



CIDENer2026

CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO ENERGÉTICO

Descarbonización
y Nuevas Tecnologías



Del 07 al 09 de octubre de 2026 | CIIDIR Unidad Oaxaca, Oaxaca, México



Congreso de Investigación y Desarrollo Energético (CIDENer)

Comité organizador

PhD. Miguel Antonio Domínguez Crespo
PhD. Alma Delia Torres Rivera
PhD. José Manuel Flores Márquez
PhD. Miguel Toledo Velázquez
PhD. Juan Rodríguez Ramírez
PhD. María de Lourdes Albor Aguilera
PhD. César Hernández Vásquez
PhD. Oscar Carranza Castillo
PhD. Mario Fidel García Sánchez
PhD. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz
PhD. María de los Ángeles Mantilla Ramírez
PhD. Julio César García Martínez
PhD. Valeria Juárez Casildo
PhD. Juan Manuel Sandoval Pineda
PhD. Sadoth Sandoval Torres
PhD. Aide Minerva Torres Huerta
PhD. José Alejandro Aguirre Anaya
PhD. Lilia Leticia Méndez Lagunas
M.Sc. Vicencio Vitaliano Almaraz Almaraz
PhD. Irene Chaparro Hernández
PhD. Andrea Selene López Díaz
PhD. Christopher Romeo García Cerqueda
Eng. María José Zárate Victoria
Eng. Paola Cristina Zarate Cruz
Eng. Sebastián Aragón Rendón
Eng. José Antonio Valdez García
M. Sc. Laura Victoria Aquino González
PhD. Josué Barragán Iglesias
PhD. Oscar Antonio Gutiérrez
PhD. Facundo Joaquín Márquez Rocha



Congreso de Investigación y Desarrollo Energético (CIDENer)

Coordinador general

PhD. Miguel Antonio Domínguez Crespo

PhD. Alma Delia Torres Rivera

PhD. Juan Rodríguez Ramírez

PhD. Mario Fidel García Sánchez

PhD. Lilia Leticia Méndez Lagunas

Primera edición: 2026

D.R. © 2026

Instituto Politécnico Nacional

Luis Enrique Erro s/n

Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"

Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero

CP 07738, Ciudad de México

Digitalizado en México

<https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/cide2026/english/committee/organizing.html>

Prólogo

La transición energética constituye uno de los grandes desafíos científicos, tecnológicos, económicos y sociales de nuestro tiempo. Para México, avanzar hacia un sistema energético más eficiente, sostenible, resiliente y con menores emisiones de carbono requiere no solo de nuevas tecnologías, sino también de conocimiento, colaboración interdisciplinaria y de la capacidad de vincular los esfuerzos de la academia, la industria, el gobierno y la sociedad.

En este contexto, el Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Energético 2026 da continuidad a una iniciativa, que, en su primera edición, fue concebida con el firme propósito de impulsar la investigación, la innovación tecnológica y la soberanía energética del país a través de la Red de Energía del Instituto Politécnico Nacional. Este primer Congreso pretende consolidarse como un espacio de encuentro para la comunidad científica y técnica nacional, propiciando el intercambio de conocimientos, experiencias y propuestas orientadas a atender los retos presentes y futuros del sector energético.

La primera edición 2026, que se llevará a cabo del 7 al 9 de octubre de 2026 en el CINEDER, Oaxaca, representa una oportunidad para fortalecer este diálogo desde una perspectiva nacional y multidisciplinaria. Organizado por la Red de Energía en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional, el encuentro reunirá a investigadores, académicos, estudiantes, profesionales e ingenieros provenientes de diversas instituciones y regiones del país, en un espacio de colaboración científica en el sur de México.

Como resultado de esta convocatoria se recibieron 118 trabajos, expresión de la diversidad y dinamismo de la investigación que actualmente se desarrolla en materia energética en México, muchos de ellas realizadas en el Instituto Politécnico Nacional, siendo conscientes y sensibles de las necesidades existentes. Las contribuciones que integran este libro de resúmenes se articulan en cuatro líneas temáticas que reflejan algunos de los principales desafíos de la agenda energética contemporánea:

Sistemas energéticos convencionales y transición energética, donde convergen estudios relacionados con la evolución, optimización y transformación de los sistemas energéticos ante las nuevas necesidades del país.

Descarbonización y nuevas tecnologías, orientada al desarrollo de alternativas tecnológicas y estrategias destinadas a reducir las emisiones y favorecer sistemas energéticos más sostenibles.

Almacenamiento y flexibilidad energética, que aborda uno de los retos fundamentales para la integración de nuevas fuentes de energía y para el fortalecimiento de sistemas capaces de responder de manera eficiente y resiliente a las variaciones de la demanda y la generación.

Vinculación e innovación energética, línea que reconoce que la transformación del sector energético requiere no solamente de avances científicos y tecnológicos, sino también de mecanismos efectivos para trasladar el conocimiento hacia soluciones con impacto económico y social.

En conjunto, estas contribuciones dan cuenta de la amplitud de perspectivas desde las cuales la comunidad científica y tecnológica mexicana está abordando la transformación del sector energético, los trabajos reunidos en este volumen representan, por tanto, más que resultados individuales: constituyen piezas de un esfuerzo colectivo por generar conocimiento, desarrollar capacidades y construir alternativas ante los desafíos energéticos del presente y del futuro.

La transición energética demanda soluciones técnicamente viables, ambientalmente responsables y socialmente pertinentes. Alcanzarlas implica reconocer la necesidad y el valor de la investigación interdisciplinaria, fortaleciendo la colaboración entre instituciones y propiciando espacios donde las ideas puedan dialogar, cuestionarse y convertirse en nuevas oportunidades de innovación. En este sentido, este congreso científico organizado por la Red de Energía del Instituto Politécnico Nacional adquiere especial

relevancia no solo por los resultados que presenta, sino por las redes de colaboración que es capaz de construir y por las preguntas que deja abiertas para continuar investigando.

El Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Energético 2026 representa, así, un espacio para compartir conocimiento y, simultáneamente, para mirar hacia adelante. Los 118 trabajos que conforman este libro reflejan parte del talento, la creatividad y el compromiso de quienes, desde diferentes disciplinas e instituciones, contribuyen a construir respuestas para una transformación energética que deberá ser tecnológica, ambiental y socialmente sostenible.

Que el presente libro de resúmenes constituya testimonio del esfuerzo colectivo de la comunidad científica y tecnológica que participa en este Congreso, así como un punto de partida para la generación de nuevas preguntas de investigación, el fortalecimiento de vínculos de colaboración y el desarrollo de soluciones innovadoras frente a los desafíos energéticos del país. Asimismo, que el conocimiento aquí reunido contribuya al fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas de México y reafirme una convicción fundamental: la transformación del sector energético se sustenta en la generación de conocimiento, se potencia mediante la colaboración interdisciplinaria y adquiere su mayor trascendencia cuando se traduce en innovación orientada al bienestar y al desarrollo sostenible de la sociedad.

Bienvenidos al Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Energético 2026.

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México, octubre de 2026.

“La Técnica al Servicio de la Patria”

Atentamente

Comité organizador

Congreso de Investigación y Desarrollo Energético (CIDENer)

Organizadores Generales

PhD. Miguel Antonio Domínguez Crespo

PhD. Alma Delia Torres Rivera

PhD. Juan Rodríguez Ramírez

PhD. Mario Fidel García Sánchez

PhD. Lilia Leticia Méndez Lagunas

Edición general

PhD. Miguel Antonio Domínguez Crespo

PhD. Aidé Minerva Torres Huerta

PhD. Aida Medina González

Corrección de estilo

Lic. Sonia Estefani Guel Zamora

Editorial

Es un honor presentar esta publicación, que reúne una selección de trabajos y contribuciones académicas relacionadas con el ámbito de la energía, un campo de especial relevancia ante los retos científicos, tecnológicos, ambientales y sociales que enfrenta nuestra sociedad.

Desde el equipo editorial, reconocemos y agradecemos la participación de quienes hicieron posible esta publicación.

Esperamos que esta publicación contribuya al fortalecimiento de la colaboración académica y científica, al intercambio de conocimientos y a la generación de nuevas ideas que impulsen el desarrollo tecnológico y la búsqueda de soluciones innovadoras para los desafíos del sector energético.

Atentamente

Equipo editorial



Comité Científico

PhD. José Alejandro Aguirre Anaya

PhD. María de Lourdes Albor Aguilera

PhD. Oscar Carranza Castillo

PhD. Miguel Antonio Domínguez Crespo

PhD. Araceli Ezeta Mejía

PhD. José Manuel Flores Márquez

PhD. Julio César García Martínez

PhD. Antonieta García Murillo

PhD. César Hernández Vásquez

PhD. María de los Ángeles Mantilla Ramírez

PhD. Facundo Joaquín Márquez Rocha

PhD. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz

PhD. Lilia Leticia Méndez Lagunas

PhD. Juan Rodríguez Ramírez

PhD. Mario Fidel García Sánchez

PhD. Juan Manuel Sandoval Pineda

PhD. Sadoth Sandoval Torres

PhD. Miguel Toledo Velázquez

PhD. Aide Minerva Torres Huerta

PhD. Alma Delia Torres Rivera



Índice

ID	Título del trabajo	Página
	Simposio 1	18
ID: 100	Análisis transitorio durante la pérdida de red en un sistema fotovoltaico	19
ID: 104	Prototipo de sistema mecatrónico biomimético para la captación y almacenamiento de agua mediante condensación del vapor ambiental	20
ID: 106	Desarrollo de una herramienta automatizada para la evaluación del desempeño térmico y la optimización energética de calentadores a fuego directo en la refinación de petróleo	21
ID: 107	Evaluación de integridad mecánica en equipos	22
ID: 108	Optimización energética y simulación de una columna de destilación para la obtención del refrigerante sustentable R-601	23
ID: 111	Simulación de un elemento colector de calor HCE con inserción de cintas torcidas	24
ID: 112	Evaluación de la eficiencia de un secador solar como alternativa al horno de convección para el tratamiento de Biomasa	25
ID: 113	Análisis energético y exergético de un secador híbrido solar	26
ID: 114	Evaluación experimental del comportamiento térmico de un colector solar de placa plana	27
ID: 120	Arquitectura modular basada en ESP32 para la adquisición de datos y monitoreo de baterías plomo ácido	28
ID: 128	Modelo de transferencia de calor en estado transitorio de un colector solar de tubo de aluminio usando software libre	29
ID: 131	Diseño de proceso de manufactura para la modificación superficial del electro-recubrimiento de electrodos con níquel	30
ID: 133	Evaluación experimental del desempeño térmico de un concentrador de canal parabólico con turbuladores de cinta torcida	31
ID: 139	Análisis energético de la fricción en aceros 316L y 304 con biodiésel: clave para reducir disipación y aumentar el rendimiento	32
ID: 143	Estudio del régimen térmico de las paredes del combustor de la turbina de gas GT11N2 de la C.C.C. Valle de México	33
ID: 145	Energía con Perspectiva de Género: Avances Académicos y Realidades en la Gestión Pública Estatal	34
ID: 151	Sistema trifásico de medición de calidad de energía para el análisis de supra-armónicos generados por variadores de frecuencia	35
ID: 155	Simulación numérica de pérdidas magnéticas y su impacto en la eficiencia de transformadores y máquinas eléctricas usando FEM cuasiestático	36
ID: 157	Modelo para la gestión térmica en la producción de biodiésel incluyendo cogeneración, energía solar y calor residual	37
ID: 158	Potencial de recuperación de calor residual en deshidratadores convectivos de alimentos	38
ID: 160	Selección de esquema de reacción en modelo cinético de reformación autotérmica de metano para la producción de hidrógeno	39
ID: 162	Photocatalytic pretreatment of pruning waste using TiO ₂ for methane production	40
ID: 163	Regulación del bus de CD de una microrred aislada híbrida eólico-diésel mediante control en cascada del convertidor de interconexión	41

ID: 164	Life cycle assessment of a devilfish bone char bioanode for sustainable bioenergy production in microbial fuel cells	42
ID: 166	Evaluación de modelos cinéticos para la metanación de COx mediante modelación de reactor	43
ID: 167	Diseño y optimización energética de un colector solar de placa plana	44
ID: 168	Diseño y simulación del control Hoo de la potencia reactiva del rotor y del voltaje del capacitor de un generador de inducción de doble alimentación para una turbina eólica	45
ID: 171	Energy demand analysis for a sustainable aquaculture production farm	46
ID: 174	Evaluación de pérdidas magnéticas en láminas de acero al silicio de transformadores de baja potencia utilizando una geometría de núcleo tipo marco cerrado	47
ID: 175	Energy performance of spray drying of pitahaya peel mucilage for the valorization of agro-industrial by-products	48
ID: 176	Drying of aloe vera and pitahaya (<i>Stenocereus undatus</i>) Biofilms: A kinetic study to minimize energy consumption	49
ID: 178	Desarrollo de un sistema electromagnético de excitación-detección para la evaluación magnética de nanomateriales con potencial aplicación en la industria energética	50
ID: 181	Desarrollo de un sistema portátil de ruido magnético Barkhausen alimentado por la red convencional para la Evaluación No Destructiva de infraestructura energética	51
ID: 191	Severidad térmica y distribución de productos en el mejoramiento de un petróleo crudo pesado con agua supercrítica	52
ID: 192	Gasificación en agua supercrítica de biomasa de guayaba para la producción de combustibles gaseosos	53
ID: 194	Heteroestructuras para generar combustibles solares a partir de materiales a base de NiCo, FeZn y TiZnO	54
ID: 199	Desarrollo de fósforos Sol-gel de óxido de itrio para tecnologías de iluminación eficiente	55
ID: 203	Evaluación del potencial del aserrín residual como biomasa lignocelulósica para la obtención de azúcares fermentables con aplicaciones en la producción de biocombustibles	56
ID: 207	Síntesis verde de estructuras bimetalicas Au-Ag mediante <i>Aloysia triphylla</i> con potencial aplicación en la producción de hidrógeno verde	57
ID: 208	Sistema experimental de medición magnetoelástica superficial para la caracterización de esfuerzos elásticos residuales y activos en acero grado tubería API-5L X52	58
ID: 212	Desarrollo de una sonda Barkhausen compacta para la caracterización magnética independiente de la geometría en aceros de infraestructura energética	59
ID: 215	El sistema energético mexicano frente a los cambios del marco regulatorio. petróleo y electricidad en el siglo XX	60
ID: 217	Valorización del bagazo de malta cervecera mediante hidrólisis ácida y enzimática para la producción de bioetanol de segunda generación	61
Simpósio 2		62
ID: 101	CFD-Based thermo-hydraulic analysis of a parallel-flow double-pass solar air collector for sustainable drying applications	63
ID: 110	Evaluación de CdS e In ₂ S ₃ como materiales ventana para celdas solares de CdTe: Eficiencia, impacto ambiental y viabilidad tecnológica	64
ID: 116	Estudio técnico socioeconómico para la implementación de hidrobuses en el circuito académico de Zacatenco	65

ID: 122	Actuadores de plasma DBD como tecnología de control activo para mejorar el aprovechamiento de energía eólica en condiciones de baja velocidad de viento	66
ID: 126	Electrocatalizadores de aleación ternaria PtNiCo/C estabilizados con hexadecilamina de alto rendimiento para la oxidación de metanol en medio alcalino	67
ID: 127	Evaluación electroquímica del Cu ₂ O-ZnO-Bi O ₃ para la producción de biocombustibles e hidrógeno	68
ID: 129	Caracterización temprana del bagazo de agave salmiana como criterio para la valorización energética en cascada en vinatas del altiplano potosino	69
ID: 130	Estudio comparativo del método de síntesis de nanomateriales y su aplicación como electrocatalizadores en la reacción de oxidación de ácido fórmico	70
ID: 132	Multiwavelength current-voltage analysis in Kesterite/CdS solar cells	71
ID: 134	A solar semi-static collection system for daytime illumination	72
ID: 136	Synthesis and characterization of nanostructured YSZ thin films with potential application in fuel cells	73
ID: 137	Incremento de la absorción ultravioleta debida al CdO en celdas solares de CdTe: Evolución estructural	74
ID: 138	Synthesis of antimony sulfide thin films by sequential evaporation-sulfurization: the role of temperature	75
ID: 141	Configuración de un sistema láser pulsado 532 nm para el procesamiento eficiente de películas delgadas fotovoltaicas	76
ID: 144	Plataforma experimental para la conversión electrónica basada en semiconductores GaN	77
ID: 146	Synthesis and characterization of the p-type semiconductor LaCuOSe for photovoltaic applications	78
ID: 147	Optimización de la síntesis y caracterización del BaSnO ₃ obtenido por el método Pechini para aplicaciones fotocatalíticas	79
ID: 150	Propiedades ópticas, morfológicas y estructurales de las películas delgadas de perovskita CsSnI ₃ con diferentes disolventes	80
ID: 153	Efecto del dopaje con Sn ²⁺ en las propiedades estructurales y ópticas de EAPbBr ₃ para su posible aplicación en celdas solares tipo tándem	81
ID: 154	From the refinery to the oil reservoir: Application to in-situ upgrading of heavy crude oils	82
ID: 156	Análisis de los efectos térmico y catalítico sobre la distribución de productos de pirólisis mediante Partial Least Squares	83
ID: 159	Simulación de un control PI en cascada y modulación SVPWM para un inversores fuente de corriente trifásico con filtro LC conectado a la red	84
ID: 165	Nanoestructuras unidimensionales de óxido de Zinc sintetizadas mediante la técnica vapor-líquido-sólido para la degradación de contaminantes emergentes	85
ID: 169	Optimización estructural de un álabe para aerogenerador de eje horizontal mediante estructuras lattice	86
ID: 177	Análisis de costos en la electrólisis alcalina para la transición energética: Suministro de red frente a sistemas fotovoltaicos integrando la metodología APQP	87
ID: 182	Sustainable production of bioethanol from combined mixture of sargassum and sugar cane bagasse	88
ID: 183	Nanocubos híbridos de (Cu/Cu ₂ O/CuO) obtenidos vía síntesis mediada por biomoléculas para combustibles solares	89
ID: 184	Síntesis y caracterización de nanoalambres de óxido de cobre mediante oxidación de sustrato a 400 °C	90

ID: 185	Nanomateriales para la síntesis de combustibles solares para una emisión neta cero de carbono	91
ID: 186	Diseño y construcción de un cañón de plasma coaxial para el estudio de la interacción plasma-pared	92
ID: 187	Espectroscopio de desorción térmica	93
ID: 188	Producción de bioenergía con un sistema compuesto de celda de combustible microbiana - humedal artificial	94
ID: 190	Producción de bioenergía mediante el aprovechamiento de un residuo agroindustrial en una celda de combustible microbiana	95
ID: 196	Estudio de obtención de nanopartículas metálicas (Ag, Au, Cu) a partir de biomasa microalga	96
ID: 197	Análisis energético y exergético como herramienta para el diseño y mejoras de secadores híbridos solares para productos agroalimentarios	97
ID: 198	Síntesis y caracterización de electrocatalizadores M-C (M = Fe, Cu, Ni) obtenidos por impregnación directa sobre soportes carbonosos para la reacción de reducción de oxígeno	98
ID: 200	Cuantificación de azúcares reductores en hidrolizados de cáscara de café residual bajo condiciones ácidas y alcalinas	99
ID: 205	Optimización de la extracción de lignina organosoluble a partir de bagazo de caña (<i>Saccharum officinarum</i>) mediante intensificación en autoclave para su valorización en la transición energética	100
ID: 206	Biometano, energía no intermitente, ¿lo recuperamos o lo dejamos que siga acumulándose en la atmósfera?	101
ID: 210	Implementación de un convertidor CD-CD buck controlado por corriente para un electrolizador alcalino de 5 kW	102
ID: 213	Análisis aerodinámico de cuerpos romos para sistemas de aprovechamiento energético por VIV	103
ID: 214	Evaluación de nanotubos de carbono como aditivos de presión extrema en una base lubricante PAO/Polioléster	104
ID: 216	Fracking en México: Soberanía, seguridad y medio ambiente	105
ID: 218	ZnS y su optimización en la producción de H ₂ vía fotocátalisis	106
ID: 219	Remoción de glifosato empleando un bio-composito de quitosano óxido de grafeno	107
ID: 220	Proton transport study in composite membranes with prussian blue analogues	108
Simposio 3		109
ID: 105	Películas delgadas de óxido de vanadio como catalizadores nanocristalinos avanzados para la producción fotoelectroquímica de hidrógeno verde	110
ID: 115	Intermitencia y fluctuación térmica de un secador de tipo invernadero de arco gótico	111
ID: 142	Balaceo de celdas: Una estrategia que apoya la sostenibilidad del uso de baterías en vehículos eléctricos	112
ID: 148	¿Qué tan verde es el hidrógeno verde? Análisis de ciclo de vida preliminar y eficiencia de materiales en celdas de electrolisis Zero-Gap	113
ID: 149	Li recovery from Spent LiFePO ₄ Cathodes: Sulfuric vs. Citric acid leaching	114
ID: 172	Perspectivas del aprendizaje profundo para la optimización de electrolizadores zero-gap	115
ID: 179	Python modeling and simulation for photocatalytic CO ₂ reduction based on reactor geometry using Monte Carlo numerical method	116
ID: 189	Modelado y predicción CFD/ANN del desempeño termoenergético de materiales de piso en un secador solar tipo gabinete	117



ID: 195	Design and development of electronic device to measure photovoltaic solar module power	118
ID: 201	Evaluación del desempeño de una celda de combustible microbiano mediante el diseño de un sistema de adquisición de datos con arduino	119
ID: 202	Materiales para dispositivos de almacenamiento de energía	120
ID: 209	Modelado electroquímico del desempeño de un electrolizador utilizando RuOx como material electrocatalítico	121
ID: 221	Activación química asistida por microondas en carbón de moringa oleífera para almacenamiento de energía	122
Simpósio 4		123
ID: 102	Residuos de agave como plataforma de innovación energética territorial: oportunidades para economía circular, transferencia tecnológica y desarrollo sostenible	124
ID: 103	Secador solar autónomo para valorizar mango Ataulfo en comunidades rurales	125
ID: 117	Cultura y educación como pilares para el desarrollo y la sostenibilidad energética	126
ID: 118	Evaluación de la cultura de energías limpias en estudiantes universitarios de carreras no ambientales	127
ID: 119	Asimetrías de financiamiento en el Sur Global: Un análisis comparativo de la inversión en energías limpias entre China e India	128
ID: 121	Diagnóstico tridimensional de la dinámica de flujo multifásico en crudos extrapesados bajo condiciones de operación: Un enfoque de innovación en medición	129
ID: 123	Valorización de lignina residual de mazorca de maíz para el desarrollo de nanocatalizadores verdes de Pd y Pt soportados en MWCNTs hacia la oxidación de metanol	130
ID: 124	Aprovechamiento de residuos de vidrio urbano como fuente de sílice para la obtención de carburo de silicio y materiales avanzados en aplicaciones energéticas	131
ID: 125	Síntesis de materiales tipo perovskita ($\text{Sr}_x\text{Sm}_{1-x}\text{CoO}_{3-\delta}$) para aplicación en celdas de combustible de óxido sólido	132
ID: 135	Sistema didáctico para el monitoreo energético de motores trifásicos de inducción	133
ID: 140	Diseño de un sistema de inyección para la formación de burbujas para eficientar el proceso de recuperación de minerales	134
ID: 152	Optimización de la eficiencia energética en bobinas de alta potencia mediante el uso de conductores rectangulares de plata	135
ID: 161	Modelo conceptual para la transición energética de microempresas mexicanas basado en innovación tecnológica y criterios tecno-económicos	136
ID: 180	Cocos nucífera en el desarrollo de materiales térmicos	137
ID: 204	Diseño de sistemas fotovoltaicos para la gestión energética en Escuela Secundaria Técnica de los Valles Centrales de Oaxaca	138
ID: 211	Impulsión de microburbujas generadas por placas de orificio como alternativa a la pasteurización térmica convencional	139
Índice de autores		140



“Sistemas energéticos convencionales y transición energética”

Simposio 1





ID: 100

Análisis transitorio durante la pérdida de red en un sistema fotovoltaico

Felipe Téllez Hernández¹, Jorge Pineda Piñón¹, Julio Cesar Sosa Savedra¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Querétaro, México; ftellez2400@alumno.ipn.mx

En instalaciones industriales con generación fotovoltaica interconectada es común incorporar un banco fijo de capacitores para corregir el factor de potencia degradado por los inversores. Este trabajo documenta y modela un modo de falla: ante la pérdida de la red de suministro (CFE), el conjunto banco de capacitores–transformador de acoplamiento forma un circuito resonante que, al desaparecer la referencia de la red, produce un transitorio oscilatorio de alta frecuencia en la barra. La tensión decae a cero, pero lo hace oscilando a una frecuencia muy superior a la nominal (del orden del armónico 18, aproximadamente 1080 Hz en el caso analizado) durante algunas decenas de milisegundos este transitorio de tensión y frecuencia fuera de rango es interpretado por el controlador de transferencia automática (M7000CB/EVO) como una anomalía, y no como una pérdida limpia de red, lo que activa su alarma y bloquea el arranque de la fuente de emergencia, como consecuencia, la transferencia a la planta generadora no ocurre. La hipótesis se sustenta mediante simulación del sistema completo en MATLAB y se corrobora con una prueba de campo determinante: al desconectar el banco de capacitores, la transferencia se restablece, los resultados se contrastan con el modo de falla clásico por sobrecorriente registrado en instalaciones convencionales, evidenciando que el mecanismo aquí descrito es de naturaleza distinta.

Full Paper Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

On-site, Oral presentation

Topics: Other

Keywords: photovoltaic systems; degradation mechanisms; power factor estimation; random forest regression; condition monitoring



ID: 104

Prototipo de sistema mecatrónico biomimético para la captación y almacenamiento de agua mediante condensación del vapor ambiental

Emmanuel Sánchez Legorreta¹, Griselda Stephany Abarca Jiménez¹, Jesús Mares Carreño¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; esanchezl2001@alumno.ipn.mx

La escasez de agua en regiones sin infraestructura adecuada constituye un desafío crítico. Este trabajo presenta el desarrollo de un prototipo mecatrónico con enfoque biomimético para captar y almacenar agua mediante la condensación del vapor del aire. Inspirado en mecanismos naturales de la fauna y flora de zonas áridas, el sistema busca ofrecer una alternativa tecnológica sostenible y autónoma para comunidades con acceso limitado al recurso hídrico.

El objetivo principal es implementar un sistema capaz de condensar el vapor atmosférico y conducirlo hacia un módulo de almacenamiento. La metodología se basa en un proceso de prototipado iterativo basado en el modelo VDI 2206, que incluye diseño, construcción, pruebas y análisis. Se seleccionó un ciclo de compresión de vapor con compresor BD35F, un arreglo fotovoltaico de 120 W con seguimiento solar y una batería LiFePO₄ de 50 Ah para la condensación activa, complementado con un sistema pasivo de recolección de lluvia. Se integraron control electrónico y estrategias de gestión energética para asegurar la adaptabilidad operativa.

Los resultados de diseño confirmaron la coherencia entre consumo estimado, generación fotovoltaica y autonomía nocturna. Los cálculos energéticos y térmicos validaron la factibilidad del sistema, mientras que se definieron protocolos de operación para adaptar el ciclo de condensación a la disponibilidad energética.

La contribución radica en demostrar la viabilidad técnica y funcional de un prototipo biomimético de condensación, con potencial de aplicación en comunidades rurales, entornos educativos y zonas de emergencia.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Energy transition, Environment

Keywords: Biomimético; captación de agua; condensación; prototipo mecatrónico; tecnología sostenible.



ID: 106

Desarrollo de una herramienta automatizada para la evaluación del desempeño térmico y la optimización energética de calentadores a fuego directo en la refinación de petróleo

Mario Díaz González¹, Jocelyn Gualberto Olivera¹, Deymos Meza Cortés²

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca², Petróleos Mexicanos; 21161162@itoaxaca.edu.mx

Los calentadores a fuego directo representan los usos significativos de energía más críticos en la refinación de petróleo, por lo que monitorear su desempeño térmico es indispensable para mitigar pérdidas energéticas y emisiones contaminantes. El propósito de este estudio fue evaluar técnica y operativamente los calentadores H-01 A/B y H-201 A/B de las plantas de Destilación Primaria y Alto Vacío No.1 en la Refinería Salina Cruz. Metodológicamente, se recopiló y depuró un histórico masivo de datos horarios del periodo 2023-2025 mediante el sistema digital centralizado de la planta. Con estos datos, se programó una herramienta de simulación y análisis automatizado fundamentada en balances de materia, energía y principios de transferencia de calor, permitiendo contrastar de forma inmediata los parámetros reales de operación contra las especificaciones originales de diseño. Los resultados evidenciaron desviaciones críticas respecto a la línea base: los trenes de precalentamiento operan deficientemente suministrando crudo a temperaturas inferiores a las nominales, lo que incrementa el consumo de combustible. Asimismo, se detectó que las temperaturas de pared de los tubos en la zona de radiación superan crónicamente el límite seguro de diseño (760 °C), alcanzando picos de 850 °C que aceleran la coquización interna. Se concluye que la implementación de la herramienta desarrollada optimiza la toma de decisiones operativas, permitiendo programar mantenimientos predictivos en serpentines y calibraciones instrumentales. Esta metodología es completamente replicable en el sistema de refinación nacional para maximizar la eficiencia térmica global.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Energy transition, Environment, Storage, Other

Keywords: Direct-fired heaters; energy optimization; oil refining; process simulation; thermal efficiency



ID: 107

Evaluación de integridad mecánica en equipos críticos de una refinería para su funcionamiento óptimo y prevención de impacto ambiental

Mario Díaz González¹, Noel Diego Cruz López¹, Marcia Esther Vázquez Barrera²

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca; ²Petróleos Mexicanos; 21161143@itoaxaca.edu.mx

El presente trabajo aborda la aptitud para el servicio y la determinación del ciclo de vida útil remanente de los tanques de desfuegos TH-606 y TH-607, considerados como infraestructura crítica en los sistemas de refinación de petróleo. El propósito del estudio es evaluar la integridad de estos activos que operan en la refinería Salina Cruz desde 1974 bajo servicio agrio con ácido sulfhídrico, cuyo deterioro afecta la continuidad operativa y la eficiencia energética global del proceso de destilación al comprometer los sistemas de alivio y recuperación de gases hidrocarburos. Utilizando pruebas no destructivas como ultrasonido industrial, se determinó un espesor real de 0.315 pulgadas, evidenciando una pérdida metalúrgica del 50% respecto al valor nominal. Utilizando las ecuaciones de presión máxima de trabajo permitida y espesores críticos bajo los códigos de la Norma API-579, se analizó mecánicamente la degradación de los tanques considerando una tasa de corrosión de 0.015 pulgadas por año. Los cálculos matemáticos establecieron una presión máxima de trabajo permisible de 14.6 psia. El análisis predictivo determinó que el espesor real interceptará críticamente el límite por presión de prueba hidrostática a los 14 años y el límite mínimo operativo a los 15 años. Como aplicación práctica, el dictamen técnico justifica el reemplazo inmediato de los equipos antes de la próxima ventana de mantenimiento programada, previniendo fallas catastróficas por fugas de gases tóxicos, garantizando la continuidad operativa, la optimización energética de la infraestructura y la protección ambiental de la refinería.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Topics: Energy transition, Environment, Storage, Other

Keywords: Damage mechanism; fitness for service; maximum allowable working pressure; remaining life; seal pot



ID: 108

Optimización energética y simulación de una columna de destilación para la obtención del refrigerante sustentable R-601

Mario Díaz González¹, Jesús Alfredo Gómez Hernández¹, Hannia Liliana Robles Martínez¹

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca; 23161545@itoaxaca.edu.mx

El presente trabajo aborda la simulación y optimización de una columna de destilación fraccionada para la obtención del refrigerante R-601 (n-pentano), una alternativa sustentable de alta eficiencia energética para la refrigeración industrial. El propósito del estudio es desarrollar un simulador modular que permita predecir y optimizar las variables de diseño clave, incluyendo las cargas térmicas, para la separación del sistema n-pentano/n-hexano. La metodología se basó en el método de McCabe-Thiele bajo el supuesto de derrame molar constante, integrando plenamente los balances de materia y energía en el condensador total y el ebullición parcial para construir módulos iterativos de cálculo validados con simuladores comerciales como ChemSep y DWSIM. Como resultado, la simulación inicial con una relación de reflujo de 3.392 determinó una columna de 10 etapas de equilibrio; sin embargo, mediante un análisis de optimización energética, se redujo el reflujo a un valor operativo real de 1.56, lo que modificó el diseño final a 14 etapas totales con la posición óptima de alimentación en el plato 9 y calculando con precisión las cargas térmicas necesarias. Se concluye que el simulador desarrollado constituye una herramienta matemática viable para el diseño térmico de columnas. Como aplicación práctica en el desarrollo energético, este modelo optimiza los requerimientos de servicios auxiliares en plantas de procesos químicos, consolidando una solución técnica viable que incrementa la eficiencia y sustentabilidad industrial.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Topics: Energy transition, Environment, Energy Innovation, Other

Keywords: Chemical process simulation; energy optimization; fractional distillation; green refrigerants; heat duty



ID: 111

Simulación de un elemento colector de calor HCE con inserción de cintas torcidas

Vicencio Vitaliano Almaráz Almaráz², Andrés F. Miguel-Martínez¹, Mario Díaz-González¹, Juan Rodríguez-Ramírez²

¹Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Oaxaca;

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-Oaxaca); andresmima29@gmail.com

The use of solar thermal energy via parabolic trough collectors (PTCs) is particularly prominent in residential and industrial applications due to their high concentration capacity. To optimize their efficiency, the heat collection element (HCE)—composed of a glass cover and a metal receiver tube—must maximize heat transfer to the heat transfer fluid. This study numerically evaluates the thermal behavior and the fluid velocity field within the HCE through the use of geometric turbulators. Three configurations were analyzed: an empty tube, a tube with one turbulator, and a tube with two turbulators, using thermal oil at mass flow rates of 0.122 kg/s, 0.162 kg/s, and 0.203 kg/s. The 3D geometric modeling was performed in Autodesk Inventor®, and the computational fluid dynamics (CFD) simulation was conducted in Ansys Fluent®, with the numerical results validated against experimental measurements from an actual PTC system. The results demonstrated that the inclusion of turbulators significantly alters the velocity profile and increases the heat transfer coefficient, outperforming the conventional tube despite the increase in pressure drop. It is concluded that the implementation of these geometric modifications optimizes the collector's overall thermal efficiency, enabling a more compact and competitive design. These findings have direct applications in the development of more efficient concentrated solar power technologies for generating clean energy and industrial process heat.

