



**Segundo Congreso Nacional  
Primer Congreso Iberoamericano**

**Hidrógeno  
y  
Fuentes Sustentables de Energía**

**Libro de Resúmenes**

**12 al 15 de junio de 2007  
Posadas, Misiones, Argentina**



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable  
Comisión Nacional de Energía Atómica



Comité Ejecutivo de Desarrollo e  
Innovación Tecnológica  
Provincia de Misiones



SEGUNDO CONGRESO NACIONAL  
PRIMER CONGRESO IBEROAMERICANO

HIDRÓGENO  
Y  
FUENTES SUSTENTABLES DE ENERGÍA



***“Investigación y desarrollo para la transición  
hacia sistemas energéticos basados en el uso del  
hidrógeno y energías renovables”.***

12 al 15 de junio de 2007  
Posadas, Misiones, Argentina

**Segundo Congreso Nacional sobre Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía y Primer Congreso Iberoamericano** para la presentación de investigaciones académicas, innovaciones tecnológicas, estudios, desarrollos y proyectos en: hidrógeno como vector energético, energías renovables –eólica, solar, geotérmica, mareomotriz y pequeños aprovechamientos hidroeléctricos– combustibles alternativos, biocombustibles y biomasa.

Conferencias a cargo de expertos de reconocida trayectoria internacional sobre proyectos de investigación y desarrollo en Argentina y en Iberoamérica. Paneles de debate a cargo de referentes del ámbito científico, empresarial, legislativo y funcionarios nacionales y provinciales.

El evento brindará un ámbito propicio para establecer iniciativas conjuntas estatales y privadas dirigidas a promover la investigación científica, la formación de recursos humanos y el desarrollo tecnológico.

Son objetivos de este congreso:

- Brindar un ámbito propicio para debatir y profundizar en los principios y conceptos fundamentales y en el desarrollo científico y tecnológico asociado a la producción y utilización del hidrógeno, como vector de energía, de una manera confiable, segura y económicamente competitiva.
- Presentar las investigaciones y los estudios que -en el campo de las fuentes renovables de energía- pueden aplicarse en pequeña escala a núcleos aislados, a la atención de pequeñas demandas dispersas o a combinaciones con fuentes tradicionales, al uso en generación distribuida y a otras aplicaciones.
- Promover estudios e investigaciones asociados al uso de combustibles alternativos, en particular combustibles híbridos y biocombustibles.

**Organizan:** Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS)

**Comisión Nacional de Energía Atómica.**

Av. del Libertador 8250 - (1429) Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
– Argentina. TE: (++54-11) 4704-1485 - Fax: (++54-11) 4707-1177.

e-mail: [ieds@cenea.gov.ar](mailto:ieds@cenea.gov.ar) – Internet: [www.cab.cenea.gov.ar/ieds](http://www.cab.cenea.gov.ar/ieds)

**Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT)**

Felix de Azara 1890 5to. piso - Posadas-Misiones

Tel.: +54 (3752) 447005/19 - e-mail: [gob\\_cedit@misiones.gov.ar](mailto:gob_cedit@misiones.gov.ar)

Internet: <http://www.cedit.misiones.gov.ar>

## **AUTORIDADES DEL CONGRESO**

### **PRESIDENTE**

Dr. Daniel Miguel Pasquevich

### **VICEPRESIDENTE**

Dr. Carlos Schvezov

### **COMITÉ EJECUTIVO**

Presidente: Dra. Ana Bohe (IEDS-CNEA)

Coordinador: Lic. Daniel Quattrini (IEDS-CNEA)

Ing. Fabiola Alvarez (IEDS-CNEA)  
Ing. Hugo Corso (CAB-CNEA)  
M.A.Sc. Margarita Ruda (CAB-CNEA)

Dra. Juana Gervasoni (CAB-CNEA)  
Dra. Adriana Serquis (CAB-CNEA)  
Tec. Diego Pentke (IEDS-CNEA)

Secretaría Ejecutiva: Dra. Cristina Fernandez Degiorgi (IEDS-CNEA)

### **COMITÉ CIENTÍFICO**

Presidente: Dr. Horacio Corti (CAC-CNEA)

Dr. Alberto Caneiro (CAB-CNEA)  
Ph. D. Ulises Cano-Castillo (Instituto de  
Investigaciones Eléctricas, Mexico)  
Dr. José Converti (CAB-CNEA)  
Dr. Julio Durán (CAC - CNEA)  
Dr. Miguel Laborde (UBA)  
Dr. Marcelo Linardi (Instituto de Pesquisas  
Energéticas e Nucleares, Brasil)

Dr. Gabriel Meyer (CONICET, CAB-  
CNEA)  
Dr. José Ovejero Garcia (CAC-CNEA)  
Dr. Hernán Peretti (CAB - CNEA)  
Dr. Erico Spinadel (AAEE)  
Dr. Walter Triaca (CONICET, INIFTA-  
UNLP)

## COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL

Presidente: Dr. Carlos Enrique Schvezov (CEDIT-UNaM)

Coordinador: Ing. Marcelo Raúl Sarasola (CEDIT)

Dr. Oscar Alfredo Albani (UNaM)  
Mag. Sergio Fabian Gueijman (UNaM)  
Dr. Alicia Esther Ares (UNaM)

Mag. Jose Antonio Posluszny (UNaM)  
Dr. Aldo Luis Caballero (UNaM)  
Mag. Mario Roberto Rosenberger (UNaM)

## COMITÉ EDITORIAL

Presidente: Ing. Hugo Corso (CAB-CNEA)

Dra. Juana Gervasoni (CAB-CNEA)  
M.A.Sc. Margarita Ruda (CAB-CNEA)  
Tec. Diego Pentke (IEDS-CNEA)

Lic. Daniel Quattrini (IEDS-CNEA)  
Ing. Juan Pablo Gaviría (IEDS-CNEA)

## GRUPO DE DISEÑO

Edith Luna (IEDS-CNEA)

Tec. Diego Pentke (IEDS-CNEA)

Webmaster: [pentke@cab.cnea.gov.ar](mailto:pentke@cab.cnea.gov.ar)

## COLABORADORES

María Valentina Okseniuk (CeDITec)  
Romina Boreli (CeDITec)  
Ariane Bonczok (CeDITec)

Leticia Quadrini (IEDS-CNEA)  
Adriana Candia (CeDITec)

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN GENERAL

Edith Luna (IEDS-CNEA)

## HYFUSEN 2007

<http://www.cab.cnea.gov.ar/hyfusen/>  
email: [hyfusen2007@misiones.gov.ar](mailto:hyfusen2007@misiones.gov.ar)

## PATROCINANTES



**Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET)**



**Gobierno de la Provincia de Misiones**



**Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo**



**Fundación YPF**



**Consejo Federal de Inversiones**



**Comisión Nacional de Energía Atómica**

## AUSPICIANTES



### **Secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva**

"Otórgase el auspicio al Segundo Congreso Nacional y Primer Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía, Resolución Nro. 1457/06"



### **Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas**

"El Presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) resuelve auspiciar al II Congreso Nacional y I Congreso Iberoamericano sobre Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía, Resolución P N° 1001/06"



### **Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**

"Auspicia el Segundo Congreso Nacional y Primer Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía"



### **Academia Nacional de Ingeniería**

"Auspicia el Segundo Congreso Nacional y Primer Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía"



### **Honorable Senado de la Nación**

"De interés parlamentario al II Congreso Nacional y I Congreso Iberoamericano sobre Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía, HYFUSEN 2007"



### **Honorable Cámara de Diputados de la Nación**

"Declarar de interés parlamentario la realización del 2do. Congreso Nacional - 1er. Congreso Iberoamericano sobre Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía, Investigación y desarrollo para la transición hacia sistemas energéticos basados en el uso de hidrógeno y energía renovables".

## INDICE DE TRABAJOS

Código	Trabajo	Página
<b>01- Producción, purificación, transporte y almacenamiento</b>		
1.1	HIDRUROS COMPLEJOS BASADOS EN Mg Y METALES DE TRANSICIÓN: CINÉTICA DE SÍNTESIS MECÁNICA Y CARACTERIZACIÓN Baum L.A., Meyer M., Mendoza Zélis L.	17
1.2	ABSORCIÓN DE HIDRÓGENO EN Ni Y Pd: ESTUDIO BASADO EN CÁLCULOS ATOMÍSTICOS Crespo E.A., Ruda M., Ramos de Debiaggi S.	18
1.3	SISTEMA DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO IN SITU, PARA MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA TRADICIONAL Fernández J., Santana J.J., Olguín G.G.	19
1.4	ALMACENAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE HIDRÓGENO EN NANOTUBOS DE CARBONO Fernández P.S., Thomas J.E., Visintin A., Martins M.E.	20
1.5	EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SISTEMA Mg-H CON ADITIVOS DURANTE LA MOLIENDA MECÁNICA Fuster V., Castro F., Urretavizcaya G.	21
1.6	LOCALIZACIÓN DE HIDRÓGENO EN UNA DISLOCACIÓN DE BORDE (1 $\bar{2}$ 1) EN PALADIO Gesari S.B., Pronsato M.E., Juan A.	22
1.7	ADSORPTION OF HYDROGEN ON $\beta$ -Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (100): A THEORETICAL STUDY Gonzalez E.A., Jasen P.V., Luna C.R., Juan A.	23
1.8	ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD TÉRMICA DE UN AMORFO Mg <sub>50</sub> Ni <sub>50</sub> PRODUCIDO POR ALEADO MECÁNICO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE MOLIENDA Guzmán D. F., Ordoñez S. M., Serafini D. O., Rojas P. A.	24
1.9	ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE UN ALMACENADOR DE HIDRÓGENO BASADO EN HIDRURO METÁLICO Melnichuk M., Andreasen G., Corso H., Peretti H. A.	25
1.10	CINÉTICA DE LA OXIDACIÓN DE CO EN PRESENCIA DE H <sub>2</sub> (CO PROX) SOBRE CATALIZADORES CuO/CeO <sub>2</sub> Moreno, M., Baronetti, G., Laborde M., Mariño, F.	26
1.11	MODELADO Y SIMULACION DEL ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO GASEOSO Posso, F.R.	27
1.13	ANÁLISIS ELECTROQUÍMICO Y ÓPTICO DEL EFECTO DEL CATODIZADO DE ELECTRODOS DE PLATINO EN SOLUCIONES SULFÚRICAS J.O. Zerbino, V. Diaz, M.E. Martins, F.C. Zinola, M.G. Sustersic	28



1.14	DESARROLLO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REACTORES ELECTROLÍTICOS PARA PRODUCIR HIDRÓGENO Y OXÍGENO A 200 Bar Lic. Juan Ricardo Lauretta	29
1.15	CÁLCULO DEL VOLUMEN DE SOLUCIÓN DE HIDRÓGENO EN HIDRUROS Gervasoni J.L., Corso H.L., Peretti H.A., Seguí S.	30
1.16	CARACTERIZACIÓN CINÉTICA Y TERMODINÁMICA DEL HIDRURO COMPLEJO $Mg_2FeH_6$ Puszkiel J. A., Arneodo Larochette P., Gennari F. C.	31
1.17	OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE $H_2$ Tagliabue M., Delnero G.	32
1.18	GENERACIÓN DE HIDRÓGENO POR ELECTRÓLISIS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE CONCORDIA Ing. Venturino V.A., Prof. Dr. Ing. Spinadel E., Ing. Rastelli G.A., Ing. Marull F.R.	33
1.19	INFLUENCIA DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN EL MECANISMO DE H.E.R. Y H.A.R. EN $\alpha$ -PALADIO. I EIS. Welti E.M., Collet Lacoste J.R.	34
1.20	PRODUCCION DE HIDROGENO A PARTIR DEL TRATAMIENTO ELECTROQUIMICO DE EFLUENTES GENERADOS EN UN FEED-LOT Y SU REUSO. Esparza, E., Castro, M.E., Galasso, S. G.	35
1.21	INFLUENCIA DE LA RUGOSIDAD EN EL MECANISMO DE H.E.R. Y H.A.R. EN $\alpha$ -PALADIO. II FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE PERMEACIÓN Welti E.M., Collet Lacoste J.R.	36

## 02- Celdas de combustible

2.2	PRIMERA BATERÍA (“STACK”) DE PILAS DE COMBUSTIÓN PEM A HIDRÓGENO CON TECNOLOGÍA PROPIA Franco J.I., Fasoli H.J., Sanguinetti A.R., Grosmann I.P., D’Atri M.V.	37
2.3	LINEAR IDENTIFICATION AND MODEL ADJUSTMENT OF A PEM FUEL CELL STACK Kunusch C., Husar A., Puleston P.F., Mayosky M.A.	38
2.4	PROPIEDADES TÉRMICAS A BAJA TEMPERATURA DE MEMBRANAS DE NAFION EN MEZCLAS DE AGUA Y AGUA-METANOL Nores Pondal, F. J., Buera, M. P., Corti, H. R.	39
2.6	AVANCES EN EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE PEM Tori, C.; Baleztena, M.; Peralta, C.; Calzada, R.; Jorge, E.; Barsellini, D.; Garaventta, G.; Visintin, A.; Triaca, W. E.	40

### **03- Baterías tipo níquel-hidruro**

3.1	CONSTRUCCIÓN DE ELECTRODOS DE NÍQUEL PARA BATERÍAS Ni-MH M. D. Becker, G. Garaventa, D. Barsellini S. G. Real, B. Castro y A. Visintin	41
3.2	INFLUENCIA DEL Mg EN LAS PROPIEDADES ELECTROQUÍMICAS DE ALEACIÓN BASE La-Ni PARA BATERÍAS DE Ni-MH Cuscueta D.J., Melnichuk M., Ghilarducci A.A., Peretti H.A., Salva H.R.	42
3.3	ESTUDIO DE ALEACIONES AB <sub>2</sub> PARA SU UTILIZACIÓN COMO ELECTRODOS NEGATIVOS DE BATERÍAS RECARGABLES Ni/MH Ruiz F.C., Baum L.A., Mendoza Zélis L.A., Peretti H.A., Visintin A.	43
3.4	ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE DESCARGA DE ELECTRODOS DE HIDRÓXIDO DE NÍQUEL DE USO EN BATERÍAS: ANÁLISIS DINÁMICO EMPLEANDO EIE S. G. Real, E. B. Castro, D. Becker, D. Barsellini, G. Garaventa y A. Visintin	44
3.5	VARIABLES EN LA CONSTRUCCIÓN Y PREDICCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO EN OPERACIÓN DE ELECTRODOS DE HIDRUROS METALICOS UTILIZADOS EN BATERIAS Thomas J.E., Castro E.B., Real S., Visintin A.	45

### **05- Materiales, fragilización, seguridad**

5.1	TRATAMIENTOS HDDR DE IMANES PERMANENTES DE TIERRAS RARAS Gill Estévez, P., Preckel, S., Pampillo, L. G., Saccone, F. D.	46
5.2	ESTUDIO TEÓRICO DE LA INTERACCIÓN DEL HIDRÓGENO CON VACANCIAS EN UNA ALEACIÓN HIERRO – NÍQUEL González G., Simonetti S., Moro L., Juan A.	47
5.3	ESTUDIO COMPUTACIONAL DE LA INTERACCIÓN FE-C-H EN DEFECTOS Simonetti S., Moro L., Brizuela G., Juan A.	48
5.4	DIFUSION DE HIDRÓGENO EN UN ACERO 13Cr SOLDABLE SOMETIDO A CARGA CATÓDICA Martínez Garro F., Lanzani L., Bruzzoni P.	49

### **07- Eólica**

7.1	COMPENSACIÓN ACTIVA DE FLICKER EN REDES DÉBILES CON GENERACION EÓLICA Farias M. F., Cendoya M., Battaiotto P. E.	50
-----	---	----

7.2	IMPACTO DE LA REGULACIÓN DE TENSIÓN DE PARQUES EÓLICOS EN LA ESTABILIDAD DE LA RED ELÉCTRICA Fernández R.D., Mantz R.J., Battaiotto P.E.	51
7.3	DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EOLICO DIESEL CON ALTA PENETRACIÓN EOLICA Gómez R. R.	52
7.4	“EI TURBISILO®” UNA ALTERNATIVA ENERGETICA Prof. Ariel González, Dr. Albise Bassegio, Cap. Carlos Crossi, Prof. Juan Aguirre, Arq. Claudio Prieto, Ing. Carlos Muñoz.	53
7.5	LA BOMBA DE SOGA ACCIONADA CON ENERGÍA EÓLICA, UNA ALTERNATIVA PARA EL BOMBEO DE AGUA, CON GRAN POTENCIALIDAD EN PLANES DE DESARROLLO PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES RURALES Gortari S.	54
7.6	EL VIENTO Mauro Masi, Anayansi Forlini	55
7.7	COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE SIMULACIONES HOMER Y MEDICIONES REALES EN SISTEMAS AISLADOS CON ENERGÍAS RENOVABLES – CASOS EN PATAGONIA AUSTRAL Oliva R.B., Lescano J. R., Triñanes P.	56
7.8	PROYECTO HACHE (II): AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA POBLADORES AISLADOS DE LA PATAGONIA Padilla D., Barragán L.C., Sagardoy I., Cristófalo M.P., Mouras V., Somoza J., Domínguez A., Fasoli H.J.	57
7.9	CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE VIENTO Y POSIBLE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO. PUNTA DE MAISÍ Enrique Perigó Román, Rolando Baza Pacho y Amaury Machado Montes de Oca	58
7.10	HIDRÓGENO EÓLICO: UNA EXPERIENCIA Perl H.	59
7.11	HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA SIMULACIÓN DE HÉLICES DE GENERADORES EÓLICOS Vitale A.J., Rossi A.P.	60
7.12	MÉTODO COMPUTACIONAL PARA DISEÑO DE HÉLICES DE GENERADORES EÓLICOS Vitale A.J., Rossi A.P.	61
7.13	PROPUESTA PARA GENERACION COMBINADA EOLICO-MAREOMOTRIZ EN LA PATAGONIA Biancucci M., Labriola C.	62

## 08- Solar

8.1	CELDA SOLARES DE SILICIO POLICRISTALINO EN LÁMINAS DELGADAS PREPARADAS POR PECVD-SPC Buitrago R.H., Riso G.A., Cutrera M., Battioni M., De Bernardez L., Schmidt J., Arce R., Koropecki R.	63
-----	---	----

8.2	¿ELECTRIFICAR CON ENERGÍA SOLAR, ES REALMENTE LA MEJOR OPCION PARA LAS ZONAS RURALES NOA? Carlos Cadena	64
8.3	SISTEMAS SOLARES NO CONVENCIONALES DE ALTA PRESTACIÓN EN SITIOS AISLADOS Evans, J. M., de Schiller, S., Garreta, F.	65
8.4	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE ENSAYOS Y CERTIFICACIÓN DE COLECTORES SOLARES PLANOS F. Garreta, J. Marusic, C. Navntoft	66
8.5	DESARROLLO DE NUEVO TECHO SOLAR DE BAJO COSTO PARA REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN HOGAREÑAS Juanicó L.E.	67
8.6	ANÁLISIS COMPARATIVO DE PANELES PV Y TERMOGENERADORES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL Juanicó L.E.	68
8.7	ANÁLISIS DE PROCESOS CINÉTICOS EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR COLORANTES ORGÁNICOS J. Natera, F. Fungo, F. Fabregat-Santiago, J. Bisquert, M. Grätzel y L. Otero	69
8.8	SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS DE ELECTRIFICACIÓN EN LAS ESCUELAS RURALES DE LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO Rafael Parúas Cuza, Osvaldo M. Núñez Bosch, Ángel Almarales Arceo, José R. Díaz López.	70
8.9	MÉTODO DE CÁLCULO DE COSTOS ESTIMADOS DE INVERSIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INDEPENDIENTES Rossi A.P., Vitale A.J., Cascallar J.A.O.	71
8.11	CONTROL HIBRIDO DE SISTEMAS DE CONVERSION FOTOVOLTAICA PARA ALIMENTACION EFICIENTE DE ELECTROLIZADORES García Clúa, J. G., Mantz, R. J. y De Battista, H.	72

### **09- Biomasa, Biocombustibles**

9.1	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONITOREO DE UNA PLANTA PILOTO PARA EL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ EN LA COMUNIDAD “LIMONCITO” EN EL MUNICIPIO EL SALVADOR Ángel Almarales Arceo, Iván Gómez Ojea, Rosa Catalina Bermúdez, Rafael Parúas Cuza, Osvaldo Núñez Bosch y Suyén Rodríguez	73
9.2	GENERACION EFICIENTE DE ELECTRICIDAD EMPLEANDO BIOCOMBUSTIBLES. DISEÑO Y SIMULACION DEL PROCESO Arteaga, L.E., Peralta, L.M., Casas, Y., Gonzáles, E., Kafarov, V.	74
9.3	HETEROGENEOUS REACTOR MODEL FOR A BIOETHANOL STEAM REFORMING UNIT USING A Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> CATALYST Arteaga, L.E., Peralta, L.M., Casas, Y., Gonzáles, E., Kafarov, V.	75

9.4	OPTIMIZACION DEL BALANCE ENERGETICO EN LA ESTABILIZACION DE BARROS RESIDUALES. PRODUCCION DE BIOGAS ESCALA LABORATORIO Y PILOTO Campaña Horacio, Benedetti Patricia, Prieto Maricel Analiz, Linquimán Patricio	76
9.5	TERMODINÁMICA APLICADA A REACCIONES QUÍMICAS EN COMBUSTIÓN HÍBRIDA Carou N., Mazzoni A., Ivanko D.	77
9.6	HYDROTREATING OF LIQUID FUEL PRECURSORS DERIVED FROM BIOMASS Gandarias I., Barrio V.L., Requies J., Arias P.L., Cambra J.F., Güemez B.	78
9.7	PROPIEDADES ELECTRICAS DE BIODIESEL EN EL RANGO DE 20 HZ A 20 MHZ. COMPARACIÓN CON EL COMBUSTIBLE DIESEL DE ORIGEN FOSIL González Prieto L.E., Sorichetti P.A., Romano S.D.	79
9.8	ESTUDIO SOBRE EL USO DE LA BIOMASA CAÑERA Y FORESTAL PARA UN SISTEMA DE COGENERACIÓN DE UN CENTRAL AZUCARERO Osvaldo Núñez Bosch y Luis Oliva Ruiz	80
9.10	PRODUCCIÓN DE BIODIESEL CON MATERIAS PRIMAS DE ALTA ACIDEZ. ESTERIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS CON ETANOL Pisarello M.L., Querini C.A.	81
9.11	ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS TRANSFORMACIONES MORFOLÓGICAS DURANTE LA TERMOCONVERSIÓN DE BIOMASA DENSIFICADA Pedro Julio Villegas Aguilar; Rafael Quintana Puchol; Bernardo Bucki Wasserman; José Fernando Martirena Hernández; Iván Machado López; Analia Cavalieri; Andrea Camerucci	82
9.12	PLANTA PILOTO PARA LA OBTENCION DE BIODIESEL Romano S.D.	83
9.13	ESTUDIO TEORICO DE LAS PROPIEDADES CATALITICAS DE LA SUPERFICE Ni(1100)/Cu FRENTE A LA ADSORCION DE ETANOL Diaz A.E., Comelli N., López M.B.	84

**10- Geotérmica mareomotriz y micro-aprovechamientos hidroeléctricos**

10.1	PROPUESTAS PARA LA REDUCCION DE COSTOS EN LA FABRICACION DE PICOTURBINAS DESTINADAS A GENERACIÓN ELÉCTRICA AISLADA Cotella N., Antonelli S., Varela P., Manelli A., Ramoska J.	85
10.3	INCREMENTO DEL MOMENTO DE INERCIA EN MINIHIDROELÉCTRICAS AISLADAS DE LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO Tomas García Sánchez, Alfredo Correa Alvarez, Luis Angel Góngora Leyva, Ricardo Fis Leguen, Inés Maria Toledano Gómez.	86

10.4	CONTROL Y AUTOMATISMO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Kairiyama J.C., Kurtz V.H., Muñoz H.E.	87
10.5	PROPUESTA PARA LA REGULACION DE MICROCENTRALES HDROELECTRICAS EN MISIONES Victor Hugo Kurtz, Fernando Botterón	88
10.6	REGULADOR PARA PICOCENTRALES HIDROELECTRICAS: Antiguas soluciones para nuevo problemas Victor Hugo Kurtz, Fernando Botterón	89
10.7	PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DE UNA CENTRAL MINIHIDROELÉCTRICA Inés María Toledano Gómez, Leonardo Peña Pupo, Alfredo Correa Álvarez, Luis Ángel Góngora Leyva	90
10.8	BOMBA UTILIZADAS COMO TURBINAS EN PEQUEÑOS APROVECHAMIENTOS HIDROENERGÉTICOS: ESTADO DEL ARTE Audisio O.A.	91

### **12- Reformado, catálisis, procesos**

12.1	ANÁLISIS CINÉTICO DE DATOS DE VELOCIDAD PARA EL REFORMADO SECO DE METANO SOBRE UN CATALIZADOR DE Ni-Rh-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Barroso Quiroga M. M., Iriarte M. E., Castro Luna A.	92
12.2	REFORMADO SECO DE METANO SOBRE UN CATALIZADOR DE Ni-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MODIFICADO CON METALES R. Bomben, V. Mercado, A. Castro Luna	93
12.3	SÍNTESIS Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DEL PROCESO DE REFORMADO DE ETANOL Y PILA DE COMBUSTIBLE Francesconi J. A., Aguirre P., Scenna N., Oliva D. G.	94
12.4	HIDROGENO A PARTIR DE REFORMADO DE METANOL: SIMULACION DE REACTORES MONOLITICOS ISOTERMICOS Y ADIABATICOS Gonzo. E.E.	95
12.5	OXIDACIÓN PARCIAL DE METANO SOBRE CATALIZADORES DE Ni SOPORTADO SOBRE OXIDO MIXTO DE CERIO- CIRCONIO Larrondo S.A., Kodjaian A., Fábregas I., Zimicz M. G., Lamas D.G., Walsøe de Reca B. E., Amadeo N. E.	96
12.6	APLICACIONES DE CATALIZADORES Ni/CeO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> -αAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> EN REFORMACIONES DE GAS NATURAL: ESTUDIO DE DESACTIVACIÓN POR DEPOSICIÓN DE CARBÓN Francisco Pompeo, Nora Nichio, Osmar Ferretti	97
12.7	CINÉTICA DE RECUPERACIÓN DE NÍQUEL A PARTIR DE CATALIZADORES AGOTADOS USADOS EN EL REFORMADOS DEL METANO Alvarez F. J., Pasquevich D. M. y Bohé A. E.	98

12.8	THERMODYNAMIC AND EXERGY ANALYSIS OF A NOVEL HYDROGEN PRODUCTION PROCESS	99
	Casas Y., Morales M.C., Peralta L.M., Arteaga L.E., Gonzalez E.	
12.9	PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE ETANOL EMPLEANDO CATALIZADORES DE CoZnAl	100
	Barroso M. N., Gomez M. F., Arrúa L.A., Abello M.C.	
12.10	PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR REFORMADO DE ETANOL	101
	Galetti A.E., Gomez M.F., Arrua L.A., Abello M.C.	
12.11	OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DEL REFORMADO AUTOTÉRMICO DE METANO EMPLEANDO CATALIZADORES DE Rh/La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	102
	Múnera J. F., Cornaglia L. M., Lombardo E. A.	
12.12	PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR REFORMADO DE ETANOL: ESTUDIO DE LA DESACTIVACIÓN POR COQUE	103
	Vizcaíno A.J., Arena P., Baronetti G., Carrero A., Calles J.A., Amadeo N., Laborde M.A.	

### **13- Celdas de combustible alimentadas con hidrocarburos o alcoholes**

13.1	PROPIEDADES DE MEMBRANAS DE PBI y ABPBI EMPLEADAS EN CELDAS DE COMBUSTIBLE DE METANOL DIRECTO	104
	G.C. Abuin, L. Diaz y H.R. Corti	
13.2	PROPIEDADES DE CÁTODOS DE La <sub>0.4</sub> Sr <sub>0.6</sub> Co <sub>0.8</sub> Fe <sub>0.2</sub> O <sub>3-δ</sub> CON DIFERENTES NANO/MICROESTRUCTURAS PARA SOFC	105
	Baqué L., Serquis A., Grunbaum N., Moreno M.S., Yoon J.S., Araujo R., Zhang X. G., Wang H.Y., Caneiro A.	
13.3	SÍNTESIS Y CARACTERIZACION DE NUEVOS ELECTROCATALIZADORES PARA UNA CELDA DE ETANOL DIRECTO	106
	Bonesi A., Triaca E., Castro Luna A.M.	
13.4	CARACTERIZACIÓN DE PEROVSKITAS BASADAS EN GALATOS DE LANTANO SINTETIZADAS POR GELIFICACIÓN-COMBUSTIÓN	107
	Fernández A., Lamas D.G.	
13.5	SYNTHESIS AND PROPERTIES OF GADOLINIUM DOPED CERIA SOLID SOLUTIONS EMPLOYED AS ELECTROLYTE FOR IT-SOFCs	108
	Fuentes R.O., Baker R.T.	
13.7	ELECTROOXIDACIÓN DE METANOL Y CO SOBRE ELECTRODOS MONOLÍTICOS DE Pt y Pt-Ru. ANALISIS POR TLFC-DEMS.	109
	Planes G. A., García G., Barbero C., Pastor E.	

13.9	CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DE CERÁMICOS DE CIRCÓNIA-ESCANDIA PREPARADOS A PARTIR DE NANOPOLVOS SINTETIZADOS POR GELIFICACIÓN-COMBUSTIÓN Abdala P.M., Kempf R., Lamas D.G.	110
13.10	PROPIEDADES REDOX DE NANOPARTÍCULAS DE CeO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> PREPARADAS POR DIFERENTES MÉTODOS Gennari F. C., Montini T., Fornasiero P., Andrade Gamboa J. J.	111
13.11	CELDA DE COMBUSTIBLE DE METANOL/AIRE: ASPECTOS CATALÍTICOS Y DIAGNÓSTICOS EXPERIMENTALES García M.F., Sieben J.M., Pilla A.S., Duarte M.M.E., Mayer C.E.	112

### **15- Proyectos, prototipos y plantas demostrativas**

15.1	PROTOTIPOS DE CALEFACTORES DE TIRO BALANCEADO DE ALTA EFICIENCIA PARA USO RACIONAL DEL GAS Juanicó L.E., González A.D., Gortari S.	113
15.2	PERSPECTIVAS DE USO DE FUEL CELLS PARA ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES EN SUBESTACIONES Y CENTRALES ELÉCTRICAS Salvo G.	114
15.3	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DE MOTOR STIRLING Scollo L.S., Valdez, P., Barón J.	115

### **16- Proyecciones, estrategias y prospectiva energética**

16.2	“SINERGIAS PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES ANTE UN NUEVO PARADIGMA ENERGÉTICO” Gómez, D.L.	116
16.3	FUENTES NUEVAS DE ENERGÍA EN ARGENTINA: ANÁLISIS ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE POLÍTICA ENERGÉTICA Guzowski, C., Recalde, M.	117
16.4	TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Imaz F.J., Casco E.S., Aprile M.S., Bangert V.J., Chiaraviglio D.M., Jaurena J.F.	118
16.5	ESCENARIO DE ALTA UTILIZACIÓN DE BIOMASA EN MISIONES: COMPETENCIA Y COMPLEMENTARIEDAD CON LA PENETRACIÓN DE H <sub>2</sub> . Roque Pedace, Eric Barney	119
16.7	PROYECTO HACHE (I): ENERGÍA PARA VOLVER A LA TIERRA Vallega A.H., Orfali Fabre M.M., De Lorenzo M.F., Lavorante M.J., Fasoli H.J.	120
16.8	ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL DESDE UN ENFOQUE AGROECOLÓGICO Iermanó, M. J	121



16.9	RELEVAMIENTO DE DATOS TÉCNICO-ECONÓMICOS PARA TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN ARGENTINA Zagorodny J.P., Torilo M.A., Medina P.R., Visintin A.	122
------	--	-----

### **17- Educación y energía**

17.1	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN, FORMACIÓN Y DIFUSIÓN EN TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ARGENTINA PROYECTO UCES- EMPRESAS COMPROMETIDAS CON EL AMBIENTE Galloni, M. C., Chenlo, J. M, Magaz, G. E.	123
17.3	EL TRABAJO SOLIDARIO COMO HERRAMIENTA DE FORMACIÓN SOCIAL DEL FUTURO INGENIERO EN LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Rossi A.P., Cascallar J.A.O.	124

### **Conferencias Plenarias y Semiplenarias**

# ÁREA TEMÁTICA 1: PRODUCCIÓN, PURIFICACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

## 1

### HIDRUROS COMPLEJOS BASADOS EN Mg Y METALES DE TRANSICIÓN: CINÉTICA DE SÍNTESIS MECÁNICA Y CARACTERIZACIÓN

Baum L.A.<sup>(1)</sup>, Meyer M.<sup>(2)</sup>, Mendoza Zélis L.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> IFLP, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, calle 49 y 115, 1900 La Plata, Argentina, [baum@fisica.unlp.edu.ar](mailto:baum@fisica.unlp.edu.ar)

<sup>(2)</sup> IFLP, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, calle 49 y 115, 1900 La Plata, Argentina, [meyer@fisica.unlp.edu.ar](mailto:meyer@fisica.unlp.edu.ar)

<sup>(3)</sup> IFLP, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, calle 49 y 115, 1900 La Plata, Argentina, [mendoza@fisica.unlp.edu.ar](mailto:mendoza@fisica.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: hidruros complejos, síntesis mecánica, almacenamiento gaseoso

Los hidruros complejos basados en Mg del tipo  $Mg_2TH_y$ :  $Mg_2FeH_6$ ,  $Mg_2CoH_5$  y  $Mg_2NiH_4$ , son materiales atractivos para el almacenamiento de hidrogeno debido a su gran capacidad (hasta  $150 \text{ kgH}_2/\text{m}^3$  en  $Mg_2FeH_6$ ). En estos compuestos se forman aniones complejos  $[TH_y]^{-4}$  que dan lugar a ligaduras mixtas, iónico – covalentes, para el hidrógeno. En consecuencia presentan altas entalpías de disociación (cerca de  $77 \text{ kJ/mol}$  para  $Mg_2FeH_6$ ) por lo que son considerados además buenos candidatos para el almacenamiento de energía térmica. Tradicionalmente estos compuestos se han obtenido por sinterizado a altas temperaturas, en altas presiones de hidrógeno. En la última década se han reportado mejoras en el rendimiento de la síntesis, a partir del aleado mecánico en atmósfera de hidrógeno. Cabe destacar que la cinética de síntesis mecánica de los tres compuestos presenta características disímiles asociadas con la existencia de fases intermetálicas previas a la formación del hidruro. No existen fases de equilibrio entre Mg y Fe y si, en cambio,  $MgCo_2$ ,  $MgNi_2$  y  $Mg_2Ni$  en los otros casos.

