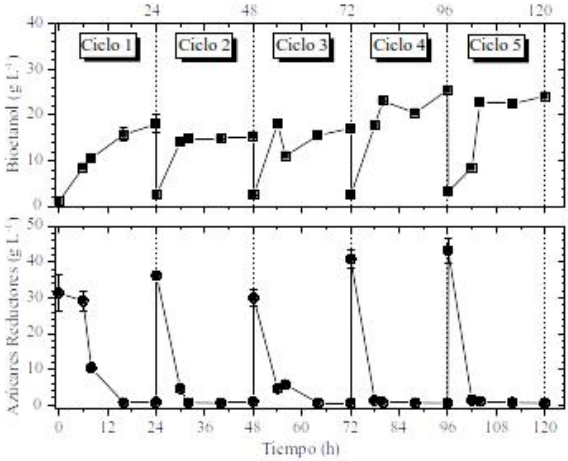


Fig. Producción de bioetanol en ciclos por células inmovilizadas de S. cerevisiae en espuma de poliuretano.

BIO-08

CARACTERIZACIÓN FRACCIÓN VEGETAL DE RESIDUOS URBANOS COMO FUENTE DE BIOMASA PARA COMBUSTIBLE SÓLIDO

F. D. Barajas Godoy [a,*] , *M. A. Martínez Cinco* [a] , *J. G. Rutiaga Quiñones* [b] , *R. Guerra González* [a] , *A. Castro Montoya* [a] , *V. M. Ruiz García* [c] ,

[a] Posgrado en Ciencias en Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Fco. J. Mújica S/N C.U., Morelia, Michoacán, 58030, MÉXICO

[b] Facultad de Tecnología de la Madera,Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Fco. J. Mújica S/N C.U., Morelia, Michoacán, 58030, MÉXICO

[c] Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Autónoma de México (Campus Morelia), Antígua carretera a Pástzcuaro #8701 ex-hda San José de la Huerta, Morelia, Michoacán, 58190, MÉXICO.

**fbarajas@umich.mx*

Keywords: *Biomasa, Proximales, Poder calorífico, Caracterización, FORSU.*

Abstract:

En este caso de estudio se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU) de origen vegetal, se recolectaron 7 batch (Bn, n=1-7) de la zona surponiente de la ciudad de Morelia, Michoacán, México. Tal como fueron recolectados los residuos se identificó que la mezcla de sustratos es heterogénea cualitativa y cuantitativamente, 19 tipos de sustratos se identificaron, el batch 7 (B7) fue el más rico en diversidad, en términos de la diversidad de sustrato en cada batch se identificó la presencia de grupos funcionales de lignocelulósicos por FTIR, las bandas con señales más intensas y próximas entre sí aparecieron en los batch: B1, B4, B5, B6 y B7. Cualitativamente la presencia de lignocelulósicos en general es homogénea a pesar del contenido heterogéneo de sustrato. Se realizaron análisis proximales y se compararon con los obtenidos de una muestra de aserrín, los resultados revelaron que B7 presenta el valor más elevado de compuestos orgánicos volátiles (COV) 77.25, el más bajo corresponde a B1 con 71.19, el mayor contenido de carbono fijo (CF) se encontró en B2 con 19.47 y el menor en B7 con 13.2, el mayor contenido de cenizas (CS) se encontró en B6 con 12.94 y el menor en B2 con 7.46. Los resultados del poder calorífico (PCS) revelaron que B2 presentó el valor más elevado (19.76MJ/kg) y el menor en B6 (17.89MJ/kg). En comparación con los resultados de aserrín COV=88.8, CF=10.04, CS=1.16 y PCS=19.16 exhibe valores muy próximos a los obtenidos de FORSU, también se demostró que a pesar de la diversidad de sustratos en cada batch se tienen resultados en las propiedades evaluadas muy próximos entre sí. FORSU podría aplicarse como fuente de biomasa por si misma o como complemento con biomasa forestal para la obtención de biocombustible sólido.

Grafical Abstract:

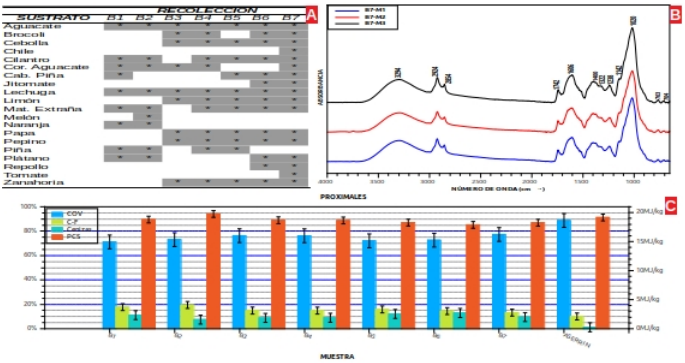


Fig. A)Sustratos identificados en cada batch, B)Espectro FTIR B7, C)Comparación de proximales de FORSU vs Aserrín.

BIO-09

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CINÉTICOS DEL CRECIMIENTO DE ARTHROSPIRA MÁXIMA

T.A Herrera Hernández [a], *J. A. Colín Luna* [a], *H. Velasco Bedrán* [b], *J. C. García Martínez* [a], *M. M González Brambila* [a,*]

[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Pablo #180 Col. Reynosa Tamaulipas, Ciudad de México, Ç.P. 02200, México.

[b] Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738

**tayenantonio@gmail.com*

Keywords: *Modelo, Monod, Crecimiento.*

Abstract:

El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero que se encuentra en la atmósfera cada vez en mayores concentraciones, lo cual contribuye a incrementar los problemas generados por el cambio climático. Las actividades antropogénicas, como la quema de combustibles fósiles y otros procesos, aumentan significativamente su concentración en la atmósfera contribuyendo al calentamiento global del planeta.

En la actualidad el dióxido de carbono puede ser secuestrado a través de métodos físicos, químicos y biológicos. La fijación de CO_2 a través de microalgas tales como Arthrospira spp. (Spirulina), es conocida como un proceso de biofijación y es un método muy utilizado hoy en día debido al alto rendimiento de absorción de este gas. Arthrospira spp. no solo es conocida por su alta eficiencia de absorción de CO_2, sino también por ser un organismo fotosintético eficiente, capaz de convertir energía luminosa en energía química, con la cual puede generar lípidos, carbohidratos y proteínas, lo que la convierte en un organismo de interés industrial. Los lípidos y carbohidratos que produce esta microalga pueden ser convertidos en una gran variedad de combustibles renovables, tales como biodiesel, metano y otros hidrocarburos, los cuales producen una baja cantidad de emisiones. Por otro lado, la biomasa de esta microalga también puede ser utilizado como una fuente de alimento debido a su contenido proteico y micronutrientes.

En este trabajo se determinan los parámetros cinéticos de crecimiento de A. máxima, así como consumo de sustratos (fuente de carbono y nitrógeno), en diferentes medios de cultivo. Se presentan las mejores condiciones para la producción de biomasa de A. máxima.

BIO-10

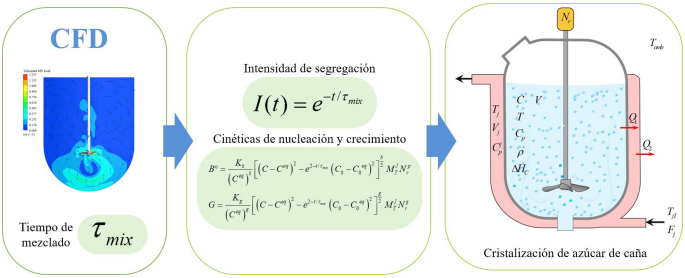
EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE SEGREGACIÓN EN LA CRISTALIZACIÓN DEL AZÚCAR DE CAÑA

A. Cortés-Ruiz [a], *E. Hernández-Aguilar* [b], *J. Ramirez-Muñoz* [c], *E. Hernandez-Martinez* [a],
[a] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, 9100, México
[b] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, 94340, México
[c] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Cd. México, 02200, México
**adcoru@gmail.com*

Keywords: *Cristalización, Azúcar de caña, Modelado, Mezclado,*

Abstract:
En este trabajo se presenta un modelado matemático para la descripción dinámica del proceso de cristalización del azúcar de caña, el cual considera los balances de cantidad de movimiento, energía y masa, población y segregación en la dimensión del tiempo. El balance de población se reduce a un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante el método de los momentos. Se modificaron cinéticas empíricas de nucleación y crecimiento para incluir el efecto del tiempo de mezclado macroscópico utilizando el balance de segregación con la finalidad de incluir los efectos del mezclado. El tiempo de mezclado se determinó mediante simulaciones de dinámica de fluidos del sistema. Para evaluar el alcance del modelo se analizan las variaciones en las condiciones iniciales y en los perfiles de enfriamiento natural, lineal y cúbico. Así mismo, el modelo se ajusta a las condiciones de un cristalizador de escala laboratorio con volumen operativo de 5L y se comparan los resultados del modelo con los obtenidos experimentales. Los resultados muestran un coeficiente de determinación de R2 = 0.96 en el perfil de enfriamiento natural.
Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la inclusión del balance de intensidad de segregación al modelo de la cristalización permite analizar el efecto del tiempo necesario para alcanzar un hipotético mezclado perfecto sobre el perfil de concentración relativa de sacarosa, lo que se refleja en el tamaño promedio del cristal D(4,3). De acuerdo a las simulaciones realizadas, las condiciones que favorecen el crecimiento del cristal dependen principalmente de las condiciones iniciales del proceso, en especifico de la cantidad de semilla agregada. Para las dimensiones del caso de estudio, el modelo presenta inestabilidades conforme la semilla sobrepasa los 100g, pero se logra un tamaño más uniforme.

Grafical Abstract:



BIO-11

THE REACTION PATHWAYS FOR THE CYCLOADDITION OF CO_2 AND PO PROMOTED BY KI: A DFT STUDY

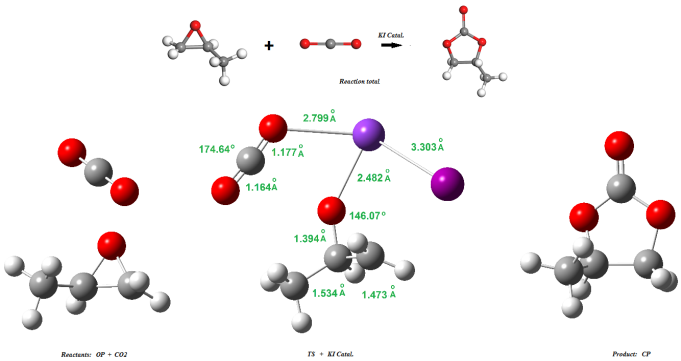
L. A. Gurrero Zúñiga [a], *A. C. Ramírez-Gallardo* [b], *V. H. Uc Rosas* [c], *I. García-Cruz* [b,*],
[a] Gerencia de Transformación de Biomasa, Dirección de Investigación en Transformación de Hidrocarburos, Instituto Mexicano del Petróleo. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, CDMX, 07730, MEXICO
[b] Gerencia de Refinación de Hidrocarburos, Dirección de Investigación en Transformación de Hidrocarburos, Instituto Mexicano del Petróleo. Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, CDMX, 07730, MEXICO (Times New Roman 10 pt, centrado)
[c] CBI, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, CDMX, C.P. 02200, MEXICO
**igarcia@imp.mx*

Keywords: *Palabras Clave: Reaction, Pathways, Cycloaddition, Promoted, Study*

Abstract:
Recently the experimental studies have demonstrated that KI/hydroxyl (–OH) substance catalytic systems are very effective for the cycloaddition of CO_2 with epoxides to produce cyclic carbonates, which is among the most successful and important routes to convert CO_2 into value-added chemicals. But the catalytic mechanism is not clear. In this work, we conducted the first theoretical research to clarify the catalytic mechanism of KI and the co-catalytic mechanism of hydroxyl substances. Density functional theory (DFT) method was used, propylene oxide (PO) was selected as the epoxide, and propylene glycol (PG) as the hydroxyl substances. The transition structures, rate-determining steps and lowest energy barrier reaction pathways were identified for both gas phase and solvent environments. It was found that the hydroxyl groups, the potassium cation and the iodine anion form a ternary synergistic catalytic system, I−(–OH)–K+.
In this study, all calculations were performed with the Gaussian 09 package. Density functional theory (DFT) was employed with Becke's three-parameter hybrid exchange functional and the Lee–Yang–Parr correlation functional (B3LYP). Pople style basis sets 6-31++G(d,p) were used for all non-iodine atoms and the LANL2DZdp basis set was used for iodine. Geometry optimizations and frequency calculations were carried out at the 6-31++G(d,p) level, and intrinsic reaction coordinate (IRC) calculations were performed to confirm that a given transition state connect a particular couple of consecutive minima. Energies were recalculated at the 6-31++G(d,p) level. Natural population analysis (NPA) and bond order calculations were also performed.
The results obtained with DFT approximation shown that the catalytic essence of KI lies in the binary synergistic action of the K+ cation and the I− anion, which decomposes the one-step cycloaddition into

a path of multi elementary steps, i.e., the epoxy ring open step, the CO_2 electrophilic attack step, and the intramolecular cyclic step. KI reduces the energy barrier of the cycloaddition from 59.4 to about 30–38 kcal/mol. The calculations in the gas phase indicate that both the epoxy ring opening step and the intramolecular cyclic step can be the rate determining step.

Grafical Abstract:



BIO-12

PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE LA HIDRODESOXIGENACIÓN DE EUGENOL: UN ANÁLISIS TERMODINÁMICO

E.G. Zamora-Rodea [a,*], *J. A. Soria Miratalla* [a], *M.F. Marín Rojas* [a], *A. K. Medina Mendoza* [b], *C.E. Ramírez Castelán* [a], *C.R. Tapia-Medina* [a], *S. Núñez Correa* [c], *J.A. Colín-Luna* [a],
[a] Departamento de Energía, UAM-A, Av. Sn Pablo No. 180, C.P. 02200, CDMX, Méx.
[b] Departamento de Ciencias Básicas, UAM-A, Av. Sn Pablo No. 180, C.P. 02200, CDMX, Méx.
[c] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Veracruz, Campus Coatzacoalcos, Veracruz, Méx.
**al2171800330@azc.uam.mx*

Keywords: *biocombustibles, hidrodeoxigenación, eugenol, energía libre de Gibbs, multiplicadores de Lagrange*

Abstract:
En la búsqueda de fuentes de energías renovables y materias primas sostenibles, la biomasa ligno-celulósica (BL) ha mostrado ser una fuente atractiva para dicho fin. La BL está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina, debido a esta naturaleza heterogénea el pretratamiento es una parte importante para aumentar la eficiencia de las biorrefinerías y, por tanto, la rentabilidad. Dentro del pretratamiento se encuentra la pirolisis rápida, descomposición térmica de la BL que se realiza en ausencia de oxígeno a una temperatura aproximada de 773 K, obteniendo aceite de pirolisis o bio-aceite. Se han encontrado más de 400 compuestos en el bio-aceite: esteres, alcoholes, cetonas, furanos, fenoles, guayacoles (eugenol, 4-metil guayacol) y siringoles. Debido al alto contenido de oxígeno de este bio-aceite presenta propiedades indeseables, como alta corrosividad, baja densidad energética e inestabilidad térmica. Para mejorarlo es necesario un hidrotratamiento a través de dos pasos, en el primero, el bio-aceite es puesto en contacto con H2, en presencia de un catalizador heterogéneo bifuncional en condiciones de presión entre 20 - 80 bar y T entre 523 - 773 K, con la finalidad de remover el oxígeno presente. En el segundo, la configuración de hidrogenación y un catalizador a altas temperaturas para obtener producto hidrogenado e hidrocraqueado. Sin embargo, las condiciones óptimas no han sido ampliamente estudiadas.
En este trabajo se determinaron las condiciones de operación para las reacciones de hidrodesoxigenación (HDO) de eugenol como molécula modelo del bio-aceite mediante el método de las constantes de equilibrio y el método de los multiplicadores de Lagrange utilizando SOLVER en Excel® y ASPEN PLUS®. Con base en el análisis matemático y termodinámico, se encontraron las fracciones mol de la hidrodesoxigenación de eugenol a 30 bar de presión de H_2 y 573 K, partiendo de diferentes rutas de reacción propuestas en la literatura. Se encontró que en rangos de temperatura mayores a 473 K se ven favorecidas especies insaturadas, mientras que a menores temperaturas se favorece la presencia de especies saturadas.

BIO-13

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL DIESEL VERDE A PARTIR DE RESIDUOS DE AGAVE Y BAGAZO DE CAÑA

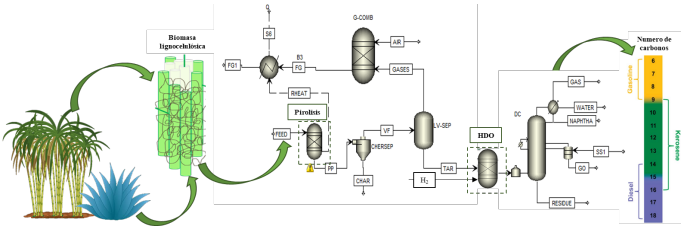
E.G. Zamora-Rodea [a,*], *M.F. Marín Rojas* [a], *C.E. Ramírez-Castelán* , *J.C. García-Martínez* , *A.K. Medina-Mendoza* [b], *J.A. Colín-Luna*
[a] Área de Análisis de Procesos, Departamento de Energía, UAM-A, Av. Sn Pablo No. 180, C.P. 02200, CDMX, Méx.
[b] Departamento de Ciencias Básicas, UAM-A, Av. Sn Pablo No. 180, C.P. 02200, CDMX, Méx.
**al2171800330@azc.uam.mx*

Keywords: *Sustentable, Diesel verde, Bioaceite, Pirólisis, Hidrodeoxigenación*

Abstract:
El aumento de fuentes contaminantes tales como aromáticos, SO_2, NO_x etc. presentes en el medio ambiente y provenientes de combústibles fósiles, ha propiciado la investigación de la biomasa como una materia prima carente de heteroatomos altamente tóxicos. En particular, la biomasa lignocelulósica es una materia prima muy abundante en la naturaleza, y en muchos casos constituye un residuo poco aprovechado. Sin embargo, el material lignocelulósico esta conformado por cadenas de hidrocarburos con un alto contenido de oxígeno que puede ser transformado a hidrocarburos lineales del orden de mezclas del diesel a través de varias reacciones: descarboxilación, descarbonilización, hidrodeoxigenación y craqueo. Diversos procesos se han propuesto para la transformación de la lignina a biocombústibles o a productos de alto valor agregado bajo diversas condiciones de operación (T = 200 – 350 ºC, P = 1 – 7 MPa) y variaciones en la configuración del proceso. Para esto, se han empleado simuladores de proceso y datos experimentales para encontrar las mejores condiciones de operación o la mejor configuración del proceso. Por otro lado, se ha encontrado que el tipo de biomasa puede afectar la composición del bioaceite.
En el presente trabajo, se utilizó un proceso que considera la obtención de un bioaceite a través de pirólisis y una posterior hidrodeoxigenación en un reactor a presiones de 1 – 3 MPa y temperaturas entre 200 – 300 ºC. Se determinó a través de la simulación en Aspen Plus© que a temperaturas de 100 ºC y 2 MPa se obtuvo una mayor proporción de compuestos cíclicos, hidrocarburos lineales y ramificados, a temperaturas por arriba de 300 ºC se obtiene una mayor cantidad de productos aromáticos: benceno, propilbenceno, principalmente. Además, se encontró que la fuente de biomasa puede modificar el rendimiento hacia mezclas de diesel verde debido a la composición del bioaceite en la etapa de

pirólisis.

Grafical Abstract:



BIO-14

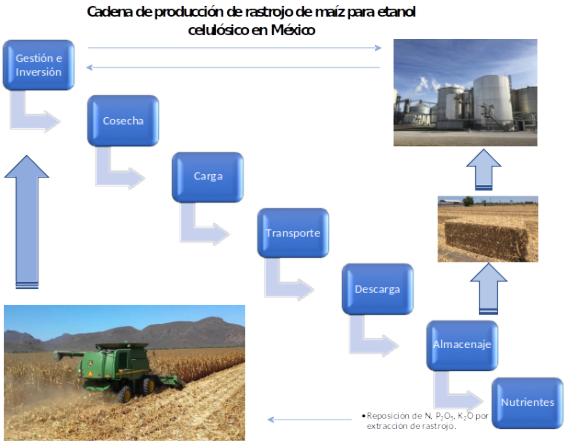
DISEÑO, COSTOS Y SUMINISTRO DE LA CADENA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA ETANOL CELULÓSICO EN MÉXICO.

L. A. Becerra-Pérez [a,*], *M. A. Gastélum-Delgado* [b], *J. A. Posada-Duque* [c],
[a] Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Autónoma de Sinaloa. Blvd. Universitarios y Av. de las Américas, Unidad 3 s/n, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, 80010, MÉXICO.
[b] Facultad de Agronomía, Univeridad Autónoma de Sinaloa. Km 17.5, Carretera Culiacán-Eldorado s/n, Culiacán, Sinaloa, 80000, MÉXICO.
[c] Department of Biotechnology, Delft University of Technology. Van der Maasweg 9, 2629 HZ Delft, THE NETHERLANDS.
**becerra@uas.edu.mx*

Keywords: *Resíduos agrícolas, Etanol celulósico, Rastrojo de maíz, Costos de producción*

Abstract:
El mercado de resíduos agrícolas en México está desintegrado y funciona de manera ineficiente en términos económicos. El aumento de rendimientos en la agrícultura comercial de las últimas décadas trajo aparejado una adición en los volumenes de resíduos producidos, los cuales están causando problemas económicos, sociales y ambientales. Aparte de los usos tradicionales de este tipo de biomasa (alimento animal, principalmente) pocas alternativas se han explorado en México para colocar ese exceso de recursos, llevando al productor a deshacerse del mismo, ya sea, incinerándolo, o en el mejor de los casos, incorporándolo al suelo, lo que incrementa sus costos para el siguiente cultivo. Además, la amplia dispersión sobre el suelo como es dejado el rastrojo y su baja intensidad energética, implica múltiples problemas logísticos para su cosecha y transporte. Por otra parte, la producción de etanol celulósico requiere del suministro de resíduos agrícolas suficientes y oportunos para garantizar la viabilidad económica de una biorefinería, por lo que es necesario desarrollar un mercado eficiente de este tipo de insumo. Aplicando la metodología de cadenas producitvas y el análisis de costos, esta investigación diseña la cadena de rastrojo de maiz, estructurando la logística que se lleva a cabo en campo en cada eslabón y estimando los costos de producción de la misma. Se obtiene el precio mínimo de venta del rastrojo de maiz (MSP-CS) del comercilizador de biomasa, que a la vez sirve para determinar el precio máximo de compra por parte de la planta de etanol celulosico. Lo anterior, contribuye a la formación de precio y da certidumbre en el mercado de los resíduos agrícolas. Finalmente, el estudio estima la cantidad de rastrojo de maíz disponible para etanol celulósico en una región de México, lo cual permite precisar el potencial producitvo de un resíduo agrícola actualmente desaprovechado.

Grafical Abstract:



BIO-15

CRECIMIENTO OPTIMO DE LIPIDOS EN MICROALGAS

M. Rodríguez-Jara [a], *J.R. Castellanos-Castro* [a], *H. Flores-Mejía* [a], *H. Puebla* [a,*],
[a] Posgrado en Ingeniería de Procesos, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Azcapotzalco 02200, MÉXICO
**hpuebla@azc.uam.mx*

Keywords: *Biocombustibles, microalgas, optimización, control.*

Abstract:
Actualmente, los combustibles fósiles son la mayor fuente de energía. Debido a la preocupación por disminuir la contaminación y el agotamiento de recursos no-renovables, diversas materias primas a partir de biomasa se han estudiado para generar combustibles renovables. Las microalgas tienen el potencial de ser fuentes de combustibles renovables debido a que poseen rápidas velocidades de crecimiento y la capacidad de almacenar lípidos de alta calidad y carbohidratos en sus células, útiles para la producción de biocombustibles. Tres clases de reactores biológicos que se usan para el cultivo de microalgas son los foto-biorreactores tubulares, foto-biorreactores de elevación por gas, y foto-biorreactores de placa plana. Independientemente del tipo de foto-biorreactor, su desempeño para la fijación de CO□ y la producción de biomasa depende fuertemente de los parámetros y las condiciones del proceso. Más aun, el cultivo de microalgas en foto-biorreactores está sujeto a fluctuaciones en el medio ambiente, concentraciones de CO□, altas temperaturas, agentes tóxicos, etc. Así, con la finalidad de mejorar el desempeño del cultivo de microalgas en foto-biorreactores es deseable establecer las condiciones óptimas de operación por medio de problemas de optimización y garantizar tales condiciones con esquemas de control que sean prácticos y eficientes. En este trabajo se presentan estudios de optimización y control robusto enfocados al crecimiento óptimo de lípidos en microalgas orientadas a la producción de biodiesel en dos clases de foto-biorreactores. Los resultados muestran que es posible mejorar la producción nominal de lípidos con la metodología propuesta.

BIO-16

OPTIMIZACION DINAMICA Y CONTROL ROBUSTO PARA EL CRECIMIENTO OPTIMO DE BIOPROCESOS SEMI-LOTE

J.R. Castellanos-Castro [a], *A. Velasco-Pérez* [b], *H. Puebla* [a,*],
[a] Posgrado en Ingeniería de Procesos, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Azcapotzalco 02200, MÉXICO.
[b] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana Orizaba, Orizaba, Veracruz, MÉXICO
**hpuebla@azc.uam.mx*

Keywords: *Biocombustibles, eficiencia de procesos, monitoreo, observadores.*

Abstract:
Muchos procesos biotecnológicos se basan en la fermentación. La fermentación consiste en la degradación / conversión de un sustrato inicial a través de la ruptura de la molécula de glucosa (glucolisis) con la producción final de substrato final derivado del substrato inicial. Algunos productos relevantes de la fermentación son diversas levaduras, penicilina, etanol, etc. La fermentación se puede llevar a cabo en reactores biológicos lote, semi-lote y continuos. La operación semi-lote es una de las más utilizadas a nivel industrial. En este modo de operación la corriente de alimentación puede cambiar durante el tiempo de operación sin remover productos. Para garantizar una productividad adecuada se deben proporcionar condiciones óptimas de temperatura, pH, y carga orgánica. La operación convencional de fermentadores semi-lote es dinámica y sujeta a fluctuaciones en variables de operación, incluyendo variaciones ambientales y la actividad de microorganismos. Aún más, para fines de estudios de optimización y control el modelado de esta clase de bioprocesos presenta el problema de la incertidumbre debido a la simplificación del modelo y variaciones paramétricas. En este trabajo se aborda la optimización dinámica y el diseño de esquemas de control basados en modelo considerando incertidumbres para una clase de reactores biológicos semi-lote. Las ideas se ilustran con un modelo de referencia de producción de penicilina. Los resultados muestran que es posible mantener los perfiles óptimos por medio de un esquema robusto simple basado en modelo, el cual se basa en agrupar, estimar y cancelar incertidumbres, asignando la dinámica óptima deseada.

BIO-17

IDENTIFICATION OF POLIHYDROXIALKANOATES IN ARTHROSPIRA MÁXIMA BATCH-CULTURED IN A PHOTO-BIOREACTOR.

J.O. Castillo-Ramírez [a], *H. Velasco-Bedrán* [a,*], *E. Campos-Guzmán* [a], *A. Hernández-Estévez* [a],
[a] Laboratorio de Ingeniería de Bioprocesos Departamento de Ingeniería Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Mexico City, Mexico
**hugvelbed@gmail.com*

Keywords: *Bioplásticos, Arthrospira maxima, Polihidroxibutirato (PHB).*

Abstract:
Polyhydroxialkanoates (PHA) are polyesters of alkanoic acids which are non-toxic, lipid-soluble and easily biodegradable polymers. They appear as intracellular granules for energy storage in certain microbial species. These biopolymers display great biotechnological interest due to their functional resemblance to oil-derived plastics. Previous studies show that Arthrospira platensis synthesizes polyhydoxibutirate (PHB). The aim of the present work was to determine the ability of A. maxima to produce PHB, as also to devise an extraction technique and to determine its chemical nature. Batch cultures of A. maxima at 26 ° C were performed and pH values between 9 to 11 were employed. The cells presented intracellular granules stained with PHA-specific pigments (Sudan B and Nile Blue) observed in optical microscopes and absorbance studies (IR and UV-VIS). Extraction was carried out by sonical cell disruption and solvent solubilization with chloroform.The solution was precipitated by addition of methanol. The highest PHA cell content was found to be 38 % of dry cell mass. The material extracted resembles physically and chemically PHA's and shows a fusion temperature of 280 °C.

BIO-18

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y GLICERINA A PARTIR DE ACEITES VEGETALES RESIDUALES

I.O. Uribe López [a], *J. C. García Martínez* [a], *J.A. Colín Luna* [a], *M.M. González Brambila* [a,*],
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo # 180, Col. Reynosa, Tamps., 02200, Mexico City, Mexico
**margarita.gonzlezbrambila@gmail.com*

Keywords: *Biodiésel, glicerina, aceite vegetal residual*

Abstract:
A lo largo del avance y desarrollo de las urbes mexicanas, han aumentado exponencialmente los residuos grasos dado a que son necesarios en la preparación de alimentos, por lo que su tratamiento ha sido un problema que aqueja a la sociedad mexicana desde hace varios años. Por lo anterior se realizó un proyecto que tiene como objetivo estudiar la factibilidad técnico económica de una planta de producción de biodiesel acoplada a una de transformación de glicerina. Dicha investigación arrojó que la venta de las mezclas B10 – B20 y de la glicerina permiten, la recuperación de la inversión inicial dentro del corto al mediano plazo, permitiendo que el proceso de producción sea de interés económico para los inversionistas. Además de que las mezclas contribuyen a una reducción importante de los contaminantes de carbono y nitrógeno emitidos a la atmósfera. Así mismo se concluyó que el uso de la catálisis homogénea (metanol) en un ambiente alcalino (Hidróxido de sodio) es efectiva para la transesterificación de los diversos triglicéridos presentes en los aceites vegetales residuales. En este trabajo se propone un proceso de acondicionamiento del aceite vegetal residual (AVGR), así como el proceso de separación de los productos (biodiesel y glicerina), donde las etapas de acondicionamiento, producción y purificación son controladas mediante los estándares de calidad presentadas en la ISO 9001.

EDU Education/Educación

EDU-01

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA FORMACIÓN DE DOCENTES DE LA BENM MEDIANTE LA METODOLOGÍA STEAM.

E. I. Rouan García [a,b], *G. Peña Clímaco* [b],
[a] Departamento de Ciencias Naturales, Benemérita Escuela Nacional de Maestros, Calzada México-Tacuba 75, Ciudad de México, C.P. 11330, México.
[b] Departamento de Biofísica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala, Ciudad de México, C. P. 11340, México.
**ivonneroga@hotmail.com*

Keywords: *STEAM, Intervención, Formación docente, Energía.*

Abstract:
En los programas de evaluación internacional de alumnos (PISA), los estudiantes mexicanos han mostrado un pobre desempeño en ciencias y matemáticas, en comparación con los estudiantes de otros países miembros de la OCDE, se considera que estas áreas son áridas, complicadas y abstractas. Se pueden plantear alternativas para mejorar los resultados en los rubros mencionados y promover las vocaciones en las áreas científicas y de ingeniería, tal es el caso del modelo STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática) que tiene como objetivo generar un entorno científico, humanista y tecnológico, en donde los alumnos de cualquier nivel educativo adquieran las competencias necesarias para enfrentar la complejidad que se vislumbra en la sociedad, con un enfoque holístico, es decir, que incluya los ámbitos económicos, políticos, sociales y ambientales, que incluya herramientas digitales, disciplinares y pedagógicas. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una propuesta de intervención en la materia de Ciencias Naturales para apoyar en el desarrollo de competencias científicas en los docentes en formación, generando un efecto multiplicador al pasar al ejercicio profesional como docentes de los niveles educativos básicos, con la posibilidad de implementarse en la educación superior y de posgrado. Se trabajo con dos grupos de estudiantes de la Licenciatura de educación básica, aplicando la metodología STEAM, como una muestra se presenta el desarrollo del tema de Energía eléctrica, el cual, incluye análisis de su importancia, ideas y conceptos básicos, evolución tecnológica, interpretación de datos sobre aprovechamiento y consumo, relación con otros fenómenos naturales del entorno, la electricidad como una forma de energía, como se genera, transporta y distribuye, modelización (esquemática, experimental y matemática), cada tópico seleccionado se inició con preguntas generadoras, a partir de las cuales se realizaron investigaciones, con la generación de hipótesis, predicciones y elaboración de prototipos que demostrarán la generación de conocimiento, su compresión, reflexión, así como, su aplicación.

EFI Efficiency / Eficiencia Energética

EFI-01

METODOLOGÍA DE RELOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES PARA OPTIMIZAR REDES DE INTERCAMBIO DE CALOR

R.I. Núñez-Serna [a] , *L.E. Pedroza-Robles* [a] , *M.G. Hidalgo-Muñoz* [a] , *J.M. Zamora-Mata* [a,*] ,
[a] Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, Ciudad de México, 09340, MÉXICO.
**jmzm@xanum.uam.mx*

Keywords: *redes de intercambio de calor, relocalización servicios auxiliares, optimización, programación no lineal.*

Abstract:
En esta nueva realidad a la que nos enfrentamos, la integración térmica de procesos químicos y de manera particular el diseño de redes de intercambio de calor (RIC), ofrecen estrategias que pueden representar incrementos en la eficiencia energética de los procesos. Las metodologías de síntesis de RIC tienen como objetivo desarrollar diseños con la mejor topología posible y valores óptimos de las variables de decisión, minimizando sus costos totales anuales (CTA) que incluyen costos de servicios auxiliares y costos de capital. Aunque la mayoría de los enfoques de síntesis de RIC se han concentrado en obtener diseños de redes con servicios auxiliares en posiciones extremas, en años recientes varios trabajos han abordado el problema de síntesis buscando un posicionamiento óptimo de calentadores y enfriadores dentro de las secuencias de intercambio de calor de las corrientes de proceso. Para ello, se han desarrollado superestructuras extendidas con sofisticados modelos de programación no lineal entera mixta y algoritmos de solución. Sin embargo, debido a la naturaleza combinatoria y no convexa del problema, con frecuencia se obtienen diseños sub-óptimos incluso para problemas de síntesis relativamente pequeños. En este trabajo se presenta una metodología basada en programación no lineal, proponiendo la relocalización de servicios auxiliares para explorar la generación de diseños de red mejorados como una etapa final de las metodologías de síntesis de RIC, para las que ya se ha producido un diseño de red base. La mejora de los diseños se determina a partir de topologías modificadas en donde los calentadores y enfriadores se colocan en posiciones alternativas respecto a su ubicación original en el diseño de red base. Se presenta un caso de estudio de la literatura para mostrar que con la metodología propuesta se pueden desarrollar diseños mejorados con posicionamiento óptimo de los servicios auxiliares y CTA reducidos.

EFI-02

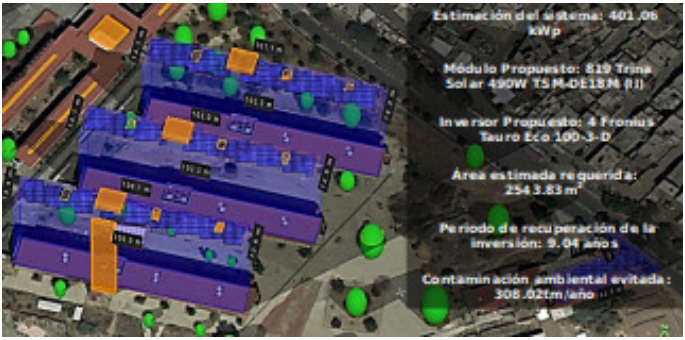
ANÁLISIS, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SFVI EN LA UACM-SLT EN HELIOSCOPE.