Full Paper Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Topics: Energy transition, Energy Innovation

Keywords: Colector de Canal Parabólico, Elemento Colector de Calor, Simulación



ID: 112

Evaluación de la eficiencia de un secador solar como alternativa al horno de convección para el tratamiento de Biomasa

Diego Alejandro Magaña Santamaría¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías campus Guanajuato, México;
Dmaganas2000@alumno.ipn.mx

En la industria biotecnológica enfocada en los bioprocesos, el secado es ampliamente utilizado como operación para la preparación y como etapa final en la transformación de biomasa, usualmente utilizando el horno de convección; en este proyecto se plantea el uso de un secador solar para el tratamiento de muestras de alto interés como lo es el *L. esculentum* cv. cerasiforme, en este estudio se evaluó la eficiencia de un secador solar (de tipo mixto) mediante su tiempo y tipo de operación. Se compararon dos formas de secado las cuales fueron secado por convección natural y convección forzada, mostrando una disminución del tiempo de operación en convección natural (~4.5 horas) respecto a convección forzada (~6.5 horas). Se determinó la biomasa seca a partir de una balanza granataria calculando el porcentaje de humedad retirado (~85%), terminado en peso constante. A su vez se midió la radiación disponible en todo el tiempo de operación del secador ubicado en Silao de la Victoria, Guanajuato (UPIIG), obteniendo un valor de radiación (~1115.43 W/m²) que permitió mantener una temperatura en el interior del gabinete (~57 °C) de manera eficiente, observando un secado coincidente a lo reportado por un horno de convección. Los datos obtenidos, forman base para optar por energías sustentables, como el uso de secadores solares para el tratamiento de biomasa, sin que la temperatura sea un factor negativo que pudiera causar la degradación de compuestos de interés, sumando a una eficiencia energética y tiempo de operación. Se plantea una escalabilidad a planta piloto.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition

Keywords: energy; efficiency; solar dryer; biomass



ID: 113

Análisis energético y exergético de un secador híbrido solar

José Antonio Valdez García¹, Juan Rodríguez Ramírez¹, Laura Victoria Aquino González¹, Daniela Madai Pérez Osio², Vicencio Vitaliano Almaráz Almaráz¹, Andrés Felipe Miguel Martínez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México;

²Instituto Tecnológico de Oaxaca; jvaldezq2500@alumno.ipn.mx

El secado es una operación de alta demanda energética, por lo que la incorporación de sistemas de aprovechamiento energético solar representa una alternativa para reducir su consumo. En este trabajo se evaluó el desempeño energético y exergético de un secador híbrido conformado por un colector solar de placa plana de doble paso acoplado mediante un ducto a un secador eléctrico de charolas de 1kW para deshidratar rodajas de manzana de 0.6 cm de espesor. El sistema se operó a carga máxima, con una temperatura interna de 60°C, una velocidad de aire de recirculación de 3.7 m/s. La irradiancia solar promedio fue de aproximadamente 800 W/m², utilizada para conocer la energía incidente al colector. Las mediciones se realizaron en intervalos de 5 minutos en donde se obtuvieron datos de temperatura del aire ambiental, de entrada y salida del secador, del producto, humedad relativa, velocidad de aire, consumo eléctrico y peso de la carga durante el proceso. Los datos obtenidos permitieron realizar balances de masa y energía, calcular el consumo específico de energía, la eficiencia energética y exergética para identificar irreversibilidades en el sistema. El colector solar incrementó en promedio 14 °C la temperatura del aire de entrada al secador, redujo el consumo eléctrico en 31 % y disminuyó el consumo específico de energía de 4.6 a 3.1 MJ/kg de agua evaporada. La eficiencia energética aumentó de 35 a 49 %, mientras que la eficiencia exergética alcanzó 18.6 %. Demostrando que el sistema mejora la eficiencia energética reduciendo el consumo eléctrico.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Energy Innovation

Keywords: hybrid dryer, solar collector, energy efficiency, exergy efficiency



ID: 114

Evaluación experimental del comportamiento térmico de un colector solar de placa plana

Sebastián Rendón Aragón¹, Sadoth Sandoval Torres¹, Juan Rodríguez Ramírez¹, Lilia Leticia Mendez Lagunas¹, Aris Sofía Santos Rodríguez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; srendona2500@alumno.ipn.mx

El aprovechamiento de la energía solar mediante colectores de aire es una alternativa para reducir el consumo energético en procesos térmicos como el secado de productos agrícolas. La caracterización experimental de estos dispositivos permite evaluar su desempeño térmico bajo condiciones reales de operación y generar información para optimizar su diseño. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento térmico de un colector solar plano mediante el análisis de las principales variables de operación durante una jornada experimental. Se registraron la radiación solar global, la temperatura ambiente y las temperaturas del aire y de los componentes del colector a intervalos regulares a lo largo del día. La radiación solar presentó un incremento desde $74 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (por la hora, 9:00 hrs) al inicio del experimento hasta un valor máximo de $1076 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (de, mientras que la temperatura ambiente osciló entre 23.2 y 41.8 °C. El análisis experimental evidenció una relación directa entre el incremento de la irradiancia solar y el aumento de las temperaturas registradas en el colector. Los perfiles térmicos obtenidos mostraron una tendencia similar a la observada en la radiación solar y la temperatura ambiente, lo que indica que el comportamiento térmico del sistema está fuertemente condicionado por las condiciones meteorológicas. Como consecuencia, los gradientes de temperatura alcanzados de unos 25 - 40 °C favoreciendo a una buena la transferencia de calor hacia el aire circulante, incrementando su temperatura a un rango de 60 - 70 °C durante los periodos de mayor disponibilidad de energía solar. Asimismo, el colector mantuvo una retención estable de la temperatura alrededor del mediodía, cuando se registraron los mayores valores de irradiancia, proporcionando aire caliente con potencial para aplicaciones de secado solar. La eficiencia térmica máxima alcanzó un valor del 45%, ubicándose dentro del intervalo reportado para colectores solares planos de aire. Estos resultados confirman la viabilidad del colector para el aprovechamiento de la energía solar en procesos de calentamiento de aire y constituyen una base experimental para la optimización de su diseño y la mejora de su desempeño energético en aplicaciones de secado.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition

Keywords: Colector Solar; transferencia de calor; Energía solar



ID: 120

Arquitectura modular basada en ESP32 para la adquisición de datos y monitoreo de baterías plomo ácido

Escarlet Alvarez Martinez¹, Adrian Estrada Gallegos¹, Octavio Alejandro Mastache Miranda¹, Miguel Ángel Castillo Martinez¹, Rodrigo Arturo Marquet Rivera², Rosa Alicia Hernández Vázquez³

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad;

²Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración;

³Universidad Politécnica del Valle de México; calvarezm2100@alumno.ipn.mx

En sistemas fotovoltaicos con almacenamiento, la supervisión eléctrica del banco de baterías es fundamental para operar con seguridad, identificar desbalances de tensión y conservar el desempeño del sistema. Este trabajo plantea el desarrollo de un sistema modular basado en microcontroladores ESP32 para la adquisición de datos y el seguimiento individual de baterías de plomo-ácido conectadas en serie.

La propuesta se desarrollará mediante nodos independientes, asignados a cada batería del banco. Cada nodo integrará un ESP32 alimentado por un convertidor DC-DC individual, permitiendo que el circuito de medición opere con una referencia flotante asociada al terminal negativo de la batería correspondiente. Esta estrategia evitará la conexión directa de tierras entre diferentes niveles de potencial del arreglo en serie y contribuirá a una adquisición más segura. Los nodos medirán las variables eléctricas de interés, principalmente tensión y parámetros asociados al estado operativo, y enviarán la información de manera inalámbrica mediante ESP-NOW hacia un nodo maestro. La comunicación se organizará en una topología en estrella, facilitando la incorporación de módulos adicionales sin modificar la estructura general del sistema.

El propósito de esta arquitectura es proporcionar una alternativa de bajo costo, segura y escalable para monitorear bancos de baterías en aplicaciones fotovoltaicas, reduciendo el cableado, fortaleciendo el aislamiento eléctrico y sentando bases para futuros sistemas de gestión orientados al mantenimiento preventivo y la detección temprana de fallas.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition

Keywords: Sistemas fotovoltaicos, baterías plomo-ácido, ESP-NOW, Adquisición de datos modular, transmisión de datos inalámbrica



ID: 128

Modelo de transferencia de calor en estado transitorio de un colector solar de tubo de aluminio usando software libre

Ángel Alfonso García López¹, Emilio Hernández Bautista¹, Iván Antonio García Montalvo¹

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca, México; alfonsog1002@gmail.com

El proyecto muestra el desarrollo de un modelo matemático fenomenológico, que describe la transferencia de calor en un colector solar de tubos de aluminio, que es implementado en un software de vía libre. El modelo es desarrollado mediante el uso de balances de energía en la placa de absorción, el fluido de trabajo y la cubierta de vidrio. De los cuales se obtendrán las ecuaciones que rigen la transferencia de calor en el sistema del colector, y cuyas ecuaciones se implementan en el software de Xcos de Scilab, con el cual, a través de métodos numéricos se lleva a cabo las simulaciones de las temperaturas del sistema.

Las simulaciones son validadas mediante la comparación de datos experimentales obtenidos de un colector solar real de tubos de aluminio proporcionado por el CIIDIR Unidad Oaxaca, obteniéndose de esta comparación una Raíz del Error Cuadrático Medio de 0.9447°C para convección natural y 0.5847°C para convección forzada.

Respecto a la eficiencia térmica del colector solar, este alcanza un 51% de eficiencia térmica en condiciones de convección forzada y un 32% en condiciones de convección natural, lo que se atribuye directamente al flujo de aire. El modelo permite simular el comportamiento dinámico de las temperaturas del sistema para diferentes casos, por lo que se pueden variar las condiciones y dimensiones del colector solar para determinar un diseño óptimo de un colector solar para calentamiento de aire. Este proyecto destaca por proporcionar una herramienta accesible para el desarrollo de tecnologías sostenibles y amigables con el ambiente.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies

Keywords: Colector solar, convección forzada, convección natural, Xcos, eficiencia térmica



ID: 131

Diseño de proceso de manufactura para la modificación superficial del electro-recubrimiento de electrodos con níquel

Alan Axel Meza Juárez¹, Juan Manuel Sandoval Pineda¹, Rosa de Guadalupe González Huerta¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; amezaj1500@alumno.ipn.mx

La producción eficiente de hidrógeno mediante electrólisis alcalina depende en gran medida del rendimiento y la estabilidad de los electrodos utilizados, ya que representan aproximadamente el 50 % del coste total del equipo. En este trabajo se estudia el comportamiento de los recubrimientos de níquel aplicados sobre diferentes materiales metálicos. Estos electrodos se utilizarán en un electrolizador alcalino diseñado para optimizar su rendimiento en soluciones alcalinas concentradas, concretamente con hidróxido de potasio al 30 %. El recubrimiento de níquel mejora la resistencia a la corrosión, aumenta la estabilidad eléctrica y prolonga la vida útil del electrodo. La producción eficiente de hidrógeno mediante electrólisis alcalina depende en gran medida del rendimiento y la estabilidad de los electrodos utilizados, ya que representan aproximadamente el 50 % del coste total del equipo. En este trabajo se estudia el comportamiento de los recubrimientos de níquel aplicados sobre diferentes materiales metálicos. Estos electrodos se utilizarán en un electrolizador alcalino diseñado para optimizar su rendimiento en soluciones alcalinas concentradas, concretamente con hidróxido de potasio al 30 %. El recubrimiento de níquel mejora la resistencia a la corrosión, aumenta la estabilidad eléctrica y prolonga la vida útil del electrodo.

Se realizó un análisis comparativo entre diferentes materiales para su posible recubrimiento: cobre, aluminio, hierro, acero al carbono y acero inoxidable. Para cada uno de ellos, se evaluaron las propiedades antes y después del proceso de niquelado, observándose mejoras significativas en la conductividad, la resistencia al desgaste y el comportamiento electroquímico. También se identificaron los retos específicos del niquelado en función del tipo de material, como la necesidad de un tratamiento previo en el caso del aluminio y el acero inoxidable (baño wood).

Los resultados permiten establecer criterios técnicos para la selección de materiales y parámetros operativos del proceso de niquelado, lo que tiene un impacto directo en la eficiencia de los sistemas de electrólisis alcalina para la producción de hidrógeno. Se observó que los recubrimientos realizados sobre sustratos de cobre mostraban una adhesión superior y una mayor uniformidad en comparación con los obtenidos sobre acero al carbono y acero inoxidable. Además, se realizaron pruebas a diferentes densidades de corriente, identificando que a partir de 0,3 A/cm² comenzaban a aparecer defectos en el depósito de níquel. Entre estos defectos se encontraron una mala adhesión del recubrimiento, la formación de estructuras dendríticas o «ramificaciones» en los bordes de las piezas de cobre y acero al carbono, así como una falta de deposición efectiva en la superficie del acero inoxidable.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Green hydrogen

Keywords: Galvanoplastia, electrólisis alcalina, densidad de corriente, niquelado, electrodos



ID: 133

Evaluación experimental del desempeño térmico de un concentrador de canal parabólico con turbuladores de cinta torcida

Vicencio Vitaliano Almaráz Almaráz¹, Juan Rodríguez Ramírez¹, Lilia L. Méndez Lagunas¹, Sadoth Sandoval Torres¹, Andrea Montaña Rivera^{1,2}

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.;

²Instituto Tecnológico Nacional, Departamento de Ingeniería Química, Oaxaca, México.; almarazvicencio@gmail.com

Se evaluó el desempeño térmico de un concentrador solar de canal parabólico (PTC) equipado con un elemento colector de calor (HCE) constituido por un tubo de acero protegido por un tubo de vidrio concéntrico, utilizando aceite sintético como fluido caloportador. La evaluación experimental se realizó conforme a la norma ASHRAE 93-2010, bajo condiciones de cielo despejado. Se empleó un diseño experimental factorial (3^2), considerando como factores el flujo volumétrico del fluido (9, 12 y 15 L/min) y la configuración interna del HCE: dos turbuladores (2TT), un turbulador (TT) y sin turbulador (ET).

Los resultados mostraron eficiencias térmicas comprendidas entre 56.48 % y 58.99 %, evidenciando que la incorporación de turbuladores favorece la transferencia de calor y mantiene eficiencias elevadas con menor variación respecto a la configuración sin turbulador. El análisis integral del comportamiento térmico indicó que la configuración con un turbulador y un flujo de 12 L/min proporciona el mejor comportamiento entre eficiencia y estabilidad térmica durante toda la prueba experimental.

Los resultados demuestran que la incorporación de un único turbulador constituye una alternativa efectiva para mejorar el desempeño térmico del receptor sin incrementar la complejidad del sistema, contribuyendo a la optimización de concentradores solares de canal parabólico para aplicaciones de aprovechamiento de energía solar térmica.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies

Keywords: Turbulators, Efficiency, Parabolic trough concentrator



ID: 139

Análisis energético de la fricción en aceros 316L y 304 con biodiésel: clave para reducir disipación y aumentar el rendimiento

Javier Alejandro Quintero Martinez¹, Martin Morales Garcia¹, Carlos de la Cruz Alejo¹

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIME, México; jquinterom1901@alumno.ipn.mx

La incorporación de combustibles alternativos como el biodiésel en la industria automotriz exige optimizar tanto el desempeño energético como la durabilidad de los motores. Aunque es renovable y reduce emisiones, su interacción con superficies metálicas puede acelerar la oxidación y el desgaste. Para evaluar este impacto, en esta investigación se analizó el comportamiento tribológico de los aceros inoxidables 304 y 316L HLS mediante una máquina de fricción de alta frecuencia T77 (cargas de 5 a 15 N, 3 Hz y 25 °C), midiendo la profundidad de huellas, la pérdida volumétrica y la intensidad de potencia por fricción (FPI). Los resultados indican que, pese a sus propiedades lubricantes iniciales, el biodiésel B100 genera compuestos ácidos por oxidación que intensifican el deterioro. Frente a esto, el acero inoxidable 316L HLS superó al acero 304 gracias a su contenido de cromo, níquel y molibdeno, ofreciendo mayor resistencia a la fricción y al desgaste. Asimismo, el análisis matemático del coeficiente de desgaste y la intensidad de potencia de fricción (FPI), que mantuvo valores estables cercanos a 0.02 W/mm² al inicio, demostró que la severidad del contacto puede controlarse. Finalmente, al combinar materiales altamente resistentes como el 316L HLS con un riguroso control de calidad del biodiésel es clave para garantizar la durabilidad en sistemas de inyección a diésel.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Online

Topics: Environment, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Biodiesel, tribología, Aceros Inoxidables, Sistemas de Inyección, Desgaste Mecánico, Transesterificación, Catalizadores, Lubricidad



ID: 143

Estudio del régimen térmico de las paredes del combustor de la turbina de gas GT11N2 de la C.C.C. Valle de México

Alberto Antonio Sánchez Arellano¹, Georgiy Polupan¹, Guillermo Jarquín López¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; asancheza1710@egresado.ipn.mx

Se caracterizó el régimen térmico de las paredes del inner liner del combustor de la turbina de gas GT11N2 de la Unidad U-05 de la C.C.C. Valle de México. La fuente cuantitativa fue un modelo térmico estacionario por seis anillos que integra convección interna y externa, radiación, conducción y adición de aire por perforaciones; sus valores se conservaron sin recalcularlos. Las temperaturas superficiales internas calculadas variaron entre 845.48 y 937.86 °C, y las externas entre 764.12 y 827.24 °C. El anillo 1 presentó simultáneamente la mayor temperatura interna, la mayor diferencia transpared (133.08 °C) y 32.7 % de la carga conductiva total; el anillo 6 mostró la segunda diferencia más alta (116.73 °C). La carga térmica total reportada fue 858.20 kW. A partir de los datos operativos se obtuvo, como indicador derivado, un consumo térmico unitario bruto de 11.31 MJ/kWh y una eficiencia térmica bruta equivalente de 31.83 %; al no disponerse del valor de diseño verificable, no se cuantificó desviación. La inspección fotográfica reveló tonos ocre-dorados, marrones y bandas violetas y azules compatibles con películas de óxido de espesor variable, pero el color no permite demostrar ausencia de degradación ni reconstruir una temperatura única. Se concluye que el campo calculado es físicamente plausible como línea base, aunque la obstrucción de perforaciones puede reducir la película de enfriamiento, redistribuir aire, elevar la relación combustible-aire local y generar puntos calientes. Los resultados ofrecen condiciones de frontera para CFD, análisis termomecánico, inspección basada en riesgo y estimación posterior de vida útil.

Full Paper Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Online, Oral presentation

Topics: Other

Keywords: GT11N2; combustor liner; thermal regime; EV burner; film cooling; high-temperature oxidation



ID: 145

Energía con perspectiva de género: Avances académicos y realidades en la gestión pública estatal

Paola Mayra Contreras Medina¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México, México; geopaolacontreras@gmail.com

Actualmente la relación entre género y energía trasciende la visión técnica para adentrarse en las dinámicas sociales, económicas y ambientales. Las investigaciones en este ámbito han sido limitadas, pero el estado actual revela que se están dando los primeros avances desde diferentes actores, por ello el objetivo de esta investigación fue identificar los avances y oportunidades que tienen la integración de la perspectiva de género desde la academia y los gobiernos subnacionales, identificando las rutas hacia donde se están dirigiendo los estudios académicos y la vinculación del tema de género desde las políticas públicas estatales en dependencias del sector energético. Para realizar dicha investigación se realizó una revisión bibliográfica identificando los artículos académicos que están vinculando estos temas. Después se realizó un cuestionario donde se les preguntó a los servidores públicos el planteamiento de la percepción y conocimiento sobre la intersección energía-género, la existencia de políticas y acciones específicas y los mecanismos de colaboración y buenas prácticas. En los resultados se encontraron que, en la parte académica los estudios se dirigen a analizarlos desde la Economía Ecológica, Economía Feminista, Economía Política Feminista, Economía Social y Solidaria, y desde las dependencias gubernamentales, el análisis identificó que los servidores públicos si consideran que existe una relación entre los temas de género y energía, y tienen algunos programas integrando estas dos perspectivas, pero no tienen presupuesto designado para estos proyectos, ante esto es importante que instituciones públicas y de gobierno logren hacer sinergias para integrar estas perspectivas a los niveles más locales.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Other

Keywords: Género, políticas publicas, energía, medio ambiente



ID: 151

Sistema trifásico de medición de calidad de energía para el análisis de supra-armónicos generados por variadores de frecuencia

Axel Uriel Martínez Jacobo¹, Alejandro Villegas Ortega², Pedro Martínez Ortiz¹, José Alberto Pérez Benítez¹

¹Laboratorio de Evaluación no Destructiva Electromagnética (LENDE), SEPI-ESIME, Unidad Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, C.P. 07738.; ²Laboratorio de Mediciones Eléctricas, Ingeniería Eléctrica, ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, C.P. 07738.; amartinezj1902@alumno.ipn.mx

En las instalaciones eléctricas modernas es cada vez más común la presencia de supra-armónicos debido al uso creciente de cargas no lineales, como fuentes conmutadas y variadores de frecuencia para motores eléctricos. Estos dispositivos generan componentes espectrales de alta frecuencia, típicamente entre 15 kHz y 22 kHz, que deterioran la calidad de la energía y provocan pérdidas eléctricas. Sin embargo, los analizadores convencionales de calidad de energía presentan un ancho de banda limitado para caracterizar estos fenómenos. Para resolver esta problemática, en este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema para la medición de tensión y corriente eléctrica de amplio ancho de banda, capaz de detectar y caracterizar supra-armónicos hasta el orden 512. El sistema propuesto incorpora sensores de respuesta rápida y un hardware de adquisición basado en el microcontrolador ESP32-S3, ejecutando el procesamiento digital de señales mediante la Transformada Rápida de Fourier (FFT). Para validar su desempeño, el sistema se empleó en la medición de calidad de energía a la entrada y salida de un variador de frecuencia que controla un motor trifásico de 3 HP acoplado a un generador conectado a un banco de cargas resistivas. A partir de las señales digitalizadas, se determinaron parámetros críticos como el factor de potencia y la distorsión armónica total. Los resultados experimentales demuestran la viabilidad técnica de este analizador desarrollado. Se concluye que el sistema constituye una herramienta accesible y robusta para la monitorización de armónicos de alta frecuencia, contribuyendo a la optimización operativa y eficiencia de sistemas energéticos industriales.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Supra-armónicos; Calidad de la energía; Variadores de frecuencia; ESP32-S3; Eficiencia energética



ID: 155

Simulación numérica de pérdidas magnéticas y su impacto en la eficiencia de transformadores y máquinas eléctricas usando FEM cuasiestático

Gilbert Josue Olace Mariano¹, Pedro Martínez Ortiz¹, José Alberto Pérez Benítez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; golacem1800@alumno.ipn.mx

El diseño eficiente de dispositivos electromagnéticos es clave en la transición energética y la reducción de pérdidas en sistemas eléctricos. En este trabajo se presenta el desarrollo de un software basado en el Método de Elementos Finitos (FEM) para la solución de problemas magnéticos cuasiestáticos. El código desarrollado permite modelar geometrías 2D/3D de núcleos magnéticos, asignar propiedades del material (permeabilidad magnética, conductividad eléctrica) y resolver el problema cuasiestático bajo excitación sinusoidal. Actualmente se está implementando la capacidad de considerar variación espacial y no lineal de las propiedades del material. Se muestra la aplicación del software a la simulación de un núcleo de transformador monofásico, calculando las distribuciones de campo magnético, densidad de flujo y pérdidas por corrientes parásitas (eddy currents) e histéresis. Se discute el impacto de estas pérdidas en la eficiencia energética global del dispositivo. Los resultados preliminares demuestran la capacidad del software para identificar zonas de alta pérdida y apoyar el diseño optimizado de componentes magnéticos utilizados en transformadores y máquinas eléctricas. Este desarrollo contribuye a la disponibilidad de herramientas nacionales de simulación computacional para el sector energético, alineándose con los objetivos de descarbonización y mejora de la eficiencia en sistemas energéticos convencionales y emergentes.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition

Keywords: Método de Elementos Finitos (FEM), problemas magnéticos cuasiestáticos, pérdidas magnéticas, eficiencia energética, transformadores, corrientes parásitas, simulación computacional, transición energética.



ID: 157

Modelo para la gestión térmica en la producción de biodiésel incluyendo cogeneración, energía solar y calor residual

Héctor Luis Corcho Pérez¹, Julieta Vereá Oviedo², Ignacio Carvajal Mariscal³, Raúl Hernández Altamirano⁴

¹Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, 07700 Ciudad de México, México;

²Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, 07700 Ciudad de México, México;

³Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, 07700 Ciudad de México, México;

⁴Centro Mexicano para la Producción más Limpia, Instituto Politécnico Nacional, 07340 Ciudad de México, México;;

hcorchop2500@alumno.ipn.mx

En este trabajo se presenta un modelo de integración energética de la planta producción de biodiésel IPN-GBD-1000® (1000 L/lote), que combina recuperación de calor residual, energía solar térmica con colectores de placa plana (3.0 kW) y cogeneración con una planta de potencia de 30 kW que genera electricidad (24 kW). Se realizó una auditoría energética para caracterizar los flujos de calor. Los resultados indican que el sistema propuesto reduce el consumo eléctrico en un 40.7%, disminuye las emisiones de CO₂ en un 35.8% y mejora el Índice de Rendimiento Energético (IRE) de 4.75 a 6.45, lo que representa un incremento del 35.8% en la eficiencia energética. El modelo demuestra que la integración de fuentes de calor de diferentes niveles de temperatura es una estrategia viable para mejorar la sustentabilidad del proceso de producción de biodiésel.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

On-site, Online

Topics: Energy transition

Keywords: biodiésel, cogeneración, energía solar térmica, integración energética, recuperación de calor residual



ID: 158

Potencial de recuperación de calor residual en deshidratadores convectivos de alimentos

Laura Carolina Lara Guzmán¹, Ignacio Carvajal Mariscal¹, Mario César Maya Rodríguez¹, Jorge Ernesto De León Ruiz²

¹ESIME, Unidad Zacatenco IPN, México;

²Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería, Chihuahua; lclaragz@yahoo.com

La transición energética contempla, entre otras acciones, la recuperación de la energía térmica residual que se libera al ambiente en una cantidad significativa. La industria de alimentos, debido a la diversidad de sus procesos, presenta un alto potencial de fuentes de calor residual de baja temperatura, siendo la deshidratación una de las operaciones más demandantes. Los deshidratadores convectivos de charolas emplean aire con temperaturas de entrada entre 60 y 70 °C para reducir la humedad del producto, por lo tanto, a la salida se tiene un flujo de aire saturado a 50-55 °C. Para aprovechar esta energía residual sin comprometer la calidad del alimento se pueden aplicar diferentes tecnologías de recuperación de calor, destacando entre ellas los termosifones bifásicos: dispositivos capaces de transferir altas tasas de flujo térmico con diferencias mínimas de temperatura. No obstante, el diseño y selección de estos sistemas requiere cuantificar el potencial de energía disponible. En este trabajo se empleó una metodología basada en fenómenos de transporte y psicrometría para evaluar el flujo másico de agua evaporada durante el secado de manzana. A partir de estos balances, se determinaron el caudal de aire y el requerimiento térmico del proceso. Los resultados indican que la demanda de calor de entrada oscila entre 0.5 a 6 kW, dependiendo de la escala del deshidratador. Estos resultados establecen la base para el dimensionamiento de un sistema de recuperación usando un termosifón bifásico de tipo contorno.

Full Paper Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition

Keywords: Transición energética, calor residual de baja temperatura, deshidratación de alimentos, recuperación de calor, termosifón bifásico



ID: 160

Selección de esquema de reacción en modelo cinético de reformación autotérmica de metano para la producción de hidrógeno

Javier Jurado Flores¹, Jorge Ancheyta Juárez², Fernando Trejo Zárraga¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Legaria 694, Col. Irrigación, 11500, México;

²Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, 07738, Mexico; jjurado1400@alumno.ipn.mx

En esta era de transición energética, el desarrollo de nuevas tecnologías y la optimización de las existentes para producir hidrógeno son de gran importancia. La reformación autotérmica (ATR) de metano es uno de los procesos más relevantes para la producción de gas de síntesis (hidrógeno y monóxido de carbono). El aprovechamiento del gas natural y la necesidad de producir hidrógeno pueden realizarse mediante la ATR de metano. La ATR de metano es una tecnología que integra la oxidación parcial (PO) catalítica y la reformación con vapor (SR), las cuales constituyen las tecnologías convencionales para la generación de gas de síntesis a partir de metano. La ATR ofrece una alternativa térmicamente neutra frente a la SR de metano, en la que la reacción exotérmica de PO suministra el calor necesario para las reacciones endotérmicas de SR, optimizando así la eficiencia energética. Los esquemas de reacción principales de los modelos cinéticos de ATR suelen incluir la combustión completa (exotérmica), la SR (endotérmica), la reacción de intercambio de gas-agua (WGS) y, en algunos casos, la reacción de reformado en seco (DR) o reformado con CO₂ —la cual contribuye significativamente al proceso a altas temperaturas, entre otras reacciones. En el estado del arte de modelos cinéticos de reformación autotérmica de metano no se ha determinado un esquema de reacción para diversos catalizadores debido a la falta de información experimental precisa para el desarrollo de estudios cinéticos. En este trabajo se reporta la metodología para la selección del esquema de reacción del modelo cinético que describe la información experimental de concentraciones de los principales componentes a la salida del reactor de reformación autotérmica de metano en el rango de temperaturas de 425-925 °C. El esquema de reacción inicial consiste en la combustión de metano, oxidación parcial de metano, la reformación de metano con vapor I, la reacción de intercambio agua-gas, la reformación de metano con vapor II, y la reformación seca de metano. A partir de datos experimentales reportados en literatura, se determinó que el modelo cinético basado en un esquema de tres reacciones (combustión completa del metano, reformación de metano con vapor I y reformación seca del metano) predijo con precisión las composiciones de salida de metano, oxígeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, agua e hidrógeno. El mejor modelo presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 0.9626 y un error medio absoluto del 0.1281 %.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Transición energética, hidrógeno azul, reformación autotérmica, reducción de huella de carbono.



ID: 162

Photocatalytic pretreatment of pruning waste using TiO_2 for methane production

Izchel Abigail Lonche Hernández^{1,2,3}, David Alfonso Ramírez Ortega¹, Celestino Odín Rodríguez Nava¹, Diana Clemencia Guerrero Araque^{2,3}, Julio César García Martínez^{1,2}

¹Departamento de Ingeniería en Sistemas Ambientales, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.

²Departamento de Biofísica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N, Colonia Santo Tomás. Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11340. Ciudad de México, México.

³SECIHTI- Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Química, Av. San Rafael Atlixco 156, C.P.09340, Ciudad de México, México. iloncheh2500@alumno.ipn.mx

*Corresponding author: jcgarciam@ipn.mx, iloncheh2500@alumno.ipn.mx

In this study, photocatalytic degradation of lignin was used as a pretreatment to improve methane production in anaerobic digestion, with pruning waste from the National Polytechnic Institute (IPN) as the raw material. Lignin oxidation was evaluated with different masses of titanium dioxide (TiO_2) catalyst (0, 50, 100, 150, and 200 mg) and different masses of pruning waste (100, 200, 300, and 400 mg) during 4 h of irradiation using a mercury UV pen-ray lamp with a wavelength (λ) of 254 nm and an intensity (I) of 3.6 mW/cm². The concentration of lignin oxidation products was determined by UV-Vis spectroscopy. The results showed greater oxidation with 100 mg of TiO_2 and 100 mg of pruning waste, achieving 69% degradation of lignin intermediates, and higher lignocellulosic solubility with 400 mg of pruning waste and 100 mg of catalyst. Subsequently, the waste underwent anaerobic digestion to obtain a larger quantity of methane, which can be used as a clean thermal energy source.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

On-site, Poster

Topics: Energy transition, Environment, Energy Innovation

Keywords: Photocatalysis, anaerobic digestion, methane, pruning waste, titanium dioxide



ID: 163

Regulación del bus de CD de una microrred aislada híbrida eólico-diésel mediante control en cascada del convertidor de interconexión

Jorge Luis Gavosso Armenta¹, Jaime José Rodríguez Rivas¹, Daniel Memije Garduño¹, Óscar Carranza Castillo^{1,2}, Rubén Ortega González^{1,2}, Fidel Pérez Carmona¹, Javier Moreno Hernandez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Zacatenco, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), Ciudad de México, México;

²Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Computo (ESCOM), Ciudad de México, México;

jgavossoa1500@alumno.ipn.mx

Las microrredes de corriente directa (CD) que integran generación eólica basada en generadores síncronos de imanes permanentes (PMSG) mediante convertidores back-to-back (BTB) ofrecen una alternativa robusta para el suministro eléctrico en localidades aisladas, donde un generador diésel suele operar en modo formador de red, fijando la tensión y la frecuencia de la microrred. El convertidor del lado de red (GSC) del sistema BTB regula la tensión del bus de CD frente a variaciones de carga, sincronizándose mediante un lazo de enganche de fase (PLL) con la tensión del generador diésel, modelado en este estudio como una fuente de tensión y frecuencia constantes (bus rígido). El presente trabajo evalúa un esquema de control en cascada para el GSC —lazo de sincronización PLL, lazo interno de corriente con desacoplamiento dq y lazo externo de tensión del bus de CD— cuyas ganancias se determinaron mediante un criterio analítico de margen de fase. El diseño se validó en MATLAB/Simulink ante una secuencia de perturbaciones de carga crecientes aplicadas al bus de CD. Bajo esta representación simplificada, el bus de CD se mantiene regulado a 380 V, con una caída máxima del 8.4% y una recuperación menor a 150 ms ante cada perturbación, y una corriente con baja distorsión armónica (THD = 1.25%). Estos resultados sientan las bases para incorporar la dinámica del gobernador y del AVR del generador diésel, así como la integración del MSC, al control conjunto de la microrred híbrida eólico-diésel.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies

Keywords: isolated DC microgrid; wind-diesel hybrid system; cascaded control; grid-side converter; phase-margin design



ID: 164

Life cycle assessment of a devilfish bone char bioanode for sustainable bioenergy production in microbial fuel cells

Miguel Mauricio Aguilera Flores¹, Paola Marijosé Galván Lugo¹, Verónica Ávila Vázquez¹, Nahum Andrés Medellín Casillo²

¹Instituto Politécnico Nacional, México;

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México; pgalvanl2400@alumno.ipn.mx

The transition toward sustainable energy systems requires innovative technologies that integrate renewable energy generation with waste valorization and environmental sustainability. This study evaluates the environmental performance of a bioanode fabricated from devilfish (*Hypostomus plecostomus*) bone char and its application in microbial fuel cells (MFCs) for bioenergy production through ibuprofen biodegradation. The bioanode was produced by calcining devilfish bones in air and subsequently employed as the anodic material in MFCs. A cradle-to-gate and gate-to-use life cycle assessment (LCA) was conducted in accordance with the ISO 14040 framework. Functional units were defined as 1 kg of fabricated bioanode and 1 W m⁻² of bioenergy generated. The life cycle inventory included material extraction, bioanode fabrication, and MFC operation. Environmental impacts were quantified using OpenLCA, the Ecoinvent database, and 18 midpoint impact categories. The results indicate that bioanode fabrication is mainly associated with water depletion (26.44 m³) and human toxicity (2.13 kg 1,4-DCB eq), primarily due to electricity-related water consumption during calcination and the use of Nafion® in electrode preparation. During MFC operation, the highest impact corresponded to water consumption (0.03 m³), mainly related to the energy demand for inoculum activation. These findings identify the environmental hotspots of the proposed system and provide valuable insights for improving the sustainability of bioelectrochemical technologies. The integration of invasive biomass waste into bioenergy production represents a promising strategy to support circular economy principles and the ongoing energy transition.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Environment, Emerging technologies

Keywords: Bioelectrochemical systems; Waste valorization; Environmental impacts; Ibuprofen biodegradation



ID: 166

Evaluación de modelos cinéticos para la metanación de COx mediante modelación de reactor

Juan José Ríos López¹, Jorge Ancheyta Juárez², María de los Angeles Mantilla Ramírez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, Legaria 694, Col. Irrigación, 11500, Ciudad de México, México.;

²ESIQIE, Instituto Politécnico Nacional, UPALM, Zacatenco, Ciudad de México, 07738, México;
juanjoserios.fcqb@uas.edu.mx

La metanación de gases CO_x sobre catalizadores Ni/Al₂O₃ constituye una ruta clave para la producción de gas natural sintético, esto en el marco de las tecnologías Power-to-Gas. La adecuada predicción del comportamiento de reactores de lecho empacado depende, en gran medida, de la calidad del modelo cinético empleado, aspecto frecuentemente subestimado frente a la complejidad del modelo de reactor.