En este trabajo se discute la obtención de compuestos de este tipo, incluyendo los casos mixtos:  $Mg_2T_{1-x}T'_xH_y$  ( $T, T' = Fe, Co, Ni$ ) vía molienda mecánica en atmósfera de hidrógeno a temperatura ambiente. Partiendo de mezclas de Mg y Fe, Co y/o Ni en cantidades apropiadas, a una presión de  $0.3 \text{ MPa}$  de  $H_2$ , se estudia el progreso de la síntesis mecánica a través del análisis de las curvas cinéticas de absorción de hidrógeno. Las muestras obtenidas luego de alcanzar el estado estacionario y otras representativas de estadios intermedios se caracterizan mediante difracción de rayos X y calorimetría diferencial y espectroscopía Mössbauer en las que contienen Fe. Se intenta identificar las diferentes etapas en la formación de estos hidruros complejos y su relación con la composición inicial y las propiedades de sorción de hidrógeno de las fases resultantes.

## 2

### ABSORCIÓN DE HIDRÓGENO EN Ni Y Pd: ESTUDIO BASADO EN CÁLCULOS ATOMÍSTICOS

Crespo E.A.<sup>(1)</sup>, Ruda M.<sup>(2)</sup> y Ramos de Debiaggi S.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. de Física, Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, 8300, Neuquén, Argentina, [ecrespo@uncoma.edu.ar](mailto:ecrespo@uncoma.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Centro Atómico Bariloche, 8400 Bariloche, Argentina, [ruda@cab.cnea.gov.ar](mailto:ruda@cab.cnea.gov.ar) y Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue

<sup>(3)</sup> Dpto. de Física, Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue-CONICET, Buenos Aires 1400, 8300, Neuquén, Argentina, [ramos@uncoma.edu.ar](mailto:ramos@uncoma.edu.ar)

Palabras Clave: hidrógeno en metales, nanopartículas, Pd, Ni, simulación, Monte Carlo

El almacenamiento de hidrógeno en metales en forma de hidruros es relevante para el desarrollo de fuentes de energía alternativas. Las propiedades de nanopartículas cristalinas difieren de las del bulk debido a la alta proporción de átomos superficiales frente a átomos volumétricos. Por esta razón interesa evaluar cómo se modifican las propiedades de absorción de H en nanopartículas metálicas con respecto al bulk. En este trabajo implementamos un modelo a nivel atomístico para simular isothermas de absorción de H y lo aplicamos en los materiales Ni y Pd. Para ello utilizamos la técnica de Monte Carlo en el ensamble gran canónico y en el marco de potenciales de átomo embebido (EAM). Evaluamos la absorción de hidrógeno en el bulk a través de la simulación de las isothermas presión-composición y de los parámetros termodinámicos calculados a través de los gráficos de van't Hoff relacionados. Encontramos que las isothermas calculadas reproducen cualitativamente los resultados experimentales. Por otro lado estudiamos la absorción de H en nanopartículas de Ni y Pd. Nuestras simulaciones de las isothermas presión-composición en esos sistemas predicen mayor solubilidad de H y plateaux con una pendiente mayor que para el bulk, lo que coincide con mediciones experimentales de la literatura. También analizamos la evolución microestructural de las partículas de Ni y Pd en presencia de H.

### 3

## SISTEMA DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO IN SITU, PARA MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA TRADICIONAL

Fernández J.<sup>(1)</sup>, Santana J.J.<sup>(2)</sup>, Olguín G.G.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela de Ingeniería Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, casilla 4059, Valparaíso, Chile, [jaime.fernandez@ucv.cl](mailto:jaime.fernandez@ucv.cl)

<sup>(2)</sup> Escuela de Ingeniería Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, casilla 4059, Valparaíso, Chile, [j.santana@ucv.cl](mailto:j.santana@ucv.cl)

<sup>(3)</sup> Escuela de Ingeniería Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avenida Brasil 2950, casilla 4059, Valparaíso, Chile, [gianni.olguin@ucv.cl](mailto:gianni.olguin@ucv.cl)

Palabras Claves: Amoniaco, Hidrógeno, Motor

Proyecto de evaluación teórica y práctica de un sistema para generar un combustible no contaminante en base a hidrógeno gaseoso, obtenido *in situ* a partir de Amoniaco líquido, adaptable a vehículos de transporte. El amoniaco es almacenado como un gas licuado bajo presión de 20 atm, en un estanque de acero, provisto de serpentín interior para calefacción, con el objeto de mantener constante la presión, durante el funcionamiento del sistema. El estanque de almacenamiento se conecta a un vaporizador, donde el Amoniaco se gasifica y calienta hasta 200°C, para ingresar a continuación a un reactor provisto de catalizador de óxido de fierro, que descompone al Amoniaco, formando una mezcla de gases de aproximadamente un 75% de Hidrógeno y 25% de Nitrógeno, en volumen, con un contenido residual inferior al 1% de Amoniaco, mezcla que emerge del reactor a 650°C, para circular a continuación por el vaporizador como medio de calentamiento, resultando una mezcla gaseosa a 183°C. Una fracción de la mezcla anterior se utiliza como medio de calentamiento en el serpentín, del estanque de almacenamiento de Amoniaco, uniéndose a la corriente principal a la entrada de un eyector tipo Ventura, que expande los gases combustibles hasta presión atmosférica, aspirando, de paso, el Aire requerido para la combustión. El eyector se conecta directamente al manifold de admisión de un motor de combustión interna tradicional, en donde se realiza la generación de potencia útil, resultando los gases de escape a una temperatura de 850°C, utilizados para aportar la energía necesaria al reactor-disociador, saliendo a 400°C, donde se agrega una pequeña dosis de Amoniaco, con el objeto de reducir las trazas de óxidos de Nitrógeno formados en la combustión, en un filtro catalítico, relleno con catalizador de Platino. Finalmente los gases residuales del sistema resultan una mezcla de nitrógeno y agua.

## ALMACENAMIENTO ELECTROQUÍMICO DE HIDRÓGENO EN NANOTUBOS DE CARBON

Fernández P.S., Thomas J.E., Visintin A., Martins M.E.

Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. Boulevard 113 y 64 s/n° CP 1900, La Plata, Argentina.

e-mail: [pfernandez@inifta.unlp.edu.ar](mailto:pfernandez@inifta.unlp.edu.ar)

Palabras Clave: Energía, Hidrógeno, Nanotubos de Carbono.

El uso de fuentes de energía basadas en recursos renovables es reconocido como la alternativa más viable para resolver los problemas asociados con la combustión térmica convencional. La incorporación masiva en el sector productivo de sistemas de generación de electricidad por métodos alternativos no contaminantes contribuirá a reducir la demanda de combustibles derivados del petróleo. El funcionamiento intermitente de estos sistemas requiere complementarse con dispositivos electroquímicos de acumulación de electricidad, entre ellos, el almacenamiento de hidrógeno producido por electrólisis a partir de excedentes de energía eléctrica, esto es, en base a la conversión de energía eléctrica en energía química del hidrógeno. El hidrógeno electrolítico convenientemente almacenado puede reconvertirse a electricidad en celdas de combustible. Este trabajo se orienta al desarrollo de electrodos de alto rendimiento para tecnologías avanzadas de almacenamiento electroquímico de energía empleando nanotubos de carbono (CNT).

Se emplearon CNT activados con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a  $100^\circ\text{C}$  durante 20 minutos, se filtran y se lavan con agua destilada hasta  $\text{pH}=7$  y se secan en estufa a  $200^\circ\text{C}$  durante dos horas. Los electrodos se confeccionaron con 10 mg de CNT y 75 mg de Vulcan XC72® con Teflón® como aglomerante. La mezcla fue compactada a una presión de  $3000 \text{ kg/cm}^2$  sobre una malla de Ni como soporte, obteniendo una pastilla de  $2 \text{ cm}^2$  de área geométrica.

Se empleó una celda de tres electrodos (contraelectrodo de Ni y Hg/HgO electrodo de referencia) en KOH 6M. Se aplicaron técnicas voltamperométricas, espectroscopia de impedancia electroquímica y curvas de carga y descarga. La estructura de los nanotubos se estudió con técnicas ópticas y espectroscópicas.

Los resultados obtenidos fueron muy similares a los observados en otras publicaciones. Se encontró que los CNTs activados exhiben mejor capacidad de almacenamiento.

## 5

### EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SISTEMA Mg-H CON ADITIVOS DURANTE LA MOLIENDA MECÁNICA

Fuster V.<sup>(1)</sup>, Castro F.<sup>(1)</sup> y Urretavizcaya G.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Atómico Bariloche (CNEA). Instituto Balseiro (UNC). CONICET.  
Av. Bustillo 9500 (R8402AGP) S.C. de Bariloche, Argentina.  
e-mail: [fusterv@cab.cnea.gov.ar](mailto:fusterv@cab.cnea.gov.ar)

Palabras Clave: almacenamiento de hidrógeno, magnesio, aditivos, molienda mecánica

El magnesio es el metal con la mayor capacidad de almacenamiento reversible de hidrógeno (7.6 % en peso), pero se caracteriza por su lenta cinética de hidruración y deshidruración, lo que resulta desventajoso para sus potenciales aplicaciones tecnológicas. Con el objetivo de solucionar este inconveniente, se ha estudiado el agregado de aditivos (metales de transición y sus óxidos, grafito, sales, etc.) y el aleado mecánico como alternativa a los métodos convencionales de síntesis. Esta técnica genera materiales con una alta concentración de defectos y características morfológicas y microestructurales beneficiosas para su interacción con el hidrógeno.

En este trabajo se comparan tres tipos de materiales sintetizados mediante molienda mecánica reactiva (RMA) en atmósfera de hidrógeno:  $MgH_2$ ,  $MgH_2$  con el agregado de 10% en peso de BN y  $MgH_2$  con el agregado de 10% en peso de grafito.

Empleando calorimetría de barrido diferencial (DSC), difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía óptica, se analizan la formación de fases, la evolución de la microestructura y la morfología de los materiales sintetizados, y la cinética de descomposición térmica del hidruro como función del tiempo de molienda.

## 6

### LOCALIZACIÓN DE HIDRÓGENO EN UNA DISLOCACIÓN DE BORDE (1 $\bar{2}$ 1) EN PALADIO

Gesari S.B.<sup>(1)</sup>, Pronsato M.E.<sup>(1)</sup>, Juan A.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000, Bahía Blanca, Argentina, [cajuan@uns.edu.ar](mailto:cajuan@uns.edu.ar)

Palabras Claves: hidrógeno, paladio, dislocación, fragilización.

Los sistemas hidrógeno-metal han sido ampliamente estudiados, motivados tanto por la importancia tecnológica del almacenamiento de hidrógeno como combustible como por los efectos del hidrógeno absorbido sobre las propiedades del material. La fragilización por hidrógeno es una de las principales formas de daño por hidrógeno. La penetración de hidrógeno atómico en el metal resulta en la degradación de sus propiedades mecánicas. Una explicación es la interacción del hidrógeno con los defectos del metal tales como son las dislocaciones.

En este trabajo, mediante el método teórico ASED-MO, se realizaron cálculos de energía y de estructura electrónica de átomos de hidrógeno en paladio fcc conteniendo una dislocación de borde. A modo de comparación también se analizaron los casos de H en sitios octaédrico, tetraédrico, y en una vacancia.

Los resultados muestran que es posible alojar un par de átomos de H dentro de un sitio octaédrico, aunque separados entre sí por una distancia mucho mayor que en fase gas. Dicho par se ubica en la dirección  $\langle 111 \rangle$ , de acuerdo con resultados de otros autores, obtenidos por métodos *ab initio*. Cuando se analiza el caso de una vacancia, se observa que el primer átomo de H no se ubica en el centro de la misma, sino a una distancia del Pd que es similar a la hallada para otros sitios. Respecto al caso de una dislocación, se observa que la misma tiene posibilidad de absorber varios átomos de H, distribuidos en la dirección tangente a la línea de dislocación.

Mediante curvas de densidad de estados (DOS) se estudió la contribución de cada orbital a la estructura electrónica, mientras que el enlace químico se analizó mediante la integral de solapamiento (COOP).

## ADSORPTION OF HYDROGEN ON $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(100): A THEORETICAL STUDY

Gonzalez E.A.<sup>(1)</sup>, Jasen P.V.<sup>(2)</sup>, Luna C.R.<sup>(3)</sup>, Juan A.<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000, Bahía Blanca, Argentina, [egonzal@uns.edu.ar](mailto:egonzal@uns.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000, Bahía Blanca, Argentina, [pjasen@uns.edu.ar](mailto:pjasen@uns.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000, Bahía Blanca, Argentina

<sup>(4)</sup> Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000, Bahía Blanca, Argentina, [cajuan@uns.edu.ar](mailto:cajuan@uns.edu.ar)

Palabras Claves: gallium, vacancies, semiconductor

We have modeled the (100) surface of  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with a clear cut optimized from *ab-initio* calculations. The adsorption geometry of one hydrogen atom on this surface was determined by a semiempirical quantum chemistry method. H is found bonded to a tetrahedral Ga atoms and no bond with surface oxygen's is detected. As a consequence of this Ga-H bond, the Ga-O overlaps population decreases. This result is in good agreement with recent spectroscopic determination of Ga-H IR frequencies on supported catalysts. The orbital composition of the Ga-H bond and DOS of tetrahedral and octahedral gallium ions, Ga(I), Ga(II) and oxygen's before and after H adsorption are also addressed.



## ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD TÉRMICA DE UN AMORFO $Mg_{50}Ni_{50}$ PRODUCIDO POR ALEADO MECÁNICO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE MOLIENDA

Guzmán D. F.<sup>(1)</sup>, Ordoñez S. M.<sup>(2)</sup>, Serafini D. O.<sup>(3)</sup>, Rojas P. A.<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, Av. B. O'Higgins 3363, Casilla 10233, Santiago, Chile, [danny.guzmanm@usach.cl](mailto:danny.guzmanm@usach.cl)

<sup>(2)</sup> Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, Av. B. O'Higgins 3363, Casilla 10233, Santiago, Chile, [sordonez@lauca.usach.cl](mailto:sordonez@lauca.usach.cl)

<sup>(3)</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Santiago de Chile, Av. B. O'Higgins 3363, Casilla 10233, Santiago, Chile, [dserafin@lauca.usach.cl](mailto:dserafin@lauca.usach.cl)

<sup>(4)</sup> Instituto de Física, Facultad de Ciencias Básicas y Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Av. Brasil 2950, Casilla 4059, Valparaíso, Chile, [paula.rojas.s@ucv.cl](mailto:paula.rojas.s@ucv.cl)

Palabras Claves: Estabilidad Térmica, Aleado Mecánico, Amorfos, Materiales almacenadores de hidrógeno.

El proceso de aleado mecánico (AM), es uno de los métodos más utilizados para producir aleaciones amorfas Mg-Ni, las cuales, en el último tiempo, han despertado un gran interés por sus excelentes propiedades de absorción-desorción de hidrógeno. En este trabajo, se investigó el efecto del tipo de molino empleado en la fabricación de un amorfo  $Mg_{50}Ni_{50}$ , sobre el proceso de amorfización y su estabilidad térmica. Las pruebas fueron realizadas en un molino planetario Fritsch Pulverisette 5 y SPEX8000D. Se encontró, que el tiempo mínimo de molienda, necesario para obtener dicho amorfo, se hallaba entre 80-90 horas para el molino planetario, y entre 15-20 horas, para el molino SPEX8000D. La evolución de las fases durante el AM, se obtuvo mediante análisis de difracción de rayos X (DRX). La cinética de amorfización, se estudió utilizando el modelo de Johnson-Mehl-Avrami, El exponente de Avrami, resultó ser igual a 1, para las pruebas llevadas a cabo en ambos molinos. La estabilidad térmica de los amorfos, se determinó a través de calorimetría diferencial de barrido (CDB). La energía de activación aparente para el proceso de cristalización se calculó por medio del modelo de Kissinger, hallándose, que el amorfo producido por molienda planetaria es térmicamente más estable que el producido en el molino SPEX8000D.

## ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE UN ALMACENADOR DE HIDRÓGENO BASADO EN HIDRURO METÁLICO

Melnichuk M.<sup>(1)</sup>, Andreasen G.<sup>(2)</sup>, Corso H.<sup>(1)</sup>, Peretti H. A.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Atómico Bariloche-CNEA, Av. Bustillo 9500, C.P.: 8400, S.C. de Bariloche, Argentina

<sup>(2)</sup> Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas, Teóricas y Aplicadas- Univ. Nac. de La Plata-Suc. 4, CC16, La Plata (1900) - Comisión de Investigaciones Científicas Pcia. Buenos Aires (CIC), Argentina

e-mail: [maxmel@cab.cnea.gov.ar](mailto:maxmel@cab.cnea.gov.ar), [gandreasen@inifta.unlp.edu.ar](mailto:gandreasen@inifta.unlp.edu.ar),  
[corso@cab.cnea.gov.ar](mailto:corso@cab.cnea.gov.ar), [peretti@cab.cnea.gov.ar](mailto:peretti@cab.cnea.gov.ar)

Palabras clave: hidruro metálico, almacenamiento, AB<sub>5</sub>

Se efectuaron ensayos en un almacenador de hidrógeno basado en hidruro metálico de pequeña escala, diseñado y construido en el laboratorio, con el fin de obtener información útil para el diseño de un almacenador de mayor tamaño. El mismo es de tipo modular y de fácil construcción. A través de ensayos de activación, capacidad, carga y descarga se busca determinar su comportamiento en operación, y así poder optimizar rendimiento, transferencia térmica y costos.

La aleación formadora de hidruro metálico seleccionada fue MmNi<sub>4,7</sub>Al<sub>0,3</sub> (siendo Mm "mischmetal", una mezcla de tierras raras) debido a que su presión de equilibrio a temperatura ambiente es adecuada para la aplicación requerida. Dicha aleación es del tipo intermetálico AB<sub>5</sub>.

Se comprobó una rápida absorción inicial de hidrógeno por lo que la aleación se consideró activada después del primer ciclo de carga-descarga. Se efectuaron descargas del almacenador a distintos caudales y presiones iniciales de carga, manteniendo constante la temperatura y midiendo la evolución de la presión en función del tiempo. Mediante ensayos calorimétricos se midió el calor liberado durante la carga del almacenador, permitiendo evaluar la entalpía de formación del hidruro que resultó  $24 \pm 2$  kJ por mol de hidrógeno.

También se analizó el descenso de la presión de salida respecto a la presión de equilibrio en función del caudal en régimen estacionario.

## CINÉTICA DE LA OXIDACIÓN DE CO EN PRESENCIA DE H<sub>2</sub> (CO PROX) SOBRE CATALIZADORES CuO/CeO<sub>2</sub>

Moreno, M.<sup>(1)</sup>, Baronetti, G.<sup>(1)</sup>, Laborde M.<sup>(1)</sup>, Mariño, F.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratorio de Procesos Catalíticos / Depto. de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Pabellón de Industrias, Ciudad Universitaria, (1428) Buenos Aires, Argentina. e-mail: [fernando@di.fcen.uba.ar](mailto:fernando@di.fcen.uba.ar)

Palabras clave: PEMFC, oxidación preferencial de CO, hidrógeno, cinética.

Las pilas de combustible de membrana polimérica (PEMFC) han sido intensamente estudiadas durante las últimas 2 décadas, especialmente para su aplicación en fuentes móviles. El hidrógeno puro es el combustible ideal para las PEMFC; sin embargo, durante la producción de H<sub>2</sub> a partir hidrocarburos o alcoholes se producen simultáneamente significativas cantidades de CO que envenenan el electrocatalizador de dichas pilas. La oxidación selectiva o preferencial de CO (CO PROX) es el método más directo y menos costoso que se conoce en la actualidad para reducir la concentración de CO y, de ese modo, obtener una corriente de H<sub>2</sub> de la pureza requerida.

En este trabajo se llevó a cabo un estudio cinético de la reacción de oxidación de CO en presencia de grandes cantidades de H<sub>2</sub> sobre catalizadores CuO/CeO<sub>2</sub>. Las experiencias fueron realizadas a presión atmosférica, el rango de temperaturas analizado fue 120-200°C y las presiones parciales de CO y O<sub>2</sub> fueron variadas en el rango 0.008-0.1 bar. Se emplearon tiempos de residencia tales que permitieron trabajar bajo condiciones de reactor diferencial, es decir, con conversiones inferiores al 10%.

Los parámetros cinéticos ajustados fueron los órdenes parciales respecto al CO y O<sub>2</sub> y la energía de activación aparente. Se encontró un suborden respecto al CO menor a la unidad (0.8) y una virtual independencia de la velocidad de reacción respecto a la presión parcial de O<sub>2</sub>. En cuanto a la energía de activación se detectan claramente dos regiones, por encima y por debajo de 150°C, lo que sugiere un cambio de mecanismo de la reacción a dicha temperatura. El valor resultante del ajuste de la Ea para cada zona fue de 68.2 kJ/mol (en el rango 120-150°C) y de 29.1 kJ/mol (en el rango 150-200°C).

## 11

### MODELADO Y SIMULACION DEL ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO GASEOSO

Posso, F.R.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ciencias, Universidad de Los Andes-Táchira. Sede Paramillo, San Cristóbal 5001, Venezuela  
e-mail: [fausto@ula.ve](mailto:fausto@ula.ve)

Palabras Claves: hidrógeno, almacenamiento, modelado, simulación

Una de las principales barreras a superar para lograr el uso masivo del H<sub>2</sub> como vector energético por los diferentes sectores de la sociedad, está asociada con la etapa de almacenamiento, en gran parte debido a la baja densidad energética del H<sub>2</sub> en estado gaseoso, forma usual de obtención del mismo. En este trabajo se estudia el almacenamiento de H<sub>2</sub> gaseoso comprimido mediante la construcción y manipulación de un modelo matemático. El sistema de almacenamiento modelado está compuesto por una unidad de compresión y una unidad de almacenamiento. El modelo matemático está conformado por un modelo de energía y un modelo de costos, el modelo de energía considera el efecto de la presión de almacenamiento en el gasto energético y tamaño del compresor, y en la capacidad de la unidad de almacenamiento. El modelo de costos, calcula los costos de inversión, de insumos, de operación y de mantenimiento y los costos totales. La simulación del modelo no lineal resultante se realiza para diferentes valores de producción de H<sub>2</sub>, condiciones de operación y períodos de almacenamiento. Los resultados muestran la existencia de un punto de operación con un costo total mínimo, producto del comportamiento de los costos de inversión que marcan la evolución de los costos totales. En efecto, el incremento de la presión de almacenamiento eleva exponencialmente los costos unitarios de la unidad de almacenamiento, comportamiento que predomina sobre la disminución de su volumen. La economía de escala ocasiona una disminución en los costos totales para todo el rango de presiones y períodos de almacenamiento considerados; por lo contrario, los costos totales aumentan en forma continua con el tiempo de almacenamiento. Los resultados obtenidos son comparables con los reportados en la bibliografía para las mismas condiciones de operación y similares períodos de almacenamiento.

## ANÁLISIS ELECTROQUÍMICO Y ÓPTICO DEL EFECTO DEL CATODIZADO DE ELECTRODOS DE PLATINO EN SOLUCIONES SULFÚRICAS

J.O. Zerbino <sup>(1)</sup>, V. Díaz <sup>(2)</sup>, M.E. Martins <sup>(1)</sup>, F.C. Zinola <sup>(2)</sup>, M.G. Sustersic <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, INIFTA. C.C. 16 Sucursal 4. 1900. La Plata. Argentina.

<sup>(2)</sup> Laboratorio de Electroquímica fundamental, Facultad de ciencias, Iguá 4225, Universidad de la República, Montevideo CP 11400. Uruguay.

<sup>(3)</sup> Facultad de Ingeniería, FICES, UBSL, 25 de Mayo 384 C.P. 5730 Villa Mercedes San Luis, Argentina.

Palabras Claves: Electrocatálisis, Catodización, Platino, Sulfato, Azufre.

La descomposición catalítica de ácido sulfúrico a alta temperatura fue ampliamente investigada durante las tres últimas décadas [1]. Esta reacción ocurre a temperaturas por encima de 700 °C y es catalizada por óxidos metálicos ó metales nobles. A baja temperatura el ión sulfato se considera altamente estable mientras que la electroreducción y oxidación de dióxido de azufre conduce a la acumulación de diversas sustancias [2]. La presencia de especies adsorbidas de compuestos de azufre sobre estos electrodos tiene importantes efectos en diversas áreas como electrocatálisis, corrosión, electroanálisis y desulfuración de gases.

El presente trabajo analiza los efectos del catodizado a potenciales entre  $-1$  V y 0 V vs. RHE de electrodos de platino en soluciones sulfúricas. Estas superficies previamente catodizadas presentan incremento en su actividad catalítica para la oxidación de metanol. El análisis mediante diversas técnicas como voltametría, voltametría modulada, elipsometría, microscopía de barrido SEM y espectroscopia EDAX muestra depósitos localizados de azufre en zonas donde hay formación preferencial y desprendimiento de gas hidrógeno.

1. D.M. Ginosar, L.M. Petkooovic, A.W. Glenn, K.C. Burch Int. J. of Hydrogen Energy. In press. Corrected proof.

2. C. Quijada, F.J. Huerta, E. Morallón, J.L. Vazquez, L.E.A. Berlouis. Electrochim Acta. 45 (2000) 1847.

3. Actas 14 Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Electroquímica. SIBAE2000 Oaxaca, 7-12 de mayo de 2000, Mexico. Trabajos editados por CIDETEQ. CINVESTAV. ESQIE-IPN, IIC-U de Gto., UAM- Tztapalapa, UIA Mexico. “Estudio electroquímico y óptico de la adsorción de dióxido de azufre sobre electrodos de platino y de oro”. J. O. Zerbino; S. K. Kahawatta, M. Sustersic.

4. XV Congreso Argentino de Fisicoquímica y Química Inorgánica. 17-20 abril 2007. Tandil, Provincia de Buenos Aires. Argentina. Asociación Argentina de Investigación Fisicoquímica, aaiFQ. “Efecto del catodizado en platino para la oxidación de metanol”. V. Díaz, J.O. Zerbino, M.E. Martins, C.F. Zinola.

14

**DESARROLLO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REACTORES  
ELECTROLÍTICOS PARA PRODUCIR HIDRÓGENO Y OXÍGENO A 200  
Bar**

Lic. Juan Ricardo Lauretta

Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Av. E. Madero 399, (1106) Buenos Aires,  
Argentina. [rlaure@itba.edu.ar](mailto:rlaure@itba.edu.ar)

Palabras Claves: Hydrogen, electrolysis, high pressure, 200 bar, renewable energies.

En este trabajo se presenta un análisis de los problemas técnicos que se deben resolver en el diseño de un reactor electrolítico que opere a 200 bar. Problemas relacionados con: fuente de alimentación, sobrepotencial de electrodos, solución electrolítica, separación de gases, corrientes parásitas, forma de las celdas, pureza de los gases, disipación del calor, control del proceso, tanque contenedor.

Se esboza además una descripción del reactor de  $5\text{m}^3\text{NH}_2/\text{h}$  a 200 bar, desarrollado para la Planta Experimental de Hidrógeno de Pico Truncado.

## CÁLCULO DEL VOLUMEN DE SOLUCIÓN DE HIDRÓGENO EN HIDRUROS

Gervasoni J.L.<sup>(1,2)</sup>, Corso H.L.<sup>(1)</sup>, Peretti H.A.<sup>(1)</sup>, Seguí S.<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Atómico Bariloche, 8400, Bariloche, Argentina, [gervason@cab.cnea.gov.ar](mailto:gervason@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Miembro de la carrera de investigador de CONICET

Palabras Claves: Hidruros, Volumen de Solución de Hidrógeno

Los hidruros metálicos, formados a partir de aleaciones obtenidas por fusión o de nanocompuestos producidos por aleado mecánico de polvos, siguen siendo materiales de interés mundial para su aplicación en sistemas de almacenamiento de hidrógeno como vector energético.

Por otro lado, la absorción de hidrógeno por parte de aleaciones estructurales para uso nuclear o industrial en general puede alterar negativamente sus propiedades mecánicas.

Tanto por sus aplicaciones tecnológicas como por su interés científico en teoría de aleaciones, una de las propiedades básicas de los sistemas metal-hidrógeno es el volumen de solución de hidrógeno en hidruros. En estos sistemas, el campo de deformaciones de la red inducido por el hidrógeno interacciona con campos externos de tensiones, como puede ser el debido a dislocaciones.

En este trabajo se utiliza la aproximación del modelo de Jellium, basado en el formalismo de la funcional densidad, para calcular el volumen de solución de hidrógeno (o el tensor bipolar de fuerzas) en hidruros de circonio y de tierras raras. Comparamos con el volumen de solución de hidrógeno en circonio y tierras raras puros. Obtuvimos similitudes en su comportamiento, lo que nos lleva a suponer que podríamos relacionar los volúmenes de solución de los elementos puros con los hidruros.

Desde el punto de vista de la investigación básica, esta información brinda datos acerca de los campos de tensión y deformación generados por defectos.

Y en lo referente al interés tecnológico, estos cálculos aportan datos útiles para desarrollar criterios de diseño para recipientes almacenadores de hidrógeno, o criterios de seguridad para instalaciones nucleares.

## CARACTERIZACIÓN CINÉTICA Y TERMODINÁMICA DEL HIDRURO COMPLEJO $Mg_2FeH_6$

Puszkiew J. A.<sup>(1)</sup>, Arneodo Larochette P.<sup>(1,2)</sup>, Gennari F. C.<sup>(1,3)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Balseiro (UNCuyo y CNEA), Av. Bustillo km 9,5, R8402AGP, S. C. de Bariloche, Argentina, [puzkiej@ib.cnea.gov.ar](mailto:puzkiej@ib.cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo km 9,5, R8402AGP, S. C. de Bariloche, Argentina, [arneodo@cab.cnea.gov.ar](mailto:arneodo@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(3)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo km 9,5, R8402AGP, S. C. de Bariloche, Argentina, [gennari@cab.cnea.gov.ar](mailto:gennari@cab.cnea.gov.ar)

Palabras Claves: hidruros, almacenamiento, hidrógeno, molienda mecánica

Los hidruros complejos de metales de transición, esto es la combinación de un metal del grupo I o II con un metal de transición (TM), constituyen una alternativa segura y eficiente para el almacenamiento de hidrógeno. En este grupo, el hidruro  $Mg_2FeH_6$  posee una alta capacidad de almacenamiento de hidrógeno (5,5 % p/p) y mejor cinética de absorción/desorción que el Mg puro. En particular, dado que el intermetálico  $Mg_2Fe$  no ha sido observado en forma estable, la producción del hidruro  $Mg_2FeH_6$  presenta importantes dificultades a resolver.