R. Flores Ledo [*] ,
[a] San Lorenzo Tezonco, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Prol. San Isidro 151, Iztapalapa, CDMX, 09790, México.
ricardo.flores.ledo@estudiante.uacm.edu.mx

Keywords: *Edificación carbono neto cero, Helioscope, SFVI.*

Abstract:
La siguiente investigación, tiene el objetivo de analizar la factibilidad de un SFVI como un sistema activo sustentable para la eficiencia energética en las edificaciones de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, plantel San Lorenzo Tezonco, con base a los siguientes 4 bloques, los cuales son: social, ambiental, económico y tecnológico. Por medio de la viabilidad de un proyecto de energía renovable, que busca la transición hacia una edificación carbono neto-cero, y así cambiar paulatinamente a un edificio sustentable que reduzca el impacto ambiental.
Así mismo, se realiza un análisis de la facturación eléctrica del consumo anual con tarifa GDMTH de la UACM SLT, y con ello se diseña un sistema SFVI, para implementar por medio de un trabajo deslocalizado con ayuda de la herramienta de google earth, la cual permite realizar las mediciones y proyecciones vía satelital aplicado en los edificios A, B, C y F de la UACM SLT. También la herramienta de Helioscope, es importante para diseñar y simular el SFVI, dado que se puede hacer la proyección de este. Finalmente, estas herramientas conjugadas son útiles para un trabajo a distancia y para la elección de los elementos, como son: Área disponible, Módulos, inversores, cableado, entre otros elementos.
Por otra parte, se aplica una metodología basada en el programa de "CIUDAD SOLAR. Estrategia de sustentabilidad energética para la Ciudad de México". Además de revisar brevemente el apartado de la normativa NOM-001-SEDE referente a los sistemas Fotovoltaicos.
El SFVI a implementar en la UACM-SLT es un sistema para cubrir el 40% del consumo anual, los resultados del análisis realizado son:
ESTIMACION DEL SISTEMA: 401.06 kWp
MÓDULO PROPUESTO: 819 Trina Solar 490W TSM-DE18M (II)
INVERSOR PROPUESTO: 4 Fronius Tauro Eco 100-3-D
ÁREA ESTIMADA REQUERIDA: 2543.83m^2
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EVITADA: 308.02tm/año
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN: 9.04 años

Grafical Abstract:



EFI-03

ANÁLISIS MACROSCÓPICO DE LA COMBUSTIÓN EN CICLOS QUÍMICOS UTILIZANDO ILMENITA COMO ACARREADOR DE OXÍGENO

M.A. Pérez-Méndez [a], *G. Jiménez-García* [b], *R. Huirache-Acuña* [a], *F. Nápoles-Rivera* [a], *R. Maya-Yescas* [a,*],
[a] Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Ciudad Universitaria, 58060, Morelia, Michoacán de Ocampo, México
[b] Departamento de Ingeniería Biomédica, Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro Av. Tecnológico #1, Tzurumutaro, 58660, Pátzcuaro, Michoacán de Ocampo, México
* *rmayay@umich.mx*

Keywords: *Combustión en ciclos químicos, acarreador de oxígeno, calor de reacción, dióxido de carbono, gas de síntesis.*

Abstract:
El acarreador de oxígeno tiene es uno de los principales protagonistas en el diseño de la combustión en ciclos químicos. Para poder considerar algún óxido metálico como candidato a acarreador de oxígeno se deben cumplir diversos criterios, entre los que destacan:
• Exhibir buena reactividad para los ciclos redox.
• Contar con buena capacidad de transporte de oxígeno
. • Ser mecánicamente estable a altas temperaturas.
• Alto punto de fusión.
• Bajo costo de producción.
• Amigable con el ambiente.
La ilmenita, un mineral de titanio y hierro, se ha considerado como candidato muy atractivo a acarreador de oxígeno para combustibles sólidos y gaseosos (Berguerand & Lyngfelt, 2008). Cuando se emplea la ilmenita como acarreador, su forma más reducida es $FeTiO_3$ y su forma oxidada es Fe_2TiO_5 (pseudo-broquita) + TiO_2 (rutilo).
La temperatura de operación para la ilmenita es alrededor de 950° C. De acuerdo con Azis y col. (2010), se observó que durante la oxidación del combustible la temperatura del reactor puede aumentar alrededor de 8° C, mientras que en el reactor regenerador la temperatura puede aumentar hasta 18° C. Cuando los combustibles sólidos se utilizan para el proceso CLC, la conversión a gas ocurre secuencialmente: a) secado, b) volatilización (ec. 1), c) gasificación (ec. 2). Los productos volátiles incluyen CO, H_2, CO_2, H_2O, CH_4 e hidrocarburos más pesados. El gas producido por la volatilización y la gasificación puede ser oxidado por el acarreador de oxígeno (ecs. 3-5) en el combustor, mientras que el acarreador recupera su estado oxidado (ec. 6) durante la regeneración en el reactor complementario (Linderholm, y col., 2014).

$$Combustibleslido \Rightarrow voltiles + carbn \quad (1)$$
$$C + H_2O/CO_2 \Rightarrow CO + H_2/CO \quad (2)$$
$$CH_4 + 4Me_xO_y \Rightarrow CO_2 + 2H_2O + 4Me_xO_{y\text{-}1} \quad (3)$$
$$H_2 + Me_xO_y \Rightarrow H_2O + Me_xO_{y\text{-}1} \quad (4)$$
$$CO + Me_xO_y \Rightarrow CO_2 + Me_xO_{y\text{-}1} \quad (5)$$
$$O_2 + 2Me_xO_{y\text{-}1} \Rightarrow 2Me_xO_y \quad (6)$$

El desarrollo de los balances de masa y de energía en los equipos de proceso involucrados, tomando como base estudios realizados en la literatura y basados profundamente en los aspectos termodinámicos de la ilmenita y su actuar como acarreador para el proceso CLC (ya sea con algún combustible sólido o con combustibles gaseosos), permitirán evaluar diseños y escalamiento de los reactores involucrados en el proceso (Figura 1). Se pretende resolver así uno de los aspectos medulares del diseño, que es comparar las tasas de alimentación de acarreador entre ambos reactores, asegurando las capacidades relativas que debe manejar cada reactor.

Referencias

[1]. Berguerand, N., & Lyngfelt, A. (2008). Design and operation of a 10 kWth chemical.looping-combustor for solid fuels testing with South African coals. Fuel, 87, 2713-2726.

[2]. Azis, M. M., Jerndal, E., Leion, H., & Lyngfelt, T. M. (2010). On the evaluation of syntethic and natural ilmenite using syngas as fuel in chemical-looping-combustion (CLC). Chemical Engineering Research and Design, 88, 1505-1514.

[3]. Linderholm, C., Knutsson, P., Schmitz, M., Markstrom, P., & Lyngfelt, A. (2014). Material balances of carbon, sulfur, nitrogen and ilmenite in a 100 kW CLC reactor system. International Journal of Greenhouse Gas Control, 27, 188-202.

Grafical Abstract:

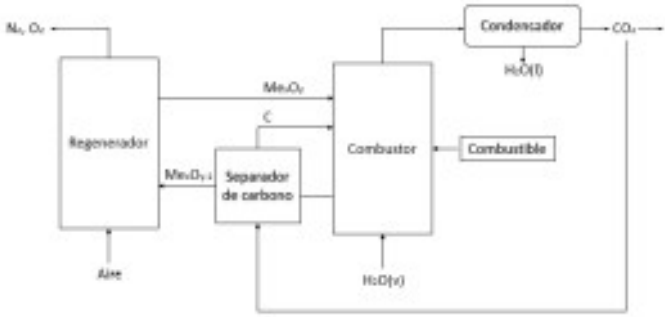


Fig. Esquema de reactores del proceso CLC con combustibles sólidos.

EFI-04

MECANISMO DE REACCIÓN DE LA ILMENITA COMO ACARREADOR DE OXÍGENO DURANTE LA COMBUSTIÓN EN CICLOS QUÍMICOS (CLC)

G.S. Fraga-Cruz [a], *M.A. Pérez-Méndez* [a], *G. Jiménez-García* [b], *R. Huirache-Acuña* [a], *F. Nápoles-Rivera* [a], *R. Maya-Yescas* [a,*],
[a] Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Ciudad Universitaria, 58060, Morelia, Michoacán de Ocampo, México
[b] Departamento de Ingeniería Biomédica, Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro Av. Tecnológico #1, Tzurumutaro, 58660, Pátzcuaro, Michoacán de Ocampo, México
* *rmayay@umich.mx*

Keywords: *Combustión en ciclos químicos, Ilmenita, oxidación-reducción, combustión alterna.*

Abstract:
El material acarreador de oxígeno es clave en la eficiencia energética del sistema de combustión en ciclos químicos (CLC, por sus siglas en inglés). Los acarreadores de oxígeno a base de hierro, níquel y cobre han sido seleccionados como los materiales más prometedores para ser utilizados en el proceso de CLC (Abad, y col., 2011). Sin embargo, la relación costo-beneficio, así como la toxicidad presentada en algunos casos (Ni) (Nandy y col., 2016), ha llevado a explorar otros materiales como los minerales, siendo la ilmenita uno de los que exhiben propiedades adecuadas para el proceso CLC (Linderholm y col., 2014).
Los ciclos de Oxidación-Reducción requeridos para el proceso CLC, generan, cierto efecto en la ilmenita, el cual ha sido analizado previamente por Adánez y colaboradores en 2010. Este efecto está relacionado con la reactividad de la ilmenita, que incrementa con el número de ciclos (durante los primeros 20 ciclos), a este período se le conoce como periodo de activación y después de este periodo la reactividad se mantendrá constante .El número de ciclos del periodo de activación depende de la conversión que se alcance en cada ciclo. La activación de la ilmenita es un proceso relativamente rápido, así la activación puede hacerse durante el proceso de CLC mismo, sin un pre tratamiento previo, por lo qué se planteará un comparativo entre activar la ilmenita previamente o permitir su activación durante el proceso.
La reducción de los componentes de la ilmenita, por ejemplo, cuando la pseudobroquita y la hematita interactúan con el gas de síntesis, se da de la siguiente manera:

Estequiometría para la reducción con H_2:

$$Fe_2TiO5 + TiO_2 + H_2 \Rightarrow 2FeTiO_3 + H_2O \quad (1)$$

$$3Fe_2O_3 + H_2 \Rightarrow 2Fe_3O_4 + H_2O \quad (2)$$

Estequiometría para la reducción con CO:

$$Fe_2TiO_5 + TiO_2 + CO \Rightarrow 2FeTiO_3 + CO_2 \quad (3)$$

$$3Fe_2O_3 + CO \Rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2 \quad (4)$$

Finalmente, la regeneración del acarreador puede seguir dos rutas:

$$4FeTiO_3 + O_2 \Rightarrow 2Fe_2TiO_5 + 2TiO_2 \quad (5)$$

$$4Fe_3O_4 + O_2 \Rightarrow 6Fe_2O_3 \quad (6)$$

Adánez y colaboradores observaron que la ilmenita atraviesa por un proceso de segregación con los ciclos redox que generan más Fe_2O_3 libre y menos Fe_2TiO_5. La capacidad de transporte del oxígeno del Fe_2O_3 es menor (R0, Fe_2O_3 = 3.3%) que la del Fe_2TiO_5 (R0, Fe_2TiO_5=6.7%), la gradual separación de óxido de hierro causa una disminución gradual de la capacidad de la ilmenita de acarrear oxígeno a lo largo de los ciclos. (Adánez, y col., 2010).
La migración del hierro (Figura 1) es resultado del proceso de difusión que ocurre dentro de las partículas. En la ilmenita, el hierro y el titanio migran a regiones con un alto potencial de oxígeno. El hierro (Fe2+) se difunde más rápido que el titanio en el $FeTiO_3$ por lo que la superficie se oxida.

Referencias

[1]. Abad, A., Adánez, J., Cuadrat, A., García-Labiano, F., & de-Diego, P. G. (2010). Kinetics of redox reactions of ilmenite for chemical looping combustion. Chemical Engineering Science, 689-702.
[2]. Nandy A., Loha C., Gu S., Sarkar P., Karmakar A.K., Chatterjee P.K. (2016). Present status and overview of Chemical Looping Combustion technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 597-619.
[3]. Linderholm, C., Knutsson, P., Schmitz, M., Markstrom, P., & Lyngfelt, A. (2014). Material balances of carbon, sulfur, nitrogen and ilmenite in a 100 kW CLC reactor system. International Journal of Greenhouse Gas Control, 27, 188-202.
[4]. Adánez, J., Cuadrat, A., Abad, A., Gayán, P., de-Diego, L., & García-Labiano, F. (2010). Ilmenite activation during consecutive redox cycles in chemical looping combustion. Energy and Fuels, 24, 1402-1413.

Grafical Abstract:

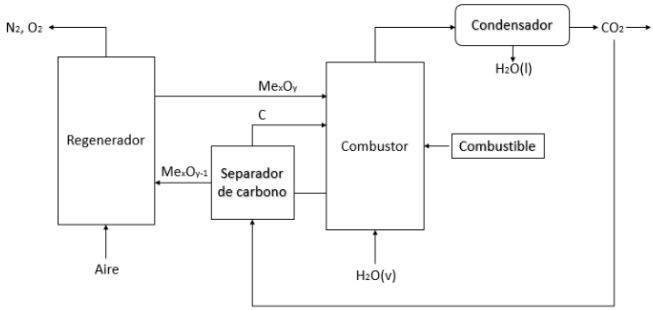


Fig. Representación de la migración de hierro en la ilmenita expuesta al proceso CLC en un reactor a escala con el incremento en el tiempo de residencia. (Knutsson & Linderholm, 2015)

EFI-05

SÍNTESIS DE ESFERAS DE Pt/Al_2O_3-SiO_2 PROMOVIDO CON WO_3 PARA USARSE COMO CATALIZADOR DE COMBUSTIÓN DE CO.

Jennipher Pérez Cabrera [a] , *Arturo Pallares García* [a] , *Citlalli Arrollo* [a] , *José L. Contreras* [a,*] , *Ricardo López Medina* [a] , *J. Eduardo Estrada* [a] , *Beatriz Zeifert* [b] , *Tamara Vázquez* [b] ,
[a] Universidad Autónoma Metropolitana–Azc., CBI-Energía Av. San Pablo 180, Col. Reynosa, 02200 CDMX.
[b] Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, UPALM, Av Instituto Politécnico Nacional s/n, col. Zacatenco, 07738 CDMX.
**jlcl@azc.uam.mx*

Keywords: *partículas esféricas SiO_2-Al_2O_3-WO_x, promotor de combustión de CO.*

Abstract:
La síntesis del promotor de combustión de CO para operar en el regenerador del proceso de Craqueo Catalítico Fluido (FCC) representa un desafío en el desarrollo de materiales catalíticos que deben tener alta resistencia térmica y mecánica. En este estudio se propone un soporte SiO_2-Al_2O_3 de alta resistencia mecánica, promovido con óxidos de tungsteno (WO_x) que inhiben la sinterización de Pt. El soporte SiO_2-Al_2O_3-WO_x fue hecho por un proceso de secado por aspersión, obteniéndose partículas esféricas del orden de 40-80 micras las cuales fueron calcinadas entre 550 °C y 750 °C. Se realizaron análisis sobre la morfología y algunas propiedades físicas y texturales en las partículas de Al_2O_3-SiO_2-WO_x sintetizadas, así como también el efecto de la temperatura de calcinación en el área superficial y diámetro promedio de poro. Posteriormente, se impregnó una baja concentración de Pt (500 ppm) en las microesferas seleccionadas para la combustión de CO. Los materiales se caracterizaron por: XRD, SEM, Microscopía óptica, fisisorción N_2 (área BET), pruebas de resistencia a la fractura de las esferas, Reducción con Temperatura Programada (TPR) y Quimisorción de H_2. Se encontró que el mejor promotor de combustión tuvo una relación WO_3/Pt de 10.6 (atm/atm) y también se mejoró la resistencia mecánica a la fractura de las microesferas.

EFI-06

CONTROL PID CON ESTRUCTURA CLÁSICA ISA A UN INTERCAMBIADOR DE CALOR TIPO EVAPORADOR PARA SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.

J. Mendoza-Quiroz [a] , *I. Ruesga-Bautista* [a] , *M. Salazar-Pereyra* [a] , *Wenceslao C. Bonilla-Blancas** [a,*] ,
[a] División de Ingeniería Mecánica, Mecatrónica e Industrial. Posgrado en Eficiencia Energética y Energías Renovables, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE), Estado de México, 55210, México.
**wcbonilla@tese.edu.mx*

Keywords: *Evaporador, Intercambiador de calor, Control, PID, refrigeración, compresión, vapor*

Abstract:
Este trabajo tiene como objetivo principal controlar la respuesta y las fluctuaciones de temperatura del sistema del intercambiador de calor tipo evaporador con el objetivo de que las variaciones no se magnifiquen en el compresor reduciendo así, los desgastes mecánicos, las sobrepresiones y recalentamiento del vapor.
La metodología general es obtener una ecuación diferencial con parámetros adimensional que describa los cambios en la temperatura del refrigerante que circula por el evaporador. El sistema se analiza con base a los balances de energía y masa en función del tiempo considerando el modelo de la resistencia interna despreciable, es decir, el dominio del fenómeno de transferencia de calor convectivo. La función de transferencia obtenida establece la planta del sistema a lazo cerrado que se le implementa un control PID de estructura clásica ISA por asignación de polos con coeficientes de diseño que denoten a qué tiempo el sistema equilibre a la temperatura del refrigerante deseada (Respuesta del sistema), minimizando las tolerancias de error estacionario reducido y pico máximo. Este modelo de control térmico del evaporador muestra las variaciones de la respuesta de salida en función de las variables termo físicas del sistema, como por ejemplo, la calidad del vapor, temperatura de refrigeración y la transferencia de calor convectiva.

Grafical Abstract:

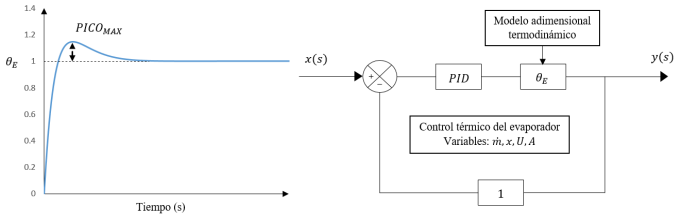


Fig. Control Termodinámico al sistema evaporador

EFI-07

PERFORMANCE OF A CAPSTONE GAS TURBINE BASED POWER PLANT WORKING ON HIGH BUTANE LPG

C.A. Romero Piedrahita [a,*], *Y.A. Carranza Sánchez* [a], *R.Acosta Acosta* [a],
[a] Tecnología Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira, La Julita, Pereira, Risaralda, Código Postal 660003, COLOMBIA.
**cromero@utp.edu.co*

Keywords: *Gas turbine, high butane LPG, electrical generator, performance, power generation*

Abstract:
In this paper there are presented the results of the operational performance of a 30 kW microturbine generator (MTGs) fed with high butane content liquefied petroleum gas, while subjected to a stand-alone test procedure involving steady and transient load conditions. Neither modifications, nor regulations were made to the micro-turbine system for operation on the liquefied petroleum gas. To evaluate the performance, measurements of turbine and generator parameters were gathered from its original unit controller, as load changes were applied by changing load-bank values. For the stand-alone mode detailed graphs of the test results are presented, showing the transparency and robustness of the turbine-generator set to the used fuel, judging by the quality of the output electric parameters. The results from this performance testing provide good insight into the use of high-butane content liquefied petroleum gas as fuel for the tested microturbine. The continuous use of a fuel would need more tests to establish that the life of the critical components of the microturbine are not hampered from what they are on the baseline fuel.
The course of selected performance parameters in the microturbine generator fueled with LPG is described in this document. The analysis of test results of the microturbine under steady-state and transient operation have been made. Both in steady state and transient conditions, values of output power, speed fluctuation, emissions, noise levels, and exhaust gas temperatures remained under acceptable levels.

EFI-08

EVALUACIÓN DE UN EVAPORADOR CON SUPERFICIE RUGOSA EN UN TRANSFORMADOR TÉRMICO POR ABSORCIÓN

I. Ortiz-Rivera [a], *I. Canela-Sánchez* [a], *D. Juárez-Romero* [a], *N.I. Ortega-Mojica* [a], *J. Delgado-Gonzaga* [a,*],

[a] Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, 62209, México.
**javier.delgado@uaem.mx*

Keywords: *Transformador térmico por absorción, Eficiencia de humidificación, Evaporador de superficie rugosa, Mejoramiento de la transferencia de calor, Intercambiador de calor compacto.*

Abstract:
Este trabajo evalúa el rendimiento de un evaporador helicoidal (EV) con textura rugosa. El EV es parte de un transformador térmico por absorción (TTA) que opera con LiBr-H_2O para desalinización de agua. La transferencia de calor en el EV se lleva a cabo por película descendente. Por el lado externo del tubo del EV fluye refrigerante que recibe calor por parte del agua de calentamiento que circula por el lado interno. El tubo de acero inoxidable del cual está fabricado el EV ha sido sometido a un tratamiento con materiales abrasivos para proporcionar una textura que mejore la transferencia de calor con cambio de fase respecto a una superficie lisa. De acuerdo con la textura y tipo de fluido, una superficie rugosa incrementa el área de contacto y el número de sitios para la nucleación [1]. Experimentalmente, se determinaron las condiciones de operación que favorecen el rendimiento del EV y del TTA. Mientras que la eficiencia de humidificación y los coeficientes de transferencia de calor se estimaron mediante el desarrollo de un modelo matemático. Los resultados experimentales fueron comparados con los reportados en un trabajo de referencia [2], el cual constituye una evaluación previa del TTA presente de este trabajo pero con un EV de superficie lisa. En dicho trabajo de referencia se determinó que el EV de superficie lisa limitó el rendimiento del TTA. Los resultados del presente trabajo indican que la textura rugosa mejoró el rendimiento del EV y del TTA, ya que la potencia térmica mejoro 17%, el flujo de agua desalinizada el 8 %y el coeficiente de rendimiento del ciclo termodinámico mejoro 2 %. Finalmente, los resultados del modelo matemático permiten inferir que el tubo rugoso mejora la uniformidad de distribución de la película de refrigerante sobre el EV e incrementa los coeficientes convectivos.

Nomenclatura
Rfr, refigerante
m, flujo másico [kg/s]

Referencias
[1] Webb, R. L. (1981). The evolution of enhanced surface geometries for nucleate boiling. Heat Transfer Engineering, 2(3-4), 46-69.
[2] Delgado-Gonzaga, J., Huicochea, A., Torres-Merino, J., Canela-Sánchez, I., & Juárez-Romero, D. (2017). Performance analysis of a dual component evaporator-absorber of an absorption heat transformer. Desalination and Water Treatment, 73, 175-184.

Grafical Abstract:

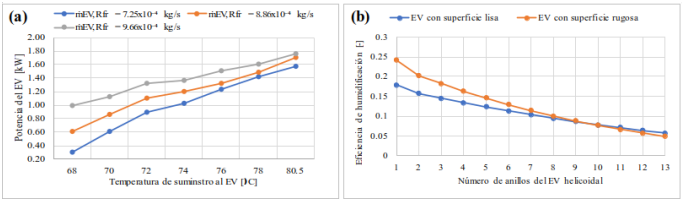


Fig. (a) Potencias térmicas experimentales del EV en función de la temperatura de agua de calentamiento. (b) Estimación teórica de las eficiencias térmicas del EV con superficie rugosa y lisa a condiciones de operación muy similares.

EFI-09

AJUSTE PARAMÉTRICO DE UN MODELO DINÁMICO PARA AUTOMATIZAR EL CONDENSADOR-GENERADOR DE UN TRANSFORMADOR TÉRMICO POR ABSORCIÓN

N.I. Ortega-Mojica [a], *A. Parrales-Bahena* [a], *C. Sánchez-Isaac* [a], *C. Morales-Morales* [a], *J. Delgado-Gonzaga* [a],
[a] Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, 62209, México.
**djuarezr7@gmail.com*

Keywords: *Transformador térmico por absorción, estimación de parámetros, Modelos matemáticos.*

Abstract:
El Transformador Térmico por Absorción (TTA) se ha propuesto como una tecnología factible de ahorro energético, ya que puede recuperar alrededor del 50% de energía residual industrial [1]. Ciertamente, existen diferentes retos con la implementación de esta tecnología. En particular el ajuste manual del flujo y temperatura del agua de alimentación, son las principales variables de control que determinan el comportamiento en el generador (o desorbedor).
Para el análisis del proceso se realizó un modelo matemático que establece parámetros indeterminados (coeficientes de fricción y de transferencia de calor) que no se pueden medir directamente [2]. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo es realizar un modelo matemático que debe ser ajustado al funcionamiento real del proceso de referencia, a partir de los datos experimentales [3]. Primero se realiza un análisis para determinar la influencia de diferentes parámetros asociados con el intercambio de calor. El modelo se resuelve mediante método de Mínimos Cuadrados no lineales (lsqnonlin) disponible en Matlab. Se desarrolló un algoritmo, basado en método de Levenberg-Marquardt (que combina gradiente descendiente y método de Newton) [4]. Este algoritmo se aplica para la estimación de coeficientes de fricción y de transferencia de calor [5].
Finalmente se considera el uso de software gProms (de Siemens-Psenterprise) para el ajuste de modelos dinámicos, en estado estacionario y dinámico.
Por lo tanto, se pretende establecer la relación entre modelo y comportamiento operativo real para mejora de rendimiento del componente dual Generador-Condensador de un TTA.

Referencias

[1] Horuz, I., & Kurt, B. (2010). Absorption heat transformers and an industrial application. Renewable Energy, 35(10), 2175-2181.
[2] Hess, T., Kroll, A., Modén, P. E., & Havre, K. (2001). ABB Dynamic Solutions. ABB Review, 4, 46-54.

[3] Delgado-Gonzaga, J., Huicochea, A., Torres-Merino, J., Canela-Sánchez, I., & Juárez-Romero, D. (2017). Performance analysis of a dual component evaporator-absorber of an absorption heat transformer. Desalination and Water Treatment, 73, 175-184.
[4] Cassou, T., Labat, P., & Polit, M. (1996). The development of a mathematical model of a chemical heat pump. The identification of thermal parameters. Computers & chemical engineering, 20(9), 1113-1122.
[5] Romagnoli, J. A., & Sánchez, M. C. (1999). Data processing and reconciliation for chemical process operations.

EFI-10

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LAS LEYES DE AFINIDAD EN UNA BOMBA CENTRÍFUGA SUMERGIBLE
EXPERIMENTAL EVALUATION OF AFFINITY LAWS IN A SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL PUMP

René Tolentino Eslava, [a], *Pedro Francisco Huerta González* [a], *Ivone Cecilia Torres Rodríguez* [a],
[a] Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco, Departamento de Ingeniería en Control y Automatización
rtolentino@ipn.mx, phuerta@ipn.mx, ictorres@ipn.mx

Keywords: *Bomba Sumergible, Curva Carga-Flujo, Leyes de Afinidad, Variador de Frecuencia*
Submersible Pump, Head-Flow Curve, Affinity Laws, Frequency Inverter

Abstract:
En la industria el 50% de la energía consumida en este sector se emplea en el movimiento de fluidos mediante turbomáquinas, del cual el 14% de energía es empleada por ventiladores y sopladores, 12% por compresores y 24% por bombas. La Comisión Federal de Electricidad suministra energía aproximadamente a 40.7 millones de usuarios, teniéndose un consumo nacional de 218 072 GWh, de este consumo el sector industrial contemplando la mediana y gran industria demanda 83 504 GWh (38.3%) y 40 881 GWh (18.7%) respectivamente, lo que representa 57% del consumo nacional. En la mayor parte de las aplicaciones la regulación del flujo en las turbomáquinas se realiza mediante válvulas, por lo que los motores eléctricos que las accionan trabajan a su carga nominal. Un método que se emplea hoy en día en la regulación de flujo es el variador de frecuencia, el cual suministra la energía requerida por la máquina para cubrir las necesidades, por lo que representa una forma de ahorro de energía. Las leyes de afinidad establecen que la variación del flujo, presión y potencia respecto a la velocidad angular de una turbomáquina es una función lineal, cuadrática y cúbica respectivamente. Por lo que el objetivo de este trabajo es realizar una evaluación experimental de las leyes de afinidad en una bomba sumergible centrífuga accionada por un variador de frecuencia.
Se presenta el comportamiento de las curvas Velocidad Angular–Flujo, Velocidad Angular–Carga y Velocidad Angular–Potencia de una bomba centrífuga sumergible de 0.558 kW (0.75 hp) trifásica. Ésta se encuentra en una instalación experimental integrada por un tanque atmosférico, un sistema de tuberías, medidor de flujo tipo magnético, transmisores de presión, válvulas y accesorios en la que se hace recircular agua a condiciones de la Ciudad de México. El motor de la bomba se acciona con un variador de frecuencia para operar a diferentes velocidades angulares. Las mediciones de flujo y carga se realizaron a frecuencias de operación desde 24 Hz (40% de la velocidad angular nominal) hasta 60 Hz, con incrementos cada 6 Hz (10% de velocidad angular). El flujo se obtuvo del transmisor de flujo que se encuentra ajustado de 0 LPM a 330 LPM. Para la carga, se empleó el transmisor de presión

absoluta (0 psia a 30 psia) que se tiene en la descarga de la bomba y la potencia se determinó con un analizador de energía. Fue necesario medir la presión atmosférica en el laboratorio para obtener la presión manométrica y posteriormente la carga en m H_2O.
Para la frecuencia máxima (60 Hz) se obtuvieron las siguientes condiciones de operación 8.33 m H_2O para un flujo de 0 LPM (válvula cerrada) y 3.22 m H_2O para un flujo de 300 LPM (válvula abierta). Se determinó que no es adecuado operar la bomba a una frecuencia menor de 18 Hz debido, por lo que la frecuencia mínima de operación se estableció a 24 Hz, en la que se obtuvieron los siguientes parámetros, 0.72 m H_2O para un flujo de 0 LPM (válvula cerrada) y 0.30 m H_2O para un flujo de 80 LPM (válvula abierta). La evaluación experimental de las leyes de afinidad permitió obtener las condiciones de operación de la instalación para implementar posteriormente un control de flujo a velocidad variable, con sus respectivas alarmas por flujo alto y bajo, así como por carga alta y baja. Además de realizar estudios experimentales de diversas estrategias de control para el ahorro de energía en bombas centrífugas.

In industry, 50% of the energy consumed in this sector is used in the movement of fluids by means of turbomachines, of which 14% of energy is used by fans and blowers, 12% by compressors and 24% by pumps. The CFE supplies energy to approximately 40.7 million users, with a national consumption of 218 072 GWh, of this consumption the industrial sector contemplating the medium and large industry demands 83 504 GWh (38.3%) and 40 881 GWh (18.7%) respectively, representing 57% of national consumption. In most applications the flow regulation in the turbomachines is done by valves, so the electric motors that drive them work at their nominal load. A method used today in flow regulation is the variable frequency drive, which supplies the energy required by the machine to meet the needs, so it represents a form of energy saving. The affinity laws state that the variation of flow, pressure or head, and power with respect to the angular velocity of a turbomachine is a linear, quadratic and cubic function respectively. So, the objective of this work is to perform an experimental evaluation of the affinity laws in a centrifugal submersible pump driven by a variable frequency drive.
The behavior of the Angular Velocity–Flow, Angular Velocity–Head and Angular Velocity–Power curves of a three-phase submersible centrifugal pump is presented. This is in an experimental facility composed of an atmospheric tank, a piping system, magnetic flow meter, pressure transmitters, valves, and accessories in which water is recirculated to conditions in Mexico City. The pump motor is driven with a variable frequency drive to operate at different angular speeds. Flow and head measurements were performed at operating frequencies from 24 Hz (40% nominal angular velocity) to 60 Hz, with increments every 6 Hz (10% angular velocity). The flow was obtained from the flow transmitter which is set from 0 LPM to 330 LPM. For the head, the absolute pressure transmitter (0 psia to 30 psia) that is held in the pump discharge was used, and the power was determined with an energy analyzer. It was necessary to measure the atmospheric pressure in the laboratory to obtain the gauge pressure and subsequently the head in m H_2O.
For the maximum frequency (60 Hz) the following operating conditions were obtained 8.33 m H_2O for a flow of 0 LPM (closed valve) and 3.22 m H_2O for a flow of 300 LPM (open valve). It was determined that it is not appropriate to operate the pump at a frequency less than 18 Hz due to it, so the minimum operating frequency was set to 24 Hz, at which the following parameters were obtained: 0.72 m H extsubscript2O for a flow of 0 LPM (closed valve) and 0.30 m H_2O for a flow of 80 LPM (open

valve). The experimental evaluation of the affinity laws allowed to obtain the operating conditions of the installation to later implement a flow control at variable speed, with their respective alarms for high and low flow, as well as for high and low head. In addition to conducting experimental studies of various control strategies for energy saving in centrifugal pumps.

EFI-11

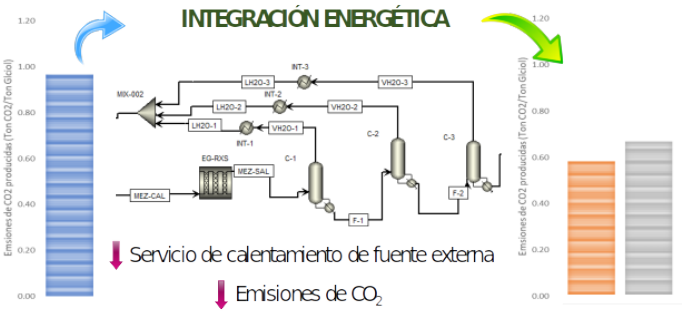
INTEGRACIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL ÓXIDO DE ETILENO A GLICOLES

P. Remigio-Martínez [a], *E. H. Marroquín-Herrer* [a], *H. Pérez-Pastenes* [a], *J. A. Colin-Luna* [b], *C.R. Tapia-Medina* [b], *S. Núñez-Correa* [a,*],
[a] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, 96538, Veracruz, México.
[b] Depto. Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 02200 Azcapotzalco, México.
**sarnunez@uv.mx*

Keywords: *Integración energética, óxido de etileno, glicoles, intercambiador de calor.*

Abstract:
La integración energética es un instrumento fundamental para el sector industrial y para la ingeniería química, ya que su principal propósito es diseñar redes de intercambio de energía, donde se aproveche al máximo todas las posibilidades de calentamiento y enfriamiento entre las corrientes que forma parte del proceso, reduciendo el abastecimiento de fuentes externas. En la actualidad existen diversos métodos de integración energética ya sean heurísticos o termodinámicos. Este trabajo se orienta en la simulación del proceso de transformación del óxido de etileno a glicoles y posteriormente se le realiza el análisis para una integración energética con base a la primera y segunda ley de la termodinámica, aplicándolas acorde a los aspectos importantes del funcionamiento de un intercambiador de calor de contacto indirecto con un arreglo de flujo a contracorriente, generando propuestas donde se reduzca el consumo de servicios externos de calentamiento sin modificar la red de intercambiadores de calor, utilizando el calor latente de tres corrientes seleccionadas del proceso. Se debe tener en cuenta que al realizar la quema de combustibles se obtiene beneficios para al ámbito operativo, pero se genera un factor de contaminación, llamado emisiones de CO_2. Con la asistencia del software Aspen Plus se realizó la simulación del proceso de transformación de óxido de etileno a glicoles, obteniendo los datos necesarios de las corrientes para la integración energética. Por medio de la integración energética se generaron dos propuestas, donde se reduce el consumo de servicio externo de calentamiento y las emisiones de CO2 producidas por la generación de dicho servicio. La propuesta 1 tuvo un porcentaje de disminución de servicio de calentamiento de fuente externa de 39.89% en comparación con el proceso sin integración energética. En el caso de la propuesta 2 la disminución fue de 30.96%.

Grafical Abstract:



ELE Electrical Energy / Energía Eléctrica

ELE-01

FERRO-RESONANCIA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

M. A. Tabares S. [a,*] , *F. Toledo T.* [b] ,
[a] ESIME - Zacatenco IPN, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), Ciudad de México, México
[b] Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco Área Eléctrica, Ciudad de México, México
**mtabaress1900@alumno.ipn.mx, ftoledo2@azc.uam.mx*

Keywords: *Ferro-resonance, Resonance Phenomena, Distribution Systems, Effect Capacitive, Overvoltages.*

Abstract:
Se analiza la probabilidad de incidencia del fenómeno de ferro-resonancia en los sistemas eléctricos de distribución. Este fenómeno se presenta cuando la reactancia de magnetización de un transformador y la capacitancia propia del sistema entran en resonancia. La manifestación de este fenómeno es mediante procesos transitorios que causan la operación incorrecta de los esquemas de protección contra sobrecorrientes y la presencia de sobretensiones que esfuerzan dieléctricamente los componentes de la red, afectando la calidad del suministro de energía.
Se describen los mecanismos de evaluación de parámetros para la determinación de las probabilidades de incidencia del fenómeno para diferentes configuraciones topológicas de la red de distribución. Se aplica la metodología a un sistema de distribución eléctrica de anillo simple a 23kV proponiendo mejoras operativas.
Para el sistema analizado se plantean dos escenarios operativos, diferenciados por condiciones de carga: Con condiciones de operación de poca carga o vacío, los transformadores son susceptibles para la presencia del fenómeno de la ferro-resonancia. Para sistemas con carga superior al 25% se determina la muy baja probabilidad de incidencia del fenómeno de ferro-resonancia.
Para prevenir la incidencia de este fenómeno, se recomienda evitar la operación de sistemas de distribución en vacío o con cargas inferiores al 5%. En el caso en el cual se presente la operación de los transformadores bajo las condiciones de baja o nula carga analizados, se recomienda la instalación de bancos de resistencias, con la finalidad de compensar el estado operativo. La protección contra sobretensiones en extremo de la red de suministro, con la finalidad de proporcionar una trayectoria hacia a tierra de las sobretensiones que se puedan presentar por diferentes fenómenos, y la desconexión del alimentador de respaldo en condiciones de operación de baja carga, ya que presenta los estados más susceptibles para la incidencia del fenómeno de ferro-resonancia.

Grafical Abstract:

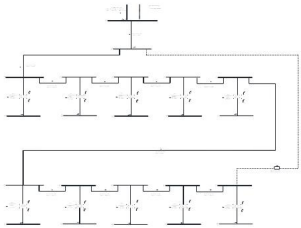


Fig. Diagrama unifilar del sistema de distribución en media tensión bajo análisis.

ELE-02

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PROPIEDADES DE MATERIALES Y MICROESTRUCTURA DE ELECTRODOS EN EL DESEMPEÑO DE BATERÍAS DE ION LITIO

M. Bautista Ramírez [a] , *D. Burgos Pérez* [a] , *H.J. Ávila Paredes* [a] , *G. Ramos Sánchez* [b,*] ,
[a] Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Ciudad de México, Col. Vicentina, C.P. 09340, México.
[b] Departamento de Química, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Ciudad de México, Col. Vicentina, C.P. 09340, México.
**gramossa@conacyt.mx*

Keywords: *Densidad de energía, Densidad de potencia, Batería ion litio.*

Abstract:
Las Baterías de Ion Litio (BIL's) tienen propiedades como alto voltaje nominal (3.8 V) y alta energía específica (100 Wh/kg), las cuales sobresalen de otro tipo de baterías como las de plomo ácido. Sin embargo, sus características como materiales y diseño de electrodos generalmente no son adecuadas para aplicaciones en dispositivos miniaturizados, por ejemplo, en los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT's). Las BIL's de VANT's se ven limitadas por su densidad de energía (196 Wh/kg) y densidad de potencia (429 W/kg). En el presente trabajo se realizó el desarrollo e implementación de una metodología para la evaluación integral de las propiedades de los materiales desde el nivel de escala de celda (10-4 m) hasta el nivel de la BIL (10-2 m).
Se seleccionaron los materiales, a nivel de escala de celda, a partir de una evaluación cualitativa de las propiedades intrínsecas de los componentes de ésta (electrodos, separador y electrolito). Posteriormente, se realizó una evaluación cuantitativa desde la escala de celda, hasta la escala de la BIL, con el fin de evaluar el acoplamiento de los materiales y su respuesta en las salidas de densidad de energía y potencia de la BIL. Se identificó que el cumplimiento en términos energéticos de las características de una BIL de VANT depende además de los materiales, de las características físicas de los electrodos, donde uno de los parámetros de impacto más importantes es el espesor. En consecuencia, mediante experimentos se obtuvieron las salidas de densidad de energía y potencia para electrodos de bajo (100) y alto espesor (200 y 300) a velocidades de descarga de 0.1C, 0.2C, 1C y 2C donde el electrodo de 200 presentó mejor desempeño en términos energéticos a altas velocidades. Esta metodología sienta las bases para posteriores diseños de BIL's para cualquier dispositivo.