En este trabajo se evaluaron dos modelos cinéticos del tipo LHHW: un modelo de dos reacciones y uno de tres reacciones explícitas, implementados en un reactor tipo flujo pistón (PFR) 1D no isotérmico pseudo-homogeneo. La validación se realizó en dos reactores diferentes, cada uno con sus propias dimensiones y a diferentes condiciones de operación.

Tras llevar a cabo el procedimiento de modelado, se aplicaron distintos cálculos y técnicas estadísticas para interpretar los resultados, descubriendo que el modelo cinético que considera tres reacciones explícitas mostró superioridad estadística consistente frente al modelo de dos reacciones en ambos reactores.

También se determinaron el consumo total de H₂, así como selectividad a producción de CH₄, como cálculos para comprobar la superioridad del modelo cinético de tres reacciones. Lo obtenido confirmó que la identificabilidad y calidad de los parámetros cinéticos, así como la adecuada estructura del modelo cinético, son aspectos esenciales para la transferibilidad de cinética entre distintos regímenes térmicos.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition

Keywords: Metanación de CO_x; Cinética LHHW; Modelado de reactor; Transferibilidad cinética



ID: 167

Diseño y optimización energética de un colector solar de placa plana

Araceli López López¹, Emilio Hernández Bautista^{1,2}, Sadoth Sandoval Torres², Ivan Antonio García Montalvo¹, Aymara Judith Díaz Barrita¹

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca, México;

²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Oaxaca.; araceli.lopezlopez.9921@gmail.com

El aprovechamiento de la energía solar mediante colectores de placa plana representa una alternativa sostenible para reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. En los últimos años, diversos estudios han desarrollado modelos matemáticos y numéricos para analizar el comportamiento térmico de estos sistemas; sin embargo, aún es necesario contar con herramientas que describan de forma precisa el efecto de las condiciones de operación sobre la transferencia de calor en régimen transitorio. El propósito de este trabajo fue desarrollar y validar un modelo numérico de transferencia de energía y de movimiento en un colector solar de placa plana para calentamiento de aire. Para ello, se construyó una geometría tridimensional del colector en COMSOL Multiphysics®, implementando las ecuaciones de Navier-Stokes y los balances de energía mediante el método de elemento finito. Asimismo, se realizaron pruebas experimentales para obtener datos de radiación solar, temperatura y velocidad del aire, los cuales se emplearon para validar el modelo bajo velocidades de entrada de 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 m/s. Los resultados mostraron una adecuada concordancia entre las simulaciones y los datos experimentales, reproduciendo correctamente la distribución de velocidades y temperaturas dentro del colector. Se observó que los mayores coeficientes convectivos se presentan en los tubos del colector y que las variaciones de temperatura entre las distintas velocidades de entrada son pequeñas, pero significativas. El modelo desarrollado constituye una herramienta útil para analizar, optimizar y diseñar colectores solares de placa plana, contribuyendo al desarrollo de sistemas térmicos más eficientes y sostenibles.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Flat-plate solar collector; heat transfer; numerical simulation; forced convection; energy optimization



ID: 168

Diseño y simulación del control H_∞ de la potencia reactiva del rotor y del voltaje del capacitor de un generador de inducción de doble alimentación para una turbina eólica

Luis Arturo González Hernández¹, Babatunde Isaiah Afolabi¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CITEDI, México; lgonzal@citedi.mx

Hoy en día, la generación eólica es una de las fuentes de energías renovables con más crecimiento a nivel mundial. La fuente principal de energía de una turbina eólica es el viento la cual es impredecible, Para obtener energía eléctrica en forma efectiva y optima útil al consumo se requiere el poder transformar y controlar las variables principales de una turbina eólica como son la velocidad de rotación de las aspas, las potencias activas y reactiva a un voltaje y frecuencia útil al consumidor. Dentro de los generadores eléctricos utilizados en las turbinas eólicas uno de los más usados es el Generador de Inducción de Doble Alimentación (GIDA). Este es un generador de inducción de rotor embobinado el cual requiere de dos Convertidores Electrónicos de Potencia (CEP), que se conectan en una estructura de back-to-back entre el embobinado del rotor y del del estator. Debido a esto requiere de dos controles independientes. Con el CEP de lado del rotor se controla las potencia activa y reactiva del estator y con el CEP del lado de la red se controla la potencia reactiva del rotor y el voltaje del capacitor que acopla los dos convertidores. En este trabajo se presenta el diseño de un control robusto H₂ para el CEP del lado de la red con el cual se controla la potencia reactiva entregada por el rotor y el voltaje del capacitor de acoplamiento. La aplicación de un control robusto H₂ se justifica para obtener un sistema controlado insensible a los disturbios externos y a la incertidumbre de modelo. Obteniendo así, un sistema robusta y funcionalmente estable. SE presenta el modelo en variables de estado que se derivó, el diseño del controlador y la simulación del sistema controlado utilizando MATLAB mostrando excelentes resultados de rastreo de las señales comando.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies

Keywords: Turbina Eólica, Control Robusto H₂, Convertidores Electrónicos, Potencia Activa y Reactiva



ID: 171

Energy demand analysis for a sustainable aquaculture production farm

Ranly Emir Sierra Poot¹, Aidé Minerva Torres Huerta¹, Miguel Antonio Dominguez Crespo¹, Facundo Joaquín Márquez Rocha¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo (UPIIH), Autopista Pachuca-Actopan, km 1+500, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, C.P. 42162 México; rsierrap2000@alumno.ipn.mx

In the aquaculture industry, one of the main inputs it requires is the electric supply, in most cases this supply is made through the national company CFE supply network. However, aquaculture farms are often located in remote regions where there is little or no electricity supply. On the other hand, most cultured species require oxygen supply, which depends on the species and the type of culture to be carried out. Fish species require a high demand for oxygen in farms. The demand for oxygen and other energy demands, such as lighting and filtration systems also have a demand for energy supply. The lack of oxygen in these cultures can lead to losses ranging from inappropriate growth to the death of organisms. In this project, a complete analysis of the electrical energy demand for a tilapia (*Oreochromis niloticus*) farm was carried out. The demand of oxygen was translating to demand of electrical energy into a source of sustainable energy supply, such as solar cells or Eolic. The main demand is to provide enough energy depending on the size of the culture, the density and the quality of the water used. To analyze the amount of energy available on a farm in the Azucena III area of the state of Tabasco, an energy diagnosis was performed. To determine the amount of energy needed for the culture under study, an oxygen demand was determined for Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by respirometry determinations. The following items were analyzed: the quality of electrical supply using net analyzer equipment, connected for 7 days. The tilapia of 200- 300 g of weight oxygen demand of Tilapia of 200 to 300 g of weight, the aerators and pumping, as well as the distribution of air supplied by the paddle type were recorded. The equipment with the highest energy consumption is aeration and pumping with 98% of the total consumption, the night is the critical time for production systems, due to the metabolic activity of the complete system. The line voltage received by the farm is inadequate, by regulation it is established that the voltage supplied must be $\pm 10\%$ of 220 volts, however, in the case of this installation it receives an average voltage of 178 volts, with minimum values from 6:00 p.m. to 9:00 a.m. The data from the thermography confirms that the operating efficiency and useful life of the equipment is reduced, and even in some cases makes it impossible to operate. An analyzed energy requirement correlating its oxygen demand with biomass in the culture.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

On-site, Poster

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation, Networking

Keywords: oxygen demand, power supply, energy indicator, aquaculture energy requirements



ID: 174

Evaluación de pérdidas magnéticas en láminas de acero al silicio de transformadores de baja potencia utilizando una geometría de núcleo tipo marco cerrado

Cristian Axel Ruiz Lopez¹, Pedro Martínez Ortiz¹, Jose Alberto Perez Benitez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; cruiz11800@alumno.ipn.mx

La reducción de pérdidas por histéresis y corrientes parásitas en núcleos ferromagnéticos es un factor crítico para maximizar la eficiencia en sistemas de distribución eléctrica convencional. Este trabajo presenta, en una primera etapa, el desarrollo y la validación experimental de un sistema de caracterización magnética basado en una modificación geométrica del arreglo del anillo de Rowland, el cual emplea un núcleo en forma de marco rectangular cerrado fabricado con láminas de acero al silicio libres de defectos macroscópicos. El objetivo principal es analizar la influencia en las pérdidas magnéticas debido a las direcciones de magnetización fácil y difícil del material. Para ello, el banco de pruebas integra el arreglo electromagnético registrando simultáneamente la señal de excitación en el devanado primario (99 espiras) y la de magnetización inducida en el secundario (90 espiras), mediante un generador Agilent 33220A, un amplificador de transconductancia Kepco BOP20-20M y un osciloscopio digital Agilent DSO6014A automatizado por computadora. Los ensayos cuantitativos a frecuencias entre 60 Hz y 500 Hz permitieron evaluar el comportamiento dinámico del material desde el régimen lineal hasta la saturación magnética. Los resultados demuestran la viabilidad del método para cuantificar las pérdidas magnéticas globales del material, concluyendo que el dispositivo servirá como base tecnológica para investigaciones futuras. A mediano plazo, el sistema permitirá analizar el impacto de inducir intencionalmente microdefectos controlados en las láminas para modificar la trayectoria de las corrientes parásitas y evaluar su influencia en la eficiencia global, aportando datos clave para el codiseño de transformadores optimizados.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Acero al silicio, Transformadores de baja potencia, Caracterización dinámica, Saturación magnética, Pérdidas magnéticas



ID: 175

Energy performance of spray drying of pitahaya peel mucilage for the valorization of agro-industrial by-products

Andrea Selene López Díaz^{1,2}, Irene Chaparro Hernández^{1,2}, Paola Cristina Zárate Cruz¹, María José Zárate Victoria¹, Lilia Leticia Méndez Lagunas¹, Juan Rodríguez Ramírez¹

¹Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 71230, México;

²Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Demarcación Territorial Benito Juárez, 03940.; alopezd@ipn.mx

The sustainable utilization of agro-industrial by-products has gained increasing attention as an alternative for obtaining value-added ingredients while reducing waste generation. Pitahaya (*Hylocereus undatus*) peel is a promising source of mucilage with potential applications in the food industry; however, its conversion into a stable powdered ingredient requires energy-intensive drying processes. This study evaluated the electrical energy consumption during spray drying of pitahaya peel mucilage under laboratory conditions to establish a baseline for process optimization. Mucilage was extracted from pitahaya peel using aqueous extraction (1:2, w/v), filtered, and concentrated from 0.5 to 2.5 °Bx before drying. Spray drying was performed using a Niro Mobile Minor® spray dryer while electrical parameters were continuously monitored with an Eastron SMART X96-5H network analyzer. A total of 740 mL of concentrated mucilage was processed in 40 min, with a total electrical energy consumption of 1.5 kWh. The process yielded 11.7 g of powder, corresponding to a specific energy consumption of 194.2 W·g⁻¹ of dry product. The results demonstrate the high energy demand associated with spray drying dilute biopolymer solutions and highlight the importance of increasing feed solids concentration and optimizing operating conditions to improve energy efficiency. These findings provide valuable information for scaling up spray drying processes and support the sustainable valorization of pitahaya processing residues as a source of functional food ingredients.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Spray drying; Pitahaya peel mucilage; Energy efficiency



ID: 176

Drying of aloe vera and pitahaya (*Stenocereus undatus*) Biofilms: A kinetic study to minimize energy consumption

María José Zárate Victoria¹, Paola Cristina Zarate Cruz¹, Andrea Selene López Díaz^{1,2}, Irene Chaparro Hernández^{1,2}, Lilia Leticia Méndez Lagunas¹, Juan Rodríguez Ramírez¹

¹Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 71230, México;

²Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Demarcación Territorial Benito Juárez, 03940.; mzaratev2500@alumno.ipn.mx

Drying is a highly energy-intensive food industry operation, impacting costs and carbon emissions. While biodegradable films from *Aloe vera* and Pitaya (*Stenocereus undatus*) offer sustainable alternatives to synthetic plastics, their production must be energy-efficient. This study aimed to optimize the production of these biofilms through mathematical modeling of drying kinetics, identifying operational conditions that minimize specific energy consumption (SEC) while preserving material properties. Biofilms formulated from *Aloe vera* and *Hylocereus undatus* mucilage, pectin, and glycerol were dried in a forced-convection dryer at 35°C and 1.4 m/s. Mass transfer kinetics were determined via gravimetric monitoring, Fick's law was applied to calculate effective diffusivity, and data were fitted to the Page model. Finally, SEC was quantified. The Page model provided an excellent fit ($R^2 > 0.995$), accurately describing the falling-rate drying period. Thermal control at 35°C facilitated uniform matrix formation and prevented case hardening or polymer degradation. This specific operating regime represented the parametric optimization point, achieving a synergistic balance between rapid dehydration kinetics and low energy demand. Consequently, this approach enables a significant reduction in the carbon footprint and processing costs without compromising the structural integrity of the biofilms. Kinetic modeling proves to be an essential strategy for enhancing sustainability in biopolymer processing, demonstrating that process optimization is a key tool for mitigating environmental impacts in food engineering.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Biofilms; energy efficiency; mathematical modeling



ID: 178

Desarrollo de un sistema electromagnético de excitación-detección para la evaluación magnética de nanomateriales con potencial aplicación en la industria energética

Oscar Cruz Galan Mendoza¹, Jose Alberto Perez Benitez¹, Pedro Martinez Ortiz¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; ogalanm2500@alumno.ipn.mx

La caracterización precisa de nuevos materiales nanoestructurados es fundamental para el desarrollo de sistemas de almacenamiento y conversión en la transición energética actual. En este trabajo se realiza el desarrollo e implementación de un sistema experimental electromagnético, basado en la técnica del anillo de Rowland que ha sido modificada, para la caracterización de la respuesta magnética a partir del campo magnético aplicado y la inducción magnética generada en muestras poliméricas con nanopartículas de $Ni(Fe_2O_4)$. El arreglo electromagnético de excitación-detección se propuso con núcleo de aire y con una región longitudinal de campo uniforme, alrededor de diez veces mayor que el tamaño de las muestras poliméricas, para evitar contribuciones magnéticas de materiales adicionales y para cubrir con una intensidad de campo constante las muestras milimétricas. Mediante este método de medición experimental y sistemático, el sistema permitió evaluar muestras de nuevos materiales optimizados de dimensiones reducidas, obteniendo de forma directa su característica magnética fundamental. Con este procedimiento se puede determinar con precisión el comportamiento, las propiedades de histéresis y la eficiencia del material para aplicaciones en transformadores y núcleos magnéticos industriales. Los resultados demuestran la viabilidad del sistema como una alternativa eficiente para la caracterización de materiales compuestos. Se concluye que el dispositivo cuenta con un alto potencial de aplicación en el desarrollo de nuevos materiales para la infraestructura de la industria energética convencional y sustentable.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Anillo de Rowland; Caracterización magnética; Nanopartículas de ferrita de níquel; Histéresis, Magnetismo



ID: 181

Desarrollo de un sistema portátil de ruido magnético Barkhausen alimentado por la red convencional para la Evaluación No Destructiva de infraestructura energética

Carlos Porfirio Gómez Castañeda¹, Pedro Martinez Ortiz¹, Jose Alberto Pérez Benitez¹

¹Laboratorio de Evaluación No Destructiva Electromagnética (LENDE), SEPI-ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, C.P. 07738; cqomez1701@alumno.ipn.mx

La monitorización y el mantenimiento predictivo de componentes ferromagnéticos son esenciales para garantizar la confiabilidad operativa en los sistemas de generación y distribución energética convencional. Este trabajo presenta el diseño, fabricación y validación de un sistema portátil y simplificado de medición de Ruido Magnético Barkhausen (RMB) enfocado en la Evaluación No Destructiva (END). El dispositivo se compone de una sonda de excitación-detección compacta que utiliza directamente la línea comercial de 120 VAC a 60 Hz como fuente de alimentación, empleando un transformador convencional modificado como yugo magnético, que simultáneamente complementa a su fuente de polarización de corriente directa. La etapa de pre-acondicionamiento electrónico integra amplificadores de instrumentación y operacionales, acoplados a un sistema de adquisición de datos gestionado mediante una interfaz gráfica en LabVIEW. Esta plataforma digitaliza y procesa eficientemente las señales de RMB y la corriente de excitación. Los resultados experimentales obtenidos con esta sonda portátil se compararon cuantitativamente con un sistema RMB robusto de laboratorio bajo idénticas condiciones operativas. Al no encontrarse discrepancias significativas en las respuestas magnéticas obtenidas, se determinó la viabilidad de utilizar la red eléctrica convencional para la caracterización de materiales estructurales. Esta propuesta busca establecer un estándar accesible de fabricación de un sistema que homogenice las mediciones Barkhausen fuera del laboratorio, incentivando su uso industrial en la inspección de infraestructura energética.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Other

Keywords: Ruido magnético Barkhausen; Evaluación No Destructiva; Instrumentación portátil; Materiales ferromagnéticos



ID: 191

Severidad térmica y distribución de productos en el mejoramiento de un petróleo crudo pesado con agua supercrítica

Ricardo García-Morales¹, Octavio Elizalde-Solis¹, Ruben Polux Mendo-Sanchez¹, Abel Zuñiga-Moreno¹

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, México; rgarciamor@ipn.mx

El uso de agua supercrítica representa una alternativa para modificar la composición de petróleos crudos pesados sin incorporar un catalizador externo. En este trabajo se estudió el efecto de la severidad térmica sobre la distribución de productos y la calidad de la fracción oleosa obtenida a partir de un petróleo crudo de 14.63 °API. Los experimentos se realizaron en un reactor discontinuo de alta presión con una relación másica crudo:agua de 2:1, durante 60 min, a 398.6, 412.4 y 447.5 °C. Después del tratamiento se recuperaron fases gaseosa, acuosa, oleosa y sólida. La fase gaseosa se analizó por cromatografía de gases; la fase oleosa se caracterizó mediante crioscopia, calorimetría y cromatografía con detector de ionización de flama. El incremento de temperatura redujo el peso molecular promedio de la fase oleosa de 234.61 a 172.75 g/mol y desplazó la distribución cromatográfica hacia compuestos de menor número de carbonos. Sin embargo, la recuperación de fase oleosa disminuyó de 71.2 a 64.4 % masa, mientras que la formación de gas y sólidos aumentó. La condición de 412.4 °C proporcionó el mayor poder calorífico de la fase oleosa y conservó un rendimiento líquido superior al obtenido a 447.5 °C. Por tanto, dicha temperatura representó el mejor compromiso entre mejoramiento composicional, calidad energética y conservación de producto líquido dentro del intervalo evaluado.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy Innovation

Keywords: petróleo crudo pesado; agua supercrítica; craqueo térmico; distribución de productos; fase oleosa



ID: 192

Gasificación en agua supercrítica de biomasa de guayaba para la producción de combustibles gaseosos

Sandro González Arias¹, Octavio Elizalde Solís², Abel Zúñiga Moreno¹, Rubén Pólux Mendo Sánchez¹, Ricardo García Morales¹

¹Departamento de Ingeniería Química industrial, ESIQIE, Instituto Politécnico Nacional;

²Departamento de Ingeniería Química Petrolera, ESIQIE, Instituto Politécnico Nacional; sagonzalez@ipn.mx

La **gasificación en agua supercrítica (GASC)** es una tecnología prometedora para convertir biomasa con alto contenido de humedad en combustibles gaseosos, evitando el consumo energético asociado al secado. En México, la **guayaba (*Psidium guajava* L.)** representa un residuo agroalimentario abundante debido a sus elevadas pérdidas poscosecha, por lo que constituye una materia prima con potencial para la producción de energía.

En este trabajo se evaluó la gasificación en agua supercrítica de guayaba cultivada en Morelos, México. La biomasa fue caracterizada mediante análisis elemental, contenido de humedad, cenizas, poder calorífico superior (HHV), análisis termogravimétrico (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Las reacciones se realizaron en un reactor batch de Inconel 625, operando entre **400 y 500 °C**, con relaciones biomasa:agua de **1:1, 1:4 y 1:6**, manteniendo un volumen de reacción de 150 mL.

Los productos gaseosos fueron analizados mediante cromatografía de gases (GC-TCD), identificándose principalmente **H₂, CO₂, CO, CH₄, C₂H₆, C₃H₈ y C₄H₁₀**. Los productos líquidos y sólidos fueron caracterizados mediante **FTIR** y **Carbono Orgánico Total (COT)**.

Los resultados mostraron que el incremento de la temperatura y de la relación agua:biomasa favoreció la producción de gases combustibles, alcanzándose rendimientos máximos de **7.43 mol/kg de H₂, 6.71 mol/kg de CO₂ y 4.13 mol/kg de CH₄**, con una selectividad hacia hidrógeno del **65.26 %** y una eficiencia de gasificación del **58.94 %**. Estos resultados demuestran que la guayaba posee un alto potencial como biomasa para la producción de combustibles gaseosos mediante gasificación en agua supercrítica, debido a su elevado contenido de humedad y composición lignocelulósica.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Green hydrogen

Keywords: Gasificación, hidrogeno, agua supercrítica



ID: 194

Heteroestructuras para Generar Combustibles Solares a partir de Materiales a Base de NiCo, FeZn y TiZnO

Berenice Navelli Castañeda Avila¹, Hector Alfredo Calderon Benavides¹, Miguel Angel Castillo-Martinez²

¹Instituto Politécnico Nacional, ESFM, México;

²Instituto Politécnico Nacional, UPIEM, México; bcastaneda@ipn.mx

El mayor representante de las energías limpias viene de la naturaleza, principalmente de las plantas mediante la fotosíntesis, las cuales toman el CO₂ del ambiente para generar sus nutrientes y liberar oxígeno. La ciencia ha buscado imitar y mejorar este fenómeno mediante la fotosíntesis artificial, la cual se lleva a cabo mediante módulos diseñados a partir de diferentes materiales nanoestructurados. En este estudio se proponen utilizar diferentes aleaciones de materiales nanoestructurados NiCo, FeZn y TiZnO para el armado del módulo encargado de generar la reacción para la fotosíntesis artificial mediante la reducción del Band Gap de los materiales nanoestructurados. Estas aleaciones se obtienen a partir de molienda mecánica reactiva como alternativa a los métodos químicos existentes. Este proceso mecánico permite obtener nanopartículas de diámetros que se encuentran en rangos entre los 5 nm y los 20nm en promedio. La molienda consta de cuatro pasos importantes: molienda, hidratación, limpieza y evaporación, los cuales varían su tiempo de duración dependiendo de los materiales para la aleación que se quiere obtener y de la cantidad de dispersante usado para la obtención de las nanopartículas aleadas de cada muestra. La caracterización de las muestras se realiza por las técnicas no localizadas microscopía óptica y DRX, y por técnicas localizadas MEB, EDS y MET, con análisis de imágenes de HRTEM y UV-Bis. Con esto se busca reducir el tiempo y aumentar el efecto de la reacción por tener una respuesta en longitudes de onda más próximas al rango del visible.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Solar Fuels, Artificial Photosynthesis, Alternative Energy Sources



ID: 199

Desarrollo de fósforos Sol-gel de óxido de itrio para tecnologías de iluminación eficiente

Jhony Elian González Rivera¹, Alejandro Cruz Ramírez¹, Ángel de Jesús Morales Ramírez², Mayahuel Ortega Áviles³, Margarita García Hernández^{1,4}

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México

²Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, Zacatenco, CDMX, México

³Instituto Politécnico Nacional, CNMN, Zacatenco, CDMX, México

⁴Instituto Politécnico Nacional, CECyT 16 Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca, CDMX, México.; jgonzalezr2600@alumno.ipn.mx

El óxido de itrio (Y_2O_3) es una matriz ampliamente empleada en materiales luminiscentes debido a su estabilidad estructural y a su capacidad para incorporar iones de tierras raras, lo que permite modular sus propiedades ópticas. En el marco de la transición energética, los sistemas dopados con europio y terbio han cobrado relevancia en aplicaciones de iluminación eficiente, particularmente como fósforos para diodos emisores de luz (LED) y dispositivos optoelectrónicos. En esta investigación se presenta la síntesis de Y_2O_3 puro y monodopado con iones Eu^{3+} y Tb^{3+} mediante el método sol-gel, con el propósito de evaluar la influencia del dopaje sobre la emisión luminiscente del material y su potencial aplicación en tecnologías de conversión de energía lumínica. La síntesis se realizó utilizando sales metálicas como precursores y acetilacetona como agente quelante para favorecer la homogeneidad del sistema. Los soles obtenidos fueron secados y tratados térmicamente a 100 °C durante 24 h y a 900 °C durante 1 h para promover la formación de la fase cúbica característica del Y_2O_3 confirmada mediante difracción de rayos-X. Las propiedades ópticas se evaluaron mediante excitación en la región UV y espectroscopía de emisión. Las muestras dopadas con Eu^{3+} presentaron emisión roja y las dopadas con Tb^{3+} emisión verde, demostrando la posibilidad de controlar el color de emisión mediante el dopaje y posicionando a estos materiales sol-gel como candidatos para sistemas de iluminación de alta eficiencia energética.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition

Keywords: luminescent materials; sol-gel; rare earths; energy-efficient lighting



ID: 203

Evaluación Del Potencial Del Aserrín Residual Como Biomasa Lignocelulósica Para La Obtención De Azúcares Fermentables Con Aplicaciones En La Producción De Biocombustibles

Cesar Alberto Rizo Jaramillo¹, Carlos Alberto Rangel Lino¹, María Soraya Osegueda Robles¹, José Víctor Aguirre Armenta¹, Alejandra Hernández Hernández¹

¹Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (UPIIG), Instituto Politécnico Nacional;
crizoj1601@alumno.ipn.mx

La transición energética impulsa el desarrollo de biocombustibles de segunda generación a partir de residuos lignocelulósicos, evitando la competencia directa con la producción alimentaria. El aserrín industrial es abundante y rico en polisacáridos, pero su compleja matriz estructural limita la liberación de azúcares fermentables. El propósito del estudio fue evaluar el potencial del aserrín residual de la región del Bajío mediante su caracterización integral e hidrólisis química. La metodología incluyó molienda, tamizado (malla 20) y remoción de extractivos por sistema Soxhlet bajo estándares TAPPI. Se determinaron propiedades fisicoquímicas, composición estructural y se aplicaron tratamientos de hidrólisis (ácida y alcalina) al 1.5%, 3.0% y 4.5% para cuantificar azúcares reductores mediante el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), validando los resultados con un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores. Los resultados mostraron una humedad promedio de 4.31%, cenizas de 1.62%, densidad de 1461.06 kg/m³ y una holocelulosa total de 78.70% (40.18% celulosa; 38.52% hemicelulosa). En la hidrólisis, el tratamiento ácido superó significativamente al alcalino, correlacionándose directamente con la concentración al liberar promedios de 4.05 g/L, 5.54 g/L y un máximo de 10.75 g/L de azúcares, frente a los 1.13 g/L, 1.29 g/L y 1.70 g/L de la base. El ANOVA confirmó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para el tipo de tratamiento, concentración e interacción de variables. El elevado contenido de holocelulosa y la óptima respuesta hidrolítica confirman la viabilidad técnica del material para obtener intermediarios químicos fermentables. Concluyendo que el aserrín posee un alto potencial biotecnológico para esquemas de biorrefinería.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition

Keywords: sawdust, lignocellulosic biomass, acid hydrolysis, reducing sugars, second-generation biofuels



ID: 207

Síntesis verde de estructuras bimetálicas Au-Ag mediante Aloysia triphylla con potencial aplicación en la producción de hidrógeno verde

María Guadalupe Moreno Cruz¹, Jesús Israel Guzmán Castañeda¹, José Alberto Andraca Adame², Karla Jenny Lozano Rojas¹

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, Ciudad de México, México

²Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, Pachuca, Hidalgo, México.; mmorenoc1801@alumno.ipn.mx

La producción de hidrógeno verde a través de procesos fotocatalíticos es una de las formas más prometedoras de aprovechar la energía solar de manera sostenible. En este contexto, las nanopartículas bimetálicas de oro y plata (Au-Ag) han ganado mucho interés gracias a sus propiedades plasmónicas, que les permiten absorber mejor la luz visible, mejorar la separación y el movimiento de las cargas eléctricas necesarias para generar hidrógeno.

En este trabajo, sintetizamos estas estructuras bimetálicas mediante un método de química verde, utilizando extracto de Aloysia triphylla (cedrón) como agente reductor y estabilizante natural. La síntesis se realizó en medio acuoso, reduciendo de forma secuencial los precursores de oro y plata, lo que permitió obtener nanopartículas con estructura tipo núcleo-coraza. Para caracterizarlas, usamos espectroscopia UV-Vis. Los resultados mostraron la formación exitosa de nanopartículas bimetálicas, evidenciada por una única banda de absorción plasmónica ubicada en 448 nm intermedia entre las de las nanopartículas monometálicas (429 nm para NPs Ag y 530 nm para NPs Au). Esta banda confirma la interacción entre ambos metales y su Resonancia de Plasmón Superficial Localizado (LSPR). Gracias a esta interacción, las nanopartículas pueden aprovechar una mayor parte de la radiación solar, generando electrones energéticos en su superficie. Estos electrones se transfieren más fácilmente a materiales semiconductores, reduciendo la recombinación de cargas y mejorando la eficiencia del proceso fotocatalítico. Estas estructuras Au-Ag representan un avance interesante para desarrollar sistemas más efectivos en la producción de hidrógeno verde.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Poster

Topics: Green hydrogen

Keywords: Green hydrogen, Au-Ag bimetallic nanoparticles, Aloysia triphylla, plasmonic photocatalysis, green synthesis, LSPR



ID: 208

Sistema experimental de medición magnetoelástica superficial para la caracterización de esfuerzos elásticos residuales y activos en acero grado tubería API-5L X52

Luis Antonio López Simón¹, Omar Ortega Labra¹, Pedro Martínez Ortiz¹, José Alberto Pérez Benítez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; ortegal1701@alumno.ipn.mx

La detección temprana de fatiga en acero API-5L X52 es crítica para la eficiencia y seguridad en la infraestructura energética. Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema magnetoelástico experimental de bajo consumo para evaluar el flujo magnético superficial bajo esfuerzos cíclicos, operando sin excitación magnética externa. El sistema integra un motor lineal, una prensa mecánica y un sensor magnetorresistivo caracterizado por una sensibilidad de 236 mV/mT. La etapa de amplificación opera con una ganancia de 100 V/V y un ancho de banda de 200 kHz, logrando una relación señal a ruido de 60 dB mediante aislamiento eléctrico de los actuadores. A través de una GUI desarrollada en LabVIEW, se automatizó un escaneo tridimensional en una matriz de 13x13 nodos sobre la muestra ferromagnética. Los ensayos cíclicos en la región elástica alcanzaron esfuerzos de compresión de hasta 80 MPa, regulados por la ecuación de calibración del sistema. Los resultados demuestran que la densidad de flujo magnético superficial es altamente sensible a las variaciones de carga. Experimentalmente, se descubrió que la componente Bx presenta histéresis magnética por efecto magnetoelástico, actuando como un indicador global de la remanencia y el esfuerzo por descompresión. Por el contrario, la componente By no presenta histéresis, comportándose como un localizador selectivo de gradientes de tensión localizados. Se concluye que el dispositivo es viable para mapear cuantitativamente esfuerzos activos y residuales, consolidándose como una alternativa robusta de Evaluación No Destructiva para la monitorización de integridad en la infraestructura del sector energético.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Topics: Energy Innovation, Networking

Keywords: Fenómeno magnetoelástico; Evaluación No Destructiva; Acero API-5L X52; Esfuerzos mecánicos residuales; Sensor magnetorresistivo TMR



ID: 212

Desarrollo de una sonda Barkhausen compacta para la caracterización magnética independiente de la geometría en aceros de infraestructura energética

Omar Alejandro Ordoñez Villasana¹, Néstor Orlando Romero Arismendi¹, José Alberto Pérez Benítez¹, Pedro Martínez Ortiz¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; oordonezv1200@alumno.ipn.mx

La optimización de las técnicas de Evaluación No Destructiva (END) es fundamental para garantizar la integridad y eficiencia operativa de la infraestructura de transporte en la industria energética convencional. Este trabajo presenta el desarrollo y la validación de un nuevo arreglo experimental miniaturizado para la medición del Ruido Magnético Barkhausen (RMB) en aceros estructurales, diseñado para operar de forma independiente a la geometría de la muestra. El objetivo principal es suprimir la necesidad de acoplamientos magnéticos adicionales y mitigar el impacto del campo de desmagnetización en probetas de dimensiones reducidas. El sistema implementa una sonda Barkhausen de dimensiones reducidas con núcleo en U de FeSi y un sensor inductivo puntual acoplado a una etapa de acondicionamiento y enseguida a una tarjeta DAQ gestionada por una GUI en LabVIEW. Los ensayos se realizaron en las direcciones de laminado y transversal sobre aceros grado ducto API-5L X52, X56 y X60, empleando probetas con geometrías cuadradas, rectangulares y circulares. Los análisis estadísticos mediante coeficientes de correlación de Pearson demostraron una coincidencia cercana a uno entre las envolventes de las señales RMB de todas las muestras. Los resultados experimentales confirman que las mediciones obtenidas son altamente reproducibles e independientes del tamaño y forma geométrica del material evaluado. Se concluye que esta instrumentación simplificada constituye una herramienta robusta y viable para inspecciones en campo, facilitando la estimación precisa de esfuerzos residuales y ejes de fácil magnetización en la infraestructura energética.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy Innovation

Keywords: Ruido magnético Barkhausen; Sonda miniaturizada; Evaluación no destructiva; Aceros grado API 5L; Integridad estructural



ID: 215

El sistema energético mexicano frente a los cambios del marco regulatorio. petróleo y electricidad en el siglo XX

Horacio Quetzalcóatl Yedra Hernandez¹

¹Facultad de Economía, UNAM, México; quetzalcoatlyh@economia.unam.mx

Durante el sexenio de Enrique Peña Nieto se llevaron a cabo una serie de reformas constitucionales con el fin de reestructurar el sistema energético mexicano en su totalidad. La participación del Estado, mediante sus empresas, la entrada del sector privado a áreas que anteriormente no tenían acceso, creación, cambios y fortalecimiento de instituciones reguladoras y consideración de las comunidades y afectaciones ambientales, entre otros, fueron los pilares que se pretendieron transformar mediante una nueva etapa del proceso de privatización que dominó hasta ese sexenio. Durante este periodo se llevaron a cabo subastas en el sector petrolero y eléctrico para dar entrada a la inversión privada.