En el presente trabajo se sintetizó el hidruro complejo  $Mg_2FeH_6$  por medio de la molienda mecánica en atmósfera de argón, partiendo de una mezcla de polvos de composición 2Mg-Fe, seguida de un sinterizado a condiciones de alta presión y temperatura. Los cambios estructurales, la evolución de la microestructura y el comportamiento térmico de los materiales obtenidos en las diferentes etapas de la síntesis fueron analizados empleando Difracción de rayos X (DRX), Microscopía electrónica de barrido (MEB) y Calorimetría diferencial de barrido (CDB).

Las propiedades termodinámicas fueron caracterizadas mediante las curvas de presión - composición - temperatura (PCT), utilizando un equipo volumétrico tipo Sieverts. En el proceso de absorción se observó un único plateau, que corresponde a la formación de  $MgH_2$  y  $Mg_2FeH_6$ , y dos plateaus durante la desorción, uno correspondiente a la descomposición del  $MgH_2$  (mayor presión) y el otro a la descomposición del  $Mg_2FeH_6$  (menor presión). A partir de estas mediciones, se construyó el diagrama Van't Hoff y se calculó la entalpía y la entropía de descomposición de los hidruros. Los valores termodinámicos obtenidos fueron comparados con los de la literatura.

Además se caracterizó la cinética de absorción y desorción, para analizar la dependencia de la velocidad de reacción con la temperatura y el número de ciclos de absorción- desorción.



## OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE H<sub>2</sub>

Tagliabue M.<sup>(1)</sup>, Delnero G.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Air Liquide Argentina S.A., Camino Vergara, Km. 3,5, CP1925, Ensenada, Argentina, [marcelo.tagliabue@airliquide.com](mailto:marcelo.tagliabue@airliquide.com)

<sup>(2)</sup> Air Liquide Argentina S.A., Camino Vergara, Km. 3,5, CP1925, Ensenada, Argentina, [gaston.delnero@airliquide.com](mailto:gaston.delnero@airliquide.com)

Palabras claves: PSA, adsorción, purificación

Un típico proceso de Pressure Swing Adsorption (PSA) para la purificación de H<sub>2</sub> consiste en una secuencia de etapas que involucran adsorción a alta presión y desorción a baja presión, a una determinada temperatura. Durante la etapa de adsorción la presión parcial de las impurezas debe ser lo suficientemente alta como para garantizar su adsorción. Si se desea tratar de optimizar un proceso ya instalado, esta variable no puede ser modificada fácilmente, debido a que la presión total del sistema ya está fijada por algún proceso anterior, o por el diseño mismo de la PSA. Por ello, trabajar sobre la presión no parece ser el camino más fácil ni, obviamente, el menos costoso.

En el presente trabajo se estudió la viabilidad de modificar otras variables operativas, a un costo razonable, que permitan lograr incrementos sustanciales en la performance de la unidad.

Para ello, en una primera etapa, se desarrolló un equipo criogénico de intercambio, con lo cual se pudieron representar en la práctica las conclusiones teóricas respecto de las mejoras obtenidas en la adsorción de metano, por efecto de la disminución de temperatura. Como resultado de las tareas realizadas en la optimización de la temperatura de alimentación a la PSA, se logró aumentar un 25% la carga total a la unidad, y un 2,5% la recuperación de H<sub>2</sub>. En una segunda etapa se trató de disminuir el consumo de líquido criogénico (40 NM<sup>3</sup>/hr); para ello se aprovechó la característica de gas seco del desecho de la PSA, y se ideó un sistema de enfriamiento consistente en una torre rellena y un intercambiador de calor. Con esta última instalación se pudo lograr el enfriamiento deseado de la corriente de H<sub>2</sub>, disminuyendo casi a cero el consumo de líquido criogénico.

## GENERACIÓN DE HIDRÓGENO POR ELECTRÓLISIS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE CONCORDIA

Ing. Venturino V.A.<sup>(1)</sup>, Prof. Dr. Ing. Spinadel E.<sup>(2)</sup>, Ing. Rastelli G.A.<sup>(1)</sup>, Ing. Marull F.R.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Regional Concordia - C.H.C., calle Salta, N° 277, E3200EKE, Concordia, Argentina, [hidrogeno@uac.utn.edu.ar](mailto:hidrogeno@uac.utn.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Asociación Argentina de Energía Eólica – C.H.C., José María Paz, N° 1131, CP. 1602, Buenos Aires, Argentina, [espinadel@argentinaeolica.org.ar](mailto:espinadel@argentinaeolica.org.ar)

Palabras Claves: hidrógeno, electrólisis, técnico-económico, costos de energía, energía marginal

Este trabajo consiste en la realización de un Estudio de Factibilidad Técnico-Económico de la producción de hidrógeno electrolítico utilizando energía de bajo costo o marginal del sistema eléctrico. Dicha evaluación se basará en la consideración de dos alternativas posibles: Una, utilizando excedentes energéticos del Sistema Interconectado en nuestro nodo. La otra, la Energía de Generación Secundaria o de Base, de una central hidroeléctrica, atendiendo a los niveles de hidraulicidad y sus características técnicas-operativas, para el abastecimiento energético de la unidad generadora de hidrógeno (electrolizador). Combinando los Costos de: Hidro-energías en los distintos períodos (costos de energías estacionales), los de Interconexión, con los costos Fijos y Variables del equipo seleccionado, atendiendo a los avances tecnológicos del mismo para la operación a "potencia constante", se obtendrá un Costo Final de generación de Hidrógeno Electrolítico. El mismo, será transportado aguas abajo por el río Uruguay hasta la Isla Martín García donde será utilizado para el abastecimiento energético del sitio.

## INFLUENCIA DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN EL MECANISMO DE H.E.R. Y H.A.R. EN $\alpha$ -PALADIO. I EIS

Welti E.M.<sup>(1)</sup>, Collet Lacoste J.R.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> CTI Solari y Asociados SRL. Florida 274 5<sup>to</sup> 51. C1005AAF. C.A.B.A. Argentina.  
[ericawelti@ctisolari.com.ar](mailto:ericawelti@ctisolari.com.ar)

<sup>(2)</sup> C.N.E.A. U.A.M. Av. Gral Paz 1499. B1650KNA, San Martín, Prov. de Bs. As.  
Argentina. [collet@cnea.gov.ar](mailto:collet@cnea.gov.ar)

Palabras Claves: paladio, hidrógeno subsuperficial, adsorción, absorción, EIS.

En el pasado, los estudios de la interacción hidrógeno/metal a temperatura cercana a la ambiente recibieron mucha atención debido a su importancia en una gran cantidad de campos: metalurgia, catálisis heterogénea, daño por hidrógeno, conversión y acumulación de energía (i.e. celdas de combustible). Tanto en el campo tecnológico como en el científico es muy importante poseer información acerca de la solubilidad y difusividad del hidrógeno, para lo que se debe entender el mecanismo electroquímico para la H.E.R. (*Hydrogen Evolution Reaction*) y la H.A.R. (*Hydrogen Absorption Reaction*). En la industria, el paladio se utiliza como catalizador en reacciones químicas y en la producción y purificación de hidrógeno debido a su elevada solubilidad y difusión en este metal.

Tanto la H.E.R. como H.A.R. pueden ser afectadas por diferencias en las propiedades superficiales del metal tales como impurezas y cambios en la rugosidad. El efecto de la rugosidad sobre estos mecanismos es importante en campos tecnológicos tales como la electrólisis y las celdas de combustible.

En el presente trabajo se discuten los estudios realizados, por medio de técnicas de modulación, sobre el mecanismo electroquímico para la H.E.R. y la H.A.R. en electrodos rugosos de paladio puro. El aumento de la rugosidad se realizó por medio de un electrodeposición de negro de paladio. Las experiencias se realizaron a diferentes temperaturas y a potenciales por debajo de la formación de la fase  $\alpha'$ -Pd. Se presentan los ajustes realizados a los diagramas experimentales de impedancia a partir de un circuito equivalente deducido del mecanismo de ad-absorción. Se muestra la dependencia encontrada de los parámetros de ajuste con el potencial y la temperatura.

A partir del análisis de los datos se encontró que las reacciones de Heyrovsky y Tafel están inhibidas y que la reacción de Volmer es totalmente reversible en este metal. Se muestra, además, el efecto del hidrógeno subsuperficial en la forma de los diagramas experimentales.

## **PRODUCCION DE HIDROGENO A PARTIR DEL TRATAMIENTO ELECTROQUIMICO DE EFLUENTES GENERADOS EN UN FEED-LOT Y SU REUSO.**

Esparza, E.<sup>(1)</sup>, Castro, M.E.<sup>(1,2)</sup>, Galasso, S. G.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica – Centro Atómico Bariloche – Av. Bustillo 9500 –(8400) S. C. Bariloche – Argentina - [esparza@cab.cnea.gov.ar](mailto:esparza@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – CONICET – Av. Rivadavia 1917 (CP C1033AAJ) – Ciudad de Buenos Aires, Argentina – [castrome@ib.cnea.gov.ar](mailto:castrome@ib.cnea.gov.ar)

Palabras claves: Electroquímico, aeróbico, anaeróbico, hidrógeno, metano, estiércol

El objetivo del presente estudio es considerar la posibilidad de producir y recuperar hidrógeno proveniente del tratamiento electroquímico del efluente producido por un “feed lot” para ser usado como combustible de un motor a explosión que mueve un generador eléctrico.

La producción de ganado a corral, (feed-lot), produce una cantidad importante de efluentes, tanto líquidos como sólidos. Estos efluentes no pueden ser aprovechados por que su descarga se produce en un área muy limitada, lo que genera un daño ambiental de difícil restitución.

La recuperación de los nutrientes y del agua para su uso apropiado por los sistemas convencionales (como por ejemplo, un tratamiento anaeróbico y aeróbico del mismo con la eyección de aire) es costosa. Sin embarro, un tratamiento anaeróbico seguido de un tratamiento electroquímico de dicho efluente permitiría, por una parte, la recuperación de metano y hidrógeno para ser usado como combustible en un motor a explosión para generar energía eléctrica necesaria para dicho tratamiento y, por otro lado, la generación de oxígeno naciente necesario no sólo para el tratamiento por oxidación de los efluentes sino también la esterilización de los mismos.

**INFLUENCIA DE LA RUGOSIDAD EN EL MECANISMO DE H.E.R. Y H.A.R. EN  $\alpha$ -PALADIO. II FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE PERMEACIÓN**

Wolti E.M.<sup>(1)</sup>, Collet Lacoste J.R.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> CTI Solari y Asociados SRL. Florida 274 5<sup>to</sup> 51. C1005AAF. C.A.B.A. Argentina.  
[ericawolti@ctisolari.com.ar](mailto:ericawolti@ctisolari.com.ar)

<sup>(2)</sup> C.N.E.A. U.A.M. Av. Gral Paz 1499. B1650KNA, San Martín, Prov. de Bs. As. Argentina. [collet@cnea.gov.ar](mailto:collet@cnea.gov.ar)

Palabras Claves: paladio, hidrógeno subsuperficial, adsorción, absorción, funciones de transferencia.

En la parte I se discutieron los estudios realizados sobre el mecanismo electroquímico para la H.E.R. y la H.A.R. en electrodos rugosos de paladio puro, por medio de técnicas de modulación (EIS). En la parte II, se discuten los ajustes obtenidos de las funciones de transferencia de permeación experimentales con el modelo que se deduce del mecanismo. Se observó una deformación en los diagramas debido al flujo subsuperficial de hidrógeno a altas frecuencias. Este efecto se amplifica por la presencia del depósito de negro de paladio. Esta deformación fue predicha anteriormente por nosotros a partir del modelo teórico. Se encontró que la rugosidad no sólo aumenta el área efectiva de la superficie sino que produce la aparición de nuevos fenómenos. Un ejemplo de esto son los fenómenos de relajación relacionados con la difusión de hidrógeno en el fractal de la superficie rugosa observados en la absorción del hidrógeno en la zona subsuperficial del paladio. Por otra parte, estos resultados muestran que el paladio podría suplantar al platino en su función de catalizador de celda combustible, con la ventaja adicional que representa su menor costo en el mercado tanto como materia prima como en la fabricación del catalizador.

## ÁREA TEMÁTICA 2: CELDAS DE COMBUSTIBLE

2

### PRIMERA BATERÍA (“STACK”) DE PILAS DE COMBUSTIÓN PEM A HIDRÓGENO CON TECNOLOGÍA PROPIA

Franco J.I.<sup>(1)</sup>, Fasoli H.J.<sup>(2)</sup>, Sanguinetti A.R.<sup>(2)</sup>, Grosmann I.P., D’Atri M.V.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Investigaciones Científicas de las FF.AA., San Juan B. de La Salle 4397, 1603, Villa Martelli, provincia de Buenos Aires, [jfranco@citefa.gov.ar](mailto:jfranco@citefa.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Escuela Superior Técnica “Grl Manuel N Savio”, Cabildo 15, 1426, Buenos Aires, [hfasoli@citefa.gov.ar](mailto:hfasoli@citefa.gov.ar)

Palabras Claves: pilas PEM, “stack”

Presentamos la primera batería (“stack”) de pilas de combustión PEM a hidrógeno realizada en el Laboratorio de Pilas de Combustión PEM a Hidrógeno (Lab-PEM-H) de la Escuela Superior Técnica del Ejército y CITEFA.

El dispositivo, que utiliza como en todos nuestros desarrollos anteriores, tecnología propia, está compuesto por seis elementos que emplean placas bipolares también construidas por nosotros. Como en los dispositivos de un único elemento presentados anteriormente, la superficie activa es de 16 cm<sup>2</sup>, con una concentración de catalizador de 1,0 mg/cm<sup>2</sup>, depositado sobre membrana de nafion 117. La alimentación de combustible y comburente se hace con hidrógeno y oxígeno obtenidos con un electrolizador fabricado en nuestro laboratorio.

Los parámetros de funcionamiento son los siguientes (ver curva de potencia):

Potencial a circuito abierto, Voc: 6,0 V; potencia máxima alcanzada, P(máx): 10,2 W; densidad de corriente (a la potencia máxima alcanzada) 200 mA/cm<sup>2</sup>.

Las condiciones de operación son:

Temperatura: 25 C; humedad relativa de los gases: 100%; presión parcial de hidrógeno: 736,3 mmHg; flujo de hidrógeno húmedo: 135,0 mL (CNPT)/min; presión parcial de oxígeno: 736,3 mmHg; flujo de oxígeno húmedo: 66,5 mL (CNPT)/ min.

Este dispositivo forma parte de un proyecto de la Dirección Nacional del Antártico y el Comando Antártico Argentino que pondrá en funcionamiento un sistema a base de energías alternativas en la base Esperanza, en la Antártida Argentina, y fue instalado allí durante la Navidad de 2006.

### 3

## LINEAR IDENTIFICATION AND MODEL ADJUSTMENT OF A PEM FUEL CELL STACK

Kunusch C. <sup>(1)</sup>, Husar A. <sup>(2)</sup>, Puleston P.F. <sup>(1,3)</sup>, Mayosky M.A. <sup>(1,4)</sup>

<sup>(1)</sup> LEICI, Departamento de Electrotecnia, Universidad Nacional de La Plata, Calle 1 esq. 47 s/n, 1900, La Plata, Argentina, e-mail: [ckunusch@ing.unlp.edu.ar](mailto:ckunusch@ing.unlp.edu.ar)

<sup>(2)</sup> IRII, Universitat Politècnica de Catalunya, c/ Llorens i Artigas 4-6, 08028, Barcelona, España, e-mail: [ahusar@iri.upc.edu](mailto:ahusar@iri.upc.edu)

<sup>(3)</sup> Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>(4)</sup> Comisión de Investigaciones Científicas (CIC).

Keywords: PEMFC, spectroscopy, identification, MIMO linear model.

From the dynamic modeling point of view, the fuel cells stacks represent a major challenge because their associated subsystems reveal complex dynamics. For instance, the breathing subsystem model of a classical hydrogen-air feed stack is described by a fifth order nonlinear model. In many cases, the states interaction is usually modeled through several look-up tables, decision blocks and piece continuous functions. Many internal variables are inaccessible for measuring and cannot be used in control algorithms.

To make significant contributions in this area, it is necessary to develop reliable models for control and design purposes. Thus, in the present paper, a dynamic linear model of the EFC50-ST fuel cell stack is obtained through experimental data.

The system consists on a ElectroChem 7 cell stack with Nafion 115 MEA's, with a catalyst loading of 1 mg/cm<sup>2</sup> of platinum and Toray carbon fiber papers as gas diffusion layers, 50 cm<sup>2</sup> PEM fuel cell hardware, 8 graphite plates, fittings, gold plated copper current collectors and voltage monitors on each plate.

The procedure followed to obtain a linear model of the considered system, in a fixed operation range, consisted in performing spectroscopy tests of the four different single-input single-output subsystems. A spectroscopy test is based on exciting a dynamic system through sine signals of different frequencies. Then, after processing the resulting output data, a frequency diagram of the system response was performed. Afterwards, different linear systems can be fit to the obtained data in order to develop an complete representative model. This frequency based test is rather useful to develop linear models off line. In this case, the considered inputs for the tests were the stack current and the cathode flow mass, while the measured outputs were the stack voltage and the cathode total pressure.

## PROPIEDADES TÉRMICAS A BAJA TEMPERATURA DE MEMBRANAS DE NAFION EN MEZCLAS DE AGUA Y AGUA-METANOL

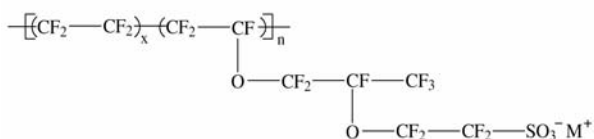
Nores Pondal, F. J. <sup>(1)</sup>; Buera, M. P. <sup>(2)</sup> y Corti, H. R. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Unidad de Actividad Física, Centro Atómico Constituyentes, CNEA, Av. General Paz 1499, CP 1650, San Martín, Argentina, e-mail: [nores@cnea.gov.ar](mailto:nores@cnea.gov.ar), [hrcorti@cnea.gov.ar](mailto:hrcorti@cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Av. Cantilo s/n, Ciudad Universitaria, CP 1428, Buenos Aires, Argentina, e-mail: [pilar@di.fcen.uba.ar](mailto:pilar@di.fcen.uba.ar)

Palabras clave: Nafion, celdas de combustible DMPEM, temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ), calorimetría diferencial de barrido (DSC), agua, metanol, congelamiento.

El Nafión (Dupont) es un ionómero perfluorosulfonado de alta estabilidad térmica y química, debida a su estructura tipo Teflón. Es utilizado como electrolito conductor de protones en celdas de combustible alimentadas con hidrógeno y, más recientemente, con metanol.



Este trabajo tiene como objetivo determinar la verdadera temperatura de transición vítrea del Nafion sobre la cuál no existe acuerdo [1] y, además, determinar las propiedades de congelamiento de agua y de metanol en condiciones de temperaturas bajo cero, que pueden ser de interés práctico en el uso de celdas de combustible PEM.

Por medio de la técnica de calorimetría diferencial de barrido (DSC), se estudió el comportamiento a bajas temperaturas de membranas de Nafion<sup>®</sup> 117 con diferentes contenidos de agua y equilibradas en mezclas de metanol-agua de distintas concentraciones. Las curvas de DSC mostraron una transición débil a temperaturas menores a  $-100$  °C, relacionada al pico  $\gamma$  reportado en estudios mecánico-dinámicos, y asociada a la verdadera temperatura de transición vítrea del polímero. Esta transición es muy cercana a la transición vítrea reportada para Teflón. A partir del área del pico de fusión del hielo se determinó la cantidad de agua congelable, la cual se incrementa de 1 a 23 % cuando la humedad relativa aumenta de 84 a 100 %. La presencia de metanol en la membrana incrementa la cantidad de agua congelable hasta un 65 %, probablemente como resultado de la interacción preferencial del metanol con la membrana. No se observa el congelamiento del metanol ni de su hidrato a temperaturas tan bajas como  $-120$  °C.

### Referencias

[1] K.A. Mauritz, R.B. Moore, Chem. Rev. 2004, 104, 4535-4585.

Agradecimientos: FNP agradece a CNEA y CONICET por la beca doctoral. HRC agradece a la ANPCyT (PICT 06-13917) por el financiamiento de este proyecto.



## 6

### AVANCES EN EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE PEM

Tori, C.<sup>(1)</sup>, Baleztena, M.<sup>(2)</sup>, Peralta, C.<sup>(2)</sup>, Calzada, R.<sup>(2)</sup>, Jorge, E.<sup>(2)</sup>, Barsellini, D.<sup>(1,2)</sup>, Garaventa, G.<sup>(1)</sup>, Visintin, A.<sup>(1)</sup>, Triaca, W. E.<sup>(1)</sup>

1: Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)  
Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. CC 16, Suc. 4 (1900)  
La Plata, Argentina.

2: Grupo de Investigación en Energías Sustentables y Eficiencia Energética  
(GIESEE), Departamento de Electrotecnia, Universidad Nacional Tecnológica,  
Facultad Regional La Plata, Av. 60 esq. 124 (1900) La Plata, Argentina.  
[wtriac@inifta.unlp.edu.ar](mailto:wtriac@inifta.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: Energía, hidrógeno, celda de combustible.

Se presentan desarrollos recientes en el diseño y construcción de prototipos de celdas de combustible PEM de hidrógeno/oxígeno en el marco de un acuerdo de cooperación entre INIFTA y UTN-FRLP.

Se realizó el montaje de un banco de pruebas para sistemas electroquímicos de conversión de energía que incluye equipos para la medición y control de los parámetros de funcionamiento con vista a su posterior automatización.

Se estudió la influencia de características del ensamble electrodo-membrana polimérica-electrodo, placas monopolares, placas bipolares, circuito de distribución de gases, humidificación, etc. sobre el comportamiento en operación de un prototipo de stack de celdas de combustible.

Se evaluaron las performances de celdas unitarias y del prototipo de stack bajo diferentes condiciones de funcionamiento. Se realizó un análisis crítico de los resultados obtenidos para identificar las distintas pérdidas de energía y proceder a su minimización.

## ÁREA TEMÁTICA 3: BATERÍAS TIPO NÍQUEL-HIDRURO

### 1

#### CONSTRUCCIÓN DE ELECTRODOS DE NÍQUEL PARA BATERÍAS Ni-MH

M. D. Becker, G. Garaventa, D. Barsellini S. G. Real, B. Castro y A. Visintin

Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. CC 16, Suc. 4 (1900) La Plata, Argentina, [dbecker@inifta.unlp.edu.ar](mailto:dbecker@inifta.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: níquel, baterías de níquel/hidruro metálico.

En el presente trabajo se presentan los resultados de la obtención y caracterización fisicoquímica y electroquímica de electrodos de hidróxido de níquel para baterías alcalinas recargables.

Para la construcción del electrodo se utilizó la técnica de deposición electroquímica catódica de hidróxido de níquel y cobalto sobre un soporte de níquel sinterizado de alta porosidad.

A fin de encontrar las condiciones de electrodeposición que permitan un mayor rendimiento en el uso de los electrodos en baterías alcalinas recargables, se estudió la influencia de la densidad de corriente, concentración del electrolito y características de la perturbación de corriente.

La caracterización se realizó a través de microscopía electrónica de barrido y análisis químico y su comportamiento electroquímico se evaluó mediante ciclado de carga-descarga y descarga a altas velocidades. Del análisis de los resultados obtenidos se observa que la corriente de impregnación presenta una gran influencia sobre la capacidad de los electrodos, alcanzando valores similares a los de literatura.

## 2

### **INFLUENCIA DEL Mg EN LAS PROPIEDADES ELECTROQUÍMICAS DE ALEACIÓN BASE La-Ni PARA BATERÍAS DE Ni-MH**

Cuscqueta D.J.<sup>(1,2)\*</sup>, Melnichuk M.<sup>(1,2)</sup>, Ghilarducci A.A.<sup>(1,2)</sup>, Peretti H.A.<sup>(1)</sup>, Salva H.R.<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CAB-CNEA), e Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo (IB-UNC), Av. Bustillo 9500, 8400, San Carlos de Bariloche, Argentina.

<sup>(2)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Bustillo 9500, 8400, San Carlos de Bariloche, Argentina.

\* e-mail: [cuscqueta@cab.cnea.gov.ar](mailto:cuscqueta@cab.cnea.gov.ar)

Palabras claves: electroquímica, aleación base LaNi, batería Ni-MH

Se caracterizó el efecto del reemplazo de La por Mg sobre la absorción de hidrógeno en la aleación formadora de hidruros hipo-estequiométrica  $\text{La}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Ni}_{3,8}\text{Co}_{0,3}\text{Mn}_{0,3}\text{Al}_{0,4}$  ( $x = 0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2$ ) con el fin de estudiar una posible mejora en sus propiedades electroquímicas al ser utilizada en electrodos negativos de baterías recargables de Ni-MH.

Debido a la elevada presión de vapor del Mg y alto punto de fusión de los componentes mayoritarios que dificulta fundir la aleación por las técnicas usuales, se preparó primeramente la aleación base sin Mg en un horno de inducción, incorporándole posteriormente el Mg mediante aleado por molienda mecánica de baja energía.

Se caracterizaron las muestras estudiando la microestructura, la composición y la cristalografía mediante observaciones SEM, microanálisis EDS y difracción de rayos X respectivamente, y se investigaron sus propiedades electroquímicas a través de isothermas de desorción, estudios de estabilidad cíclica, “rate capability” y auto-descarga.

Los resultados obtenidos para cada composición se analizan y discuten en relación con el contenido de Mg.

## ESTUDIO DE ALEACIONES $AB_2$ PARA SU UTILIZACIÓN COMO ELECTRODOS NEGATIVOS DE BATERÍAS RECARGABLES Ni/MH

Ruiz F.C.<sup>(1)</sup>, Baum L.A.<sup>(2)</sup>, Mendoza Zélis L.A.<sup>(2)</sup>, Peretti H.A.<sup>(1)</sup>, Visintin A.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CAB-CNEA), Av. Bustillo 9500, CP 8400, S.C. de Bariloche – Argentina.

[ruizfabricio@yahoo.com.ar](mailto:ruizfabricio@yahoo.com.ar)

<sup>(2)</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, CC67, 1900 La Plata, Argentina

<sup>(3)</sup> Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 16, Suc. 4 – 1900, La Plata - Argentina.

Palabras Claves: Aleaciones formadoras de hidruro, Baterías, Capacidad, Molienda Mecánica.

Las aleaciones formadoras de hidruro han sido utilizadas con éxito como componentes de electrodos negativos de baterías recargables níquel/metal-hidruro (Ni/MH) en reemplazo del electrodo de cadmio. Este tipo de baterías tiene mayor capacidad de descarga, mayor número de ciclos de vida, menor efecto memoria y más amigable con el medio ambiente. Entre las aleaciones utilizadas con fines comerciales se destacan las aleaciones tipo  $AB_2$  (con base  $ZrMn_2$  o  $TiMn_2$ ) y  $AB_5$  (con base  $LaNi_5$ ). Debido a que el electrodo negativo representa un 40 % del peso total de la batería y un 45 % del costo total de producción, la mayoría de los trabajos de investigación se centran en mejorar las características de la aleación formadora de hidruro, optimizar su fabricación, para que resulten más livianas y económicas.

La aleación  $ZrCrNi$  se fabricó por fusión en horno de arco eléctrico. La capacidad de descarga electroquímica del electrodo elaborado con la aleación sin tratamiento térmico fue de 280 mAh/g, superior a la de las muestras de aleación recocida. Esto es atribuido al efecto de las fases secundarias metaestables que se modifican con el tratamiento térmico. Polvos de la misma aleación (< 125 micrones) fueron mezclados con polvos de dichas fases secundarias obtenidas por separado. Los resultados mostraron que la fase secundaria  $Zr_8Ni_{21}$  es la principal responsable de mejorar la cinética. En el presente trabajo se estudia también la misma aleación preparada por aleado mecánico y se comparan las diferencias en sus características microestructurales y electroquímicas.

## **ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE DESCARGA DE ELECTRODOS DE HIDRÓXIDO DE NÍQUEL DE USO EN BATERÍAS: ANÁLISIS DINÁMICO EMPLEANDO EIE**

S. G. Real, E. B. Castro, D. Becker, D. Barsellini, G. Garaventa y A. Visintin

Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)  
Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata  
C.C. 16, Suc. 4 – 1900 La Plata – Argentina  
[sreal@inifta.unlp.edu.ar](mailto:sreal@inifta.unlp.edu.ar)

Palabras claves: hidróxido de níquel, electrodos porosos, impedancia.

El electrodo de níquel resulta de importancia en variadas aplicaciones y en particular por su empleo como electrodo positivo en baterías alcalinas del tipo níquel-cadmio, níquel-hidrógeno y níquel-metal hidruro. Dicho electrodo presenta destacadas propiedades como alta densidad de potencia, duración en los ciclos de carga - descarga y elevada energía específica, lo cual lo hace único para estas aplicaciones.

Existen numerosos factores relacionados al funcionamiento de este tipo de baterías que aún no han sido esclarecidos que producen problemas serios principalmente en usos espaciales. En este trabajo se discute el comportamiento dinámico de electrodos porosos de hidróxido de níquel en soluciones de KOH 7M, obtenidos mediante distintos procesos de electrodeposición sobre sustratos de níquel sinterizado.

En este trabajo se presenta el estudio dinámico, mediante espectroscopia de impedancia (EIE), para distintos estados de descarga del material de electrodo a fin de correlacionar sus propiedades electroquímicas de acuerdo al desarrollo de modelos fisicoquímicos. En dichos modelos se consideran los procesos de carga y descarga, el proceso de difusión del protón en el sólido, como también la naturaleza porosa del material. El interés es avanzar en la conocimiento del funcionamiento del material de electrodo mediante el ajuste de los datos experimentales, de acuerdo al modelo desarrollado, y la identificación paramétrica que permite determinar valores asociados a variables características del sistema tales como: área de material activo, coeficiente de difusión del  $H^+$ , conductividad del electrolito y constantes cinéticas del proceso de transferencia de carga, en función del estado de descarga. Estos parámetros resultan de importancia en el desarrollo de criterios de diseño del electrodo de hidróxido de níquel

## 5

# VARIABLES EN LA CONSTRUCCIÓN Y PREDICCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO EN OPERACIÓN DE ELECTRODOS DE HIDRUROS METALICOS UTILIZADOS EN BATERIAS

Thomas J.E., Castro E.B., Real S., Visintin A.

Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata , C.C. 16, Suc. 4 – 1900 La Plata - Argentina. [enryjt@inifta.unlp.edu.ar](mailto:enryjt@inifta.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: Hidrógeno, Hidruro, Electrodo, Modelado, Baterías

Aleaciones metálicas de multicomponentes y multifases se usan actualmente en electrodos para baterías recargables alcalinas debido a su gran capacidad de almacenamiento de carga y su buena cinética en la reacción de hidruración. El objetivo de este trabajo es estudiar variables estructurales en la construcción de los electrodos, como son la porosidad y espesor, y la predicción de sus propiedades a través de un modelo fisicomatemático para aleaciones metálicas almacenadoras de hidrógeno, con el fin de optimizar el diseño de nuevos electrodos.

Para ello se trabajó sobre electrodos armados con Carbón Vulcan, PTFE y aleación del tipo AB<sub>5</sub> estudiándose el comportamiento bajo ciclado de carga y descarga. Se analizó el efecto de la variación de la presión de compactación de los electrodos, abarcando desde los 150 kg/cm<sup>2</sup> hasta los 6000 kg/cm<sup>2</sup>, sobre la respuesta del electrodo durante la descarga. Se pudo observar una mejora en las condiciones de la descarga a medida que se disminuye la presión de compactación, llegando a un compromiso estructural del electrodo a muy bajas presiones.

La simulación de las curvas de descarga en términos de un modelo uni-dimensional, macro-homogéneo, basado en la teoría clásica de electrodos porosos inundados [1], predice una mejora en el tiempo de descarga asociado a un aumento en la porosidad del electrodo como consecuencia de la disminución de la presión de compactación.

[1] J. P. Meyers, M. Doyle, R. M. Darling and J. Newman. *J. Electrochem. Soc.*, **147** (2000) 2930.