ELE-03

MODELING, DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HELMHOLTZ RESONATORS FOR ENVIRONMENTAL NOISE HARVESTING.

D. Aguilar-Torres [a], *O. Jiménez-Ramírez* [a], *R. Vázquez-Medina* [b,*],
[a] Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacan, 04430 CDMX, México.
[b] Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro, 76090 Querétaro, México.
**ruvazquez@ipn.mx*

Keywords: *Helmholtz resonator, Harvesting energy, Piezoelectric transducer, Clean energy.*

Abstract:
Acoustic energy harvesting can be considered one of the options to generate energy in a clean and sustainable way. Currently, noise in different cities around the world can be a viable option as an energy resource that can be used for different purposes. This has been possible by taking advantage of the ability of piezoelectric transducers to convert mechanical disturbances into electrical energy. In this work, we present the modeling, design, and implementation of a Helmholtz resonator array to improve the acoustic energy density by focusing the energy coming from a noise source and amplifying the pressure it produces. We show the numerical, theoretical and experimental evaluation of the designed array of Helmholtz resonators, as well as the effective amplification factor that it produces. For the evaluation of the designed system, a pure 500 Hz signal corresponding to its resonance frequency and an ambient noise condition in a traffic area have been applied to determine the effective gain of the system in energy harvesting. Finally, a comparison of the environmental noise harvesting considering the harvested voltages between the piezoelectric transducer without the Helmholtz resonators array and the piezoelectric transducer embedded in the Helmholtz resonators array is shown.

ELE-04

ANÁLISIS DE ESCENARIOS A LARGO PLAZO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO MEXICANO

D. Toledo-Vázquez [a], *A. Rodríguez Martínez* [a,*], *G. Hernández-Luna* [a], *J. Cerezo-Román* [a], *R. Romero-Domínguez* [a],
[a] Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad No. 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, C.P. 62209, MÉXICO.
**antonio_rodriguez@uaem.mx*

Keywords: *Modelo energético, cambio climático, sector eléctrico, energías renovables, política energética.*

Abstract:
La creciente demanda en el consumo de energía, así como las emisiones generadas por esta actividad impactan directamente al calentamiento global. El vínculo entre la energía y el cambio climático es muy fuerte, la situación es preocupante. Debido a esto debemos de aceptar que el cambio climático es inevitable e impostergable, es necesario que todos los países reduzcan, de manera conjunta y decidida, las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para evitar que los efectos se agraven. México está atendiendo estas dificultades convencido de que el crecimiento económico sostenible es posible. Por esta razón, ha realizado acciones logrando importantes avances, al mismo tiempo que han surgido nuevos retos sociales, económicos y ambientales.
El presente trabajo tiene por objetivo diseñar y desarrollar un modelo energético sustentable para el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), para ello se definen y evalúan posibles escenarios futuros, considerando indicadores sociales, económicos y ambientales. Por medio del modelo energético, se identificarán escenarios optimizados para cumplir objetivos gubernamentales a mediano y largo plazo. Además, se busca reconocer los obstáculos y las oportunidades que permitan acelerar la transición energética.
Se eligió un enfoque de modelado utilizando el software Low Emissions Analysis Platform (LEAP), una herramienta computacional que permite evaluar diversos escenarios de política energética, desarrollo económico, crecimiento demográfico, progreso tecnológico e impacto ambiental.
Con los resultados obtenidos se puede demostrar que es posible alcanzar un escenario sustentable mediante una matriz adecuada de tecnologías, incorporando energías renovables, considerando la disponibilidad de los recursos del país, así como el cumplimiento de las políticas energéticas vigentes.

ELE-05

UN ENFOQUE DE CONTROL DE SEGUIMIENTO DE PERFILES DE VELOCIDAD PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS USANDO MOTORES DE INDUCCIÓN

O. A. Pérez-Flores [a,*], *Francisco Beltran-Carbajal* [a], *T. N. García-Santiago* [a], *C. E. Ramírez-Castelán* [a],

[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo No. 180 Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200 México.
al2193803353@azc.uam.mx

Keywords: *Motor de inducción, Vehículo eléctrico, Control de velocidad, Seguimiento de trayectorias.*

Abstract:
Existe un interés creciente en el desarrollo de nuevas tecnologías de control automático que contribuyan a la reestructuración del sector transporte con el uso de energía limpias. En este contexto, el control eficiente del motor de inducción en vehículos eléctricos es esencial, ya que el motor eléctrico representa el componente principal en el sistema de transmisión de potencia mecánica. En este artículo se presenta una estrategia de control para el seguimiento de trayectorias de velocidad planificadas para la operación de un vehículo propulsado por un motor de inducción trifásico. Se evalúa el desempeño del control de un motor de inducción trifásico con respecto a diferentes trayectorias de movimiento planificadas mediante curvas de Bézier para la dinámica del vehículo. Los resultados de simulación computacional verifican la efectividad en la implementación del controlador en distintos escenarios de operación del vehículo eléctrico.

ELE-06

DESARROLLO DE UNA TARJETA PARA EVALUAR EL ESTADO DE CARGA EN UNA BATERÍA.

O. Jiménez-Ramírez [a], *M. A. Medina-Hernández* [a], *J. A. Rosales-Juárez* [a], *D. Aguilar-Torres* [a], *R. Vázquez-Medina* [b,*],
[a] Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacan, 04430 CDMX, México.
[b] Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro, 76090 Querétaro, México.
**ruvazquez@ipn.mx*

Keywords: *Batería, Estado de carga, Carga rápida, Parámetros de carga, Tarjeta.*

Abstract:
La carga rápida es un problema de varias escalas, por lo tanto, se requieren conocimientos de variables de la batería tales como: corriente, voltaje y temperatura para comprender y mejorar el rendimiento de la carga rápida. Existen diferentes protocolos de carga rápida alternativos, en todos estos protocolos es necesario medir corriente y voltaje para hacer una evaluación de estado de la batería. Además, con el conocimiento de estas variables se pueden aplicar estrategias para evaluar diferentes modelos matemáticos y describir el comportamiento del estado de carga de un batería. En este trabajo se presenta el desarrollo de hardware y software para una tarjeta electrónica que permite medir variables en corriente, voltaje y temperatura para una batería de ion-litio.

ELE-07

DISEÑO DE UN CONTROLADOR PD DIGITAL PARA LA CARGA DE BATERÍAS A TRAVÉS DE UN CONVERTIDOR BUCK.

O. Flores-Acoltzi [a], *O. Jiménez-Ramírez* [a], *E. Brito-Brito* [a], *D. Aguilar-Torres* [a], *J. Jiménez-Ramírez* [a], *R. Vázquez-Medina* [b,*],
[a] Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacan, 04430 CDMX, México.
[b] Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro, 76090 Querétaro, México.
**ruvazquez@ipn.mx*

Keywords: *Batería, Controlador, Carga rápida, Convertidor, PWM.*

Abstract:
Este trabajo presenta el diseño e implementación la de un controlador Proporcional Derivativo (PD) digital para regular la corriente en un convertidor CD-CD basado en la tensión de modulación de ancho de pulso (PWM) para fines de carga rápida en una batería ION-Litio. Para fines de carga rápida, se construye un modo de carga de corriente compuesto por un banco de baterías de carga en conjunto con una resistencia de baja impedancia. Una vez que el voltaje de la batería recargable alcanza el valor de voltaje de salida preestablecido durante el modo de carga de corriente, el modo de carga de voltaje constante debe tomarse para hacer la carga de la batería. Independientemente de que se utilice un modo de tensión/corriente para la carga de la batería, el convertidor PWM con ciclo de trabajo de sintonización es necesario para obtener varias tensiones de salida para cargar la batería. La estrategia propuesta de control de modulación de ancho de pulso (PWM), se basa en un controlador digital PD, que se aplica a la carga de baterías para el convertidor buck.

ELE-08

THEORETICAL STUDY OF $Sr_2FeNb_{1-x}Ti_xO_6$ SYSTEM: ELECTRONIC AND MAGNETIC PROPERTIES

J. L. Rosas [a,*], *J. León-Flores* [b], *J. E. Antonio* [c], *H. Muñoz* [c], *P. E. Arévalo-López* [a], *E. Carvajal* [c], *R. Escamilla* [d], *M. Romero* [a],

[a] Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. A.P. 70-399, Ciudad de México, 04510, México

[b] Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria No 3000, Coyoacán, Ciudad de México, México. C. P. 04510

[c] Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacan, Instituto Politécnico Nacional. Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México

[d] Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. A.P. 70-360, Ciudad de México, 04510, México

**joseluis_rosas@comunidad.unam.mx*

Keywords: *$Sr_2FeNb_{1-x}Ti_xO_6$, DFT calculations, electronic and magnetic properties.*

Abstract:
Perovskite-type compounds are intensely studied nowadays due to the great diversity of properties that present, moreover, the versatility of being able to make chemical substitutions in these compounds allows the modulation of the properties. The Sr_2FeNbO_6 compound is very interesting since it has shown an antiferromagnetic behavior with a T Néel of 35K, and mainly due to its photocatalytic properties and the energy band gap around 2 eV, therefore, it is considered as a material with high potential to be used in the generation of clean energy and hydrogen, as well as electrode in fuel cells. On the other hand, the Sr_2FeTiO_6 compound exhibits a half-metal and ferromagnetic behavior in its ground state. In this work, the systematic study of the electronic and magnetic properties of the $Sr_2FeNb_{1-x}Ti_xO_6$ system is presented within the framework of the Density Functional Theory, seeking the modulation of the energy band gap, as well as the magnetic transition.
Acknowledgments: This work was supported by project DGAPA-UNAM IA105121, IN115219, and IN101421 and SIP-IPN 20210203. J. L. Rosas-Huerta acknowledges the postdoctoral grant by Dirección General de Asuntos del Personal Académico: Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM. J. E. Antonio, H. Muñoz, acknowledge the Ph.D. scholarship that was granted by CONACYT and BEIFI-IPN.

ELE-09

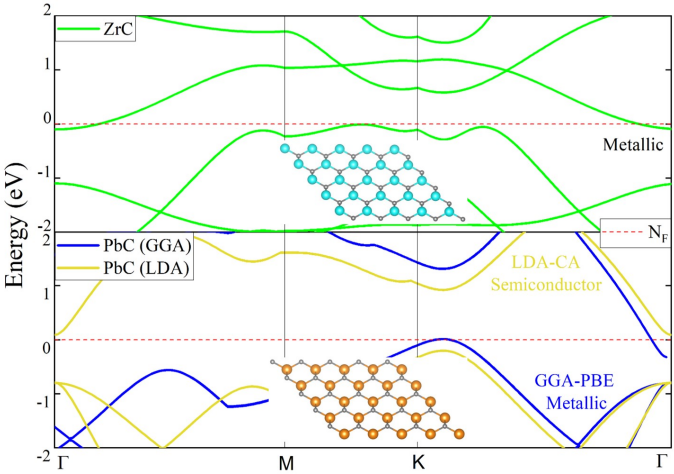
ELECTRONIC PROPERTIES OF MONOLAYER ZIRCONIUM AND LEAD CARBIDE

H. Muñoz [a], *J. E. Antonio* [a], *R. Escamilla* [b], *M. Romero* [c], ,*E. Carvajal* [a,*],
[a] Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional, Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México.
[b] Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-360, Ciudad de México, 04510, México.
[c] Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-399, México Ciudad de México, 04510, México.
**ecarvajalq@ipn.mx*

Keywords: *carbides, monolayer, DFT, electronic properties*

Abstract:
This study describes the electronic properties of zirconium carbide (ZrC) and lead (PbC) monolayers, first-principles calculations were performed to obtain these properties, based on the Density Functional Theory (DFT), using the SIESTA code with the generalized gradient (GGA) and local density (LDA) approximations. Monolayers with three configurations (non-magnetic, ferromagnetic and antiferromagnetic) were modeled to evaluate the most stable structure, but all monolayers were generated parallel to the (1 1 1) crystallographic plane. The results obtained for the ZrC were compared with experimental and theoretical data previously reported (Z. Hicham, et al., 2020, A. Takashi, et al., 2014). On the other hand, because the bulk PbC could not be synthesized, the results obtained are only contrasted with the theoretical results obtained by Wang and Ye (S.Q. Wang and H. Q. Ye, 2002), who describe this compound as a typical diamond structure.
The results obtained in this work indicate that the lattice parameters, calculated for the ZrC, are greater than those reported (experimental data), but are in agreement with that reported by Takashi, et al. In the case of PbC, the lattice parameters with LDA are greater than GGA calculations. The monolayers present a metallic behavior, except for the PbC monolayer, which exhibits a semiconductor material (when calculations are done with LDA). The non-magnetic configuration, whose calculations were made with the GGA, is the most stable structure among the modeled monolayers. The electronic properties calculated for the ZrC and PbC monolayers suggest that they can be used in energy storage due to the similarity with the electronic properties of the monolayers (H. Şahin, et al., 2009) that are energetically viable for hydrogen storage (B. Cid, et al., 2021, M. Zhou, et al., 2010).

Grafical Abstract:



ELE-10

Li ATOMS' SUBSTITUTION EFFECTS ON THE STRUCTURAL, ELECTRONIC AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE $CaSnO_3$ PEROVSKITE

J. E. Antonio [a,*], *H. Muñoz* [a], *J. L. Rosas-Huerta* [b], *R. Escamilla* [c], *E. Carvajal* [a],
[a] ESIME-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional, Av. Santa Ana 1000, 04440, Ciudad de México, México.
[b] Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70-399, 04510, Ciudad de México, México.
[c] Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70-360, 04510, Ciudad de México, México.
**jaime.antonio.gin2017@gmail.com*

Keywords: *$CaSnO_3$, DFT calculations, Lithium-ion batteries.*

Abstract:
The energy demand has increased due to the massive use of mobile devices (cell phones, tablets, laptops, among others), that need to store electrical energy to release it later, as required by the device operation. Calcium stannate ($CaSnO_3$) is a simple perovskite that has been studied as an anode material for lithium-ion batteries and has a reversible capacity of 380 mAh/g. On the other hand, the Li atoms' substitution in $CaSnO_3$ have not been studied. In the present work, a systematic study was made on the substitution of Ca by Li atoms, by means of the Density Functional Theory and the Generalized Gradient Approximation. The bulk material symmetry is orthorhombic and the compound behaves as a p-type semiconductor with an energy gap of 2.190 eV. Conversely, the systems with Li atoms change the symmetry, while their electronic behavior is the corresponding to a conductor. Finally, the mechanical resistance decreases as the Li amount in the system increases.
Acknowledgments: This work was partially supported by the multidisciplinary project SIP-IPN 20201114, 20210203, and PAPPIT-UNAM IN101421. J.E. Antonio want to acknowledge support from CONACYT and BEIFI-IPN. J.L. Rosas-Huerta acknowledges the postdoctoral scholarship granted by Dirección General de Asuntos del Personal Académico: Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM.

GEO Geothermal / Geotérmica

GEO-01

ANÁLISIS TERMODINÁMICO DE UNA CENTRAL DE ENERGÍA GEOTÉRMICA: DOS CÁMARAS FLASH VS. HÍBRIDO

T. M. Galicia Durán [a] , *M. Salazar Pereyra* [a] , *W. C. Bonilla Blancas* [a,*] ,
[a] División de Ingeniería Mecatrónica e Industrial, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,Av. Tecnológico Esq. Av. Hank González, Valle de Anáhuac, Ecatepec 55210, México.
**wcbonilla@tese.edu.mx*

Keywords: *Análisis Termodinámico, Geotérmica, Punto de Pliegue, Pinch Point.*

Abstract:
El presente trabajo presenta el análisis termodinámico de una planta geotérmica con dos propuestas de configuración: (I) dos cámaras flash e (II) híbrida con un ciclo de cámara flash y un ciclo binario secundario, para determinar cuál es la configuración que genera más potencia. Considerando como escenario base la temperatura inicial de 200°C y la presión de la primera cámara flash de 2 bar. Generando variaciones en la temperatura inicial de 150-200 ºC y en la presión de la primera cámara flash de 0.2 a 8 bars. Además, en el ciclo híbrido se examinó el efecto que tiene la selección del fluido secundario, evaluando el propano, amoniaco y R134a en los ciclos híbridos.
La configuración con mayor potencia (7,496 KJ/s) en las condiciones del escenario base se obtiene con el ciclo hibrido con un flujo secundario de propano. No obstante, variando las condiciones de temperatura inicial y presión de la primera cámara, la máxima potencia (9,352 KJ/s) se observa en la configuración hibrida con amoniaco como fluido secundario, a una presión de 5.68 bar y 200°C, que también representa la mejor eficiencia. En la configuración hibrida el ΔT Punto de Pliegue no impacta en los resultados, lo que afecta a la potencia total es el ΔT Pinch Point, entre menor el ΔT Pinch Point mayor la potencia total generada, los mejores valores son ΔT Punto de Pliegue de 25 y ΔT Pinch Point de 5.

HYD Hydrogen / Hidrógeno

HYD-01

GASIFICACIÓN CATALÍTICA DE 2-METOXI-4-METÍLFENOL PARA PRODUCIR H_2: MODELAMIENTO TERMODINÁMICO

M. G. Navarro Salazar [a], *A. Talavera López* [b], *A. Calzada Hernández* [c], *B. Serrano Rosales* [a,b,c,*],
[a] Maestría en Ciencia y Tecnología Química,
[b] Programa de Ingeniería Química, Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Edificio 6. Carretera a Guadalajara Km. 7, Ejido La Escondida, Zacatecas, Zac., C.P. 98160, MÉXICO.
[c] Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Edificio 14. Carretera a Guadalajara Km. 7, Ejido La Escondida, Zacatecas, Zac., C.P. 98160, MÉXICO.
**themacros123@gmail.com*

Keywords: *Gasificación, 2-metoxi-4-metílfenol, Hidrogeno, Níquel, Modelo Termodinámico.*

Abstract:
La crisis energética que enfrenta la humanidad, ante el inminente agotamiento de los combustibles fósiles requiere de la búsqueda de fuentes alternativas y renovables de energía. La producción de H_2 como vector energético es una gran alternativa para sustituirlos. La gasificación de biomasa es un proceso de conversión termoquímico, donde se produce una mezcla de gases conteniendo principalmente H_2 y además CO, CO_2 y CH_4.
El 2-metoxi-4-metílfenol (2M4MF) es un monómero de la lignina. En el presente trabajo se reportan los resultados de la gasificación de 2M4MF y sargazo en el reactor CREC Riser Simulator, usando catalizadores de 5%Ni/γ-Al_2O_3 promovidos con 0.25%Ru y co-promovidos con 0.25%Ru y diferentes cargas de La o Ce (0.75 o 1.25%) y se propone un modelo termodinámico para predecir la composición de la mezcla gaseosa en el equilibrio químico.
Los resultados de la gasificación de 2M4MF muestran que los catalizadores 5%Ni/γ-Al_2O_3, 5%Ni-0.25%Ru/γ-Al_2O_3 y 5%Ni-0.25%Ru-0.75%Ce/γ-Al_2O_3 reportaron fracciones molares de H_2 de 0.64, 0.67 y 0.71 respectivamente. Lo anterior indica el efecto benéfico de la adición de Ru y Ce como promotores. Cabe resaltar, que la mayor producción de H_2 se obtuvo con el catalizador de 5%Ni-0.25%Ru-0.75%Ce/γ-Al_2O_3 a 550°C y 20 s de reacción. A su vez, en la gasificación térmica de sargazo a 550°C, se observa que los principales productos son CO_2 con una fracción molar de 0.52 y H_2 con 0.37.
Se propuso un modelo termodinámico para predecir las composiciones en equilibrio de los productos de la gasificación de 2M4MF, basado en la reacción primaria y en un conjunto de reacciones secundarias linealmente independientes. Las variables fueron los coeficientes estequiométricos para cada compuesto y se consiguió una predicción razonable de las tendencias y valores de los datos experimentales. Esto

es muy prometedor para establecer criterios de escalamiento del reactor.

Grafical Abstract:

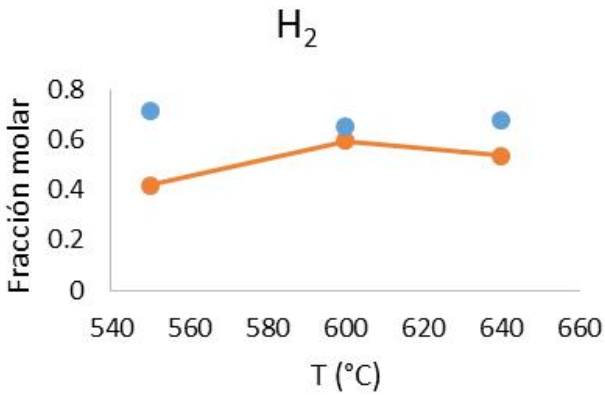


Fig. Comparación de los resultados experimentales (puntos) vs modelo (línea) para los productos de la gasificación de 2M4MF a las temperaturas de reacción.

HYD-02

MODELO TEÓRICO DE UNA CELDA DE COMBUSTIBLE CON USO DE ÁCIDO ASCÓRBICO
THEORETICAL MODEL OF A FUEL CELL WITH THE USE OF ASCORBIC ACID

L. A. de la Vega Ibarra [a,*], *R. de la Vega – Ibarra* [a], *L. J. Hernández- Mora* [a], *J.C. García Martínez* [b],
[a] Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Unidad Profesional Adolfo López Mateos "Zacatenco", edificio 5, Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07300, Ciudad de México.
[b] Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Departamento de Biofísica. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N. Col. Santo Tomás, Ciudad de México, 11340, México.
* *ldelavegai@ipn.mx*

Keywords: *Celda de combustible, densidad de potencia, densidad de carga, ácido ascórbico y concentración.*

Abstract:
En este trabajo se muestran datos experimentales obtenidos en de una celda de hidrógeno tipo PEM, por sus siglas en inglés (Proton Exchange Membrane), con el objetivo de poder obtener un modelo teórico del comportamiento de la celda y con ello conocer un punto óptimo de operación el cual garantiza la mayor cantidad de densidad de potencia y densidad de carga que se puede obtener en una celda de combustible tipo PEM. Esta celda la cual está constituida principalmente por tres zonas, las cuales son, a) un electrodo cargado negativamente (cátodo), b) un electrodo cargado positivamente (ánodo), y c) la membrana de intercambio protónico, la cual separa físicamente el hidrógeno y el oxígeno, dicha membrana es un polímero, su principal función es permitir el flujo de los iones de hidrógeno (H+) y no permitir el paso de electrones.
El combustible, es el elemento hidrógeno, el cual es introducido a la celda de combustible por el lado del ánodo y guiado a través de una capa difusora donde se lleva a cabo la reacción de oxidación del hidrógeno.
El ácido ascórbico ($C_6 H_8 O_6$) (AA) es un sólido en forma de cristal cuyas propiedades son las siguientes es, incoloro, inodoro, y sólido, también es soluble en agua, tiene un sabor ácido, su nombre comercial es el de la vitamina C. El ácido ascórbico AA, se investiga como un combustible alternativo renovable para celdas de combustible. El compuesto es ecológica y biológicamente amigable, el AA ha sido estudiado experimentalmente bajo condiciones de operación en una celda de combustible. Al suministrarle el ácido ascórbico AA a la celda de combustible se han obtenido mayores cantidades de energía producida, al aumentar las cantidades de ácido ascórbico para distintas concentraciones se observa un aumento en

la producción de energía, el principal objetivo es encontrar la concentración del AA suministrado y la cantidad de energía que puede producir, se trata de determinar un punto óptimo de operación, al realizar un ajuste polinomial a los datos experimentales se obtuvo un polinomio de quinto grado, el cual describe el comportamiento de la celda y con ello fue posible encontrar el punto óptimo de operación de la celda de combustible tipo PEM.

Grafical Abstract:

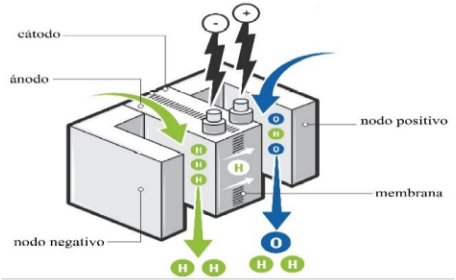


Figura 1. Esquema de la celda de combustible

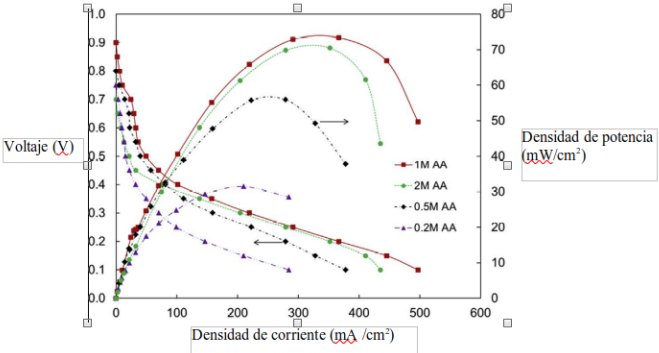


Figura 2. Gráficas para distintas concentraciones de ácido ascórbico

Fig.

HYD-03

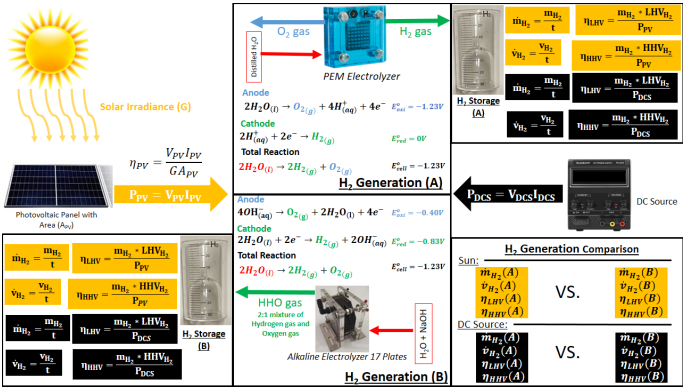
ENERGETIC ANALYSIS AND COMPARISON OF A PEM ELECTROLYZER AND AN ALKALINE ELECTROLYZER.

R.D. Bailón Pérez [a,*], *J.R. Rodríguez Mejía* [a], *A. Woocay Prieto* [a],
[a] Departamento de Metalmecánica, Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Juárez, Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, Ciudad Juárez, Chihuahua, 32500, MÉXICO.
**roddav96@gmail.com*

Keywords: *Hydrogen Energy, Electrolysis, Solar Energy, Renewable Energy, Energy Efficiency.*

Abstract:
While the fossil fuel era permitted the obtention of large amounts of energy from a powerful source, electrical energy generation by fossil fuels has also proven to be a main source of air pollution, affecting both the environment and human health. Surprisingly, statistical reviews on world energy show that pollution due to fossil fuels consumption has been growing over the last years.
This red flag drew the attention of the science and engineering sector, urging to seek pollution-free alternatives of electrical energy generation. Renewable energy sources have been strong candidates for supplying energy to the world, gradually increasing their participation on world energy generation. Still, they show an improvement opportunity: the storage of the converted electrical energy from the environment. Manufacturing current ways of energy storage such as Li-batteries is known to leave a massive carbon footprint.
Since H_2 (hydrogen gas) can be used to generate electricity (using a fuel cell), H_2 production by electrolysis (green H_2) is a fetching energy storage mechanism. When an electrolyzer is electrically supplied by a renewable energy source (i.e. Solar Energy) part of the electricity generated by the panel is used to dissociate water into O_2 and H_2 (electrolysis). Hence, storing energy as H_2.
This paper explores H_2 production by electrolysis using 2 electrolyzer types: PEM and alkaline. A comparison of the separate operation of both electrolyzers is offered under 2 separate conditions: electrically supplied by a Photovoltaic Panel and electrically supplied by a DC source. The amount of H_2 produced (energy stored as H_2), mass and volumetric flows of H_2 (flow of energy in the form of H_2) and the energy conversion efficiencies based on the heating values of H_2 (percentage of available energy in the form of H_2 given the input energy) for both electrolyzers are compared under the mentioned separate conditions.

Grafical Abstract:



HYD-04

PRODUCCION DE HIDROGENO POR REFORMADO CON VAPOR DE ETANOL CON REGENERACION CICLICA

J. L. Contreras [a,*], *A. Hernández* [a], *B. Zeifert* [b], *J. Salmones* [b], *T. Vázquez* [b], *D. Angeles* [a], *G.Fuentes* [c], *L. Nuño* [a],

[a] Departamento de Energia, Universidad Autonoma Metropolitana, Azcapotzalco, Av. Sn. Pablo 180, Col. Reynosa, Ciudad de Mexico, C. P. 02200, México.

[b] ESIQIE, Instituto Politécnico Nacional , UPALM, Zacatenco, Mexico City, 07738, Mexico.

[c] Departamento de Ingenieria de Procesos e Hidráulica, Universidad Autonoma Metropolitana-Iztapalapa,CBI-IPH, Ciudad de Mexico, 09340, Mexico

**jlcl@azc.uam.mx*

Keywords: *Hidrogeno, Ni-Co-Hidrotalcita-WOx, Catalizadores, Reformado de etanol.*

Abstract:

Catalizadores bimetálicos de Ni-Co/ex-hidrotalcita estabilizados con óxidos de tungsteno (WOx) se han investigado en la reacción de reformado con vapor de etanol (ESR) para producir H_2. Se encontró que el catalizador con una relación atómica Ni/Co de 2.22 resultó ser la mejor en conversión y selectividad a la producción de H_2. Este catalizador mostró el mayor número de partículas pequeñas (<50 nm) en comparación con los catalizadores monometalicos de Ni y Co. El NiO se redujo completamente a Ni metalico y el Co_3O_4 se redujo parcialmente de CoO a Co. Las partículas de Co y Ni metálico fueron soportadas en exhidrotalcitas compuestas por MgO, $MgAl_2O_4$ y Al_2O_3 estabilizados con pequeñas cantidades de WO_x (0.5% W).

Los catalizadores de Ni-Co, Ni y Co demostraron ser estables en la reacción ESR con regeneración "In situ" en funcionamiento cíclico a 600 C en un periodo de 12 horas.

Se propone un proceso de reacción y de separación de los productos de reacción principalmente compuestos de H_2, CO_2, CO y CH_4, utilizando condensadores y adsorberdores de lecho fijo para la eliminación de H_2O, CO_2, CH_4 y CO.

Grafical Abstract:

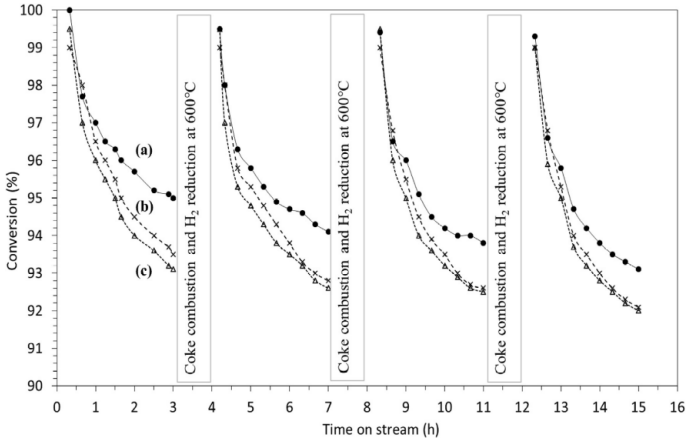


Fig. Conversión de etanol mediante regeneración cíclica ”in situ” frente al tiempo en funcionamiento para los catalizadores: (a) NiCo-1, (b) Co-18, (c) Ni-10, GHSV de 1045 h-1, moles de H2O / mol de etanol 4/1, temperatura de reacción 600°C.

HYD-05

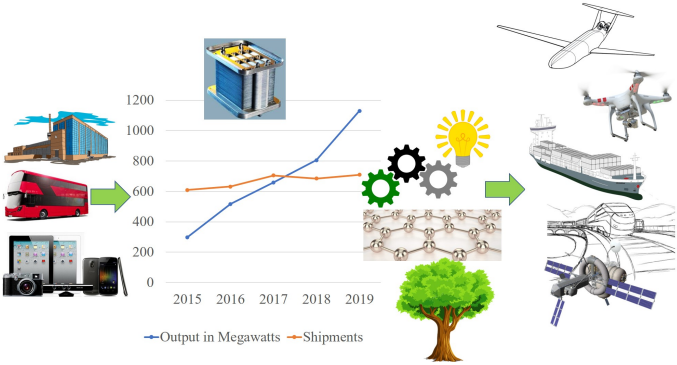
FUEL CELLS DEVELOPMENT, APPLICATION AREAS AND ACTUAL CHALLENGES

H. Muñoz [a], *J. E. Antonio* [a], *R. Escamilla* [b], *E. Carvajal* [a,*],
[a] Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional, Av. Santa Ana 1000, Ciudad de México, 04440, México.
[b] Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-360, Ciudad de México, 04510, México.
**ecarvajalq@ipn.mx*

Keywords: *fuel cell, trends, technology, challenges*

Abstract:
This work offers a review of the developments in fuel cell technology over time and provides an analysis of the new energy challenges to extend the use of these devices considering the optimization of available natural resources and environmental conservation. The main technologies were investigated by comparing their efficiencies with fuel cells at three levels: high, medium and low power. In addition, as it is a review work, the types of cells and their productivity trends by sector are described, countries striving to increase the use of this technology in daily life have also been identified through multi-year financial planning. Another particularly important point is the description of the advantages and disadvantages since they promote commercial growth due to the great energy efficiency of these devices. Finally, there is a clear need to understand the areas of opportunity that are opened through the innovation of systems and the investigation of new materials, which help in energy optimization for sustainable environmental development.

Grafical Abstract:



HYD-06

MONITOREO DE UN FOTO-FERMENTADOR PARA PRODUCCIÓN DE HIDROGENO: OBSERVABILIDAD Y DISEÑO DE OBSERVADOR

H. Flores-Mejía [a], *R. Aguilar-López* [b], *H. Puebla* [a,*],
[a] Posgrado en Ingeniería de Procesos, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Azcapotzalco 02200, MÉXICO.
[b] Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV Zacatenco, Gustavo A. Madero, MÉXICO
**hpuebla@azc.uam.mx*

Keywords: *Biocombustibles, eficiencia de procesos, monitoreo, observadores.*

Abstract:
Uno de los mayores obstáculos para el diagnóstico, monitoreo y control de bioprocesos es la ausencia de sensores para la medición de variables clave que tengan las siguientes características: (i) en línea, (ii) confiables, (iii) no intrusivos, (iv) esterilizables, y (v) con buenas propiedades de robustez. En la literatura se han propuesto los sensores suaves u observadores de estados para la estimación de estados no medibles en una gran cantidad de bioprocesos. Un observador de estados es un sistema dinámico que reconstruye estados no medidos de un sistema con base a un modelo dinámico del sistema y de las mediciones disponibles. Previo al diseño del observador, se debe analizar la propiedad de observabilidad, la cual se ha estudiado usando diferentes aproximaciones. En años recientes se han generado nuevas técnicas de observabilidad que permiten identificar las variables mínimas a medir para la estimación de las variables de interés para fines de diagnostico y control de procesos. En este trabajo se presenta la aplicación de tales técnicas, incluyendo diagramas de inferencia, índices de observabilidad y un gramiano empírico, a un modelo de referencia de producción de hidrogeno por foto-fermentación. El modelo del foto-fermentador considera tres especies, biomasa, substrato e hidrogeno, y se ha abordado en varios estudios de estimación de estados y control de bioprocesos. Los resultados permiten identificar las variables que se pueden estimar con solo la medición de Hidrogeno. Además, se presenta el diseño y aplicación de dos observadores de estados basados en modelo, el observador de Luenberger extendido y uno de modo deslizante de alto orden. Finalmente, se muestra el desempeño de un controlador basado en modelo usando estados estimados.

MAR Maritime Energy / Energía Marítima

MAR-01

WAVESTAR: UN CONVERTIDOR DE ENERGÍA DEL OLEAJE VIABLE PARA EL GOLFO DE MÉXICO

M.J. Ulloa [a,*], *R.C. Hernández-Goitortua* [a], *R. Silva* [b], *E. Mendoza* [b], *A. Felix* [b,c], *M.A. Díaz-Maya* [a],
[a] Centro de Investigación en Ciencia Avanzada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira, Instituto Politécnico Nacional, Km 14.5 Carretera Tampico-Puerto Industrial de Altamira, Altamira, Tamaulipas, C.P. 89600, MÉXICO.
[b] Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar, Ingeniería S/N, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, MÉXICO.
[c] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Avenida Insurgentes Sur 1582, Colonia Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México, C.P. 03940, MÉXICO.
**mulloat@ipn.mx*

Keywords: *Energía Oceánica, Energía Undimotriz, Convertidores de Energía del Oleaje, Golfo de México, Tamaulipas.*

Abstract:
El promedio anual de la potencia del oleaje en el Golfo de México (GDM) es menor de 10 kW/m, mucho menor que la correspondiente en las latitudes medias del hemisferio norte (40-60° latitud N), donde puede variar entre 30 y 90 kW/m. Las tecnologías actuales que convierten la energía del oleaje en electricidad se han desarrollado e implementado principalmente para dichas latitudes. ¿Qué tipo de tecnología sería adecuada para las condiciones del oleaje en el GDM? En este trabajo se evaluó el potencial anual de la energía producida por cuatro convertidores de energía del oleaje (CEOs) denominados Oceantec, Wavestar, RM5-Oswec y AA-Wpa. El potencial de energía generada (PEG) frente al Puerto Industrial de Altamira se calculó utilizando datos horarios de altura significante y periodo pico extraídos de ERA5 (ECMWF atmospheric reanalysis). Para ello se multiplicaron las distribuciones bivariadas de los estados de mar y la matriz de potencia de cada CEO. Los datos mostraron que la altura de ola significante varió entre 0.2 y 5.3 m y el periodo pico entre 2.6 y 13.3 s en una serie temporal que cubre de 2016 a 2020. La potencia del oleaje varió de 0.1 a 128.2 kW/m, con un valor promedio de 4.1±7.1 kW/m y un coeficiente de variación de 1.8. Los PEG y factores de capacitancia máximos fueron, en orden respectivo, 402 MWh/año y 9.1% (Oceantec), 527 MWh/año y 17.6% (Wavestar), 215 MWh/año y 6.8% (RM5-Oswec), y 159 MWh/año y 10.1% (AA-Wpa). Consecuentemente, la tecnología de los absorbedores puntuales con múltiples elementos flotantes oscilatorios, montados en una estructura flotante del tipo Wavestar (potencia nominal de 600 kW), es la tecnología que podría ser implementada en el GDM con altas probabilidades de éxito.