Con la llegada de López Obrador se detuvieron en los hechos los cambios de la política energética, se llevaron a cabo algunas políticas y se implementó un modelo donde el actor central es el Estado mexicano, mediante sus empresas y sus instituciones. Se pasó de ser un administrador de contratos y subastador a ser un regulador y participante central del sector. Mediante políticas de rescate de PEMEX y CFE principalmente se llevó a cabo un cambio estructural en el sistema energético mexicano y su relación con su integración a América del norte.

Finalmente, con la llegada de Sheinbaum al gobierno y la posibilidad de llevar a cabo las reformas, se cambia de nuevo la constitución. Estos cambios serán presentados para poder detallar y analizar las transformaciones estructurales en un sector fundamental para el desarrollo de la economía mexicana en el siglo XXI.

Simposio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment

Keywords: Energy; privatization, regulation



ID: 217

Valorización del bagazo de malta cervecera mediante hidrólisis ácida y enzimática para la producción de bioetanol de segunda generación

Carlos Eduardo Santolalla vargas¹, Catherine Rosas Gómez¹, Jael Blancas Martínez¹, Manuel Acosta Mijangos¹, Jonás Martínez Limón¹, Víctor Florencio Santes Hernandez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD)
csantolallav@ipn.mx

El trabajo evalúa la revalorización del bagazo de malta cervecera como materia prima para producir bioetanol de segunda generación, con el fin de reducir simultáneamente el impacto ambiental asociado a la disposición de los residuos de la industria cervecera y generar un producto energético de valor agregado.

Se estudiaron diferentes estrategias para liberar los azúcares fermentables presentes en el residuo, incluyendo la hidrólisis ácida, la hidrólisis enzimática y una combinación ácido-enzimática, utilizando muestras procedentes de cervezas claras y oscuras y de distintas relaciones sólido-líquido. En la hidrólisis ácida, el H₂SO₄ a una relación 1:3, pH 1.96, 92 °C durante una hora presentó mejores resultados que el ácido cítrico. Sin embargo, la hidrólisis enzimática con amiloglucosidasa, realizada a una relación 1:2, a pH 5.5 y a 55 °C durante dos horas, permitió obtener una mayor concentración de azúcares fermentables. Estos azúcares fueron posteriormente aprovechados por *Saccharomyces cerevisiae* mediante fermentación alcohólica para obtener bioetanol.

Los resultados preliminares señalan la hidrólisis enzimática como la alternativa más favorable, tanto por su desempeño como por su potencial sustentable y económico. Como siguiente etapa, se plantea evaluar un pretratamiento con H₂SO₄ seguido de la incorporación del complejo enzimático durante la fermentación, con el propósito de incrementar la eficiencia global del proceso.

En conjunto, el estudio demuestra el potencial del bagazo cervecero como materia prima residual para una biorrefinería orientada a la producción de biocombustibles, lo que contribuye a los esquemas de economía circular y a la valorización de residuos agroindustriales.

Simpósio 1: “Sistemas Energéticos Convencionales y Transición Energética”

Full Paper

On-site, Poster

Topics: Energy transition

Keywords: Bagazo, malta cervecera, Bioetanol, Hidrólisis, Azúcares fermentables



“Descarbonización y nuevas tecnologías”

Simposio 2





ID: 101

CFD-Based thermo-hydraulic analysis of a parallel-flow double-pass solar air collector for sustainable drying applications

Ekene Francis Oranusi¹, Juan Rodríguez-Ramírez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, México; eoranusi2400@alumno.ipn.mx

The use of solar energy for drying of agricultural products in post-harvest processing offers a sustainable alternative to other energy sources and will also assist in reducing both energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions related to post-harvest processing activities, especially in areas that experience high annual levels of solar radiation. The efficiency of the solar drying process relies heavily upon how well the solar air collector produces uniform airflow, provides sufficient air temperature rise, and produces acceptable levels of pressure loss. This study utilised computational fluid dynamics (CFD) to evaluate and improve the thermo-hydraulic performance of a parallel-flow double-pass solar air collector for sustainable drying applications. A computationally detailed three-dimensional (3D) model of the collector was created in ANSYS Fluent. The collector contained a centrally located aluminium absorber plate that separated the airflow into upper and lower channels. This collector was simulated under clear-sky conditions typical of Oaxaca, Mexico (approximately 1006 W/m² incident solar irradiance), with relatively low-power radial fans supplying airflow to produce an average inlet velocity of 5 m/s (0.0378 kg/s mass flow rate). Various inlet configurations were tested, including circular perforations, triangular and stepped chevron-shaped deflectors, for each of which the velocity distribution, temperature field, pressure drop, thermal efficiency and performance evaluation criteria were compared. The results showed that distributed inlet airflow improved outlet-flow uniformity, while the stepped chevron-type deflectors produced the best thermal and hydraulic balance. The improved configuration achieved an air temperature rise of approximately 28–30 °C, a thermal efficiency of 56–60%, and a favourable performance evaluation criterion of about 1.04, despite an increase in pressure drop from 15 to 25 Pa. These findings support the development of more efficient low-carbon solar drying systems.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Decarbonization, Other

Keywords: Solar air collector, CFD simulation, thermo-hydraulic performance, solar drying, energy efficiency



ID: 110

Evaluación de CdS e In_2S_3 como materiales ventana para celdas solares de CdTe: Eficiencia, impacto ambiental y viabilidad tecnológica

María de Lourdes Albor-Aguilera^{1*}, Cesar Hernández-Vázquez², Miguel Angel González-Trujillo²

¹Instituto Politécnico Nacional, ESFM, Depto. de Física, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, 07738 CDMX, México

²Instituto Politécnico Nacional, ESCOM, Formación Básica, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, 07738, CDMX, México
mlalbor@ipn.mx

El sulfuro de cadmio (CdS) ha sido ampliamente empleado como material ventana en la fabricación de celdas solares fotovoltaicas debido a sus adecuadas propiedades optoelectrónicas. Su ancho de banda prohibida, cercano a 2.42 eV a temperatura ambiente, le confiere una elevada transmitancia en la región visible del espectro y una absorción predominante en la región ultravioleta. Estas características permiten que la mayor parte de la radiación solar alcance la capa absorbente, donde se lleva a cabo la generación de los portadores de carga. No obstante, la toxicidad inherente al cadmio y las pérdidas ópticas ocasionadas por la absorción de fotones de alta energía han impulsado la búsqueda de materiales alternativos con un menor impacto ambiental y un mejor desempeño óptico.

Entre las alternativas propuestas, el sulfuro de indio (In_2S_3) ha despertado un interés considerable como material ventana debido a que está libre de cadmio, posee un ancho de banda prohibida que varía entre 1.7 eV y 2.8 eV, presenta una alta transmitancia en la región visible y muestra una adecuada compatibilidad con materiales absorbentes ampliamente utilizados, como CdTe, CIGS (CuInGaSe_2) y perovskitas. Además, tanto el CdS como el In_2S_3 pueden sintetizarse mediante técnicas de depósito de bajo costo y potencialmente escalables, entre ellas el baño químico (CBD).

En el presente trabajo se presenta una revisión comparativa de las propiedades estructurales, morfológicas, ópticas y eléctricas de películas delgadas de CdS e In_2S_3 depositados por baño químico y posteriormente utilizadas como material ventana en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos del tipo CdTe. Los resultados reportados indican que el CdS puede ser sustituido por el In_2S_3 como material ventana en celdas solares de CdTe, lo que contribuiría a disminuir el impacto ambiental asociado con el uso de cadmio. Sin embargo, aunque el In_2S_3 presenta propiedades optoelectrónicas y una estabilidad adecuada para aplicaciones fotovoltaicas, la menor abundancia del indio y su condición de elemento crítico pueden limitar la escalabilidad y sostenibilidad de esta tecnología. En consecuencia, el In_2S_3 constituye una alternativa técnicamente viable, pero su implementación a gran escala dependerá de la disponibilidad del recurso, los costos de producción y el desarrollo de estrategias de reciclaje y recuperación del indio.

Agradecimientos: Este trabajo fue apoyado por los proyectos SIP 20260189 y SIP 20260328.

Simposio 2: "Descarbonización y Nuevas Tecnologías"

Full Paper

Topics: Emerging technologies

Keywords: CdS, In_2S_3 , celdas solares, impacto Ambiental



ID: 116

Estudio técnico socioeconómico para la implementación de hidrobuses en el circuito académico de Zacatenco

Adriana Navarrete Chavez¹, Daniel Castañón Rangel¹, Rosa de Guadalupe González Huerta¹, Valeria Juárez Casildo²

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, Laboratorio de Electroquímica, UPALM

²Instituto Politécnico Nacional, UPIIA; ari082000@gmail.com

El sector del transporte público es fundamental para el desarrollo socioeconómico de la CDMX; sin embargo, su alta dependencia de combustibles fósiles lo convierte en una de las principales fuentes de emisiones de GEI. Aunque los trolebuses representan una alternativa de menor impacto ambiental, su operación aún depende mayoritariamente de electricidad proveniente de centrales termoeléctricas.

Este estudio evaluó la viabilidad técnica, económica y social de implementar hidrobuses alimentados con hidrógeno verde producido por electrólisis interconetada a paneles fotovoltaicos. La metodología comprendió el dimensionamiento de la infraestructura de producción y recarga, el análisis financiero del ciclo de vida y la evaluación de la percepción social.

Los resultados técnicos estimaron una demanda anual de 1,519.19 kg_{H₂} para un circuito de 11 km, proponiendo un electrolizador PEM de 100 kW alimentado por un sistema fotovoltaico de 194.30 kW e integrado con una hidrogenadora a 350 bar. El análisis económico proyectó un Costo Nivelado del Hidrógeno (LCOH) de 15.94 USD/kg en 2026 y un costo suministrado de 44.23 USD/kg. La sensibilidad del modelo mostró que la viabilidad depende principalmente del tiempo de operación y del costo de inversión, mientras que las proyecciones tecnológicas prevén una reducción significativa de los costos del 60% hacia 2050.

La evaluación social reveló un amplio respaldo ciudadano: el 93.5% apoya la modernización del transporte público, el 62% aceptaría un incremento tarifario y el 91% participaría en pruebas piloto, evidenciando la factibilidad técnica, económica y social de esta alternativa para impulsar la descarbonización del transporte urbano.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Decarbonization, Green hydrogen, Energy Innovation

Keywords: Hidrobuses, trolebuses, descarbonización, sector transporte público, hidrógeno



ID: 122

Actuadores de plasma DBD como tecnología de control activo para mejorar el aprovechamiento de energía eólica en condiciones de baja velocidad de viento

Eder Gibrain Ricoy-Zarate¹, Rafael Campos-Amezcu¹, José Alan Zamora-Valdez¹, Erick Rosado-Tamariz¹, José Rafael Dorrego Portela²

¹TECNM, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Cuernavaca, México

²Instituto de Estudios de la Energía, Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec, Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, México; d22ce033@cenidet.tecnm.mx

El aprovechamiento de la energía eólica en aerogeneradores de baja potencia se ve limitado, en gran medida, por la operación en condiciones de baja velocidad del viento, que genera regímenes de Reynolds bajos, en los que la separación prematura del flujo reduce el desempeño aerodinámico de los perfiles. En este contexto, los actuadores de plasma de descarga de barrera dieléctrica (DBD) representan una alternativa de control activo del flujo que retrasa el desprendimiento de flujo sobre superficies. Este tipo de dispositivos es muy utilizado gracias a su rápida respuesta, ausencia de partes móviles, bajo peso estructural e integración factible en superficies aerodinámicas.

En este trabajo se presenta una evaluación experimental del uso de actuadores DBD aplicados a un perfil aerodinámico NACA 4412, orientada a su posible aplicación en sistemas eólicos de baja potencia. Las pruebas se realizaron en un túnel de viento subsónico de circuito abierto, considerando distintos regímenes de viento y comparando configuraciones con el actuador desenergizado (Plasma OFF) y energizado (Plasma ON). Los resultados muestran que la activación del plasma mejora el comportamiento aerodinámico del perfil, particularmente en condiciones de baja velocidad del viento, donde se observan mejoras en la adherencia del flujo y en la relación sustentación-arrastre (CL/CD). Este comportamiento observado respalda el uso de actuadores DBD como tecnología complementaria para mejorar el desempeño aerodinámico y energético de sistemas eólicos de pequeña escala que operan en condiciones de viento débil.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Emerging technologies

Keywords: Energía eólica; Actuadores de plasma DBD; Control Activo de flujo; NACA 4412; Aerodinámica de perfiles a bajo Reynolds



ID: 126

Electrocatalizadores de aleación ternaria PtNiCo/C estabilizados con hexadecilamina de alto rendimiento para la oxidación de metanol en medio alcalino

Dalia Nayeli Vázquez-Castillo¹, Aidé Minerva Torres-Huerta², Esther Ramírez-Meneses³, Adela Eugenia Rodríguez-Salazar⁴, Aida Medina-González², Silvia Beatriz Brachetti-Sibaja¹, Miguel Antonio Domínguez Crespo²

¹TecNM / IT de Cd. Madero. Ave. Primero de Mayo S/N, Col. Los Mangos, C.P. 89440, Cd. Madero, Tamps.

²Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, Ciudad del Conocimiento y la Cultura. Carr. Pachuca-Actopan km 1+500, C.P. 42162, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México

³Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos, Universidad Iberoamericana, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, Ciudad de México, C.P. 01219, México

⁴Instituto Politécnico Nacional, CICATA Querétaro, Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, C.P. 76090, Santiago de Querétaro, Querétaro. México.; mdominguezc@ipn.mx

Este estudio evalúa el desempeño electrocatalítico de aleaciones ternarias PtNiCo/C estabilizadas con hexadecilamina y soportadas sobre carbón Vulcan para la reacción de oxidación de metanol (MOR, por sus siglas en inglés) en medio alcalino. Las composiciones de las aleaciones ternarias se seleccionaron con base en estudios previos para evaluar el efecto sinérgico de los metales de transición sobre la electroactividad de la MOR ($\text{Pt}_{50}\text{Co}_{40}\text{Ni}_{10}/\text{C}$, $\text{Pt}_{50}\text{Ni}_{40}\text{Co}_{10}/\text{C}$, $\text{Co}_{70}\text{Pt}_{20}\text{Ni}_{10}/\text{C}$ y $\text{Ni}_{70}\text{Pt}_{20}\text{Co}_{10}/\text{C}$). La difracción de rayos X (DRX) confirmó la formación de una solución sólida con estructura cúbica centrada en las caras (FCC), donde la incorporación sinérgica de Ni y Co contribuyó a reducir el tamaño de cristalito de los materiales electródicos. Este refinamiento estructural mejoró significativamente el área superficial electroquímicamente activa (ECSA) y optimizó las interacciones entre los reactivos y el catalizador. De manera destacada, la composición $\text{Pt}_{50}\text{Co}_{40}\text{Ni}_{10}/\text{C}$ presentó el menor tamaño de cristalito, lo que indica un marcado efecto sinérgico entre Pt y Co durante el proceso de aleación. La espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) confirmó la adsorción superficial del estabilizante hexadecilamina mediante las vibraciones características de los grupos amina ($-\text{NH}_2$) y alquilo, mientras que la espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS) y la microscopía electrónica de transmisión (TEM) proporcionaron información detallada sobre los estados de oxidación superficiales y la morfología nanométrica de las aleaciones. La voltamperometría cíclica (CV) reveló que $\text{Pt}_{50}\text{Ni}_{40}\text{Co}_{10}/\text{C}$ alcanzó la mayor actividad catalítica, caracterizada por un pico anódico bien definido entre 0.25 y 0.35 V vs. ENH (electrodo normal de hidrógeno) y una densidad de corriente máxima de aproximadamente 28 $\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$. Los análisis cronoamperométricos mostraron una disminución característica de la corriente atribuida al envenenamiento por CO de los sitios activos; sin embargo, las aleaciones ternarias mantuvieron una estabilidad adecuada a largo plazo. En particular, los electrodos $\text{Pt}_{50}\text{Co}_{40}\text{Ni}_{10}/\text{C}$ mostraron una durabilidad catalítica y un desempeño superiores en comparación con los catalizadores convencionales. Estos resultados sugieren que el ajuste de la relación Pt:Ni:Co bajo condiciones de estabilización con aminas constituye una estrategia eficaz para desarrollar ánodos de alto desempeño y tolerantes al CO destinados a aplicaciones en celdas de combustible alcalinas alimentadas con metanol.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Energy transition, Environment, Networking

Keywords: Aleaciones Ternarias PtNiCo, Reacción de Oxidación de Metanol, Celdas de Combustible Alcalinas, Electrocatalizadores



ID: 127

Evaluación electroquímica del $\text{Cu}_2\text{O-ZnO-Bi}_2\text{O}_3$ para la producción de biocombustibles e hidrógeno

Araceli Ezeta Mejía¹, Miguel Ángel Soto Mendoza¹, Leticia Juárez Marmolejo¹, Claudia Ramírez Rodríguez¹, Arturo Manzo Robledo², Ricardo Gerardo Sánchez Alvarado¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Departamento de Metalurgia y Materiales. UPALM. Edificio 7, 07830, CDMX, México

²Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Laboratorio de Electroquímica y Corrosión. UPALM. Edif. Z5, 07830, CDMX, México.; msotom1504@alumno.ipn.mx

En este trabajo se sintetizó un electrocatalizador basado en óxidos metálicos de $\text{Cu}_2\text{O-ZnO-Bi}_2\text{O}_3$ a través del método de co-precipitación. Se evaluó la morfología, composición, microestructura, tamaño de partícula (~277 nm) y de cristalita (12 nm) mediante las técnicas de MEB-EDS y DRX. La actividad electrocatalítica del material sintetizado fue evaluada en la reacción de evolución de hidrógeno (REH) para la producción de hidrógeno verde y en la reacción de reducción de CO_2 (RRCO_2) para la obtención de biocombustibles. Se emplearon las técnicas electroquímicas de voltamperometría cíclica (VC), cronoamperometría (CA), Tafel y área electroquímica (ECSA) en un electrolito soporte de KHCO_3 0.1 M, mostrando resultados favorables de ECSA en 0.6053 cm^2 , lo que favorece la electroreducción de protones y CO_2 , permitiendo alcanzar densidades de corriente catódicas de -6.28 y $-8.09 \text{ mAcm}^{-2}\text{mg}^{-1}$ en ausencia y presencia de CO_2 , respectivamente. Los productos de reducción de CO_2 (biocombustibles) e hidrógeno fueron identificados por DEMS *in-situ* y poseen potenciales aplicaciones para su uso en celdas de combustible de alcohol directo y celdas de hidrógeno.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Environment, Decarbonization, Green hydrogen

Keywords: REH, RRCO_2 , electrocatálisis, biocombustibles



ID: 129

Caracterización temprana del bagazo de agave salmiana como criterio para la valorización energética en cascada en vinatas del altiplano potosino

Valeria Alitzel Alvarado Aranda¹, Juana Alvarado-Rodríguez¹, Laura Angélica Hernández-Alvarado¹, Adela Eugenia Rodríguez-Salazar², Miguel Antonio Domínguez-Crespo³, Margarita Josefina Hernández-Alvarado²

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Instituto Politécnico Nacional, CICATA Querétaro

³Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Hidalgo; A314763@alumnos.uaslp.mx

La producción artesanal de mezcal en el Altiplano potosino genera cantidades crecientes de bagazo de *Agave salmiana*, un residuo lignocelulósico cuyo aprovechamiento continúa limitado pese a su potencial para integrarse en esquemas de bioeconomía y valorización en cascada. Este enfoque propone maximizar el valor de la biomasa mediante el aprovechamiento secuencial de sus diferentes fracciones antes de su conversión energética final, contribuyendo a reducir impactos ambientales y fortalecer cadenas productivas regionales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar si la caracterización temprana del bagazo de mezcal puede emplearse como criterio técnico para orientar estrategias de valorización energética en cascada. La biomasa fue lavada, secada y tamizada (malla 40). El contenido de cenizas se determinó por calcinación a 525 °C, en base seca y por triplicado, conforme al método TAPPI T 211. Posteriormente, la fracción de compuestos extraíbles se removi6 mediante extracción secuencial agua-etanol, siguiendo el protocolo NREL/TP-510-42619, con 8 a 12 ciclos por solvente hasta el agotamiento del color del extracto.

El bagazo present6 un contenido de cenizas cercano al 10 % y un rendimiento residual de 88.2 % despu6 de la extracci6n secuencial, lo que evidencia la permanencia de una matriz lignocelul6sica estructural y una fracci6n soluble susceptible de recuperaci6n previa a su transformaci6n. Estos resultados respaldan el empleo de par6metros simples de caracterizaci6n como herramienta para seleccionar rutas de aprovechamiento acordes con las caracter6sticas de la biomasa, en lugar de asumir un destino 6nico para el residuo.

Se propone una metodolog6a de decisi6n que vincula la caracterizaci6n inicial del bagazo con esquemas de valorizaci6n en cascada adaptados a las condiciones operativas de las vinatas del Altiplano potosino, proporcionando una base t6cnica para priorizar estrategias de aprovechamiento material y energ6tico en sistemas agroindustriales de peque1a y mediana escala.

Simposio 2: “Descarbonizaci6n y Nuevas Tecnolog6as”

Full Paper

Online, Poster

Topics: Energy transition, Environment, Energy Innovation

Keywords: Valorizaci6n en cascada; Agave salmiana; bagazo de mezcal; biomasa lignocelul6sica; bioeconom6a



ID: 130

Estudio comparativo del método de síntesis de nanomateriales y su aplicación como electrocatalizadores en la reacción de oxidación de ácido fórmico

Araceli Ezeta Mejía¹, Leticia Juárez Marmolejo¹, Miguel Ángel Soto Mendoza¹, Claudia Ramírez Rodríguez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Departamento de Metalurgia y Materiales. 07830, CDMX, México; ljuaresma@ipn.mx

Las celdas de combustible de ácido fórmico directo han generado un gran interés como tecnologías de energía para aplicaciones portátiles y móviles. Para que estas celdas operen de forma adecuada es necesario emplear un electrocatalizador generalmente de Pd que favorezca la cinética de reacción. Diferentes métodos de síntesis de electrocatalizadores se han reportado en la literatura, la síntesis de estos materiales depende de múltiples factores como temperatura, agente reductor, pH, agente estabilizador, concentraciones, entre otros. Estos métodos pueden ser químicos o electroquímicos, algunos métodos reportados en la literatura son: impregnación, coloidal y electrodeposición. En esta investigación se estudiaron los métodos de impregnación en óxido de grafeno seguido de la reducción química con borohidruro de sodio y la electrodeposición a partir de un disolvente eutéctico profundo como método químico y electroquímico. Los resultados evidenciaron el efecto del método de síntesis sobre propiedades como tamaño de partícula y morfología, donde se obtuvieron partículas de entre 2-3 nm con morfología tipo clúster para el método químico, mientras que, tamaños de entre 30-60 nm con morfología tipo corazón-envolvente para el método electroquímico. Adicional, las partículas de Pd fueron evaluadas en la oxidación de ácido fórmico donde se obtuvo tanto una buena actividad catalítica con el método de electrodeposición, así como un mejor control de los parámetros de síntesis. La electrodeposición permite obtener nanopartículas metálicas variando potencial y tiempo en comparación con los métodos químicos convencionales.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

On-site, Poster

Topics: Emerging technologies

Keywords: Electrocatalizadores de Pd; DES; celdas de combustible; oxidación de ácido fórmico



ID: 132

Multiwavelength current-voltage analysis in Kesterite/CdS solar cells

Mario Fidel García Sánchez¹, Alex Jimenez-Arguijo^{2,3}, Yuancai Gong^{2,3}, Outman El Khouja^{2,3}, Eduardo Merino Montes¹, Pastor Alan Rodríguez Echevarría¹, Sergio Giraldo^{2,3}, Marcel Placidi^{2,3}, Edgardo Saucedo^{2,3}, Zacharie Jehl^{2,3}

¹Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas. Instituto Politécnico Nacional, Av. I.P.N. 2580, Gustavo A. Madero, 07340, Ciudad de México, México

²Electronic Engineering Department, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Photovoltaic Lab – Micro and Nano Technologies Group (MNT), EEBE, Av Eduard Maristany 10-14, Barcelona 08019, Catalonia, Spain

³Barcelona Center for Multiscale Science & Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Av Eduard Maristany 10-14, Barcelona 08019, Catalonia, Spain; mgarciasan@ipn.mx

Kesterite solar cells are a very interested option by the use of abundant, non toxic and economic materials. But the efficiency of these cells are limited by the presence of defects, especially at the vicinity of the kesterite/CdS interface. The evaluation of J-V curves using multi-wavelength “monochromatic” light allows to tune the absorption penetration depth, assessing the different recombination processes in different regions of the device. Kesterite solar cells represent a very interesting option due to the use of abundant, non-toxic, and inexpensive materials. However, their efficiency is limited by the presence of defects, especially at the vicinity of the kesterite/CdS interface. Evaluating the J-V curves using monochromatic light of multiple wavelengths allows to tune the absorption penetration depth, assessing the different recombination processes in various regions of the device. In this work, high-quality kesterite $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ (CZTSSe) solar cells with four different thickness of CdS were characterized. The I-V curves were measured using a calibrated AAA solar simulator (G2V) based LED light with a light equivalent to AM1.5G conditions. Different cells were selected with photovoltaic conversion efficiencies and fill factors close to or greater than 8% and 50%, respectively. The J-V curves of these cells were characterized using nine different wavelengths, preserving the photon flux. All devices are measured before and after hot plate annealing at 100 °C for 1 h. Illumination time decreases the ideality of the J-V curves, and this decrease is inversely proportional to the CdS thickness. On the other hand, the ideality of the J-V curves is also dependent of the wavelength foton flux, with important variations in wavelength between 2.34 and 2.64 eV, close to the band gap of CdS. Results are related to the photoinduced defects in CdS and at CdS-kesterite interface.

Full Paper Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

On-site, Oral presentation

Topics: Emerging technologies

Keywords: Kesterite solar cells, CdS-kesterite interfaces, J-V curves



ID: 134

A solar semi-static collection system for daytime illumination

Gonzalo Ramos Lopez¹, Raul Avalos Zuñiga¹, Jorge Huerta Ruelas¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; gramos@ipn.mx

One of the major expenses for educational institutions, including the National Polytechnic Institute of Mexico (IPN), is lighting. This encompasses not only nighttime or early-morning lighting, but also daytime lighting. While it is true, that a significant portion of daytime electricity consumption cannot be reduced due to the use of moving machinery, motors, and high-power equipment, it should be possible to lower the energy used for lighting during the day. At CICATA Querétaro, we have previously worked on proposals to address this issue by developing solar-powered prototypes. While the usual solution is to implement a solar powered photovoltaic system with LED lamps, optical solar-tracking systems have been developed and matured to commercial devices. Here we present the development of a solar semi-static illumination system implemented with solar static concentrators and optical fibers.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Solar Energy, Daytime Illumination, Emerging Technologies



ID: 136

Synthesis and characterization of nanostructured YSZ thin films with potential application in fuel cells

Kevin Salazar Martínez¹, Mario Fidel García Sánchez¹, Miguel Domínguez Crespo²

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIITA

²Instituto Politécnico Nacional, UPIIH; ksalazarm1501@alumno.ipn.mx

Las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC, por sus siglas en inglés) constituyen una alternativa prometedora para la conversión eficiente y limpia de energía; sin embargo, sus altas temperaturas de operación continúan siendo una limitante tecnológica. En este trabajo se propone la síntesis y caracterización de películas delgadas nanoestructuradas de óxido de zirconio estabilizado con itrio (YSZ, por sus siglas en inglés), con potencial aplicación como electrolito en SOFC. Las películas se obtuvieron mediante rocío pirolítico ultrasónico, una técnica de bajo costo y adecuada para la deposición de óxidos cerámicos. La caracterización estructural se realizó mediante difracción de rayos X (XRD, por sus siglas en inglés) para identificar las fases cristalinas y la orientación preferencial, así como para calcular el parámetro de celda y evaluar la influencia del dopaje con itrio. La morfología superficial se analizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés), con el fin de observar la homogeneidad y continuidad de las películas. Este estudio busca aportar bases estructurales y morfológicas para el desarrollo de electrolitos delgados aplicables en SOFC de temperatura intermedia.

Full Paper Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

On-site, Poster

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: Energy; SOFC; electrolyte; YSZ



ID: 137

Incremento de la absorción ultravioleta debida al CdO en celdas solares de CdTe: Evolución estructural

José Manuel Flores Márquez¹, César Hernández Vásquez², Miguel Ángel González Trujillo², María de Lourdes Albor Aguilera³

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, Depto. de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México

²Instituto Politécnico Nacional, ESCOM, Formación Básica, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México

³Instituto Politécnico Nacional, ESFM, Depto. de Física, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México.;

jfloresm@ipn.mx

El desarrollo de celdas solares de CdTe con alta eficiencia y estabilidad depende de manera crítica de la optimización de la capa ventana utilizada, particularmente para mejorar la absorción de radiación ultravioleta (UV) y minimizar los procesos de recombinación en la interfaz, contribuyendo con ello al desarrollo de las tecnologías alternativas concernientes para la transición energética. El CdO es un material semiconductor que tiene propiedades optoelectrónicas favorables para mejorar la absorción de la radiación UV cuando se emplea como capa "buffer" previamente depositada a la capa ventana de CdS, alcanzando una brecha de energía prohibida óptica combinada de 2.48 eV. Las películas delgadas de CdO y CdS se depositaron mediante baño químico (DBQ) sobre sustratos de FTO ($\text{SnO}_2:\text{F}$) y tratadas térmicamente; la capa "buffer" de CdO fue depositada primero o sobre la película de CdS, dichas combinaciones fueron sistemáticamente caracterizadas. El CdO_2 es un material que puede presentarse en el DBQ que utiliza H_2O_2 como agente oxidante, como es el caso, y al que se le puede atribuir la absorción en el rango UV, sin embargo, un análisis por DRX reveló que este material no está presente ni antes ni después del tratamiento térmico. Las combinaciones más representativas fueron emuladas para evaluar su desempeño en celdas solares de CdTe donde la heteroestructura CdO/CdS presentó un incremento cercano a cuatro veces la resistencia en paralelo (R_{sh}), pasando de $2003 \Omega \cdot \text{cm}^2$ a $9362 \Omega \cdot \text{cm}^2$, así como un aumento notable en la eficiencia de conversión fotovoltaica, de 8 % (celda referencia) a 14 % (CdO/CdS).

Simposio 2: "Descarbonización y Nuevas Tecnologías"

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies

Keywords: DBQ, CdS, CdO, Celdas Solares de CdTe, capa buffer



ID: 138

Synthesis of antimony sulfide thin films by sequential evaporation-sulfurization: the role of temperature

Emmanuel Abraham Estrada Mujica¹, Jared Armando Vivanco Sánchez¹, Daniel Jiménez Olarte¹, José Manuel Flores Márquez², Cesar Hernández Vásquez³, Sergio Ramírez Velasco¹, Jesús Roberto González Castillo^{1,3}

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, (IPN - ESIME)

²Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (IPN – ESIQIE)

³Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, (IPN - ESCOM); sramirezve@ipn.mx

Second-generation solar cells are a technology that is constantly developing, so better materials are sought for their manufacture. Currently, some materials used, such as cadmium telluride (CdTe) and chalcopyrites (CIGS), are made up of elements that are usually scarce, toxic and expensive, such as cadmium, which is usually harmful to health, or the scarcity of indium and tellurium, which implies higher costs, limiting the long-term development of thin-film solar cells. Antimony sulfide (Sb_2S_3) has been proposed as an absorbent material due to its forbidden energy gap, quasi-1-D structure, and high absorption coefficient suitable for the development of thin-film solar cells. In this work, the synthesis and characterization of Sb_2S_3 thin films on fluorine-doped tin oxide ($\text{SnO}_2:\text{F}$) glass substrates are presented by combining a physical process (thermal evaporation) and heat treatment in a reactive atmosphere. The influence of temperature changes on the synthesis process is also reported.