## ÁREA TEMÁTICA 5: MATERIALES, FRAGILIZACIÓN, SEGURIDAD

### 1

#### TRATAMIENTOS HDDR DE IMANES PERMANENTES DE TIERRAS RARAS

Gill Estévez, P.<sup>(1)</sup>, Preckel, S.<sup>(1)</sup>, Pampillo, L. G.<sup>(1)</sup>, Saccone, F. D.<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ingeniería de la UBA, Av. Paseo Colón 850, C1063ACV, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

<sup>(2)</sup> CONICET, Argentina

Palabras Claves: HDDR, Nd-Fe-B, imanes permanentes

La técnica de HDDR (Hidruación-Desproporcionamiento-Desorción-Recombinación) es utilizada frecuentemente para producir imanes permanentes de Nd-Fe-B con una estructura refinada. Se trata de una reacción de difusión en fase sólida producida por la reacción del hidrógeno con el Neodimio (Nd). Durante las etapas de hidrogenación y desproporcionamiento, se forman hidruros de Nd ( $\text{Nd}_2\text{H}_5$ ), hierro libre y boruros de hierro (Fe,  $\text{Fe}_2\text{B}$  y  $\text{Fe}_3\text{B}$ ). En las siguientes etapas, se recombina la aleación original quitando el hidrógeno. De esta manera se puede reducir el grano de los lingotes, originalmente de varios micrones, a un tamaño de 300 nanómetros, valor próximo al de un monodominio de la fase mayoritaria  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ . Esto redundará en una mejora de las propiedades magnéticas de interés, tales como un mejor acoplamiento magnético entre granos y un incremento del producto de máxima energía.

En este trabajo, presentamos algunos resultados de cinéticas de ciclos HDDR realizados en el rango de temperatura de los 500 a los 800 °C. Los polvos de  $\text{Nd}_{15}\text{Fe}_{77}\text{B}_8$  tratados, fueron estudiados mediante difracción de rayos X y se muestran resultados de sus propiedades magnéticas y la influencia que sobre las mismas puede tener el tipo de tratamiento elegido.

## 2

# ESTUDIO TEÓRICO DE LA INTERACCIÓN DEL HIDRÓGENO CON VACANCIAS EN UNA ALEACIÓN HIERRO – NÍQUEL

González G.<sup>(1)</sup>, Simonetti S.<sup>(1,2)</sup>, Moro L.<sup>(1,2)</sup>, Juan A.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Mecánica, Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, 11 de abril N° 461, 8000, Bahía Blanca, Argentina, [lmoro@frbb.utn.edu.ar](mailto:lmoro@frbb.utn.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem N°1253, 8000, Bahía Blanca, Argentina.

Palabras Claves: Vacancia, Hierro – Níquel, Fragilización, Métodos computacionales

En este trabajo se estudia la interacción del hidrógeno con la aleación de Fe – Ni en la zona próxima a una vacancia por medio de usando un modelo de cluster y un método teórico semiempírico. La energía del sistema fue calculada por el método de superposición atómica y deslocalización electrónica (ASED). La estructura electrónica fue estudiada utilizando el concepto de densidad de estados (DOS) y las curvas de población de solapamiento orbital cristalino (COOP).

Nuestro trabajo utiliza un cluster de FCC con 200 átomos de Fe - Ni en una relación 1 : 1, donde se modela una estructura ordenada de la matriz metálica y se simula una vacancia en el interior de la misma. Se realiza una optimización de las geometrías del cluster y de los parámetros atómicos para reproducir con mayor aproximación los términos repulsivos. El estudio de la estructura electrónica se realizó utilizando curvas de densidades de estado, que ponen en evidencia el incremento de la interacción próximo a la vacancia, siendo ese un sitio favorable para la acumulación de H.

El análisis de la estructura electrónica permite observar el átomo metálico que atrae en mayor grado al átomo de Hidrógeno y el debilitamiento de los enlaces Fe – Ni próximos al H o a pares H - H, lo cual se relaciona con el fenómeno de fragilización del metal.



### 3

## ESTUDIO COMPUTACIONAL DE LA INTERACCIÓN FE-C-H EN DEFECTOS

Simonetti S.<sup>(1,2)</sup>, Moro L.<sup>(1,2)</sup>, Brizuela G.<sup>(2)</sup>, Juan A.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Mecánica, Universidad Tecnológica Nacional, 11 de Abril 461, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

<sup>(2)</sup> Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

Palabras claves: dislocación, vacancia, falla de apilamiento, hierro, carbono, hidrógeno, fragilización, simulación.

La interacción Fe-C-H en defectos de las estructuras cristalinas del hierro fue estudiada usando un método de cálculo cualitativo en el marco de la teoría de superposición atómica y deslocalización electrónica (ASED). Los cálculos fueron realizados utilizando tres clusters: uno conteniendo una dislocación de borde y otro una divacancia, ambos en Fe bcc y el último conteniendo una falla de apilamiento en Fe fcc. En una primera etapa se calculó la posición más estable para un átomo de carbono dentro de los clusters. Luego, un átomo de hidrógeno fue aproximado a la región de mínima energía donde el átomo de carbono residía. La energía total de los clusters decrece con el átomo de carbono posicionado en la zona del defecto. La presencia de carbono en la región de los defectos no favorece la acumulación de hidrógeno. El carbono actuaría como un expulsor del hidrógeno. La interacción Fe-C podría proveer un efecto compensador a la matriz de hierro y podría reducir el efecto fragilizador del H sobre los enlaces Fe-Fe. El efecto del H y del C depende de la distribución espacial de ambas impurezas.

## DIFUSION DE HIDRÓGENO EN UN ACERO 13Cr SOLDABLE SOMETIDO A CARGA CATÓDICA

Martínez Garro F., Lanzani L., Bruzzoni P.

Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. del Libertador 8250, Buenos Aires, Argentina.

Palabras Claves: hidrógeno, difusión, trampas, aceros 13Cr soldables, aceros soft martensíticos.

La difusión de hidrógeno en un acero 13Cr soldable o soft martensítico se ha estudiado mediante la técnica de permeación de hidrógeno con detección electroquímica. Usando los métodos de carga en fase gaseosa y carga catódica se cubrió un amplio intervalo de actividad de hidrógeno ( $1 \leq a_H \leq 100$ ). El material se estudió en una condición metalúrgica definida (solubilizado y templado). En estas condiciones el coeficiente de difusión aparente  $D_{ap}$  aumenta aproximadamente en un factor 2 por cada orden de magnitud de aumento de  $a_H$ . Este comportamiento es compatible con la hipótesis de equilibrio localizado entre trampas y sitios normales de la red. Teniendo en cuenta que los resultados parecen indicar la presencia de trampas con diferentes energías de unión, se ha determinado una energía de unión promedio. Se propone una ecuación que describe el comportamiento del coeficiente de difusión aparente en función de la actividad de hidrógeno y la temperatura para este material.

## ÁREA TEMÁTICA 7: EÓLICA

### 1

#### COMPENSACIÓN ACTIVA DE FLICKER EN REDES DÉBILES CON GENERACION EÓLICA

Farias M. F.<sup>(1)</sup>, Cendoya M.<sup>(2)</sup>, Battaiotto P. E.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> U.N.L.P, Facultad de Ingeniería, CC91, La Plata, Argentina, [marcelo.farias@yahoo.com](mailto:marcelo.farias@yahoo.com)

<sup>(2)</sup> U.N.L.P, Facultad de Ingeniería, CC91, La Plata, Argentina, [cendoya@ing.unlp.edu.ar](mailto:cendoya@ing.unlp.edu.ar) .Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

<sup>(3)</sup> U.N.L.P, Facultad de Ingeniería, CC91, La Plata, Argentina, [pedro@ing.unlp.edu.ar](mailto:pedro@ing.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: generación eólica, flicker, STATCOM.

En la actualidad existe un interés creciente en la participación de generación eólica en los mercados energéticos.

De forma análoga al recurso hídrico, la disponibilidad del recurso eólico determina la ubicación geográfica de la instalación de generación, la cual suele estar alejada de redes de transmisión de energía de AT. En este escenario, la solución económica inmediata para la conexión al mercado eléctrico se presenta mediante la conexión directa en redes de distribución, o a través de líneas aéreas en MT, cuya potencia de cortocircuito suele ser comparable a la potencia inyectada desde la instalación de generación eólica (redes débiles).

Por otra parte, la naturaleza aleatoria del recurso, la dependencia del perfil de viento con la altura, y el escurrimiento del viento a través de la estructura de soporte de la turbina, generan fluctuaciones en la potencia generada.

La combinación de estos factores (redes débiles y potencia fluctuante) provocan perturbaciones, tales como fluctuaciones de tensión, que afectan la calidad del servicio eléctrico.

En el presente trabajo se considera un sistema compuesto por una red de distribución y una línea aérea en MT mediante la cual se inyecta energía en la red desde un sistema de generación eólica.

En un primer paso se desarrollan modelos matemáticos para simulación en ambiente de cómputo MATLAB\Simulink<sup>®</sup>, y se investigan las perturbaciones producidas por el carácter fluctuante de la potencia generada, poniendo especial énfasis en las variaciones rápidas de tensión (*flicker*) en las barras de conexión de cargas. Luego se analiza un esquema de compensación activa de *flicker* basado en la utilización de STATCOM (*STATic synchronous COMPensator*), y se evalúan las bondades de la propuesta.

## 2

# IMPACTO DE LA REGULACIÓN DE TENSIÓN DE PARQUES EÓLICOS EN LA ESTABILIDAD DE LA RED ELÉCTRICA

Fernández R.D.<sup>(1)</sup>, Mantz R.J.<sup>(2)</sup> y Battaiotto P.E.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Universidad Nacional de La Plata

Ciudad Universitaria, Km 4 S/N, (9000) Comodoro Rivadavia, Argentina, e-mail:

[fernandez@unpata.edu.ar](mailto:fernandez@unpata.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Comisión de Actividades Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICpba) y Universidad Nacional de La Plata, Calles 1 y 48, (1900), La Plata, Argentina, e-mail:

[mantz@ing.unlp.edu.ar](mailto:mantz@ing.unlp.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Universidad Nacional de La Plata, Calles 1 y 48, (1900), La Plata, Argentina, e-mail: [pedro@ing.unlp.edu.ar](mailto:pedro@ing.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: Generación eólica, doble bobinado, autovalores

A partir de saber que en las máquinas asincrónicas de doble bobinado, el control vectorial de campo puede manejar de manera independiente las potencias activa y reactiva, se abren interesantes perspectivas respecto de los parques eólicos que poseen este tipo de generadores.

Lo anterior introduce nuevos grados de libertad para el control de la generación eólica de manera que se pueda contribuir a mejorar las variables eléctricas de la red de la cual, los parques eólicos, forman parte. En ese sentido, este trabajo analiza cómo un parque eólico formado por generadores doblemente alimentados, contribuye a la regulación de voltaje en el punto de conexión por medio del control de la potencia reactiva del parque. A los efectos de cuantificar el impacto que dicho control produce en la red eléctrica, se analizan las ubicaciones de los autovalores del sistema de potencia seleccionado y cómo estos autovalores se modifican con el incremento de la penetración eólica en un sistema bajo test. De esta manera, si bien el perfil de la tensión en el punto de conexión se ve mejorado, los autovalores del sistema bajo estudio permiten determinar la estabilidad del sistema completo y la manera en que el control de tensión la afecta. Previo a los resultados teóricos, se presentan consideraciones respecto del modelado de los generadores, del parque y de los sistemas de potencia de los que forman parte. Finalmente se presentan resultados de simulación los cuales verifican los obtenidos de manera teórica.

### 3

## **DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EOLICO DIESEL CON ALTA PENETRACIÓN EOLICA**

Gómez R. R.

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Calle: Ruta Pcial. N° 1 - Ciudad Universitaria - Km. 4, Código postal: 9000, Ciudad Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut, Argentina  
e-mail: [fitogomez@unpata.edu.ar](mailto:fitogomez@unpata.edu.ar)

Palabras Claves: Energía, penetración eólica, velocidad media

La localidad de Río Mayo se encuentra fuera del sistema interconectado de la Provincia del Chubut (a este tipo de instalaciones se las conoce como sistema aislado) en ella viven aproximadamente 3500 personas y satisface sus requerimientos energéticos mediante una usina compuesta por tres motores diesel. Esta localidad tenía instalada una planta de generación eólica pero dejó de funcionar debido a problemas de mantenimiento.

Utilizando los avances tecnológicos se plantea determinar una solución híbrida eólica Diesel para satisfacer las necesidades energéticas, poniendo especial énfasis en “el mínimo costo de la energía”.

Además de los motores Diesel una instalación híbrida clásica del tipo Eólico Diesel esta compuesta de los siguientes dispositivos, los cuales tienen que ser seleccionados: aerogeneradores, cargas de volcado, bancos de baterías, inversores y un sistema de control.

Existen muchas soluciones, como ejemplo de la complejidad se puede mencionar que la potencia requerida puede ser entregada por un generador de gran tamaño o de varios generadores de baja potencia.

El sistema a diseñar debe ser capaz de funcionar en diferentes condiciones de operación, es decir se deben satisfacer siempre los requerimientos de carga con la disponibilidad de la energía eólica y, si esta no se encuentra disponible, la energía será obtenida de un banco de baterías. En un caso extremo se hará uso de las prestaciones del motor Diesel, con lo cual se producirá un ahorro de combustible. En el caso de que la energía eólica generada supere a la energía requerida, el exceso de energía será utilizado para cargar un banco de baterías.

Se recibió apoyo académico por parte del personal del CIEMAT (Centro De Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales Y Tecnológicas) que se encuentra en la localidad de Madrid, España. En este centro mediante el software Hybrid-2 se realizaron simulaciones para determinar la solución adecuada.

**“EI TURBISILO®” UNA ALTERNATIVA ENERGETICA**

Prof. Ariel González <sup>(1)</sup>, Dr. Albise Bassegio <sup>(2)</sup>, Cap. Carlos Crossi <sup>(3)</sup>, Prof. Juan Aguirre <sup>(4)</sup>, Arq. Claudio Prieto <sup>(5)</sup>, Ing. Carlos Muñoz <sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Prof. de la UTN, Ext. Univ. Reg. Bs. As.

<sup>(2)</sup> Docente del ENET N° 12

<sup>(3)</sup> Consultor Independiente

<sup>(4)</sup> Docente del UNL

<sup>(5)</sup> Consultor Independiente

<sup>(6)</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica

[Helios@datamarkets.com.ar](mailto:Helios@datamarkets.com.ar)

Este es un equipo más de los desarrollados para el aprovechamiento de la energía del viento. Una de las características más importante del mismo es que es del tipo de eje vertical y de arranque de turbulencia suave y dispone de la cualidad de ser de autofrenado dinámico.

En este trabajo se hace un resumen de todos los avances logrados desde la ingeniería básica, pasando por la construcción y la realización de tres prototipos a diferentes escalas y a los cuales se culmino con un estudio fluido dinámico en un túnel de viento de la Universidad tecnológica Nacional Regional Haedo.

Este proyecto se realizo sobre el concepto del “Diseño de Lafont con reminiscencia del viejo Molino Persa”, vemos que este concepto nace aproximadamente 1600 años A.C, y el diseño del Investigador francés fue patentado en el comienzo del siglo XIX.

Este proyecto fue patentado por las diferentes innovaciones propuestas en estos equipos, a saber: Unas de las innovaciones propuestas para este trabajo fue la incorporación de un dispositivo altamente sofisticado para eliminar las clásicas turbulencias ascendente dentro del equipo. La otra gran innovación fue la determinación del ángulo de ataque de los alabes del rodete principal y la última innovación fue variar el numero de alabes respectos a los diferentes segmento del mismo.

El concepto que de este desarrollo fue la de suplir las necesidades de pequeños poblados alejado del sistema de Energético Interconectado ya que estos equipos tiene la capacidad de generar hasta 2,5 Kw. Este mismo principio a una escala menos puede ser implementado en la industria naviera para recargar las baterías de los yates y veleros de alto porte.

## 5

# **LA BOMBA DE SOGA ACCIONADA CON ENERGÍA EÓLICA, UNA ALTERNATIVA PARA EL BOMBEO DE AGUA, CON GRAN POTENCIALIDAD EN PLANES DE DESARROLLO PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES RURALES**

Gortari S. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico Bariloche (CAB), Av. Bustillo 9500, 8400 Bariloche, Argentina, [gortari@cab.cnea.gov.ar](mailto:gortari@cab.cnea.gov.ar)

Palabras clave: energía eólica, bombeo de agua, bomba de sogas, transferencia de tecnología, pequeños productores rurales

La bomba de sogas es una tecnología que tiene su precursor en la antigua bomba de cadena de origen chino, consta de una sogas con varias arandelas equiespaciadas que al subir por un caño cuyo extremo se encuentra sumergido en agua, fuerza a ésta a elevarse hasta el extremo del mismo. Tradicionalmente su uso estuvo limitado –con tracción a sangre, humana o animal- como sistema de bombeo más eficiente que aquel tan generalizado de la sogas y el balde. Dado el valor de esta tecnología en áreas de escaso desarrollo tecnológico, desde hace aproximadamente una década, se hacen intentos en distintos países en desarrollo para accionar esta bomba con otros tipos de energía tales como eólica y eléctrica. En este trabajo se describen las características y resultados de algunos de tales intentos, llevados a cabo en los últimos años en el CAB, con energía eólica.

## 6

### EL VIENTO

Mauro Masi <sup>(1)</sup>, Anayansi Forlini <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Institución, calle (Via B.Riccasoli, N° 26, código postal 00100, ciudad Roma, país Italia, e-mail: [mauromasi@infinito.it](mailto:mauromasi@infinito.it))

<sup>(2)</sup> Institución, calle (Via Piave, N°61, código postal 00187, ciudad Roma, país Italia, e-mail [a.forlini1@yahoo.es](mailto:a.forlini1@yahoo.es))

#### **El Viento (Eolico)**

Autores: Masi M<sup>1</sup>., Forlini A<sup>2</sup>.

Copyright © 2005 Editorial: Dei Tipografia del genio civile

Roma, Via Nomentana, 16 -00161 Roma

e-mail: [dei@build.it](mailto:dei@build.it)

(Para una traducción en italiano en simultanea enviarlo [a.forlini@tiscalinet.it](mailto:a.forlini@tiscalinet.it))

#### Viento

El volumen es una investigación detallada y una rápida consulta para profesionales, proyectistas, cultores en la materia, estudiantes, que entienden aclararse sobre los aspecto técnicos, teóricos, del mercado relacionado al utilizzo del viento en la edificación.

Un testo de orientación para la proyectación para el aprovechamiento natural del viento como energía limpia.

El libro nace de las experiencias profesionales de los autores, de las proyectación en las obras y en la intervención experimental de Edilicia Residencial y Pública.

En el libro se publica las informaciones dadas por los productores del mini eólico, las impresas las aceptaciones de la sociedad y de la utencia. La gestión y el control del entero proceso edilicio, en el cuál la síntesis del proyecto es fundamental instrumento de organización de conocimiento complejo.

#### Sumario

- El Aire y el organismo humano
- El Viento: la fuerza y su medida
- La Ventilación: presión, ventilación natural, infiltraciones, ventilación cruzada, efecto cementa,  
Ventilación hipogea, cementa solar, torres del vientos, cementas eólicas, vegetación y ventilación.
- Carga térmica y refrescamiento.
- Radiancia solar, inercia térmica, flujo de la humedad, carga de refrescamiento.
- Energía del viento: energía disponible, máquina eólica, generadores eólicos, mini Wind.



## **COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE SIMULACIONES HOMER Y MEDICIONES REALES EN SISTEMAS AISLADOS CON ENERGÍAS RENOVABLES – CASOS EN PATAGONIA AUSTRAL**

Oliva R.B.<sup>(1)</sup>, Lescano J. R.<sup>(1)</sup>, Triñanes P.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Area Energías Alternativas - Universidad Nacional de la Patagonia Austral,  
Lisandro de la Torre 1070, 9400 Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina.  
email: [micro-en@unpa.edu.ar](mailto:micro-en@unpa.edu.ar)

Palabras Claves: Simulaciones, Sistemas Aislados, HOMER, Energías Renovables

El trabajo propuesto presenta resultados comparativos entre simulaciones realizadas con el programa de uso libre HOMER de NREL/USA y mediciones llevadas adelante a través de equipos de loggeo en sistemas aislados basados primariamente en energía eólica en Patagonia Austral. Se analizan diversas opciones de optimización sugeridas por el programa y su ajuste con resultados obtenidos en sistemas reales. Las simulaciones se centran en los intercambios energéticos, en potencias promedio sostenidas y en aspectos económicos de los sistemas, en concordancia con las capacidades del programa HOMER. Las mediciones realizadas incluyen las obtenidas a través de los loggers SISMED y otros equipos, implementadas por el Area Energías Alternativas desde 2001 en sistemas aislados. Las mediciones se basan en registros de corriente, tensión, potencia y energía y se combinan con mediciones de viento de estaciones automáticas próximas para obtener estimaciones válidas de los promedios mensuales de simulación. Las conclusiones del trabajo permiten trazar criterios de adaptación y dimensionamiento de diversos equipos a las especiales características de la zona patagónica.

## 8

### **PROYECTO HACHE (II): AEROGENERADORES DE BAJA POTENCIA PARA POBLADORES AISLADOS DE LA PATAGONIA**

Padilla D., Barragán L.C., Sagardoy I., Cristófalo M.P., Mouras V., Somoza J., Domínguez A., Fasoli H.J.

Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Universidad Católica Argentina, Alicia M. de Justo 1500, (1107) Buenos Aires, Argentina, aerogeneradores@uca.edu.ar

Palabras Claves: aerogeneradores, hidrógeno, Patagonia

El proyecto de Desarrollo, Investigación y Divulgación de Tecnologías del Hidrógeno (Proyecto HACHE) de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina (UCA) tiene entre sus propósitos el de trabajar con el Programa Patagónico (UCA) para proporcionar energía a partir de fuentes limpias a amplios sectores de la región, especialmente puestos de estancias distribuidas en todas las provincias del sur argentino. Como se explica en otro trabajo, esto permitirá resolver cuestiones estratégicas que resultan clave para el desarrollo local.

Básicamente, el proyecto HACHE consiste en establecer una plataforma de conocimientos y desarrollar un sistema viento-hidrógeno de costo bajo, operabilidad fácil y mantenimiento sencillo por parte de los mismos pobladores, generalmente muy alejados de los centros urbanos.

La diagramación del proyecto en etapas independientes permitió avanzar en el desarrollo de aerogeneradores de 1 kW, preparados para funcionar en las condiciones de la Patagonia. Los prototipos, denominados Patagón I y Patagón II, respectivamente, fueron diseñados y construidos íntegramente por estudiantes de las carreras de Ingeniería Ambiental, Industrial y Electrónica de la UCA, y actualmente están siendo probados en la Escuela Provincial de Enseñanza Técnica Nro. 4 de Junín de los Andes y en el Instituto Balseiro. A partir de los resultados de los estudios de funcionamiento se están introduciendo las modificaciones necesarias para conseguir los objetivos señalados más arriba en cuanto a su operación y mantenimiento.

Varios de estos aerogeneradores ya están comprometidos para servir de sustento energético a estancias y posibles colonias rurales, como las propuestas en el Proyecto Volver a la Tierra del Programa Patagónico.

## 9

### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE VIENTO Y POSIBLE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO. PUNTA DE MAISÍ**

Enrique Perigó Román <sup>(1)</sup>, Rolando Baza Pacho <sup>(1)</sup> y Amaury Machado Montes de Oca <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Centro Meteorológico Provincial. Delegación Provincial del CITMA. Guantánamo. Cuba.

Palabras claves: energía eólica, velocidad del viento, prospección eólica.

Se empleó una serie de datos trihorarios de 25 años (1975 - 1999) del viento a 10 metros de altura. Se analizó por rumbo y por rangos de velocidades, se establecieron comparaciones con un estudio trihorario de 23 años y observaciones a 20 metros de altura cada 10 segundos. En el tratamiento de los datos se determinaron varios criterios de mucha importancia para la posible explotación energética del lugar y para la mejor explotación y cuidado de los equipos. Se anexan tablas donde se muestran el rumbo, la velocidad y la frecuencia del viento por rumbo, la velocidad media del viento por observación trihoraria, mensual y anual, frecuencia de viento por rango de velocidad y periodos de calmas a 20 metros de altura.

## 10

### HIDRÓGENO EÓLICO: UNA EXPERIENCIA

Perl H.

Dirección General de Energías Renovables, Lewis Jones N°248, U9103CUF, Rawson, Argentina. [hperl@mail.retina.ar](mailto:hperl@mail.retina.ar)

En la búsqueda de obtener una generación de energía por medio de fuentes renovables y no contaminantes como la energía eólica, solar, u otras que son de generación discontinua, se hace necesario poder almacenar y utilizar esa energía generada cuando la demanda así lo requiera. Esto último puede lograrse a través del uso del hidrógeno, que requiere a su vez de energía para obtenerlo dado que, si bien es abundante, no se encuentra libre en la naturaleza.

Es en función de lo planteado y las excelentes condiciones del recurso eólico en la Provincia de Chubut; así como la experiencia existente en el Centro Regional de Energía Eólica (CREE - en la actualidad en la Dirección General de Energías Renovables), dependiente del gobierno de la misma, que se decidió realizar en esta provincia una experiencia integral eólica-hidrógeno.

El proyecto de referencia consiste en la producción de hidrógeno por electrólisis del agua mediante energía eólica, su acumulación y su posterior uso en la generación de energía eléctrica mediante una pila de combustible.

Lo descripto se realizará sobre la base de un Electrolizador PEM de última generación, alimentado eléctricamente por un aerogenerador de entre 10 y 30 Kw; 4 acumuladores de hidrógeno del tipo de hidruro metálico y una pila de combustible de 2 Kw. Todo el equipamiento, salvo el aerogenerador es de origen estadounidense.

En esta presentación se da una descripción de las principales características de todo el equipamiento de hidrógeno a utilizarse en la experiencia, su emplazamiento y puesta en marcha.

## 11

# HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA SIMULACIÓN DE HÉLICES DE GENERADORES EÓLICOS

Vitale A.J.<sup>(1)</sup>, Rossi A.P.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Argentino de Oceanografía, Camino La Carrindanga Km. 7,5 CC 804, B8000FWB, Bahía Blanca, Argentina, [avitale@criba.edu.ar](mailto:avitale@criba.edu.ar).

<sup>(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca (UTN FRBB), 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, [aprossi@frbb.utn.edu.ar](mailto:aprossi@frbb.utn.edu.ar)

Palabras Claves: hélices, simulación, energía eólica, software.

El principal inconveniente al realizar el proyecto de un generador eólico radica, fundamentalmente, en el diseño de la hélice, y en la capacidad de conocer el desempeño de la misma antes de su ejecución material, resultando necesario contar con herramientas computacionales que provean una adecuada asistencia en este sentido.

El presente trabajo expone el desarrollo y las prestaciones de un software para SIMULACIÓN de hélices de turbinas eólicas de reducidos tamaños, en distintas situaciones de trabajo.

La aplicación admite el ingreso de hélices con cualquier forma de pala definida por el usuario, siempre que se cuente con las correspondientes curvas de coeficientes de sustentación y arrastre (*lift* y *drag*) del perfil de dicha pala.

El programa permite elegir entre varias configuraciones de simulación. Para un valor definido de velocidad media de viento y de número de palas, el software presenta la opción de graficar, en función de la velocidad angular de rotación de la hélice, la curva correspondiente a alguna de las siguientes variables: potencia, rendimiento, torque o fuerza axial (estas dos últimas a lo largo de la pala). La simulación paramétrica permite graficar la *familia de curvas* de la variable seleccionada, para diferentes valores de un determinado parámetro, como ser: el radio de la hélice, el ancho de la pala, la cantidad de palas, o la velocidad media del viento, entre otros, y para un rango de variación del parámetro definido por el usuario. Asimismo, la simulación paramétrica permite visualizar en una curva, los valores máximos de la variable bajo análisis para los distintos valores del parámetro dentro de su rango de variación.

Mediante simulación de diversas hélices de generadores eólicos comerciales, se obtuvieron resultados similares a los provistos por los fabricantes, del desempeño real de dichos generadores, pudiendo concluirse que el modelo numérico desarrollado es representativo del comportamiento real de la hélice.

## 12

# MÉTODO COMPUTACIONAL PARA DISEÑO DE HÉLICES DE GENERADORES EÓLICOS

Vitale A.J.<sup>(1)</sup>, Rossi A.P.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Argentino de Oceanografía, Camino La Carrindanga Km. 7,5 CC 804, B8000FWB, Bahía Blanca, Argentina, [avitale@criba.edu.ar](mailto:avitale@criba.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca (UTN FRBB), 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, [aprossi@frbb.utn.edu.ar](mailto:aprossi@frbb.utn.edu.ar)

Palabras Claves: hélices, diseño, energía eólica, software.

Zeus Diseñador es un software desarrollado para el DISEÑO de hélices de turbinas eólicas de reducidos tamaños, mediante la implementación de un algoritmo iterativo de cálculo.

Por medio de esta aplicación, es posible obtener la forma óptima de las palas de una hélice, para satisfacer los requerimientos energéticos de un determinado sistema eléctrico con el rendimiento máximo posible, utilizando como datos la cantidad de palas, su perfil con las correspondientes curvas de coeficientes de sustentación y arrastre (*lift* y *drag*) y la velocidad media del viento del lugar.

El usuario puede optar entre diferentes condiciones de borde para las dimensiones físicas de la hélice, fijando el número de palas, el ancho de las mismas, y el ángulo de inclinación con respecto al centro del perfil y el plano de rotación (*pitch*), de acuerdo a los recursos y limitaciones de construcción disponibles.

Los resultados son provistos en diversas ventanas. En ellas puede apreciarse, en forma gráfica, y en dos y tres dimensiones, el aspecto de la pala resultante. Se exhiben, además, las medidas correspondientes a las dimensiones físicas, como el largo, la superficie y el valor del *pitch* a lo largo de la pala, y los parámetros de desempeño de la hélice resultante, como por ejemplo, los valores máximos de rendimiento, velocidad de giro, y potencia de la hélice, entre otros.

Mediante análisis comparativo de valores de potencia y rendimiento de diversas hélices y perfiles, se obtuvieron resultados esperados y en concordancia con generadores eólicos comerciales.

## PROPUESTA PARA GENERACION COMBINADA EOLICO-MAREOMOTRIZ EN LA PATAGONIA

Biancucci M.<sup>(1)</sup>, Labriola C.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela Superior de Salud y Ambiente [maxib82@msn.com](mailto:maxib82@msn.com)

<sup>(2)</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue - Buenos Aires 1400 (8300) - Neuquen Capital., Argentina. [clabriol@uncoma.edu.ar](mailto:clabriol@uncoma.edu.ar)

Palabras clave: Energía Renovable – Mareomotriz – Eólica – Patagonia – Generación Combinada

La Costa Atlántica Patagónica es uno de los pocos lugares del mundo que presenta grandes posibilidades de desarrollo y capacidad de conversión de energía, aprovechando tanto el recurso eólico como el potencial mareomotriz, debido a las características de los vientos y la amplitud de las mareas por su latitud.

Son de destacar algunos lugares de los emplazamientos identificados en este trabajo, que son apropiados para estas instalaciones. Sus características son:

- Las mareas llegan a los 12 m de amplitud entre bajamar y pleamar. Para que un sistema mareomotriz sea eficiente tiene que tener una cota mínima de amplitud de mareas de 4 m.
- La costa atlántica patagónica es una de las mejores zonas con velocidades medias de viento en el país y además con un menor nivel de turbulencia atmosférica.

Es importante la disposición de tecnología de punta cada vez mas avanzada de las turbinas eólicas en el mercado internacional solamente limitada en el país por la disponibilidad de grúas para montaje superiores a los 70m de altura. Además el montaje off-shore integra otras industrias como la de exploración del petróleo, cuya maquinaria disponible en la zona (plataformas flotantes, grúas flotantes, etc.) junto con el menor costo de mano de obra local permite buenas posibilidades para su aplicación con un mínimo de impacto ambiental.

El presente trabajo brinda una propuesta para generación específicamente en los Puertos de Río Gallegos, San Julián y Deseado. Disponen de buen viento (8 a 10 m/s a 10 m de altura) y velocidades del agua en el cambio de mareas de 2 a 3 m/s. Se evalúan las posibilidades en cada lugar y la generación prevista anual.

Se analizan los tres mejores lugares de acuerdo a la amplitud de las mareas, para instalación de turbinas eólicas y turbinas sumergibles similares a las eólicas, existentes en el mercado, con la mejor potencia disponible a generar según las condiciones del lugar.

Las ventajas de estas instalaciones son que están sobre una misma columna y apoyo (eólica y mareomotriz), distanciadas de 4 a 8 diámetros eólicos según el viento y dirección del mismo en el lugar, cuya sencilla instalación civil contrasta con las mega obras civiles de centrales mareomotrices e impacto ambiental (La Rance, desembocadura del río Rance, Francia).