MAR-02

ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA DEL OLEAJE EN EL GOLFO DE MÉXICO EN EL INTERVALO 1970-2020 UTILIZANDO WAVEWATCH III

M. A. Díaz Maya [a,*], *M. J. Ulloa* [a], *R. Silva Casarín* [b],
[a] Centro de Investigación en Ciencia Avanzada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira, Instituto Politécnico Nacional, Km 14.5 Carretera Tampico-Puerto Industrial de Altamira, Altamira, Tamaulipas, C.P. 89600, México.
[b] Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar, Ingeniería S/N, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, México.
**abeldiaz19@gmail.com*

Keywords: *Energía oceánica, Energía del oleaje, Simulación numérica WWIII, Golfo de México.*

Abstract:
El aprovechamiento de la energía del oleaje para generar electricidad requiere estimar la variabilidad espacio-temporal del recurso en los sitios de interés. Una forma de valorar el recurso es través de simulaciones numéricas que permitan sentar las bases para el desarrollo/adaptación de tecnologías de energía del oleaje. Para el caso del Golfo de México (GDM), se implementó el modelo espectral de oleaje WAVEWATCH III (v. 6.07) que permite hacer estimaciones de los parámetros del oleaje. En esta investigación, el modelo numérico se forzó con viento de ERA5 en el intervalo 1970-2020. La potencia del oleaje se estimó con la aproximación de aguas profundas de la teoría lineal del oleaje. La potencia promedio en el intervalo estudiado fue de 4 kW/m, mientras que en el percentil 99, las magnitudes observadas están entre 10 y 60 kW/m, con un máximo de 60 kW/m en el suroeste del GDM. Se identifico enero (invierno) como el mes con mayor potencia promedio, con un valor de 5.5 kW/m, mientras que el mes con menor potencia promedio fue julio (verano) con 2.5 kW/m, lo cual concuerda con la tendencia mundial. El coeficiente de variación estacional varió entre 0.4 – 1.2 y el coeficiente de variación mensual entre 0.4 y 1.4, lo que implica una variabilidad moderada. Se estimo el factor de capacitancia del convertidor de energía del oleaje llamado WaveStar, en 16 boyas virtuales situadas en aguas profundas del GDM durante el año 2020, identificando 9 sitios con un factor mayor al 20%. No obstante que dicho valor es del mismo orden de magnitud que para regiones con condiciones del oleaje más energéticas, se requiere investigación adicional para identificar sitios potenciales en aguas someras.

POL Energy Policy / Políticas Energéticas

POL-01

LA DISMINUCION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. UNA CONTRIBUCION DESDE LA JUSTICIA MEXICANA.

N. Gaspar Pérez [*] , *E. Flores Torres* ,
[a] Facultad de Derecho y C.S., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio S/N, Ciudad Universitaria,Puebla, Puebla, C.P. 7257, México.
[b] Licenciatura en Derecho, Universidad Del Istmo, Campus Ixtepec., Ciudad Ixtepec, Oaxaca, C.P. 70110, Mexico.
**natalia.gaspar@correo.buap.mx erika_florest79@bianni.unistmo.edu.mx*

Keywords: *Justicia, GEI,medio ambiente sano, materialización*

Abstract:
Los altos índices de contaminación ambiental en México derivan principalmente de la quema de combustibles fósiles, ocasionado entre otros sectores, por la circulación diaria del parque vehicular en México, que aproximadamente es de más de 50 millones de unidades. El presente estudio tiene como objetivo analizar los elementos de la sentencia de la Corte Suprema Mexicana y su contribución para contrarrestar la contaminación del aire con impacto en el cambio climático, cuyo efecto es la disminución de gases de efecto invernadero GEI, este pronunciamiento se da con la materialización del derecho a un medio ambiente sano, este estudio analítico nos permite obtener una visión integral de ese derecho, su materialización, y el cumplimiento del Estado mexicano de sus obligaciones para contrarrestar el cambio climático.
El método utilizado fue analítico, y deductivo, se revisaron diferentes acuerdos, normas de regulación y programas en el ámbito nacional e internacional relacionados con la contaminación del aire, y su relación con la sentencia emitida por el Tribunal para garantizar el derecho al medio ambiente sano, se revisó la parte teórica-doctrinaria del derecho ambiental considerando la ponderación de los principios de la materia. Con esta investigación se llega a la conclusión del aporte de la justicia en la materialización del derecho a un medio ambiente sano en relación con la calidad del aire, así mismo se contribuye a revelar el medio que utiliza el derecho (a través de la Justicia) para resolver un problema colectivo y difuso, como lo realiza la ciencia aplicada, una contribución más, es revelar como se nutre el sistema jurídico contemporáneo con sentencias innovadoras, en temas actuales y urgentes como lo es la calidad del aire y el cambio climático, elementos que entre otros, conforman el derecho a un medio ambiente sano.

POL-02

ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA PETRÓLEOS MEXICANOS A TRAVÉS DEL MODELO BOX-JENKINS, Y SU PROYECCIÓN PARA EL AÑO 2022.

C. Villa Luna [a,*] , *J. E. Sánchez Cano* [a] ,
[a] Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Economía, Contaduría y Administración, Fanny Anitúa s/n Los Ángeles, Durango, Durango, 34000, México.
cavilu85@outlook.com, julieta.san2009@ujed.mx

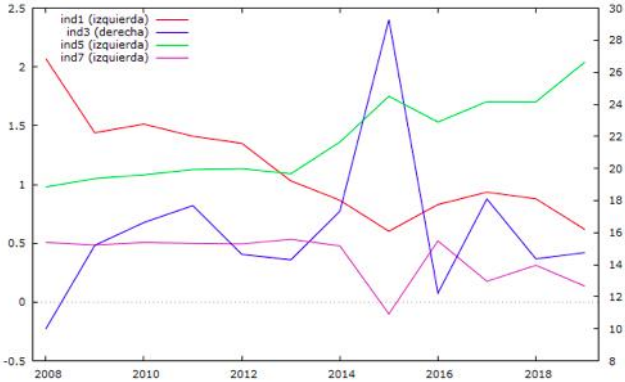
Keywords: *PEMEX, Competitividad, Box- Jenkins*

Abstract:
La empresa Petróleos Mexicanos (PEMEX) ha mostrado un conjunto de problemas que le han generado grandes pérdidas, entre ellas la pérdida de competitividad, es por ello que esta investigación realiza un análisis de la competitividad de esta empresa, medida a través de los estados financieros de la misma, fundamentado en cuatro indicadores, liquidez, actividad, endeudamiento y rentabilidad. Posteriormente, se hace una proyección con el modelo Box-Jenkins que pretende explicar, cómo se desarrollarán a futuro los cuatro indicadores, a fin de entender su conducta dentro de la empresa, antes y después de haber pasado por el evento mundial de COVID 19, con el fin de generar conocimiento relevante que pudiera ser de utilidad para la toma de decisiones empresariales.

Grafical Abstract:

Pemex: Resultados de la validación de los modelos de Box-Jenkins para los índices financieros

Índice	Valor p ADF	Modelo ARIMA	RMSE	MAPE (%)	Valor p Ljung Box	Constante
Índice de Solvencia	0.009	(0,1,0)	0.236	18.0	0.730	E.S.
Rotación de Inventarios	0.016	(1,0,0) 2008/2015*	1.805	7.5	0.514	E.S.
Índice de endeudamiento	0.023	(0,1,0) 2015*	0.124	6.4	0.246	E.S.
Margen bruto de utilidades	0.001	(1,1,0) 2015*	0.108	38.0	0.832	N.S.



* Observaciones atípicas en los años que se indican
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de PEMEX.

POL-03

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LAS EMPRESAS PETROLERAS: EL CASO DE ECOPETROL, PETROBRAS, EXXON, SHELL Y PEMEX.

D. Romo Rico [a,*],
[a] ESIA Ticomán, IPN, Av. Ticomán 600, Col. San José Ticomán, Cd México, 07340, México
**dromor@ipn.mx*

Keywords: *Energía, Petróleo, Empresas petroleras, Transición energética*

Abstract:
Los cambios y procesos impulsados en el sector energético internacional a través de las políticas ambientalistas, de impulso al empleo de fuentes renovables y de nuevos negocios, han originado reacciones de los distintos agentes económicos, en virtud de las implicaciones que se originan, en particular en los negocios tradicionales. Tal es el caso de la industria petrolera que se vería afectada de cumplirse los pronósticos respecto al desplazamiento del petróleo como fuente de energía primaria hacia las siguientes décadas. Este trabajo analiza la forma en que las empresas Ecopetrol, Petrobras, Exxon, Shell y Pemex se han desempeñado con el objeto de identificar sus condiciones para adaptarse al proceso de cambio en el sector energético global. Se propone la hipótesis de que el grupo de empresas en estudio concentrarán la preponderancia de sus actividades en la industria petrolera, y sólo de manera marginal se concentrarán en la utilización de fuentes renovables. La metodología base del análisis es el estudio de los modelos de negocio, y específicamente el denominado Canvas, el cual se determinó como el más idóneo para los estudios del caso. Se concluye que las empresas petroleras continuarán basando su crecimiento en las actividades tradicionales, siendo las que privadas las que liderearán los procesos de transición, por ahora marginalmente atendidos.

POL-04

UN MODELO DINÁMICO DEL EFECTO DEL NIVEL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA SOBRE LA EPIDEMIA DE COVID 19 EN MÉXICO

[a] Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco., Domicilio, Ciudad, Estado, Código Postal, MEXICO.
[b] Departamento de Ingeniería Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN, Wilfrido Massieu s/n, Zacatenco, Ciudad de México, MEXICO.
*hugvelbed@gmail.comx

Keywords: *COVID19, tasa de contagios, consumo de energía.*

Abstract:
Se propone un modelo compartimentado de la epidemia de Covid 19 en México para estimar el efecto del nivel de actividad productiva sobre las tasas de las dinámicas de contagio, asintomaticidad, enfermedad. Un modelo dinámico del efecto del nivel de la actividad económica sobre la epidemia de Covid 19 en México.
Se parte de los parámetros determinados por los registros de aproximadamente 80 días de epidemia en el país y empleando una tasa de contagio de sentido termodinámico, que es aporte de este trabajo. El modelo es susceptible de aplicación en demarcaciones estatales o municipales. Se propone siete compartimentos para la población: la población sana (S), la población contagiada-contagiante (C), la población contagiada enferma (Ce), la población contagiada inmunizada (Ci), la población contagiada asintomática (Ca), la población sana inmunizada (Si) y las defunciones (D). De acuerdo con Kermack, se considera que la población (P) es constante y suma la sana, la enferma inmunizada, la asintomática y las defunciones. Las ecuaciones diferenciales de tránsito entre los compartimentos considerados implican constantes de reacción que son estimados en base a las series históricas, excepto la constante de la tasa de contagios que se expresa en una ecuación similar a la de Arrhenius que relaciona la tasa de consumo de energía por la población como una proporción de una tasa estándar.

POL-05

THE MARKET OF ELECTRIC VEHICLES IN MEXICO AND ITS IMPACT ON THE ENERGY MARKET: A PROSPECTIVE TO 2050

G. Ramos [a,*], *C. Martin del Campo* [b], *D. Romo* [c], *H. Yee-Madeira* [d],
[a] Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Querétaro, 76090 Querétaro,Qro. México
[b] Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, CDMX, CP 04510, México
[c] Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán, 07340 CDMX. México
[d] Instituto Politécnico Nacional,ESFM, U.P.A.L.M., 07738 CDMX, México
gramos@ipn.mx

Keywords: *Electric Vehicles, Battery Electric Vehicles, Hybrid Electric Vehicles.*

Abstract:
The transportation sector is assumed to be responsible for 18 % of CO_2 emissions into the atmosphere [1]. Many countries are promoting zero-emission transportation to mitigate these greenhouse gases [2]. The battery electric vehicle (BEV) is an alternative. This article analyses the evolution of the BEV market in Mexico, the projections for 2050, the implications for the electrical system and the projected reductions in CO_2 emissions. In order to fullfill the demand derived from BEVs, the Mexican electrical system should grow between 4.5 % and 10 % by 2050.

References

[1] International Energy Agency (2009), " Transport, energy and CO_2 , Moving Toward Sustainability" , © IEA/OECD,Paris, France, ISBN: 9789264073166.
[2] European Commission (2007). Climate action plan: 202020 targets (2007). 2007

SOL Solar / Solar

SOL-01

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE DATOS PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE SISTEMAS CON ENERGÍA RENOVABLE

JL Tena-García [a,*] , *LF Fuente-Cortés* [a] , *MA García-Alcalá* [b] , *L Gómez-Zamora* [a] , *JA Galván-Maríquez* [b] ,
[a] Departamento de Ingeniería química, Instituto tecnológico de México, campus Celaya, Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico. Celaya, Guanajuato. México.
[b] Ingeniería Química, Tecnológico de Zamora, kilometro 7, carretera Zamora-La Piedad, Michoacán, México.
**jorge.tena@iqcelaya.itc.mx*

Keywords: *Palabras Clave (mínimo 3, máximo 5): Perfiles de consumo de energía, k-means, análisis de componentes principales, datos de condiciones climáticas, aprendizaje estadístico para sistemas energéticos*

Abstract:
Este artículo presenta una comparación entre tres estrategias diferentes de reducción de datos para la construcción de perfiles de días típicos y escenarios de irradiancia solar, temperatura, demanda de energía y velocidad del viento para el diseño óptimo de sistemas de energía renovable (SER). Las estrategias abordadas se basan en el análisis de componentes principales (PCA) y el algoritmo k-means, además, estas estrategias se comparan con el uso de algunos días reales tomados aleatoriamente de un sitio en la región noroeste de México. Los datos de demanda eléctrica corresponden a un edificio residencial. El algoritmo de diseño óptimo minimiza el costo anual total del sistema. Los resultados muestran el tamaño de la turbina eólica, el sistema fotovoltaico y la batería. Además, el análisis realizado permite identificar ventajas en el uso de diferentes estrategias para captar el comportamiento de diferentes variables así como su influencia en el diseño de RES y aspectos computacionales asociados al proceso de optimización.

SOL-02

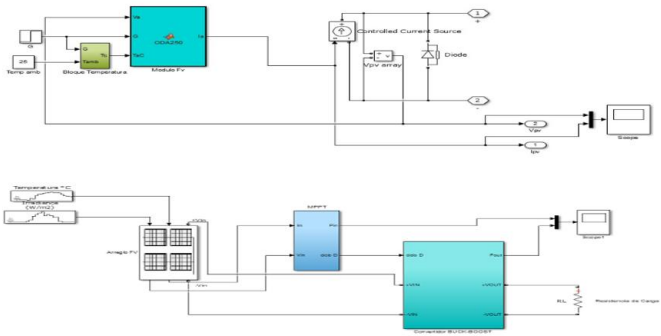
DESIGN AND SIMULATION OF A MAXIMUM POWER POINT TRACKER FOR PV ARRAY USING PERTURB & OBSERVE TECHNIQUE

G. Ávila-Isais [a] , *J. Rodríguez-Mejía* [b,*] , *E. López-Monteagudo* [a] , *A. López-Martínez* [a] , *C. Olvera-Olvera* [a] , *D. Esquivel-Ortiz* [a] , *M. Araiza-Esquivel* [a] ,
[a] Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez #147, Centro Histórico, Zacatecas, Zacatecas, 98000, MÉXICO.
[b] Departamento de Metalmecánica, Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Juárez, Av. Tecnológico 1340, Fuentes del Valle, Ciudad Juárez, Chihuahua, 32500, MÉXICO.
**jrodriguez@itcj.edu.mx*

Keywords: *MPPT, MatLab-Simulink, P&O, Solar Array, PV-Cells*

Abstract:
The electrical power generation of a photovoltaic panel depends on different factors such as the level of incident radiation and the ambient temperature. Another condition that affects the system performance is the decoupling of the load at the Maximum Power Point. In the present work, a Maximum Power Point Tracker (MPPT) is connected to the output of a simulated photovoltaic array, which consists of four ODA-250-30-P panels, in order to inject the highest power level to the load under different operating conditions. This system is designed and simulated through Simulink MatLab, based on the mathematical model derived from the four-parameter equivalent circuit, where we are using the Newton-Raphson method to solve the system of algebraic equations generated by modeling it. Thus, the MPPT system is implemented with a Buck-Boost converter which is controlled by the Perturb and Observe (P&O) algorithm, and in this way the pulse width that will turn an IGBT switch on or off for a certain interval of time is calculated by the system. Finally, the power level at the output of the photovoltaic array was compared before and after incorporating an MPPT system, the simulation results show that, for similar environmental conditions, a photovoltaic array operating at its maximum power point, will have a higher power output, which will reduce energy generation costs and there will be optimal use of the solar resource at any time of the day.

Grafical Abstract:



SOL-03

PROCESAMIENTO HIDROTÉRMICO SOLAR DE BIOMASA: ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES

Alejandro Ayala-Cortés [a,*], *Adriana Longoria-Hernández* [a], *Pedro Arcelus-Arrillaga* [b], *Daniella Esperanza Pacheco-Catalán* [c], *Camilo Alberto Arancibia-Bulnes* [a], *Heidi Isabel Villafán-Vidales* [a],
[a] Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Privada Xochicalco S/N, col. Centro. 62588, Temixco, Morelos, México.
[b] Universidad Iberoamericana Ciudad de México, Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Col. Lomas de Santa Fé, Álvaro Obregón, Ciudad de México, 01219, México.
[c] Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43, No. 130x32 y 34, Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, México
**aac@ier.unam.mx*

Keywords: *Procesamiento hidrotérmico, Conversión termoquímica solar de biomasa, Licuefacción hidrotérmica.*

Abstract:
Antes del uso global de combustibles fósiles, la biomasa era la principal fuente de energía. Actualmente, existe interés en utilizarla para la producción de diferentes materiales energéticos, así como substancias de valor agregado. Para obtener estos productos, la biomasa debe transformarse mediante un proceso de conversión termoquímica. Los procesos termoquímicos de conversión de biomasa presentan una opción atractiva debido a su capacidad para producir combustibles en cortos tiempos de operación, junto con la capacidad de descomponer la mayor parte de los compuestos provenientes de la biomasa, como la lignina. El procesamiento hidrotermal (PHT) es una tecnología prometedora por llevarse a cabo a temperaturas más bajas que la pirólisis o la gasificación, además, de la capacidad de trabajar con material con alto contenido de humedad, hasta 70%, lo que ahorra el proceso de secado. Sin embargo, una preocupación es que el PHT generalmente usa electricidad generada por combustibles fósiles para la generación de calor. Por lo tanto, para reducir su impacto medioambiental, se ha propuesto el uso de energía solar concentrada como fuente de calor.
En el presente trabajo, se realizó la licuefacción hidrotermal de fibras de bagazo de agave angustifolia en un horno solar de 25 kW. Los experimentos se realizaron en un reactor de tipo autoclave, diseñado específicamente para operar a condiciones máximas de 220 bar y 500°C. Las pruebas se realizaron una rampa constante de calentamiento de 2°C/min, variando la temperatura (150, 200, 250 y 300°C), la presión de carga inicial (10, 30 y 50 bar), el tiempo de residencia (0, 30, 60 y 90 min), así como la relación biomasa/agua (5, 10, 15 y 20%wt). Los principales resultados indican que, a la temperatura de 250°C, se puede producir un bioaceite con mejores propiedades energéticas que el obtenido por pirólisis con-

vencional a 450°C.

Grafical Abstract:

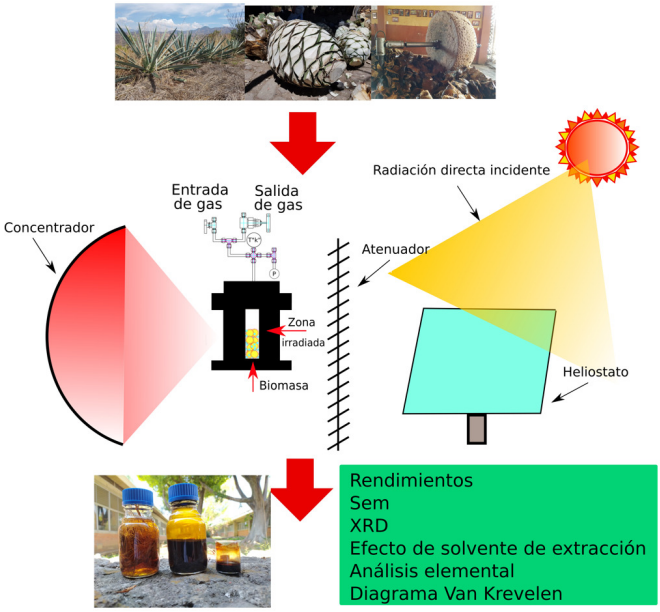


Fig. Producción de combustibles solares.

SOL-04

ANÁLISIS DE UN CONCENTRADOR PARABÓLICO COMPUESTO COMO REFLECTOR SECUNDARIO PARA UN REACTOR SOLAR CILÍNDRICO

J. Córdova Gallegos [a], *C. A. Arancibia Bulnes* [a,*], *D. Riveros Rosas* [b],
[a] Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Privada Xochicalco s/n, Col. Centro, Temixco, Morelos 62580, MÉXICO
[b] Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México 04510, MÉXICO
**caab@ier.unam.mx*

Keywords: *Energías Solar, Concentrador solar, Reactor solar, Procesamiento Hidrotermal, Trazo de rayos*

Abstract:
El procesamiento hidrotérmico es una opción atractiva para la transformación de biomasa de desecho. Esta es suspendida en agua, en concentraciones de 20% en peso o menores, y es calentada a alta temperatura, manteniendo la fase acuosa en estado líquido, al operar los reactores por arriba de la presión de saturación. Mediante este tipo de procesamiento se puede obtener productos como bio-carbón, bio-aceites o biogás. Una opción para mejorar la sustentabilidad del procesamiento hidrotérmico es la utilización de energía solar concentrada como fuente de calor de alta temperatura. Entre otras opciones se ha propuesto para este fin la utilización de concentradores de canal parabólico (CP), donde el reactor sería cilíndrico y se ubicaría a lo largo del eje focal del concentrador, remplazando al receptor térmico convencional. Sin embargo, un problema es que los CP no producen un flujo de radiación concentrada uniforme sobre el tubo receptor, lo cual puede dar lugar a gradientes térmicos importantes. Los estreses térmicos asociados a estos gradientes, aunados a aquellos propios de la presión de trabajo del reactor, demandarían paredes mucho más gruesas y tendrían un impacto negativo en la eficiencia de la transferencia de calor. Como remedio a esta situación, en el presente trabajo se propone la utilización de un segundo concentrador en la región focal del CP, para tratar de homogenizar el flujo radiativo, en particular, un concentrador parabólico compuesto CPC. Se presenta un estudio de trazo de rayos para evaluar la capacidad del CPC de homogenizar la distribución de radiación, al variar diferentes parámetros de éste, como son la distancia al foco, la apertura y ángulo de aceptación. Como punto de partida se toman las dimensiones comerciales de un concentrador CP y su receptor.

SOL-05

INFLUENCIA DE LA CAPA REFLECTIVA EN EL RENDIMIENTO DE UNA CELDA SOLAR SENSIBILIZADA POR COLORANTE

Elias Guillermo Monroy Castillo [a,b,*], *Christopher Rosiles-Perez* [a], *Fernando Robles-Montes* [a], *Mie Francisco Efrén Soto Landa* [b], *Antonio Esteban Jiménez-González* [a],
[a] Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos 62580, México.
[b] Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Poza Rica de Hidalgo 93230, Veracruz, México.

Abstract:
Las celdas solares sensibilizadas por colorante han alcanzado eficiencias mayores al 13% [1], y son una tecnología con el potencial de ser comercialmente viables. Las celdas de colorante con estructura SnO_2:F/compacta-TiO_2/mesoporosa-TiO_2/N-719/I-/I_3-/Pt/SnO_2:F que alcanzan eficiencias de conversión mayores al 8% hacen uso de un material reflector de luz que se coloca en la parte posterior para aumentar el porcentaje de fotones que pueden absorbidos por dicha celda. El material más reportado como reflector de luz es el polímero fluorado Arktop [2]. Sin embargo, este material no es de fácil acceso en todos los mercados. Por lo cual existe la necesidad de investigar las propiedades de distintos materiales que puedan funcionar como reflectores de luz.
En este trabajo se investigaron 5 materiales comerciales como capas reflectivas los cuales fueron: Cinta PVC Negra, Cinta Scotch Reflectiva, Cinta Prismática, Cinta de Aluminio y el polímero acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) de color blanco. La mayor eficiencia de conversión se obtuvo en una celda solar con polímero ABS donde se obtuvo una corriente de corto circuito (Jsc) de 18.57 mA/cm^2, un voltaje de corto circuito (Voc) de 0.672 V, un factor de llenado (FF) de 69.89 y una eficiencia (PCE) de 8.73%.
Se encuentra que la corriente de corto circuito es el parámetro de mayor que presenta la mayor variación debido al material usado como capa reflectiva posterior. Esto se debe a que la capa reflectiva como función primordial de reflejar los fotones que no fueron absorbidos por el colorante durante un primer trayecto, por lo que al regresar los fotones estos pueden ser absorbidos por el colorante.

Referencias:

[1] S. Mathew, A. Yella, P. Gao, R. Humphry-Baker, B.F.E. Curchod, N. Ashari-Astani, I. Tavernelli, U. Rothlisberger, M.K. Nazeeruddin, M. Grätzel, Dye-sensitized solar cells with 13% efficiency achieved through the molecular engineering of porphyrin sensitizers, Nat. Chem. 6 (2014) 242–247. https://doi.org/10.1038/nchem.1861.
[2] S. Ito, T.N. Murakami, P. Comte, P. Liska, C. Grätzel, M.K. Nazeeruddin, M. Grätzel, Fabrication of thin film dye sensitized solar cells with solar to electric power conversion efficiency over 10%, Thin Solid Films. 516 (2008) 4613–4619. https://doi.org/10.1016/j.tsf.2007.05.090.

SOL-06

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DMSO EN LAS PROPIEDADDES DE LAS PELÍCULAS DE PEROVSKITA $CH_3NH_3PBI_3$ Y SU DESEMPEÑO EN CELDAS SOLARES

F. Robles Montes [a,*], *C. Rosiles Pérez* [a], *A. E. Jimenéz González* [a,*], *J. L. Sosa Sánchez* [b],
[a] Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Temixco, Morelos, 62588, MÉXICO.
[b] Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductore, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla, 72592, MÉXICO.
**romofe@ier.unam.mx,*ajg@ier.unam.mx*

Keywords: *Palabras Clave Perovskita $CH_3NH_3PbI_3$, Celdas solares, DMSO.*

Abstract:
Los solventes DMF y DMSO han sido utilizados ampliamente para incrementar la solubilidad de la perovskita $CH_3NH_3PbI_3$ y facilitar la obtención de películas delgadas de alta calidad por el método de un paso mediante la técnica de depósito por spin-coating para su uso en celdas solares. Comúnmente, la relación molar CH_3NH_3I:PbI_2:DMSO 1:1:1 es la más utilizada. En este trabajo se estudia el efecto que tiene la concentración de xDMSO (x= 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 y 1.75) en la preparación de películas de perovskita $CH_3NH_3PbI_3$ mediante el análisis de difracción de rayos-X, microscopía electrónica de barrido, espectrofotometría UV-Vis. Las películas de perovskita se utilizan en el desarrollo de celdas solares de perovskita con arquitectura FTO/TiO_2^c/TiO_2^m/$CH_3NH_3PbI_3$/Spiro-OMeTAD/Au:Pd y sus parámetros de desempeño (J_{sc}, V_{oc}, FF y η%) se correlacionan con las propiedades de las películas de perovskita anteriormente encontradas. El uso del DMSO favorece la formación de una fase cristalina tetragonal de la perovskita, incrementa el tamaño de cristal y de grano, aunque también produce un crecimiento irregular de estos, afecta la morfología del material e influye en sus propiedades ópticas (coeficiente de absorción), esto es, a mayor concentración de DMSO crece el coeficiente de absorción y disminuye la banda prohibida de energías (E_g). Al incrementar el tamaño de (grano) cristal aumenta la J_{sc}, pero el crecimiento irregular de granos disminuye el V_{oc}, disminuye el factor de llenado y por ende la eficiencia de conversión. Con base en las mediciones de las curvas J-V, las mejores celdas se obtuvieron con las concentraciones de xDMSO con x=1.00 y x=1.25, alcanzando eficiencias de conversión de 15.89 y 15.72 % respectivamente.

SOL-07

REENGINEERING OF A PARABOLIC SOLAR COOKER FOR COOKING FOOD, USED IN A JUNGLE-LIKE CLIMATE IN COLOMBIA

R.J. Ramirez-Gil [a], *J.D. Campos-Gallego* [a], *B. Cruz-Muñoz* [b], *R.J. Dorantes-Rodriguez* [c,*],
[a] Faculty of Mechanical Engineering, Universidad Tecnológica de Pereira, Carrera 27 #10-02, Pereira, Risaralda, Postal Code 660003, COLOMBIA.
[b] Department of Physics, Universidad Tecnológica de Pereira, Carrera 27 #10-02, Pereira, Risaralda, Postal Code 660003, COLOMBIA.
[c] Department of Energy, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Mexico city, Postal Code 02200, MEXICO.
* *rjdr@azc.uam.mx*

Keywords: *Parabolic stove, Renewable energy, Solar thermal, Food cooking*

Abstract:
Some elements of the reengineering of an existing prototype of a parabolic solar stove for cooking food from Colombian gastronomy and in jungle-type climatic conditions are presented. The reengineering consisted of building a new paraboidal-type reflecting surface, with more precise, easy-to-move and lighter equatorial-type positioning mechanisms. The cooking tests were in the city of Pereira, Risaralda between 10:00 a.m. and 4:00 p.m., where there are the best solar irradiation conditions. The temperature of the fluid, water and cooking oil was measured, reaching values of 93 °C for water and 132 °C for oil. The paraboloid was fabricated from 28 triangular sections of 30 gauge galvanized sheet, with a total diameter of the paraboloid of 1.28 m. A self-adhesive reflective film made of PET material with a reflection factor of 95% was glued onto said sheet. The solar stove was built with a concentration factor of 3 suns and an opening angle of 90 °. The container is a steel pot and was covered with matte black Rust Oleum paint, with 95% absorptivity. The maximum volume of the pot was 3 liters, and experimental tests were carried out for 8 days, with different volumes (1, 2 and 3 liters) of water and cooking oil. The temperatures reached every 5 minutes were recorded, using a TP101 kitchen thermometer for the fluid and a Flir One Pro Andr-C thermal imager for the pot surface. During the tests, average thermal efficiencies of the order of 45% were reached and foods such as rice, patacones, meat, chicken, etc., were successfully cooked, using maximum cooking times of 40 minutes, which are reasonable times compared to those of a stove traditional gas.

SOL-08

COMPARATIVE STUDY OF COMMERCIAL HIGH-TEMPERATURE PAINTS TO MANUFACTURE MODERATELY SELECTIVE SURFACES OF SOLAR COLLECTORS

L. M. Mosquera-Rivera [a], *B. Cruz-Muñoz*[a], *R.J. Dorantes-Rodriguez* [b,*],
[a] Department of Physics, Universidad Tecnológica de Pereira, Carrera 27 #10-02, Pereira, Risaralda, Postal Code 660003, COLOMBIA.
[b] Department of Energy, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Mexico city, Postal Code 02200, MEXICO.
* *rjdr@azc.uam.mx*

Keywords: *Emissivity, solar energy, selectivity, absorbing surface.*

Abstract:
In this experimental work, two types of high temperature commercial paints used as absorbing layer of moderate selectivity of the solar collector surface are compared, since due to their characteristics and color (black) they present a high absorptivity in the visible spectrum (400 nm up to 700 nm) and a part of the infrared spectrum (up to 1100 nm). Both paints were deposited on aluminum, copper and 304 stainless steel substrates in order to make a comparison in optical, mechanical, durability and structural characterization tests. Each metal substrate (2 cm x 6 cm sheets with 2 mm thickness) was cleaned in a bath of methyl alcohol and acetone on ultrasound. One of the paints used is a Colombian brand (Pintuco), which resists temperatures up to 350 °C, has good resistance and durability, and the second paint used is American (Rust-Oleum), which resists temperatures up to 650 °C without losing or modifying its color. For the optical characterization, reflectance and absorbance were indirectly measured in the UV-VIS range, and thermal emissivity was also measured as a function of temperature, using a Flir brand thermographic camera, in accordance with the ASTM 1933-99 standard. For mechanical characterization, adhesion, hardness and thickness tests were carried out, and for durability tests the samples were subjected to a saline chamber. Studies carried out previously show that commercial paints are good materials to be applied as absorbent layers, although their thermal emissivity is high, however, further characterization tests such as hardness tests, natural weathering, TGA and X-rays are expected to know improve its physical properties and also deposit an anti-reflective layer by means of the aerosol-assisted CVD or sol gel technique to try to reduce its thermal emittance.

SOL-09

ASSESSMENT OF TIO_2-C FOR PHOTOVOLTAIC/PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS

J. A. Bautista-López [a,*], *C. Frausto-Reyes* [c], *S. Velázquez-Martínez* [b], *C. A. Pineda-Arellano* [b],
[a] Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología CONACYT-Centro de Investigaciones en Óptica, A. C, Prolongación Constitución 607, Fraccionamiento reserva Loma Bonita C. P. 20200, Aguascalientes Ags., México
[b] CONACYT-Centro de Investigaciones en Óptica, A. C, Prolongación Constitución 607, Fraccionamiento reserva Loma Bonita C. P. 20200, Aguascalientes Ags., México
[c] Centro de Investigaciones en Óptica, A. C, Prolongación Constitución 607, Fraccionamiento reserva Loma Bonita C. P. 20200, Aguascalientes Ags., México
**baloja@cio.mx*

Keywords: *TiO_2 spheres, Dye sensitized solar cell, Photocatalytic*

Abstract:
Las celdas solares sensibilizadas con colorante (DSSC) han llamado la atención para su investigación durante los últimos años. Sin embargo, cada elemento del dispositivo influye en gran medida en el costo y en la eficiencia del DSSC, esto ha conducido los esfuerzos de investigación en mejorar cada uno de los componentes, particularmente en la construcción de los fotoánodos empleando materiales semiconductores nanoestructurados con arquitecturas efectivas para un mejor flujo de electrones y un mayor transporte de cargas en el colorante empleado. En el presente trabajo se sintetizaron 6 muestras de esferas de TiO_2 dopado con carbono (TiO_2-C) en diferentes porcentajes (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 .at%) empleando el proceso de síntesis sol-gel y tratamiento solvotermal por 14 h. Estos materiales se caracterizaron empleando espectroscopía UV-vis, microscopio electrónico de barrido (SEM), difracción de rayos X (XRD), análisis de área superficial (BET) y su fotorrespuesta mediante la técnica de cronoamperometría para conocer sus características morfológicas, cristalográficas, optoelectrónicas y evaluar su potencial aplicación como película porosa en fotoánodos de celdas solares sensibilizadas por colorante y en procesos de fotocatálisis.

SOL-10

MODELADO Y SIMULACIÓN DE MOTOR STIRLING DE BAJA CAPACIDAD PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA Y ENFRIAMIENTO UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR

Josué Gustavo Sánchez [a], *José de Jesús Reyes* [a,b], *Cuauhtémoc Jiménez* [a,b], *Alejandro Zacarías* [a], *Guerlin Romage* [c], *Fredy Donís* [a], *Rosa Angélica Ángeles* [a],
[a] ESIME Azcapotzalco, Instituto Politécnico Nacional, Av. de las Granjas 682, Santa Catarina, Ciudad de México 02250, México, josuegsanz@gmail.com (J.G.S.), azacarias@ipn.mx(A.Z.), rangelesz@ipn.mx (R.A.A.)
[b] Instituto Politécnico Nacional, ESIME UPALM, Ciudad de México 07738, México, cjimenezc@ipn.mx (C.J.) jerz70@gmail.com (J.d.J.R.)
[c] Instituto Politécnico Nacional, Centro Mexicano para la Producción más Limpia CMP+L, Av. Acueducto S/N, Ticomán, Ciudad de México 07340, México. guerlin@hotmail.com.
osuegsanz@gmail.com, azacarias@ipn.mx, rangelesz@ipn.mx, jerz70@gmail.com, guerlin@hotmail.com.

Keywords: *Colector solar de disco parabólico, Modelación y simulación, Motor Stirling Tipo Beta.*

Abstract:
En este trabajo se presenta la modelación y simulación de un motor Stirling tipo Beta, el cual es alimentado por un concentrador solar de disco parabólico. El calor utilizado por el motor Stirling es aprovechado para producir energía mecánica que es utilizada para impulsar el compresor de un sistema refrigeración por compresión. El calor residual del motor térmico, es utilizado para alimentar al generador de un sistema de refrigeración por absorción. Este sistema de refrigeración es utilizado para producir enfriamiento de un espacio acondicionado. El estudio fue realizado mediante balances de energía y de masa, en el concentrador solar y en el motor Stirling. El modelado del motor térmico tipo Beta, se realizó tomando en consideración la geometría del pistón, el cilindro y las cámaras fría y caliente del motor Stirling, así como la posición del ángulo de giro del cigüeñal en relación con el movimiento del fluido de trabajo en el interior del motor. Los resultados muestran que el motor Stirling puede producir hasta 100 W con el uso de un concentrador de disco parabólico de 1.4 m de diámetro. Asimismo, puede apreciarse que la energía residual del motor Stirling es suficiente para alimentar el sistema de refrigeración por absorción y producir enfriamiento del orden de 92 W.