The following characterization techniques were used to study the synthesized samples: UV-VIS-NIR spectrophotometry, through which the optical properties such as transmittance and the forbidden energy gap corresponding to the material were determined, Scanning Electron Microscopy (SEM) with which the surface of the compound was observed, X-ray diffraction (XRD) with which the formation of Sb_2S_3 was verified in addition to the crystal structure of the compound, I-V curves with which the electrical properties such as resistance and resistivity of the material were determined and profilometry to determine the thickness of the samples.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies

Keywords: Thin films, second-generation solar cells, antimony sulfide



ID: 141

Configuración de un sistema láser pulsado 532 nm para el procesamiento eficiente de películas delgadas fotovoltaicas

Cesar Hernandez Vasquez¹, José Manuel Flores Márquez², Maria de Lourdes Albor Aguilera³, Sergio Ramírez Velasco⁴, Jesús Roberto González Castillo⁴, Daniel Jiménez Olarte⁴

¹Instituto Politécnico Nacional-ESCOM

²Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE

³Instituto Politécnico Nacional-ESFM

⁴Instituto Politécnico Nacional-ESIME; chernandezex@gmail.com

Este trabajo presenta la optimización de un sistema de tratamiento térmico mediante láser pulsado (Nd:YAG, 532 nm) como técnica avanzada para la modificación de las propiedades optoelectrónicas de películas delgadas de sulfuro de cadmio (CdS). La configuración experimental se centró en el establecimiento preciso de parámetros críticos de irradiación para evitar la sublimación del material, determinando una densidad de energía de 30 μJ y una frecuencia de pulsos de 3000 Hz. La estrategia de tratamiento consistió en el ajuste de la distancia focal a 10.10 cm (1.75 mm fuera del punto focal) para maximizar el área de irradiación, junto con una velocidad de desplazamiento de 30 mm/s y un paso vertical de 6.35 μm , garantizando una superposición de pulsos del 25% para asegurar una irradiación uniforme. Los resultados obtenidos en películas de 40 y 80 nm demuestran que este protocolo de tratamiento favorece la recristalización en fase hexagonal y mejora la compacidad granular, validado mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido (MEB). Comparado con el tratamiento térmico convencional en mufla, la implementación del tratamiento láser optimizado permite una mayor definición del borde de absorción y una morfología superior, consolidándose como una alternativa eficiente y precisa para la optimización de materiales en dispositivos fotovoltaicos.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation, Other

Keywords: Películas delgadas, Laser pulsado, Tratamiento térmico, Nd:YAG



ID: 144

Plataforma experimental para la conversión electrónica basada en semiconductores GaN

Alexander-Rafael Mirabal-Reyes¹, Pedro-Enrique Velázquez-Elizondo¹, Nancy Mondragón-Escamilla, Ismael Araujo-Vargas¹

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Culhuacán, México; pvelazqueze@ipn.mx

Gran parte de la investigación experimental sobre la conversión y calidad de la energía eléctrica, como la mitigación de armónicos, la corrección del factor de potencia ante cargas no lineales y la integración eficiente de fuentes renovables como la solar o la eólica, recae sobre convertidores electrónicos conectados a la red. El advenimiento de transistores GaN capaces de conmutar a frecuencias en el orden de los megahertz (MHz) abre oportunidades de investigación en cuanto a posibilidades de desplazar y atenuar la huella armónica de conmutación, facilitando el cumplimiento de normativas de calidad de la energía y reduciendo drásticamente las pérdidas de conversión energética. Para habilitar esta exploración sobre bases experimentales limpias y libres de ruido, este trabajo presenta una plataforma de potencia modular de 8 kW y 400 V optimizada para semiconductores GaN. El hardware mitiga los desafíos de la alta frecuencia mediante una PCB de 8 capas y 1.04 mm de espesor que cancela eficazmente los campos magnéticos, logrando formas de onda limpias a 2 MHz. Asimismo, incorpora canales de medición diferenciales galvánicamente aislados y transmisión digital LVDS, blindando las señales contra interferencias electromagnéticas. Pruebas a 8 kW demostraron una elevación térmica de 17 °C en el sustrato metálico, validando su robustez y seguridad. Gracias a su interfaz de control modular, este desarrollo constituye una infraestructura indispensable y confiable para validar nuevas estrategias de filtrado activo, rectificación con factor de potencia unitario e inyección eficiente de energía limpia a la red eléctrica.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: energy; efficiency; GaN



ID: 146

Synthesis and characterization of the p-type semiconductor LaCuOSe for photovoltaic applications

Jacobo Martínez Reyes^{1,2,7}, María de la Luz Olvera Amador², Ashok Adhikari³, Ahlam I. Al-Sulami⁴, Abeer M Alosaimi⁵, Naglaa Salem El-Sayed⁶

¹Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco

²Electrónica del Estado Sólido-Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Zacatenco

³Electrónica del Estado Sólido-Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Zacatenco

⁴College of Science, Department of Chemistry, University of Jeddah, Jeddah

⁵Department of Chemistry, College of Science, Taif University

⁶Cellulose and Paper Department, National Research Centre, Dokki, Giza, Egypt

⁷Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación; jmartinezr0617@ipn.mx

This work reports the synthesis of the lanthanum-copper oxyselenide (LaCuOSe) system, a p-type semiconductor, via a solid-state reaction. X-ray diffraction (XRD) characterization confirmed the formation of the characteristic tetragonal phase of the oxyselenide, coexisting with traces of the monoclinic phase $\text{La}_2\text{Cu}(\text{SeO}_3)_4$. This polymorphism, previously identified in lanthanum- and copper-based oxychalcogenide materials, was detected as a secondary phase in the synthesized material.

Morphological analysis using scanning electron microscopy revealed a polycrystalline microstructure with characteristics typical of an alloy, exhibiting polygonal grains and well-defined intergranular transition zones. These structural features are fundamental to understanding the material's transport properties.

The electronic properties of the system were evaluated using Density Functional Theory (DFT) calculations, yielding an energy gap of 2.5 eV, a value close to the experimentally determined value (2.8 eV). This gap, located in the visible spectrum, positions LaCuOSe as a promising candidate for applications in direct absorption photovoltaic technologies, thus contributing to the diversification of materials for the energy transition and the decarbonization of the electricity sector.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Oxyselenides, LaCuOSe, semiconductors, solid-state synthesis, photovoltaics, materials for decarbonization



ID: 147

Optimización de la síntesis y caracterización del BaSnO₃ obtenido por el método Pechini para aplicaciones fotocatalíticas

Ana Elena Hernández Sánchez¹, Antonieta García Murillo¹, Felipe de Jesús Carrillo Romo¹

¹Centro de Investigación e Innovación Tecnológica, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México;
anaehdez.13@gmail.com

Los contaminantes emergentes, particularmente los antibióticos presentes en cuerpos de agua representan un problema ambiental debido a su persistencia y a la limitada eficiencia de los tratamientos convencionales para su eliminación. Entre los materiales con potencial para aplicaciones fotocatalíticas destaca el estannato de bario (BaSnO₃), una perovskita con elevada estabilidad química y térmica. El objetivo de este trabajo consiste en optimizar la síntesis de BaSnO₃ mediante el método sol-gel tipo Pechini, evaluando sus propiedades estructurales y morfológicas como etapa previa a su aplicación en procesos fotocatalíticos. La síntesis se realizó utilizando nitrato de bario y cloruro de estaño (IV), ajustando parámetros como la complejación, el pH y el tratamiento térmico para favorecer la formación de la fase perovskita. Los materiales obtenidos fueron caracterizados mediante difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía de fotoluminiscencia. El refinamiento estructural evidenció la obtención de una muestra constituida por 96.8 % de BaSnO₃ y 3.2 % de SnO₂, lo que confirma una mejora significativa en la pureza de fase respecto a las condiciones iniciales de síntesis. Asimismo, la caracterización permitió verificar la formación de la estructura cristalina característica del BaSnO₃ y establecer las bases para evaluar posteriormente la eficiencia de sus propiedades fotocatalíticas. Estos resultados demuestran que la optimización del método Pechini constituye una estrategia eficaz para obtener materiales con alta pureza y alto potencial en aplicaciones fotocatalíticas.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Online, Poster

Topics: Emerging technologies

Keywords: BaSnO₃, pechini method, perovskite, photocatalysis



ID: 150

Propiedades ópticas, morfológicas y estructurales de las películas delgadas de perovskita CsSnI_3 con diferentes disolventes

Laura del Carmen Catalan Hernandez¹, Jesus Israel Guzman Castañeda², Jose Alberto Andraca Adame³, Hugo Martínez Gutiérrez⁴, Karla Jenny Lozano Rojas²

¹Instituto Politécnico Nacional, ENCB, Ciudad de México, México

²Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, Ciudad de México, México

³Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, Pachuca, Hidalgo, México

⁴Instituto Politécnico Nacional, CNMN, Ciudad de México, México.; lcatalanh1800@alumno.ipn.mx

Las celdas solares de perovskita libres de plomo basadas en CsSnI_3 representan una de las tecnologías emergentes más prometedoras para aplicaciones fotovoltaicas debido a su bajo costo y propiedades optoelectrónicas. Sin embargo, la calidad estructural y morfológica de las películas depende críticamente de las condiciones de síntesis, influyendo directamente en su desempeño.

En este trabajo se fabricaron películas delgadas mediante la técnica de Spin-Coating, empleando dimetilformamida (DMF), dimetilsulfóxido (DMSO) y mezclas binarias DMF:DMSO en proporciones volumétricas (1:1, 2:1, 4:1, 6:1), con el objetivo de evaluar el efecto del disolvente sobre las propiedades del material. Las propiedades ópticas se analizaron mediante espectroscopía UV-Vis, observándose un intervalo de absorción entre 230-600 nm. La estructura cristalina se caracterizó mediante difracción de rayos X (XRD), identificándose principalmente las fases ortorrómbica negra y amarilla. Asimismo, la morfología superficial se evaluó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

Los resultados muestran que el DMSO favorece la formación de películas más homogéneas; sin embargo, inhibe la estabilización de la fase ortorrómbica negra, adecuada para la conversión fotovoltaica. En contraste, el DMF permite obtener la fase cristalina deseada, aunque con una morfología más heterogénea, que podría afectar el transporte de los portadores de carga. Las mezclas DMF:DMSO en proporciones 4:1 y 6:1 presentaron el mejor equilibrio entre homogeneidad morfológica y calidad cristalina. Estos resultados aportan criterios para la selección de disolventes en la síntesis de películas de CsSnI_3 y contribuyen a la optimización de nuevos materiales para la transición hacia tecnologías solares de tercera generación más limpias y eficientes.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: solar cells; thin films; perovskite; solvents; properties



ID: 153

Efecto del dopaje con Sn^{2+} en las propiedades estructurales y ópticas de EAPbBr_3 para su posible aplicación en celdas solares tipo tándem

Jennifer Lara González¹, Antonieta García Murillo¹, Felipe de Jesús Carrillo Romo¹

¹Instituto Politécnico Nacional, CIITEC-IPN, CDMX, México; 08lara.jennifer@gmail.com

Las perovskitas de haluro son semiconductores ampliamente estudiados por su desempeño en celdas solares. Sin embargo, su aplicación práctica se ve limitada por problemas de estabilidad ambiental. Una estrategia para mitigar su degradación es el dopaje metálico, capaz de mejorar la estabilidad y optimizar propiedades.

Aunque se han reportado estudios en perovskitas de haluro basadas en etilamonio (EA^+), los efectos del dopaje metálico continúan siendo poco estudiados en estos materiales. Por ello, en este trabajo se sintetizaron muestras de EAPbBr_3 dopadas con Sn^{2+} en concentraciones de 1, 2, 5, 10 y 15 % mol mediante el método de precipitación por antisolvente, con el objetivo de evaluar su influencia sobre las propiedades estructurales y ópticas y determinar su potencial fotovoltaico.

La caracterización se realizó mediante difracción de rayos X (DRX), espectroscopía Raman, espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), espectrofotometría ultravioleta-visible (UV-Vis), fotoluminiscencia (PL) y microscopía electrónica de barrido (MEB).

Los resultados muestran que la incorporación de Sn^{2+} modifica significativamente las propiedades del material. Entre las concentraciones evaluadas, la muestra dopada al 10 % mol presentó el mejor equilibrio entre estabilidad estructural y desempeño óptico. En esta muestra, el valor de la energía de banda prohibida disminuyó de 3.54 eV (material puro) a 2.84 eV, manteniendo una adecuada estabilidad tras 100 días de almacenamiento. Estos resultados sugieren que el dopaje con Sn^{2+} contribuye a optimizar las propiedades de EAPbBr_3 y que la concentración de 10 % mol es la más prometedora para su aplicación como capa fotoactiva en celdas solares tándem.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Halide perovskites; ethylammonium; Sn^{2+} doping; band gap; tandem solar cells



ID: 154

From the refinery to the oil reservoir: Application to in-situ upgrading of heavy crude oils

Jorge Anchevta Juárez

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, México; janchevtaj@ipn.mx

Various commercially used petroleum refinery processes were found to be similar in concept than those employed for in-situ upgrading of heavy crude oils in reservoirs. The following similarities were identified: 1) in-situ hydrogen production uses similar idea than vacuum residue gasification, 2) in-situ solvent addition is comparable to the widely used solvent deasphalting, 3) in-situ hydrogen addition is like the well-known hydrogen addition technology, particularly almost identical to the slurry-phase hydrocracking, and 4) catalytic aquathermolysis is based on aquaconversion process. Although ex-situ and in-situ upgrading processes are similar in nature, the petroleum refinery processes make use of properly designed reactor, while in-situ upgrading technologies use the reservoir as a natural reactor. During in-situ upgrading, to monitor and control the conditions within the reservoir, particularly temperature and pressure, is not an easy task, while for ex-situ upgrading it is indeed much easier. It was recognized that among all technologies for in-situ upgrading, catalytic aquathermolysis only requires devices for the catalyst addition, while others use more sophisticated equipment, and it emerges as an attractive approach to reduce the heavy crude oil viscosity at values required for transportation, so that the recovery factor can be increased.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Crudos pesados; mejoramiento insitu; aquathermolysis



ID: 156

Análisis de los efectos térmico y catalítico sobre la distribución de productos de pirólisis mediante Partial Least Squares

Martín Rodríguez Frago¹, Sandro González Arias¹, Octavio Elizalde Solís¹, Edgar Ramírez Jiménez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; eramirezj@ipn.mx

La pirólisis catalítica de biomasa involucra una compleja red de reacciones simultáneas cuyo comportamiento depende tanto de la severidad térmica como de la interacción con el catalizador.

Dada la gran cantidad de productos generados, en este trabajo se aplicó la metodología Partial Least Squares (PLS) para analizar la relación entre la composición de los productos de pirólisis y las variables de proceso. Las materias primas fueron bagazo de caña de azúcar y *Salicornia spp.*, sometidas a pirólisis térmica y catalítica en un reactor tubular de lecho fijo operando a distintas condiciones de temperatura y relación catalizador:biomasa.

Los datos experimentales se organizaron en cuatro bloques independientes correspondientes a rendimientos globales, composición gaseosa, composición líquida y regiones espectrales obtenidas mediante FTIR del residuo sólido. Para cada bloque se desarrollaron modelos PLS independientes considerando como variable respuesta la temperatura o la relación catalizador:biomasa, permitiendo desacoplar el efecto térmico del catalítico sobre la distribución de productos. Los modelos fueron construidos de manera independiente para cada biomasa para evaluar las diferencias en su respuesta química.

La interpretación de los modelos se realizó mediante las variables latentes, los vectores de carga y los índices Variable Importance in Projection (VIP), permitiendo identificar las especies químicas con mayor contribución a cada condición de operación.

La metodología permite establecer las familias de compuestos con mayor sensibilidad a la temperatura y cuáles responden a la presencia del catalizador, proporcionando una herramienta estadística para interpretar la evolución química del proceso y comparar el comportamiento de diferentes biomásas durante la pirólisis catalítica.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Partial Least Squares, pyrolysis, biomass, added value, products



ID: 159

Simulación de un control PI en cascada y modulación SVPWM para un inversores fuente de corriente trifásico con filtro LC conectado a la red

Javier Moreno Hernandez¹, Jaime José Rodríguez Rivas¹, Daniel Memije Garduño¹, Oscar Carranza Castillo^{1,2}, Ruben Ortega González^{1,2}, Fidel Pérez Carmona¹, Jorge Luis Gayosso Armenta¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Zacatenco, México

²Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), México.; javs7n7@gmail.com

Los inversores interconectados a la red toman un papel importante en la integración de sistemas de conversión de energía renovable (SCER) ya que en la actualidad los inversores trifásicos fuente de corriente (CSI) no cuentan con un amplio estudio a diferencia de los inversores fuente de voltaje (VSI). Los CSI tienen limitaciones, ya que están expuestos a perturbaciones externas (armónicos de fondo) e internas (Overlap-Time). El propósito de este estudio es proponer y validar una estrategia de control lineal en cascada para un inversor CSI trifásico interconectado a la red. La metodología abarca el modelado matemático del CSI con filtro LC en un marco de referencia síncrono (dq), mediante una linealización por retroalimentación para mitigar el acoplamiento entre ejes. Además, del diseño de controles proporcionales-integrales (PI): un lazo interno para regular el voltaje de los capacitores y un lazo externo de corriente del inductor (corriente inyectada a la red), ambos sintonizados según los criterios de estabilidad de Nyquist. Por último, las señales de control se envían a una etapa de modulación de vector espacial (SVPWM) diseñado para tener una eficiente conmutación de los IGBTs y evitar la perturbación provocada por Overlap-Time. Los resultados obtenidos mediante la simulación del sistema en Matlab/Simulink muestran un seguimiento preciso de las referencias de corriente activa y reactiva, atenuando las resonancias introducidas por el filtro LC. En conclusión, la integración de controladores PI en cascada con modulación SVPWM garantiza una inyección de energía estable y eficiente en la red.

Full Paper Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Emerging technologies, Decarbonization, Other

Keywords: current source inverter; SVPWM; grid-tied inverter; Power Quality; PI control



ID: 165

Nanoestructuras Unidimensionales de óxido de zinc sintetizadas mediante la técnica vapor-líquido-sólido para la degradación de contaminantes emergentes

José Francisco Malagón García¹, Mario Fidel García Sánchez¹, Ateet Dutt²

¹Instituto Politécnico Nacional-UPIITA

²Universidad Nacional Autónoma de México-IIM; paco_pp@ciencias.unam.mx

En la actualidad, la presencia de contaminantes emergentes en cuerpos de agua representa un desafío ambiental y de salud pública cada vez mayor, debido a que muchos de estos compuestos, como antibióticos, colorantes, productos farmacéuticos y cosméticos, presentan una alta estabilidad química que dificulta su eliminación mediante los procesos convencionales de tratamiento de agua. En este contexto, los procesos de oxidación avanzada surgen como una de las alternativas más prometedoras para su degradación. Este trabajo tiene como objetivo sintetizar y optimizar nanoestructuras unidimensionales de óxido de zinc (ZnO) para la eliminación de contaminantes emergentes en medios acuosos. Para ello, las nanoestructuras son sintetizadas mediante la técnica Vapor-Líquido-Sólido (VLS), utilizando oro como catalizador. La modificación de parámetros de crecimiento, tales como la temperatura, posición o tiempo, permite controlar la morfología, la orientación y los defectos presentes en la estructura cristalina. La actividad fotocatalítica de las nanoestructuras de ZnO se evalúa bajo irradiación UV, promoviendo la generación de pares electrón-hueco que reaccionan con el medio acuoso para producir especies reactivas de oxígeno, responsables de la degradación de los contaminantes. Se espera que la optimización de las propiedades físicas y químicas de las nanoestructuras incremente la adsorción y degradación de contaminantes emergentes, favoreciendo su transformación en compuestos menos nocivos o incluso su completa mineralización, contribuyendo así al desarrollo de tecnologías sostenibles para el tratamiento avanzado de aguas.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Environment, Emerging technologies, Other

Keywords: nanoestructuras, óxido de zinc, foto-catálisis



ID: 169

Optimización estructural de un álabe para aerogenerador de eje horizontal mediante estructuras lattice

Paulina Berenice Baños Hinojosa¹, Miguel Antonio Domínguez Crespo¹, Jesús Mares Carreño¹

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, México; pbanosh1700@alumno.ipn.mx

Este trabajo aborda la necesidad de optimizar la eficiencia y sostenibilidad en la energía eólica mediante el uso de materiales alternativos y geometrías avanzadas que reduzcan el uso de compuestos tradicionales difícilmente reciclables. El objetivo es evaluar la optimización estructural mediante estructuras lattice de un álabe para un aerogenerador de eje horizontal, utilizando como base la reconstrucción geométrica del modelo comercial GE Vernova GE 2.5-120. Metodológicamente, se realizó primero un análisis CFD a una velocidad de viento de 10 m/s utilizando el modelo de turbulencia $k-\omega$ SST para capturar con precisión los fenómenos aerodinámicos en la punta. Posteriormente, las cargas obtenidas se transfirieron a Altair OptiStruct 2026 para ejecutar una optimización estructural y un análisis lineal estático. Se consideró PLA con fibra de carbono como material único para viabilizar su posterior prototipado mediante manufactura aditiva. Los resultados preliminares muestran una configuración óptima que conserva las conchas sólidas e integra los lattices en el núcleo interno. Esta distribución reemplaza eficazmente las varillas y refuerzos de la manufactura convencional, manteniendo la rigidez y mitigando los esfuerzos máximos. Con esto, se demuestra la viabilidad de aligerar componentes sin comprometer la integridad mecánica.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Environment, Emerging technologies

Keywords: Structural optimisation; lattice structures; Blade; Sustainable technology



ID: 177

Análisis de costos en la electrólisis alcalina para la transición energética: Suministro de red frente a sistemas fotovoltaicos integrando la metodología APQP

Cristian Martínez-Domínguez¹, Delia Guadalupe Robles-Galena¹, Ernesto Flores-Rojas¹, Rosa de Guadalupe González-Huerta²

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIEM, GAM, CDMX, México

²Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, GAM, CDMX, México; cmartinezd2102@alumno.ipn.mx

El papel de la producción de hidrógeno como vector energético es de importancia para la transición energética. La Electrólisis Alcalina (EA) es un proceso maduro con una estabilidad industrial. En México, la ausencia de fabricantes nacionales de EA representa una ventana de oportunidad para impulsar la producción local y disminuir la brecha tecnológica. El propósito de este estudio es analizar la aplicación de electrolizadores alcalinos, integrando la metodología *Advanced Product Quality Planning* (APQP) en su diseño y manufactura, para calcular el Costo Nivelado del Hidrógeno (LCOH) en el país. La aplicación de la metodología APQP ayudó a mitigar los riesgos y aumentar la reproducibilidad del producto. Simultáneamente, se desarrolló un análisis económico de CAPEX y OPEX que compara el suministro de energía mediante la red convencional frente a sistemas interconectados con un sistema fotovoltaico. Los resultados obtenidos indican que la integración fotovoltaica redujo drásticamente los costos operativos, alcanzando un LCOH altamente competitivo en el mercado nacional, frente al suministro eléctrico tradicional. En conclusión, la adopción de la metodología APQP junto con el análisis de aplicaciones derivadas de estos resultados son fundamentales para detonar el mercado del hidrógeno, ofreciendo soluciones energéticas rentables y sostenibles orientadas a industrias que buscan cumplir con políticas Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ESG).

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Energy transition, Decarbonization, Green hydrogen

Keywords: Alkaline Electrolysis; Energy Transition; Decarbonization



ID: 182

Sustainable production of bioethanol from combined mixture of sargassum and sugar cane bagasse

Ranly Emir Sierra-Poot¹, Aide Minerva Torres-Huerta¹, Miguel Antonio Dominguez-Crespo¹, Facundo Joaquín Márquez Rocha¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; fmarquez@ipn.mx, rsierrap2000@alumno.ipn.mx

The persistent and large-scale proliferation of invasive aquatic plant species, such as Sargassum (Sargassum fluitans/Sargassum natans) in marine environments, has led to considerable ecological disturbances and socio-economic losses across affected regions. These phenomena, driven by climate change and eutrophication, present an urgent need for mitigation strategies that simultaneously address environmental and energy challenges. The present study investigates the potential use of two abundant biomasses as feedstocks Sargassum and Bagasse for second-generation bioethanol production. Emphasis is placed on optimizing the biomass ratio and enzymatic treatment to maximize reducing sugar yield via enzymatic hydrolysis. Alkaline pretreatment was employed to disrupt lignin content and enhance cellulose accessibility, followed by hydrolysis using an enzyme cocktail specifically, amylase-cellulase, amylase-driselase, and cellulase-driselase. Reducing sugars were quantified by the 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) method. Results demonstrated that the combination of amylase and cellulase yielded the highest concentration of reducing sugars, reaching 1770.81 mg/mL after 48 hours. These findings underscore the critical role of both biomass formulation and enzymatic synergy in enhancing saccharification efficiency. This research contributes valuable insights to the development of sustainable, cost-effective bioconversion pathways for invasive biomass resources.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

On-site, Poster

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: biomass, enzymatic hydrolysis, sargassum, reducing sugars, bioethanol



ID: 183

Nanocubos híbridos de (Cu/Cu₂O/CuO) obtenidos vía síntesis mediada por biomoléculas para combustibles solares

Hector Alfredo Calderon Benavides¹, Rogelio Garcia Abundez², Tetyana Kryshtab¹, Hugo Martinez Gutierrez³

¹Instituto Politécnico Nacional, ESFM, México

²Instituto Politécnico Nacional, ENCB, México

³Instituto Politécnico Nacional, CNMN, México; hcalderonb@ipn.mx

Los combustibles solares representan una estrategia fundamental para almacenar energía renovable en enlaces químicos, superando así el desafío de la intermitencia lumínica solar. Para este fin, los catalizadores basados en nanopartículas de cobre destacan por su alta selectividad en la reducción de CO₂ hacia metanol y otros compuestos de alto valor añadido. En este trabajo se propone una ruta de síntesis one-pot mediada por biomoléculas para la obtención de nanocubos híbridos. Estos nanomateriales consisten en mesocristales que integran de forma simultánea distintas fases (Cu, CuO y Cu₂O). Mediante patrones de difracción de rayos X (XRD) se investigó las fases presentes obteniendo cobre metálico, fases de óxido (CuO y Cu₂O), y la formación de una coraza carbonosa protectora. La microscopía electrónica de barrido (SEM) evidenció la morfología cúbica de las partículas, mientras que la microscopía de transmisión (TEM) reveló la estructura de mesocristal, cuya poli cristalinidad fue confirmada mediante difracción de electrones de área selecta (SAED). Por su parte, la espectroscopia de energía dispersiva (EDS) corroboró la composición química, y a partir de los análisis de espectroscopia UV-Vis se calculó la brecha de energía (bandgap) junto con el intervalo del espectro de absorción. La sinergia multifásica de los nanocubos optimiza las propiedades optoelectrónicas: reduciendo el bandgap, ampliando el intervalo de absorción lumínica respecto a los materiales en bulto e inyectando electrones calientes. Estas características maximizan la eficiencia de reducción, consolidando a estos mesocristales como candidatos para el sector energético.

Full Paper Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Solar fuels; Multiphase mesocrystals; CO₂ reduction



ID: 184

Síntesis y caracterización de nanoalambres de óxido de cobre mediante oxidación de sustrato a 400 °C

Hector Alfredo Calderon Benavides¹, Berenice Nayelli Castañeda Avila¹, Mario Cureño Ortiz¹

¹Instituto Politécnico Nacional, ESFM, Mexico; hcalderonb@ipn.mx

El objetivo de este trabajo es evaluar el potencial de los nanoalambres de CuO para aplicaciones en dispositivos para generar fotosíntesis artificial, aprovechando su alta relación área-volumen y sus propiedades de absorción de luz visible. Los nanoalambres de CuO se sintetizan mediante oxidación térmica de sustratos de cobre, un método para producir nanoestructuras bidimensionales. Las rejillas de cobre se limpian con HCl para eliminar impurezas, se enjuagan con agua destilada y se secan con argón. Posteriormente, la muestra se somete a tratamiento térmico a 400 °C durante 5 horas, lo que ocasiona crecimiento de los nanoalambres mediante procesos de nucleación y crecimiento por difusión. La caracterización se lleva a cabo mediante Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM,) técnica clave debido a su capacidad para proporcionar información morfológica, estructural y cristalográfica. En las imágenes se observan nanoalambres con longitudes medias de 8 µm, así como variaciones en el número de nanoalambres en función de la región analizada, a mayor resolución se determina un diámetro medio de 50 nm. A mayores aumentos, se pueden identificar detalles morfológicos como estructuras tubulares y discontinuidades en los bordes. El análisis de los patrones de difracción de electrones permite estudiar la estructura cristalina. A partir de la medición de los anillos de difracción y la evaluación de las distancias interplanares, los valores obtenidos son compatibles con el óxido de cobre. En conjunto, la oxidación térmica permite la síntesis eficiente de nanoalambres de CuO, mientras que el TEM proporciona una caracterización detallada de su morfología y estructura cristalina.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: combustibles solares, heteroestructuras, síntesis dirigida



ID: 185

Nanomateriales para la síntesis de combustibles solares para una emisión neta cero de carbono

Hector Alfredo Calderon Benavides¹, Ernesto Neri Cruz²

¹ESFM IPN, México

²ESIME IPN, México; hcalderonb@ipn.mx

De la energía utilizada a nivel mundial actualmente, casi el 80% se obtiene de combustibles fósiles. Esto implica la emisión de CO₂ y otros gases contaminantes. Una estrategia para controlar las emisiones de CO₂ a la atmósfera es la fabricación de combustibles bajo el enfoque denominado “emisiones netas cero de CO₂”. El cual consiste en la captura de CO₂ y radiación solar para sintetizar combustibles basados en hidrocarburos. De esta manera el CO₂ entra en un ciclo como el ya conocido proceso de fotosíntesis, que en este caso tal proceso se lleva a cabo de forma artificial, por lo que se le conoce como Fotosíntesis Artificial. Sin embargo, para que sea viable, el reto es el desarrollo de materiales altamente eficientes que puedan producir combustibles de forma económica que sustituyan parcialmente a los combustibles fósiles. Este trabajo se enfoca a la síntesis de materiales nanoestructurados que puedan no solo absorber la mayor cantidad de radiación solar, sino también de efectuar la mayor cantidad de reacciones químicas para formar enlaces carbono–hidrógeno. Las nanoestructuras trabajadas tienen una morfología de nanoalambres de dióxido de titanio (TiO₂) con nanopartículas de oro embebidas. Los nanomateriales se han sintetizado por métodos químicos y electroquímicos y han sido caracterizados por difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica tanto de barrido como de transmisión (SEM y HRTEM). Los nanoalambres obtenidos tienen un diámetro que va de 40 a 60 nm y las nanopartículas de oro un diámetro en un rango de 3 a 10 nm.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: Artificial Photosynthesis, nanomaterials, HRTEM, SEM, Net Zero emissions



ID: 186

Diseño y construcción de un cañón de plasma coaxial para el estudio de la interacción plasma-pared

José Antonio Meza Andrade¹, Gonzalo Ramos Lopez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; gramos@ipn.mx

La interacción plasma-pared (PWI) es un reto crítico para el desarrollo de los reactores de fusión nuclear por confinamiento magnético, ya que los materiales de la primera pared son expuestos a plasmas de altas energías. Esto provoca la erosión de la primera pared, así como la implantación y retención de hidrógeno, fenómenos que indirectamente comprometen la estabilidad del plasma. El presente trabajo muestra el diseño y construcción de un cañón de plasma coaxial (PG-Qro02), que fue desarrollado para el estudio de la interacción del plasma con la pared, mediante la generación de plasmas densos pulsados, que se asemejan a las condiciones de la región Scrape-Off Layer (SOL) de un Tokamak. El dispositivo se compone de un banco de condensadores con una energía almacenada de 0 a 1 kJ, un sistema de vacío, un sistema de alimentación de gas, un portamuestras y un sistema de diagnóstico. El diseño tiene como base el modelo Snowplow. Se presenta el diseño de los diferentes componentes y la construcción del PG-Qro02, así como las pruebas de vacío, que alcanzaron una presión de 1×10^{-2} Torr, empleando una bomba mecánica.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: Plasma, Design, Wall, Interaction



ID: 187

Espectroscopio de desorción térmica

Ricardo Magallon Mata², Gonzalo Ramos Lopez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México

²Universidad Tecnológica de Querétaro, UTEQ; gramos@ipn.mx

La demanda energética mundial y la necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles han impulsado el desarrollo de la fusión nuclear, entre otras fuentes alternativas, como fuente de energía. Su viabilidad depende de superar retos como la interacción plasma-pared (IPP), fenómeno en el que iones de deuterio y helio se implantan en las paredes internas del reactor, provocando erosión y retención de combustible. La espectroscopía de desorción térmica (TDS, por sus siglas en inglés) ha probado ser útil para cuantificar los gases retenidos en una muestra, en principio de la primera pared, en función de la temperatura y obtener información valiosa sobre su cantidad y la energía con la que se enlaza con los materiales candidatos para la primera pared.