## ÁREA TEMÁTICA 8: SOLAR

### 1

#### **CELDA SOLARES DE SILICIO POLICRISTALINO EN LÁMINAS DELGADAS PREPARADAS POR PECVD-SPC**

Buitrago R.H., Risso G.A., Cutrera M., Battioni M., De Bernardez L., Schmidt J., Arce R., Koropecski R.

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, CONICET-UNL, Guemes 3450, CP 3000, Santa Fe, Argentina. [rbuitre@intec.unl.edu.ar](mailto:rbuitre@intec.unl.edu.ar)

Palabras Claves: Energía Solar, Celdas Solares, Silicio policristalino, Láminas delgadas.

Entre las alternativas tecnológicas mas promisorias para el desarrollo de celdas y módulos fotovoltaicos de bajos costos, buena conversión energética y capacidad de producción masiva, las celdas solares de silicio policristalino en forma de láminas delgadas depositadas directamente sobre un sustrato transparente, se perfilan como las mejores. Diferentes métodos se emplean para la deposición de las capas de silicio (Tipo n ó p) que forman la celda, desde PECVD que da una estructura amorfa hidrogenada para luego ser cristalizada en fase sólida (SPC), o evaporación física hasta directamente por crecimiento epitaxial sobre sustratos preparados por técnicas MIC.

En nuestro laboratorio hemos desarrollado un reactor de PECVD que permite depositar láminas de silicio amorfo hidrogenado a velocidades mayores a 20 A/seg, velocidad que permite una fuerte producción por línea en planta. El gas de descarga es silano al que para formar la celda se le agrega diborano o fosfina. Se trabaja básicamente en una estructura de celda tipo TCO/n+/p-/p+/M, con un espesor total de 2 micrones. Se usa como sustrato vidrios Schott AF-37, capaces de resistir temperaturas de hasta 800 °C. La celda amorfa es recocida luego en un horno a temperaturas escalonadas de 100 °C para su deshidrogenación, hasta 650-700 °C por 12 horas para su completa cristalización.

Los resultados muestran una cristalización completa del silicio con un tamaño de grano inferior al micrón, con una deshidrogenación completa a 500 °C, con un remanente menor al 1% en hidrógeno en forma de monohidruro. Los parámetros de la curva IV de las celdas dan valores bajos, un FF de 0,5, y Voc menores a 400 mV. La elevada resistencia serie se debe a la distribución del tamaño de grano y su densidad de defectos, lo cual se tratará de mejorar con métodos de poshidrogenación y recocidos rápidos a altas temperaturas (RTA). Para elevar la corriente se prevé pasivar ambas superficies con óxidos, disminuyendo las velocidades de recombinación.



## 2

### **¿ELECTRIFICAR CON ENERGÍA SOLAR, ES REALMENTE LA MEJOR OPCION PARA LAS ZONAS RURALES NOA?<sup>1</sup>**

Carlos Cadena

Facultad de Ciencias Exactas, INENCO, Instituto UNSa-CONICET, Av. Bolivia 5150, 4400, Salta. Argentina. Fax: ++54-387-4255448, email: [cadena@inenco.net](mailto:cadena@inenco.net)

Palabras clave: energía solar, sustentabilidad, suministro eléctrico disperso, fotovoltaico

Pasó más de una década del inicio de proyectos PERMER, relacionados con el suministro de energía eléctrica para zonas rurales en Argentina, comenzando en la zona de estudio de este trabajo: las provincias de Salta y Jujuy. El Gobierno Nacional, los Provinciales, ONGs e inclusive algunas empresas particulares, realizaron en los últimos veinticinco años, diversos intentos poniendo en funcionamiento proyectos demostrativos, sistemas concesionados, o bien instalaciones otorgadas en carácter de donación a lo largo y ancho del país, con distintos resultados. Lo obtenido (pese a una promesa gubernamental de inversión del orden de los u\$ 317 millones) no refleja el esfuerzo realizado por profesionales o técnicos en la materia, como así tampoco el monto de la inversión económica realizada. Quizás la respuesta esté en la falta de sostenibilidad de los propios proyectos debido a que no están integrados a proyectos más amplios que cubran otro tipo de necesidades. Por otra parte, y en el contexto de un análisis energético general, el oeste de Salta o Jujuy es una zona con fuertes necesidades sociales, con requerimientos tanto de tipo eléctrico como térmico, donde es factible la instalación de equipos solares de índole muy diversa: ya sea cocinas comunales en escuelas, colectores para agua o aire caliente, invernaderos o módulos FV. Tanto allí como en todas las zonas andinas y sub andinas desde el norte al centro del país, posee muchísimas escuelas, y con variadas necesidades debido a los problemas energéticos en ascenso, característicos de las zonas áridas. Si bien es aceptable decir que la instalación de sistemas eléctricos con energías renovables es algo muy factible de realizar, que se produce desde el punto de vista de la transferencia de la tecnología, casi automáticamente, quizás por que la popularidad de los módulos fotovoltaicos tiene bastante antigüedad y su comercialización ha sido muy difundida, la instalación de equipos del tipo térmico, y debido fundamentalmente a razones de tipo cultural (como podrían ser las cocinas solares), resulta más compleja, pese a que las necesidades de las comunidades que habitan la zona, son evidentes y tienen urgencia. Es imperioso agilizar con intervención estatal, proyectos que cubran otras necesidades, además de las eléctricas, en las zonas rurales.

---

<sup>1</sup> Parcialmente financiado el Consejo de Investigaciones de UNSa CIUNSa

### 3

## SISTEMAS SOLARES NO CONVENCIONALES DE ALTA PRESTACIÓN EN SITIOS AISLADOS

Evans, J. M. <sup>(1)</sup>, de Schiller, S. <sup>(1)</sup>, Garreta, F. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 3, Ciudad Universitaria, C 1428 BFA, Capital Federal, Argentina.

[evansjmartin@gmail.com](mailto:evansjmartin@gmail.com), [sdeschiller@gmail.com](mailto:sdeschiller@gmail.com), [fabian.garreta@gmail.com](mailto:fabian.garreta@gmail.com)

Palabras Claves: Sistema solar térmico, tecnología fotovoltaica, factibilidad económica, agua caliente, calefacción.

El diseño de sistemas no convencionales con energías renovables presenta un desafío cuando se requiere asegurar una alta calidad de servicio para comitente con altas expectativas en una construcción existente de valor arquitectónico en un sitio aislado. Este trabajo presenta el diseño de sistemas solares para calefacción, agua caliente y suministro eléctrico para una casa principal de 250 m<sup>2</sup> y casa de caseros de una hacienda en un lugar remoto de la Provincia de Salta a 2750 metros de altura sobre el nivel del mar. Se realizó un estudio de la demanda de energía y la oferta solar, basado en un análisis de estadísticas meteorológicas de 8 estaciones, y su ubicación geográfica relativa.

La demanda de energía fue establecida aplicando los métodos de las Normas IRAM de Acondicionamiento Térmico de Edificios, evaluando alternativas de mejoramiento de la envolvente existente. Se indica el desarrollo del diseño con las alternativas analizadas: almacenamiento de calor en agua o roca, circuitos simples o múltiples, y sistemas de control.

Para la alimentación de bombas y sistemas de control, así como del suministro de energía eléctrica, se proyectó un sistema fotovoltaico con aerogenerador auxiliar y grupo electrógeno para las cargas ocasionales que superan la capacidad del sistema de energías renovables. Los sistemas, con una superficie de captación de energía térmica de 37 m<sup>2</sup>, y un sistema fotovoltaico con capacidad de 6 kWhrs/día, adopta soluciones no convencionales e innovadoras para almacenar calor destinado a calefacción y agua caliente.

Si bien las energías renovables ofrecen potenciales ventajas por su bajo impacto ambiental y competitividad económica en lugares remotos, este caso presenta condiciones especiales con funciones particulares, exigencias de calidad y disponibilidad de servicio. Por tal razón, se presenta el análisis de costos y estudio de la factibilidad económica, con una evaluación de los beneficios económicos, sociales y ambientales.

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE ENSAYOS Y CERTIFICACIÓN DE COLECTORES SOLARES PLANOS**

F. Garreta <sup>(1)</sup>, J. Marusic <sup>(1)</sup>, C. Navntoft <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires - Grupo de Estudios sobre Energía – Departamento de Ingeniería Civil (GESE-FRBA-UTN) Mozart 2300, (1407) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina  
Tel.: (+5411) 4601-8112 (int. 7139) Fax: (+5411) 4638-8115  
E-mail: [utnsolar@gmail.com](mailto:utnsolar@gmail.com)

Palabras clave: energía solar, banco ensayos, homologación rendimiento.

La crisis energética en la que el país está inmerso demanda búsqueda y propuesta de alternativas que tiendan a mitigar el impacto de la reducción de reservas fósiles y la necesidad de sostener el nivel de habitabilidad en edificios. En este aspecto, la utilización de energía solar térmica es una opción técnicamente viable, dado que, en el mundo, funcionan millones de equipos en distintos mercados. En nuestro medio, los costos de equipos de fabricación local o importados comienzan a ser competitivos, alcanzando tiempos de amortización entre tres y seis años. El gradual sinceramiento de las tarifas energéticas que se llevaría a cabo en los próximos años, mejoraría la competitividad de las energías regenerativas y, particularmente, contribuiría fuertemente a la conformación de un mercado solar térmico local genuino.

El presente trabajo describe los avances realizados en el diseño y construcción de un banco de ensayos y certificación de colectores solares, PID EAPRBA579T, que se enmarca en las actividades realizadas por el Grupo de Estudios Sobre Energía, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. El objetivo del mismo es contribuir a la mejora de los diseños locales y homologar rendimiento siguiendo especificaciones de la norma IRAM 210002. A futuro, se espera realizar los ajustes necesarios para certificar Normas Regionales e Internacionales.

En el desarrollo del trabajo, se exponen las experiencias obtenidas en los primeros ensayos e inconvenientes encontrados en el diseño, la construcción y durante la operación del banco. En el período 2007 se espera completar el instrumental de acuerdo con los requisitos de precisión que exige la Norma local, como así también, contar con los primeros resultados en la evaluación de colectores solares y equipos.

## 5

### DESARROLLO DE NUEVO TECHO SOLAR DE BAJO COSTO PARA REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN HOGAREÑAS

Juanicó L.E. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Conicet, Centro Atómico Bariloche, (8400), Bariloche, Argentina.

[juanico@cab.cnea.gov.ar](mailto:juanico@cab.cnea.gov.ar)

Palabras claves: colector solar, refrigeración pasiva, hábitat sustentable.

Se presenta un diseño innovativo de colector solar de agua integrado al techo (Juanicó, 2006) basado en la combinación original de muchos de los conceptos del arte previo, tanto de sistemas colectores solares como nuevas técnicas constructivas. Reconociendo elementos comunes con el Skytherm de Harold Hay (1977) (funciona bajo las cuatro distintas combinaciones verano-invierno y día-noche), a diferencia de éste prescinde de una cubierta con muy buena aislamiento térmica para la cámara de agua sobre el techo. Este nuevo diseño se espera que pueda satisfacer la demanda de calefacción y refrigeración de una vivienda media como el Skytherm, pero manteniendo no obstante una inversión moderada, comparable a los sistemas de techado tradicionales de similar (muy buen) aislamiento térmico. Para logra esto, este diseño ha sabido explorar nuevas sinergias entre el colector y el techo en si mismo. En este sentido, quizás el aporte más valioso del nuevo diseño sea el derribar el paradigma actual del techo tradicional, para permitir explorar nuevas dimensiones de hábitat sustentables.

Este diseño ha merecido una reciente solicitud de patente de invención por parte del Conicet (2006). En este trabajo el autor estima el desempeño térmico del nuevo sistema para distintos climas y condiciones de irradiación solar, así como su coeficiente global de conducción térmica. La buena capacidad de aislamiento térmico obtenida sumada a la refrigeración estival, lo vuelve una opción atractiva especialmente en climas templados no marítimos, con inviernos rigurosos y veranos cálidos. La estimación inicial de costos permite esperar valores similares, o incluso menores, a los sistemas de techado convencionales de buen aislamiento térmico, aplicados en estas zonas.

Al presente el subprograma Especial Energía de la SeCyT ha manifestado su voluntad de apoyar el desarrollo del primer prototipo de este novel sistema. Se ha logrado conformar un equipo de investigadores para estudiar el mismo, así como una cooperación con la firma INNOVAR SRL (Lic. Jorge Follari) de San Luis, Argentina, de amplia trayectoria en la fabricación de colectores solares, para construir el primer prototipo de este nuevo concepto, que se espera pueda estimular en el futuro el desarrollo de nuevas líneas de viviendas, mas adaptables a las condiciones ambientales.

Conicet. Solicitud de patente de invención "Techo Solar", presentada 10/10/2006, N° P060104453.

Hay H. 1977. A Passive Heating and Cooling System from Concept to Commercialization. *Proc. Annual Meeting of the American Society of ISES.*

Juanicó, L., Congreso Asades y II Latinamerican ISES, Buenos Aires, octubre 2006.

## 6

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE PANELES PV Y TERMOGENERADORES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL

Juanicó L.E.

Conicet, Centro Atómico Bariloche, (8400), Bariloche, Argentina,  
[juanico@cab.cnea.gov.ar](mailto:juanico@cab.cnea.gov.ar)

Palabras claves: análisis económico, paneles fotovoltaicos, termogeneradores, generadores aislados

Los paneles fotovoltaicos (PV) constituyen la opción más generalizada para proveer de electricidad a pequeños pobladores rurales aislados. Frente a otras tecnologías renovables, como la eólica y la microhidráulica, su principal ventaja radica en la universalidad del recurso solar, y por requerir una operación y mantenimiento (O&M) más simples, aunque de mayor costo (de O&M), dado que incluye un sistema de baterías mayor, fruto de la limitación diurna del recurso solar.

Los costos de inversión altos limitan la inserción masiva de los PV en hogares de escasos recursos. No obstante los avances importantes logrados en los últimos años como consecuencia de su producción a gran escala, se observan hoy costos específicos de 5,000 USD/kW. Estos valores se penalizan dado el bajo factor de carga bajo, del 10 al 20%, según la tasa de irradiación solar del sitio. El costo de baterías penaliza también a los PV siguiendo la comparación, dado que la demanda típica se concentra en la noche.

Los paneles termogeneradores, capaces de transformar directamente el calor en electricidad (como PVs) son conocidos largamente, pero recién en los últimos años han surgido como una opción real dentro del conjunto de energías alternativas. Siendo su costo específico actual similar al de los PV [1], su principal ventaja radica en la posibilidad de generar continuamente, mientras se alimenten con una fuente de calor continua de temperaturas moderadas, (por ejemplo, el gabinete de una estufa o cocina económica) requiriendo por lo tanto de menores sobredimensionamientos en potencia instalada y baterías.

Se presenta un análisis económica de costos de inversión y de O&M de sistemas basados en PV y en termogeneradores, para satisfacer una demanda típica de pobladores rurales pequeños, definida como iluminación y carga de celulares y radios, a partir de un estudio de factibilidad realizado para pobladores rurales de la provincia de Río Negro. Como otro elemento innovativo de la propuesta, se estudia el costo del ciclo completo, es decir, se suman los costos de los artefactos que generan la oferta y la demanda de energía. Se estudia la aplicación de lámparas de bajo y bajísimo consumo (LEDs). Dado el costo elevadísimo de la generación, el análisis del costo del ciclo demuestra que todas las nuevas tecnologías son recomendables, en especial LEDs.

[1] Maneewan et al. 2005. Heat gain reduction by means of thermoelectric roof solar collector. Solar Energy 78, 495-503.

## ANÁLISIS DE PROCESOS CINÉTICOS EN CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR COLORANTES ORGÁNICOS

J. Natera <sup>(1)</sup>, F. Fungo <sup>(1)</sup>, F. Fabregat-Santiago <sup>(2)</sup>, J. Bisquert <sup>(2)</sup>, M. Grätzel <sup>(3)</sup> y L. Otero <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Química, Universidad Nacional de Río Cuarto, Agencia Postal 3 (5800), Río Cuarto, Argentina.

<sup>(2)</sup> Departamento de Ciencias Experimentales, Universitat Jaume I, 12071 Castelló, España.

<sup>(3)</sup> Institut Català d'Investigació Química, Av. Països Catalans 16, 43007 Tarragona, Spain.

Polytechnique Federale de Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland.

Palabras Claves: celda solares orgánicas, sensibilización espectral, transferencia de carga heterogénea.

El desarrollo de celdas solares orgánicas, basadas en el mecanismo de sensibilización espectral de una red nanoestructurada de óxido semiconductor, (Dye Sensitized Solar Cells, DSSC) es un área de investigación que ha mostrado una gran actividad en los últimos tiempos [1]. El interés científico y tecnológico en éste tipo de sistemas se debe a la posibilidad de obtener dispositivos fotovoltaicos que compitan en costo y eficiencia, como alternativa a las celdas inorgánicas tradicionales.[2]

El principio de funcionamiento de éstas celdas se basa en la inyección de cargas desde el estado excitado de un colorante hacia la banda de conducción de un óxido semiconductor, y la subsiguiente regeneración del colorante por un reductor de sacrificio.[2],[3] Al presente se ha obtenido una eficiencia de conversión de energía comparable al de las celdas de silicio convencionales. Sin embargo, la misma puede ser mejorada mediante la síntesis de nuevas estructuras moleculares. O por medio del diseño de celdas solares que utilicen electrolitos de baja presión de vapor. El reemplazo del medio líquido por electrolitos redox de estado sólido o gelificado, sería un gran paso adelante en alcanzar el diseño de sistemas de conversión de energía solar económicamente competitivos y viables.

En este trabajo se reseña la generación de efectos fotoeléctricos, a través del proceso de sensibilización espectral de electrodos semiconductores, por medio de una serie de moléculas orgánicas sintéticas. Se diseñaron sistemas orgánicos supramoleculares en los cuales los procesos de transferencia de carga intramolecular fotoinducidos pueden ocurrir como paso previo a la inyección heterogénea de cargas. Además, se mostraran estudios sobre los procesos básicos de transferencia de cargas en dispositivos de conversión de energía solar. Se analizan los efectos sobre la cinética de recombinación de cargas en distintos medios (líquidos iónicos y diferentes electrolitos) por medio de estudios de impedancia espectroscópica.

[1] O' Regan, B.; Grätzel, M. *Nature* 353, **1991**, 737.

[2] R.D. McConnel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 6, **2002**, 273.

[3] M. Gervaldo, F. Fungo, M. E. Milanesio, L. Otero, E. N. Durantini, J. J. Silber, and L. Sereno. *J. Argentine Chem. Soc.*, 91, **2003**, 151.

## 8

### **SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS DE ELECTRIFICACIÓN EN LAS ESCUELAS RURALES DE LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO**

Rafael Parúas Cuza <sup>(1)</sup>, Osvaldo M. Núñez Bosch <sup>(2)</sup>, Ángel Almarales Arceo <sup>(3)</sup>, José R. Díaz López <sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Copextel S.A. EcoSol Solar. Guantánamo.

<sup>(2)</sup> Centro Universitario Guantánamo. Facultad Agroforestal de Montaña. Guantánamo. [osvaldo@fam.cug.co.cu](mailto:osvaldo@fam.cug.co.cu)

<sup>(3)</sup> Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible. Delegación Provincial del CITMA. Guantánamo.

<sup>(4)</sup> Departamento de Física. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

Palabras claves: fotovoltaica, electrificación, escuela rural.

En la provincia de Guantánamo las tecnologías fotovoltaicas se han introducido desde hace más de 10 años, sin embargo, la operación estable a largo plazo de instalaciones autónomas con dicha tecnología, de pequeña potencia y corriente directa (12 V CD) debe consolidarse a partir de un eficiente programa de mantenimiento, sustentado sobre la base de las condiciones bajo las cuales se explota dicha tecnología, el grado de adopción social y la diversidad de los componentes que integran el módulo fotovoltaico. En este sentido se realizó un estudio sistemático de los factores que determinan la degradación del estado operativo de los sistemas por medio de la recogida de datos de operación de un determinado grupo de control y de la detección y clasificación de las fallas en inspecciones técnicas periódicas.

Las fallas que esencialmente determinan la evolución adversa de los sistemas de electrificación fotovoltaica de CD, en la muestra estudiada, están ubicadas en las lámparas fluorescentes de CD, en los inversores y en las baterías de Pb-ácido. En las primeras por problemas constructivos, en las segundas por falta de un mantenimiento acorde con las condiciones ambientales concretas (humedad, temperatura, polvo, insectos etc.) y la tercera debido a la falta de capacitación de los usuarios.

A partir de estos estudios se estableció un conjunto de medidas para elevar el grado de adopción social de la tecnología y asegurar su operación estable a largo plazo con un costo mínimo, factores esenciales de sostenibilidad en las condiciones de desarrollo de la sociedad cubana. Tales medidas incluyen un reglamento para el mantenimiento sobre la base de la infraestructura local de reparación, mantenimiento y suministro de repuestos.

## MÉTODO DE CÁLCULO DE COSTOS ESTIMADOS DE INVERSIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INDEPENDIENTES

Rossi A.P.<sup>(1)</sup>, Vitale A.J.<sup>(2)</sup>, Cascallar J.A.O.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Grupo de Estudios Sobre Energía, 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, [aprossi@frbb.utn.edu.ar](mailto:aprossi@frbb.utn.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Grupo de Estudios Sobre Energía, 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, [avitale@criba.edu.ar](mailto:avitale@criba.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca, Secretaría de Asuntos Estudiantiles, 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Argentina, [jcascal@frbb.utn.edu.ar](mailto:jcascal@frbb.utn.edu.ar)

Palabras Claves: sistemas fotovoltaicos independientes, curvas de costos promedios estimados, experiencia de aula, enseñanza.

El costo de los sistemas fotovoltaicos independientes (sistemas FVI) está estrechamente relacionado con las condiciones del mercado local, en cuanto a precios y disponibilidad, y con la calidad del equipo a instalar. Además, dicho costo también varía de acuerdo al tamaño del sistema, su ubicación, y la capacidad de los componentes, dependiendo del propósito de la instalación, según se trate de: 1) la electrificación de una vivienda rural aislada, 2) la electrificación de caseríos (grupo de viviendas), 3) sistemas de bombeo, 4) aplicaciones profesionales de pequeña potencia (explotaciones ganaderas y agrícolas).

Dentro de las actividades de la asignatura “Fuentes Alternativas de Energía” de la carrera Ingeniería Electricista de la UTN FRBB, se desarrolló un método que aporta una primera y rápida aproximación del costo total de inversión de sistemas fotovoltaicos para electrificación de viviendas rurales aisladas con corriente alterna, sin conexión a la red y en función de su consumo energético total, basado en la utilización de curvas de costos promedios estimados para cada componente, confeccionadas con datos disponibles de proveedores locales y extranjeros.

El desarrollo del método se realizó con el objetivo (entre otros) de que el alumnado observara la dificultad que conlleva el relevamiento de datos y su adecuada clasificación, formándose en la búsqueda y selección de información para la obtención de valores promedios estimados, que representen adecuadamente los precios globales de oferta, tanto de los componentes individuales como de la instalación final de un sistema FVI.

La verificación de resultados fue realizada por comparación con presupuestos provistos por instaladores locales.



## 11

### CONTROL HIBRIDO DE SISTEMAS DE CONVERSION FOTOVOLTAICA PARA ALIMENTACION EFICIENTE DE ELECTROLIZADORES

García Clúa, J. G.<sup>(1)</sup>, Mantz, R. J.<sup>(2)</sup> y De Battista, H.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> CONICET, LEICI, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, CC 91 (1900) La Plata, Argentina. e-mail: [jose.garciaclua@ing.unlp.edu.ar](mailto:jose.garciaclua@ing.unlp.edu.ar)

<sup>(2)</sup> CICpBA, LEICI, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, CC 91 (1900) La Plata, Argentina. e-mail: [mantz@ing.unlp.edu.ar](mailto:mantz@ing.unlp.edu.ar)

<sup>(3)</sup> CONICET, LEICI, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, CC 91 (1900) La Plata, Argentina. e-mail: [deba@ing.unlp.edu.ar](mailto:deba@ing.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: conversión fotovoltaica, electrolizador, hidrógeno, control híbrido.

El presente trabajo aborda el problema de control de un sistema de producción de hidrógeno aprovechando la energía fotovoltaica. El mismo consta de un panel solar que alimenta un electrolizador alcalino a través de un convertidor electrónico.

La potencia extraíble de los paneles solares varía fuertemente con la temperatura y la radiación. Por ello son típicamente controlados empleando estrategias de seguimiento del punto de operación de máxima potencia. En la presente aplicación este objetivo de control debe ser compatibilizado con las especificaciones del electrolizador. En efecto éste impone ciertas restricciones referentes a la máxima tensión y corriente admisibles así como la corriente mínima de servicio.

Para cumplir estos objetivos de control se realiza un análisis detallado del sistema fotovoltaico-electrolizador a lazo abierto. Para modelar su comportamiento híbrido y no-lineal se propone como herramienta matemática el autómata híbrido. Los autómatas híbridos obtenidos permiten determinar con facilidad la estabilidad global de los puntos de equilibrio para cada posición de la llave del convertidor. En el plano “potencia de electrolizador” – “tensión de panel” la región de operación óptima y segura de ambos componentes se aproxima con un conjunto de rectas. Dicho conjunto delimita dos regiones en el espacio de estados que contienen los puntos de equilibrio de cada autómata. El control supervisor propuesto cierra el lazo activando en cada región el autómata cuyo punto de equilibrio no pertenece a ella. Con esto se garantiza la alcanzabilidad de la región óptima. El comportamiento de los estados en esta región se modela con un nuevo autómata híbrido cuya dinámica propia de los modos deslizantes permite demostrar la estabilidad global del lazo cerrado.

En los resultados de simulación se muestra que el control híbrido propuesto garantiza el seguimiento de máxima potencia del panel para un amplio rango de variación de la radiación y que para radiaciones mayores mantiene constante la potencia del electrolizador, evitando que éste abandone la región de operación segura.

## AREA TEMÁTICA 9: BIOMASA, BIOCOMBUSTIBLES

### 1

#### **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONITOREO DE UNA PLANTA PILOTO PARA EL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ EN LA COMUNIDAD “LIMONCITO” EN EL MUNICIPIO EL SALVADOR**

Ángel Almarales Arceo <sup>(1)</sup>, Iván Gómez Ojea <sup>(1)</sup>, Rosa Catalina Bermúdez <sup>(2)</sup>, Rafael Parúas Cuza <sup>(3)</sup>, Osvaldo Núñez Bosch <sup>(4)</sup> y Suyén Rodríguez <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible. Delegación Provincial del CITMA. Guantánamo.

<sup>(2)</sup> Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

<sup>(3)</sup> Copextel S.A. EcoSol Solar. Guantánamo.

<sup>(4)</sup> Centro Universitario Guantánamo. Facultad Agroforestal de Montaña. Guantánamo.

[osvaldo@fam.cug.co.cu](mailto:osvaldo@fam.cug.co.cu)

Palabras claves: tratamiento de residuales, biogás, café.

El beneficio del café por la vía húmeda es una actividad muy agresiva para el medio ambiente debido al gran volumen de agua que pierde su calidad en el proceso imposibilitando su uso en otras actividades y además por la gran carga orgánica que se genera en los procesos de despulpe y lavado del grano. Teniendo en cuenta estos aspectos se diseñó y construyó una planta piloto en una de las 96 despulpadoras que existen en el territorio con vista a disminuir la carga contaminante al medio. Con ello se ha logrado la remoción en más de un 80% de la carga contaminante empleando un reactor de flujo ascendente y se ha propiciado una gestión de residuos líquidos y sólidos más integral con lo cual se logra devolver al ecosistema lo que de alguna forma en un momento determinado le fue tomado. En este proyecto se ha logrado solventar las necesidades energéticas del comedor obrero a partir de la producción del biogás, logrando con ello la sustitución de 22 kg/día de leña por el referido energético. Los costos asociados a la nueva tecnología resultan competitivos con las tecnologías tradicionales cuando se tienen en cuenta los impactos medioambientales que ellas provocan.

## 2

### **GENERACION EFICIENTE DE ELECTRICIDAD EMPLEANDO BIOCOMBUSTIBLES. DISEÑO Y SIMULACION DEL PROCESO**

Arteaga, L.E.<sup>(1)</sup>, Peralta, L.M.<sup>(1)</sup>, Casas, Y.<sup>(1)</sup>, Gonzáles, E.<sup>(1)</sup>, Kafarov, V.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Central de las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 y 1/2, CP: 54830, Santa Clara, Cuba, [luisseap@uclv.edu.cu](mailto:luisseap@uclv.edu.cu)

<sup>(2)</sup> Centro de Simulación y control, Univ. Ind. Santander, Bucaramanga, Colombia.

Palabras Clave: Reformación, celdas combustibles, reactor

En el presente trabajo se desarrolla el diseño de un reactor para el reformado de Bioetanol. El objetivo de la etapa es producir gas de síntesis en cantidades suficientes para la generación de 200 kW de electricidad empleando un modulo de generación soportado en el empleo de celdas combustibles de oxido sólido, operando a 600°C y 1atm.

Tras realizar un screening de capacidades, parámetros constructivos y de operación se concluye el diseño proponiendo un reactor catalítico de cama fija, cargado con un catalizador de Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compuesto por partículas esféricas de 1mm, trabajando en un rango de temperaturas entre 500 y 600°C. A través del estudio de alternativas queda establecida la necesidad de 150 tubos de 2 pulgadas y 1.764 m de longitud a fin de evitar limitaciones por perdidas de carga en el sistema y garantizar el patrón de flujo en pistón bajo niveles mínimos de dispersión. Se establece una relación entre la eficiencia de reformación con la temperatura y la relación agua/etanol alimentada. Para el prototipo de reactor diseñado se evalúa la influencia de la temperatura y la relación molar de alimentación Agua/Etanol sobre el rendimiento a hidrógeno.

Queda establecida la necesidad de un modulo de 83 celdas de oxido sólido para suplir las necesidades planteadas. La influencia de la relación molar de alimentación Agua/Etanol sobre el aprovechamiento energético de la corriente gaseosa es cuantificada exhibiendo índices superiores al 85%.

### 3

## HETEROGENEOUS REACTOR MODEL FOR A BIOETHANOL STEAM REFORMING UNIT USING A Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CATALYST

Arteaga, L.E.<sup>(1)</sup>, Peralta, L.M.<sup>(1)</sup>, Casas, Y.<sup>(1)</sup>, Gonzáles, E.<sup>(1)</sup>, Kafarov, V.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Central de las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 y 1/2, CP: 54830, Santa Clara, Cuba, [luisseap@uclv.edu.cu](mailto:luisseap@uclv.edu.cu)

<sup>(2)</sup> Centro de Simulación y control, Univ. Ind. Santander, Bucaramanga, Colombia.

Key Words: Modelation, Simulation, Reforming

The design, modelation and simulation of a fixed bed multi-tube reformer for renewable hydrogen production were carried out in the present work. The plug flow approach was used to design the fixed bed Bioethanol steam reformer. All design equations were solved using the Runghe – Kutta integration method applied to a reformer to obtain 3.1 mol H<sub>2</sub>/s to feed a Solid Oxide Fuel Cells system (SOFC), working at 600°C and 1 atm. The reactor was analyzed using a multiphysics and axisymmetric model, implemented on MathLab 6.0 features where a differential convection - diffusion mass balance and the convection – conduction energy balance were solved in an integrated way. The radial concentration and temperature profiles were obtained for the interior of the catalyst bed and the level of use of the bed was analyzed too. Typical behavior for highly endothermic process is exhibit by the reforming unit and the high velocity of the ethanol decomposition reaction is proved by the consumption of this alcohol at the 10cm of the bed. A minimum temperature region is established at the reactor inlet according to a maximum reaction velocity area.