SOL-11

ANÁLISIS DE CONTROLADOR PID PARA UN MOTOR EN CD EN EL ÁNGULO DE AZIMUT PARA EL SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIA SOLAR

J.C.A Aguilar Anastacio [a,*], *W.C Bonilla Blancas* [a], *A.A Zolozabal González* [a],
[a] Posgrado de Eficiencia Energética y Energías Renovables, División de Mecatrónica, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico S/N, Col. Valle de Anáhuac, Sección Fuentes, Estado de México, 55210, MÉXICO.
**jcaguilar@tese.edu.mx*

Keywords: *Compensador, Azimut, Trayectoria, Cronológico, Actuador*

Abstract:
Una de las problemáticas que se han presentado en los sistemas de conversión de energía solar particularmente los módulos fotovoltaicos es su baja eficiencia en estado estacionario o permanentes en una sola posición, por lo que su aprovechamiento máximo solo se logra en dos a tres horas durante el día. En la literatura y en el Laboratorio del Posgrado de Eficiencia Energética y Energías Renovables del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE) se ha demostrado que, a través de sistemas de seguimiento de trayectoria solar con uno o dos ejes, el aprovechamiento de los módulos se incrementa hasta un 40% más en las primeras horas del día y durante la tarde, alcanzando el SPPM (Seguimiento del Punto de Potencia Máximo) por más tiempo. En la actualidad existe en el mercado diferentes tipos de controladores y actuadores o incluso sistemas completos para tal propósito, donde el precio comercial para su adquisición es de elevado costo y algunas veces motivo principal para abandonar o dejar inconcluso el desarrollo de proyectos de este tipo, por lo que se tiene que diseñar y analizar sistemas de compensación para la implementación de motores de CD de baja, media y alta potencia.
La contribución en este artículo es analizar un compensador Proporcional Integral Derivativo (PID) que se pueda integrar a un motor de 12 volts de corriente continua (CD) con condiciones suficientes de corriente y par, para el diseño y desarrollo de un seguidor solar de un solo eje específicamente en la variación del ángulo de azimut a zenit constante, considerando las características mecánicas, dinámicas, físicas y eléctricas del motor y del sistema de seguimiento, con un panel fotovoltaico de prueba a una potencia eléctrica de 15 watts de generación. Para el desplazamiento y control del motor se implementará el método cronológico que consiste en el desarrollo de algunas ecuaciones dadas en la literatura para el cálculo de la trayectoria solar. Una de las ventajas de los controladores PID es la compensación de la respuesta estable en un tiempo que se puede determinar en función de la respuesta del motor con la sintonización de las constantes Kp, Ki y Kd, agregando en la función de transferencia dos ceros y un polo, son controladores que tienen mayor presencia en sistemas de control a nivel industrial.
De los resultados esperados se podrá concluir como primer punto que el análisis de un compensador PID es buena opción para el control del motor en CD aplicados a los sistemas de seguimiento solar, con la implementación del método cronológico considerando todas las características físicas y eléctricas que

involucran al sistema, como segundo punto se demostrará que los sistemas de un solo eje son buena opción para el mayor aprovechamiento de los módulos fotovoltaicos durante el día. Por último, la función de transferencia obtenida se podrá aplicar a cualquier tipo de motor de CD para analizar la respuesta del motor y tomar decisiones en la implementación.

SOL-12

PARASITIC EFFECT ON PHOTOVOLTAIC CELLS WITH THE TEMPERATURE INCREMENT

Guillermo Luque-Zuñiga [a], *G. Ramos* [a,*], *David Alejandro Pérez-Márquez* [b], *Ruben Vázquez-Medina* [a],
[a] Instituto Politécnico Nacional CICATA Unidad Querétaro Querétaro, 76090, México
[b] Universidad Politécnica del Bicentenario Departamento de Ingeniería en Diseño Industrial Silao Guanajuato, México
**gramos@ipn.mx*

Keywords: *Solar cell, Temperature, Concentration systems, Efficiency, Output power*

Abstract:
One of the most important ways of harnessing solar energy is the production of photovoltaic electric ity (PV) [1]. Concentrating PV systems reduce the overall cost of the system and increase the amount of energy produced, making it economically viable [2]. Solar cells of high efficiency allow more compact systems, which reduces the need for large fields, large support structures, glass, and other materials [3]. The use of PV cells in concentrating systems has become relevant. Low concentration systems (< 5X) increase the optical efficiency and the output power of common solar, but, the increment in the absorbed radiation flux also increases the temperature of the cell. As an adverse effect, the increase in temperature decreases the output power and also the efficiency of the solar cell. This work presents a compilation of the data provided by several researchers, that shows the decrease in opencircuit voltage, “fill factor”, efficiency, etc., as an effect of the increase in temperature in PV cells.

References

[1] Huang H, Su Y, Gao Y, Riffat S, Design analysis of a Fresnel lens concentrating PV cell, International Journal of Low Carbon Technologies 2011, 6, 165–170.
[2] Baig H, Heasman KC, Mallick TK, Nonuniform illumination in concentrating solar cells, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012) 5890–5909.
[3] Kurtz S, Geisz J, Multijunction solar cells for conversion of concentrated sunlight to electricity, 26 April 2010 / Vol. 18, No. S1 / OPTICS EXPRESS A73.

SOL-13

CRECIMIENTO OPTIMO DE PLANTAS EN INVERNADEROS USANDO OPTIMIZACION DINAMICA Y CONTROL BASADO EN MODELO

A. Flores-Meza [a], *A.B. Morales-Díaz* [b], *H. Flores-Mejía* [a], *H. Puebla* [a,*],
[a] Posgrado en Ingeniería de Procesos, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Azcapotzalco 02200, MÉXICO
[b] Grupo de Robótica y Manufactura Avanzada, CINVESTAV Saltillo, Ramos Arizpe, Saltillo, MÉXICO
**hpuebla@azc.uam.mx*

Keywords: *Radiación solar, invernaderos, eficiencia energética, optimización, control*

Abstract:
En los sistemas de producción agrícola en invernaderos intervienen diversos procesos físicos químicos y biológicos que se llevan a cabo en forma simultánea. El crecimiento de cultivos es una de las etapas más importantes y depende a su vez de muchos factores ambientales (temperatura, humedad, concentración de CO□ en el aire, radiación activa), la cantidad de nutrientes y de agua, la dosificación de pesticidas, etc. Las fluctuaciones de los precios de plantas, la preocupación en el aprovechamiento de los recursos naturales, y la necesidad de reducir el uso de fertilizantes y pesticidas son aspectos que se deben de considerar en la cosecha de plantas en invernaderos. Con esta finalidad, la formulación e implementación de políticas optimas de cosecha de plantas, así como la formulación e implementación de esquemas de control que garanticen tales políticas es de mucha relevancia en esta clase de procesos. Se debe notar que las variables que se pueden ajustar o manipular para fines de optimización y control son el calentamiento y ventilación, la intensidad de la luz, y la fijación de CO_2. Tales variables afectan las condiciones de temperatura y humedad, la radiación interna, y la fotosíntesis. Debido a la naturaleza del crecimiento de plantas en invernaderos, las políticas de crecimiento de los cultivos son dinámicas, por lo tanto, los problemas de optimización resultantes son problemas de optimización dinámica. Por otro lado, para fines de diseño del controlador, es importante que los mismos consideren la incertidumbre que existe en los modelos matemáticos de cualquier proceso químico y biológico. En este trabajo se presenta la optimización dinámica y el diseño de un esquema de control robusto para el crecimiento óptimo de plantas en invernaderos. Los resultados permiten identificar los ajustes que se deben hacer en las variables manipulables para garantizar el crecimiento óptimo de plantas en invernaderos.

SOL-14

ENFOQUE DE HUB ENERGETICO PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y SUMINISTRO DE AGUA

CG García-Aviléz [a], *IM Hernández-Romero* [b,*], *LF Fuentes-Cortés* [a],
[a] Departamento de Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Guanajuato. 38010, México
[b] Departamento de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. 58060, México
[c] Departamento de Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Guanajuato. 38010, México
**ilsehdz_07@outlook.com*

Keywords: *Sistema fotovoltaico, Redes distribuidas, Energías renovables, Optimización multi-objetivo, HUB energético*

Abstract:
Un Energy hub es considerado como una unidad donde múltiples transportadores de energía pueden convertir, acondicionar y almacenar energía. Además, representa una interfaz entre diferentes estructuras y/o cargas. Energy hubs consumen energía de sus puertos de entrada conectados por ejemplo a la electricidad para proveer cierta cantidad de energía requerida como, energía, calentamiento o enfriamiento a sus puertos de salida. En este trabajo se retoma el concepto de Hub energético, donde se propone un modelo matemático, multi-periodo y multi-objetivo para determinar la política de operación y el dimensionamiento de un conjunto de fotovoltaicas requeridas para operar un conjunto de bombas de agua destinadas al abastecimiento del agua fresca a comunidades. Uno de los retos que se cundieran en este trabajo, es determinar el flujo de energía optimo, es decir, determinar la cantidad de energía que los trasformadores de energía consumen y cuanta energía pueden convertir para satisfacer las cargas de los puertos de salida. Esta estrategia se basa en una matriz de acoplamiento que describe la transformación de la energía desde la entrada hasta la salida del hub. Se consideran variaciones estacionales, radiación solar, así como la disponibilidad de terreno en cada caso para determinar el área de todo el sistema de fotovoltaicas. Además, la formulación incluye un análisis de costos, de emisiones emitidas y el número de empleos generados. El caso de estudio es una zona habitacional en Zamora, Michoacán México.

SOL-15

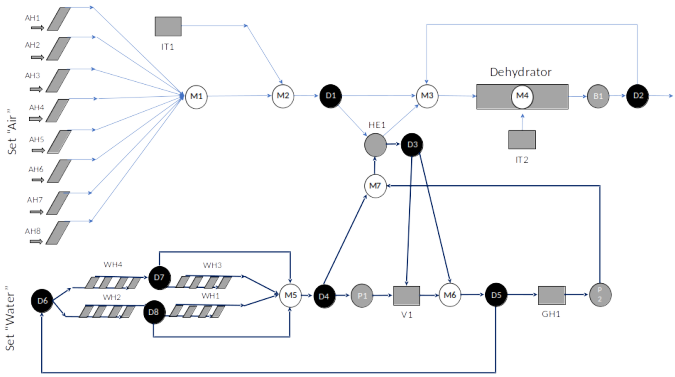
DISEÑO ÓPTIMO DE UNA PLANTA DE SECADO TIPO TÚNEL MANEJADA CON ENERGÍA SOLAR PARA EL DESHIDRATADO DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

H.E. González Bravo [a,*], *J. Ramírez Muñoz* [a], *A. López Yañez* [a], *N. Vázquez Espinoza* [a], *O. García Valladares* [b], *R. Pérez Espinosa* [b], *A. L. Cesar Munguía* [b],
[a] División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo #180 Col. Reynosa Tamaulipas, CDMX, 02200
[b] Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, Privada Xochicalco s/n col. Azteca, Temixco, Morelos, México, 62588
**hegb@azc.uam.mx*

Keywords: *Optimización, Secado solar, Deshidratación de alimentos, Energía solar.*

Abstract:
La deshidratación de alimentos es una técnica ocupada frecuentemente como método de conservación. Como operación unitaria, se sabe que es un proceso de alta intensidad energética. La mayor parte de las veces, dicha energía es proveniente de combustibles fósiles. Lo anterior trae consigo dos problemas principales: los altos costos del producto deshidratado debido al uso de combustibles y por otra parte la huella de carbono derivada del proceso de combustión para generación de calor. El uso de energía solar resalta un nicho de aplicación que ha sido abordado desde puntos de vista empíricos, hasta sofisticados diseños propuestos por investigadores a nivel mundial. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos enfocados en esta área son relacionados a deshidratadores solares de escala doméstica y a lo mucho piloto. Por otro lado, el nicho industrial ha sido escasamente abordado y analizado. Este trabajo se enfoca en el desarrollo del diseño de una planta deshidratadora de alimentos a escala industrial, que permita manejar de manera óptima la energía ocupada. Lo anterior, permitirá abrir el campo de diseño a plantas que ocupen la mínima cantidad de energía posible, y por ende tengan costos de operación más bajos que los actualmente manejados.

Grafical Abstract:



SUS Sustainability / Sustentabilidad

SUS-01

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF PHENOL USING Cu ON MCM-41 CATALYSTS PREPARED BY CVD

Y.L. Rodríguez de Luna [a,*] , *A. Bañuelos Frías* [b] , *C. Valero Luna* [b] , *L.A. Romero de León* [c] , *R.P. Villamil Aguilar* [d] , *L. Alvarado Perea* [a] ,

[a] Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carr. Guadalajara km. 6, Ejido La Escondida, Zacatecas, Zacatecas, 98160, MEXICO.

[b] Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Ramón López Velarde 801, Zacatecas, Zacatecas, 98000, MEXICO.

[c] Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro s/n, Col. Zacatenco, Ciudad de México, Ciudad de México, 07320, MEXICO.

[d] Departamento de Química, UAM-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Ciudad de México, Ciudad de México, 09340, MEXICO.

**yulirodeluna@gmail.mx*

Keywords: *MCM-41, phenol, photocatalysis, polluted water.*

Abstract:

Cu-MCM41 catalysts modified with Al were used for the photocatalytic degradation of phenol using a Batch reactor with a capacity of 150 mL illuminated by two UV lamps and constant stirring. Five experiments were carried out using modified catalysts with different Si /Al ratio: ∞, 150, 60, 16 and 5. Each experiment was carried out using 50 mg of catalyst and a volume of phenolic solution of 50 mL with phenol concentration of 10 ppm. 1 mL samples were taken during 6 hours at different intervals. 0, 30, 60, 120, 180, 240, 300 and 360 min using a graduated syringe and 0.22 µm filters to later be diluted to 3 mL with deionized water. The samples analysis was carried out by UV-visible spectroscopy (Spectrophotometer UV5200S) in a range of 200 to 400 nm. The catalyst was prepared by chemical vapor deposition (CVD) in "L" shaped fixed bed glass tubular reactor using 0.2 g of MCM-41 as support with different Si /Al ratio and 0.02 g of Cu (II) acetylacetonate as Cu precursor, the flow of was kept at 10 for 90 min to prepared the system and the flow of at for 60 min to complete the reaction. The temperature in the sublimation zone was 190 ºC and in the deposition zone was 300 ºC. All catalysts were characterized by X-ray Diffraction (XRD), Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP) and Nitrogen Physisorption. Catalyst with surface areas around 1000 were obtained. The acidity of the catalysts presented and important influence. A low content may be insufficient for the creation of acid sites while a high content causes hindrance steric and weak acid sites. In the phenol photodegradation reaction, the Si/Al ratio 60 revealed the best performance.

Grafical Abstract:

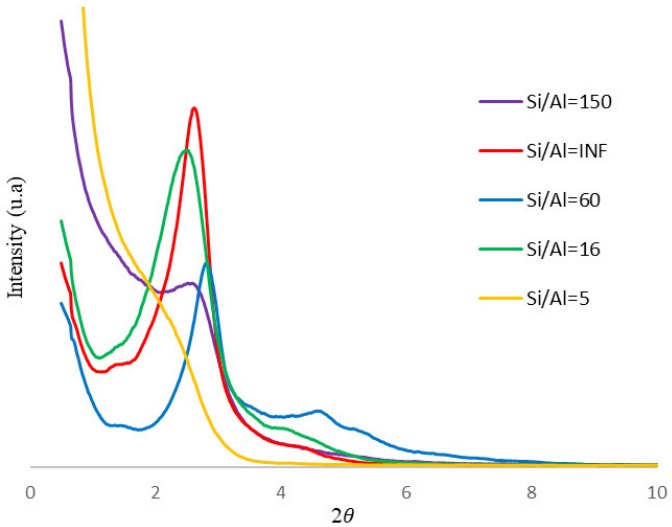


Fig. Comparación de XRD para las cinco relaciones Si/Al del material Cu-MCM4l.

SUS-02

OBTENCIÓN DE MONOLITOS DE CORDIERITA UTILIZANDO UNA MATRIZ IMPRESA EN 3D.

J. Eduardo Estrada Pérez [a,*] , *José Luís Contreras L.* [a] , *Jennipher Pérez Cabrera* [a] , *Zeferino Damián Noriega* [a] , *Naomi N. González Hernández* [a] ,
[a] Universidad Autónoma Metropolitana–Azc., CBI-Energía Av. San Pablo 180, Col. Reynosa, 02200 CDMX.
eduardo.estrada2307@gmail.com

Keywords: *Cordierita, monolitos, diseño, impresión 3D, extrusora*

Abstract:
Los monolitos catalíticos de cordierita o también conocidos como catalizadores estructurados cerámicos son empleados en la industria automotriz y química como adsorbentes de agentes contaminantes como en la reducción de los mismos como son: NO_x y CO. Resultado de la quema de hidrocarburos.
Los monolitos pueden ser utilizados en fuentes fijas como en el tratamiento de efluentes líquidos o gaseosos y como fuentes móviles como los convertidores catalíticos de los autos. En este trabajo se llevó a cabo la extrusión de monolitos de cordierita ($2MgO•2Al_2O_3•5SiO_2$) utilizando una extrusora de tipo pistón con un embolo de 50.8mm y un dado de 124 celdas por pulgada cuadrada (cpsi) y 101 orificios diseñado e impreso mediante una impresora 3D.
La composición de los óxidos precursores utilizados en la preparación de cordierita fueron obtenidos a partir de una mezcla de los geles precursores de cada oxido utilizando $Mg(OH)_2$ para MgO, AlO(OH) para Al_2O_3 y H_2SiO_3 para SiO_2 con la siguiente composición 11-13 %wt de MgO, 46-47 %wt de SiO_2 y 34-36 %wt de Al_2O_3, a esta mezcla se le adicionaron Metilcelulosa (MC) y Carboximetilcelulosa (CMC) como agentes plastificantes variando el porcentaje de los agentes plastificantes entre 1-7%wt, con el objetivo de obtener una pasta adecuada para ser extruida.
La adición agua líquida se encuentra entre un 2-35 wt% dependiendo del proceso que se desea emplear para dar la forma deseada al cerámico.
Se realizaron 7 muestras de cordierita evaluando diferentes caracteristicas de la misma para lagrar ser extruidas, donde la princpal fue el analisis por metodo de rehometria para verificar la fluidez del material.

SUS-03

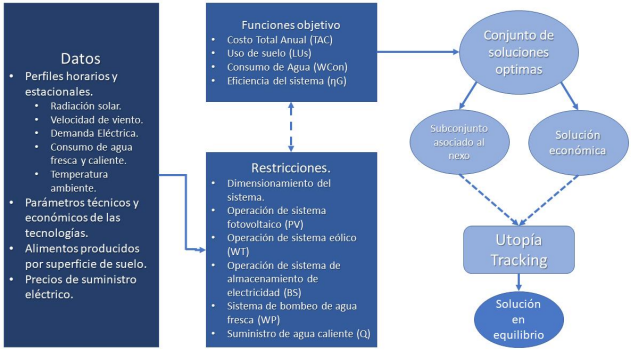
EVALUACIÓN DEL NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTOS PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS EN COMUNIDADES RURALES

A. Castillo-Molar [a] , *L. F. Fuentes Cortés* [a,*] ,
[a] Departamento de Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Celaya, Antonio García Cubas 600, Celaya, Guanajuato, 38610, MÉXICO.
**luis_fuentes@iqcelaya.itc.mx*

Keywords: *Sistemas Fotovoltaicos, Generación Eólica, Optimización Multi-Objetivo, Uso de Suelo.*

Abstract:
Se presenta una metodología de diseño óptimo multi-objetivo, basada en creación de sub-conjuntos de funciones objetivo, para la evaluación de impacto en el nexo agua-energía-alimentos. El modelo de diseño óptimo considera el dimensionamiento y operación de un sistema de suministro de agua y potencia eléctrica basado en fuentes renovables, fotovoltaico y eólico, almacenamiento de energía, utilizando baterías, y bombeo de agua fresca para cubrir las necesidades de una comunidad rural fuera de la red en el estado de Michoacán. Como funciones objetivo de diseño se incluye el costo total anual (TAC), el uso de suelo (LUs), eficiencia energética del sistema (ηG) y consumo de agua (WCon) asociados al de suministro de agua y energía. El análisis multi-objetivo considera los conflictos entre el nexo y el desempeño económico del sistema. Las funciones objetivo que consideran el nexo se agrupan para alcanzar un equilibrio entre los impactos locales en uso de agua y uso suelo asociados a nuevas tecnologías y la producción agrícola local y el desempeño energético y económico del sistema. La estrategia basada en subconjuntos de funciones objetivo permite visualizar los conflictos entre múltiples funciones objetivo considerando las sinergias e interrelaciones del nexo agua-energía-alimentos.

Grafical Abstract:



SUS-04

ESTUDIO TEÓRICO DE LAS PROPIEDADES ENERGÉTICAS DE MATERIALES CATALIZADORES MESOPOROSOS, TIPO MCM-41 PARA LA PRODUCCIÓN DIRECTA DE ETENO.

A.L. Dibert Elizarrarás [a] , *C. L. Valero Luna* [a] , *A. Bañuelos Frías* [a] , *L. Alvarado Perea* [a.b]
[a] Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac., 98000, México.
[b] Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Maestría en Ciencias de la Ingeniería. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac., 98000, México.
leoap@uaz.edu.mx **Keywords:** *MCM-41, DFT, eteno a propeno*

Abstract:
La industria petroquímica depende fuertemente del gas natural y el petroleo, tienen como bases principales los componentes químicos de la industría de química orgánica, como lo son el eteno, propeno, metanos, butenos, butadiedos, benceno, toluenes y xilenos.
La demanda global excede la producción, por tanto, se busca la forma de satisfacer el suministro de propeno. Se han desarrollado varias tecnologías, como lo es la deshidrogenación del propano, craqueo catalítico de alquenos C4 a propeno, metátesis de eteno y 2-buteno, entre otros. Una nueva manera de obtener el propeno, ha sido propuesta por Iwamoto et al, de manera directa del eteno, mediante el uso de catalizadores tipo MCM-41 dopados con Ni. El material mesoporoso propuesto, MCM-41, por sus siglas en inglés Mobil Composition of Matter-41 presenta, es un silicato, SiO_2, estructura hexagonal, grupo espacial P6mm, tiene características similares a la silica porosa. Una pared con estructura amorfa con densidad similar a la silica coloidal. Gran área de superficie, un buen sistema ordenado de poros y una distribución estrecha del tamaño de los poros, dada por mesoporos.

SUS-05

INVIABILIDAD DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE GAS ZONA SUR DEL PERÚ

W. Jara Velásquez [a,*] , *E. Chacaltana Herencia* [a] , *J. Campos Barrientos* [a] , *D. Medina Ormeño* [b] ,
[a] Departamento de Energía y Producción, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Avenida Los Maestros. Ciudad Universitaria , Ica, Código Postal 11000, PERÚ.
[b] Especialista en Regulación, Red de Energía del Perú, Avenida Juan de Arona Nro 720 Oficina 601, San Isidro Lima, Código Postal 15073, PERÚ.
**wjara@unica.edu.pe*

Keywords: *Palabras Clave : Sistema Integrado de Transporte, Gasoducto , Nodo Energético del Sur*

Abstract:
A raíz de la explotación de las reservas de gas natural de los lotes de Camisea, en el Perú se ha venido buscando aplicar una política de masificación de este energético, de manera que su consumo llegue a todas las regiones del país. Es por ello que se ha considerado la necesidad de desarrollar el proyecto Sistema Integrado de Transporte de Gas-Zona Sur del Perú (SITGAS), el cual debería asegurar el suministro continuo de gas natural en la zona sur del Perú y que reemplazaba al Proyecto Gasoducto Sur Peruano, cancelado por no haber conseguido el cierre financiero. Actualmente, dicho proyecto se encuentra en la etapa de preinversión, sin embargo, así como el proyecto anterior, adolece de las mismas dificultades conceptuales de ingeniería y económicas. Cabe indicar que uno de los fundamentos que sustentaba el proyecto Gasoducto Sur Peruano y ahora denominado Sistema Integrado de Transporte de Gas-Zona Sur, es que las centrales termoeléctricas de gas del denominado Nodo Energético del Sur del Perú y reserva fría instaladas sean la demanda que afiance dicha inversión. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo demostrar la inviabilidad del proyecto SITGAS debido a que no satisface aspectos fundamentales como contar con el nivel suficiente de reservas de gas natural, demanda insuficiente, aparte del Nodo Energético del Sur, costo del transporte del gasoducto cinco veces más caro que el primero que se construyó perteneciente a Transportadora del Gas del Perú (TGP). Además por la modalidad de contratos de licencia otorgados a los productores de gas natural y donde la propiedad de la molécula es de las empresas que explotan los lotes, el estado bajo ningún motivo puede asegurar un precio a las centrales del Nodo Energético de Sur iguales a las que reciben las que son abastecidas por el ducto de TGP.

SUS-06

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE UN SISTEMA DE COGENERACIÓN PARA AERONAVES

A. Rojas Ávila [a,*] , *J. Valle Hernández* [b] ,
[a] Depto. Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón, Av. del Rosal 89, Tepeaca, Álvaro Obregón, CDMX, 01550, México.
[b] Ingeniería del Frio, Escuela superior de Apan, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Carretera Apan-Calpulalpan s/n, Hidalgo, 43920, México.
**apolorojasavila@yahoo.com, bjulio_valle@uaeh.edu.mx*

Keywords: *Evaluación energética, Sistema termoeléctrico, cogeneración eléctrica, motor turbofan.*

Abstract:
En este trabajo se presenta la evaluación energética de un sistema de cogeneración, que emplea un sistema termoeléctrico de efecto Seebeck, para aprovechar el calor residual del motor de una aeronave.
A partir de las condiciones de operación del motor turbofan, en estado estacionario, se realiza un análisis termodinámico y se determina la distribución de temperaturas en el motor, esto permite elegir las secciones de tobera y turbina para la colocación del sistema termoeléctrico, así como la selección de materiales semiconductores con mejor rendimiento.
Para la distribución de temperatura, en las secciones de tobera y turbinas, obtenidas se propone un sistema termoeléctrico compuesto de tres distintos materiales semiconductores que son: germanio silicio (SiGe), teluro de plomo (PbTe) y teluro de bismuto (Bi_2Te_3). La selección de cada material se realiza en función a la figura de mérito (ZT), la cual depende de las propiedades termoeléctricas de cada material semiconductor.
El modelado matemático de la transferencia de calor de los dispositivos termoeléctricos acoplados a las diferentes secciones del motor se realiza mediante el método de volúmenes finitos, y se simula utilizando Dinámica de Fluidos Computacionales.
Como resultados se obtiene, a partir del análisis termodinámico, un calor residual disponible en las secciones de tobera y turbinas de 469.2 KW térmicos, de los cuales es posible aprovechar 85 KW eléctricos generados por medio del sistema de cogeneración considerando la implementación de disipadores de calor.
Así podemos concluir que el porcentaje de energía que suministra el sistema termoeléctrico en comparación con el sistema APU de la aeronave es de 35 %, con respecto a los alternadores es del 14 %, y 23 % con respecto a la energía externa, pudiendo suministrar más energía que el sistema RAT. El suplir parte de la energía generada de alguno de los sistemas, que funcionan durante el vuelo de la aeronave, representan un ahorro en el consumo de combustible de alrededor de 255 litros y por consecuencia re-

duce la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

Grafical Abstract:

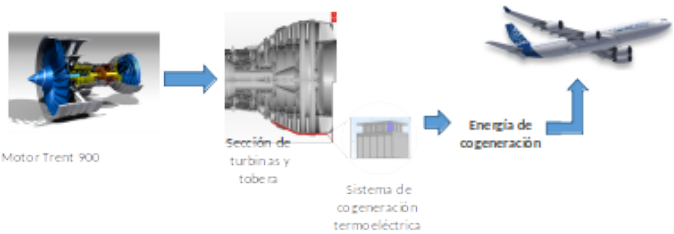


Fig. Diagrama del sistema de cogeneración termoeléctrica aplicado a un motor turbofan de una aeronave comercial.

SUS-07

MODELADO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN DE ATRAZINA POR ASPERGILLUS NIGER, EN PRESENCIA DEL SUSTRATO DE O. FICUS INDICA

G. J. Gutiérrez García [a], *H. H. León Santiesteban* [a], *H. Puebla Núñez* [a], *M. M. González Brambila* [a,*],
[a] Departamento de Energía. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo # 180. Col. Reynosa Tamaulipas, 02200, Ciudad de México, México.
* *margarita.gonzlezbrambila@gmail.com*

Keywords: *Atrazina, Aspergillus niger, modelos, biodegradación, suelo agrícola.*

Abstract:
Desde hace años la contaminación ambiental ocasionada por distintos procesos industriales ha sido un problema importante. Los productos agroquímicos, entre ellos los herbicidas, tienen un papel muy importante en la agricultura moderna. La atrazina es un herbicida ampliamente utilizado en zonas agrícolas de México, aplicado en cultivos donde se requiere controlar la maleza. Este agroquímico puede provocar diversos daños a la salud y al medio ambiente, como alteraciones en las funciones de algunos órganos, problemas de reproducción, alteración en los niveles de hormonas sexuales, etc. La Biotecnología ha realizado importantes avances en diferentes campos de aplicación, uno de ellos, es el uso de métodos biológicos para la degradación de contaminantes. El modelar la degradación de atrazina con microrganismos es de gran interés, ya que describe las expresiones cinéticas del proceso de degradación, lo cual es indispensable en el diseño, simulación y escalamiento de procesos. Uno de los microorganismos utilizados en la degradación de atrazina es A. niger. Sin embargo, en la literatura no se cuenta con información necesaria para desarrollar simulaciones de la degradación de atrazina llevada a cabo por este hongo. En el presente proyecto de investigación se comparan diferentes modelos sobre la degradación de atrazina durante el crecimiento de A. niger en un suelo agrícola con presencia de O. fucus indica como sustrato. Para ello se plantean modelos no estructurados sobre crecimiento de hongos y consumo de sustrato.

SUS-08

DEGRADACIÓN FOTOCALÍTICA DE FENOL EMPLEANDO MATERIALES MESOPOROSOS DEL TIPO MCM-41

Nadiezhda Getsemaní Flores-Del Río [b], *Alejandro López-Gaona* [c], *Elvia Valdez-Valdez* [a], *Julio Cesar García-Martínez* [d], *José Antonio Colín-Luna* [e], *Claudia Yolanda Valero-Luna* [b], *Alan Bañuelos-Frías* [b], *Leo Alvarado-Perea* [a,b,*],

[a] Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac., 98000, México.

[b] Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica. Maestría en Ciencias de la Ingeniería. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac., 98000, México.

[c] Departamento de Química, Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, Ciudad de México, CDMX, 09340, México.

[d] Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Departamento de Biofísica, Ciudad de México, CDMX, 11340, Mexico.

[e] Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Departamento de Energía, Área de Análisis de Procesos, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.

* *leoap@uaz.edu.mx*

Keywords: *Fenol, Fotocatálisis heterogénea, Materiales mesoporosos, Ni/AlMCM- 41, Ni/MCM-41, AlMCM-41, MCM-41.*

Abstract:

Los fenoles ocupan un lugar prominente entre los mayores contaminantes de las aguas subterráneas, debido a su alta toxicidad, a los efectos carcinogénicos y mutagénicos que pueden causar en los seres humanos. Los materiales mesoporosos del tipo MCM-41 han sido modificados para ser utilizados como fotocatalizadores. Estos materiales mesoporosos tienen una distribución de poros uniforme (2-10nm), una área específica alta (1000m^2/g) y un volumen de poros (1.3 ml/g), es por ello que se optó por los materiales mesoporosos del tipo MCM-41 y Ni/MCM-41 que fueron modificados con aluminio en diferentes relaciones de Si/Al, para degradar una solución de fenol de 40 ppm. La caracterización consistió en XRD, TEM, fisisorción de nitrógeno y NH3-TPD. Se probaron condiciones de fotolisis y fotocatálisis empleando los materiales mesoporosos con una masa de catalizador de 100, 200 y 300 mg con la partícula tamizada a un intervalo de 75 µm y 10 µm. La degradación de fenol fue monitoreada con un espectrofotómetro UV-visible Perkin Elmer Lambda XLS, a una longitud de onda de 270 nm. El material que contiene solo aluminio muestra una alta actividad fotocatalítica, la degradación global máxima es de 72.37 %, presenta, un área de superficie BET de aproximadamente 929.9 m^2g-1, y baja acidez. Se obtuvo un rendimiento óptimo para el soporte AlMCM-41= 60 con un porcentaje de degradación de 86.01 %, se logró un incremento en el área superficial relativa al disminuir el tamaño de partícula, como

resultado de una mayor superficie total disponible para llevar a cabo la degradación tal como se muestra en el gráfico. Para el caso el soporte MCM-41, se obtuvo una mejor degradación con el incremento de la cantidad empleada a 300mg, por consecuencia se incrementaron los sitios activos para la formación de radicales hidroxilo.

Grafical Abstract:

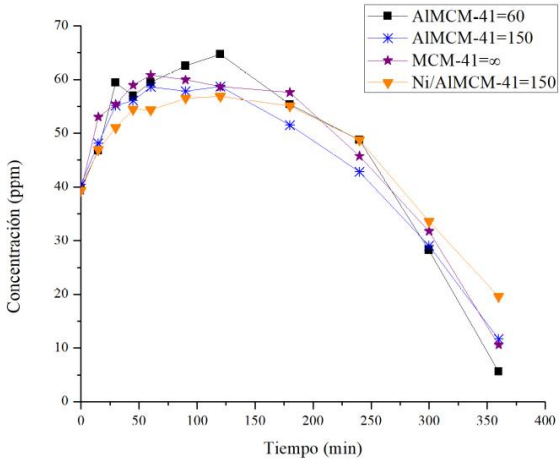


Fig. Tamaño de partícula a < 75 um, con diferente material mesoporoso tipo MCM-41.

SUS-09

CINÉTICA DE HIDRODESINTEGRACIÓN DE FRACCIONES DE PETRÓLEO: VARIACION DEL NÚMERO DE LUMPS

L. A. Soto-Azuara [a,*], *J.F. Sánchez-Minero* [b], *I. Elizalde-Martínez* [a,†],
[a] Instituto Politécnico Nacional, Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMP+L), Av. Acueducto S/N, Colonia Ticomán, 07340, Ciudad de México, México.
[b] Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE), UPALM, 07738, Ciudad de México, México.
† ielizaldem@gmail.com (I. Elizalde)

Keywords: *hidrodesintegración, residuales, modelación matemática, cinética, uno a seis lumps.*

Abstract:
En México, a pesar de contar con vastos recursos petroleros, las tecnologías utilizadas para la refinación son prácticamente desconocidas para la comunidad científica, así como también se realiza muy poco desarrollo tecnológico y de innovación a este respecto, provocando con ello una enorme dependencia tecnológica del exterior. Dentro de los procesos de refinación, la hidrodesintegración catalítica es una de las tecnologías más importantes para la producción de combustibles a partir de residuales. La química y cinética de las fracciones de petróleo que experimentan hidrodesintegración presentan un reto formidable en su comprensión, misma que es necesaria para la mejor operación de los procesos. Debido a la afinidad entre fracciones de hidrocarburos, es posible dividir la amplia variedad de compuestos en fracciones de valor comercial llamados lumps, cuya evolución con el tiempo de contacto con catalizadores permite modelar su cinética con diferentes niveles de aproximación. En este trabajo se reporta realización de la modelación matemática de la cinética de hidrodesintegración de una fracción de petróleo residual utilizando de uno a seis lumps con diferentes rutas de reacción, a 3 niveles de temperatura: 390,410 y 430° C, así como diferentes valores de LHSV= 0.5 hasta 3.0 h^{-1} . Los datos de carga y productos de hidrodesintegración catalítica se tomaron de reportes previos. Se pudo observar que el error en general fue menor del 5% para los modelos utilizados y que utilizando sucesivas aproximaciones, en número creciente de lumps, no solo se tiene la ventaja de aproximarse mejor a un modelo más completo, sino se puede contar con versiones de modelos reducidas que resultan de utilidad para visiones simplificad as de los procesos.

Grafical Abstract:

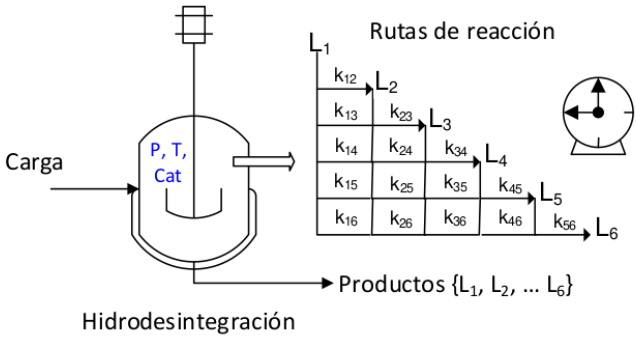


Fig. Descripción de las rutas de reacción química debidas a la hidrodesintegración de fracciones de petróleo utilizando el método de lumps. L_i , lump "i".