El objetivo de este trabajo es diseñar y construir una cámara de TDS que permita caracterizar los materiales expuestos a plasmas en condiciones similares a los de la primera pared de un reactor de fusión. Esta técnica se empleará en el análisis de la desorción de Deuterio-Helio de muestras expuestas en el cañón de plasma PG-Qro01. Se muestra el diseño y validación de los elementos de la cámara, el portamuestras con calentamiento controlado, los sistemas de vacío, y finalmente se lleva a cabo su maquinado y ensamble. Como resultado se obtuvo una cámara de TDS funcional.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: Fusion Nuclear, Espectroscopia de Desorción Térmica, TDS



ID: 188

Producción de bioenergía con un sistema compuesto de celda de combustible microbiana - humedal artificial

Samantha Nájera Hernandez¹, Kerry Garret Moncibais¹, Miguel Mauricio Aguilera Flores¹, Verónica Ávila Vázquez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional de Ingeniería Campus Zacatecas; Blvd. Del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac., México. Tel. 55) 5729-6000 ext 83561; snajerah2300@alumno.ipn.mx

La contaminación en cuerpos de agua por fármacos y la creciente demanda energética han resaltado la importancia de desarrollar tecnologías que integren el tratamiento de aguas residuales con la producción de energía renovable. Las celdas de combustible microbianas (CCM) acopladas a humedales artificiales (HAC) demostraron ser una solución innovadora al combinar la capacidad natural de los humedales para eliminar contaminantes con la producción de bioenergía durante el proceso, sin embargo, el costo elevado de los materiales utilizados en electrodos dificulta su aplicación a gran escala. En este contexto, se usó un sistema CCM-HAC empleando un ánodo de fieltro de carbón y dos tipos de cátodos: barras de grafito y un biocátodo elaborado a partir del hueso de una especie invasora en México (*Pterygoplichthys* sp.), con el objetivo de evaluar su desempeño energético y en el tratamiento de agua residual. La densidad de potencia máxima obtenida fue de 0.58 mW/m² y 0.56 mW/m², un corriente máx. de 3.46 mA/m² y 3.64 mA/m² para el biocátodo y las barras de grafito respectivamente. La resistencia total se redujo de 286.43 Ω (grafito) a 124.74 Ω (biocátodo), indicando una transferencia de electrones más eficiente. En cuanto al % de remoción de contaminante (ibuprofeno), se presentó el 35% y 96% para cátodo de grafito y biocátodo respectivamente. Esto demuestra la similitud en la producción de bioenergía para ambos cátodos, y el biocátodo presenta mayor remoción de fármacos, ofreciendo una alternativa sustentable y de bajo costo.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Environment, Emerging technologies

Keywords: Biocátodo, bioenergía, materiales sustentables, *Pterygoplichthys* sp., tratamiento de aguas residuales



ID: 190

Producción de bioenergía mediante el aprovechamiento de un residuo agroindustrial en una celda de combustible microbiana

Karol Yaretzhi Lopez-Perez¹, Miguel Ángel Uribe-Aranda², Miguel Mauricio Aguilera-Flores¹, Verónica Ávila-Vázquez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional de Ingeniería Campus Zacatecas, Zacatecas, México

²Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Facultad de Ingeniería, Merida, México;
klopezp2302@alumno.ipn.mx

Actualmente la generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles continúa siendo la principal fuente de energía a nivel mundial; no obstante, se caracteriza por su elevada contribución a la contaminación atmosférica, lo que constituye una de sus desventajas. Por lo anterior, la búsqueda de soluciones ha llevado al desarrollo de tecnologías innovadoras como las celdas de combustible microbianas (CCM), utilizadas en el tratamiento de aguas residuales, por su capacidad de remoción de contaminantes mediante la actividad metabólica de microorganismos electrogénicos. En este estudio se compara el rendimiento electroquímico de dos celdas de combustible microbianas de una cámara con y sin resistencia externa, para la producción de bioenergía empleando como sustrato la vinaza derivada de la producción del mezcal. La metodología incluyó el montaje de dos sistemas, uno con resistencia externa de 1 M Ω (CCMR) y el otro sin (CCMS), ambas celdas se conformaron de tres ánodos de carbón felt y cátodos de tela con Platino, así como una malla de acero inoxidable empleada como colector de corriente. La CCMS presentó un DP_{max} de 44.6 y I_{max} de 0.93 mA, y un DP_{max} e I_{max} de 32.6 y 0.70 para la CCMR. Se concluyó que el empleo de la resistencia de 1 M Ω en las celdas limita el flujo de electrones generando una I_{max} y DP_{max} ligeramente menor comparada con CCMS.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Environment, Emerging technologies

Keywords: Bioenergy; MFC; External resistance; Treatment



ID: 196

Estudio de obtención de nanopartículas metálicas (Ag, Au, Cu) a partir de biomasa microalga

Roberto Limas Ballesteros, Herminio Cinto Olivares, Paola Moreno Najera, Jin An Wang

Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, LAIIQA, Ciudad de México, México.; hcintoo1300@alumno.ipn.mx

Las microalgas son una alternativa con gran potencial para disminuir la dependencia hacia los combustibles fósiles. El biodiésel obtenido a partir de microalgas presenta como ventajas la reducción del consumo de combustibles fósiles, atrapamiento de emisiones de CO₂, y su integración en un sistema de biorrefinería con múltiples bioproductos. En este trabajo se obtuvo biodiésel utilizando medio de cultivo Bold Basal y una mezcla de aire y CO₂ al 4 %. El sobrenadante resultante de la cosecha microalgal se usó para obtener nanopartículas de plata como subproducto de la obtención de biodiesel. El biodiesel obtenido se caracterizó y cumple con las características principales de normas internacionales. El sobrenadante microalgal acuoso se hizo reaccionar con sales precursoras bajo distintas condiciones fisicoquímicas. Los resultados confirmaron el aprovechamiento del CO₂ y la síntesis exitosa de las nanopartículas. El monitoreo mediante espectroscopía UV-Vis evidenció las bandas características de resonancia de plasmón superficial entre 400 y 450 nm, la difracción de rayos X (DRX) confirmó la obtención de fases metálicas como la plata con estructura cúbica centrada en las caras (FCC) y un tamaño de cristalito de 6.51 nm, los análisis de microscopía electrónica de transmisión (TEM) y barrido (SEM) corroboraron la morfología, la distribución nanométrica y la composición elemental de las nanopartículas. Estos resultados demuestran la importancia del uso de biomasa microalgal de *Scenedesmus sp.* como fuente energía renovable y el uso del sobrenadante para obtener un subproducto con gran potencial de uso comercial.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Environment, Emerging technologies

Keywords: Scenedesmus sp, Green synthesis, Metallic nanoparticles, Biofuels



ID: 197

Análisis energético y exergético como herramienta para el diseño y mejoras de secadores híbridos solares para productos agroalimentarios

Juan Rodríguez Ramírez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; cideciidroaxaca@ipn.mx

La deshidratación de productos agroalimentarios es una de las operaciones de mayor demanda energética dentro de la industria alimentaria, por lo que el desarrollo de secadores híbridos solares constituye una alternativa para disminuir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones asociadas. En este contexto, el análisis conjunto de la energía y la exergía representa una herramienta indispensable para evaluar el desempeño real de estos sistemas, identificar irreversibilidades y proponer estrategias de mejora orientadas al incremento de la eficiencia energética y la sostenibilidad. Sin embargo, en la actualidad es frecuente encontrar metodologías simplificadas, e incluso formulaciones generadas mediante herramientas de inteligencia artificial, que omiten componentes fundamentales del balance energético y exergético, tales como las contribuciones de los colectores solares, calentadores auxiliares, ventiladores, cámaras de secado, producto, aire húmedo, pérdidas térmicas y el aprovechamiento del calor residual mediante redes de intercambio de calor. Estas simplificaciones pueden conducir a estimaciones poco representativas del comportamiento real del sistema y a decisiones de diseño inadecuadas. En este trabajo se presenta una comparación crítica de los criterios empleados para evaluar secadores eléctricos y secadores híbridos solares reportados para productos agroalimentarios. Los resultados muestran que los secadores híbridos solares alcanzan eficiencias energéticas del orden de **35–70 %**, superiores a las de sistemas exclusivamente eléctricos (**25–50 %**), mientras que las eficiencias exergéticas se incrementan de valores típicos de **10–25 %** en secadores convencionales a **20–40 %** cuando se incorporan colectores solares y estrategias de recuperación de calor. Asimismo, se evidencia que la integración de corrientes térmicas disponibles y el análisis detallado de las irreversibilidades permiten reducir el consumo de energía convencional y mejorar el aprovechamiento de la energía solar. Se concluye que la aplicación rigurosa del análisis energético y exergético constituye una herramienta fundamental para el diseño, optimización y operación de secadores híbridos solares con mayor eficiencia, menor impacto ambiental y mayor contribución a la transición hacia sistemas de procesamiento agroalimentario sostenibles.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Hybrid solar dryer, Exergy análisis, Process sustainability, Heat integration



ID: 198

Síntesis y caracterización de electrocatalizadores M–C (M = Fe, Cu, Ni) obtenidos por impregnación directa sobre soportes carbonosos para la reacción de reducción de oxígeno

Gilberto Castañeda-Barrera¹, Román Cabrera-Sierra¹, Laura Verónica Castro-Sotelo¹, Araceli Ezeta-Mejía¹, Rosa María Luna-Sánchez², Jorge Gabriel Vázquez-Arenas³

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, Zacatenco C.P. 07700, Ciudad de México, México

²Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Departamento de energía, Nueva Rosario C.P. 02128, Ciudad de México, México

³Instituto Politécnico Nacional, CMPL, Ticomán C.P. 07340, Ciudad de México, México; gilbert.castbar@gmail.com

La reacción de reducción de oxígeno (ORR) es fundamental en celdas de combustible y sistemas de producción electroquímica de H_2O_2 . Los catalizadores de platino presentan limitaciones económicas, por lo que el diseño de electrocatalizadores de metales de transición no preciosos sobre soportes carbonosos es una alternativa prometedora. Se sintetizaron 15 electrocatalizadores M–C (M = Fe, Cu, Ni) mediante impregnación directa en estado sólido a partir de sus sales en forma de nitratos sobre cinco soportes carbonosos (grafito, grafito cristalino, Vulcan XC-72, grafeno flake 2D y carbón activado) en relación másica metal:carbón 3:1, seguida de pirólisis a 800 °C bajo N_2 . La difracción de rayos X confirmó la formación de aleaciones, con variaciones en el tamaño de cristalito dependientes del soporte. La caracterización electroquímica en KOH 1 M mediante voltametría cíclica, barrido lineal con electrodo de disco rotatorio (400–2000 RPM) y análisis de Koutecký-Levich reveló que Fe–Vulcan XC-72 exhibió el menor sobrepotencial de inicio y la mayor densidad de corriente. El análisis K-L confirmó un mecanismo de 2 electrones para los sistemas Fe–C y Ni–C, con selectividad hacia H_2O_2 . Estos materiales exhibieron alta área superficial, buena dispersión y alta selectividad hacia H_2O_2 .

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Emerging technologies, Green hydrogen

Keywords: ORR; electrocatalysis; Koutecký-Levich



ID: 200

Cuantificación de azúcares reductores en hidrolizados de cáscara de café residual bajo condiciones ácidas y alcalinas

Karla Guadalupe Villalpando Longoria¹, Leonardo Alexander Zendejas Garduño², Alán Rubén Calzada Hernández³, Nicté Julieta Pérez Viramontes⁴

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, México

²Instituto Politécnico Nacional, Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, México

³Instituto Politécnico Nacional, Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, México

⁴Instituto Politécnico Nacional, Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, México

kvillalpandol2000@alumno.ipn.mx

La valorización de residuos lignocelulósicos, como la cáscara de café, constituye una alternativa innovadora y sostenible para la generación de bioproductos de alto valor agregado, especialmente orientados a aplicaciones energéticas como la producción de biocombustibles. Para su aprovechamiento es fundamental determinar condiciones de hidrólisis que maximicen la liberación de azúcares reductores y contar con metodologías analíticas validadas. El propósito de este estudio fue evaluar el efecto del tipo y concentración de catalizadores químicos en la liberación de azúcares reductores a partir de cáscara de café, así como validar la técnica espectrofotométrica empleada. Se aplicó hidrólisis química utilizando ácido sulfúrico e hidróxido de potasio a tres concentraciones (1.5 %, 3 % y 4.5 %) a 80 °C durante 20 minutos. La cuantificación se realizó mediante el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) modificado a 540 nm. La curva de calibración con D-glucosa mostró linealidad ($R^2=0.9909$), con límites de detección y cuantificación de 81.32 y 271.08 μg , respectivamente. Los resultados mostraron que la hidrólisis ácida mantuvo rendimientos estables entre 61.32 y 63.22 mg de glucosa equivalente por gramo de biomasa (mg GEq/g), mientras que la hidrólisis alcalina presentó un rendimiento máximo a 1.5 % de KOH (65.07 mg GEq/g), pero disminuyó drásticamente al elevar la concentración hasta 20.80 mg GEq/g a 4.5 %. Se concluye que concentraciones moderadas (1.5 %) de catalizador ácido o básico son las más convenientes, debiendo evitarse concentraciones elevadas de KOH para prevenir la degradación de los azúcares.

Simpósio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Decarbonization

Keywords: coffee husk, chemical hydrolysis, total reducing sugars



ID: 205

Optimización de la extracción de lignina organosolv a partir de bagazo de caña (*Saccharum officinarum*) mediante intensificación en autoclave para su valorización en la transición energética

Óscar Romario Sotelo Hernández¹, Alán Rubén Calzada Hernández¹, María Soraya Osegueda Robles¹, Nicté Julieta Pérez Viramontes¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (UPIIG), Silao de la Victoria, Guanajuato, México.; osoteloh2000@alumno.ipn.mx

La transición hacia matrices energéticas sostenibles requiere la valorización integral de residuos lignocelulósicos. En México, el procesamiento del bagazo de caña (*Saccharum officinarum*) subutiliza la lignina, pues los métodos convencionales degradan su estructura o presentan limitaciones cinéticas que demandan tiempos prolongados y un elevado consumo térmico. Este estudio optimiza un proceso organosolv libre de azufre asistido por autoclave con el propósito de intensificar la cinética de reacción, minimizar la demanda energética de operación y aislar un biopolímero apto para bioproductos avanzados. Se ejecutó un diseño estadístico Box-Behnken de 18 ensayos a 120 °C y 15 psig, analizando el tiempo de residencia (15-35 min), concentración de ácido fórmico (20-40% v/v) y relación sólido-líquido (5-10% p/v). El modelo polinomial de primer orden mostró el efecto principal positivo de la acidez sobre la despolimerización y una limitante por transferencia de masa al incrementar la carga sólida. La optimización numérica estimó coordenadas operativas de 33.92 minutos, 39.98% de ácido fórmico y 5% de relación sólido-líquido, logrando una deslignificación del 60.02% y un rendimiento global del 13.25% (p/p). El análisis espectroscópico y gravimétrico indicó la presencia de un polímero tipo HGS con retención de cenizas de 0.39%. Las condiciones de operación, ejecutadas por debajo del límite de degradación térmica, minimizan el requerimiento energético del fraccionamiento. La preservación estructural y el bajo contenido inorgánico viabilizan a esta lignina como precursor directo de resinas y fibras de carbono, impulsando la optimización de recursos agroindustriales locales para fortalecer la transición y soberanía energética nacional.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Online

Topics: Energy transition, Decarbonization, Energy Innovation

Keywords: sugarcane bagasse, organosolv delignification, process optimization, energy valorization, carbon fibers



ID: 206

Biometano, energía no intermitente, ¿lo recuperamos o lo dejamos que siga acumulándose en la atmósfera?

Luis Raúl Tovar Gálvez¹, Claudia Rodríguez Tapia²

¹Instituto Politécnico Nacional, CIEMAD, México

²Instituto Politécnico Nacional, UPIBI, México; ltovarg@ipn.mx

En 1985 los niveles de metano en la atmósfera eran de 1640 ppb, en 2021 fueron 1890 ppb. Por otro lado, el tiempo que el dióxido de carbono permanece en la atmósfera es hasta 200 años, aunque en ese tiempo hay una reducción en su concentración del 90%. La cantidad de energía eléctrica generada en México en 2021 fueron 326Twh, principalmente por ciclo combinado (60.5%) seguida por la hidroeléctrica (22%), de las energías renovables, solar y eólica, solo contribuyen con el 12%, la biomasa no es utilizada para producir energía eléctrica. En México se generaban 120,128 ton/d de residuos sólidos urbanos (RSU) (2020), 46.4% eran la fracción orgánica de los RSU (FORSU), 31.6% eran residuos susceptibles de aprovechamiento y el 22% restantes debía desecharse. De los RSU generados en el país se recolectaron 100,751 ton/d, el parque vehicular de recolección era de 16,615 vehículos, 29% de éstos son modelos anteriores a 1995. El costo de recolección fue de \$434.00/ton y de disposición final \$122.00/ton, por lo que el monto fue de aproximadamente \$20,446,407,940.00. De las 100,751 ton/d recolectadas, 46,769 ton/d corresponden a la FORSU, por cada tonelada de FORSU en un digestor anaerobio se generan hasta 130m³ de biogás (55% CH₄, 45% CO₂) y un digestato factible de convertirse en un fertilizante, además si se reduce el CO₂ mediante H₂ catalizado por arqueas presentes en el digestor se llega a biometano (94% CH₄, 6% CO₂). La cantidad de energía eléctrica que puede generarse de este biometano es de 20.9 TWh/año, que corresponde al 10% de la energía generada en 2021, esta es una energía renovable no intermitente a diferencia a la solar y a la eólica.

Simpósio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Decarbonization

Keywords: Residuos sólidos urbanos, fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, digestión anaerobia, biogás



ID: 210

Implementación de un convertidor CD-CD buck controlado por corriente para un electrolizador alcalino de 5 kW

Miguel Angel Gonzalez Ramirez¹, Nancy Mondragón Escamilla¹, Rosa de Guadalupe González Huerta², Ismael Araujo Vargas¹, Alejandro Wintergerst Felipe³, Pedro Enrique Velázquez Elizondo¹, Anahi Guerra Elguera¹, J Alessandro Briseno Tapia⁴

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Culhuacán, México

²Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, México

³Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Azcapotzalco, México

⁴Massachusetts Institute of Technology, USA; mgonzalezr1910@alumno.ipn.mx

El hidrógeno se ha convertido en uno de los portadores de energía más prometedores para la transición hacia sistemas energéticos bajos en carbono. Entre las tecnologías de producción disponibles, la electrólisis alcalina se reconoce como un proceso maduro y fiable; sin embargo, su rendimiento depende en gran medida de la regulación de corriente eléctrica usada en el electrolizador, para garantizar generación de hidrógeno y funcionamiento estable. En este trabajo, un convertidor electrónico de C.D. a C.D. reductor (Buck) controlado por corriente es presentado fundamentando su diseño para suministrar corriente eléctrica a un electrolizador alcalino de 5 kW. Los parámetros de operación para el diseño del convertidor se establecieron mediante un procedimiento de caracterización experimental del electrolizador, ayudando a determinar las fronteras de operación del diseño del convertidor como del controlador. Un modelo matemático de la etapa de potencia fue desarrollado, junto con el control de corriente del electrolizador, para ser verificado numéricamente en una simulación con los parámetros de operación del electrolizador disponible en el laboratorio. El controlador propuesto regula la corriente de salida del convertidor Buck ajustando el ciclo de trabajo de conmutación del transistor del convertidor, tal que una respuesta dinámica es proporcionada permitiendo mantener continua la operación del electrolizador. Los resultados de la simulación demuestran que el convertidor sigue la referencia de corriente solicitada, manteniendo la operación adecuada del electrolizador, cuidando la temperatura y producción de hidrógeno. Esto permite analizar la viabilidad de usar el control de corriente para el suministro eléctrico de los electrolizadores alcalinos.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Decarbonization, Green hydrogen

Keywords: Alkaline Electrolyzer, current control, power electronics, hydrogen



ID: 213

Análisis aerodinámico de cuerpos romos para sistemas de aprovechamiento energético por VIV

Raúl Alejandro Avalos-Zúñiga¹, Andrea Sorcia-Cervantes², Alan Melesio-Miranda²

¹Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Querétaro, México

²Universidad Anáhuac Querétaro, México; ravalosz@ipn.mx

La transición hacia fuentes de energía sostenibles ha impulsado el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de energía a partir de flujos de fluidos, destacando los sistemas basados en vibraciones inducidas por vórtices (Vortex-Induced Vibrations, VIV). En este trabajo se presenta un estudio computacional de la eficiencia aerodinámica de cuerpos romos bidimensionales empleados en dispositivos de generación de energía mediante VIV. Como criterio de evaluación se utilizó la relación sustentación-arrastre (Lift-to-Drag Ratio, LDR), estrechamente relacionada con el desempeño dinámico de estos sistemas. Se desarrolló una rutina numérica en Python utilizando herramientas de código abierto, específicamente Gmsh para la generación de mallas y Elmer FEM para la simulación de flujo, con el propósito de evaluar distintas geometrías y validar los resultados mediante datos de referencia. Los resultados muestran que una sección transversal romboidal presenta un desempeño superior al de las geometrías circular y elíptica, alcanzando una LDR hasta un 51 % mayor. Asimismo, modificaciones geométricas como el truncamiento de esquinas y la incorporación de curvatura en los bordes incrementan la eficiencia aerodinámica hasta en un 1.5 % y un 45 %, respectivamente. Estos resultados evidencian la importancia de la optimización geométrica en dispositivos de aprovechamiento energético basados en VIV y proporcionan una metodología computacional para la evaluación sistemática de nuevas configuraciones. Como trabajo futuro, se plantea incorporar simulaciones tridimensionales, interacción fluido-estructura y validación experimental para favorecer la transferencia de estos resultados hacia aplicaciones reales de generación de energía renovable.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Topics: Energy transition, Other

Keywords: Vortex-Induced Vibrations; Energy Harvesting; Bluff Body Aerodynamic



ID: 214

Evaluación de nanotubos de carbono como aditivos de presión extrema en una base lubricante PAO/Polioléster

Sergio Odin Flores Valle¹, Jesús Morales Infante¹, Gerardo De Los Santos Camas¹, Benjamín Marcos Marín Santibáñez², Noé Esaú Santos Valdés^{1,2}

¹Laboratorio de Química e Ingeniería Verde, ESIQIE -Instituto Politécnico Nacional, UPALM Zacatenco Ciudad de México, México, 07738

²Laboratorio de Reología, ESIQIE -Instituto Politécnico Nacional, UPALM Zacatenco Ciudad de México, México, 07738; sfloresv@ipn.mx

La transición energética exige lubricantes de alto rendimiento que prolonguen la vida útil de componentes en aerogeneradores y vehículos eléctricos, donde la fricción reduce la eficiencia. Los nanotubos de carbono (CNT) constituyen aditivos de presión extrema y antidesgaste, aunque su eficacia en matrices de polioléster (POE) y polialfaolefina (PAO) requiere validación. En este estudio se evaluó el efecto de la adición de CNT al 0.01 y 0.1 % sobre las propiedades reológicas y tribológicas de una mezcla base compuesta por 30 % POE y 70 % PAO 4, para incrementar su capacidad de carga y extender los intervalos de reemplazo. Se prepararon tres formulaciones: base, con 0.01 % CNT y con 0.1 % CNT. Se determinaron curvas de flujo (hasta 10 s⁻¹), ensayos de presión extrema en prueba Timken con carga incremental hasta el amarre y análisis microfotográfico de las huellas de desgaste. Los resultados reológicos evidencian que los CNT no modifican el comportamiento newtoniano del fluido base. Los ensayos Timken demuestran incremento en la carga de amarre y disminución de la huella en muestras con CNT. Mientras la base presentó desgaste adhesivo severo y microsoldaduras, las formulaciones con CNT exhibieron desgaste abrasivo leve y surcos uniformes, atribuible a una película triboquímica protectora. Se concluye que la adición de CNT optimiza el desempeño en presión extrema, por los mecanismos de rodamiento y exfoliación de los nanotubos. Este desarrollo potencialmente puede reducir los costos en turbinas eólicas y pérdidas por fricción en transmisiones, contribuyendo a la eficiencia y reducción de residuos.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Emerging technologies, Decarbonization, Other

Keywords: Nanotubos de carbono; presión extrema; lubricantes sintéticos, eficiencia energética



ID: 216

Fracking en México: Soberanía, seguridad y medio ambiente

Horacio Quetzalcóatl Yedra Hernandez¹

¹Facultad de Economía, UNAM, Mexico; quetzalcoatlyh@economia.unam.mx

La pandemia de Covid 19 puso al centro de las políticas públicas dos temas centrales para cualquier país: seguridad y soberanía energética. Al mismo tiempo la situación límite que vive el planeta en términos ambientales ha obligado a todo el mundo a buscar energías menos contaminantes que las fósiles. El tratar de entender esta vertiente pone a cada uno de los países, regiones y empresas energéticas en un dilema.

Desde 2006 Estados Unidos comenzó a extraer gas mediante dos tecnologías: fracturación hidráulica (fracking) y perforaciones horizontales. Esto le permitió convertirse en el principal productor de petróleo del mundo junto con Rusia. Al mismo tiempo le garantizó poder influir en los mercados petroleros internacionales con mayor control sobre el precio del petróleo. Frente a esto el gas ha sido presentado como un energético de transición y por lo tanto su centralidad ha hecho que los países que cuentan con este recurso deban redefinir su política.

México cuenta con recursos estimados que le garantizarían no depender de las importaciones de gas de EU, pero para poder lograrlo debería de hacerlo usando fracking. Con López Obrador esto quedó suspendido, aunque PEMEX siguió llevando a cabo algunos proyectos con esta técnica. Sin embargo, el gobierno de Sheimbaum propuso discutir la viabilidad de extraer gas de esta forma con el argumento de la seguridad y soberanía energética. Llevar a cabo una política que permita el fracking es elegir entre energía y medio ambiente. Este debate debe llevarse a cabo a nivel nacional tomando en cuenta a quienes participan y quienes se verían afectados, presentaremos las experiencias y consecuencia que habría.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment

Keywords: Fracking; Energy; energy security



ID: 218

ZnS y su optimización en la producción de H₂ vía fotocatalisis

Octavio Aguilar Martínez¹, Yanet Piña Pérez², Víctor Santes³, Carlos Eduardo Santolalla Vargas³, Francisco Javier Tzompantzi Morales⁴

¹Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, Instituto Politécnico Nacional (IPN)

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (Legaria), Instituto Politécnico Nacional (IPN)

³Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional (IPN)

⁴Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; oaquilarm@ipn.mx

Este trabajo presenta un estudio del ZnS obtenido mediante la sulfuración de hidrocincita por el método solvotermal, a diferentes temperaturas de síntesis (80 y 180 °C). Los resultados de caracterización mostraron que las propiedades fisicoquímicas, como el área específica, E_g y el tamaño de cristalito, se ven influidas por la temperatura de síntesis. El ZnS sintetizado a 80 °C presentó un área específica de 214 m² g⁻¹, mientras que el sintetizado a 180 °C fue de 110 m² g⁻¹. Los materiales fueron evaluados en la producción de H₂ mediante una solución de MetOH-Agua y luz UV a 254 nm. El mejor material fue el que se sintetizó a 80°C produciendo 878 μmol de H₂ durante las primeras 6 h de reacción. Los ciclos de reacción de cada catalizador mostraron comportamientos distintos. El catalizador sintetizado a 80 °C disminuyó paulatinamente la producción de H₂ en cada ciclo de reacción, mientras que el ZnS sintetizado a 180 °C aumentó paulatinamente la producción de H₂ en cada ciclo de reacción. Estos comportamientos posiblemente fueron causados por cambios superficiales, como los observados por FT-IR.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Emerging technologies, Green hydrogen

Keywords: Fotocatalisis, H₂, ZnS



ID: 219

Remoción de glifosato empleando un bio-composito de quitosano óxido de grafeno

Marcos Jiménez Hernández¹, Gerardo Chavez-Esquivel¹, Deyanira Ángeles Beltrán¹, Jesús Andrés Tavizón Pozos¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Ciudad de México, México.; gce@azc.uam.mx

La persistencia de glifosato en suelo y agua se debe a su uso inadecuado en zonas agrícolas, favoreciendo su filtración hacia las aguas subterráneas. En este trabajo se sintetizó y caracterizó un biocompuesto de quitosano-óxido de grafeno (Q/OG) empleado como biosorbente para la remoción de glifosato en medio acuoso. El OG se sintetizó por el método de Tour modificado, empleando grafito como precursor. En paralelo se hidrolizó el Q con una solución de ácido acético. Finalmente, el biocompuesto Q/OG fue obtenido mediante ultra sonicación con una relación Q:OG de 99:1. El OG y el Q/OG fueron caracterizados por espectroscopia FTIR-Raman, difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido y determinación del punto de carga cero. Los resultados confirmaron la presencia de grupos funcionales oxigenados en el OG y su incorporación en la matriz de Q. El OG presentó una distancia interlaminar de 7.49 Å, mientras que las micrografías del biocompuesto Q/OG mostraron una morfología densa y rugosa, asociada con una adecuada dispersión de las láminas de OG. Asimismo, el pH_{pcc} fue de 2.32 para OG y 7.32 para Q/OG. Finalmente, la remoción de glifosato alcanzó 70 y 80 % para el OG y el Q/OG, respectivamente, después de 4 h de evaluación. Los datos experimentales de adsorción se ajustaron al modelo de Langmuir-Hinshelwood y a una cinética de pseudo-segundo orden.

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Environment, Emerging technologies

Keywords: Graphene oxide; chitosan, biocomposite; adsorption; glyphosate



ID: 220

Proton transport study in composite membranes with prussian blue analogues

David Perea Santos¹, Jesús Vega Moreno², Benjamín Portales Martínez¹, Ana Adela Lemus Santana¹, Edilso Reguera Ruiz¹

¹CICATA Unidad Legaria. Instituto Politécnico Nacional, México

²SECIHTI Instituto Politécnico Nacional; alemuss@ipn.mx

The growing demand in recent years for clean, efficient, and easy-to-manufacture energy systems with a smaller environmental footprint has positioned proton exchange membranes (PEMs) as key materials in technologies such as proton fuel cells (PEMFCs) and water electrolysis. These membranes must exhibit high H⁺ proton conductivity, as well as thermal and mechanical stability. One effective strategy is the use of membranes with inorganic fillers, this integration promotes efficient conductive pathways through acid-base interactions and improves thermal and mechanical stability. Hexacyanocobaltates (HCCs) are an interesting alternative, as they are a family of coordination polymers with Lewis acid sites on the cavity surface that promote proton conduction through their porous lattice. This work will study the proton conductivity behavior of a family of hexacyanocobaltates with divalent (II) transition metals (HCCs) and mixed-matrix membranes (MHCCs). The HCCs will be synthesized with the molecular formula $M_3[Co(CN)_6]_2 \cdot xH_2O$ (where M = Mn, Fe, Co, Ni, Cu, and Zn), and the composite membranes, containing 25% HCCs in the polymer matrix, will be prepared using the casting method. The powders (HCCs) and the membranes (MHCCs) will be characterized and evaluated using spectroscopic (FTIR, Raman, and SEM), calorimetric (TG and DSC), XRD, XPS, and electrochemical impedance spectroscopy (EIS).

Simposio 2: “Descarbonización y Nuevas Tecnologías”

Full Paper

Topics: Emerging technologies

Keywords: Hexacyanocobaltate, Membranes, PEMs

**“Almacenamiento y flexibilidad
energética”**

Simposio 3





ID: 105

Películas Delgadas de óxido de vanadio como catalizadores nanocristalinos avanzados para la producción fotoelectroquímica de hidrógeno verde

Pastor Alan Rodríguez Echeverría^{1*}, Mario Fidel García Sánchez¹

¹Instituto Politécnico Nacional UPIITA, Mexico; pastor.upiita@gmail.com

Este estudio aborda el desafío crítico de la mitigación del cambio climático mediante el avance en la ciencia de la generación y el almacenamiento de energía limpia, centrándose en el hidrógeno verde como un vector energético sostenible fundamental. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la viabilidad de películas delgadas de óxido de vanadio (VO_x) nanocristalino como catalizadores de alta eficiencia para optimizar los procesos de electrólisis del agua y de descomposición fotoelectroquímica. Las películas delgadas se sintetizaron mediante la técnica de bajo costo de pirólisis por pulverización ultrasónica, utilizando acetilacetato de vanadilo como precursor químico. La caracterización estructural y óptica mediante difracción de rayos X (XRD) y espectroscopía UV-Vis confirmó la formación exitosa de fases semiconductoras cristalinas diferenciadas de VO_2 y V_2O_5 , con brechas de banda (band gaps) ajustadas entre 2.2 y 2.6 eV. Las evaluaciones electroquímicas posteriores mediante voltamperometría cíclica y cronoamperometría demostraron una excelente estabilidad, una marcada fotoactividad y un comportamiento catalítico favorable adaptado para las reacciones de desprendimiento de hidrógeno. En particular, las películas procesadas a temperaturas de deposición de 350 °C y 400 °C produjeron las mayores tasas de producción de hidrógeno a potenciales operativos eléctricos más bajos, reduciendo significativamente las penalizaciones energéticas antes de la transición a los mecanismos electrolíticos convencionales a potenciales más altos. En conclusión, las propiedades estructurales, ópticas y electroquímicas de dichas películas de VO_x sintonizadas por temperatura resaltan su potencial como materiales eficaces y accesibles para dispositivos de hidrógeno verde, contribuyendo directamente al avance tecnológico de los sistemas de energía renovable y los medios de almacenamiento de transición.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

On-site, Poster

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Green hydrogen, Energy Innovation, Other

Keywords: Óxidos de vanadio, Hidrógeno verde, Rocío pirolítico ultrasónico



ID: 115

Intermitencia y fluctuación térmica de un secador de tipo invernadero de arco gótico

Manolo Luis Gonzalez Jimenez^{1*}, Sadoth Sandoval Torres¹, Juan Rodriguez Ramirez¹, Lilia L. Mendez Lagunas¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad CIIDIR Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.; noloig@gmail.com

El presente trabajo analiza el comportamiento térmico en la intermitencia y fluctuación de un secador de tipo invernadero de arco gótico, con el objetivo de secar materiales agroalimentarios de la región. Para aprovechar la radiación solar durante el secado como alternativa de aprovechamiento de la radiación solar, es necesario analizar las temperaturas durante el transcurso del día. El secador de tipo invernadero de arco gótico tiene una dimensión de 4.2 m x 2.5 m con una altura de 2.1 m, con un piso de concreto con un espesor de 0.1 m. El material que cubre el invernadero es de polietileno coextruido de tipo pentacapa. Se realizaron barridos de temperatura con dos lectores DL1700 Thermocouple Data Logger de Vaisala con 4 salidas en cada uno con termopares tipo J para medir la temperatura en distintas posiciones, además de barridos de irradiancia con un piranómetro Fluke IRR1-SOL. Se observó un máximo de 48°C en la posición del piso y a 2 m de altura a una irradiancia de 850 W/m² a las 13:00 horas. Un mínimo de 26°C en la posición de 1 m con una irradiancia de 100 W/m² a las 8:00 horas. Se observó un fenómeno interesante en el momento que decae la irradiancia de 850 W/m² hasta 100 W/m² desde las 13:00 hasta las 16:00 horas porque en ese lapso de tiempo la temperatura se mantuvo constante, concluyendo que este fenómeno tiene efecto positivo para este tipo de invernadero, ya que con este comportamiento se aprovecha la radiación solar.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

Topics: Other

Keywords: energía solar, secador tipo invernadero, amortiguamiento de energía



ID: 142

Balanceo de celdas: Una estrategia que apoya la sostenibilidad del uso de baterías en vehículos eléctricos

Cesar David Tellez Uribe^{1,2}, Nancy Mondragón Escamilla^{1,2}, Ismael Araujo Vargas^{1,2}, José Francisco Villegas Alcaraz^{1,3}, Samuel Pérez Rodríguez^{1,4}, Reyna Karina Salgado Cristobal^{1,2}

¹Instituto Politécnico Nacional, México

²Esime Unidad Culhuacán

³UPIIG

⁴CIEMAD; ctellezu1400@alumno.ipn.mx

This paper presents a strategy, supported by experimental results, for balancing a 5.2 kW/h LiPo battery bank comprising 16 modules, each in a 6S configuration, connected in series, making a total of 96 cells for an electric vehicle prototype. Globally, solutions are currently being sought to reduce the carbon footprint and gas emissions produced by traditional internal combustion engines, as the automotive sector accounts for a large proportion of emissions, it is the key pathway to an energy transition. This new way of using energy is becoming increasingly common in our daily lives, but we need to ask whether the use of batteries as an energy source for various applications is viable and sustainable as they do not produce polluting gases whilst in use, but they do generate waste at the end of their useful life. The cell imbalance is a phenomenon that has a significant impact on battery life cycles; this becomes more apparent in configurations with higher power output and a greater number of cells, as energy transfer rates vary. This work presents a passive cell balancer which converts excess energy into heat to ensure a uniform voltage across the entire battery cell array, with the aim of achieving more controlled charge and discharge cycles that have a direct impact on the State of Health (SoH) of the cells. Although the passive method has not been studied extensively due to its drawbacks, such as the heat it generates and the fact that it does not make the best use of the energy already stored, the prototype proposes 'pre-charge' and 'post-charge' operating modes that minimise these drawbacks and help to achieve the maximum possible number of cycles, thereby aiming to make this type of technology more sustainable in the energy transition.

Simposio 3: "Almacenamiento y Flexibilidad Energética"

Full Paper

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Storage, Energy Innovation

Keywords: Battery Balancer; LiPo Cells; SoC; BMS; Sustainability; Energy Transition



ID: 148

¿Qué tan verde es el hidrógeno verde? Análisis de ciclo de vida preliminar y eficiencia de materiales en celdas de electrólisis Zero-Gap

Benjamín Issac Izquierdo Peralta³, Paulina Mercedes Gonzalez Puente^{1,3}, Angeles Mantilla Ramirez², Juan Manuel Sandoval Pineda³

¹SECIHTI, Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Legaria, CDMX, México

²Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Legaria, CDMX, México

³Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Azcapotzalco, CDMX, México; pmgonzalezp@ipn.mx

La producción de hidrógeno verde mediante electrólisis alcalina es pilar clave para la descarbonización integral; no obstante, garantizar su sustentabilidad exige evaluar el impacto ambiental en todo su ciclo de vida. Actualmente, la configuración tecnológica *zero-gap* destaca por disminuir significativamente la resistencia óhmica interna del sistema, optimizando la eficiencia en la etapa operativa. El propósito de este estudio es determinar la huella ambiental integral y los puntos críticos asociados al uso y procedencia de los componentes electroquímicos de dicha celda. Para ello, se aplicó metodológicamente una evaluación preliminar de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con un enfoque de la cuna a la puerta, complementado con un informe técnico de eficiencia de materiales sustentables. Los resultados obtenidos demuestran de forma preliminar que, si bien el incremento de la eficiencia operativa reduce notablemente las emisiones de gases de efecto invernadero durante la generación de hidrógeno, la selección de materias primas críticas para los electrodos y membranas genera una carga ambiental preponderante en las categorías de toxicidad humana y agotamiento abiótico. Como conclusión, este análisis evidencia la urgencia de transicionar hacia criterios estrictos de ecodiseño y economía circular desde fases tempranas de investigación. La relevancia de este trabajo radica en su aplicación práctica para el establecimiento de nuevos lineamientos operativos que aseguren una infraestructura tecnológica verdaderamente limpia y eficiente dentro de la matriz energética nacional.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Topics: Energy transition, Environment, Green hydrogen

Keywords: green hydrogen; life cycle assessment (LCA); zero-gap electrolyzer; materials sustainability



ID: 149

Li recovery from Spent LiFePO_4 Cathodes: Sulfuric vs. Citric acid leaching

Juan Alejandro Ramírez Duarte¹, Paulina Mercedes Gonzalez Puente^{1,2,3*}, Angeles Mantilla Ramírez^{2*}, Juan Manuel Sandoval Pineda¹

¹Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Azcapotzalco, CDMX, México.

²Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Legaria, Ciudad de México, México.

³SECIHTI- Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Legaria, CDMX, México. *pmgonzalezp@ipn.mx

The exponential growth of electric vehicles has led to a massive accumulation of spent lithium-ion batteries (LiFePO_4), posing significant environmental and resource challenges. Developing efficient and sustainable recycling routes is therefore critical for circular economy frameworks. This study evaluates a comparative hydrometallurgical process for recovering valuable components from spent cathodes, contrasting the performance of a traditional mineral acid (sulfuric acid, H_2SO_4) with a green chemistry alternative (citric acid combined with hydrogen peroxide). Under controlled experimental parameters, the selective leaching efficiency of lithium and the precipitation behavior of iron phosphate (FePO_4) were systematically analyzed. The results demonstrate that while sulfuric acid provides rapid dissolution, the citric acid route achieves high lithium extraction efficiency at moderate pH conditions, minimizing hazardous secondary effluents and yielding a high-purity FePO_4 residue suitable for closed-loop regeneration. This comparative study highlights the technical and environmental viability of replacing harsh mineral acids with organic chelating agents in battery recycling.

Full Paper Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Online, Poster

Topics: Energy transition, Environment, Storage

Keywords: battery recycling; LiFePO_4 ; hydrometallurgy; sulfuric acid; citric acid; green chemistry



ID: 172

Perspectivas del aprendizaje profundo para la optimización de electrolizadores zero-gap

Samantha Ixtepan Osorio¹, Juan Manuel Sandoval Pineda¹, Amadeo José Argüelles Cruz², Alejandro Davila Diaz¹, Sebastián Reyes Clavería¹

¹Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME Azcapotzalco, CDMX, México

²Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación, CDMX, México; samanthaixtepan@gmail.com

La producción de hidrogeno verde constituye una estrategia fundamental para la transición hacia sistemas energéticos sostenibles y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En el contexto de la descarbonización del sector energético, el hidrógeno obtenido mediante electrólisis alimentada por fuentes renovables representa una alternativa de gran relevancia. El presente trabajo analiza el potencial de la integración entre la arquitectura Zero-Gap y técnicas de Aprendizaje Profundo (Deep Learning) para incrementar el desempeño de los electrolizadores alcalinos.

De manera complementaria, los modelos de Deep Learning permiten identificar y clasificar, en tiempo real, los patrones de formación y desprendimiento de burbujas mediante el procesamiento de datos experimentales e imágenes, posibilitando la detección temprana de condiciones anómalas y la predicción de fallas con mayor rapidez y precisión que los métodos convencionales. El objetivo de este estudio es demostrar cómo la combinación del diseño Zero-Gap con algoritmos avanzados de Deep Learning permite mitigar estas limitaciones mediante la optimización simultánea del diseño electroquímico y del monitoreo inteligente del proceso. Las redes neuronales profundas son entrenadas con datos experimentales para modelar el comportamiento dinámico del sistema, realizar predicciones en tiempo real con alta precisión y proporcionar estrategias de control adaptativo que respondan de manera inmediata a las fluctuaciones en el suministro de energía renovable.

Full Paper Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Green hydrogen

Keywords: Hidrógeno verde; eficiencia energética; burbujas; inteligencia artificial; diseño Zero-Gap



ID: 179

Python modeling and simulation for photocatalytic CO₂ reduction based on reactor geometry using Monte Carlo numerical method

Tania Jimenez Aguilar¹, Edgar Adahir Montes Gómez^{1,2}, Reyna Natividad³, John Alexys Antonio Chavarria¹, Juan Manuel Sandoval Pineda¹, Angeles Mantilla²

¹Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME Azcapotzalco, Av. de las Granjas 591, Col. El Jaguey, 02519, Ciudad de México, México.

²Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Fotocatálisis, CICATA-Legaria, Legaria 694, Col. Irrigación, 11500, Ciudad de México, México.

³Laboratorio de Ingeniería Química, Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEM-UNAM, Carretera Toluca-Atlacomulco Km. 14.5, San Cayetano, Toluca 50200, Mexico, 07738, Ciudad de México, México;
taniajimenezaguilaripn@gmail.com

Photocatalytic CO₂ reduction is a process for obtaining valuable fuels, such as methane, formic acid, methanol, formaldehyde, among others, and it is a clean and sustainable way to mitigate the energy crisis and environmental problems. This process involves the presence of a semiconductor (photocatalyst) activated by a source of light with the energy necessary to generate electron-hole pairs necessary to carry out the reduction and oxidation reactions. In this sense, from the thermodynamic point of view, this process can occur when the energy of the conduction band of the semiconductor is more negative than the reduction potential of CO₂ to allow the transfer of electrons from the semiconductor to the adsorbed CO₂. The basic function of photoreactors is to provide efficient contact between the illuminated photocatalyst and the species in solution. Although considerable efforts have been invested in the development of photocatalysts, little attention has been paid to reactor geometry, irradiation intensity (UV/visible light) and the transfer and mobility of species in solutions in order to improve reaction efficiency. Therefore, this study presents a comprehensive Monte Carlo (MC) simulation to evaluate parameters such as the distribution of absorbed irradiance by the semiconductor and the photon trajectories within an annular photoreactor designed for CO₂ photoreduction. The simulation was conducted using Python within a Jupyter Notebook environment, facilitating to users the interaction through configurable widgets. These controls allow the adjustment of key parameters, including lamp power, emission spectrum range, and energy absorption threshold, thereby enhancing the flexibility and reproducibility of the simulation framework. The reactor geometry consists of an annular configuration with a diameter of 5 cm and a length of 15 cm, irradiated by a 1 W light source. Simulation results reveal a characteristic radially decaying absorption profile, with the highest energy absorption near the central axis of the reactor.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

Poster

Topics: Emerging technologies

Keywords: Simulation; Monte Carlo; Photocatalytic reduction CO₂, Photoreactor



ID: 189

Modelado y predicción CFD/ANN del desempeño termoenergético de materiales de piso en un secador solar tipo gabinete

Nicolás Iván Román Roldán¹, Alfonso Monzamodeth Román Sedano², Jose Michael Cruz Garcia^{3,4}, Jorge Bedolla Hernandez³, Vicente Flores Lara³

¹Instituto de Energías Renovables, UNAM.

²Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

³Tecnológico Nacional de México.

⁴Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología; roron@ier.unam.mx

El almacenamiento térmico sensible constituye una estrategia pasiva para reducir la variabilidad térmica de los secadores solares y prolongar el aprovechamiento del calor cuando disminuye la irradiancia. Este trabajo presenta una metodología preliminar mediante dinámica de fluidos computacional/redes neuronales artificiales (CFD/ANN) para evaluar la influencia de diferentes materiales de piso en un secador solar de gabinete. Se desarrolló un modelo bidimensional sin producto en ANSYS Fluent, incorporando una capa absorbedora, transferencia de calor y tres materiales de almacenamiento: hormigón, granito y arena. Cada caso se simuló bajo dos niveles de irradiancia, 1051 y 366.8 W/m², manteniendo constantes la geometría, las condiciones de entrada y las propiedades del absorbedor. Durante la etapa de máxima irradiancia, la arena presentó la mayor temperatura media del aire, con 48.47 °C, seguida del hormigón y el granito, con 47.63 y 47.50 °C, respectivamente. Al reducir la irradiancia, las variaciones de la temperatura media permanecieron entre -0.12 y +0.21 °C, mientras que la arena alcanzó la mayor temperatura de salida, con 59.21 °C. Con las propiedades termofísicas y los resultados de las simulaciones CFD, se desarrolló un modelo de aprendizaje automático mediante redes neuronales artificiales para predecir la respuesta de los distintos tipos de materiales. Se evaluaron diferentes tipos de hiperparámetros, tales como tipo de normalización de datos, número de neuronas en la capa oculta, funciones de transferencia y algoritmos de aprendizaje. Los resultados preliminares muestran que el material del piso modifica la respuesta térmica del secador y justifican ampliar el estudio paramétrico.

Simpósio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Emerging technologies, Storage

Keywords: computational fluid dynamics; artificial neural network; sensible thermal storage



ID: 195

Design and development of electronic device to measure photovoltaic solar module power

Jaime Vega Pérez¹, Blanca García², Nayeli Vega García³

¹SEPI, ESIME Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional, México.

²CECyT No. 1 G.V.V, Instituto Politécnico Nacional, México.

³ESCOM, Instituto Politécnico Nacional, México; jvegap@ipn.mx

In this paper, the design and development of portable electronic device to measure photovoltaic (PV) solar module power is reported. Due to the PV modules are measured in laboratory with standard condition of solar radiation and temperature by the manufacturer, and they are installed generally in rural zones where the solar radiation and temperature are changing, it is necessary to know its current, voltage and supplies power in installation place to be considered in design processes of PV system. The automatic and portable electronics device is developed using: a microcontroller target, the design and development of electronic circuit using analog and digital integrated circuits, MOSFET power transistor and a portable computer (LapTop). Software was designed using Mat lab tools to automate the developed electronic device. The electronic circuit generates a control electrical signal to connect the power transistor at PV module, and to get electrical analogic signal sample of current and voltage, they are amplified using CMOS integrated circuits. The microcontroller target converts the analog signal into digital and links the electronic circuit to the computer. This processes the information, determines the power of the PV module, its current-voltage curve, and automates the measurement process. The prototype device developed works correctly measuring the maximum power and the solar module current voltage curve. According to experimental results it has 1.5% wrong, the measurement process late from 5 to 15 seconds depending solar radiation intensity. The device is little uses two 9 V battery it can work in rural zone, It weighs just 1.5 kilograms-force (14.7 N) and it can be carried to rural zone.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

Online

Topics: Energy transition, Emerging technologies, Storage, Energy Innovation

Keywords: photovoltaic energy, pv module measure



ID: 201

Evaluación del desempeño de una celda de combustible microbiano mediante el diseño de un sistema de adquisición de datos con arduino

Carlos Josue Lopez Diaz^{1*}, Nicté Julieta Pérez Viramontes¹, Alán Rubén Calzada Hernández¹, José Víctor Aguirre Armenta¹, Raúl Carrera Cerritos¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato;
carlos.josueldiaz2411@gmail.com

Las celdas de combustible microbiano se presentan como una alternativa para la generación de energía renovable y la biorremediación, sin embargo, los sistemas empleados para su monitoreo suelen ser costosos y poco accesibles. El objetivo del trabajo fue evaluar el desempeño de una celda de combustible microbiano de una sola cámara utilizando un sistema de adquisición de datos basado en la plataforma Arduino, almacenando los datos en una memoria microSD. Se utilizó un consorcio de aguas residuales enriquecido en medios nutritivos como inóculo. Se utilizaron como membrana/electrodo Nafion® 117, tela de carbón con platino y malla de acero inoxidable.

La duración de los ciclos de determino en 5 días y del promedio de un triplicado se alcanzó un voltaje a circuito abierto máximo 0.71 V, de forma homologa se realizaron las curvas de polarización por triplicado; para cada una de estas se obtuvieron los valores de resistencias internas individuales de 1800000 Ω , 470000 Ω y 220000 Ω . obteniéndose una densidad de corriente máxima promedio de 0.018 ($\mu\text{A}/(\text{cm}^2)$), y una potencia de 0.004 ($\mu\text{W}/(\text{cm}^2)$). Los resultados demuestran que la implantación de hardware y software libre constituyen una alternativa viable y económica para la caracterización y evaluación de estos sistemas en entornos de investigación y docencia.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

Topics: Emerging technologies

Keywords: celda de combustible microbiano, Arduino, Voltaje a circuito abierto, curva de polarización, densidad de corriente, adquisición de datos



ID: 202

Materiales para dispositivos de almacenamiento de energía

Luisa José Tapia, Guadalupe Escartín González, Jose Luis Morales Gaspar

¹Instituto Politécnico Nacional, México; LUISA_JT@YAHOO.COM.MX

El almacenamiento de energía se ha consolidado como el pilar fundamental para el éxito de las energías renovables y la movilidad eléctrica, un desafío tecnológico cuyo progreso depende directamente de los avances en la ciencia de materiales. Actualmente, las baterías de iones de litio dominan el mercado de los vehículos eléctricos y la electrónica portátil; sin embargo, la dependencia de metales escasos y costosos como el cobalto ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles y seguras. Entre ellas destacan el fosfato de hierro y litio, así como el desarrollo de baterías de estado sólido que sustituyen los electrolitos líquidos inflamables por compuestos cerámicos o poliméricos, incrementando notablemente la capacidad y la seguridad de los dispositivos. Se pretende mostrar las propiedades de los materiales para almacenamiento de baterías de ion sodio. Por otra parte, para aplicaciones que requieren descargas de potencia ultra rápidas, los supercondensadores se posicionan como la solución ideal gracias a la incorporación de nanomateriales de carbono como el grafeno. Este material, debido a su estructura nanométrica y alta conductividad, permite cargas instantáneas y ciclos de vida casi infinitos. Asimismo, a gran escala, la estabilidad de la red eléctrica se apoya en el almacenamiento térmico y químico. Tecnologías como las sales fundidas permiten retener calor a altas temperaturas en plantas termosolares para generar electricidad durante la noche, mientras que los hidruros metálicos facilitan el confinamiento seguro del hidrógeno verde al absorberlo en estructuras sólidas sin necesidad de recurrir a presiones extremas.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Topics: Storage

Keywords: Almacenamiento de energía, materiales, baterías, electrolitos



ID: 209

Modelado electroquímico del desempeño de un electrolizador utilizando RuOx como material electrocatalítico

Samuel Jacitno Macias¹, Alan Calzada Hernández¹, Nicté Pérez Viramontes¹, Ingrid Rodriguez Hernández², Ignacio Formoso², J. L. Pineda Delgado²

¹Instituto politécnico Nacional, UPIIG, Silao, Guanajuato, Mexico.

²Departamento de Sostenibilidad, Universidad Tecnológica de Durazno, Uruguay, CP 97000.

samuelmacias456@gmail.com

Este estudio se centra en modelar el rendimiento electroquímico de materiales sintetizados para la reacción de REO. Estos materiales fueron sintetizados por base de RuOx y fueron evaluados de manera experimental obteniendo parámetros cinéticos como la actividad del material (α) y la densidad de corriente de intercambio (j_0). Posteriormente se realizó un gemelo digital de un electrolizador con un área activa de 10 cm² utilizando un software CAD y evaluando su funcionamiento en el software COMSOL Multiphysics® (versión 6.4).

El rendimiento catalítico se evaluó utilizando el módulo Fuel Cells and Electrolyzers, analizando el efecto de la temperatura y variando tanto la densidad de corriente del ánodo (dependiendo del material y la condición bajo evaluación) como el coeficiente de transferencia de carga (α). Los resultados demuestran que los óxidos de Rutenio presentan un sobrepotencial menor en el proceso de electrólisis en comparación con el IrOx convencional.

Los catalizadores alcanzaron densidades de corriente superiores a 421 cm² a un voltaje de celda de 2,0 V, registrando valores específicos de 427 A/cm² a 20 °C y 512 A/cm² a 40 °C. Si bien estos valores no representan una mayor producción que el IrOx, la cantidad de energía necesaria para obtener valores aceptables de producción es accesible y a un menor costo que el material comercial.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Full Paper

Topics: Green hydrogen

Keywords: Hydrogen, energy, RuOx



ID: 221

Activación química asistida por microondas en carbón de moringa oleífera para almacenamiento de energía

Leonardo Gutiérrez Rodríguez¹, Benjamín Portales Martínez¹, Jesús Vega Moreno², Ana Adela Lemus Santana¹, Edilso Reguera Ruiz¹

¹CICATA Legaria. Instituto Politécnico Nacional, México.

²SECIHTI Instituto Politécnico Nacional, México; alemuss@ipn.mx

El desarrollo de materiales carbonosos a partir de biomasa representa una alternativa para la valorización de residuos agroindustriales y el desarrollo de materiales destinados al almacenamiento electroquímico de energía. En este trabajo se estudió la obtención de carbón activado a partir de semillas de *Moringa oleífera*, empleando un proceso de síntesis que combina extracción de aceite, pirólisis y activación química asistida por microondas, con el propósito de analizar la influencia del tiempo de activación sobre su respuesta electroquímica.

Las semillas de *Moringa oleífera*, recolectadas en Ayala, Morelos, México, fueron trituradas y secadas a 70 °C durante 24 h. Posteriormente, se realizó la extracción de aceite mediante un sistema Soxhlet utilizando hexano, obteniéndose un rendimiento del 70 % en peso. El sólido residual fue sometido a carbonización en un tubo de cuarzo bajo flujo continuo de N₂, alcanzando una temperatura de 950 °C durante 1 h. Posteriormente, el carbón obtenido fue sometido a activación química con HNO₃, empleando una relación de 4 mol de carbón por 1 mol de ácido, en un sistema de microondas operado a 110 °C. El tiempo de activación se utilizó como variable de estudio para evaluar su efecto sobre las propiedades del material. Después del tratamiento, las muestras fueron lavadas hasta pH neutro y secadas a 70 °C durante 24 h.

La respuesta electroquímica de los materiales se evaluó mediante voltamperometría cíclica en una configuración de tres electrodos, utilizando H₂SO₄ 0.5 M como electrolito. La ventana de trabajo se estableció entre -0.2 y 0.2 V, donde se observó un comportamiento predominantemente capacitivo. La capacitancia específica se determinó a partir del área de las curvas voltamétricas, normalizando la carga respecto a la masa del material activo.

Los resultados evidenciaron una dependencia directa entre el tiempo de activación y la respuesta electroquímica. El carbón de *Moringa oleífera* sin activación presentó una capacitancia específica de 12.38 F g⁻¹. Después de la activación, se obtuvieron capacitancias de 26.36; 41.00; 39.34 y 36.17 F g⁻¹ para 2, 4, 6 y 8 min, respectivamente. El valor máximo, 41.00 F g⁻¹, correspondió a la muestra activada durante 4 min, seguida de una disminución progresiva para tiempos mayores. Este comportamiento muestra que la modificación de la superficie carbonosa mediante activación presenta una condición óptima dentro del intervalo estudiado, y que un incremento adicional del tiempo de tratamiento no necesariamente conduce a una mejora de la respuesta electroquímica.

Simposio 3: “Almacenamiento y Flexibilidad Energética”

Topics: Storage

Keywords: Capacitores, materiales carbonaceos, valorización de residuos agroindustriales

**“Vinculación e innovación
energética”**

Simposio 4





ID: 102

Residuos de agave como plataforma de innovación energética territorial: oportunidades para economía circular, transferencia tecnológica y desarrollo sostenible

Margarita Josefina Hernández-Alvarado¹, Adela Eugenia Rodríguez-Salazar¹, Aidé Minerva Torres-Huerta², Laura Angélica Hernández Alvarado³, Miguel Antonio Domínguez-Crespo²

¹Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Querétaro.

²Instituto Politécnico Nacional, UPIIH.

³Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; maggie.hernandez.alvarado@gmail.com

La transición energética en México requiere incorporar soluciones descentralizadas, circulares y territorialmente pertinentes que permitan reducir impactos ambientales y generar valor en cadenas productivas regionales. Los residuos de agave provenientes de las industrias del tequila y el mezcal ofrecen una oportunidad relevante para este propósito, ya que el bagazo y las vinazas pueden transformarse en bioenergía, biocombustibles, materiales carbonosos y esquemas de tratamiento con recuperación energética. Este trabajo analiza el potencial de los residuos de agave como plataforma de innovación energética territorial, con énfasis en transferencia tecnológica, economía circular y escalamiento hacia aplicaciones productivas. Se aplicó una metodología de inteligencia científica y tecnológica basada en revisión bibliométrica, análisis de patentes, clasificación de rutas de valorización y evaluación estratégica mediante un radar tecnológico para el periodo 2010–2025. Los resultados permiten identificar rutas con distinto grado de madurez y aplicabilidad. La digestión anaerobia para producción de biogás aparece como la vía más cercana a la implementación, especialmente para el tratamiento de vinazas y la recuperación de energía en sistemas productivos con generación continua de residuos. La fermentación, el bioetanol y el tratamiento de efluentes muestran oportunidades de adopción selectiva, mientras que las biorrefinerías integradas, el biohidrógeno y el biochar requieren mayor validación, inversión y articulación institucional. El estudio concluye que la valorización energética de residuos de agave puede contribuir a modelos de negocio circulares, innovación en comunidades productoras y reducción de cargas contaminantes, siempre que se acompañe de estrategias de gobernanza, propiedad intelectual, financiamiento y colaboración entre academia, industria y gobierno.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition, Environment, Energy Innovation, Other

Keywords: residuos de agave; bioenergía; economía circular; transferencia tecnológica; innovación territorial



ID: 103

Secador solar autónomo para valorizar mango Ataulfo en comunidades rurales

Carolina Romero Salazar¹, Omar Augusto Hernández Flores¹, Sadoth Sandoval Torres²

¹Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, México.

²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca; cromero.cat@uabjo.mx

This paper presents the design, implementation, and preliminary field validation of an autonomous solar dryer for Ataulfo mango dehydration in San Francisco Ixhuatán, Oaxaca, México. The study addresses a local postharvest problem related to mango waste caused by market saturation, price reduction, and limited rural processing infrastructure. The proposed system combines low-cost direct solar drying prototypes with an autonomous monitoring platform based on an ESP32 microcontroller, temperature and relative humidity sensors, K-type thermocouples, a pyranometer, a digital mass acquisition system, and photovoltaic power supply. The methodology included experimental design, solar path analysis, prototype construction, field testing, producer interviews, and preliminary food safety assessment. Two direct solar dryer prototypes were developed: a wooden cabinet with forced convection capability and a cellular polycarbonate box-type dryer with UV protection. During the field experiment conducted on January 30, 2026, four Ataulfo mango samples decreased their total mass from 21.0 g to 3.1 g in 4.52 h, while water activity decreased from 0.9 to 0.6. Initial microbiological analyses indicated compliance with applicable Mexican food safety standards after 11 days of storage. The results suggest that autonomous solar drying can contribute to postharvest loss reduction, renewable energy use, and value-added production in rural communities. Future work should focus on modular scaling, economic feasibility, sensory evaluation, long-term food safety validation, and community-based technology transfer.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Energy Innovation, Other

Keywords: Solar drying; Ataulfo mango; Autonomous monitoring; Rural sustainability; Renewable energy



ID: 117

Cultura y educación como pilares para el desarrollo y la sostenibilidad energética

América Regina Cano Martínez¹, Amy Sánchez Sánchez¹, Elsa Franco Martín¹, Rosa Adriana Rivera Díaz¹, Rosa Alicia Hernández Vázquez^{2,3}

¹Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Tepepan, Instituto Politécnico Nacional Periférico, Sur 4863, Ampliación Tepepan, Ciudad de México 16020, Mexico.

²Universidad Politécnica del Valle de México, Av. Mexiquense, S/N, Esq. Av. Universidad Politécnica, Tultitlán, Estado de México 54910, Mexico.

³Universidad Latino Americana Campus Norte, Facultad de Odontología, Posgrado, Cumbres de Acultzingo #3, Fracc. Los Pirules, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, C.P. 54040; regginna24@gmail.com

This paper analyzes the crucial role of culture and education as fundamental and indispensable pillars for global energy transition and sustainable development within the Mexican socioeconomic context. Through a rigorous, qualitative, and systematic document analysis of high-impact scientific literature, national databases, and regional institutional frameworks, this study critically evaluates the existing gap between specialized scientific production and public energy literacy. The conceptual framework integrates a multidimensional approach to sustainability, explicitly linking environmental preservation with social equity, economic viability, and regional governance. The empirical findings demonstrate that successful community-based energy initiatives do not rely solely on technical sophistication or financial incentives, but deeply depend on the degree of social appropriation achieved through contextualized, practical, and accessible local training programs. Consequently, a profound structural asymmetry was identified between top-tier specialized academic training and average citizen literacy, primarily driven by the heavy usage of complex terminology and technical jargon within traditional academic and industrial structures. We conclude that cultural and educational integration represent essential methodological constraints to bridge this persistent communication gap. Therefore, this research strongly recommends that public universities, research centers, and local governments establish strategic alliances to co-design simplified, grassroots educational programs. These cross-institutional initiatives are crucial to foster collective energy consciousness, mitigate technological rejection, and secure the long-term operational resilience, efficiency, and multidimensional sustainability of community energy systems across the country.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Energy Innovation, Networking

Keywords: Sustainability; Energy culture; Energy transition; Climate literacy; Higher education



ID: 118

Evaluación de la cultura de energías limpias en estudiantes universitarios de carreras no ambientales

Amy Sánchez Sánchez¹, María José Santos Velázquez¹, Elsa Franco Martín¹, Rodrigo Arturo Marquet Rivera^{1,2}, Octavio Alejandro Mastache Miranda³

¹Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Tepepan, Instituto Politécnico Nacional, México.

²Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional, México.

³Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad, México;

amy.sanchez.sanchez2006@gmail.com

This work characterizes clean energy culture among university students enrolled in non-environmental majors, with emphasis on international business programs, and proposes a structured instrument to assess it. The global energy transition demands a profound socio-economic shift led by future professionals who will manage corporate operations, design global supply chains and assess project feasibility under increasingly restrictive international regulations. Building on the multidimensional energy-cultures framework and the value-action gap, the paper describes a recurring asymmetry: favorable attitudes toward decarbonization coexisting with low technical and regulatory energy literacy and with consumption habits misaligned with environmental discourse. The proposed University Energy Culture Questionnaire (CCEU) is organized in three dimensions—technical-regulatory knowledge, attitudes, and behaviors—and is designed for application among economic-administrative students. The paper argues that incorporating energy-economics and sustainability modules into non-environmental curricula is imperative to foster a comprehensive energy culture that supports public policy and cross-border clean-trade initiatives, providing a diagnostic and pedagogical baseline for strengthening energy literacy.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Environment, Decarbonization

Keywords: clean energy; energy transition; university students; energy culture; decarbonization



ID: 119

Asimetrías de financiamiento en el Sur Global: Un análisis comparativo de la inversión en energías limpias entre China e India

María José Santos Velázquez¹, América Regina Cano Martínez¹, Rosa Alicia Hernández Vázquez^{2,3}, Rodrigo Arturo Marquet Rivera^{1,4}

¹Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Tepepan, Instituto Politécnico Nacional, Periférico Sur 4863, Ampliación Tepepan, Ciudad de México 16020, México.

²Universidad Politécnica del Valle de México, México.

³Universidad Latino Americana Campus Norte, Facultad de Odontología, México.

⁴Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional, Av. Sta. Ana 1000, San Francisco Culhuacan, Ciudad de México 04440, México.; msjv1507@gmail.com

This study examines the financial asymmetries shaping the clean energy transition in the Global South by comparing the distinct investment models of China and India between 2015 and 2025. Using a mixed-method documentary approach with institutional data from the International Energy Agency and the International Monetary Fund, the analysis deconstructs how local financing architectures determine the speed and resilience of decarbonization. The findings reveal a deeply fragmented landscape that challenges the academic tendency to homogenize emerging economies. China consolidates a state-led, sovereign expansion model in which public policy banks absorb commercial risks and leverage state-owned enterprises as geopolitical vehicles to dominate global green supply chains, exemplified by structured investments in Uzbekistan under the Belt and Road Initiative. Conversely, India relies on market incentives, foreign direct investment, and international private capital accelerated by friendshoring dynamics. However, its transitional momentum remains highly vulnerable to structural market failures, including elevated capital costs, grid bottlenecks, and severe distribution debt. Furthermore, regulatory frameworks such as India's Press Note 3 of 2020 introduce geopolitical filters that subordinate clean energy integration to national security priorities. The comparative breakdown provides essential insights for designing equitable public policy in developing markets.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Energy transition, Energy Innovation, Other

Keywords: Geopolítica



ID: 121

Diagnóstico tridimensional de la dinámica de flujo multifásico en crudos extrapesados bajo condiciones de operación: Un enfoque de innovación en medición

Marco Antonio Muñoz Prior^{1*}, Miguel Toledo Velazquez, Mónica Toledo García¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; mamprior@gmail.com

Se propone un enfoque tridimensional para el análisis dinámico del flujo multifásico (compuesto por petróleo, gas, agua y sedimentos) en crudos extrapesados bajo condiciones reales de operación. Este enfoque se basa en la medición dinámica y el diagnóstico del sistema utilizando un método innovador de visualización tridimensional (3D), la cual facilita una comprensión integral del comportamiento del flujo. El modelo incorpora la interacción simultánea de variables clave, tales como velocidad, presión, temperatura, densidad y régimen de flujo, lo que permite reconstruir la morfología del flujo y la caracterización del fluido al momento del transporte. Además, se establecen correlaciones para el desarrollo de modelos de diagnóstico, orientados a optimizar la interpretación y la capacidad predictiva del desempeño de medidores de flujo en escenarios operativos complejos.

**Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”
Full Paper**

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Multiphase; flow; measurement



ID: 123

Valorización de lignina residual de mazorca de maíz para el desarrollo de nanocatalizadores verdes de Pd y Pt soportados en MWCNTs hacia la oxidación de metanol

Esther Ramírez-Meneses¹, Aide Minerva Torres-Huerta², Carlos Juárez-Balderas³, Adela Eugenia Rodríguez-Salazar⁵, Aida Medina-González², Beatriz Brachetti-Sibaja⁴, Miguel Antonio Domínguez-Crespo¹

¹Departamento de Ingeniería Química, Industrial y de Alimentos. Universidad Iberoamericana. Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, C.P. 01219, Ciudad de México, México.

²Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, Ciudad Del Conocimiento y La Cultura, Carretera Pachuca-Actopan Km.1+500, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

³Departamento de Estudios en Ingeniería para la Innovación. Universidad Iberoamericana. Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, C.P. 01219, Ciudad de México, México.

⁴TecNM, Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Ave. Primero de Mayo S/n Col. Los Mangos, Cd. Madero, Tamps, C.P.89440, México.; ⁵ Instituto Politécnico Nacional, Technological Innovation, CICATA Querétaro, Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Santiago de Querétaro C.P. 76090, Querétaro, Mexico.; mdominguezc@ipn.mx

Este trabajo presenta el desarrollo de nanocatalizadores sostenibles de Pd, Pt y PtPd soportados en nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNTs), empleando lignina alcalina purificada extraída de mazorca de maíz como agente estabilizador ecológico, comparando su desempeño frente al uso de polivinilpirrolidona (PVP). La pureza estructural de la lignina fue corroborada mediante espectroscopia FT-IR. Los electrocatalizadores obtenidos se evaluaron para la Reacción de Oxidación de Metanol (MOR) en medio alcalino a diferentes velocidades de barrido. El área superficial electroquímicamente activa (ECSA) se determinó mediante la integración de las regiones de reducción correspondientes. El comportamiento cronoamperométrico a largo plazo (2000 s) demostró una excelente estabilidad y tolerancia al envenenamiento por monóxido de carbono de los materiales bimetalicos en comparación con los catalizadores comerciales de referencia. Asimismo, la cinética de transferencia de carga se estudió mediante espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) evaluando sobrepotenciales específicos. Los resultados indican que el uso de lignina como biopolímero biodegradable no solo sustituye eficientemente a los estabilizadores sintéticos tradicionales, sino que potencia significativamente la actividad catalítica y la estabilidad de las aleaciones de PtPd. Estos materiales constituyen una alternativa verde y de bajo costo para su implementación en celdas de combustible directo de metanol.

Simposio 4: "Vinculación e Innovación Energética"

Full Paper

On-site, Oral presentation

Topics: Energy transition, Environment, Networking

Keywords: Materiales de electrodo PtPd, Lignina PVP, Estabilizadores, Valorización de la Biomasa residual, Reacción de Oxidación de Metanol



ID: 124

Aprovechamiento de residuos de vidrio urbano como fuente de sílice para la obtención de carburo de silicio y materiales avanzados en aplicaciones energéticas

Victor Manuel Ángeles-Cabrera¹, Aidé Minerva Torres-Huerta¹, Aida Medina-González¹, Héctor Dorantes-Rosales², Adela Eugenia Rodríguez-Salazar³, Miguel Antonio Domínguez Crespo¹

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, Ciudad Del Conocimiento y La Cultura, Carretera Pachuca-Actopan Km.1+500, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

²Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Metalurgia y Materiales, ESIQIE.

³Instituto Politécnico Nacional, Technological Innovation, CICATA Querétaro, Cerro Blanco 141, Col. Colinas del Cimatario, Santiago de Querétaro C.P. 76090, Querétaro, México.; mdominguezc@ipn.mx

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) representan un importante reto ambiental en México debido a su acumulación en vertederos, donde favorecen la contaminación del suelo y la generación de lixiviados. Entre estos residuos, el vidrio destaca por su elevada estabilidad química y su alto contenido de dióxido de silicio (SiO_2), lo que lo convierte en una materia prima potencial para la obtención de materiales avanzados con aplicaciones energéticas e industriales. En este proyecto se propone la recuperación, clasificación y valorización de botellas de vidrio procedentes del basurero regional de Francisco I. Madero, Hidalgo, para la síntesis de carburo de silicio (SiC) y materiales compuestos mediante procesos de fusión térmica a temperaturas de hasta 1500 °C. La investigación contempla la separación del vidrio por color (verde, ámbar y transparente) para evaluar la influencia de los óxidos modificadores de red en la formación del SiC. Los materiales obtenidos serán caracterizados mediante Difracción de Rayos X (DRX) para identificar las fases cristalinas, Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) para analizar los enlaces químicos y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) para estudiar la morfología y microestructura. Los resultados iniciales muestran que la formación exitosa de SiC y compuestos de alto valor agregado con propiedades térmicas y mecánicas competitivas, contribuyendo a la eficiencia energética, la economía circular y el aprovechamiento sostenible de residuos para aplicaciones en sectores industriales de alta demanda energética.

Simposio 4: "Vinculación e Innovación Energética"

Online, Full Paper

Topics: Environment, Energy Innovation

Keywords: Residuos sólidos urbanos (RSU) Residuos de vidrio, Valorización de residuos, Economía circular, Carburo de silicio (SiC)



ID: 125

Síntesis de materiales tipo perovskita ($\text{Sr}_x\text{Sm}_{1-x}\text{CoO}_3-\delta$) para aplicación en celdas de combustible de óxido sólido

Jesús Juárez Rodríguez¹, Aidé Minerva Torres Huerta¹, Miguel Antonio Domínguez Crespo¹, Facundo Joaquín Márquez Rocha¹

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIIH, SEPI, DESCTI, San Agustín Tlaxiaca, México; jr656461@gmail.com

El crecimiento continuo del consumo mundial de energía y el deterioro ambiental han impulsado la búsqueda de fuentes de energía más limpias y eficientes que sustituyan a los combustibles fósiles. Entre las alternativas más prometedoras destacan las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC), debido a su alta eficiencia de conversión energética, flexibilidad en el uso de combustibles y bajas emisiones contaminantes. Sin embargo, su operación a elevadas temperaturas favorece procesos de degradación y pérdida de eficiencia, lo que hace necesaria la búsqueda de nuevos materiales catódicos para operación a temperatura intermedia.