## **OPTIMIZACION DEL BALANCE ENERGETICO EN LA ESTABILIZACION DE BARROS RESIDUALES. PRODUCCION DE BIOGAS ESCALA LABORATORIO Y PILOTO**

Campaña Horacio\*, Benedetti Patricia, Prieto Maricel Analiz, Linquimán Patricio

GEIA - Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca  
11 de Abril 461 - 8000 Bahía Blanca - Argentina

e-mail: [hcampana@frbb.utn.edu.ar](mailto:hcampana@frbb.utn.edu.ar)

Palabras Claves: Digestión anaeróbica, psicofílico, estabilización, desodorización

La digestión anaeróbica de residuos agroindustriales es una práctica bien desarrollada a nivel global, aunque en nuestro país su aplicación no está muy difundida. La aplicación en suelo de los residuos de procesos agroindustriales es una metodología de probada efectividad en el reciclado de nutrientes y micronutrientes en explotaciones agronómicas. Los resultados presentados en este trabajo, constituyen continuación de un proyecto más amplio (desarrollo de un sistema de estabilización de barros en condiciones psicofílicas), que incluye las etapas de laboratorio y piloto (semiindustrial) y que propone el estudio de las variables que dominan el proceso de estabilización anaeróbica del exceso de barros producido en el tratamiento de efluentes de malterías de cebada, tanto en el diseño como en la operación, con el objetivo de estabilizar el residuo, desodorizarlo, recuperar energía (biogas), reducir la contaminación potencial y agregar valor al producto residual estabilizado. Esta presentación incluye los detalles tecnológicos de la instalación de un equipo piloto, puesto en operación en abril de 2006, y que actualmente se encuentra en fase de estabilización. Se muestran además los resultados de los ensayos preliminares de la etapa experimental en laboratorio, que fueron desarrollados a temperatura media (rango mesofílico), habiéndose obtenido el tiempo de transformación de la fase aeróbica a anaeróbica. Dichos resultados constituyen una valiosa información para la selección y diseño del tipo de reactor, la secuencia de operación, la influencia del mezclado, la evolución de la granulación, y el efecto de inhibidores.

## 5

### TERMODINÁMICA APLICADA A REACCIONES QUÍMICAS EN COMBUSTIÓN HÍBRIDA

CAROU N.<sup>(1)</sup>, MAZZONI A.<sup>(2)</sup>, IVANKO D.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> UTN\_FRBA, Medrano 951, CP:C1179AAQ, Buenos Aires, Argentina, [nahuelcarou@yahoo.com.ar](mailto:nahuelcarou@yahoo.com.ar)

<sup>(2)</sup> UTN\_FRBA, Medrano 951, CP:C1179AAQ, Buenos Aires, Argentina, [aomazzoni@yahoo.com.ar](mailto:aomazzoni@yahoo.com.ar)

<sup>(3)</sup> UTN\_FRBA, Medrano 951, CP:C1179AAQ, Buenos Aires, Argentina, [ivanko@uol.com.ar](mailto:ivanko@uol.com.ar)

Los trabajos publicados sobre modelos de combustión híbrida (mezcla de gas natural más hidrógeno) hacen referencia a gran número de reacciones que se producen en la combustión según las condiciones en las que la misma se produce.

Con el fin de poder resolver el modelo una de las simplificaciones que realizan es reducir el número de reacciones químicas a tener en cuenta.

Para poder determinar cuáles, de todas las reacciones intervinientes, las reacciones que es conveniente tener en cuenta es necesario para ello realizar el análisis de sensibilidad de las reacciones.

El propósito del presente trabajo es determinar teóricamente las constantes de equilibrio de cada reacción partiendo de la entropía y entalpía de cada sustancia para diversas condiciones de presión, temperatura, relación de mezcla GN<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> y relación aire/combustible que permitirá realizar el estudio de sensibilidad de las reacciones.

Asimismo permitirá determinar la composición teórica de gases de combustión y comparar los valores calculados con los medidos experimentalmente en un futuro próximo.

Para ello se elaborará un programa computacional utilizando en primera instancia "MATLAB"

La información básica necesaria se obtendrá de las tablas de propiedades termodinámicas de la NASA que se encuentran en el programa CEA (Chemical Equilibrium With Applications)\*.

Ver <http://www.grc.nasa.gov/WWW/CEAWeb/ceaWhat.htm>

° : becarios de UTN-FRBA- Ing Mecánica , \* Prof Tit. Ord. UTN-FRBA Dto Mecánica

## 6

### HYDROTREATING OF LIQUID FUEL PRECURSORS DERIVED FROM BIOMASS

Gandarias I.<sup>(1)</sup>, Barrio V.L.<sup>(1)</sup>, Requies J.<sup>(1)</sup>, Arias P.L.<sup>(1)</sup>, Cambra J.F.<sup>(1)</sup>, Güemez B.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad del País Vasco, Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Alameda Urquijo s/n, 48013 Bilbao, España, [pedroluis.arias@ehu.es](mailto:pedroluis.arias@ehu.es)

Key words: biomass, liquid fuels, hydrotreating, hydrodeoxygenation, Ni, Mo, catalysts.

Biomass is a renewable alternative to fossil raw materials for the production of liquid fuels and chemicals. Pyrolyzed biomass liquid fractions contain oxygen-containing molecules that must be removed to improve the stability of these liquids fuel precursors. A hydrotreating process, hydrodeoxygenation (HDO), is commonly used for this purpose.

The biofuel liquid precursors obtained from biomass fast pyrolysis present high oxygen content. Ketones, aldehydes, acids, esters, ethers and alcohols have been detected in significant quantities. Because of the reactivity of oxygenated groups, the main problem of these fuel precursors is their instability. Therefore study of their deoxygenation is a research subject of interest.

In the present work the hydrodeoxygenation (HDO) of biomass derived liquids in the presence of NiMo catalysts supported on alumina will be described. The effect of catalyst activation on the activity and products distribution during hydrotreating will be also discussed. Some catalyst pre-treatments strongly increase the HDO activity, as it could be expected. Moreover, the effects of temperature and feed composition on the catalyst' activity and stability will be examined. Phenol is representative of the oxygen-containing compounds in pyrolyzed biomass. A liquid feed containing 3 wt % of phenol was used for catalytic activity screening. The reaction conditions were: P = 1.5 MPa; T = 523-623 K. Phenol HDO is generally accepted to proceed via two parallel reaction pathways: bond cleavage between the oxygen atom and the aromatic carbon giving aromatic products (direct hydrogenolysis route), or initial aromatic ring hydrogenation before oxygen-carbon bond cleavage (combined hydrogenation-hydrogenolysis route). In the latter route, alicyclic products are formed and the corresponding alicyclic alcohols are probably formed as short-lived intermediates. In this work the influence of catalyst formulation and activation on those two HDO mechanisms will be fully discussed for NiMo hydrotreating catalysts.

## PROPIEDADES ELECTRICAS DE BIODIESEL EN EL RANGO DE 20 HZ A 20 MHZ. COMPARACIÓN CON EL COMBUSTIBLE DIESEL DE ORIGEN FOSIL

González Prieto L.E.<sup>(1)</sup>, Sorichetti P.A.<sup>(2)</sup>, Romano S.D.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Energías Renovables, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Av. Paseo Colón 850, 1063, Buenos Aires, Argentina, [egonzalez@fi.uba.ar](mailto:egonzalez@fi.uba.ar)

<sup>(2)</sup> Laboratorio de Sistemas Líquidos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Av. Paseo Colón 850, 1063, Buenos Aires, Argentina, [psorich@fi.uba.ar](mailto:psorich@fi.uba.ar)

<sup>(3)</sup> Grupo de Energías Renovables, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Av. Paseo Colón 850, 1063, Buenos Aires, Argentina, [sromano@fi.uba.ar](mailto:sromano@fi.uba.ar)

Palabras Claves: Biodiesel, propiedades eléctricas, conductividad, permitividad compleja.

La determinación de las propiedades eléctricas en las distintas etapas de producción de biodiesel (BD) contribuye a una mejor comprensión de la influencia de diferentes variables. Las mediciones de permitividad compleja y conductividad durante la producción a escala industrial de este biocombustible permiten seguir de manera eficiente las distintas etapas del proceso, desde el acondicionamiento de la materia prima hasta el control de calidad del producto final. Asimismo, el carácter "no destructivo" de las mediciones eléctricas y el volumen relativamente pequeño de muestra necesario, presentan ventajas para el estudio de la estabilidad del BD almacenado.

Por otra parte, la comparación con las propiedades del combustible Diesel de origen fósil (DF) a distintas temperaturas proporciona información valiosa para el desarrollo de sensores aplicables a vehículos de tecnología "flexible" que permitirán un óptimo rendimiento utilizando indistintamente BD, DF o sus mezclas.

En este trabajo se presentan los espectros de permitividad compleja de BD y DF obtenidos entre 20 Hz y 20MHz. Las mediciones se realizaron en un rango de temperatura comprendido entre 25 y 75°C, con una precisión de +/- 0.1°C.

El sistema de medición utilizado permite obtener la parte real de la permitividad ( $\epsilon'$ ) con una precisión menor al 1% y un volumen de muestra de 25 cm<sup>3</sup>. El rango medible del factor de disipación ( $\text{tg } \delta$ ) se encuentra entre 10<sup>-2</sup> y 10<sup>2</sup>.

Las muestras de BD fueron producidas en el Grupo de Energías Renovables (F.I.U.B.A.) a partir de una transesterificación básica de aceites vegetales de distinto origen (soja, girasol, maíz, colza) y metanol a 60°C.

Las muestras de DF estudiadas fueron adquiridas en distintas estaciones de servicio de la Ciudad de Buenos Aires.



## ESTUDIO SOBRE EL USO DE LA BIOMASA CAÑERA Y FORESTAL PARA UN SISTEMA DE COGENERACIÓN DE UN CENTRAL AZUCARERO

Oswaldo Núñez Bosch <sup>(1)</sup> y Luis Oliva Ruiz <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Centro Universitario Guantánamo. Facultad Agroforestal de Montaña.

Departamento de Ciencias Básicas. Email: [osvaldo@fam.cug.co.cu](mailto:osvaldo@fam.cug.co.cu)

<sup>(2)</sup> Universidad de Oriente. Facultad de Mecánica. Centro de Estudios de Eficiencia Energética.

Santiago de Cuba.

Palabras Claves: Biomasa, Cogeneración, Exergía, Termoeconomía.

En el siguiente trabajo se realiza el análisis de cuatro esquemas térmicos de cogeneración para el Complejo agroindustrial azucarero Argeo Martínez en la provincia de Guantánamo. Se consideró una primera variante A compuesta por: caldera de 60 t/h, turbina de contrapresión de 1,5 MW y máquinas térmicas del tandem; una segunda variante B que comprende: caldera, desaireador, expansor de purga y turbinas de contrapresión con una potencia total de 4,5 MW; una variante C: similar a la anterior y con la inclusión de una turbina de condensación con extracciones de 5,0 MW; la variante D consta de los mismos elementos que la C solo que la potencia de la turbina de condensación alcanza los 9,0 MW y los parámetros del vapor de 2,8 MPa y 420 ° C a diferencia del resto de las variantes cuyos valores son de 1,8 MPa y 320 ° C. Se estudió el empleo del bagazo y la paja como combustibles durante el periodo de zafra y la utilización de biomasa forestal en tiempo inactivo para extender la producción de energía eléctrica durante todo el año.

Se determinaron los índices e indicadores energéticos de los sistemas de cogeneración, las variantes C y D presentan los mejores consumos específicos de combustible con valores respectivos de 1,0 y 0,87 kg/kWh cuando emplean residuos forestales. La generación de energía eléctrica anual para estas variantes representa el 32,5 y el 44,2% respectivamente del consumo total en la provincia.

Se realizó un estudio financiero donde las utilidades netas que se obtienen del proyecto al aplicar la variante D es de 3,4 veces mayor al monto de la inversión inicial, con un tiempo de recuperación de la inversión de 2,7 años. Esta alternativa presenta además el menor costo en la producción de electricidad con un valor de 3,16 ¢/kWh considerando como combustible a la biomasa forestal. La aplicación de las alternativas C y D pueden representar un ahorro neto al país de 9,44 y 15,3 USD/MWh respectivamente al considerar que sus producciones anuales de electricidad se realizan con petróleo.

Se realizó un estudio a partir del Segundo principio de la Termodinámica, para ello se calcularon las irreversibilidades en cada uno de los subsistemas, de estos el de peor comportamiento termodinámico resultó ser la caldera con 92,11 y 91,57% de las irreversibilidades totales para las variantes C y D respectivamente. La variante D presenta el mejor aprovechamiento de la exergía con un grado de perfección termodinámica de 19,9%.

Se determinaron los costos exergoeconómicos y termoeconómicos de las variantes que emplean turbinas de condensación. Finalmente se brindan algunas conclusiones y recomendaciones teniendo en cuenta los resultados del estudio.

**PRODUCCIÓN DE BIODIESEL CON MATERIAS PRIMAS DE ALTA ACIDEZ. ESTERIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS CON ETANOL**

Pisarello M.L., Querini C.A.

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE), Facultad de Ingeniería Química – Univ. Nacional del Litoral – CONICET. Santiago del Estero 2654. 3000. Santa Fe. Argentina  
[mlpisa@fiqus.unl.edu.ar](mailto:mlpisa@fiqus.unl.edu.ar)

Palabras Claves: biodiesel, esterificación, etanol

El biodiesel es un combustible alternativo producido a partir de fuentes renovables, como los aceites y grasas, vegetales o animales de cualquier tipo. Presenta ventajas muy importantes frente al diesel derivado del petróleo, las más destacadas son la no acumulación de dióxido de carbono en el medio ambiente, por lo que se tiene un balance óptimo en el ciclo de carbono; y su extremadamente bajo contenido de azufre, por lo que se convierte en la mejor opción para reducir dichas emisiones al ser usado como aditivo en el diesel para cumplir con las regulaciones internacionales y nacionales.

Actualmente en Argentina sólo es económicamente rentable la producción de biodiesel para determinadas aplicaciones específicas o bien trabajando con materias primas de bajo valor. Las de menor valor suelen ser aquellas que presentan alto contenido de ácidos grasos libres. Para poder utilizarlas en los procesos típicos de producción de biodiesel es necesario primeramente eliminar los ácidos grasos, ya sea por neutralización, perdiendo una parte de la materia prima; o bien por esterificación de dichos ácidos grasos con metanol/etanol y catálisis ácida, convirtiéndolos en biodiesel y aumentando así el rendimiento del material.

Se hizo hincapié en el uso de etanol, por razones prácticas y de seguridad, relativo a la toxicidad del metanol, y por ser también proveniente de fuentes renovables. Se estudió el efecto de la relación etanol/ácidos grasos, concentración de catalizador, y temperatura, en la velocidad de reacción. Se obtuvieron las constantes cinéticas del sistema, lográndose un buen ajuste de los datos experimentales. El sistema presenta dificultades desde el punto de vista experimental, debido a la presencia de dos fases durante la reacción, una muy rica en alcohol con alto contenido de catalizador, y otra rica en la mezcla aceite/ácidos grasos. Se discute el impacto de la relación inicial de reactivos en este comportamiento.

## 11

### ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS TRANSFORMACIONES MORFOLÓGICAS DURANTE LA TERMOCONVERSIÓN DE BIOMASA DENSIFICADA

#### PRELIMINARY STUDY OF THE MORPHOLOGICAL TRANSFORMATIONS DURING THE THERMAL CONVERSION OF DENSIFICATED BIOMASS

Pedro Julio Villegas Aguilar <sup>(1)</sup>; Rafael Quintana Puchol <sup>(1)</sup>; Bernardo Bucki Wasserman <sup>(3)</sup>; José Fernando Martirena Hernández <sup>(1)</sup>; Iván Machado López <sup>(1)</sup>; Analia Cavalieri <sup>(2)</sup>, Andrea Camerucci <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, CUBA.  
Teléfono: 53 42 281194-Fax: 53 42 281608-Email: [pjva@uclv.edu.cu](mailto:pjva@uclv.edu.cu);  
[f.martirena@enet.cu](mailto:f.martirena@enet.cu)

<sup>(2)</sup> Universidad Nacional de Mar del Plata, ARGENTINA.  
Teléfono: 54 223 481 6600 int. 238 - Fax: 54 223 481 0046 – Email:  
[acavalie@fi.mdp.edu.ar](mailto:acavalie@fi.mdp.edu.ar)

<sup>(3)</sup> GESE, Unidad Académica Confluencia. UTN. Plaza Huincul, 8318, Neuquén, ARGENTINA. Teléfono: (+54) 299 4963292 - Fax: (+54) 299 4960510 - Email:  
[ingbucki@speedy.com.ar](mailto:ingbucki@speedy.com.ar)

#### RESUMEN

La creciente demanda de portadores energéticos ha incentivado el aprovechamiento de diferentes recursos de biomasa hasta ahora ignorados. En el presente trabajo se determinaron los parámetros cinéticos característicos del proceso de termo-conversión de aserrín proveniente de la manufactura de la madera, densificado con arcilla, empleando un modelo simple, el cual brindó resultados satisfactorios. Asimismo se realizó la caracterización física del este nuevo combustible, la que posibilitó establecer correlaciones útiles para el proceso de termo-conversión estudiado.

**Palabras claves:** difracción de rayos X, termogravimetría, parámetros cinéticos.

#### ABSTRACT

The growing demand of fuels has motivated the use of different resources of biomass up to now unknown. Presently work the characteristic kinetic parameters of the thermal conversion process of sawdust coming from the factory of the wood, densificated with clay were determined, using a simple model, which offered satisfactory results. Also the phasical characterization of this new fuel was carried out, which facilitated to establish useful correlation for the thermal conversion process studied.

**Keywords:** diffraction of rays X, thermo-gravimetry, kinetic parameters

**PLANTA PILOTO PARA LA OBTENCION DE BIODIESEL**

Romano S.D.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Energías Renovables, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Av. Paseo Colón 850, 1063, Buenos Aires, Argentina, [sromano@fi.uba.ar](mailto:sromano@fi.uba.ar)

Palabras Claves: Planta piloto, Biodiesel.

A partir de la experiencia adquirida en la obtención y caracterización de Biodiesel en laboratorio, en el Grupo de Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA) se decidió realizar un cambio de escala en la producción del biocombustible, como parte de un proyecto de investigación y docencia. Para ello se diseñó un proceso batch, compuesto por varias etapas, en escala de planta piloto, con el objeto de elaborar cantidades variables del biocombustible (entre 25 y 75 litros) por transesterificación básica, en forma automatizada.

Se realizó el diseño mecánico de los recipientes que componen la planta, se definió el piping, las estructuras, se seleccionaron los agitadores, los respectivos motores y variadores de frecuencia, la válvula de seguridad y el equipamiento de instrumentación y control. La unidad de gobierno de la planta es un delta V.

El proyecto pudo realizarse gracias a la colaboración de importantes empresas nacionales e internacionales que donaron tanto los materiales y las horas hombre para la construcción de la planta piloto como el equipamiento seleccionado.

Se realizó el montaje de la planta en la Facultad de Ingeniería de la UBA, se hicieron los ajustes necesarios, se llevó a cabo la puesta en marcha y actualmente se está trabajando en la optimización de variables para su puesta a punto.

## ESTUDIO TEORICO DE LAS PROPIEDADES CATALITICAS DE LA SUPERFICIE Ni(1100)/Cu FRENTE A LA ADSORCION DE ETANOL

Diaz A.E., Comelli N., López M.B.

CIFTA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300, (4700), Catamarca, Argentina,  
Email: [mblopez@fcasuser.unca.edu.ar](mailto:mblopez@fcasuser.unca.edu.ar)

El hidrógeno es un vector energético que se presenta como una alternativa a la estructura energética actual debido fundamentalmente a sus ventajas ambientales y su aplicación en pilas de combustible.

Entre las diversas formulaciones planteadas para la producción de hidrógeno aquella basada en el empleo de la mezcla etanol-agua, proveniente de la fermentación de desechos vegetales, es atractiva por su reducido impacto ambiental.

En la actualidad resulta de gran interés estudiar el proceso catalítico y el catalizador asociado para la obtención de hidrógeno a partir de bioetanol.

El objetivo de este trabajo es analizar las propiedades catalíticas de la superficie de Ni(100) modificada por la adsorción de una monocapa de Cu frente a la adsorción de etanol.

Distintos aspectos del mecanismo de adsorción fueron estudiados mediante cálculos semiempíricos usando el método ASED-MO (Atom Superposition and Electronic Delocalization- Molecular Orbital) y Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) según el formalismo del programa Gaussian03.

Un análisis de la densidad de carga electrónica (Poblaciones de Mulliken) y de la variación de la función trabajo de las distintas superficies frente a la adsorción del etanol permite cuantificar la reactividad de las mismas. Por otra parte, indicadores específicos de reactividad como la Función de Fukui permiten determinar la reactividad de los distintos sitios de la superficie catalítica.

Todos los cálculos fueron realizados usando bases LANL2DZ/6-31G y MDF10/6-31G y la corrección Counterpoise (CP) para el cálculo del error de superposición del conjunto de base (BSSE)

Nuestros resultados indican una mayor reactividad de la superficie Ni(100)/Cu en comparación de las superficies limpias Ni(100) y Cu(100) frente a la adsorción de etanol.

## ÁREA TEMÁTICA 10: GEOTÉRMICA MAREOMOTRIZ Y MICRO-APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS

### 1

#### PROPUESTAS PARA LA REDUCCION DE COSTOS EN LA FABRICACION DE PICOTURBINAS DESTINADAS A GENERACIÓN ELÉCTRICA AISLADA

Cotella N. <sup>(1)</sup>, Antonelli S. <sup>(2)</sup>, Varela P. <sup>(3)</sup>, Manelli A. <sup>(4)</sup>, Ramoska J. <sup>(5)</sup>

Universidad Nacional de Río Cuarto - Facultad de Ingeniería  
Ruta Nacional 36 Km. 601 - 5800 Río Cuarto (Cba.) - Argentina  
Tel. (54) 358 4676258 - Fax (54) 358 4676246

<sup>(1)</sup> [ncotella@ing.unrc.edu.ar](mailto:ncotella@ing.unrc.edu.ar) <sup>(2)</sup> [santonelli@ing.unrc.edu.ar](mailto:santonelli@ing.unrc.edu.ar) <sup>(3)</sup> [pvarela@ing.unrc.edu.ar](mailto:pvarela@ing.unrc.edu.ar)  
<sup>(4)</sup> [amanelli@ing.unrc.edu.ar](mailto:amanelli@ing.unrc.edu.ar) <sup>(5)</sup> [jramoska@ing.unrc.edu.ar](mailto:jramoska@ing.unrc.edu.ar)

Palabras clave: Pico turbinas hidráulicas, Diseño, Ensayos, Generación aislada, Soldadura de plásticos.

Las posibilidades de instalación de pico centrales hidráulicas para generación aislada, en la zona de la sierras del sur de la Provincia de Córdoba, se encuentran limitadas por el elevado costo de las mismas. Esto hace que, aunque disponiendo de numerosos cauces aprovechables, no se cuente con un número adecuado de pico turbinas instaladas destinadas a abastecer las necesidades energéticas de zonas marginales.

Los costos de una pico central se distribuyen en el diseño, la fabricación, instalación y operación de las máquinas hidráulicas específicas para cada aplicación. El presente trabajo se centra en la optimización de una metodología de cálculo, diseño, fabricación y ensayos de micro turbinas hidráulicas destinadas a generación de energía eléctrica para consumidores aislados. Estas pico turbinas son aplicables a pequeñas instalaciones que presenten distintas combinaciones de altura – caudal en su salto hidráulico.

A fin de optimizar estos procesos, se estudió el diseño y construcción de prototipos de pico máquinas hidráulicas. Se realizaron ensayos para validar el procedimiento de cálculo, corregir desviaciones y establecer el rango de aplicación de las mismas.

Con el proposito de disminuir los costos de fabricación se trabajó sobre la utilización de técnicas alternativas de construcción recientemente desarrolladas, basadas en la soldadura de materiales termoplásticos por energía de radiación electromagnética, lo que permite disminuir los costos de producción de series limitadas en cantidad, facilitando su inserción en el mercado.

Del análisis de los datos obtenidos de los ensayos de los prototipos en banco y campo se concluyó que el procedimiento de cálculo y diseño es adecuado y factible de extender a distintos tamaños de micromáquinas, y que las variantes tecnológicas de producción que han sido ensayadas, pueden ser adecuadas para este tipo de equipos.

### 3

## **INCREMENTO DEL MOMENTO DE INERCIA EN MINIHIDROELÉCTRICAS AISLADAS DE LA PROVINCIA DE GUANTÁNAMO**

Tomas García Sánchez <sup>(1)</sup>, Alfredo Correa Alvarez <sup>(1)</sup>, Luis Angel Góngora Leyva <sup>(1)</sup>, Ricardo Fis Leguen <sup>(1)</sup>, Inés Maria Toledano Gómez <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>Unidad Empresarial de Base Hidroenergía.

Palabras claves: hidroenergía, momento de inercia, minihidroeléctricas.

La provincia Guantánamo cuenta con 59 instalaciones hidroenergéticas de las cuales 53 trabajan de forma aislada o sea que no están conectadas al Sistema Electroenergético Nacional (SEN). En estas condiciones de operación autónoma las plantas presentan frecuentes cambios en la carga los cuales unidos a errores ocurridos en la proyección de algunas centrales afectan fuertemente la velocidad del grupo turbina-generator, ocasionando problemas de estabilidad del conjunto y consecuentemente cambios en la frecuencia y la tensión de salida, afectándose con ello la calidad de la energía generada lo que se traduce en una disminución considerable del tiempo de vida útil tanto del grupo electrógeno como de los equipos electrodomésticos, de salud y de enseñanza de las comunidades.

En el presente trabajo se abordan las experiencias prácticas adquiridas por la UEB Hidroenergía Guantánamo en la aplicación de una metodología de cálculo para lograr el incremento del momento de Inercia en el grupo turbina-generator de Centrales Minihidroeléctricas, con la implementación de Volantes de Inercia.

Este trabajo será el primer paso para la futura automatización de minihidroeléctricas guantanameras.

## CONTROL Y AUTOMATISMO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Kairiyama J.C.<sup>(1)</sup>, Kurtz V.H.<sup>(2)</sup>, Muñoz H.E.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ingeniería, Departamento de Electrónica, Universidad Nacional de Misiones, Juan M. de Rosas 325, CP 3360, Ciudad de Oberá, Provincia de Misiones, Argentina, e-mail: [kairi@fio.unam.edu.ar](mailto:kairi@fio.unam.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Facultad de Ingeniería, Departamento de Electrónica, Universidad Nacional de Misiones, e-mail: [kurtzvh@fio.unam.edu.ar](mailto:kurtzvh@fio.unam.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Facultad de Ingeniería, Departamento de Electrotecnia, Universidad Nacional de Misiones, e-mail: [muniozh@fio.unam.edu.ar](mailto:muniozh@fio.unam.edu.ar)

Palabras Claves: Control por eventos, máquina de estado finita, PLC, automatismo, pequeñas centrales hidroeléctricas.

El uso de una máquina de estado finita (MEF) como sistema de control aplicado al automatismo y control de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) es factible. El controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo confiable, versátil, de fácil acceso, que mediante un programa adecuado, puede operar como una MEF que controla el funcionamiento autónomo de una PCH. Se describe el funcionamiento de la MEF como un sistema de control por eventos discretos. El funcionamiento de la planta y el proceso de control pueden describirse mediante estados y transiciones. El diseño del sistema de control requiere del conocimiento del sistema, sus operaciones y causas probables de fallas para caracterizar e identificar los diferentes estados del sistema. Se tienen en cuenta todas las operaciones de funcionamiento normal y situaciones de fallas propias y externas al sistema. El artículo se basa sobre la experiencia real de una pequeña central hidroeléctrica denominada Aprovechamiento Hidroeléctrico Arroyo el Tigre, instalada a 15 km. de la Ciudad de Oberá, que opera de manera autónoma, en paralelo a la red eléctrica provincial.



## 5

### PROPUESTA PARA LA REGULACION DE MICROCENTRALES HDROELECTRICAS EN MISIONES

Victor Hugo Kurtz <sup>(1)</sup>, Fernando Botterón <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones, Juan Manuel de Rosas, N°325, 3360, Oberá, Misiones, Argentina, e-mail: [kurtzvh@fio.unam.edu.ar](mailto:kurtzvh@fio.unam.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones, Juan Manuel de Rosas, N°325, 3360, Oberá, Misiones, Argentina, e-mail: [botteron@fio.unam.edu.ar](mailto:botteron@fio.unam.edu.ar)

Palabras Claves: microturbinas hidroeléctricas, picoturbinas hidroeléctricas, control de tensión y frecuencia, control de la generación, carga balasto, control manual.

En este trabajo, se propone una alternativa para el control automático de la frecuencia de la tensión generada en micro y pico aprovechamientos hidráulicos, de operación aislada, instalados en la provincia de Misiones, Argentina. Esta alternativa, se basa en la utilización de un sistema de control por carga balasto que consiste en hacer operar la máquina a potencia constante, pero no a flujo lanzado, si no con un valor de caudal diferente del proyectado para entregar la potencia máxima. Este caudal, que puede ser regulado manualmente mediante válvulas tipo mariposa o de tornillo sin fin, permite conseguir diferentes puntos de operación. Los diferentes puntos de operación son seleccionados en función del caudal de aporte del sistema, esto es, de acuerdo a la cantidad de agua disponible en el aprovechamiento en las diferentes épocas del año, determinando la máxima potencia que puede generar el aprovechamiento.

La mayoría de las micro y pico turbinas hidráulicas para generación de energía eléctrica, utilizadas en Misiones, emplean un alabe con servo mecanismo para regular el caudal turbinado. Este sistema, además del incremento del costo de la unidad motriz, presenta tiempos de respuesta muy elevados comparados a los tiempos de respuesta del regulador electrónico de tensión y frecuencia. Estos elevados atrasos de transporte se traducen en un pobre desempeño del sistema de control visto como un todo. Además de esto, el uso de un alabe regulador motorizado de caudal hace necesario el uso de una caja reductora, cojinetes antifricción, servomecanismos y circuitos de comando asociados a este último, lo que se traduce en un incremento del costo de la máquina hidráulica, que es una constante preocupación en sistemas hidráulicos de generación de baja potencia, los cuales deben satisfacer, entre otras cosas, las premisas de la “tecnología apropiada”<sup>(I)</sup>. Del estudio realizado en un aprovechamiento hidroeléctrico en particular de la Provincia de Misiones, llamado “Persiguero” (en funcionamiento desde 1985, 8kW de potencia nominal y que suministra energía eléctrica a 7 familias), de la experiencia adquirida en algunos emprendimientos ubicados en la precordillera patagónica y teniendo en cuenta los inconvenientes mencionados en el párrafo anterior con respecto al sistema de alabe regulador, surge entonces la propuesta de esta alternativa; basada en la operación de la micro o pico turbina hidráulica a potencia constante a través del uso de un regulador con carga balasto<sup>(II)</sup> y diferentes puntos de operación dados por los valores de caudal de una válvula de control manual. Las ventajas de esta propuesta residen en: (i) la posibilidad de utilizar reguladores de frecuencia y tensión más simples, económicos y con mejor desempeño dinámico si se lo compara con el sistema de regulación mixto<sup>(III)</sup> (basado en un regulador electrónico de generación y controlador automático de caudal) y (ii) una reducción significativa del costo de la máquina hidráulica.

(I) “Tecnología Apropiada o Inapropiada”, [http://www.healthwrights.org/books/APLS/aps\\_chapt15.pdf](http://www.healthwrights.org/books/APLS/aps_chapt15.pdf)

(II) Víctor H. Kurtz y Fernando Botterón, “Alternativa para el Control de Cargas Balasto”, Anales del XI encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, XI ELPAH, noviembre 2005, <http://www.mec.utfsm.cl/elpahchile/es/index.php>.

(III) Víctor H. Kurtz y Héctor R. Anocibar, “Sistema mixto para el control de la generación en micro centrales hidroeléctricas”, Anales del XI encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, XI ELPAH, noviembre 2005, <http://www.mec.utfsm.cl/elpahchile/es/index.php>.

## 6

### REGULADOR PARA PICOCENTRALES HIDROELECTRICAS: Antiguas soluciones para nuevo problemas.

Victor Hugo Kurtz <sup>(1)</sup>, Fernando Botterón <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones, Juan Manuel de Rosas, N°325, 3360, Oberá, Misiones, Argentina, e-mail: [kurtzvh@fio.unam.edu.ar](mailto:kurtzvh@fio.unam.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones, Juan Manuel de Rosas, N°325, 3360, Oberá, Misiones, Argentina, e-mail: [botteron@fio.unam.edu.ar](mailto:botteron@fio.unam.edu.ar)

Palabras Claves: microturbinas hidroeléctricas, picoturbinas hidroeléctricas, control de tensión y frecuencia, control de la generación, carga balasto, generadores sincrónicos.