SUS-10

GENERATION OF RENEWABLE ENERGY TAKING ADVANTAGE OF UNDERWATER CURRENTS: CASE STUDY COZUMEL, MEXICO

Pérez-Vigueras M. [a,*], *Martínez-Camacho E.* [b], *González-Huerta R.* [c],
[a] ESFM-IPN. Departamento de Energías Renovables. UPALM, CP 07738, Ciudad de México.
[b] IIUNAM. Torre del Instituto de Ingeniería. Ciudad Universitaria, Ciudad de México
[c] ESIQIE-IPN. Laboratorio de Electroquímica y Corrosión. UPALM, CP 07738, Ciudad de México.
* *malinallipv@gmail.com*

Keywords: *Renewable energies, electric power, currents underwater.*

Abstract:
This paper presents the prefeasibility study for the implementation of sustainable electricity generation, taking advantage of the underwater current energy resource. The potential estimation is made, as well as the conditions and technical characteristics of the plant in the Cozumel canal. The environmental impacts in the implementation of a power generation plant using underwater current turbines are described, and the Life Cycle Analysis activities that must be developed to identify and quantify environmental impacts. To develop a project of this magnitude it is first necessary to have the laws and regulations that contribute to regulate the parameters, both environmental, technical and economic, then it is important to have the support of investors and specialists with extensive experience to make the best decisions.

SUS-11

EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBITORIO DE DFC E IBP SOBRE EL CRECIMIENTO RADIAL DE A. ROUXII EN CULTIVO SÓLIDO

E-P-Severo-Martínez [b], *H.H. León-Santiestebán* [a], *A. Tomasini* [*],
[a] Energía, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Pablo Xalpa 180, Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, Ciudad de México, 0.2200, México.
[b] Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra Secc, Iztapalapa, Ciudad de México, 09340, México.
**atc@xanum.uam.mx*

Keywords: *Amylomyces rouxii, diclofenaco, ibuprofeno, crecimiento radial, ecuación logística*

Abstract:
En los últimos años se han detectado contaminantes emergentes en el medio ambiente, a pesar de la baja concentración en que se encuentran causan toxicidad a organismos acuáticos. Dentro de éstos se encuentran los compuestos farmacéuticos activos como los analgésicos/anti-inflmatorios, diclofenaco (DFC) e ibuprofeno (IBP). En este estudio se evaluó la tolerancia de Amylomyces rouxii para crecer en presencia de DFC e IBP a concentraciones de 100 a 5000 µg L-1. La µ de crecimiento se obtuvo mediante el ajuste de los datos experimentales del crecimiento radial de A. rouxii usando la ecuación de Malthus. A través de la ecuación logística se obtuvieron los valores de µmax. No se encontraron diferencias estadísticas en los valores de µ y µmax en los cultivos control y con DFC e IBP. El perfil de crecimiento para el cultivo control mostró una curva de crecimiento sigmoide y un buen ajuste a la ecuación logística (R2 >0.97). Los cultivos con 100 µg L-1 de DFC presentaron buen ajuste al modelo, mientras que IBP no se ajustó bien al modelo logístico, debido a la alta variación experimental. Los datos de crecimiento de A. rouxii con 250, 1000, 1500 y 2500 µg L-1 DFC e IBP se ajustaron bien al modelo, pero no con 5000 µg de DFC L-1, en donde se perdió el ajuste. Se calculó la inhibición del crecimiento radial (%) a las 24 h de cultivo. A. rouxii resultó sensible a la presencia de DFC, a mayor concentración la inhibición del crecimiento radial aumentó de forma lineal. En presencia de 100 µg L-1 la inhibición fue de 2.83% y con 5000 µg L-1 de 56.24%. En presencia de IBP, la máxima inhibición del crecimiento radial de A. rouxii fue de 36.66% en cultivos con 5000 µg L-1. Los análisis estadísticos indicaron que las diferencias en la inhibición fueron significativas (p-valor <0.05).

SUS-12

THERMODYNAMIC ANALYSIS FOR THE PRODUCTION OF PROPENE USING TWO REACTORS IN SERIES

I.J Gonzalez Ríos [a,*], *A. Bañuelos Frías* [b], *C.Y. Valero-Luna* [b], *L.A. Romero De León* [c], *L. Alvarado Perea* [a],

[a] Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Villanueva-Zacatecas La Escondida, Zacatecas, Zacatecas, 98160, MÉXICO.

[b] Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Ramón López Velarde 801, Zacatecas, Zacatecas, 98000, MÉXICO.

[c] Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro s/n, Col. Zacatenco, Ciudad de México 07320, MÉXICO.

**ingridgonzalez4524@gmail.com*

Keywords: *Propene, ethene, dimerization, isomerization, metathesis*

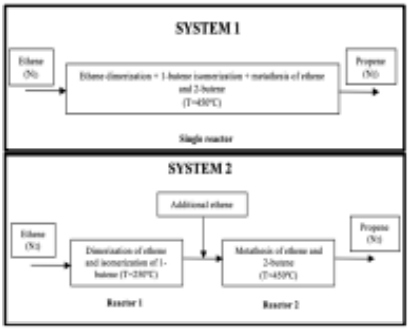
Abstract:

In the past years, the main way of obtaining propene was as a byproduct of the production of ethene. However, the recent increase in the demand of propene has been so notable that the demand of ethene cannot keep up. Subsequently, there has been a need to develop "on purpose technologies" in which propene is the main substance that is produced.

One of these technologies is the so called ETP process where propene is produced from an ethene feed. For this transformation, three sub-reactions have to take place: the dimerization of ethene, the isomerization of 1-butene and the metathesis between ethene and 2-butene. Nevertheless, scientists have encountered problems when settling on the optimal conditions in which the reactor should work due to the fact that experiments have shown that the catalyst used for the dimerization and the isomerization deactivates at the temperature in which the metathesis has its best yield. This is the reason why this work will analyze a system composed of two reactors. In one reactor the dimerization and isomerization reactions will take place simultaneously and in a second reactor the metathesis of ethene and 2-butene will take place, producing propene as a target product.

The main objective of this work is for the thermodynamic analysis of these two reactors to predict the conditions in which each reactor can be operated. This will be done through the evaluation of the equilibrium constants as a function of temperatures, pressures and feed concentrations. The main dilemma to be solved in this work is finding a way to describe the thermodynamic behavior that will take place during the transition from one reactor to another. However, if done correctly, it will be possible to conclude if it is more efficient to work with only one reactor or two reactors.

Grafical Abstract:



DISADVANTAGE

The temperatures at which the propene yield is at its highest causes the deactivation of the bifunctional catalyst.

ADVANTAGE

By separating the process into two reactors, deactivation can be avoided since it allows for the bifunction catalyst to be replaced by two catalysts in each reactor that function normally under optimal temperatures.

SUS-13

CONTROL EN CASCADA CON MÚLTIPLES MEDICIONES DE TEMPERATURA PARA COLUMNAS DE DESTILACIÓN: UNA PROPUESTA BASADA EN EL ANÁLISIS MULTIESCALA

J. G. Moguel-Castañeda [a,*], *C. B-Arroyo* [c], *H. Puebla* [a], *E. Hernandez-Martinez* [b],
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av San Pablo Xalpa 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Ciudad de México, C.P. 02200, MÉXICO.
[b] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana-Región Xalapa, Circuito Universitario Gonzálo Aguirre Beltrán, Col. Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz, C.P. 91000, MÉXICO.
[c] Departamento de Ingeniería Química, CUCEI-Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1451, Col. Olimpica, Jalisco, C.P. 44430, MÉXICO
**jazael_moguel@hotmail.com*

Keywords: *Palabras Clave: Control en cascada, Múltiples mediciones de temperatura, Series de tiempo, Perturbaciones externas*

Abstract:
Las columnas de destilación son ampliamente utilizadas en diferentes secuencias de la industria petroquímica para separar mezclas multicomponentes y su operación llega a ser compleja debido a sus características de naturaleza distribuida y no linealidad. Por ello, elegir técnicas de control robustas y aplicarlas correctamente sigue siendo un problema abierto que afecta directamente a la calidad del producto y económicamente al consumo energético. Con el fin de garantizar condiciones de operación eficientes, se requieren acciones de control de respuesta rápida y precisa. Una de las limitaciones en los controladores de composición es que la medición en línea suele ser costosa y los equipos pueden presentar retardos. Por ello, la aplicación de esquemas de control en cascada composición-temperatura son una buena alternativa. Aunado a esto, su desempeño puede variar con la posición del sensor y ser mejorado mediante la implementación de múltiples mediciones de temperatura, ya que proporcionan más información del comportamiento en diferentes secciones de la columna. Sin embargo, se ha encontrado que las zonas donde se favorece el desempeño de los procesos de naturaleza distribuida presentan desplazamientos, lo cual modifica su estabilidad. En ese sentido, se propone realizar un análisis de sensibilidad en una columna de destilación para la colocación de sensores de temperatura, mediante un análisis multiescala de series de tiempo de temperatura de cada plato. El perfil del índice multiescala obtenido depende de la posición del plato y de las perturbaciones a las que se expone el sistema. También se implementó un esquema de control composición-temperatura realizando un barrido de la medición de temperatura de todos los platos de la columna, encontrando que el desempeño del controlador (platos más sensibles) se relaciona con los de mayor índice multiescala. Esta información puede ser útil para el diseño de esquemas de control y la mejora de la operación.

Grafical Abstract:

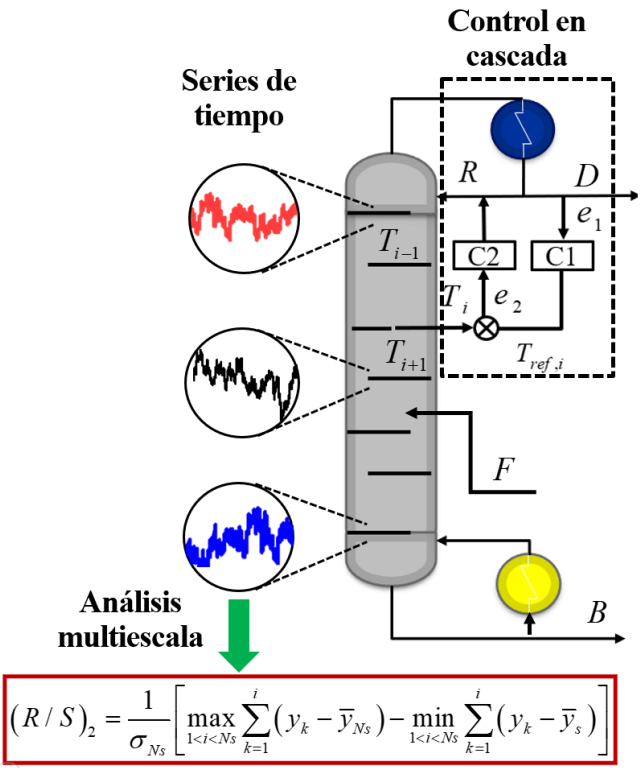


Fig. Esquema de control en cascada y obtención de las series de tiempo de temperatura de la columna de destilación

SUS-14

MATERIALES FOTOCATALÍTICOS DE NANOALAMBRES DE SILICIO CON NANOPARTÍCULAS DE Co Y CoO PARA LA DEGRADACIÓN DE NARANJA DE METILO

Cárdenas Cortez O. A. [a], *Pérez Bueno J. J.* [b], *Maldonado Pérez A. X.* [b],
[a] Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica. lll Ver, Luis Donaldo Colosio s/n, Ejido Arroyo del Maíz, Poza Rica de Hidalgo, Veracruz 93230, México.
[b] Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica , S.C., Parque Tecnológico Querétaro-Sanfandila s/n, Pedro Escobedo, Querétaro 76703, México.
**amaldonado@cideteq.mx, jperez@cideteq.mx*

Keywords: *fotocatálisis, silicio, remediación de agua, heterounión.*

Abstract:
Este trabajo muestra la degradación del naranja de metilo (MO) junto con la quimisorción de azul de metileno (MB) y rodamina 6G (Rh6G) por iluminación directa con radiación visible. Esto se logró utilizando soluciones colorantes en presencia de nanoalambres de silicio (SiNWs), nanoalambres de silicio con nanopartículas de óxido de cobalto (SiNWs-CoONP) y nanoalambres de silicio con nanopartículas de cobre (SiNWs-CuNPs).
Los SiNW se sintetizaron mediante el método MACE. Los SiNWs-CuNPs se sintetizaron depositando las nanopartículas de Cu de forma autocatalítica. De manera similar, las SiNWs-CoONPs se sintetizaron en primer lugar como Co y se oxidaron en el mismo proceso, teníendo una longitud de aproximadamente 23 µm a 30 µm con una estructura vertical en la placa.
El análisis de EDS confirmó la presencia de Co en las muestras (oxidadas). En el caso de SiNWs-CuNPs, la longitud aproximada de los nanoalambres estaba entre 44 µm y 48 µm. Mostraron una estructura vertical en la placa, homogeneidad y aglomeraciones entre nanoalambres.
Los análisis de XPS en las muestras de SiNWs-CoONPs muestran que el Co depositado no era metálico, sino como CoONPs o como Co(OH)2/CoO.
En el caso de MO, la cinética de degradación de SiNWs-Cu y SiNWs fue casi paralela, teniendo SiNWs-CuNPs cinéticas ligeramente más rápidas debido a la contribución de Cu en la fotocatálisis. Se encontró que las SiNWs-CoONPs tienen una cinética de degradación muy lenta. Esto se atribuyó al óxido de cobalto que, a diferencia de las nanopartículas de Cu, no contribuyó a la separación entre electrones y huecos.
MB y Rh6G demostraron que no hubo degradación de las moléculas de colorante durante las pruebas, en cambio, hubo adsorción y desorción de ellos. El fotocatalizador más eficiente fue SiNWs-CuNPs. No obstante, cabe señalar que los SiNW y los SiNW-CuNP muestran eficiencias muy similares. SiNWs-CoONPs muestran una eficiencia sustancialmente menor.

SUS-15

CONTROL ÓPTIMO DE UNA COLUMNA DE ABSORCIÓN DE CONTACTOR DE MEMBRANA PARA LA CAPTURA DE CO_2

J. A. Romero-Bustamante [a,*], *M.A. Gutiérrez-Limón* [a], *R. Hernández-Rodríguez* [b], *E. Hernández-Martínez* [c],

[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av San Pablo Xalpa 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Ciudad de México, C.P. 02200, MÉXICO.

[b] División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Ciudad de México, C.P. 09340 MÉXICO.

[c] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana-Región Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, Col. Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz, C.P. 91000, MÉXICO.

**jorgeromero71807@gmail.com*

Keywords: *Control óptimo, absorción reactiva, contactor de membrana, captura de CO2*

Abstract:

En los últimos años, la industria a nivel mundial se ha adaptado para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, principalmente de CO_2. En este contexto, la tecnología de captura de carbono es una de las principales opciones para disminuir su presencia en el ambiente. Entre los principales procesos de captura, el más aceptado a nivel industrial es la absorción reactiva con aminas, pero su principal desventaja es su alto requerimiento energético. Para hacer frente a esta problemática, se ha planteado la integración de un contactor de membrana al proceso de absorción gracias a sus múltiples ventajas, principalmente a que su configuración aumenta el área de contacto y disminuye el consumo de energía. A pesar de sus beneficios, existe una controversia respecto a si este proceso es o no económicamente viable, lo cual limitaría su posible implementación. Una de las estrategias que permiten resaltar las ventajas operativas de los procesos es mediante el desarrollo de estudios de control y optimización. Si bien en la literatura se han abordado algunos trabajos al especto, las contribuciones se han realizado de forma independiente, lo cual no permite explotar su potencial. En ese sentido, en este trabajo se propone el estudio del proceso de absorción química de contactor de membrana desde un enfoque de control óptimo. El modelo dinámico considerado para este trabajo presenta variación de la concentración en las coordenadas radial y axial, mismo que es validado mediante el software COMSOL. La aplicación del esquema de control propuesto considera la manipulación de la entrada de disolvente para maximizar la cantidad de CO_2 absorbido y minimizar el consumo energético. Los resultados muestran que la estrategia planteada permite controlar de manera adecuada el proceso al mismo tiempo que se alcanzan altas tasas de captura y baja exigencia energética.

Grafical Abstract:

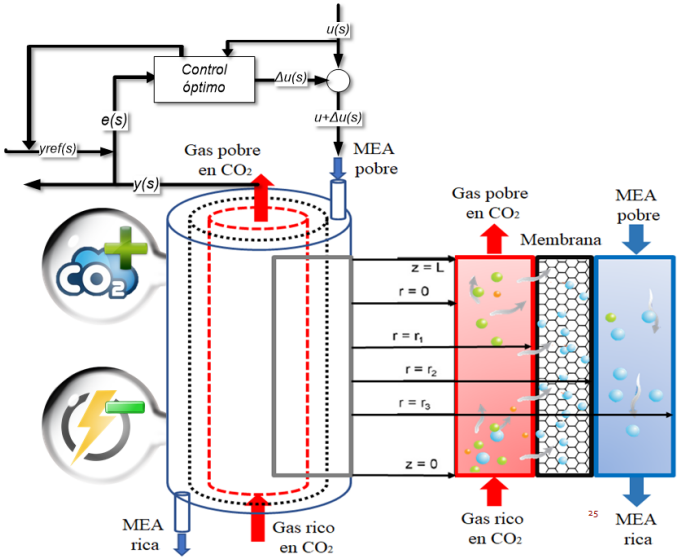


Fig. Esquema de control óptimo para la columna de absorción de contactor de membrana

SUS-16

A REACTIVE DISTILLATION PROCESS FOR ULTRA-LOW SULFUR DIESEL PRODUCTION: MULTIPLICITY AND DESIGN ASPECTS

J. Carlos Cárdenas-Guerra [a,*], *Salvador Hernández* [a], *Julio C. Armas-Pérez* [b], *J. Carlos Cárdenas-Rivera* [c],
[a] Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Guanajuato, Guanajuato, 36050, MÉXICO.
[b] Departamento de Ingenierías Química, Electrónica y Biomédica, Universidad de Guanajuato, Loma del Bosque #103, León, Guanajuato, 37150, MÉXICO.
[c] Departamento de Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México en Celaya, Antonio García Cubas #600 esq. Av. Tecnológico, Celaya, Guanajuato, 38010, MÉXICO.
**carlogs@yahoo.com*

Keywords: *Deep Hydrodesulfurization, Diesel Fuel, Multiple Solutions, Reactive Distillation*

Abstract:
Sulfur content of diesel fuel has been cut down to ultra-low levels due to environmental regulations in many countries with the aim of reducing diesel engine's harmful exhaust emissions. Consequently, a renewed interest of ultra-low sulfur diesel (ULSD) research is driven by the need to have a comprehensive understanding of the various factors that affect deep desulfurization of diesel up to the ultra-low sulfur content level. It is generally believed that a two-stage deep hydrodesulfurization (HDS) process will be required by most, if not by all the refiners, to achieve a diesel product with less than 10 ppm of sulfur. A design consistent with this technological approach has been proposed by Haldor Topsøe, which includes a first stage that reduces the sulfur content to around 250 ppm or lower, and a second stage that completes the reduction to less than 10 ppm. Based on the philosophy of previous work, it could be considered a two-stage deep desulfurization process where the first stage is a currently conventional HDS process that reduces the sulfur content up to 500 ppm, and a hypothetical second stage consisting of a reactive distillation process (RDP), which should remove the sulfur from diesel to the desired specification. Therefore, in this work it is addressed a systematic study of the operating conditions and parameter sensibility under which multiple steady states may occur in an RDP for ULSD production. The bifurcation analysis is performed for two feed case scenarios showing the implication of 4,6-dimethyldibenthiophene, mainly, in the design of the reactive separation process. Also, this study is done to analyze the influence of the operating conditions and parameter sensibility over the main variables to control, i.e., the organo-sulfur compound conversion. The simulation results showed a single steady state in the first case, and output multiplicities for the second case.

SUS-17

MODELADO Y OPTIMIZACIÓN DE LA SECCIÓN CATALÍTICA DE UNA UNIDAD RECUPERADORA DE AZUFRE TIPO CLAUS

I. Ladrón de Guevara-García [a], *V.M. Rivera* [a], *O. Velazquez-Camilo* , *E. Hernandez-Martinez* [a,*],
[a] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Xalapa Veracruz, México.
**elisehernandez@uv.mx*

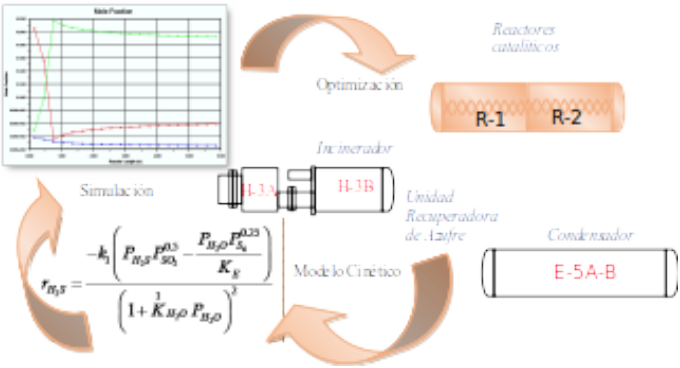
Keywords: *Recuperación de azufre, sección catalítica, modelado y optimización del proceso.*

Abstract:
El azufre elemental es un producto de alto valor agregado usado como materia prima en diversos productos como fertilizantes, caucho, cosméticos y algunos productos farmacéuticos [1]. Debido al aumento en su demanda y las cada vez más exigentes regulaciones ambientales, los procesos para la producción de azufre elemental enfrentan la necesidad de implementar metodologías de optimización y control rigurosos [2]. En ese sentido, en este trabajo se propone el modelado y optimización de la sección catalítica del proceso modificado de Claus para la obtención de azufre elemental a partir de gas ácido proveniente de una planta de endulzamiento del gas natural. Se propone un modelo reducido que considera la principalmente la producción de azufre elemental, así como la eliminación de compuestos no deseados (i.e., CO, COS y CS2). Los resultados de la simulación del modelo propuesto se validan con datos obtenidos de una planta de procesamiento de gases en operación. La optimización de la unidad catalítica se implementa en Matlab, determinando la región de operación que maximizan el rendimiento de la unidad. Finalmente, se analizan diferentes escenarios considerando perturbaciones externas a la unidad catalítica y cambios en la demanda de producción de azufre.

Referencias

1. Bahadori, A. (2014). Natural Gas Processing: Technology and Engineering Design (1st ed.). Gulf Professional Publishing.
2. Rahman, R. K., Ibrahim, S., & Raj, A. (2019). Multi-objective optimization of sulfur recovery units using a detailed reaction mechanism to reduce energy consumption and destruct feed contaminants. Computers & Chemical Engineering, 128, 21-34.

Grafical Abstract:



SUS-18

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF PHENOL USING Zr/HMS MATERIALS

NA Gaytán Saldaña [a,*], *A Bañuelos Frías* [a], *CY Valero Luna* [a], *LA Romero De León* [b], *RP Villamil Aguilar* [c], *L Alvarado Perea* [a],

[a] Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carr. Guadalajara km. 6, Ejido La Escondida, Zacatecas, 98160, México

[b] Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro s/n, Col. Zacatenco, Ciudad de México, 07320, México.

[c] Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, 09340, Ciudad de México, México

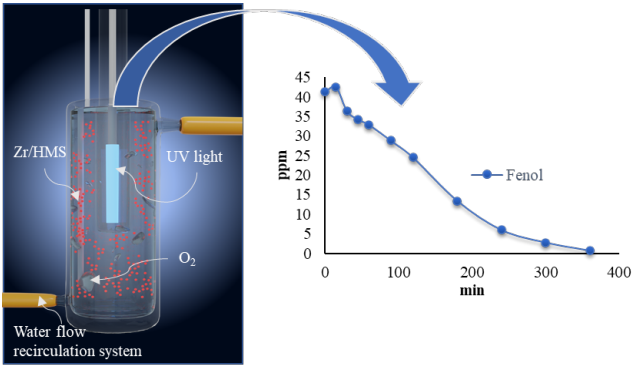
**normagaytan@uaz.edu.mx*

Keywords: *Heterogeneous photocatalysis, Zr/HMS, Degradation, Phenol, UV light*

Abstract:

Heterogeneous photocatalysis has been applied in the degradation of air and water polluting compounds. In addition to bandgap technology, research has focused on the synthesis of materials with properties that allow better photocatalytic activity. HMS, a hexagonal mesoporous silica material, has high surface area, uniform distribution and large pore size, and thick walls that improve its mechanical properties. On the other hand, Zr, due to its acidic properties and high ion exchange capacity, can be used as a catalyst. This research proposes the use of the properties of HMS as support and Zr as active phase, to obtain a catalyst with photocatalytic activity for the degradation of phenol in aqueous solution. The Zr/HMS was synthesized using different precursors of Zr by different doping methods. The photocatalytic degradation activity of Zr/HMS towards phenol was tested in a typical double wall inner batch-type reactor, and cooled with a water flow recirculation system. At atmospheric pressure, 200 mg of Zr/HMS was dispersed in phenol aqueous solution (200 mL, 40 ppm). The reaction mixture was magnetically stirred and constantly bubbled during UV illumination (254nm). Aliquots (700 µl) of the reaction mixture were taken at the beginning of the experiment and at regular time intervals. The phenol concentration of the supernatant was measured in UV spectra at characteristic phenol peak at 270 nm. The Zr/HMS catalyst synthesized with the precursor $ZrO(NO_2)_3$ exhibited better photocatalytic activity under ultraviolet illumination. It was found that 40 ppm of phenol was degraded to 5 ppm in 240 min.

Grafical Abstract:



SUS-19

ANALISIS DE LOS PRODUCTOS DE REACCIÓN EN LA REDUCCIÓN FOTOCATALITICA DE CO_2 EMPLEANDO MATERIALES DE ZINC

. *C. Espinoza–Tapia* [A,*], *J. U. Balderas–Aguilar* [A], *E. Barrera–Calva* [B], *J. A. Colín–Luna* [C], *I. Hernández–Pérez* [c], *C. Falcony–Guajardo* [a],
[a] Programa de Doctorado en Nanociencias y Nanotecnología, Departamento de Física, Cinvestav – IPN, Av. IPN No. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, Gustavo A. Madero, Ciudad de México, 07360, México
[b] Departamento de Ingeniería en Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, Ciudad de México, 09340, México
[c] Departamento de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, Av. San Pablo No 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200, México
* *julio.espinoza@cinvestav.mx*

Keywords: *Fotoreducción, Fotosíntesis Artificial, Fotocatalizador.*

Abstract:
La emisión excesiva de CO_2 por las actividades humanas ha modificado dramáticamente nuestro medio ambiente, y por este motivo se han investigado diversos procesos para la reducción del CO_2. Dentro de estas herramientas el uso de fotocatalizadores ha demostrado un alto rendimiento en procesos de fotoreducción de CO_2, y particularmente los fotocatalizadores basados en el zinc son altamente eficientes debido a la utilización de obtención de óxidos de zinc a escala nanométrica, adicionalmente utilizado en diferentes soportes con altas áreas superficiales debido a su porosidad y por último empleando estructuras MOF's.
En el presente trabajo se realizó una revisión de los diferentes productos de reacción que se obtienen en la reducción fotocatalítica de CO_2, empleando diferentes fotocatalizadores de zinc (oxido de zinc nanométrico, oxido de zinc soportado en mesoporosos y MOF´s de zinc), con lo que se aprecia que los principales productos obtenidos son CO, CH_4 y H_2, esto en función del material utilizado y de la fuente donadora del ion H^+ empleado (principalmente trietanolamina, trietilamina o agua).
La información obtenida es de utilidad para optimizar la reacción de fotoreducción de CO_2 empleando fotocatalizadores de zinc, ajustando los parámetros involucrados (tipo de fotocatalizador, tiempo de rección y donador del ion H^+) para la obtención de mejores resultados en las eficiencias de reacción.

SUS-20

APORTE Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AEROSOLES MARINOS EN PARTÍCULAS PM10 DE INTERIORES Y EXTERIORES DE UNA CIUDAD DEL CARIBE COLOMBIANO

A.M. Vengoechea-Pimienta [a,c,*], *A.R. Alonso-Gómez* [b], *R.E. Rojano-Alvarado* [c], *H.A. Arregoces-Reinoso* [c], *J. Ramírez-Muñoz* [b],
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.
[b] Cátedra CONACyT-Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.
[c] Grupo de Investigación GISA, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Km. 5 Vía a Maicao, Riohacha, La Guajira, 440001, Colombia.
**avengoeche@uniguajira.edu.co*

Keywords: *Aerosoles atmosféricos, aerosoles marinos, calidad de aire interior, factor de enriquecimiento.*

Abstract:
Se determinó el aporte, concentración y composición química de aerosoles marinos del material particulado PM10 en espacios interiores y exteriores de la ciudad de Riohacha, La Guajira, Colombia. Para seleccionar los sitios de muestreo, se hizo un inventario de emisiones de PM10 y se identificaron las principales fuentes de contaminación. Las fuentes fijas se identificaron con las emisiones puntuales y de cada área y las fuentes móviles se determinaron con el índice de flujo vehicular. Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo en lugares de mayor emisión y tránsito vehicular, nombrándolos: centro comercial (CS), oficina (BF), conjunto residencial (BU), y aeropuerto (AE). Para el aporte de los aerosoles marinos se seleccionaron tres sitios a orilla de playa ubicados en dos edificios frente a la playa CC y AM y el último punto se ubicó en el muelle turístico a 300 m dentro del mar.
En el monitoreo durante 24 horas se usó el muestreador de aire MiniVol con filtros de cuarzo de 47 mm de diámetro. Se analizaron catorce metales trazas en el PM10, Zn, Fe, Cd, V, Ca, Ni, Cu, As, Co, Pb, K, Mn, Mg, Na, utilizando un espectrómetro de emisión atómica de plasma por microondas. Las concentraciones de PM10 medidas variaron de 52,537 µg/m^3 y 36,317 µg/m^3. Las concentraciones de PM10 medidas en la zona urbana para interiores y exteriores variaron de 30,7 a 4,4 µg/m^3 y de 65,2 a 16,3 µg/m^3 respectivamente. Los elementos químicos más abundantes fueron el Ca con promedio de 6,812 µg/m^3, Na con 5,3 µg/m^3, K con 3,6 µg/m^3 y el Mg con 1,325 µg/m^3, atribuidos al aporte de los aerosoles marinos en las zonas costeras. El aporte de aerosoles marinos en la zona de orilla de playa comprende entre el 4 y 10% y en la zona urbana hasta el 7%.

Grafical Abstract:

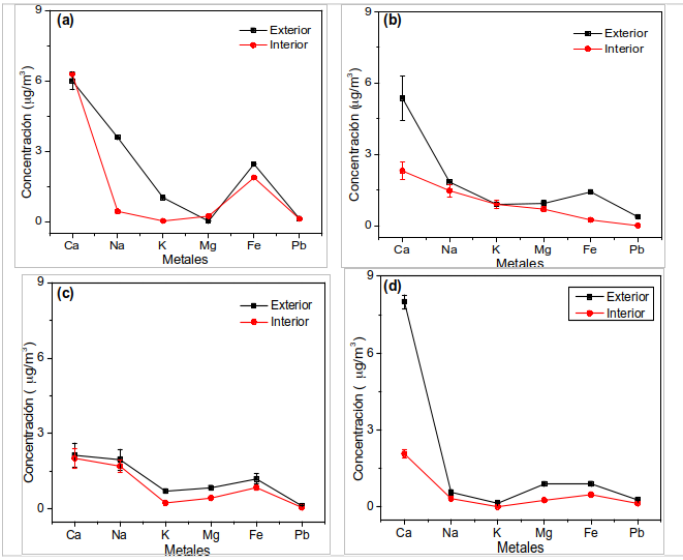


Fig. Concentración promedio de metales mayoritarios en el PM10 en los sitios de muestreo: a) BU, b) CS, c) AE y d) BF.

SUS-21

SIMULACIÓN CFD DE UN REACTOR ELECTROQUÍMICO DE CILINDRO ROTATORIO OPERANDO DE RÉGIMEN LAMINAR A TRANSICIÓN TURBULENTA

A.M. Vengoechea-Pimienta [a,c,*], *A.R. Alonso-Gómez* [b], *R.E. Rojano-Alvarado* [c], *J. Alvarez-Vega* [a], *V.E. Márquez-Baños* [d], *A López-Yáñez* [a], *R. Guadarrama-Pérez* [a], *J. Ramírez-Muñoz* [a],
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.
[b] Cátedra CONACyT-Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.
[c] Grupo de Investigación GISA, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Km. 5 Vía a Maicao, Riohacha, La Guajira, 440001, Colombia.
[d] División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga 4871, México City, 05348, México.
**avengoeche@uniguajira.edu.co*

Keywords: *Reactor electroquímico cilindro rotatorio, Flujo de Couette, Consumo de potencia, Simulación CFD, Disipación viscosa.*

Abstract:
Se presenta un estudio utilizando dinámica de fluidos computacional de un reactor de electrodo de cilindro rotatorio tridimensional (3D) de escala laboratorio el cual se usará para recuperación de cobalto a partir de soluciones reales de lixiviado de baterías de litio. Con el fin de verificar la fiabilidad de las predicciones de las simulaciones, se realizó un análisis sistemático de independencia de malla y se corroboró que los resultados numéricos presentados son independientes del número de elementos de la malla computacional. Para este análisis, se tuvo especial cuidado en refinar la malla computacional en las superficies del cilindro interno y externo. Las simulaciones se implementaron usando el enfoque de un solo marco de referencia rotativo y se usó el modelo de laminar en estado estacionario para simular el flujo.
El objetivo del trabajo consiste en examinar los consumos de potencia en el reactor a distintas condiciones de operación que van desde el régimen de flujo laminar reptante hasta la transición a flujo turbulento. Para ello se analizaron las siguientes cuatro alternativas de predicciones de potencia para el sistema estudiado: 1) mediante el torque numérico inducido sobre el cilindro interno y el eje del impulsor, 2) a partir del torque numéricos inducido sobre el cilindro externo, 3) usando valores numéricos de la integración de la función de disipación viscosa en todo el dominio del fluido y 4) usando la solución analítica de flujo laminar tangencial y estacionario de Couette obtenida en cilindros concéntricos. Se presentan los valores de potencia predichos por las cuatro alternativas evaluadas y se aborda una dis-

cusión sobre el método más confiable para determinar la potencia consumida por el sistema en función de los valores del régimen de flujo analizado.

Grafical Abstract:

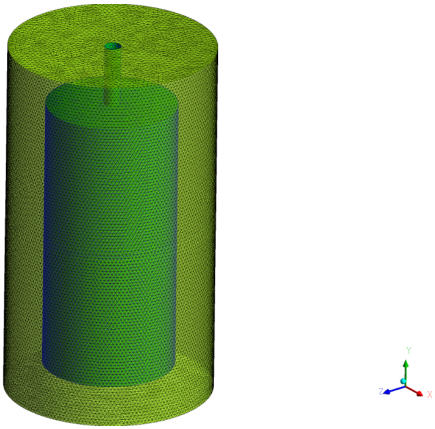


Fig. Malla computacional del reactor cilindro electroquímico de cilindro rotatorio

SUS-22

OBTENCION DE H_2 POR REFORMADO CON VAPOR DE ETANOL PARA REDUCIR NO CON Pt-Ag/Al_2O_3-WOx

N. N. González Hernández [a,*], *J. L. Contreras Larios* [a], *B. Zeifert* [b], *G. A. Fuentes Zurita* [c], *T. Vázquez* [b], *R. López Medina* [a],

[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. Sn. Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Ciudad de México, Código Postal 02200, México

[b] ESIQIE, Instituto Politécnico Nacional. UPALM. Zacatenco, Ciudad de México, México.

[c] Departamento de IPH, CBI Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

**iq_naomi@hotmail.com*

Keywords: *Reducción de NO, catalizador Pt-Ag/Al_2O_3-WOx, producción de H_2, impacto ecológico*

Abstract:

Los vehículos diésel constituyen un componente importante dentro de las fuentes móviles, se sabe que tienen una eficiencia térmica superior en comparación con los motores estequiométricos, es decir, reducen las emisiones de CO_2, CO y HC, sin embargo, emiten una serie de contaminantes incluyendo partículas (PM) y óxidos de nitrógeno (NOx). Estas emisiones son los principales precursores del ozono troposférico (O_3) y el material particulado secundario (PM).

La reducción catalítica selectiva de hidrocarburos (HC-SCR) es una tecnología eficaz que se utiliza ampliamente en la actualidad para reducir las emisiones de NOx de fuentes móviles, como los vehículos diésel. La HC-SCR de NOx emitido por motores diésel con Pt-Ag/Al_2O_3-WOx utilizando H_2 generado por ESR con Ni-Co/Hidrotalcita-WOx es una alternativa prometedora.

Los materiales catalíticos se caracterizaron por: Fisisorción de N_2, MEB/EDS, DRX y espectroscopía UV-vis. Se estudió el efecto de la presencia de C_3H_8 y H2 en la reducción de NO empleando una mezcla de gas sintético similar a la emitida por un motor diésel, así como la longevidad del catalizador Pt-Ag/Al2O3-WOx a diferentes velocidades espaciales (GHSV).

Los catalizadores de Ni-Co/Hidrotalcita-WOx evaluados en la reacción de ESR confirmaron la presencia de H_2, CO_2, CH_4 y CO en los productos de reacción. La evaluación del catalizador Pt-Ag/Al_2O_3-WOx mostró un amplio rango de temperatura de operación, con dos máximos a 150 y 350°C, en la primera se obtuvo una conversión máxima de 94% de NO, entre 180 y 250°C se exhiben una reducción mínima y nuevamente entre 300 y 400°C la conversión aumenta, alcanzando un 96% de conversión de NO, siendo evidente que la presencia de más de un gas reductor en la reacción mejora considerablemente la actividad de los catalizadores, ampliando el rango de temperatura de evaluación.

Grafical Abstract:

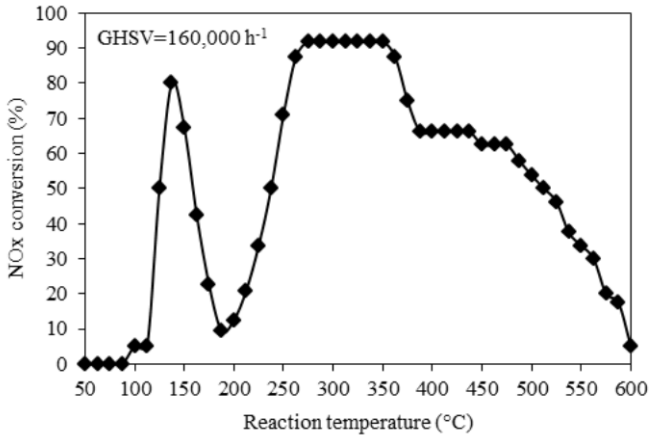


Fig. HC-SCR de NO con un catalizador de Pt-Ag/Al_2O_3-WOx utilizando C_3H_8 y 1%V. de H_2 generado en la reacción de reformado con vapor de etanol.