En este trabajo se sintetizaron materiales tipo perovskita $\text{Sr}_x\text{Sm}_{1-x}\text{CoO}_3-\delta$ ($x = 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.8$ y 1.0) mediante el método de reacción en estado sólido asistido por microondas, con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución de Sm por Sr sobre la estructura cristalina y la morfología de los materiales para su posible aplicación como cátodos en SOFC. La caracterización estructural mediante difracción de rayos X mostró la formación de una estructura ortorrómbica monofásica (Pbnm) para las composiciones $x = 0.0, 0.1$ y 0.3 , mientras que las composiciones con mayor contenido de Sr presentaron transiciones hacia fases hexagonales, ortorrómbicas y tetragonales. El análisis morfológico evidenció una evolución en el tamaño, la forma y el grado de aglomeración de las partículas conforme aumentó el contenido de Sr. Estos resultados indican que la composición influye significativamente en las características estructurales y morfológicas del material, aportando información relevante para el desarrollo de cátodos para SOFC de temperatura intermedia.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Energy transition, Storage

Keywords: SOFC, cathode, energy, perovskite



ID: 135

Sistema didáctico para el monitoreo energético de motores trifásicos de inducción

Mauricio Aarón Pérez Romero¹, Brenda Cecilia Montes Perez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; maperezro@ipn.mx

La transición hacia procesos industriales más eficientes requiere profesionales capaces de interpretar el comportamiento energético de los sistemas electromecánicos y aplicar estrategias de mantenimiento que favorezcan el uso racional de la energía. En este contexto, se desarrolló un sistema didáctico orientado a la enseñanza del monitoreo energético y del mantenimiento predictivo en motores de inducción trifásicos. La propuesta se basa en un banco experimental instrumentado para registrar variables eléctricas, temperatura y vibración, cuya información es recopilada y visualizada mediante una plataforma digital que permite el seguimiento de las condiciones de operación del motor. El diseño del sistema posibilita la ejecución de prácticas donde los estudiantes analizan el efecto de distintos perfiles de funcionamiento sobre el desempeño energético del equipo, para establecer relaciones entre las variables medidas y el estado operativo del actuador eléctrico. La experiencia obtenida favorece el desarrollo de competencias relacionadas con la adquisición y análisis de datos, la interpretación de indicadores de condición y la toma de decisiones para incrementar la eficiencia energética de los sistemas motrices. Se concluye que el banco de pruebas constituye una herramienta complementaria para la formación de ingenieros, al integrar tecnologías de monitoreo utilizadas en la industria con actividades orientadas a fortalecer la cultura energética, la sostenibilidad y la innovación en la enseñanza de la ingeniería.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Networking

Keywords: Monitoring; energy culture; engineering education



ID: 140

Diseño de un sistema de inyección para la formación de burbujas para eficientar el proceso de recuperación de minerales

América Montserrat Acuña Sánchez¹, María Fernanda Martínez Duron¹, Maleny Andrea Domínguez Yañez¹, Martha Martínez Alvarado¹, Alfonso Najera Bastida¹, Horacio Inchaurregui Méndez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, UPIIZ, México; hinchaurregui@ipn.mx

La flotación es uno de los procesos más importantes en la concentración de minerales en México y su eficiencia depende en gran medida de la generación de burbujas finas y uniformes que maximicen el área superficial disponible para la colección de partículas. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar, fabricar y evaluar experimentalmente un sistema de cavitación/inyección para mejorar la dispersión de gas en celdas columna. El estudio abordó la problemática de la inestabilidad del tamaño de burbuja en los sistemas industriales actuales, como el SlamJet, mediante una metodología que combinó la impresión 3D por estereolitografía (SLA) y el procesamiento digital de alrededor de 400 imágenes por boquilla mediante el software ImageJ. Se evaluaron boquillas tipo Venturi de un solo orificio y placas multiorificio con patrones cuadrangulares y hexagonales, según la metodología de Inchaurregui (2011). Las pruebas experimentales permitieron caracterizar el efecto de variables críticas como el caudal de aire, la dosificación de distintos agentes espumantes (MIBC, CC 549 y aceite de pino) y el diámetro del orificio (2.5 a 5 mm). Los resultados demostraron que la configuración de placa multiorificio con patrón cuadrangular (P7), correspondiente a nueve orificios de 2.5 mm de diámetro, es la más eficiente, logrando una reducción del 27.5% en el diámetro de Sauter (d_{32}) en comparación con el estándar industrial, que reporta un valor promedio de 3.4 mm según Pyecha et al. (2006) en condiciones de operación industrial. Dicha mejora consolida una base tecnológica para incrementar la recuperación de partículas finas en la región de Zacatecas.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Environment, Energy Innovation

Keywords: Flujo de aire, boquilla, Venturi, placas de orificio, burbujas, procesamiento de imágenes, espumante



ID: 152

Optimización de la eficiencia energética en bobinas de alta potencia mediante el uso de conductores rectangulares de plata

Axel Uriel Martínez Jacobo¹, Viviana Guzman Castillo¹, Alejandro Fabián Martínez García², Pedro Martinez Ortiz¹, José Alberto Pérez Benítez¹

¹Laboratorio de Evaluación No Destructiva Electromagnética (LENDE), SEPI-ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, C.P. 07738.

²Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA), Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, C.P. 07340.; amartinezj1902@alumno.ipn.mx

La optimización de sistemas electromagnéticos de alta potencia y la reducción de pérdidas por efecto Joule son desafíos críticos en la eficiencia energética actual. Este trabajo presenta el diseño, fabricación y validación experimental de una nueva geometría de bobina estimuladora de alta potencia, utilizando un conductor monohilo rectangular de plata (Ag), material seleccionado por su alta conductividad eléctrica y maleabilidad. El objetivo principal fue desarrollar un sistema magnético eficiente capaz de soportar pulsos de corriente del orden de 1 a 2 kA, tomando como caso de estudio las aplicaciones de estimulación magnética transcraneal (EMT). Mediante esta propuesta geométrica, se logró un diseño 30% más compacto con el mismo número de espiras, reduciendo la longitud del conductor y su resistencia en corriente continua. Experimentalmente, la bobina desarrollada presentó una mejora del 25% en la eficiencia energética respecto a una bobina convencional de cobre multihilo, además de un incremento del 20% en la magnitud del campo magnético inducido y una mejora del 40% en la estabilidad de su distribución espacial. Asimismo, se obtuvo una mayor focalidad del campo eléctrico inducido en el volumen de interés. Los resultados demuestran que la combinación de un conductor de plata con geometría rectangular constituye una alternativa tecnológica prometedora para incrementar la eficiencia y reducir el consumo energético en dispositivos electromagnéticos industriales y biomédicos de alta potencia, mitigando el impacto por disipación térmica.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Online, Oral presentation

Topics: Emerging technologies, Energy Innovation

Keywords: Conductor de plata; Geometría rectangular; Eficiencia energética; Sistemas electromagnéticos; Alta potencia



ID: 161

Modelo conceptual para la transición energética de microempresas mexicanas basado en innovación tecnológica y criterios tecno-económicos

Liliana Collazo Hernández^{*1}, Alma Delia Torres Rivera¹, Jaime Alejandro Guevara Valdez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad/ UPIEM, Ciudad de México, México.*lcollazoh2000@alumno.ipn (e-mail del autor de correspondencia)

La transición hacia sistemas energéticos de menor emisión representa un desafío particular para las microempresas debido a las restricciones financieras, tecnológicas y organizacionales que pueden condicionar la adopción de soluciones energéticas sostenibles. En México, las microempresas representan más del 95 % de las unidades económicas, lo que hace relevante comprender las condiciones que influyen en sus procesos de transición energética. Aunque la literatura ha abordado factores como las capacidades tecnológicas, el acceso al financiamiento, la viabilidad económica y la innovación, persiste la necesidad de examinar de manera integrada cómo estos elementos se relacionan en el contexto de las microempresas. El objetivo de este estudio es proponer un modelo conceptual para analizar la transición energética de las microempresas mexicanas mediante la integración de dichas dimensiones. La investigación adopta un enfoque cualitativo basado en el análisis documental de la literatura científica y de la información estadística y normativa relacionadas con la transición energética y las microempresas en México. A partir de la síntesis de la evidencia analizada, se propone un modelo conceptual que articula capacidades tecnológicas, acceso al financiamiento, viabilidad económica e innovación como dimensiones interrelacionadas del proceso de transición energética empresarial. El modelo proporciona una base analítica para orientar futuras investigaciones empíricas y examinar estrategias destinadas a facilitar la adopción de soluciones energéticas sostenibles en microempresas.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Topics: Energy transition, Energy Innovation

Keywords: Energy transition; Microenterprises; Renewable energy adoption; Technological capabilities; Sustainable innovation



ID: 180

Cocos nucífera en el desarrollo de materiales térmicos

Delia Cristina Altamirano Juárez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; daltamiranoj@ipn.mx

El mesocarpio y exocarpio de coco son materiales ampliamente investigados para aplicarlos como aislantes térmicos; el endocarpio del coco no ha logrado el mismo interés debido a las propiedades mecánicas que dificultan el moldeo sobre las superficies de techos o paredes. Se presentan los resultados de reacondicionamiento del endocarpio de coco mediante procesos de trituración, torrefacción y molienda. Usando la caracterización por rayos X y EDS se identificó la presencia de un compuesto de hierro y potasio en la composición del endocarpio, el cual presenta efectos magnéticos en presencia de un campo.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Energy Innovation

Keywords: composito, temperatura, reacondicionamiento



ID: 204

Diseño de sistemas fotovoltaicos para la gestión energética en Escuela Secundaria Técnica de los Valles Centrales de Oaxaca

Ángel Olaff Chiñas Olivera¹, José Luis Caballero Montes, Margarita Rasilla Cano¹

¹Instituto Politécnico Nacional, México; achinaso2500@alumno.ipn.mx

La Escuela Secundaria Técnica 247 de Cuilápam de Guerrero, Oaxaca, presenta baja tensión, variaciones de voltaje, interrupciones frecuentes del suministro y antecedentes de daño en equipos de cómputo, además de dependencia de energía eléctrica para el abastecimiento de agua. En este contexto, el objetivo de la investigación es el diseño de dos aplicaciones fotovoltaicas: sistema de bombeo solar para riego del huerto escolar y sistema fotovoltaico con respaldo para la sala audiovisual que contribuyan a mejorar la gestión energética de la institución.

La investigación se desarrolló como un estudio de caso con enfoque aplicado. La metodología incluyó un diagnóstico de campo, levantamiento de infraestructura, identificación de cargas críticas y de requerimientos operativos. Para el sistema de bombeo se analizaron fuente de abastecimiento y demanda hídrica y para el sistema con respaldo se evaluaron la potencia instalada, perfil de consumo, calidad del suministro y protección para cargas sensibles. El diseño contempla dimensionamiento energético, selección de módulos fotovoltaicos, inversor, banco de baterías, controladores, protecciones eléctricas y propuesta de instalación en sitio.

Los resultados indican que el sistema de bombeo solar puede desacoplar parcialmente el riego de la red eléctrica y mejorar la disponibilidad de agua en horarios de irradiación útil, mientras que el sistema con respaldo puede incrementar la continuidad de operación de la sala audiovisual y reducir la exposición de los equipos a eventos de variación y corte. Se concluye que ambas soluciones presentan viabilidad técnica de beneficio energético, ambiental y económico en infraestructura escolar con problemas de calidad de energía.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Poster

Topics: Energy transition, Energy Innovation, Networking

Keywords: photovoltaic system design, solar water pumping, backup power system, critical loads, power quality



ID: 211

Impulsión de microburbujas generadas por placas de orificio como alternativa a la pasteurización térmica convencional

Omar Armando Juarez Oliva¹, Paola Saraí Alcalá Gonzalez¹, María Fernanda Martínez Duron¹, Martha Martinez Alvarado¹, Karol Karla García Aguirre¹, Horacio Inchaurregui Méndez^{1*}

¹Unidad profesional interdisciplinaria de ingeniería campus zacatecas IPN, Mexico; hinchaurreguim@ipn.mx

En este trabajo se realizó un estudio entre la pasteurización térmica convencional y la basada en la presión. El objetivo es comparar y determinar, desde el punto de vista energético, cuál es la mejor metodología para eliminar agentes patógenos y conservar los nutrientes en el jugo de manzana del estado de Zacatecas. La cavitación basada en la presión se realizó mediante un sistema diseñado, construido y mecanizado con placas de orificio para generar e impulsar microburbujas, mientras que la térmica se llevó a cabo en un recipiente a una temperatura entre 80 y 90 °C durante 15 segundos. Los orificios dentro de las placas fueron distribuidos bajo una unidad asimétrica cuadrangular (RCPO) esto de acuerdo a Inchaurregui y col. (2011). La cavitación es la formación y explosión repentinas de microburbujas de vapor, lo que genera grandes cambios de temperatura y presión. De acuerdo con los estudios realizados, se encontró que, a una presión de 5 atm, en una placa de 21 orificios y durante 5 min, la eliminación de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) fue superior al 95% y el consumo energético fue de 3 pesos por hora de operación, mientras que la térmica requiere 6 pesos para su eliminación total. Para el caso de la vitamina C presente a una presión de 5 atm con la misma placa una pérdida del 16% mientras que en la térmica fue del 25%. Esto sugiere una buena alternativa de innovación, ya que se reduce la pérdida de vitamina C mediante una pasteurización por presión frente a la convencional.

Simposio 4: “Vinculación e Innovación Energética”

Full Paper

Topics: Energy Innovation

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, vitamina C, microburbujas, placas de orificio, pasteurización térmica, cavitación



Índice de autores

ID	Página	Nombre
ID: 146	78	Abeer M Alosaimi
ID: 192	53	Abel Zúñiga Moreno
ID: 191	52	
ID: 123	130	Adela Eugenia Rodriguez-Salazar
ID: 102	124	
ID: 124	131	
ID: 126	67	
ID: 129	69	
ID: 120	28	Adrian Estrada Gallegos
ID: 116	65	Adriana Navarrete Chavez
ID: 146	78	Ahlam I. Al-Sulami
ID: 123	130	Aida Medina-González
ID: 124	131	
ID: 126	67	
ID: 125	132	Aidé Minerva Torres Huerta
ID: 171	46	
ID: 123	130	
ID: 182	88	
ID: 102	124	
ID: 124	131	
ID: 126	67	
ID: 131	30	Alan Axel Meza Juarez
ID: 209	121	Alan Calzada Hernández
ID: 213	103	Alan Melesio-Miranda
ID: 200	99	Alán Rubén Calzada Hernández
ID: 201	119	
ID: 205	100	
ID: 143	33	Alberto Antonio Sánchez Arellano
ID: 203	56	Alejandra Hernández Hernández
ID: 199	55	Alejandro Cruz Ramírez
ID: 172	115	Alejandro Davila Diaz
ID: 152	135	Alejandro Fabián Martínez García

ID: 151	35	Alejandro Villegas Ortega
ID: 210	102	Alejandro Wintergerst Felipe
ID: 132	71	Alex Jimenez-Arguijo
ID: 144	77	Alexander-Rafael Mirabal-Reyes
ID: 140	134	Alfonso Najera Bastida
ID: 161	136	Alma Delia Torres Rivera
ID: 172	115	Amadeo José Argüelles Cruz
ID: 117	126	América Regina Cano Martínez
ID: 119	128	
ID: 117	126	Amy Sánchez Sánchez
ID: 118	127	
ID: 220	108	Ana Adela Lemus Santana
ID: 221	122	
ID: 147	79	Ana Elena Hernández Sánchez
ID: 210	102	Anahi Guerra Elguera
ID: 133	31	Andrea Montaña Rivera
ID: 175	48	Andrea Selene López Díaz
ID: 176	49	
ID: 213	103	Andrea Sorcia-Cervantes
ID: 111	24	Andrés F. Miguel-Martínez
ID: 113	26	Andrés Felipe Miguel Martínez
ID: 128	29	Ángel Alfonso García López
ID: 199	55	Ángel de Jesús Morales Ramírez
ID: 204	138	Ángel Olaff Chiñas Olivera
ID: 148	113	Angeles Mantilla Ramírez Ramirez
ID: 179	116	
ID: 166	43	
ID: 149	114	
ID: 147	79	Antonieta García Murillo
ID: 153	81	
ID: 127	68	Araceli Ezeta Mejía
ID: 130	70	
ID: 198	98	



ID: 167	44	Araceli López López
ID: 114	27	Aris Sofia Santos Rodríguez
ID: 127	68	Arturo Manzo Robledo
ID: 146	78	Ashok Adhikari
ID: 165	85	Ateet Dutt
ID: 151	35	Axel Uriel Martinez Jacobo
ID: 152	135	
ID: 167	44	Aymara Judith Diaz Barrita
ID: 168	45	Babatunde Isaiah Afolabi
ID: 148	113	Benjamín Issac Izquierdo Peralta
ID: 214	104	Benjamín Marcos Marín Santibáñez
ID: 220	108	Benjamín Portales Martínez
ID: 221	122	
ID: 184	90	Berenice Nayelli Castañeda Avila
ID: 194	54	
ID: 195	118	Blanca Garcia
ID: 135	133	Brenda Cecilia Montes Perez
ID: 203	56	Carlos Alberto Rangel Lino
ID: 139	32	Carlos de la Cruz Alejo
ID: 217	61	Carlos Eduardo Santolalla vargas
ID: 218	106	
ID: 201	119	Carlos Josue Lopez Diaz
ID: 123	130	Carlos Juárez-Balderas
ID: 181	51	Carlos Porfirio Gómez Castañeda
ID: 103	125	Carolina Romero Salazar
ID: 217	61	Catherine Rosas Gómez
ID: 162	40	Celestino Odín Rodríguez Nava
ID: 203	56	Cesar Alberto Rizo Jaramillo
ID: 142	112	Cesar David Tellez Uribe
ID: 141	76	Cesar Hernandez Vasquez
ID: 138	75	
ID: 137	74	
ID: 110	64	
ID: 127	68	Claudia Ramírez Rodríguez
ID: 130	70	
ID: 206	101	Claudia Rodríguez Tapia
ID: 174	47	Cristian Axel Ruiz Lopez
ID: 177	87	Cristian Martinez-Dominguez

ID: 126	67	Dalia Nayeli Vázquez-Castillo
ID: 116	65	Daniel Castañon Rangel
ID: 138	75	Daniel Jiménez Olarte
ID: 141	76	
ID: 159	84	Daniel Memije Garduño Garduño
ID: 163	41	
ID: 113	26	Daniela Madai Pérez Osio
ID: 162	40	David Alfonso Ramírez Ortega
ID: 220	108	David Perea Santos
ID: 180	137	Delia Cristina Altamirano Juárez
ID: 177	87	Delia Guadalupe Robles-Galena
ID: 219	107	Deyanira Ángeles Beltrán
ID: 106	21	Deymos Meza Cortés
ID: 162	40	Diana Clemencia Guerrero Araque
ID: 112	25	Diego Alejandro Magaña Santamaría
ID: 122	66	Eder Gibrain Ricoy-Zarate
ID: 179	116	Edgar Adahir Montes Gómez
ID: 156	87	Edgar Ramírez Jiménez
ID: 132	71	Edgardo Saucedo
ID: 220	108	Edilso Reguera Ruiz
ID: 221	122	
ID: 132	71	Eduardo Merino Montes
ID: 101	63	Ekene Francis Oranusi
ID: 117	126	Elsa Franco Martín
ID: 118	127	
ID: 128	29	Emilio Hernández Bautista
ID: 167	44	
ID: 104	20	Emmanuel Sánchez Legorreta
ID: 122	66	Erick Rosado-Tamariz
ID: 177	87	Ernesto Flores-Rojas
ID: 185	91	Ernesto Neri Cruz
ID: 120	28	Escarlet Alvarez Martinez
ID: 123	130	Esther Ramírez-Meneses Ramírez-Meneses
ID: 126	67	
ID: 125	132	Facundo Joaquín Márquez Rocha
ID: 171	46	
ID: 182	88	
ID: 147	79	Felipe de Jesús Carrillo Romo



ID: 153	81	
ID: 100	19	Felipe Téllez Hernández
ID: 160	39	Fernando Trejo Zárraga
ID: 159	84	Fidel Pérez Carmona Fidel Pérez Carmona
ID: 163	41	
ID: 218	106	Francisco Javier Tzompantzi Morales
ID: 143	33	Georgiy Polupan
ID: 219	107	Gerardo Chavez-Esquivel
ID: 214	104	Gerardo De Los Santos Camas
ID: 155	36	Gilbert Josue Olace Mariano
ID: 198	98	Gilberto Castañeda-Barrera
ID: 134	72	Gonzalo Ramos López
ID: 186	92	
ID: 187	93	
ID: 104	20	Griselda Stephany Abarca Jiménez
ID: 202	120	Guadalupe Escartín González
ID: 143	33	Guillermo Jarquín López
ID: 108	23	Hannia Liliana Robles Martínez
ID: 183	89	Héctor Alfredo Calderon Benavides
ID: 184	90	
ID: 185	91	
ID: 194	54	
ID: 124	131	Héctor Dorantes-Rosales
ID: 157	37	Héctor Luis Corcho Pérez
ID: 196	96	Herminio Cinto Olivares
ID: 140	134	Horacio Inchaurregui Méndez
ID: 211	139	
ID: 215	60	Horacio Quetzalcóatl Yedra Hernandez
ID: 216	105	
ID: 183	89	Hugo Martinez Gutierrez
ID: 150	80	
ID: 157	37	Ignacio Carvajal Mariscal
ID: 158	38	
ID: 209	121	Ignacio Formoso
ID: 209	121	Ingrid Rodriguez Hernández
ID: 175	48	Irene Chaparro Hernández
ID: 176	49	

ID: 142	112	Ismael Araujo Vargas
ID: 210	102	Ismael Araujo Vargas
ID: 144	77	
ID: 167	44	Ivan Antonio García Montalvo
ID: 128	29	
ID: 162	40	Izchel Abigail Lonche Hernández
ID: 210	102	J Alessandro Briseno Tapia
ID: 209	121	J. L. Pineda Delgado
ID: 146	78	Jacobo Martínez Reyes
ID: 217	61	Jael Blancas Martínez
ID: 161	136	Jaime Alejandro Guevara Valdez
ID: 159	84	Jaime José Rodríguez Rivas
ID: 163	41	
ID: 195	118	Jaime Vega Pérez
ID: 138	75	Jared Armando Vivanco Sánchez
ID: 139	32	Javier Alejandro Quintero Martínez
ID: 160	39	Javier Jurado Flores
ID: 159	84	Javier Moreno Hernandez
ID: 163	41	
ID: 153	81	Jennifer Lara González
ID: 108	23	Jesús Alfredo Gómez Hernández
ID: 219	107	Jesús Andrés Tavizón Pozos
ID: 150	80	Jesus Israel Guzman Castañeda
ID: 207	57	
ID: 125	132	Jesús Juárez Rodríguez
ID: 104	20	Jesús Mares Carreño
ID: 169	86	
ID: 214	104	Jesús Morales Infante
ID: 138	75	Jesús Roberto González Castillo
ID: 141	76	
ID: 220	108	Jesús Vega Moreno
ID: 221	122	
ID: 199	55	Jhony Elian González Rivera
ID: 196	96	Jin An Wang
ID: 106	21	Jocelyn Gualberto Olivera
ID: 179	116	John Alexys Antonio Chavarria
ID: 217	61	Jonás Martínez Limón
ID: 160	39	Jorge Ancheyta Juárez
ID: 154	82	



ID: 166	43	
ID: 189	117	Jorge Bedolla Hernández
ID: 158	38	Jorge Ernesto De León Ruiz
ID: 198	98	Jorge Gabriel Vázquez-Arenas
ID: 134	72	Jorge Huerta Ruelas
ID: 159	84	Jorge Luis Gayosso Armenta
ID: 163	41	
ID: 100	19	Jorge Pineda Piñón
ID: 122	66	José Alan Zamora-Valdez
ID: 150	80	Jose Alberto Andraca Adame
ID: 207	57	
ID: 174	47	Jose Alberto Perez Benitez
ID: 178	50	
ID: 181	51	
ID: 151	35	
ID: 152	135	
ID: 155	36	
ID: 208	58	
ID: 212	59	
ID: 186	92	José Antonio Meza Andrade
ID: 113	26	José Antonio Valdez García
ID: 165	85	José Francisco Malagón García
ID: 142	112	José Francisco Villegas Alcaraz
ID: 204	138	José Luis Caballero Montes
ID: 202	120	Jose Luis Morales Gaspar
ID: 137	74	José Manuel Flores Márquez
ID: 138	75	
ID: 141	76	
ID: 189	117	Jose Michael Cruz Garcia
ID: 122	66	José Rafael Dorrego Portela
ID: 201	119	José Víctor Aguirre Armenta
ID: 203	56	
ID: 149	114	Juan Alejandro Ramírez Duarte
ID: 166	43	Juan José Ríos López
ID: 131	30	Juan Manuel Sandoval Pineda
ID: 148	113	
ID: 149	114	
ID: 172	115	

ID: 179	116	
ID: 115	111	Juan Rodríguez Ramírez
ID: 133	31	
ID: 175	48	
ID: 176	49	
ID: 197	97	
ID: 113	26	
ID: 114	27	
ID: 111	24	
ID: 101	63	
ID: 129	69	Juana Alvarado-Rodríguez
ID: 157	37	Julieta Vereá Oviedo
ID: 162	40	Julio César García Martínez
ID: 100	19	Julio Cesar Sosa Savedra
ID: 200	99	Karla Guadalupe Villalpando Longoria
ID: 150	80	Karla Jenny Lozano Rojas
ID: 207	57	
ID: 211	139	Karol Karla García Aguirre
ID: 190	95	Karol Yaretzhi Lopez-Perez
ID: 188	94	Kerry Garret Moncibais
ID: 136	73	Kevin Salazar Martínez
ID: 102	124	Laura Angélica Hernández Alvarado
ID: 129	69	
ID: 158	38	Laura Carolina Lara Guzmán
ID: 150	80	Laura del Carmen Catalan Hernandez
ID: 198	98	Laura Verónica Castro-Sotelo
ID: 113	26	Laura Victoria Aquino González
ID: 200	99	Leonardo Alexander Zendejas Garduño
ID: 221	122	Leonardo Gutiérrez Rodriguez
ID: 127	68	Leticia Juárez Marmolejo
ID: 130	70	
ID: 115	111	Lilia Leticia Mendez Lagunas
ID: 133	31	
ID: 114	27	
ID: 175	48	



ID: 176	49	
ID: 161	136	Liliana Collazo Hernández
ID: 208	58	Luis Antonio López Simón
ID: 168	45	Luis Arturo González Hernández
ID: 206	101	Luis Raúl Tovar Gálvez
ID: 202	120	Luisa José Tapia
ID: 140	134	Maleny Andrea Domínguez Yañez
ID: 115	111	Manolo Luis Gonzalez Jimenez
ID: 217	61	Manuel Acosta Mijangos
ID: 132	71	Marcel Placidi
ID: 107	22	Marcia Esther Vázquez Barrera
ID: 121	129	Marco Antonio Muñoz Prior
ID: 219	107	Marcos Jiménez Hernández
ID: 199	55	Margarita García Hernández
ID: 102	124	Margarita Josefina Hernández-Alvarado
ID: 129	69	
ID: 204	138	Margarita Rasilla Cano
ID: 146	78	María de la Luz Olvera Amador
ID: 141	76	María de Lourdes Albor Aguilera
ID: 137	74	
ID: 110	64	
ID: 140	134	María Fernanda Martínez Duron
ID: 211	139	
ID: 207	57	María Guadalupe Moreno Cruz
ID: 118	127	María José Santos Velázquez
ID: 119	128	
ID: 175	48	María José Zárate Victoria
ID: 176	49	
ID: 203	56	María Soraya Osegueda Robles
ID: 205	100	
ID: 158	38	Mario César Maya Rodríguez
ID: 184	90	Mario Cureño Ortiz
ID: 106	21	Mario Díaz González
ID: 107	22	
ID: 108	23	
ID: 111	24	
ID: 105	110	Mario Fidel García Sánchez

ID: 132	71	
ID: 165	85	
ID: 136	73	
ID: 140	134	Martha Martinez Alvarado
ID: 211	139	
ID: 139	32	Martin Morales Garcia
ID: 156	83	Martin Rodríguez Fragoso
ID: 135	133	Mauricio Aarón Pérez Romero
ID: 199	55	Mayahuel Ortega Áviles
ID: 120	28	Miguel Ángel Castillo Martinez
ID: 194	54	
ID: 210	102	Miguel Angel Gonzalez Ramirez
ID: 137	74	Miguel Ángel González Trujillo
ID: 110	64	
ID: 127	68	Miguel Ángel Soto Mendoza
ID: 130	70	
ID: 190	95	Miguel Ángel Uribe-Aranda
ID: 124	131	Miguel Antonio Domínguez Crespo
ID: 126	67	
ID: 171	46	
ID: 125	132	
ID: 169	86	
ID: 182	88	
ID: 102	124	
ID: 123	130	
ID: 129	69	
ID: 136	73	
ID: 164	42	Miguel Mauricio Aguilera Flores
ID: 188	94	
ID: 190	95	
ID: 121	129	Miguel Toledo Velazquez
ID: 121	129	Mónica Toledo García
ID: 146	78	Naglaa Salem El-Sayed
ID: 164	42	Nahum Andrés Medellín Casillo
ID: 142	112	Nancy Mondragón Escamilla
ID: 210	102	
ID: 144	77	
ID: 195	118	Nayeli Vega Garcia
ID: 212	59	Néstor Orlando Romero Arismendi



ID: 189	117	Nicolás Iván Román Roldán
ID: 200	99	Nicté Julieta Pérez Viramontes
ID: 201		
ID: 205		
ID: 209	121	Nicte Pérez Viramontes
ID: 214	104	Noé Esaú Santos Valdés
ID: 107	22	Noel Diego Cruz López
ID: 218	106	Octavio Aguilar Martínez
ID: 118	127	Octavio Alejandro Mastache Miranda
ID: 120	28	
ID: 156	83	Octavio Elizalde Solis
ID: 192	53	
ID: 191	52	
ID: 212	59	Omar Alejandro Ordoñez Villasana
ID: 211	139	Omar Armando Juarez Oliva
ID: 103	125	Omar Augusto Hernández Flores
ID: 208	58	Omar Ortega Labra
ID: 159	84	Oscar Carranza Castillo
ID: 163	41	
ID: 178	50	Oscar Cruz Galan Mendoza
ID: 205	100	Óscar Romario Sotelo Hernández
ID: 132	71	Outman El Khouja
ID: 176	49	Paola Cristina Zarate Cruz
ID: 175	48	
ID: 164	42	Paola Marijosé Galván Lugo
ID: 145	34	Paola Mayra Contreras Medina
ID: 196	96	Paola Moreno Najera
ID: 211	139	Paola Sarai Alcalá Gonzalez
ID: 132	71	Pastor Alan Rodríguez Echevarría
ID: 105	110	
ID: 169	86	Paulina Berenice Baños Hinojosa
ID: 148	113	Paulina Mercedes Gonzalez Puente
ID: 149	114	
ID: 210	102	Pedro Enrique Velázquez Elizondo
ID: 152	135	Pedro Martinez Ortiz
ID: 178	50	
ID: 181	51	
ID: 151	35	
ID: 155	36	Pedro Martínez ortiz

ID: 174	47	
ID: 208	58	
ID: 212	59	
ID: 144	77	Pedro-Enrique Velázquez-Elizondo
ID: 122	66	Rafael Campos-Amezcu
ID: 171	46	Ranly Emir Sierra Poot
ID: 182	88	
ID: 213	103	Raúl Alejandro Avalos-Zúñiga
ID: 134	72	Raul Avalos Zuñiga
ID: 201	119	Raúl Carrera Cerritos
ID: 157	37	Raúl Hernández Altamirano
ID: 142	112	Reyna Karina Salgado Cristobal
ID: 179	116	Reyna Natividad
ID: 192	53	Ricardo Garcia Morales
ID: 191	52	
ID: 127	68	Ricardo Gerardo Sánchez Alvarado
ID: 187	93	Ricardo Magallon Mata
ID: 196	96	Roberto Limas Ballesteros
ID: 118	127	Rodrigo Arturo Marquet Rivera
ID: 119	128	
ID: 120	28	
ID: 183	89	Rogelio Garcia Abundez
ID: 198	98	Román Cabrera-Sierra Román Cabrera-Sierra
ID: 117	126	Rosa Adriana Rivera Díaz
ID: 117	126	Rosa Alicia Hernández Vázquez
ID: 119	128	
ID: 120	28	
ID: 116	65	Rosa de Guadalupe González Huerta
ID: 210	102	
ID: 131	30	
ID: 177	87	
ID: 198	98	Rosa Rosa María Luna-Sánchez María Luna
ID: 159	84	Ruben Ortega González
ID: 163	41	
ID: 192	53	Rubén Pólux Mendo Sánchez
ID: 191	52	Ruben Polux Mendo-Sanchez



ID: 103	125	Sadoth Sandoval Torres
ID: 114	27	
ID: 115	111	
ID: 133	31	
ID: 167	44	
ID: 172	115	Samantha Ixtepan Osorio
ID: 188	94	Samantha Nájera Hernandez
ID: 209	121	Samuel Jacitno Macias
ID: 142	112	Samuel Pérez Rodríguez
ID: 156	83	Sandro González Arias
ID: 192	53	
ID: 114	27	Sebastián Rendón Aragón
ID: 172	115	Sebastián Reyes Claveria
ID: 132	71	Sergio Giraldo
ID: 214	104	Sergio Odin Flores Valle
ID: 138	75	Sergio Ramírez Velasco
ID: 141	76	
ID: 126	67	Silvia Beatriz Brachetti-Sibaja
ID: 123	130	

ID: 179	116	Tania Jimenez Aguilar
ID: 183	89	Tetyana Kryshab
ID: 129	69	Valeria Alitzel Alvarado Aranda
ID: 116	65	Valeria Juárez Casildo
ID: 164	42	Verónica Ávila Vázquez
ID: 188	94	
ID: 190	95	
ID: 111	24	Vicencio Vitaliano Almaráz Almaráz
ID: 113	26	
ID: 133	31	
ID: 189	117	Vicente Flores Lara
ID: 217	61	Victor Florencio Santes Hernandez
ID: 124	131	Víctor Manuel Ángeles-Cabrera
ID: 218	106	Víctor Santes
ID: 152	135	Viviana Guzman Castillo
ID: 218	106	Yanet Piña Pérez
ID: 132	71	Yuancai Gong
ID: 132	71	Zacharie Jehl