La utilización de alternadores sincrónicos, constituye una excelente solución para pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Sin embargo no todos los generadores sincrónicos disponibles hoy en día en el mercado argentino, particularmente para potencias menores a 8kW, son los más aptos para la utilización en pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH). En este trabajo, se presenta la topología utilizada para la implementación de un regulador automático de tensión y frecuencia, en una microcentral hidroeléctrica, que utiliza un alternador sincrónico sin escobillas, del tipo empleado en grupos electrógenos compactos, impulsados por motores de combustión interna. En pequeñas centrales hidroeléctricas que operan en forma aislada, el control de la frecuencia de la tensión generada, se efectúa regulando la velocidad de rotación de la máquina hidráulica. La velocidad de giro es posible controlar automáticamente, por variación del caudal turbinado<sup>(1)</sup> o por derivación de carga eléctrica<sup>(1)</sup>. Mientras que la tensión generada por alternadores sincrónicos, es controlada automáticamente por sistemas denominados AVR (*automatic voltage regulator*), que actúan sobre el campo de excitación del generador y generalmente vienen provistos con la máquina.

La implementación de un sistema automático de control de la generación en pequeñas centrales, que utilizan generadores sincrónicos equipados con AVR, se limita a la utilización de un regulador de frecuencia AFR (*automatic frequency regulator*), que es propio de las PCH.

Los AFR, son construidos ad hoc para pico y microcentrales hidroeléctricas, mientras que los AVR, son de configuración estándar para los alternadores sincrónicos y el principio de funcionamiento es independiente la máquina primaria.

La construcción de un AFR, no presenta grandes inconvenientes, cuando es utilizado para controlar generadores sincrónicos equipados con AVR. Pero no todos los alternadores sincrónicos de baja potencia disponibles, vienen equipados con AVR, como es el de este caso, donde se usó un generador del tipo que se proveen para grupos electrógenos impulsador por motores “nafteros” (a gasolina), tipo “Honda” que por las características de funcionamiento presenta un punto de trabajo estable en velocidad y una alta respuesta ante las variaciones de carga, que hace innecesario el uso de un AVR. Dicho de otra manera, se disponía de un generador sin AVR y sin posibilidad de implementar un circuito AVR externo, ya que estas máquinas funcionan sin escobilla y por lo tanto sin acceso al bobinado de campo.

Para solucionar este inconveniente se optó por anexas al AFR por derivación de carga, proyectado para este aprovechamiento en particular, un regulador de tensión también por derivación de carga, con el fin de mantener la tensión estable ante la variación del consumo, sin utilizar un AVR, propiamente dicho.

(IV) Víctor H. Kurtz y Fernando Botterón, “Alternativa para el Control de Cargas Balasto”, Anales del XI encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, XI ELPAH, noviembre 2005, <http://www.mec.utfsm.cl/elpahchile/es/index.php>.

(V) Víctor H. Kurtz y Héctor R. Anocibar, “Sistema mixto para el control de la generación en micro centrales hidroeléctricas”, Anales del XI encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, XI ELPAH, noviembre 2005, <http://www.mec.utfsm.cl/elpahchile/es/index.php>.

## PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DE UNA CENTRAL MINIHIDROELÉCTRICA

Inés María Toledano Gómez <sup>(1)</sup>, Leonardo Peña Pupo <sup>(1)</sup>, Alfredo Correa Álvarez <sup>(1)</sup>,  
Luis Ángel Góngora Leyva <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Unidad Empresarial de Base Hidroenergía. Instituto Nacional de Recursos  
Hidráulicos. Delegación Guantánamo. Cuba.

Palabras claves: automatización, minihidroeléctricas.

El presente trabajo constituye el Proyecto de Automatización de una Central Minihidroeléctrica. La automatización de una central minihidroeléctrica significa la implementación en la planta de un regulador electrónico de frecuencia, componente **básico** en cualquier sistema de generación de energía eléctrica que asegura la continuidad del servicio y la calidad de los parámetros fundamentales, frecuencia y voltaje; lo que se resume en el incremento de la calidad de vida de las comunidades rurales permitiéndoles entre otras bondades contar con energía eléctrica 24 horas al día con un mínimo de impacto ambiental. En las unidades hidrogeneradoras de pequeña potencia que trabajan aisladas (no están conectados al Sistema Electroenergético Nacional) el control adquiere mayor relevancia por estar sometidas a perturbaciones de cambio de carga importantes que hacen indispensables la regulación de los parámetros anteriormente mencionados.

El proyecto describe un sistema electrónico microcontrolado destinado a regular frecuencia ajustando el caudal de agua que ingresa a la turbina, es posible además conectar dispositivos auxiliares tales como indicadores, instrumentos de medición, alarmas y puede monitorearse a distancia.

Se presenta toda la documentación gráfica y de tipo texto necesaria para el montaje y operación de dicho sistema cumpliéndose con las normas ISA y las Normas Cubanas (NC) que son las establecidas en Cuba para la realización de este tipo de proyecto.

En Cuba no existe hasta el momento ninguna central minihidroeléctrica aislada que posea un regulador electrónico de frecuencia, de lograrse su implementación nuestros aprovechamientos hidroenergéticos se colocarían al nivel de las centrales minihidroeléctricas del mundo.

## 8

### **BOMBA UTILIZADAS COMO TURBINAS EN PEQUEÑOS APROVECHAMIENTOS HIDROENERGÉTICOS: ESTADO DEL ARTE**

Audisio O.A. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Lab. de Máquinas Hidráulicas (L.A.M.HI.) Dpto. de Mecánica Aplicada, Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Calle Buenos Aires 1400, (Q8300BCX) Neuquén, ARGENTINA. [audisio@uncoma.edu.ar](mailto:audisio@uncoma.edu.ar)

Cuando se discute la situación energética en países en desarrollo y especialmente cuando involucramos a las áreas rurales de estos, es de reconocimiento general que las Pequeñas Centrales Hidráulicas (PCH) juegan un importante rol en el desarrollo de ellas. Sin embargo, el costo de inversión inicial de las PCH, considerado relativamente alto, ha restringido, en algunos países más que en otros, de manera apreciable el desarrollo de estas potenciales energía renovables. Uno de los objetivos que buscamos a través de este trabajo es poder mostrar que existen alternativas dentro de la micro hidro generación que presentan bajo costo económico; y que es haciendo uso de bombas centrífugas standard como turbinas.

El uso de Bombas Centrífugas Standard como Turbinas puede ofrecer, y desde ya lo están haciendo, una alternativa técnica la que a su vez va acompañada de una relevante ventaja económica y por lo que debería contribuir a una amplia aplicación en PCH. El presente trabajo tiene como objeto el de realizar un análisis del estado del arte respecto a la temática de la "Bombas trabajando como Turbinas". Se presenta un somero resumen, desde el punto de vista fluidodinámico, de equipos comerciales y cuales son las premisas básicas para que una máquina pueda trabajar en sentido reversible y sus consecuencias. En este contexto siempre, y de hecho existen, se trato de encontrar alguna herramienta matemática para poder inferir distintos parámetros de funcionamiento en el modo turbina, a partir de los parámetros nominales de la bomba en si.

El trabajo comienza haciendo una recopilación a partir de uno de los primeros trabajos que se hicieron respecto a este tema y que fuera desarrollado por A.J. Stepanoff en el año 1957, donde hace una correlación entre altura, caudal y rendimiento para una misma máquina operando como bomba y/o turbina.

Luego se hace también una mención del método desarrollado por McClaskey y Lundqvist en el año 1976 donde se muestra su trabajo y se puede ver como su metodología es de similar características que la desarrollada por Stepanoff. También se hace mención a las metodología desarrolladas por Kittredge (1961), Engeda (1987) y el de mayor suceso como el que desarrollaron en México el Dr. Claudio Alatorre Frenk y Terry Thomas. Hasta llegar a lo que ha publicado en la década de mediados del '90 J.M. Chapallaz y otros.

Por último, de todas estas metodologías de inferir el comportamiento en el modo turbina, a partir de los parámetros de la bomba, se hace un análisis de los pro y los contra que presenta cada uno de ellos.

## ÁREA TEMÁTICA 12: REFORMADO, CATÁLISIS, PROCESOS

1

### ANÁLISIS CINÉTICO DE DATOS DE VELOCIDAD PARA EL REFORMADO SECO DE METANO SOBRE UN CATALIZADOR DE Ni-Rh-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Barroso Quiroga M. M.<sup>(1)</sup>, Iriarte M. E.<sup>(1)</sup>, Castro Luna A.<sup>(1)\*</sup>

<sup>(1)</sup> INTEQUI-CONICET-UNSL, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales (FICES), Av. 25 de Mayo 384, (5730) Villa Mercedes (S.L.), Argentina. [mbquirog@fices.unsl.edu.ar](mailto:mbquirog@fices.unsl.edu.ar), [miriarte@fices.unsl.edu.ar](mailto:miriarte@fices.unsl.edu.ar), [cstrln@fices.unsl.edu.ar](mailto:cstrln@fices.unsl.edu.ar)

Palabras Claves: cinética, reformado seco, hidrógeno-CO, catalizador Ni-Rh

La reacción de reformado de metano con dióxido de carbono (reformado seco) es una ruta muy atractiva para la conversión de reactivos de bajo costo en gas de síntesis (CO + H<sub>2</sub>), el cual puede ser usado para la producción de importantes procesos industriales. El conocimiento de la cinética y el mecanismo de la reacción es aun controversial debido al complejo esquema reactivo.

En este trabajo se estudió la cinética de la reacción de reformado seco de metano, para obtener hidrógeno y gas de síntesis, sobre un catalizador de Ni-Rh-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> usando un método estacionario, en el rango de 525-625°C y a presión atmosférica. Se midieron datos cinéticos de conversión de metano y CO<sub>2</sub> en un reactor de lecho fijo de cuarzo en condiciones de reactor integral. La ausencia de limitaciones difusionales externas e internas se aseguró usando tests experimentales y cálculos teóricos. Se estudió la influencia de la reacción secundaria inversa de desplazamiento de gas de agua usando tratamiento cinético y termodinámico de los datos experimentales, concluyendo que esta reacción influencia el sistema global y debería considerarse en equilibrio en las condiciones de este trabajo. De la proposición de un esquema cinético de etapas elementales se propusieron veintisiete diferentes mecanismos de reacción que generaron las correspondientes ecuaciones de velocidad formuladas de acuerdo al formalismo de Langmuir-Hinshelwood-Hougen-Watson. Aplicando una estrategia de discriminación de modelos y estimación de parámetros, se seleccionó un modelo que considera la adsorción disociativa de metano, la adsorción molecular de dióxido de carbono y la reacción química en superficie entre ambas especies como etapa controlante de la velocidad. El modelo seleccionado y la expresión de la velocidad de reacción correspondiente, describen el comportamiento del sistema bajo las condiciones de operación estudiadas, y sus parámetros son estadística, fisicoquímica y termodinámicamente consistentes, pudiendo usarse en el diseño o la simulación de un reactor industrial.

## 2

### REFORMADO SECO DE METANO SOBRE UN CATALIZADOR DE Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MODIFICADO CON METALES

R. Bomben <sup>(1)</sup>, V. Mercado <sup>(1)</sup>, A. Castro Luna <sup>(1)\*</sup>

<sup>(1)</sup> INTEQUI-CONICET-UNSL, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales (FICES), Av. 25 de Mayo 384, (5730) Villa Mercedes (S.L.), Argentina.  
[rbomben@fices.unsl.edu.ar](mailto:rbomben@fices.unsl.edu.ar), [vmercado@fices.unsl.edu.ar](mailto:vmercado@fices.unsl.edu.ar), [cstrln@fices.unsl.edu.ar](mailto:cstrln@fices.unsl.edu.ar)

Palabras Claves: catalizador de Ni promovido con metales, reformado seco, hidrógeno-CO

El reformado seco de metano permite la conversión de dos gases de efecto invernadero en productos de alto valor para la obtención de hidrógeno o CO, de alta pureza o gas de síntesis de baja relación CO/H<sub>2</sub>. Entre los metales activos para catalizar esta reacción se destaca el Ni por costo y disponibilidad. Se requiere mejorar su actividad y selectividad, para evitar o al menos controlar la formación de coque. En la literatura, se ha puesto particular atención a la investigación de la influencia del soporte, el método de preparación, y la adición de promotores.

Hemos desarrollado previamente un catalizador de Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> preparado por un método sol-gel usando sec-butoxido de aluminio y 1-metoxi-2-propóxido de níquel como material de partida, seguida de etapas de hidrólisis y peptización ácida y calcinación a 1023 K. Este catalizador ha demostrado su eficacia en la reacción de reformado seco de metano. En este trabajo se estudió la influencia de la adición de K, Sn, Mn y Ca, sobre el comportamiento de este catalizador respecto de su actividad catalítica y resistencia a la formación de carbón. Los catalizadores promovidos frescos y usados se caracterizaron por BET, TPR y DRX.

La introducción de 0,5% p/p de los metales mencionados mostraron, respecto del catalizador original, cambios en la actividad y estabilidad. En el caso de la adición de Ca, luego de un periodo de actividad creciente de aproximadamente 16 h, alcanzó valores máximos de actividad para luego mostrar una lenta pero continua disminución del nivel de actividad. En el caso de Mn y Sn se observó una disminución de la resistencia a la formación de carbón. El efecto de la adición de K produce un notable incremento de la actividad manteniendo la estabilidad que exhibió el catalizador no promovido. Este catalizador promovido con K, mostró bajo coque y alta estabilidad de su actividad catalítica durante 50 h de operación.

### 3

## **SÍNTESIS Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DEL PROCESO DE REFORMADO DE ETANOL Y PILA DE COMBUSTIBLE**

FRANCESCONI J. A.<sup>(1)</sup>, AGUIRRE P.<sup>(1)</sup>, SCENNA N.<sup>(1)</sup>, OLIVA D. G.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Desarrollo y Diseño (INGAR-CONICET)-Avellaneda 3657 - 3000 Santa Fe. República Argentina. E-mail: [paguir@ceride.gov.ar](mailto:paguir@ceride.gov.ar)

Palabras Claves: reformado de bioetanol; procesador de hidrogeno; fuel cells; integración de procesos; síntesis y optimización de red de intercambiadores de calor.

Las celdas de combustible han sido consideradas una alternativa de interés para el reemplazo a mediano plazo tanto de los propulsores actuales utilizados en vehículos de transporte como para fuentes fijas de generación. Ello se debe a que operan con eficiencias mayores y producen un bajo impacto sobre el medio ambiente.

Los combustibles que se utilizan como alimentación a los procesadores de combustibles son hidrocarburos líquidos o gaseosos y alcoholes. El bioetanol presenta diversas ventajas relacionadas con su disponibilidad, almacenamiento y una manipulación segura, producción renovable a partir de biomasa.

El sistema está constituido por un procesador de combustible que produce hidrógeno mediante reformado de bioetanol con vapor de agua acoplada a una celda de combustible tipo polimérica (PEM).

El núcleo de los procesadores de hidrógeno está constituido por tres reactores catalíticos de lecho fijo; el primero es de reformado y los dos restantes efectúan la remoción de impurezas, básicamente CO, que afectan el funcionamiento y deteriora la pila.

Es muy importante lograr la mayor integración posible entre los procesos, ya que la eficiencia del sistema se encuentra relacionada con ello. La eficiencia indicará la viabilidad económica, y la integración brindará un tamaño y respuesta adecuada del equipo final.

Por ello, el objetivo del presente trabajo es obtener una red de intercambiadores de calor óptima de éstos sistemas que minimice el área a utilizarse en la transferencia de energía.

Mediante el uso de simulador comercial se resolvieron los balances de masa y energía permitiendo determinar las mejores condiciones operativas de las unidades presentes. En este primer paso se utiliza un superintercambiador de corrientes que da una primera aproximación de la red para luego pasar a utilizar un modelo de programación matemática tipo MINLP (SYNHEAT de Yee and Grossmann - 1990), el que se ha modificado para que pueda representar cambios de fase en las corrientes.

Esto ha permitido encontrar una posible estructura de la red de intercambiadores, minimizando el área a utilizar en el intercambio de calor, algo de suma importancia en la reducción de costos, tamaños y tiempos de respuestas de estos sistemas.

## HIDROGENO A PARTIR DE REFORMADO DE METANOL: SIMULACION DE REACTORES MONOLITICOS ISOTERMICOS Y ADIABATICOS

Gonzo. E.E.

INIQUI, UNSa, Facultad de Ingeniería, Buenos Aires 177, A4402 FDC, Salta, Argentina. e-mail: [gonzo@unsa.edu.ar](mailto:gonzo@unsa.edu.ar)

Palabras Claves: reactores monolíticos, producción de hidrógeno, reformado de metanol

La producción de hidrógeno a partir del reformado de metanol con vapor de agua es una de las alternativas más prometedoras para alimentar una celda de combustible. Para producir hidrógeno a bordo de un vehículo es necesario operar con micro reactores, particularmente los tipos monolíticos ya que cuentan con suficiente experiencia en procesos destinados al tratamiento de gases de escape de los automóviles.

En este trabajo se presenta un método simple y preciso para simular un reactor monolítico con un recubrimiento catalítico no uniforme de  $\text{Cu/ZnO/Al}_2\text{O}_3$ .

Basados en el estudio cinético de la reacción intrínseca de reformado de metanol (Lee et al., 2004) se simuló reactores monolíticos con canales cuadrados de diferentes dimensiones de celdas, con distintos distribuciones del recubrimiento (filled in square, circle in square) y considerando al sistema isotérmico o adiabático.

En función de los resultados preliminares del valor del factor de efectividad intrínseco del sistema, se estudió la simulación de monolitos con recubrimientos con espesores crecientes hasta llegar a constituir un sistema de “circle in square”.

El método aquí presentado permite considerar la reacción química, su cinética y los efectos de las transferencias interna (recubrimiento) y externa (fluido-recubrimiento) de calor y materia. Se muestra como varía la concentración de los reactivos y productos en el seno de la fase fluida y sobre la interfase fluido-recubrimiento catalítico, a lo largo del reactor.

A través del método propuesto, que es de rápida resolución, se calcula el factor de efectividad intrínseco y global. En los sistemas estudiados la pérdida de carga es del orden de 1 kPa para los monolitos de 2 mm de lado y de 3 kPa para los de 1 mm de lado, con espesores medio de recubrimiento que van desde los 200 a los 550  $\mu\text{m}$ .

Los factores de efectividad intrínsecos estimados con el método aquí descrito coinciden perfectamente con los determinados en el trabajo de Lee et al. (2004).

Gonzo, E.E., XXII Cong. Interamer de Ing. Química 2006.

Lee, J.K., Ko, J.B., Kim, D.H.; Appl. Catal. A.Gen., 278 (2004) 25-35.

Hwang, S.M., Kwon, O.J., Kim, J.J., Appl. Catal. A.Gen., 316 (2007) 83-89.

Faungnawakij, K., Kikuchi, R., Eguchi, K., J. of Power Sources, 161 (2006) 87-94.

Bichon, P., Asheim, M., Jordal, A., Int. J. of Hydrog. Energy (2006).



## OXIDACIÓN PARCIAL DE METANO SOBRE CATALIZADORES DE Ni SOPORTADO SOBRE OXIDO MIXTO DE CERIO-CIRCONIO

Larrondo S.A.<sup>(1)</sup>, Kodjaian A.<sup>(1)</sup>, Fábregas I.<sup>(2)</sup>, Zimicz M. G.<sup>(2)</sup>, Lamas D.G.<sup>(2)</sup>, Walsøe de Reca B. E.<sup>(2)</sup>, Amadeo N. E.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Pabellón de Industrias, Ciudad Universitaria, 1428, Buenos Aires, Argentina.

<sup>(2)</sup> CINSO (Centro de Investigaciones en Sólidos), CONICET-CITEFA, J.B. de La Salle 4397, (1603) Villa Martelli, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

Palabras Claves: Oxidación parcial de metano, Óxido de Cerio, Óxido de Ce/Zr.

La oxidación parcial catalítica de metano, dada su baja exotermicidad, constituye una alternativa interesante para la obtención de hidrógeno al reformado de metano con vapor de agua. Uno de los desafíos actuales es la obtención de catalizadores que, además de mostrar gran actividad para la conversión de metano, presenten selectividad hacia la obtención de hidrógeno y un comportamiento estable en las condiciones de reacción.

En este trabajo se sintetizaron óxidos de cerio y de cerio/circonio de composición nominal  $Ce_{0,9}Zr_{0,1}O_2$ , mediante el método gelificación-combustión utilizando glicina como combustible [1] de manera de obtener materiales de tamaño de partícula nanométrico. Los óxidos de cerio y de cerio/circonio se seleccionaron por sus propiedades estructurales y electrónicas que los convierten en materiales interesantes para ser usados como catalizadores y soportes, y como aditivos para incrementar la actividad, la selectividad y la estabilidad térmica de diversos catalizadores [2]. Además, el óxido de cerio posee la habilidad de actuar como un almacenador de oxígeno dada la capacidad del catión cerio de cambiar fácilmente entre sus estados reducido y oxidado ( $Ce^{3+}/Ce^{4+}$ ). Los sólidos obtenidos se sometieron a un proceso posterior de impregnación con solución de níquel de manera de obtener contenidos de 9% y 50% (m/m). A los catalizadores así sintetizados se le realizaron caracterizaciones texturales, estructurales y de comportamiento catalítico en la reacción de oxidación parcial de metano. Se encontró que el método de síntesis es efectivo, obteniéndose sólidos con buenas características morfológicas (área específica, composición, homogeneidad). Además los catalizadores resultaron ser activos y mostraron un comportamiento estable durante el período de trabajo, mostrando conversiones de metano el 90% para temperaturas comprendidas entre los 500 y 700 °C, siendo hidrógeno y monóxido de carbono los principales productos observados.

[1] Lamas D., Lascalea G., Juarez R., Djurado D., Perez L, Walsøe de Reca N., J. Mater. Chem., (2003), 13, 904-910.

[2] Trovarelli A., Boaro M., Rocchini E., de Leitenburg C., Dolcetti G., J. Alloys Compnds., (2001), 323 – 324, 584-591.

Agradecimientos:

Al CONICET (Proyecto PIP5865), a la Universidad de Buenos Aires (Proyecto UBACyT I020) y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Argentina, PICT No.14268), por el apoyo financiero para llevar a cabo estas investigaciones

## 6

### **APLICACIONES DE CATALIZADORES Ni/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>- $\alpha$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> EN REFORMACIONES DE GAS NATURAL: ESTUDIO DE DESACTIVACIÓN POR DEPOSICIÓN DE CARBÓN**

Francisco Pompeo <sup>(1,2)</sup>, Nora Nichio <sup>(1,2)</sup>, Osmar Ferretti <sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> CINDECA, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata-CONICET, 47 N 257, 1900 La Plata, Argentina.

<sup>(2)</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 esq 47, 1900 La Plata, Argentina

Palabras Claves: reformado seco, desactivación por carbón, catalizadores de níquel, circonia, ceria.

En este trabajo se presenta el estudio de catalizadores de Ni soportados sobre  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> comercial modificada por el agregado de CeO<sub>2</sub> y/o ZrO<sub>2</sub> (1 y 5 % de óxidos totales). El objetivo central es evaluar el comportamiento de estos sistemas Ni/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>- $\alpha$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, para determinar el efecto de la modificación del soporte frente a las reacciones de reformación de gas natural con dióxido de carbono y la oxidación parcial de metano (DR y POM), de manera de establecer el efecto de la modificación sobre el soporte comercial de base ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Es sabido que la desactivación es el principal impedimento para que un catalizador sea considerado para su aplicación industrial. Los dos principales mecanismos de desactivación, debido a las condiciones de operación de las reacciones consideradas en este estudio, son: deposición de carbono y sinterizado de la fase metálica activa. La formación de carbono proviene principalmente de dos reacciones, vía la reacción de Boudouard (2CO→C+CO<sub>2</sub>) y/o la descomposición de metano (CH<sub>4</sub>→C+2H<sub>2</sub>), las cuales provocan la desactivación del catalizador. En consecuencia, resulta interesante considerar el diseño y desarrollo de catalizadores a base de Ni resistentes a la desactivación por deposición de carbón.

Se profundizó el estudio de la desactivación por deposición de carbón para determinar la estabilidad de estos sistemas. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que el agregado de CeO<sub>2</sub> y/o ZrO<sub>2</sub> al soporte de  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mejora la dispersión del Ni, y en consecuencia la actividad catalítica en todo el rango de temperaturas estudiado (450 a 700 °C). Los composites con CeO<sub>2</sub> y ZrO<sub>2</sub> mejoran notablemente la estabilidad de los catalizadores a base de Ni, dependiendo de la relación Ce:Zr. Los catalizadores más estables, y con menor deposición de carbono, son aquellos con relación Ce:Zr = 4:1 en el soporte.

## CINÉTICA DE RECUPERACIÓN DE NÍQUEL A PARTIR DE CATALIZADORES AGOTADOS USADOS EN EL REFORMADOS DEL METANO

Alvarez F. J. <sup>(1)</sup>, Pasquevich D. M. <sup>(1,2)</sup> y Bohé A. E. <sup>(1,2,3)</sup>

<sup>(1)</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Bustillo 9500, 8400, S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina, [alvarezf@cab.cnea.gov.ar](mailto:alvarezf@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Av. Bustillo 9500, 8400, S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina, [bohe@cab.cnea.gov.ar](mailto:bohe@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(3)</sup> Universidad Nacional del Comahue, Quintral 1250, 8400, S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina, [pasquev@cab.cnea.gov.ar](mailto:pasquev@cab.cnea.gov.ar)

Palabras Claves: Separación, cloración, catalizador

En los procesos de reformado del metano, obtención de gas de síntesis y de hidrógeno, se emplean los catalizadores tipo Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Debido a que estos compuestos suelen desactivarse después de un uso prolongado, es necesario plantear algún método para recuperarlos con la menor contaminación posible por parte de los subproductos generados durante el proceso.

En el presente trabajo se plantea la separación del níquel de la alúmina y su caracterización microestructural, cuando se encuentra presente en las mezclas: 10 % Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 12 % NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La técnica bajo estudio emplea cloro gaseoso como agente de separación entre 200° y 800°C.

Se efectuaron mediciones termogravimétricas en flujo de gas cloro-argón, de los componentes de la mezcla por separado y de las mezclas en condiciones no isotérmicas hasta 950°C. El níquel comienza a reaccionar a 340°C y cerca de 679°C se detecta la volatilización como cloruro de níquel. Por otro lado el NiO reacciona y se volatiliza simultáneamente cerca de 725°C. No se manifiesta reacción del óxido de aluminio en fase gamma con cloro gaseoso ni se detectan cambios de fase en el rango de estudio.

A los fines de determinar las velocidades de reacción se procedió a medir los cambios de masa de los reactivos bajo el mismo flujo gaseoso y en condiciones isotérmicas, encontrándose una mayor reactividad del níquel metálico frente al óxido y sobre todo la no reactividad de la alúmina, lo cual favorece la separativa planteada como objetivo. Se pudo establecer la cinética de la separación del níquel de la alúmina.

Los productos finales de la reacción extraídos de las zonas del reactor de más altas temperaturas fueron identificados como NiCl<sub>2</sub> y NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, la fase de la alúmina que predominaba era el óxido □- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, que se encuentra condensada con el NiCl<sub>2</sub> hasta 700°C.

La caracterización morfológica de reactivos y productos fue llevada a cabo por difracción de rayos x (DRX) y microscopía de barrido (MEB). La composición de las muestras fue determinada por las técnicas analíticas de absorción atómica (AA) y espectrometría de fluorescencia de rayos x (FRX).

## THERMODYNAMIC AND EXERGY ANALYSIS OF A NOVEL HYDROGEN PRODUCTION PROCESS

Casas Y.<sup>(1)</sup>, Morales M.C.<sup>(1)</sup>, Peralta L.M.<sup>(1)</sup>, Arteaga L.E.<sup>(2)</sup>, Gonzalez E.<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Departamento de Ing. Química. Universidad Central de las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 y 1/2, CP: 54830, Santa Clara, Cuba, [yannay@uclv.edu.cu](mailto:yannay@uclv.edu.cu)

<sup>(2)</sup> Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central de las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 y 1/2, CP: 54830, Santa Clara, Cuba.

Palabras clave: Thermodynamics, Exergy, Bioethanol Steam Reforming.

A thermodynamic analysis of hydrogen production from Bioethanol steam reforming (e-s-r) was carried out in the present paper. The influence of reactants molar ratio feed into the reforming stage ( $2.5 < \text{mol}_{\text{Water}} / \text{mol}_{\text{EtOH}} < 8$ ), temperature (573 to 1173K) and pressure ( $1 < P < 10$  atm) over equilibrium compositions was studied. The direct method employed to analyze the system was the minimization of Gibbs free energy (MGFE) in conjunction with Lee-Kesler state equation. The temperature and reactants molar ratio showed a positive influence on the hydrogen yield, ethanol conversion was predicted as 100% for the whole interval analyzed while the pressure affected greatly the Hydrogen production. Ethanol/Water mixture conditioning stages (mixing, vaporization and heating) were studied in addition to the reaction to analyze the system quality by means of an exergetic method applying the 2<sup>nd</sup> law of thermodynamic. The heating and vaporization stages were highly affected by changing both temperature and reactants molar ratios. Exergy efficiency and irreversible losses were studied too.

## PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE ETANOL EMPLEANDO CATALIZADORES DE CoZnAl

Barroso M. N., Gomez M. F., Arrúa L.A., Abello M.C.

Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (UNSL-CONICET), Chacabuco y Pedernera, 5700 San Luis, Argentina, e-mail: [mnbarro@unsl.edu.ar](mailto:mnbarro@unsl.edu.ar)

Palabras Claves: producción de hidrógeno, reformado de etanol, catalizadores Co-Zn-Al.

La demanda de hidrógeno a nivel mundial está creciendo año a año y su empleo en celdas de combustibles ha despertado el interés por el desarrollo de nuevas alternativas para su producción. Una vía atractiva es la generación de  $H_2$  por la reacción de reformado de etanol dado que se trata de una materia prima renovable producida por fermentación de biomasa. El desafío es encontrar catalizadores activos, selectivos y estables para esta reacción. En este trabajo se presentan la preparación y la caracterización del sistema ternario Co-Zn-Al y sus propiedades catalíticas en la reacción de reformado de etanol. Los catalizadores son preparados, por el método del citrato, con 18 y 25 % en peso de Co y una relación Zn:Al constante.

Los patrones de rayos X de las muestras frescas indican la formación de la espinela  $ZnAl_2O_4$ , como así también la presencia de  $Co_3O_4$  y/o formación de  $CoAl_2O_4$  cuyas líneas de reflexión son coincidentes. Las superficies específicas son del orden de  $20\text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Los perfiles de reducción térmica programada presentan dos bandas de consumo de  $H_2$ , una entre  $440^\circ$  y  $540^\circ\text{C}$  que puede atribuirse a la reducción de  $Co_3O_4$  y otra entre  $600^\circ$  y  $700^\circ\text{C}$  que puede asociarse a especies Co fuertemente interaccionadas con la espinela  $ZnAl_2O_4$ .

A  $500^\circ$  y  $600^\circ\text{C}$ , los dos catalizadores son muy activos bajo condiciones de reformado con conversiones de etanol del 100%. A  $500^\circ\text{C}$ , los principales productos carbonosos son  $C_3H_6O$ ,  $CO_2$ ,  $C_2H_4O$ ,  $CH_4$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_2H_4$  y en menor cantidad CO. El rendimiento a  $H_2$  es de 2.1- 2.3 mol  $H_2$ /mol  $C_2H_5OH$  alimentado y no cambia significativamente con la carga de Co. Cuando la temperatura de reacción es  $600^\circ\text{C}$  se observan diferencias en el comportamiento catalítico. Los principales productos son CO,  $CO_2$  y  $CH_4$  debido a una fuerte disminución o a la no formación de otros productos. El rendimiento a  $H_2$ , en estas condiciones, es de 4 -5 mol  $H_2$ /mol  $C_2H_5OH$ .

Galetti A.E., Gomez M.F., Arrua L.A., Abello M.C.

Instituto de Investigaciones en Tecnología Química, INTEQUI-CONICET-UNSL.  
Chacabuco y Pedernera, 5700, San Luis, Argentina, e-mail: [agugaletti@yahoo.com.ar](mailto:agugaletti@yahoo.com.ar)

Palabras Claves: Hidrógeno, etanol, reformado.

La reacción de reformado de etanol es estudiada con el objeto de producir hidrógeno para su empleo en celdas de combustibles. Diferentes sistemas catalíticos están siendo desarrollados y en particular, los catalizadores de Ni han resultado ser muy activos y selectivos en la reacción mencionada. Sin embargo, estos sistemas presentan como principal desventaja su desactivación por deposición de coque, sinterizado y/o la formación de compuestos inactivos. La incorporación de Ce en catalizadores de Ni ha mostrado efectos positivos en este sentido ya que promueve la remoción de los depósitos carbonosos probablemente como consecuencia de su capacidad de almacenar  $O_2$  y de donarlo a la superficie del sólido o de su efecto catalítico en reacciones de remoción de carbón tales como la gasificación o la reacción de Boudaourd. En este trabajo se presentan resultados cinéticos del sistema NiZnAl modificado por el agregado de Ce en la reacción de reformado de etanol bajo distintas condiciones de operación.