SUS-23

SÍNTESIS DE UNA RED ÓPTIMA PARA EL TRATAMIENTO SELECTIVO DE AGUAS RESIDUALES USANDO PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA

M. G. Hidalgo-Muñoz [a,*], *J. M. Zamora-Mata* [b], *A. López-Yáñez* [a], *J. Ramírez-Muñoz* [a,*],
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, CDMX, C.P. 02200, México
[b] Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, CDMX, C.P. 09340, México.
**jrm@correo.azc.uam.mx*

Keywords: *Optimización, Superestructura, Tratamiento, Oxidación, Paracetamol*

Abstract:
En este trabajo se aborda el problema de síntesis y optimización de un sistema de tratamiento selectivo de aguas residuales contaminadas usando dos diferentes procesos de oxidación avanzada: Fenton y sono-Fenton. El problema planteado puede resultar útil para el tratamiento selectivo de efluentes hospitalarios contaminados con trazas de algún medicamento, sin embargo, en este trabajo se usa como caso de estudio la remoción de paracetamol. Se plantea, para cada proceso evaluado de oxidación avanzada, el uso de una superestructura básica para el tratamiento de un conjunto de corrientes efluentes usando una sola unidad de tratamiento con un volumen definido. Se propone un modelo de programación no lineal (PNL) para la remoción de paracetamol empleando una cinética de degradación conocida para ambos procesos evaluados. Se considera que el costo del sistema de tratamiento es directamente proporcional al flujo tratado, por lo cual, la función objetivo de este modelo es el flujo de efluente tratado. El uso del modelo propuesto se ilustra con la solución de un caso de estudio que muestra la versatilidad del mismo para alcanzar sistemas de tratamiento óptimos. Se encontró que, para el mismo conjunto de efluentes a tratar, el proceso sono-Fenton requiere de un menor flujo a través de la unidad de tratamiento. Los resultados muestran que a medida que se demanda una menor concentración de paracetamol en la descarga del sistema, mayor es el flujo de efluente que se envía a tratamiento y la concentración del contaminante a la entrada del reactor se diluye, por lo cual, la concentración y la tasa de remoción del contaminante en el reactor disminuyen. Sin embargo, cuando se realiza un tratamiento centralizado al conjunto de corrientes efluentes, la tasa de remoción global del sistema de tratamiento aumenta hasta coincidir con la tasa de remoción de paracetamol en el reactor.

Grafical Abstract:

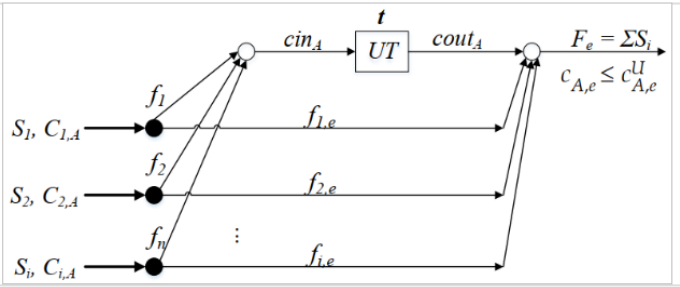


Fig. Superestructura básica de tratamiento de efluentes

SUS-24

SIMULACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DE UNA COLUMNA DE BURBUJEO DE FLUJO CONTINUO MEDIANTE DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

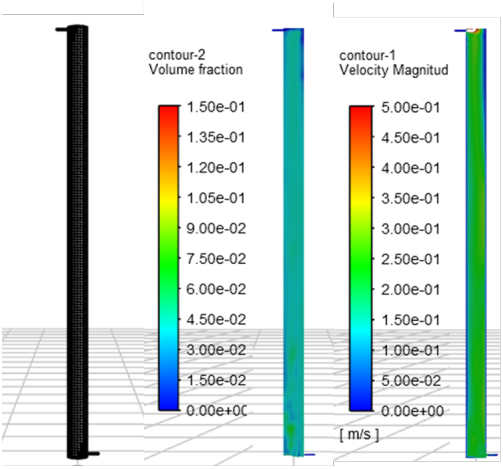
A.M. Gutiérrez-Mayen [a], *V.E. Márquez-Baños* [b], *A.R. Alonso-Gómez* [c], *J. Ramírez-Muñoz* [a,*],
[a] Depto. de Energía, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180 Reynosa Tamaulipas Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200, México.
[b] Depto. de Procesos y Tecnología, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa. Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, 05348, México.
[c] CONACYT-Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180 Reynosa Tamaulipas Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200, México.
**jrm@azc.uam.mx*

Keywords: *Palabras clave: Patrón de flujo, Retención de gas, Simulación CFD.*

Abstract:
Los reactores multifásicos tipo columna de burbujeo gas-liquido mantienen una amplia área de aplicación a nivel industrial debido a una serie de ventajas que proporcionan tanto en diseño como en funcionamiento. Actualmente se han desarrollado sistemas de tratamiento de aguas residuales con cianuro provenientes de industria minera en este tipo de reactor. Sin embargo, se tiene un conocimiento parcial de los fenómenos involucrados en estos procesos y el entendimiento resulta restrictivo. Aún existen retos importantes en este sistema heterogéneo gas-liquido debido principalmente a la baja solubilidad del ozono en medio acuoso que implica bajas eficiencias globales del proceso. Una de las estrategias a seguir para avanzar en alcanzar un mejor entendimiento de este tipo de reactor e impactar en una mayor eficiencia en la oxidación de cianuro con ozono es la caracterización a detalle de los fenómenos hidrodinámicos usando herramientas CFD, lo cual se aborda en el presente trabajo.
En este contexto este trabajo estudia la hidrodinámica gas-liquido, que tiene lugar en una columna de burbujeo de ozonización con un diámetro interno de 9.4 cm y una altura de líquido (fluido de trabajo) de 200 cm, resultando en un volumen de trabajo de 13.8L, operando en continuo en régimen turbulento mediante dinámica de fluidos computacional, a condiciones ambientales. El modelo de la columna se construyó en Ansys Fluent, empleando un modelo Euler-Euler y acoplado al modelo de turbulencia k-e. Se consideró el cálculo del coeficiente de arrastre a través del modelo de Ishii-Zuber y se realizaron simulaciones transitorias a dos tiempo de residencia teóricos, con la finalidad de asegurar el estado estación del columna.
Mediante estas simulaciones se ha obtenido una descripción de los patrones de flujo, perfiles de frac-

ción volumen de gas y velocidades de ambas fases, además de parámetros hidrodinámicos importantes como el coeficiente de retención de gas (Eg) y velocidades promedio a diversas alturas de la columna bajos distintas condiciones de operación. Los datos obtenidos muestras una adecuada correlación con resultados experimentales ya publicados para esta columna.

Grafical Abstract:



Malla Fracción volumen de fas Velocidad del gas

SUS-25

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO HIDRODINÁMICO DE TRES IMPULSORES AXIALES EN EL MEZCLADO DE FLUIDOS NO NEWTONIANOS.

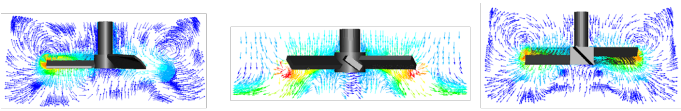
A.P. Herrera-Mendoza [a], *V.E. Márquez-Baños* [b], *G. Guadarrama-Pérez* [b], *J.J. Valencia-López* [b], *A.M. Vengoechea-Pimienta* [c], *J. Ramírez-Muñoz* [a,*],
[a] Depto. de Energía, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180 Reynosa Tamaulipas Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200, México.
[b] Depto. de Procesos y Tecnología, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa, Av. Vasco de Quiroga 4871, Santa Fe Cuajimalpa. Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, 05348, México.
[c] Grupo de Investigación GISA, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Km. 5 Vía a Maicao, Riohacha, La Guajira, 440001, Colombia.
**jrm@azc.uam.mx*

Keywords: *Palabras clave: Tanque agitado, Fluido pseudoplástico, Simulación CFD.*

Abstract:
El conocimiento de la hidrodinámica de las diferentes tipos de impulsores con fluidos no newtonianos es relativamente escaso lo que complica una buena toma de decisiones durante la manufactura de distintos productos Siendo necesaria una compresión adecuada de los fenómenos que ocurren en los sistemas de mezclado empleados en estos procesos.
En el presente trabajo se comparó el desempeño hidrodinámico de tres impulsores comúnmente usados en la industria: impulsor de cuatro paletas inclinadas a 45° (PBT4), impulsor de seis paletas inclinadas a 35° (PBT6), e impulsor de alta eficiente de tres paletas inclinadas y puntas curveadas tipo Chemineer (HE3). Para ello se utilizó Dinámica de Fluidos Computacionales (CFD, por sus siglas en inglés) y mediciones experimentales de consumo de potencia. El estudio se realizó en un tanque cilíndrico de 4 L operando en régimen turbulento (i.e., números de Reynodls, Re>14,000) usando fluidos newtonianos no newtonianos adelgazantes.
Se realizó un análisis de independencia de malla, comparando mallas con un incremento del doble de números de elementos, en la cual se eligió la de menor variabilidad de las propiedades hidrodinámicas respecto a la anterior. Una vez obtenida la malla independiente se obtuvieron los campos de velocidad, la dependencia de los números de potencia (NP) y de bombeo (NQ) de cada uno de los impulsores en estudio.
Se encontró que en régimen turbulento tanto para el fluido newtoniano como el no newtoniano, el número de potencia es mayor para el impulsor PBT4 y el menor para el PBT6. El número de bombeo fue mayor

para el impulsor PBT4 y el menor para el PBT6 en ambos fluidos. La relación de efectividad de mezclado (NQ/NP) que se encontró es que el impulsor HE3 de Chemineer tiene el mayor valor para el fluido newtoniano mientras que para el fluido no newtoniano los valores son muy similares para los impulsores PBT4 y HE3.

Grafical Abstract:



HE3 PBT6 PBT4

Vectores de velocidad a 250 rpm

SUS-26

MODELADO DE LA RECUPERACIÓN ELECTROQUÍMICA DE COBRE Y SU EXTRAPOLACIÓN A UN PROCESO INDUSTRIAL

E Fernández Montoya [a], *EM Arce Estrada* [a], *I Elizalde Martínez* [b], *JO Estrada Rojas* [b], *MT Zubillaga Álvarez* [b], *MC Monterrubio-Badillo* [b,*],
[a] Instituto Politécnico Nacional – Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, UPALM, Ciudad de México, 07340, MÉXICO
[b] Instituto Politécnico Nacional – Centro Mexicano para la Producción más Limpia, Av. Acueducto s/n, Barrio la Laguna Ticomán, Ciudad de México, 07340, MÉXICO
**mmonterrubio@ipn.mx*

Keywords: *Modelado, Recuperación, Cobre, Electroquímica, Industrial*

Abstract:
Este trabajo está enfocado en el modelado de la velocidad de transferencia de masa de un proceso electroquímico de recuperación de cobre, tomando como base una experimentación a escala laboratorio, utilizando un diseño de celda electroquímica propuesta para este fin, y su extrapolación a un proceso industrial conocido, donde se generan efluentes de un proceso de decapado de láminas cobre conectado a un proceso electrolítico de recuperación de cobre, la concentración de la solución de la tina de decapado alcanza los 30000 mg/L a los 15 días. Tomando en consideración está concentración y el volumen de la celda electroquímica de 0.432 m^3, se tiene una masa de cobre en solución de 12.96 kg. Se obtuvieron dos modelos de velocidad de transferencia de masa, uno partiendo de la Leyes de Faraday, denominado modelo teórico y otro obtenido de los resultados experimentales, denominado modelo experimental. Utilizando el modelo teórico, el tiempo necesario para recuperar el contenido total de cobre del efluente industrial fue de 55 horas, mientras que utilizando el modelo experimental fue de 57 horas, siendo de 2 horas la diferencia entre ambos valores, lo que corresponde al 3.64% con respecto al valor teórico. Se concluyó que la celda electroquímica diseñada se apega a las leyes de Faraday, y que con los modelos obtenidos fue posible predecir la recuperación de cobre del proceso industrial a fin de eficientar el uso de la energía.

SUS-27

Al_2O_3-TiO_2 COMO FOTOCATALIZADOR EN LA DEGRADACIÓN DE FENOL ASISTIDA POR LUZ SOLAR

S. Núñez-Correa [a,*], *H. Pérez-Pastenes* [a], *E. A. López-Guajardo* [b], *A. Montesinos-Castellanos* [b], *J. González-García* [c], *Q. C. Hernández-Escobedo* [d],

[a] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, 96538, Veracruz, México.

[b] Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, 64849 Nuevo León, México.

[c] Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, 16 de septiembre 54, Col. Cabecera municipal, Coacalco de Berriozabal, Estado de México 55700, México

[d] Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus UNAM 3001, Juriquilla, Qro., México.

**sarnunez@uv.mx*

Keywords: *Solar photocatalysis, Al_2O_3-TiO_2, phenol degradation, continuous-flow reactor.*

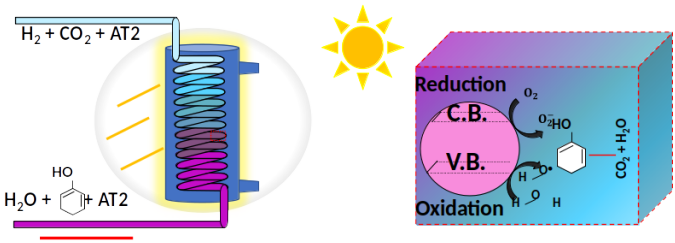
Abstract:

Uno de los problemas mundiales más importantes de los últimos años es el tratamiento y reducción de contaminantes orgánicos como los fenoles, altamente tóxicos generados por las industrias química y petrolera. La fotodegradación catalítica han sido utilizadas para eliminar o mineralizar una amplia gama de contaminantes orgánicos debido a que es un proceso ecológico, eficientes y no genera subproductos que requieran un tratamiento adicional. Estos procesos requieren una fuente de radiación para activar el fotocatalizador. Así, el posible uso de radiación solar como fuente de energía confiere a esta tecnología un importante valor añadido medioambiental. La energía solar es gratuita y aproximadamente el 90% de su radiación ultravioleta llega a la superficie de la Tierra. México tiene irradiancias de longitud de onda larga (UV-A, 315-400 nm) que pueden alcanzar hasta 30W/m^2 o más en días soleados. Estas radiaciones son similares a las que se obtienen a partir de lámparas de alta intensidad usadas en reacciones de fotodegradación.

El óxido mixto Al_2O_3-TiO_2, (Al/Ti=2) preparado por sol-gel fue usado en la fotodegradación de fenol asistida por radiación solar. La reacción se realizó en un reactor solar de flujo continuo (colector parabólico compuesto). El fotocatalizador fue caracterizado por fisisorción de N_2, TPR, ATG y HRTEM. Los resultados muestran 91% de degradación de fenol bajo 1 hora de radiación solar con una constante taza de degradación observada de 0.04 min-1 y velocidad inicial de 6.67x10^{-4} m^3/kg_{cat}○ s. Se sugiere que en la formulación del óxido mixto AT2, así como el incremento del área superficial específica, respecto al óxido simple de TiO_2, puede prevenir la recombinación de los pares electrón-hueco aumentando su capacidad de adsorción de fenol en la superficie del catalizador y su degradación. Los resultados con-

firman un gran potencial del óxido mixto AT2 como fotocatalizador en la degradación de fenol asistida con luz solar.

Grafical Abstract:



SUS-28

SIMULACIÓN CFD DE UN BIOREACTOR DE COLUMNA DE BURBUJEO PARA EL CRECIMIENTO DE Rhizopus oryzae

Javier Alvarez-Vega [a,*], *Román Guadarrama-Pérez* [a], *J. Ramírez-Muñoza* [b], *H. H León Santiesteban* ,
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.
[b] Cátedra CONACyT-Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Ciudad de México, CDMX, 02200, México.
**vajavier@outlook.com.mx*

Keywords: *Columna de burbujeo, Simulación CFD, Rhizopus oryzae, Simulación multifásica.*

Abstract:
Se presenta un estudio utilizando dinámica de fluidos computacional (CFD por sus siglas en inglés) de la hidrodinámica de un bioreactor tipo columna de burbujeo de escala laboratorio usado para el crecimiento del hongo filamentoso Rhizopus oryzae. Dicho reactor se usará para la remoción de Pentaclorofenol de soluciones acuosas. Se realizaron simulaciones tridimensionales en estado transitorio con consideraciones del uso de modelos multifásicos. Se realizó un análisis sistemático de independencia de malla verificando el efecto tanto de la discretización espacial como de la discretización temporal, con la finalidad de evaluar la fiabilidad de las simulaciones, donde se corroboró que los resultados numéricos presentados son independientes del número de elementos de la malla computacional. Para este análisis, se tuvo especial cuidado en refinar la malla computacional en las superficies cercanas a la entrada de la fase dispersa (aire) del difusor hacía el reactor y consideraciones del paso temporal. Las simulaciones se implementaron usando el enfoque de múltiples fluidos eulerianos acoplado al modelo de turbulencia kappa-épsilon.
El objetivo del trabajo consiste en examinar el efecto de la hidrodinámica del reactor tipo columna de burbujeo para el crecimiento del hongo R. oryzae, en particular variables como el hold-up, la velocidad del gas y la velocidad del líquido, así mismo los perfiles axiales y radiales presentes en el reactor multifásico. Esto con el fin de encontrar condiciones dentro del reactor donde el flujo sea muy bajo o esté estancando.

Grafical Abstract:

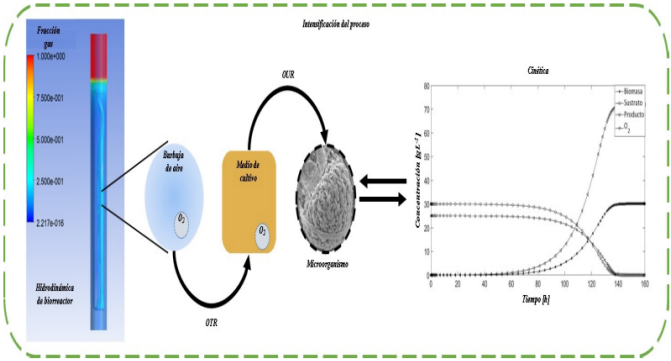


Fig. Proceso de remoción de contaminantes (análisis mediante CFD).

SUS-29

PIRÓLISIS POR MICROONDAS, MÉTODO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE POLÍMEROS A COMBUSTIBLE

Alejandra Arias San Elías [a,*], *Joaquín Pérez Meneses* [b], *Cristian Carrera Figueiras* [c],
[a] Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, Av. Tecnológico s/n col Centro, Querétaro, Querétaro, Código Postal 76000, México.
[b] Ingeniería Mecánica, Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, Av. Tecnológico s/n col Centro, Querétaro, Querétaro, Código Postal 76000, México.
[c] Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, calle 60 #491-A por 57 col Centro, Mérida, Yucatán, Código Postal 97000, México
**ale.arias@mail.itq.edu.mx*

Keywords: *pirólisis, microondas, purgas, PP, PEHD*

Abstract:
Hoy en día la recuperación energética es una alternativa para todos los plásticos que no se pueden reciclar de manera sostenible. En este sentido, la pirólisis es el proceso de descomposición térmica en ausencia de oxígeno, con temperaturas comprendidas entre 400◦ y 1000◦C, obteniendo una fracción gaseosa, líquida y sólida aprovechables. Estos productos tienen un alto poder calorífico. Este trabajo propone el desarrollo y análisis de un sistema de pirólisis asistida por microondas, debido a que presenta diversos beneficios: ahorro energético, tiempos cortos de procesado, mayor rendimiento, procedimiento económico y respetuoso con el medio ambiente. El sistema de reacción consiste en un microondas con potencia de salida de 1 kW en un reactor semi-batch. Los materiales para procesar son purgas poliméricas compuestas por diferentes proporciones de polietileno de alta densidad y polipropileno y como material absorbente de radiación carbón convencional. El reactor se mantiene a vacío para eliminar el oxígeno, evitando con esto el uso de gas inerte en la reacción. Los resultados preliminares indican que la temperatura es inversamente proporcional al tamaño de partícula del carbón. Es decir, la temperatura aumenta en mayor proporción al disminuir el tamaño de partícula ya que cuando se usó un tamaño de 0.297 mm fundió el reactor a diferencia de cuando se utilizaron tamaños de 0.59 y 2.38 mm. El aceite obtenido se caracterizará y con estos resultados se podrá determinar si pueden ser usados como diésel o queroseno. Esto permitirá que el reciclado de las purgas genere un beneficio al medio ambiente debido a que el material se transformaría por completo generando un aceite que puede ser utilizado como combustible o generación de energía.

Grafical Abstract:

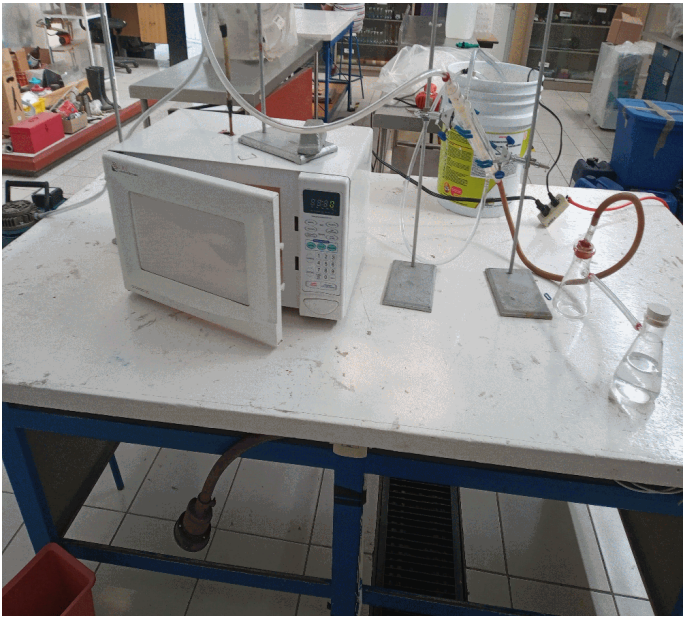


Fig. Sistema propuesto para pruebas del laboratorio

SUS-30

ADSORCIÓN DE QUINOLINA EN PRESENCIA DE DBT EN UN PROCESO EN CONTINUO

M. Gutiérrez Álvarez [a], *J.A. Colín-Luna* [a], *J.C. García-Martínez* [b,*],
[a] Departamento de Energía, Área de Análisis de Procesos, Universidad Autónoma Metropolitana-Azc. Azcapotzalco, CDMX, México
[b] Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biofísica. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N, Colonia Santo Tomás. Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11340. México, Ciudad de México.
* *jcgarciam@ipn.mx*

Keywords: *Adsorción, Quinolina, curva de ruptura, dibenzotiofeno.*

Abstract:
Debido al elevado contenido de compuestos precursores de contaminantes en gasolinas y diésel, el hidrotratamiento una de las tecnologías más importantes en la industria de refinación de petróleo, ya que permite reducir los contenidos de azufre, nitrógeno y aromáticos en mezclas del diésel y gasolina. Sin embargo, debido al alto consumo de hidrógeno, elevadas cargas de energía (Temperatura entre 563 K-723 K y presiones mayores a 70 atm) e inhibición del catalizador debido a la presencia de compuestos nitrogenados han propiciado la búsqueda de nuevos procesos más económicos y sustentables. Por lo que la adsorción representa una opción viable para alcanzar bajos contenidos de azufre, tales como los marcados por estándares ambientales (NOM-086, 2005), así como se disminuye las condiciones severas de presión y temperatura, aproximándose a condiciones ambientales. La adsorción es un proceso de separación en la cual los componentes de una fase fluida (líquido o gas) se transfieren hacia la superficie de un adsorbente sólido. En este trabajo se determinó la adsorción de compuestos azufrados y nitrogenados de un proceso en continúo utilizando materiales mesoporosos tipo SBA-15 experimentalmente en un dispositivo en continuo a una temperatura de 40 °C, además, se realizó el modelo matemático la capacidad de adsorción para determinar la curva de ruptura de los datos experimentales. En estos experimentos, se varió el flujo volumétrico, así como el tamaño de partícula para cuantificar el efecto en la adsorción. Por ejemplo, en el resumen gráfico se presentan los resultados de la adsorción de la quinolina (Q) con un flujo de 0.2 ml/min, una temperatura de 40 °C y el tamaño de partícula de 80 mallas, se puede observar que presentan los resultados un comportamiento similar a los reportados en la adsorción en continuo, además, se está realizando el análisis matemático para obtener la curva de ruptura.

Grafical Abstract:

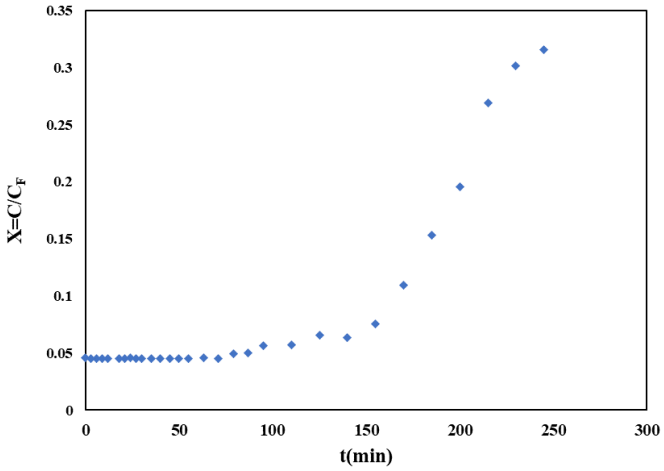


Fig. Resultados de la adsorción de la Q en presencia de DBT en el lecho fijo.

SUS-31

ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN DISPOSITIVOS TERMOELÉCTRICOS PARA APLICACIONES MÉDICAS.

I. A. Olvera Franco [a,*], *E. Vargas Altamira* [b], *R. Roman Aguilar* [c], *J. E. Aparicio Burgos* [d], *J. Valle Hernández* ,
[a] Licenciatura en Ingeniería en Tecnología del Frío, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO Escuela Superior De Apan, Carretera Apan-Calpulalpan s/n, Colonia, Chimalpa Tlalayote, Apan, Hidalgo,43920, MÉXICO.
**ol354622@uaeh.edu.mx*

Keywords: *Frio, Calor, Dispositivos Termoeléctricos.*

Abstract:
Una de las tecnologías de producción de frío en la industria de la refrigeración es a través del uso de dispositivos termoeléctricos, los cuales encuentran un amplio nicho de oportunidad en aplicaciones de pequeña capacidad pero con una exactitud y control que con otros sistemas no es posible, lo que se convierte en una ventaja para la industria electrónica, de computación y médica. En este último las necesidades son amplias y los requerimientos son tanto en temperaturas frías como calientes, es por ello que en el presente trabajo se desarrolla el estudio de transferencia de calor en dispositivos termoeléctricos, tal que que permita una aplicación adecuada en el área médica. Este estudio muestra el comportamiento del flujo de calor generado en dichos dispositivos y cómo se conduce a través de diversos materiales para cubrir ciertas áreas del cuerpo humano sin provocar daño en el mismo. El intercambio de temperatura depende de propiedades físicas como el coeficiente conductivo o convectivo de los materiales según su estado de agregación, así como las dimensiones del material con el que se pretende trabajar, no obstante la inercia térmica juega un papel fundamental para evitar daños en la piel por lo que los resultados nos permiten conocer las dimensiones adecuadas en este tipo de aplicaciones. Por otro lado, la eficacia de este intercambio de temperaturas está ligado estrechamente con la resistencia térmica de los materiales, ya que mientras este valor es menor, la transferencia térmica tiene mejores resultados, lo que nos ayuda a desarrollar sistemas que cambien en el menor tiempo posible de frío a calor.

Grafical Abstract:

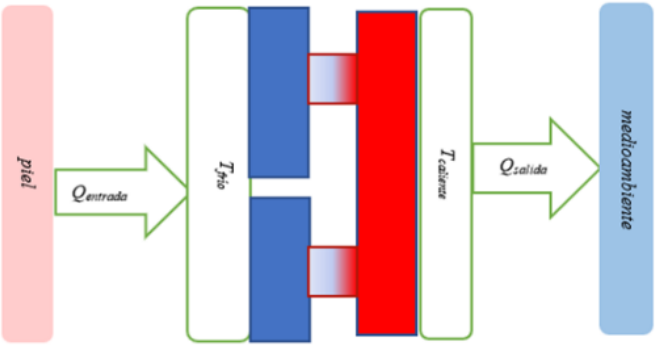


Fig. Dispositivo termoeléctrico y fluido de calor .

SUS-32

CONTROL DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES CON OXIDACIÓN AVANZADA EN DOS ETAPAS CON OZONO Y FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA

A. Espitia-Cabrera [a,*], *F.J. Barrón-Santos* [b], *G. González-Cardoso* [a], *B. Quintana-Díaz* [a], *P. Ávila-Rojas* [c],

[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 180 Col. Reynosa Tamaulipas, Ciudad de México, Alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02200, México.

[b] Departamento de Posgrado Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional Seguridad e Higiene, Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía Instituto Politécnico Nacional. Guillermo Massieu 239 Col. La Escalera, Ciudad de México, Alcaldía G.A.M., C.P. 07200. México.

[c] Departamento de Investigación y Posgrado, Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Carretera Apan-Tepeapulco Km 3.5 Col. Peñitas, Apan, Hidalgo C.P. 43900, México.

**aec@azc.uam.mx*

Keywords: *Fotocatálisis heterogénea, Compuestos nitrogenados, Descargas de aguas residuales.*

Abstract:

Se presentan resultados de dos pruebas en campo del tratamiento de aguas residuales en una comunidad urbana en Morelia, Michoacán y en una Institución educativa en Apan, Hidalgo, evaluadas por laboratorios oficiales en donde se reduce el nitrógeno orgánico total como suma de nitrógeno amoniacal, nitrógeno Kjeldahl, con una eficiencia mayor al 92 % a nitrógeno gaseoso a través de un tren piloto de 7 litros por minutos de tratamiento de aguas residuales integrado con: pretratamiento, tratamiento primario con coagulación en línea y filtración rápida, tratamiento secundario de doble oxidación avanzada con ozono y fotocatálisis heterogénea y tratamiento terciario con carbón activado.

Se compara esta tecnología que ocurre en 10 minutos a través de cuatro reacciones con la tecnología convencional de lodos activados de aireación extendida en donde posterior a la oxidación aerobia del material carbonoso, se reduce a nitrógeno amoniacal con bacterias nitrosomonas en un reactor facultativo y luego a nitrógeno gaseoso con bacterias nitrobacter en otro reactor aerobio, en procesos que ocurren en horas, por lo que este tratamiento no solo es de un costo menor sino que además representa una disminución significativa en el consumo de energía, al eliminar la aireación continua durante las 24 horas del día durante su operación.

SUS-33

DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN DE CIANOFICINA CON Arthrospira maxima.

E. Muñoz Medrano [a], *H. Velasco Bedrán* [b], *J. A. Colín Luna* [a], *M. González Brambila* [a,*],
[a] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Dirección: Av. San Pablo #180. Col. Reynosa Tamaulipas, Ciudad de México, C.P 02200, MÉXICO.
[b] Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Instituto Politécnico Nacional, Domicilio: Carpio esq. Plan de Ayala S/N, Col. Santo Tomás, Ciudad de México, C. P 11340, MÉXICO.
**margarita.gonzlezbrambila@gmail.com*

Keywords: *Arthrospira maxima, Cianoficina, Cinética de producción, Parámetros cinéticos, Coeficientes de rendimiento.*

Abstract:
La cianoficina es un polímero de aminoácidos, específicamente de ácido aspártico con grupos laterales de arginina. Se encuentra en la mayoría de las cianobacterias y algunas bacterias heterótrofas. Se produce fuera de los ribosomas y se acumula en forma de gránulos en el citoplasma celular, en condiciones de escasez de fosfatos o azufre. Dentro de las células se usa como un compuesto de almacenamiento de nitrógeno y amortiguador para la fijación de nitrógeno. Se sintetiza por la cianoficina sitentasa. La cianoficina puede utizarse para producir poliaspartato, que puede ser usado como plástico biodegradable. Uno de los microorganismos que produce cianoficina es Arthrospira máxima.
A. maxima es una cianobacteria con un alto contenido de proteínas ricas en ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas y pigmentos nutricionales. Su cultivo se ha masificando con la finalidad de obtener biomasa. En este trabajo se evaluaron las constantes cinéticas de producción de la cianoficina obtenida a partir de A. maxima, utilizando datos experimentales reportados en la literatura. Se analizó la producción de cianoficina en un medio Zarrouk convencional y en cinco diferentes variantes de este medio de cultivo. En estas variantes se modificaron las concentraciones de las fuentes de carbono y nitrógeno. Se presentan los parámetros cinéticos de crecimiento de A. maxima para cada medio de cultivo analizado, así como los coeficientes de rendimiento de consumo de carbono y producción de cianoficina.

Grafical Abstract:

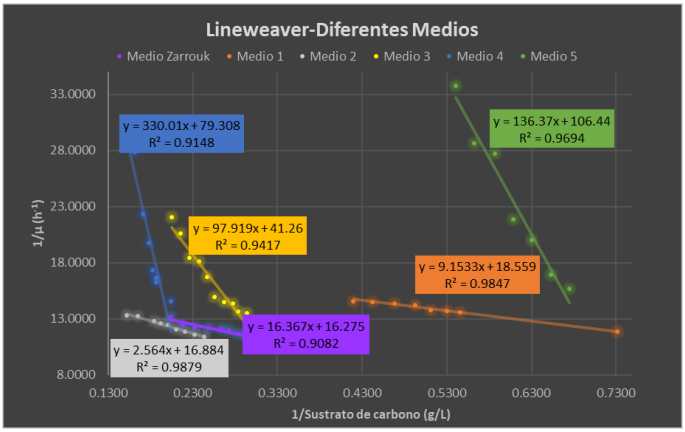


Fig. Parámetros cinéticos de los diferentes medios de cultivo- Lineweaver para los sustratos de carbono.

SUS-34

CATALIZADORES ACIDOS PARA LA OBTENCION DE HIDROCARBURO REDUCIDOS EN AZUFRE

A.K. Medina-Mendoza [a,*], *J.A. Colín-Luna* [b], *I.Hernandez-Pérez* [a], *Raúl Suarez Parra* [c],
[a] Azcapotzalco - Departamento de Ciencias Básicas,
[b] Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Pablo 180 Col. Reynosa Tamaulipas Azc. CDMX, 02200, México.
[c] Instituto en Energía Renovables Departamento de Materiales Solares, Universidad Autónoma de México, Prov. Xochicalco S/N Col. Centro, Temixco, Morelos, México.
**amedina@azc.uam.mx*

Keywords: *Desulfuración oxidativa selectiva, heteropoliácidos, dibenzotiofeno*

Abstract:
La necesidad de producir combustibles de bajo contenido de azufre (<15 ppm) requiere el empleo de nuevas estrategias de desulfurización capaces de reducir o eliminar completamente el azufre de los combustibles fósiles. La desulfuración oxidativa selectiva (DOS) es un proceso que consiste en convertir por oxidación los compuestos tiofénicos o benzotiofénicos a sus respectivos sulfóxidos y posteriormente sulfonas, las cuales siendo solubles en soluciones polares se pueden remover fácilmente por extracción. Este tipo de proceso tiene ventajas económicas y técnicas sobre los procesos de hidrotratamiento profundo en cuanto a que se realiza prácticamente a temperatura ambiente, presión atmosférica y no consume H_2. En el presente trabajo, se propone el empleo del sistema heteropoliacidos (HPA) tipo Keggin sobre TiO_2 y Al_2O_3, a diferentes relaciones HPA en presencia de H_2O_2. y acetonitrilo bajo condiciones de operación moderadas (presión atm y 60 ºC). Los catalizados sintetizados se evaluaron en la reacción de desulfuración oxidativa de didenzotiofeno. Los catalizadores fueron sintetizados por el método de impregnación por exceso de solución, y caracterizados por DRX, Uv-vis, FTIR, Espectroscopia Raman, Espectroscopia de masas y análisis térmico. Los catalizadores soportados en Al_2O_3 presentaron la menor actividad (60 %) en comparación con los catalizadores soportados en TiO_2 (80%), la baja actividad fue relacionada con la perdida de la cristalinidad del soporte Al_2O_3 .

Grafical Abstract:

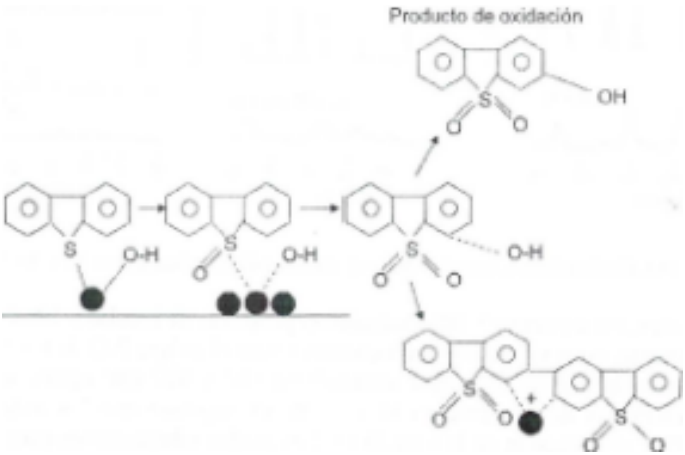


Fig. Mecanismo propuesto para los catalizadores soportados en TiO_2 y Al_2O_3

SUS-35

ELIMINACION DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL DIESEL EMPLEANDO NANOCATALIZADORES DE Pt y PtPd SOPORTADOS EN SBA-15

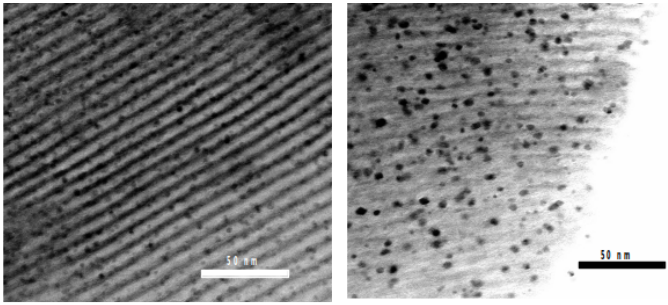
J.A. Colín-Luna [a], *A.K. Medina-Mendoza* [a], *S. Núñez-Correa* [b], *R. Rosas-Cedillo* [c], *C.R. Tapia-Medina* [a],

[a] Area de Análisis de Procesos, Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azc, Av San Pablo No. 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Alcaldía de Azcpaotzalco, 02200, CDMX, México.
[b] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Campus Coatzacoalcos, 96538, Veracruz, México.
[c] Departamento de IPH, Universidad Autónoma Metropolitana - Izt, San Rafael Atlixco 186, C.P. 09340, CDMX. México.
**jacl@azc.uam.mx*

Keywords: *Hidrotratamiento, Diesel, Nanomateriales, SBA-15, Partículas suspendidas*

Abstract:
Actualmente uno de los problema a nivel mundial es el cambio climático, ocasionado por las emisiones tóxicas de fábricas e industrias, pero principalmente por la combustión de automotores. Por lo que las legislaciones ambientales han restringido severamente la emisión de contaminantes provenientes de la combustión del diesel. Existen diversos procesos para obtener un diésel de alta calidad y libre de impurezas contaminantes, siendo uno de los más importantes el proceso de hidrotratamiento, que consiste en hacer reaccionar una fracción de petróleo con hidrógeno en presencia de un catalizador, dando como resultados la disminución de compuestos aromáticos, azufrados y nitrogenados.
Se han planteado diversas estrategias para la eliminación tanto de compuestos aromáticos como azufrados. Una de ellas es utilizar el proceso de doble etapa en el cual se emplean dos reactores, en el primero principalmente se lleva a cabo una desulfuración de la alimentación, utilizando catalizadores en fase sulfuro, mientras que en la segunda se disminuyen principalmente los compuestos aromáticos empleando un catalizador de metal noble (Pt, Pd, Ir o sus mezclas). No obstante, en esta etapa se tiene un contenido de compuestos azufrados que pueden disminuir la actividad del catalizador de metal noble, debido al envenenamiento por azufre. De acuerdo con la literatura, el envenenamiento del catalizador se podría evitar con la acidez superficial del soporte, el cual provoca una transferencia de electrones del metal hacia el soporte, disminuyendo así el enlace entre el metal noble y el compuesto azufrado. Así mismo, se ha reportado que al utilizar catalizadores bimetálicos de Pd-Pt se mejora la propiedad hidrogenante de los catalizadores monometálicos de metal noble, así como también disminuiría el envenamiento.
Por lo que en el presente trabajo se propone evaluar la actividad catalítica de catalizadores de PtPd soportados en una SBA-15 modificada con Al en la HID de una molecula modelo.

Grafical Abstract:



(A) (B)
Micrografías por HRTEM de A) Pt y B) 4Pd1Pt/AlSBA

SUS-36

ADSORCIÓN DE CO_2 EN MEDIOS POROSOS RESOLUCION ANALÍTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL PROMEDIO VOLUMÉTRICO

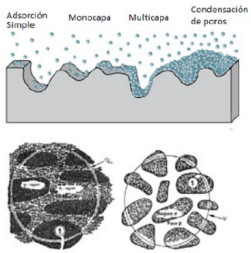
O.A. Mendoza Sánchez [a], *D.A. García-Martínez* [a], *J.C. García Martínez* [b], *M.A. Gutierrez Limón* [a], *J.A. Colín Luna* [a],
[a] Area de Análisis de Procesos, Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana-Azc, Av San Pablo No. 180, Col. Reynosa-Tamaulipas, Alcaldía de Azcpaotzalco, 02200, CDMX, México.
[b] Departamento de biofísica, Academia de Fisicoquímica, Instituto Politécnico Nacional, ENCB-IPN, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tómas C.P. 11340 Alcaldía Miguel Hidalgo CDMX, México.
**jacl@azc.uam.mx*

Keywords: *Sustentabilidad, captura de CO_2, Adsorción, Medios porosos, Promedio Volumétrico*

Abstract:
El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero, producido esencialmente por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, por ejemplo. Además, en grandes concentraciones, puede provocar problemas de salud en vías respiratorias o bien un incremento en la temperatura del medio ambiente. Para mitigar estos efectos, la comunidad científica a propuestos diversas procesos para reducir las emisiones de dióxido de carbono en el planeta. Una de las alternativas es emplear energías limpias y renovables, sin embargo, estas tecnologías aún estan en desarrollo y no se han aplicado en su totalidad. Otra alternativa es capturar el dióxido de carbono y reutilizarlo para la fabricación de otros productos. El proceso de adsorción de CO_2 para la reducción de este contaminante, ha sido atractivo entre otras por sus bajos consumos de energía, no es contaminante, los materiales adsorbentes son regenerables y puede recuperarse el CO2 para transformarlo como materia prima de productos de alto valor agregado.
El fenómeno de la adsorción se ha estudiado mayormente para diversos materiales mesoporosos de manera experimental. Una manera rápida y de bajo costo para estudiar el fenómeno de adsorción es a través de técnicas analíticas tales como el promedio volumétrico.
En este trabajo se resolvió analíticamente el problema de la difusión y adsorción química empleando el método del promedio volumétrico ya que permite analizar el proceso en un modelo simple de un poro tal como el de un cilindro simple para diversos materiales porosos. Además, a través de la concentración promedio intrínseca, permite prescindir de la dirección radial en la ecuación diferencial. El análisis se realizó suponiendo que el proceso es pseudo-estacionario, lo cual permitió obtener una solución analítica sencilla para conocer la concentración del dióxido de carbono a lo largo del poro a difrerentes temper-

aturas del proceso.

Grafical Abstract:



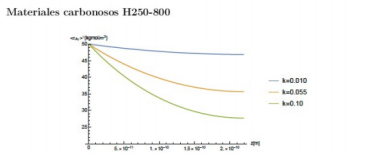


Figura 8.1.3: Contenido de $CO_2 - Aire$ a una temperatura de 0^oC, 25^oC y 50^oC en el material carbonoso H250-800.

SUS-37

OBTAINING CLEAN FUELS THROUGH DEEP PHOTO-OXIDATIVE DESULFURIZATION OF DBT AND 4.6-DMDBT MODEL FUELS, USING POLYOXOMETALATE-CAPROLACTAM BASED CATALYTIC NANOHYBRID MATERIAL

S. Olguín Quiñones [a], *F.M. Barrera Pérez* [a], *L. González Reyes* [a], *R. Suárez Parra* [b], *R. Ramírez López* [c], *I. Hernández Pérez* [a,*],

[a] Departamento de Ciencias Básicas UAM-A, Av. Sn Pablo 180, Azcapotzalco, Ciudad de México, 02200, MÉXICO

[b] Instituto de Energías Renovables, UNAM, Priv. Xochicalco, s/n, Col. Centro, Temixco, Morelos. CP 62580, MÉXICO

[c] Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Instituto Politécnico Nacional, UPALM, Edif. 6, Ciudad de México, 07738, MÉXICO

**ihp@azc.uam.mx*

Keywords: *Clean fuels, nanohybrid photocatalysts, heteropoliacids, oxidative desulphurization, ultra-low sulfur*

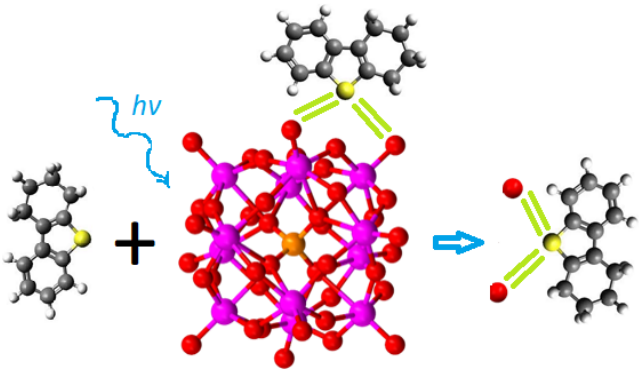
Abstract:

The need for large amounts of fuels to transport products and people has led to environmental deterioration, due to the use of fossil fuels with high sulfur content. It is known that these fuels release a series of dangerous chemical substances into the environment, especially sulfur dioxide (SO2), which is the main responsible for different public health problems and acid rain [1]. To reduce the sulfur content in liquid fuels, various techniques have been adopted: hydrodesulphurization, extractive desulfurization, azeotropic distillation, selective adsorption, and oxidative desulfurization, the latter has greater advantages, since it operates under very mild conditions. The present study shows the obtaining of clean diesel-type fuels, by means of the photo-ODS of DBT and 4.6 DMDBT, in the presence of a hybrid polyoxometalato-caprolactam catalyst and hydrogen peroxide.

An inorganic-organic nanohybrid catalyst was synthesized by substituting the four protons of acid H4 [SiW12O40] by caprolactam under atmospheric conditions and pH = 3, followed by evaporation and recrystallization processes. The obtained materials were characterized by XRD, DTA-DTG, FTIR UV-Vis, mass spectroscopy and SEM, finding that the synthesized materials present high crystallinity and purity, with an absorption band at 425-430 nm, which allows their use in reactions of photooxidation in the visible region. Model fuels solutions were prepared by dissolving 500 ppmw DBT and 4.6 DMDBT in n-dodecane, separately. Photooxidation was carried out in a Batch reactor equipped with a UV (or vis-

ible) lamp, temperature control and constant stirring. The reaction products were analyzed by gas chromatography. The results show a high stability and efficiency of photo-oxidation of the catalysts. The deep oxidation is significantly influenced by operational conditions: sulphur content, catalyst dosage and irradiation source. It can be noticed that DBT and 4.6 DMDBT concentration was reduced with a higher efficiency than 98% in a few minutes, under soft conditions. In addition, it is possible to obtain clean fuels (ultra-low sulfur) with efficient energy and environmentally responsible fuels, since the compounds are selectively oxidized to their corresponding sulfone, which can be subsequently removed by extraction.

Grafical Abstract:



SUS-38

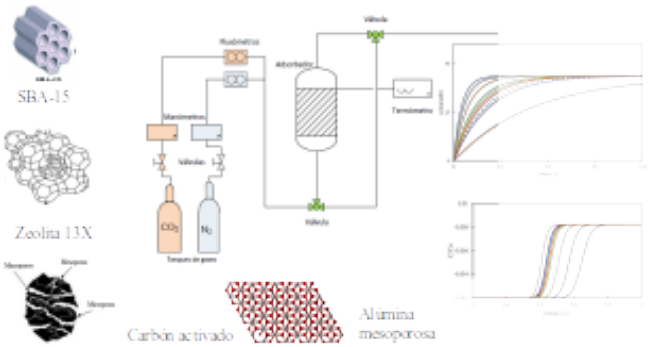
ADSORCIÓN DE CO_2 EN MATERIALES MICRO A MESOPOROSOS MODIFICADOS CON CERIA EMPLEANDO UN MODELO LINEAL

D.A. García Martínez [*], *C.E. Ramírez Castelán* , *J.C. García Martínez* , *A.K. Medina Mendoza* , *J.A. Colín Luna* ,
[a] Departamento de Energía, UAM- Azc., Av. San Pablo Xalpa No. 180, CDMX, C.P. 02200, México.
**diana.alejandra0810@gmail.com*

Keywords: *CO_2, zeolita, SBA-15, alúmina mesoporosa, sustentable*

Abstract:
El esfuerzo por reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera, ha requerido de modelos matemáticos de columnas de lecho empacado, que permitan predecir la capacidad de separación en una mezcla de gases. Por lo tanto, se implementará un modelo matemático lineal, basado en la transferencia de masa que permita reproducir las curvas de ruptura y la capacidad de adsorción de cuatro sólidos adsorbentes: zeolita 13X, carbón activado, SBA-15 y alúmina mesoporosa en un lecho empacado a escala laboratorio a 298 K y 101.3 kPa, en una mezcla de gases de 20 % CO_2 balance N_2. En la literatura se ha reportado que la incorporación de ceria en adsorbentes de alta área específica mejora las propiedades de la capacidad de adsorción de CO_2 aún en presencia de vapor de agua. Por lo que en este trabajo se propone analizar la incorporación de ceria en diferentes relaciones másicas ($m_{soporte}/m_{CeO2}$ = 0.5, 2, 4, 6, 8 y 10).
El modelo matemático permitirá comparar los cuatro adsorbentes, así como el efecto de la ceria en la capacidad de adsorción de CO_2. Una vez modeladas las curvas de ruptura y determinada la capacidad de adsorción se podrá predecir cual adsorbente podría ser empleado en pruebas experimentales.

Grafical Abstract:



SUS-39

APLICACIÓN DE UN MÉTODO EFECTIVO PARA PREDECIR LAS CURVAS DE RUPTURA EN UN ADSORBEDOR EN UNA RESINA PARA FENOL Y NITROFENOL

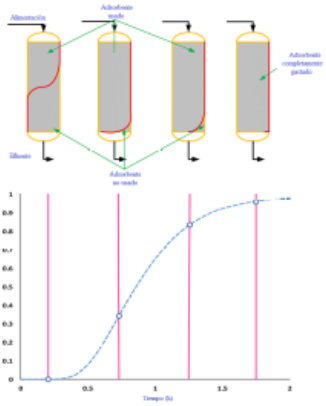
J.C. García Martínez [a,*], *C. Salinas Reyes* [a], *L. E. Trejo Licona* [a], *M. Manzano Zavala* [a]
[a] Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Biofísica. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N. Col. Santo Tomás, Ciudad de México, 11340, México.
* *jcgarciam@ipn.mx*

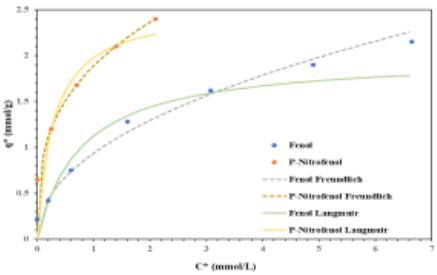
Keywords: *Adsorción, curva de ruptura, fenol, nitrofenol.*

Abstract:
El proceso de adsorción en lecho fijo se ha utilizado ampliamente para eliminar muchos contaminantes orgánicos, incluidos los compuestos fenólicos, de las aguas residuales industriales, y las curvas de avance relevantes para un proceso de adsorción específico son esenciales para determinar los parámetros operativos, como el caudal de alimentación y la relación de aspecto. Aunque se desarrollaron muchos modelos para predecir la curva de ruptura, la mayoría de ellos son sofisticados y necesitan muchos parámetros determinados por pruebas cinéticas de lotes independientes en serie o estimados mediante correlaciones adecuadas. Por lo tanto, se necesita un modelo sin tediosas pruebas o cálculos matemáticos para predecir la curva de avance.
En el presente estudio, se utilizó un método efectivo basado en la combinación de la teoría del enfoque de onda de patrón constante y el modelo de Freundlich para determinar la curva de avance de un sistema de adsorción de lecho fijo. amplio uso en estudios teóricos y aplicaciones de campo. Aquí, consideramos una solución acuosa que contiene contaminantes orgánicos alimentados a la parte superior de una columna llena de partículas de resina al azar, en términos de la teoría del enfoque de onda de patrón constante, las ondas se mueven a una velocidad de flujo constante, esto sirvió para tener una solución analítica de la ecuación diferencial parcial a resolver. El fenol y el p-nitrofenol fueron seleccionados como adsorbatos debido a su frecuente aparición en aguas residuales industriales.
Los resultados experimentales de la columna obtenidos en diferentes condiciones de prueba demostraron bien la validez del modelo. Se obtuvieron las isotermas de adsorción de ambos compuestos fenólicos sobre la resina NDA-100 para ayudar a desarrollar el modelo (Figura 1). Se presentó un mejor ajuste al utilizar la isoterma de Freundlich en comparación al caso de la isoterma de Langmuir (más ideal en sus suposiciones para desarrollarla) para poder utilizarla en el adsorbedor en continuo y poder utilizarla en el modelo analítico, los resultados se muestran en la Figura 2.
En la Figura 2 se muestran los resultados experimentales obtenidos de Pan et al. 2005 para obtener la isoterma de equilibrio de adsorción que mejor se ajuste a los datos experimentales, mostrando un mejor

ajuste la isoterma de Freundlich. Además, se muestran los resultados de

Grafical Abstract:





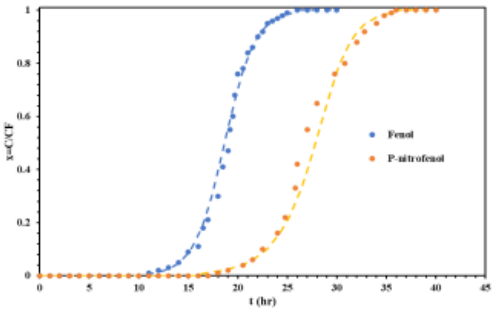


Fig. Figura 1. Efecto de la relación de concentraciones de salida y entrada contra el tiempo en la curva de ruptura.

Figura 1. Isotermas de adsorción del fenol y nitrofenol sobre la resina NDA-100 a 298 K.

Figura 2. Curvas de ruptura de la adsorción del fenol y nitrofenol sobre la resina NDA-100

(T=298 K, u0=3439 cm/h, CF = 5.32 mmol/L, L=5.71 cm, L/R = 3.88 y mresina = 3g)

WIN Windpower / Eólica

WIN-01

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA AEROTRANSPORTADO

E. U. Solís Magallanes [a,*], *J. Valle Hernández* [b], *J. M. Gallardo Villarreal* [a],
[a] Programa de Posgrado de Maestría en Ingeniería Aeroespacial, Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, Boulevard Acceso a Tolcayuca 1009, Ex Hacienda San Javier, Tolcayuca, Hidalgo C.P. 43860, México.
[b] Ingeniería en Tecnología del Frio, Escuela superior de Apan, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Apan-Calpulalpan s/n, Hidalgo, 43920, México.
**203220042@upmh.edu.mx, julio_valle@uaeh.edu.mx, jgallardo@upmh.edu.mx*

Keywords: *Sistema de generación eólica aerotransportada, energía eólica, planeador conectado, evaluación energética.*

Abstract:
Los sistemas de generación eólica convencionales presentan ciertas limitaciones para aprovechar la velocidad del viento a alturas donde éste es más estable y consistente. En la medida en que se busca disponer de mayor recurso eólico, se han desarrollado sistemas cada vez más eficientes reduciendo pérdidas por fricción en la transmisión de potencia, implementando etapas de control para la variación del ángulo de ataque de las palas, y desarrollando estructuras más altas y robustas. Sin embargo, aún existe recurso eólico potencialmente aprovechable.
Una propuesta para la explotación del recurso eólico a mayor altura puede ser mediante sistemas de generación eólica aerotransportados (AWES, por sus siglas en inglés), es decir, la implementación de dispositivos de elevación dinámicos (planeadores o aeronaves) conectados a una estación en tierra, que accedan a este recurso convirtiéndolo en energía mecánica, sin necesidad de una torre o sistemas robustos que implican mayores costos de producción.
En el desarrollo de proyectos eólicos, es necesaria la evaluación del potencial energético del viento en el punto geográfico de interés, para garantizar la viabilidad de su ejecución. En este trabajo se presenta una metodología para evaluar el potencial energético de un AWES que incluye el análisis estadístico del viento, tanto en dirección como en velocidad, considerando la variación de la velocidad del viento con la altura, así mismo se estima el porcentaje de aprovechamiento de la energía cinética dependiendo de la trayectoria (dinámica de vuelo) y los coeficientes aerodinámicos del dispositivo de elevación.
Como resultado se presenta la distribución temporal de potencia mecánica producida por unidad de área, con base en las condiciones meteorológicas y el perfil vertical de velocidad del viento, para la implementación un sistema de generación eólica aerotransportado.

Grafical Abstract:

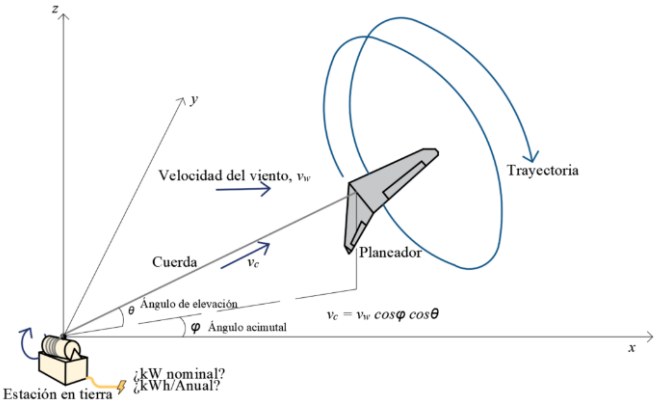


Fig. Diagrama del sistema de generación eólica aerotransportada.

Author Index / Indice de Autores

A
Acosta Acosta R.: EFI-07
Aguilar Anastacio J.C.A: SOL-11
Aguilar-López R.: HYD-06
Aguilar-Torres D.: ELE-03 ELE-06 ELE-07
Aguilera Flores Miguel Mauricio : BIO-01 BIO-03
Alonso-Gómez A.R.: SUS-20 SUS-21 SUS-24
Alvarado Perea L.: SUS-01 SUS-12 SUS-18 SUS-08
Alvarez-Vega J.: SUS-21
Alvarez-Vega Javier: SUS-28
Angeles D.: HYD-04
Angeles Rosa Angelica: SOL-10
Antonio J. E.: ELE-08 ELE-09 ELE-10 HYD-05
Antonio-Narcizo L.C: BIO-07
Aparicio Burgos J. E.: SUS-31
Araiza-Esquivel M.: SOL-02
Arancibia Bulnes C. A.: SOL-03 SOL-04
Arce Estrada EM: SUS-26 SUS-26
Arcelus-Arrillaga Pedro: SOL-03
Arevalo-López P. E.: ELE-08
Armas-Perez Julio C.: SUS-16
Arregoces-Reinoso H.A.: SUS-20
Arrollo Arrollo Citlalli : EFI-05
Astorga-Trejo R: BIO-06
Avila Paredes H.J.: ELE-02
Avila Vazquez V: BIO-01 BIO-03
Avila-Isais G.: SOLO-02
Avila-Rojas P.: SUS-32
Ayala-Cortes Alejandro: SOL-03

B
B-Arroyo C.: SUS-13
Bailón R.D.: HYD-03
Balderas–Aguilar J. U.: SUS-19
Barajas Godoy F. D.: BIO-08
Barrera Perez F.M.: SUS-37

Barrera–Calva E.: SUS-19
Barrón-Santos F.J.: SUS-32
Bautista Ramirez M.: ELE-02
Bautista-López J. A.: SOL-09
Bañuelos Frias A.: SUS-01 SUS-04 SUS-04 SUS-08 SUS-12 SUS-18
Becerra-Perez L. A.: BIO-14
Beltran-Carbajal Francisco: ELE-05
Bonilla Blancas W. C. : BIO-02 EFI-06 GEO-01 SOL-11
Brito-Brito E.: ELE-07
Burgos Perez D.: ELE-02

C

Calzada Hernandez A.: HYD-01
Campos Barrientos J.: SUS-05
Campos-Gallego J.D.: SOL-07
Campos-Guzman E.: BIO-17
Canela-Sanchez I.: EF-08
Cardenas Cortez O. A.: SUS-14
Cardenas-Guerra J. Carlos: SUS-16
Cardenas-Rivera J. Carlos: SUS-16
Cardona Benavides Antonio : BIO-01
Carranza Alvarez Candy : BIO-01
Carranza Sanchez Y.A.: EFI-07
Carrera Figueiras Cristian: SUS-29
Carvajal E.: ELE-08 ELE-09 ELE-10 HYD-05
Castellanos-Castro J.R.: BIO-06 BIO-15
Castillo-Molar A.: SUS-03
Castillo-Ramirez J.O.: BIO-17
Castro Montoya A.: BIO-08
Castro-Martinez C: BIO-06
Cerezo-Roman J.: ELE-04
Cesar Munguia A. L.: SOL-15
Chacaltana Herencia E.: SUS-05
Colin Luna J. A.: BIO-07 BIO-09 BIO-13 BIO-18 BIO-12 EFI-11 SUS-08 SUS-19 SUS-30 SUS-33 SUS-34 SUS-35 SUS-36 SUS-38
Contreras J. L.: HYD-04
Contreras Jose L. : EFI-05
Contreras L. Jose Luis: SUS-02

Contreras Larios J. L.: SUS-22
Contreras-Andrade I: BIO-06
Cortes-Ruiz A.: BIO-10
Cruz-Muñoz B.: SOL-07
Córdova Gallegos J.: SOL-04

D
Damian Noriega Zeferino: SUS-02
De Lasa Hugo: INV-01
De la Vega Ibarra L. A.: HYD-02
De la Vega–Ibarra R.: HYD-02
Delgado-Gonzaga J.: EFI-08 EFI-09
Diaz Maya M. A.: MAR-02 MAR-01
Dibert Elizarraras A.L.: SUS-04
Domínguez Bocanegra Alma R:
Donis Fredy: SOL-10
Dorantes-Rodriguez R.J.: SOL-07

E
Eduardo Estrada J. : EFI-05
Elizalde Martinez I: SUS-09 SUS-26
Escamilla R.: ELE-08 ELE-09 ELE-10 HYD-05
Escobede Salvador: INV-01
Esperanza Pacheco-Catalan Daniella: SOL-03
Espinoza–Tapia . C.: SUS-19
Espitia-Cabrera A.: SUS-32
Esquivel-Ortiz D.: SOL-02
Estrada Perez J. Eduardo: SUS-02
Estrada Rojas JO: SUS-26

F
Falcony–Guajardo C.: SUS-19
Felix A.: MAR-01
Fernandez Montoya E: SUS-26
Figueroa Castrejon A.: INV-05
Flores Ledo R. : EFI-02
Flores Torres E. : POL-01
Flores-Acoltzi O.: ELE-07

Flores-Del Rio Nadiezhda Getsemani: SUS-08
Flores-Mejia H.: BIO-15 HYD-06 SOL-13
Flores-Meza A.: SOL-13
Fonseca-Peralta HM: BIO-06
Fraga-Cruz G. S.: BIO-05 EFI-04
Frausto-Reyes C.: SOL-09
Fuente- Cortes LF: SOL-01 SUS-03
Fuentes G.: HYD-04
Fuentes Zurita G. A.: SUS-22
Fuentes-Cortes LF: SOL-14

G
Galicia Duran T. M. : GEO-01
Gallardo Villarreal J. M.: WIND-01
Galvan-Mariquez JA: SOL-01
Garcia Martinez D.A.: SUS-36 SUS-38
Garcia Martinez J.C.: BIO-07 BIO-09 BIO-13 BIO-18 HYD-02 SUS-08 SUS-30 SUS-36 SUS-38 SUS-39
Garcia Valladares O.: SOL-15
Garcia-Alcala MA: SOL-01
Garcia-Avilez CG: SOL-14
Garcia-Cruz I.: BIO-11
Garcia-Santiago T. N.: ELE-05
Garduño Montero A. : BIO-02
Gaspar Perez N. : POL-01
Gastelum-Delgado M. A.: BIO-14
Gaytan Saldaña NA: SUS-18
Gonzalez Brambila M. M.:BIO-07 BIO-09 BIO-18 SUS-07 SUS-33
Gonzalez Bravo H.E.: SOL-15
Gonzalez Hernandez N. N.: SUS-02 SUS-22
Gonzalez Reyes L.: SUS-37
Gonzalez Rios I.J: SUS-12
González Soto Sandra M.:
Gonzalez-Cardoso G.: SUS-32
Gonzalez-Garcia J.: SUS-27
Gonzalez-Huerta R.: SUS-10
Guadarrama-Perez G.: SUS-25
Guadarrama-Perez R.: SUS-21 SUS-28

Guerra Gonzalez R.: BIO-08
Gurrero Zuñiga L. A.: BIO-11
Gutierrez Alvarez M.: SUS-30
Gutierrez Garcia G. J.: SUS-07
Gutierrez Limón M.A.: SUS-15 SUS-36
Gutierrez-Mayen A.M.: SUS-24
Gómez-Zamora L: SOL-01

H
Hernandez A.: HYD-04
Hernandez Casas LF: BIO-03
Hernandez Perez I.:SUS-19 SUS-34 SUS-37
Hernandez Salvador: SUS-16
Hernandez-Aguilar E.: BIO-10
Hernandez-Escobedo Q. C.: SUS-27
Hernandez-Estevez A.: BIO-17
Hernandez-Goitortua R.C.: MAR-01
Herrera Hernández T.A: BIO-09
Hernandez-Luna G.: ELE-04
Hernandez-Martinez E.: BIO-10 SUS-13 SUS-15 SUS-17
Hernandez-Mora L. J.: HYD-02
Hernandez-Rodriguez R.: SUS-15
Hernandez-Romero IM: SOL-14
Herrera-Mendoza A.P.: SUS-25
Hidalgo-Muñoz M. G.: SUS-23 EFI-01
Huerta Gonzalez Pedro Francisco: EFI-10
Huirache-Acuña R.: BIO-05 EFI-03 EFI-04

J
Jara Velasquez W.: SUS-05
Jimenez Cuauhtemoc: SOL-10
Jimenez Gonzalez A. E.: SOL-05 SOL-06
Jimenez-Garcia G.: BIO-05 EFI-03 EFI-04
Jimenez-Ramirez J.: ELE-07
Jimenez-Ramirez O.: ELE-03 ELE-06 ELE-07
Juarez-Romero D.: EF-08

L

Ladrón de Guevara-Garcia I.: SUS-17
León Santiesteban H. H.: SUS-07 SUS-28 BIO-04 SUS-11BIO-07
León-Flores J.: ELE-08
Longoria-Hernandez Adriana: SOL-03
Luque-Zuñiga Guillermo: SOL-12
López Medina R.: EFI-05 SUS-22
López Yañez A.: SOL-15
López-Gaona Alejandro: SUS-08
López-Guajardo E. A.: SUS-27
López-Martinez A.: SOLO-02
López-Monteagudo E.: SOLO-02
López-Yañez A.: SUS-23 SUS-21

M

Maldonado Perez A. X.: SUS-14
Manzano Zavala M.: SUS-39 Marin Rojas M.F.: BIO-13 BIO-12
Marin-Saavedra E. P.: BIO-04
Marquez-Baños V.E.: SUS-21 SUS-24 SUS-25
Marroquin-Herrer E. H.: EFI-11
Martin del Campo C. : POL-05
Martinez Cinco M. A.: BIO-08
Martinez-Camacho E.: SUS-10
Maya-Yescas R.: BIO-05 EFI-03 EFI-04
Medellin Castillo Nahum Andres : BIO-01
Medina Mendoza A.K.:BIO-13 BIO-12 SUS-34 SUS-35 SUS-38
Medina Ormeño D.: SUS-05
Medina-Hernandez M. A.: ELE-06
Mendoza E.: MAR-01
Mendoza Sanchez O.A.: SUS-36
Mendoza-Quiroz J.: EFI-06
Moguel-Castañeda J. G.: SUS-13
Monroy Castillo Elias Guillermo: SOL-05
Monterrubio-Badillo MC: SUS-26
Montesinos-Castellanos A.: SUS-27
Morales-Diaz A.B.: SOL-13
Morales-Morales C.: EFI-09
Mosquera-Rivera L. M.a: SOL-08

Muñoz H.: ELE-08 ELE-09 ELE-10 HYD-05
Muñoz Medrano E.: SUS-33

N
Napoles-Rivera F.: BIO-05EFI-03 EFI-04
Navarro Salazar M. G.: HYD-01
Norzagaray-Quevedo DA: BIO-06
Nuñez-Correa S.: BIO-12 EFI-11 SUS-27 SUS-35
Nuñez-Serna R.I. : EFI-01
Nuño L.: HYD-04

O
Olguin Quiñones S.: SUS-37
Olvera Franco I. A.: SUS-31
Olvera-Olvera C.: SOL-02
Ortega-Mojica N.I.: EFI-08 EFI-09
Ortiz-Rivera I.: EFI-08

P
Pallares Garcia Arturo : EFI-05
Parrales-Bahena A.: EFI-09
Pedroza-Robles L.E. : EFI-01
Perea Inicial L. Alvarado: SUS-04
Perez Bueno J. J.: SUS-14
Perez Cabrera Jennipher : EFI-05 SUS-02
Perez Espinosa R.: SOL-15
Perez Meneses Joaquin: SUS-29
Perez-Flores O. A.: ELE-05
Perez-Mendez M. A.: BIO-05 EFI-03 EFI-04
Perez-Pastenes H.: EFI-11 SUS-27
Perez-Vigueras M.: SUS-10
Perez-Marquez David Alejandro: SOL-12
Peña Climaco G.: EDU-01
Pineda-Arellano C. A.: SOL-09
Posada-Duque J. A.: BIO-14
Probst M.: INV-04
Puebla H.: BIO-06 BIO-15 HYD-06 SOL-13 SUS-13
Puebla Nuñez H.: SUS-07

Q

Quintana-Diaz B.: SUS-32

R

Ramirez Castelan C.E.: BIO-13 BIO-12 ELE-05 SUS-38
Ramirez López R.: SUS-37
Ramirez Muñoz J.: SOL-15
Ramirez-Gallardo A. C.: BIO-11
Ramirez-Gil R.J.: SOL-07
Ramirez-Muñoz J.: BIO-10
Ramirez-Muñoz J.: SUS-20 SUS-21 SUS-23 SUS-24 SUS-25 SUS-28
Ramos G.: POL-05 SOL-12
Ramos Sanchez G.: ELE-02
Remigio-Martinez P.: EFI-11
Reyes Jose de Jesus: SOL-10
Rivera V.M.: SUS-17
Riveros Rosas D.: SOL-04
Robles Montes F.: SOL-06
Robles-Montes Fernando: SOL-05
Rodriguez-Jara M.: BIO-15
Rodriguez Martinez A.: ELE-04
Rodriguez Mejia J.R.: HYD-03
Rodriguez de Luna Y.L.: SUS-01
Rodriguez-Mejia J.: SOLO-02
Rojano-Alvarado R.E.: SUS-20 SUS-21
Rojas Avila A.: SUS-06
Romage Guerlin: SOL-10
Roman Aguilar R.: SUS-31
Romero De León L.A.: SUS-12 SUS-18
Romero M.: ELE-08 ELE-09
Romero Piedrahita C.A.: EFI-07
Romero de León L.A.: SUS-01
Romero-Bustamante J. A.: SUS-15
Romero-Dominguez R.: ELE-04
Romo Rico D.: POL-03 POL-05
Rosales-Juarez J. A.: ELE-06
Rosas J. L.: ELE-08

Rosas-Cedillo R.: SUS-35
Rosas-Huerta J. L.: ELE-10
Rosiles Perez C.: SOL-05 SOL-06
Rouan Garcia E. I.: EDU-01
Ruesga-Bautista I.: EFI-06
Ruiz Garcia V. M.: BIO-08
Rusinque Bianca: INV-01
Rutiaga Quiñones J. G.: BIO-08

S

Salazar Pereyra M. : GEO-01 EFI-06
Salinas Reyes C.: SUS-39 Salmones J.: HYD-04
San Elias Alejandra Arias: SUS-29
Sanchez Cano J. E.: POL-02
Sanchez Josue Gustavo: SOL-10
Sanchez-Isaac C.: EFI-09
Sanchez-Minero J.F.: SUS-09
Seidel-Morgenstern A.: INV-03
Serrano Rosales B.: HYD-01
Severo-Martinez E-P: SUS-11
Silva Casarin R.: MAR-02
Silva R.: MAR-01
Solis Magallanes E. U.: WIND-01
Sosa Sanchez J. L.: SOL-06
Soto Landa Mie Francisco Efren: SOL-05
Soto-Azuara L. A.: SUS-09
Suarez Parra R.: SUS-34 SUS-37

T

Tabares S. M. A. : ELE-01
Talavera López A.: HYD-01
Tapia-Medina C.R.: BIO-12 EFI-11 SUS-35
Tena-Garcia *JL: SOL-01
Toledo T. F. : ELE-01
Toledo-Vazquez D.: ELE-04
Tolentino Eslava, Rene: EFI-10
Tomasini A.: SUS-11
Tomasini-Campocosio A.: BIO-04

Torres Rodriguez Ivone Cecilia: EFI-10 Trejo Licona L. E.: SUS-39

U
Uc Rosas V. H.: BIO-11
Ulloa M. J.: MAR-02 MAR-01
Uribe López I.O.: BIO-18

V
Valdez-Valdez Elvia: SUS-08
Valencia-López J.J.: SUS-25
Valero Luna C. L.: SUS-04
Valero Luna C.: SUS-01
Valero-Luna C.Y.: SUS-12 SUS-18
Valero-Luna Claudia Yolanda: SUS-08
Valle Hernandez J.: SUS-06 SUS-31 WIND-01
Vargas Altamira E.: SUS-31
Vazquez Espinoza N.: SOL-15
Vazquez T.: HYD-04 SUS-22 SUS-22
Vazquez Tamara : EFI-05
Vazquez-Medina R.: ELE-03 ELE-06 ELE-07 SOL-12
Velasco Bedran H.: BIO-09 BIO-17 SUS-33
Velasco-Perez A.: BIO-06
Velazquez-Camilo O.: SUS-17
Velazquez-Martinez S.: SOL-09
Vengoechea-Pimienta A.M.: SUS-20 SUS-21 SUS-25
Villa Luna C.: POL-02
Villafan-Vidales Heidi Isabel: SOL-03
Villamil Aguilar R.P.: SUS-01 SUS-18

W
Woocay Prieto A.: HYD-03

Y
Yee-Madeira H. : POL-05

Z
Zacarias Alejandro: SOL-10
Zamora-Mata J. M.: SUS-23 EFI-01

Zamora-Rodea E.G.: BIO-12 BIO-13
Zeifert B.: HYD-04 EFI-05 SUS-22
Zolozabal Gonzalez A.A: SOL-11
Zubillaga Alvarez MT: SUS-26