El catalizador, preparado por la técnica sol-gel, contiene 25% en peso de Ni, una relación atómica Zn:Al = 0.5 y 10% en peso de Ce. La muestra fue caracterizada por distintas técnicas tales como DRX,  $S_{BET}$ , RTP, IR, SEM y espectroscopía Raman. La reacción de reformado de etanol fue estudiada a presión atmosférica, entre 350° y 700 °C con una relación molar  $H_2O:C_2H_5OH$  superior a la estequiométrica ( $RM = 4$ ).

Desde 400°C el catalizador resultó ser muy activo con conversiones de etanol del 100% y selectividades a  $H_2$  superiores a 60%. La distribución de productos dependió fuertemente de la temperatura, de la historia del catalizador (muestra fresca o sometida a temperaturas crecientes en condiciones de reformado) y del tiempo de contacto. A 700°C los únicos productos fueron  $H_2$ ,  $CO_2$  y CO. En estas condiciones los ensayos TG, SEM y Raman de la muestra después de reacción no revelan la formación de carbón.

## 11

### **OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DEL REFORMADO AUTOTÉRMICO DE METANO EMPLEANDO CATALIZADORES DE Rh/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Múnera J. F.<sup>(1)</sup>, Cornaglia L. M.<sup>(1)</sup>, Lombardo E. A.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Investigaciones en Catálisis y petroquímica (FIQ, UNL-CONICET),  
Santiago del Estero 2829, 3000 Santa Fe, Argentina  
[jmunera@fiqus.unl.edu.ar](mailto:jmunera@fiqus.unl.edu.ar)

Palabras Claves: Reformado, Metano, Hidrógeno

El reformado seco de CH<sub>4</sub> es una interesante alternativa para la producción de H<sub>2</sub>. Uno de los problemas de esta reacción, es el elevado requerimiento energético, debido a que es una reacción altamente endotérmica. La conversión de CH<sub>4</sub> a CO e H<sub>2</sub> aumenta su interés práctico cuando se acopla este proceso con una reacción exotérmica (oxidación parcial con O<sub>2</sub>). Al combinar estas reacciones podría obtenerse potenciales ventajas económicas. En este trabajo se evaluó el sólido de Rh(0.6%)/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en la reacción combinada de reformado seco y oxidación parcial de metano a 823 K, se optimizó la concentración de O<sub>2</sub>, buscando favorecer la producción de H<sub>2</sub> y minimizar los puntos calientes dentro del sistema. El sólido fue preparado por impregnación húmeda de una solución de RhCl<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O en La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y se caracterizó utilizando técnicas como DRX, TPR, TPD y Raman, en la evaluación en un reactor de lecho fijo se emplearon diferentes relaciones CH<sub>4</sub>:CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub>: a) 1:1:0, b) 1:1:0,20 y c) 1:1:0,33. Antes de cada cambio de la relación de reactivos, el sólido se mantuvo en flujo de Argon.

Para el caso a) (reformado seco), la conversión de CH<sub>4</sub> se mantuvo constante (21%) durante 10 horas, posteriormente fue evaluado el reformado autotérmico (a y b) la conversión de metano aumento a 25 y 35% respectivamente, por último se sometió de nuevo el sólido a la reacción de reformado seco (a) y la conversión de metano fue similar a la obtenida inicialmente (21%). La relación H<sub>2</sub>/CO correspondiente para cada reacción también fue determinada. Para el caso a) se obtuvo una relación de 0,81 indicando que además de la reacción de reformado seco se da otra reacción (RWGS), mientras que cuando se evaluó el reformado autotermico (a y b) la relación H<sub>2</sub>/CO fue de 1,30 y 1,60 respectivamente. Es importante aclarar que el catalizador en ninguno de los casos presento desactivación.

## PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR REFORMADO DE ETANOL: ESTUDIO DE LA DESACTIVACIÓN POR COQUE

Vizcaíno A.J.<sup>(1)</sup>, Arena P.<sup>(2)</sup>, Baronetti G.<sup>(2)</sup>, Carrero A.<sup>(1)</sup>, Calles J.A.<sup>(1)</sup>, Amadeo N.<sup>(2)</sup>, Laborde M.A.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Departamento de Tecnología Química y Ambiental, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán, s/n, 28933, Móstoles, España, [arturo.vizcaino@urjc.es](mailto:arturo.vizcaino@urjc.es)

<sup>(2)</sup> Laboratorio de Procesos Catalíticos, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Pabellón de Industrias, Ciudad Universitaria, 1428, Buenos Aires, Argentina, [norma@di.fcen.uba.ar](mailto:norma@di.fcen.uba.ar)

Palabras Claves: Hidrógeno, etanol, reformado con vapor, depósito de carbón

El reformado con vapor de etanol es una alternativa interesante para la producción de hidrógeno, ya que el etanol se puede obtener de forma renovable. El uso de hidróxidos dobles laminares (HDLs) como precursores de catalizadores de níquel conduce a una elevada dispersión de las partículas metálicas es una estructura de aluminio. En este sentido, se sintetizó un catalizador Ni(II)Al(III) a partir de un HDL como precursor y se probó en la reacción de reformado de etanol con vapor. Aunque este catalizador presentó una elevada estabilidad, la acidez de la alúmina favoreció la formación de coque a partir del etileno generado por deshidratación de etanol. Por ello, con objeto de neutralizar los centros ácidos del soporte, se preparó una serie de catalizadores por adición de Mg a precursores HDL variando la relación Mg/Ni. Se estudió el efecto de la relación Mg/Ni del catalizador en la formación de coque durante el reformado de etanol con vapor, resultando en una importante reducción de la cantidad de coque depositado para relaciones Mg/Ni superiores a 0,1. Además, la adición de Mg aumenta la actividad catalítica debido a una menor generación de etileno, el cual compite con el etanol por los mismos centros activos.



## ÁREA TEMÁTICA 13: CELDAS DE COMBUSTIBLE ALIMENTADAS CON HIDROCARBUROS O ALCOHOLES

### 1

#### PROPIEDADES DE MEMBRANAS DE PBI y ABPBI EMPLEADAS EN CELDAS DE COMBUSTIBLE DE METANOL DIRECTO

G.C. Abuin <sup>(1)</sup>, L. Diaz <sup>(2)</sup> y H.R. Corti <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Av. Gral Paz 5445, B1650KNA, San Martín, Buenos Aires, Argentina, [gabuin@inti.gov.ar](mailto:gabuin@inti.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Unidad de Actividad Física, Centro Atómico Constituyentes, CNEA, Av. Gral. Paz 1499, B1650KNA, San Martín, Buenos Aires, Argentina, [ldiaz@cnea.gov.ar](mailto:ldiaz@cnea.gov.ar) ; [hrcorti@cnea.gov.ar](mailto:hrcorti@cnea.gov.ar)

Palabras Claves: PEM, DMPEM, metanol, membranas

Las celdas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM), tanto las alimentadas con hidrógeno como las alimentadas con metanol, presentan importantes desafíos relacionados con la mejora de su eficiencia de conversión electroquímica. En el caso particular de las celdas PEM de metanol directo es mandatorio el desarrollo de materiales de membrana no costosos, de buena conductividad eléctrica, alta resistencia mecánica y baja permeación de metanol, para evitar el problema de crossover.

En este trabajo se estudió la permeación de metanol a través de tres tipos de membranas: i) Nafion 117 de DuPont; ii) preparadas con el polímero poli [2-2'-(m-fenileno)-5-5' bibenci-imidazol] (PBI) comercial y iii) preparadas a partir del polímero poli [2,5-benci-imidazol] (ABPBI) sintetizado a partir de ácido diaminobenzoico. Los estudios de permeación se realizaron entre 25°C y 90°C en una celda de dos compartimientos separados por la membrana en estudio: en uno de ellos circula una solución acuosa de metanol de concentración fija y por el otro circula la solución acuosa cuyo contenido de metanol se determinó en forma continua mediante un densímetro de tubo vibrante que forma parte del circuito. Asimismo se midió la conductividad eléctrica de membranas de Nafion, PBI y ABPBI utilizando un sistema de cuatro electrodos. Se determinó además la sorción de ácido fosfórico, agua y agua-metanol de membranas de PBI y ABPBI en condiciones controladas de actividad de solvente, en un ámbito de actividades de 0.1 a 1 y a temperaturas entre 30°C a 70°C. Los resultados muestran que las membranas de base imidazol presentan una permeabilidad al metanol mucho menor que el Nafion, y su conductividad eléctrica, que es función del grado de dopado de la membrana con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, puede ser tan alta como la de membranas de Nafion en condiciones similares de humedad relativa y temperatura. Se discuten las propiedades de transporte en relación al contenido de carga de las membranas y su grado de hinchamiento con el solvente.

## PROPIEDADES DE CÁTODOS DE $\text{La}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ CON DIFERENTES NANO/MICROESTRUCTURAS PARA SOFC

Baqué L.<sup>(1,2)</sup>, Serquis A.<sup>(1,2)</sup>, Grunbaum N.<sup>(1)</sup>, Moreno M.S.<sup>(1,2)</sup>, Yoon J.S.<sup>(2)</sup>, Araujo R.<sup>(3)</sup>, Zhang X. G.<sup>(3)</sup>, Wang H.Y.<sup>(3)</sup>, Caneiro A.<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Caracterización de Materiales y Óxidos No-estequiométricos, CAB, CNEA, Av. Bustillo 9500, Bariloche, RN 8400, Argentina

<sup>(2)</sup> CONICET, Argentina

<sup>(3)</sup> Texas A & M University, College Station, TX, 77843, USA

[aserquis@ib.cnea.gov.ar](mailto:aserquis@ib.cnea.gov.ar)

Palabras Claves: SOFC (Celdas de combustible de óxido sólido), cátodos nanoestructurados, conductores mixtos,  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_{3-\delta}$

En los últimos años, gran parte de la investigación en el campo de las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) se ha enfocado en disminuir la temperatura de operación de las mismas (en el rango de 600-800°C) a fin de mejorar su rendimiento y costo. Sin embargo, a esas temperaturas, el rendimiento de las SOFC está limitado por el sobrepotencial catódico. A fin de reducir este último, se han propuesto nuevas composiciones para los cátodos (como por ejemplo las perovskitas del tipo  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_{3-\delta}$ ), aunque también se ha demostrado que la microestructura es un parámetro clave.

En este trabajo, presentamos un estudio de las características microestructurales y electroquímicas de electrodos porosos de la misma composición preparados por diferentes métodos. El compuesto  $\text{La}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$  se sintetizó por el método de reacción por acetatos con y sin el agregado de hexametilentetramina y acetyl-acetona. Los polvos obtenidos se utilizaron para preparar pinturas, que luego fueron depositadas por las técnicas de aerografía (*spray*), *dip coating* y *spin coating* sobre el electrolito constituido por un disco denso de  $\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$  (CGO). Por otro lado se preparó un cátodo denso de LSCF para depositar películas con la técnica de PLD (*pulsed laser deposition*) que presentan nanoporos alineados sobre sustratos de CGO. La microestructura de los polvos y de las celdas se caracterizó por medio de difracción de Rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). La resistencia de polarización total (ASR) de los cátodos obtenidos se determinó por medio de la técnica de espectroscopia de impedancia. El análisis realizado permite concluir que el ASR depende fuertemente de la microestructura, variando más de dos órdenes de magnitud según el método de fabricación utilizado.

### 3

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACION DE NUEVOS ELECTROCATALIZADORES PARA UNA CELDA DE ETANOL DIRECTO

Bonesi A.<sup>(1)</sup>, Triaca E.<sup>(1)</sup>, Castro Luna A.M.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> INIFTA, Universidad Nacional de La Plata, Suc.4, CC 16 (1900), La Plata, Argentina., [castrolu@inifta.unlp.edu.ar](mailto:castrolu@inifta.unlp.edu.ar).

Palabras Claves: etanol, catalizadores, celda de combustible, polioles

Las celdas de combustible constituyen dispositivos energéticos útiles, ampliamente reconocidos, para la conversión directa de energía química en energía eléctrica. En varias aplicaciones se ha utilizado, con elevada eficiencia, hidrógeno como combustible, en celdas que usan tecnología PEM, sin embargo, la producción y almacenamiento de hidrógeno es aún un problema a resolver. El empleo de combustibles líquidos como metanol y etanol representa una alternativa importante ya que pueden ser obtenidos desde fuentes renovables como la biomasa. Para oxidar de un modo eficiente el etanol es necesario desarrollar catalizadores que lo transformen completamente en CO<sub>2</sub>. Los catalizadores deberían ser capaces de romper el enlace C-C de la molécula de etanol y eliminar los intermediarios adsorbidos tipo CO.

En este trabajo se sintetizaron y caracterizaron nuevos catalizadores bi y trimetálicos constituidos de nanopartículas de Pt-Sn, Pt-Ru, Pt-Rh y Pt-Rh-Sn soportados sobre polvo de carbón de alta área superficial, de buena performance para la oxidación total de etanol. Los catalizadores se prepararon por la técnica de los polioles modificada que es una técnica que combina formación de partículas coloidales e impregnación – reducción. Las preparaciones se caracterizaron de acuerdo al tamaño de partículas, morfología, composición, y grado de dispersión, mediante técnicas tales como XRD, TEM y SEM

La actividad electrocatalítica de los materiales preparados se investigó a 60 °C en una celda electroquímica de tres electrodos, donde el electrodo de trabajo fue un disco de carbón vítreo con material activo cubierto de una película delgada de nafion, con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5M + C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH 1M como solución de trabajo. Se discuten los resultados en términos de desplazamiento del potencial de oxidación de etanol y los valores de densidad de corriente medidos a potencial constante.

## CARACTERIZACIÓN DE PEROVSKITAS BASADAS EN GALATOS DE LANTANO SINTETIZADAS POR GELIFICACIÓN-COMBUSTIÓN

Fernández A.<sup>(1)</sup>, Lamas D.G.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> DEICOR, CITEFA, J.B. de La Salle 4397, (1603) Villa Martelli, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. E-mail: [afernandez@citefa.gov.ar](mailto:afernandez@citefa.gov.ar)

<sup>(2)</sup> CINSO, CONICET-CITEFA, J.B. de La Salle 4397, (1603) Villa Martelli, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. E-mail: [dlamas@citefa.gov.ar](mailto:dlamas@citefa.gov.ar)

Palabras Claves: Galatos de lantano; electrolitos sólidos; gelificación-combustión; SOFC

Las perovskitas basadas en galatos de lantano ( $\text{LaGaO}_3$ ) son electrolitos sólidos de alta conductividad iónica por ión  $\text{O}^{2-}$ , particularmente a temperaturas intermedias (500-800°C), comparable a la de los electrolitos de ceria dopada. Por ello, están considerados dentro de los candidatos a electrolito de celdas de combustible de óxido sólido de temperatura intermedia. Otra ventaja es su bajo coeficiente de expansión térmica, similar al de la circonia estabilizada.

En el presente trabajo se investigó la síntesis de perovskitas de  $(\text{La};\text{Sr})(\text{Ga};\text{Mg})\text{O}_3$  por el método de gelificación-combustión empleando rutas estequiométricas con distintos aminoácidos como combustibles: glicina, alanina, lisina y arginina. El método de gelificación-combustión está basado en la gelificación de una solución acuosa de nitratos de los cationes de interés en presencia de un compuesto orgánico, seguida de la autocombustión del gel obtenido. Esta última etapa genera altas temperaturas y rápido desprendimiento de productos gaseosos originando de esta manera compuestos nanoestructurados. Finalmente se calcina el material obtenido hasta la eliminación de residuos carbonosos. Con los polvos obtenidos por las distintas rutas se prepararon cerámicos de alta densidad por compactación uniaxial y sinterizado a alta temperatura. Los polvos obtenidos fueron caracterizados por difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopía por dispersión en energía (EDS) y área específica BET. Los cerámicos se analizaron por XRD, SEM, medidas de densidad y espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS). Los resultados de EIS demostraron que las rutas de gelificación-combustión analizadas en este trabajo permiten obtener materiales de excelente conductividad iónica, comparable a las informadas en la literatura para materiales sintetizados por otros métodos.

## 5

### **SYNTHESIS AND PROPERTIES OF GADOLINIUM DOPED CERIA SOLID SOLUTIONS EMPLOYED AS ELECTROLYTE FOR IT-SOFCs**

Fuentes R.O.<sup>(1,2)</sup>, Baker R.T.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> CINSO (Centro de Investigaciones en Sólidos), J.B. de Lasalle, 4397, B1603ALO, Buenos Aires, Argentina, [rfuentes@citefa.gov.ar](mailto:rfuentes@citefa.gov.ar)

<sup>(2)</sup> School of Chemistry, University of St. Andrews, North Haugh, KY16 9ST, St. Andrews, Fife, United Kingdom, [rtb5@st-andrews.ac.uk](mailto:rtb5@st-andrews.ac.uk)

Keywords: Synthesis, IT-SOFC, Solid electrolytes, Gadolinium doped ceria

Ceria and rare earth doped ceria powders have a number of important applications in catalysts, abrasives, solid oxide fuel cell (SOFC) systems and gas sensors. Alkaline earth and rare earth oxides have high solubility in cerium oxide forming substitutional solid solutions. The introduction of aliovalent cations give rise to oxygen vacancies as charge compensating defects thereby enhancing the ionic conductivity. At 1400 °C, the gadolinium oxide is 100% soluble in ceria, and its ionic conductivity is one of the highest among these solid electrolytes. Gadolinium doped ceria (GDC) is one of the ceria-based solid solutions proposed for intermediate temperature application of SOFC.

In this work, a variant of the sol-gel technique known as cation complexation, as proposed by Muccillo et al., was used for the preparation of the GDC solid solution. This method has the advantage of low cost and relative simplicity. Moreover, this technique generates less carbon residues than other similar techniques of synthesis, and it has proved to be quite effective to produce highly sinterable ceramic powders. Different techniques such as thermal analysis (TG/DTA), X-ray diffraction (XRD), specific surface area (BET) and electron microscopy (SEM and TEM) were employed to characterize GDC nanopowders. Crystallite size of GDC calcined at 500 °C was 10 nm with a SSA of 29.7 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>. Long term experiments were carried out in dry air at 800 °C up to 100 h, where the electrical properties of dense samples were studied by impedance spectroscopy (IS). Negative effects on grain boundary conductivity were observed in samples with densities lower than 92%.

## ELECTROOXIDACIÓN DE METANOL Y CO SOBRE ELECTRODOS MONOLÍTICOS DE Pt y Pt-Ru. ANALISIS POR TLFC-DEMS.

Planes G. A.<sup>(1)</sup>, García G.<sup>(2)</sup>, Barbero C.<sup>(2)</sup>, Pastor E.<sup>(1)</sup>

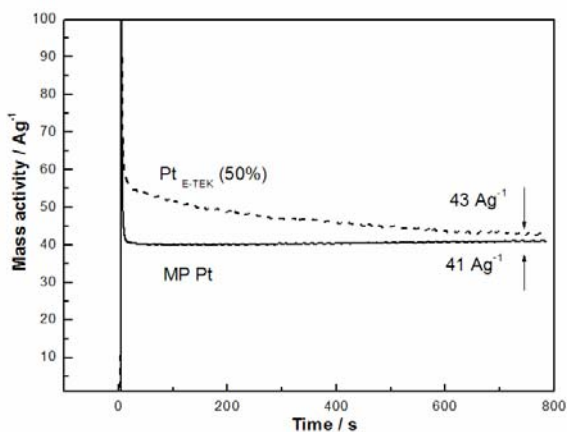
<sup>(1)</sup> Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 8 km 601, 5800, Río Cuarto, Argentina. [gplanes@exa.unrc.edu.ar](mailto:gplanes@exa.unrc.edu.ar).

<sup>(2)</sup> Universidad de La Laguna, 38071-La Laguna, Tenerife (España). [epastor@ull.es](mailto:epastor@ull.es).

Palabras Claves: Celdas de Combustible, Metanol, Metales Mesoporosos.

En los últimos años se han sintetizado estructuras metálicas mesoporosas por medio de la reducción química o electroquímica de sus sales metálicas disueltas en el dominio acuoso de un cristal líquido<sup>1</sup>. La densidad de corriente ( $A\ cm^{-2}$ ) que presentan los electrodos de Pt sintetizados de esta manera (electrooxidación de metanol) es mucho mayor que la que presentan los catalizadores soportados sobre carbón, y es comparable a la de los electrodos de Pt plano. Además, la actividad de estos electrodos puede ser posteriormente incrementada mediante modificaciones superficiales con adatomos de Ru, evitando los efectos adversos que producen adsorbatos tales como el CO. Este hecho los hace particularmente interesantes para muchas aplicaciones, en especial como electrodos en micro celdas de combustible.

Aunque el excelente desempeño como catalizador de este tipo de estructura ha sido atribuido a diferentes hechos<sup>2</sup>, este parece estar vinculado a la excelente difusión de reactivos y productos en la matriz mesoporosa<sup>3</sup>. En este trabajo se presenta el proceso de síntesis de electrodos mesoporosos compuestos por Pt y Pt modificado superficialmente con Ru (Pt-Ru<sub>ad</sub>), y su evaluación como catalizadores frente a la electrooxidación de metanol y CO, por técnicas electroquímicas convencionales y por espectrometría diferencial de masa electroquímica en celda de flujo de capa delgada (TLFC-DEMS).



**Figura 1.** Cronoamperometría para la oxidación de 1 M CH<sub>3</sub>OH/ 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0.55 V<sub>ERH</sub> y 60°C

<sup>1</sup> L.M. Elliot, L.M. Cabuché, and P.N. Bartlett. *Anal. Chem.* 73 (2001) 2855.

<sup>2</sup> J. Jiang, A. Kucernak. *Chem. Eng. J.*, 93 (2003) 81.

<sup>3</sup> G.A. Planes, G. García, E. Pastor. *Electrochem. Comm.* 9 (2007) 839.

## CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA DE CERÁMICOS DE CIRCONIA-ESCANDIA PREPARADOS A PARTIR DE NANOPOLVOS SINTETIZADOS POR GELIFICACIÓN-COMBUSTIÓN

Abdala P.M.<sup>(1)</sup>, Kempf R.<sup>(2)</sup>, Lamas D.G.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> CINSO, CONICET-CITEFA, J.B. de La Salle 4397, (1603) Villa Martelli, Pcia de Buenos Aires, Argentina, [pabdala@citefa.gov.ar](mailto:pabdala@citefa.gov.ar)

<sup>(2)</sup> UACN, Centro Atómico Constituyentes, CNEA, (1650) San Martín, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, [kempf@cnea.gov.ar](mailto:kempf@cnea.gov.ar)

<sup>(3)</sup> CINSO, CONICET-CITEFA, J.B. de La Salle 4397, (1603) Villa Martelli, Pcia de Buenos Aires, Argentina, [dlamas@citefa.gov.ar](mailto:dlamas@citefa.gov.ar)

Palabras Claves: circonia-escandia; electrolitos sólidos; gelificación-combustión; SOFC

Los electrolitos sólidos de circonia estabilizada con escandia ('Scandia Stabilized Zirconia', ScSZ) tienen gran interés por su alta conductividad iónica por ión óxido, lo que hace que estén considerados dentro de los candidatos a electrolitos para celdas de combustible de óxido sólido de temperatura intermedia.

Se han propuesto diversos métodos de síntesis de polvos nanocristalinos adecuados para la preparación de cerámicos de ScSZ. En particular, el método de gelificación-combustión nitrato-glicina ha sido estudiado recientemente, encontrándose que permite obtener nanopolvos de alta área específica, a partir de los cuales se obtienen cerámicos de alta densidad y excelentes propiedades eléctricas. Este método de síntesis se basa en la gelificación de una solución acuosa de nitratos de los cationes de interés mediante el agregado de glicina y la posterior autocombustión del gel resultante, debido a la reacción redox exotérmica entre los iones nitrato y la glicina. Los gases liberados desintegran al gel precursor, obteniéndose nanopartículas.

En este trabajo se presentan y evalúan rutas de síntesis de polvos nanocristalinos de ScSZ por el método de gelificación-combustión empleando distintos aminoácidos como combustibles: glicina, alanina, lisina y arginina. Los mismos fueron caracterizados por difracción de rayos X y mediciones de área específica BET. Con estos polvos se prepararon cerámicos por prensado uniaxial y sinterizado a alta temperatura (1350-1600°C), los cuales fueron evaluados por difracción de rayos X, medidas de densidad, microscopía electrónica de barrido, y espectroscopía de impedancia electroquímica. Los resultados obtenidos muestran que se pueden obtener cerámicos de alta densidad y excelentes propiedades eléctricas aún con temperaturas de sinterizado moderadas (1350°C). Se encontró que los electrolitos de menor tamaño medio de grano presentan una mayor conductividad iónica total, lo que posiblemente se debe a una mayor difusividad de los iones óxido en borde de grano.

## 10

### PROPIEDADES REDOX DE NANOPARTÍCULAS DE $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ PREPARADAS POR DIFERENTES MÉTODOS

Gennari F. C.<sup>(1)</sup>, Montini T.<sup>(2)</sup>, Fornasiero P.<sup>(2)</sup>, Andrade Gamboa J. J.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CNEA), Instituto Balseiro (UNCuyo), Av. Bustillo km 9,5, R8402AGP, S. C. de Bariloche, Argentina, [gennari@cab.cnea.gov.ar](mailto:gennari@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Chemistry Department (INSTM), Trieste Unit and Center of Excellence for Nanostructured Materials, via L. Giorgieri 1, I-34127, Trieste, Italy

<sup>(3)</sup> Centro Atómico Bariloche (CNEA), Av. Bustillo km 9,5, R8402AGP, S. C. de Bariloche, Argentina, [andrade@cab.cnea.gov.ar](mailto:andrade@cab.cnea.gov.ar)

Palabras Claves: ceria, catalizador, hidrógeno

El interés en el empleo de catalizadores basados en  $\text{CeO}_2$  se ha extendido notablemente en los últimos 10 años. Esto se debe fundamentalmente a propiedades únicas encontradas en el  $\text{CeO}_2$ : alta capacidad de transporte de oxígeno y habilidad de moverse entre los estados oxidado y reducido ( $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ ). Estas propiedades están correlacionadas con la estructura (composición y estructura de las fases) y la microestructura del material (tamaño de partícula, área superficial, etc). A su vez, dichas características estructurales y microestructurales son dependientes del método de síntesis empleado y pueden ser mejoradas por la adición de un dopante (formación de soluciones sólidas  $\text{Ce}_x\text{M}_{1-x}\text{O}_2$ , como ejemplo  $\text{M}=\text{Zr}$ ).

En este trabajo se presenta la síntesis de soluciones sólidas de composición  $\text{Ce}_{0.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_2$ , su caracterización general y de aquellas propiedades redox de interés para el empleo del material como catalizador en aplicaciones ambientales. La síntesis se realizó empleando dos métodos de “vía húmeda” diferentes: co-precipitación inversa y microemulsión. Las características morfológicas (tamaño de partícula y forma de los aglomerados), estructurales (parámetro de red), microestructurales (tamaño de cristalita, área superficial, volumen y diámetro de los poros) y de composición química del material obtenido fueron analizadas luego de diferentes tratamientos térmicos por absorción de nitrógeno (BET), microscopía electrónica de barrido (MEB y EDX), difracción de rayos X (DRX) y determinación del área específica por BET. Las propiedades redox luego de diferentes ciclos de reducción-oxidación fueron caracterizadas mediante mediciones de reducción a temperatura programada (TPR) y capacidad de almacenamiento de oxígeno ( $\text{O}_2\text{-OSC}$ ). La evolución microestructural del material con la temperatura fué correlacionada con los métodos de síntesis empleados y con la reactividad de cada solución sólida frente al hidrógeno. Los resultados muestran la importancia de la producción de nanopartículas de  $\text{Ce}_{0.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_2$  en las propiedades redox observadas.



## CELDA DE COMBUSTIBLE DE METANOL/AIRE: ASPECTOS CATALÍTICOS Y DIAGNÓSTICOS EXPERIMENTALES

García M.F., Sieben J.M., Pilla A.S., Duarte M.M.E., Mayer C.E.

Instituto de Ingeniería Electroquímica y Corrosión, Depto. de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

[mduarte@criba.edu.ar](mailto:mduarte@criba.edu.ar)

Palabras claves: celda de combustible, metanol, membrana de intercambio iónico, platino, rutenio

La pila de combustible de metanol/aire con alimentación directa de metanol ha recibido creciente atención debido a la posibilidad de usar un combustible líquido de fácil almacenamiento. Sin embargo su comercialización se ha demorado porque presenta varios inconvenientes: la cinética de la reacción es lenta y los procesos de transporte en los electrodos y el electrolito son complejos.

El presente trabajo comenta los estudios realizados en nuestro Instituto sobre: a) la obtención de catalizadores de Pt y PtRu para la oxidación de metanol y b) estudio de la influencia de distintos parámetros operativos en el comportamiento de una celda de escala laboratorio.

a) El Pt y los catalizadores bimetálicos de PtRu se depositan por distintas técnicas electroquímicas sobre diferentes soportes (fibras de grafito y materiales manufacturados de fibras de carbono). Se estudian las condiciones para obtener sistemas PtRu de diferente composición, así como la influencia del pretratamiento del sustrato y de la presencia de una película de ionómero (Nafion<sup>®</sup>). Los sistemas obtenidos son caracterizados utilizando SEM-EDX, XRD, TGA y técnicas electroquímicas convencionales, y se analiza su actividad en la reacción de electro-oxidación de metanol en medio ácido.

b) Se utiliza una pila comercial de ElectroChem Inc., de construcción clásica, con una membrana de intercambio iónico Nafion<sup>®</sup>117. Se estudia el comportamiento de la pila modificando la concentración de metanol, los caudales, la temperatura, la carga externa aplicada, etc. Se evalúa la performance en función de la respuesta corriente – potencial, la variación del potencial en el tiempo, los cambios de concentración de metanol, CO<sub>2</sub> y oxígeno como consecuencia de los procesos que ocurren en los electrodos, etc.

## ÁREA TEMÁTICA 15: PROYECTOS, PROTOTIPOS Y PLANTAS DEMOSTRATIVAS

### 1

#### PROTOTIPOS DE CALEFACTORES DE TIRO BALANCEADO DE ALTA EFICIENCIA PARA USO RACIONAL DEL GAS

Juanicó L.E. <sup>(1)</sup>, González A.D. <sup>(2)</sup>, Gortari S. <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Conicet, Centro Atómico Bariloche, (8400), Bariloche, Argentina, [juanico@cab.cnea.gov.ar](mailto:juanico@cab.cnea.gov.ar)

<sup>(2)</sup> Universidad Nacional Comahue, (8400) Bariloche, Argentina, [agonzalez@crub.uncoma.edu.ar](mailto:agonzalez@crub.uncoma.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Centro Atómico Bariloche, (8400), Bariloche, [gortari@cab.cnea.gov.ar](mailto:gortari@cab.cnea.gov.ar)

Palabras clave: calefacción, uso racional del gas natural, eficiencia energética

Se presenta en este trabajo una investigación aplicada en progreso, enfocada en mejorar la eficiencia térmica de los calefactores hogareños de tiro balanceado. Siendo que el 60% de los hogares argentinos poseen red de gas natural, y su 90% utiliza estos calefactores, es potencialmente relevante (como se confirmó) el ahorro de este recurso no renovable que puede obtenerse mediante el desarrollo de nuevos diseños de alta eficiencia.

Primeramente se estudió experimentalmente el comportamiento térmico-aerodinámico de un modelo comercial muy difundido de calefactor, para el cual se encontraron eficiencias térmicas del 40% al 60% según las condiciones de uso. Se identificaron los principales parámetros térmico-aerodinámicos responsables de estos relativamente pobres desempeños.

A continuación se desarrollaron varios prototipos nuevos basados en el calefactor comercial anterior pero modificando fuertemente su diseño para optimizar los distintos mecanismos de transferencia de calor en juego. Se lograron así eficiencias del 70% al 85% según el grado de cambio implementado, los cuales implican modificaciones sencillas que requieren sobrecostos en fábrica de \$1 a \$25 por calefactor.

Las innovaciones surgidas en este proyecto han merecido la presentación de dos solicitudes de patente de invención ante el INPI por parte de la Dirección de Vinculación del Conicet.

Se encuentra en progreso la fase final de este proyecto, orientada a asistir a los fabricantes nacionales para lograr la construcción de nuevos modelos comerciales de alta eficiencia, para lo cual ya se ha realizado una primera reunión con ambas cámaras comerciales, bajo el auspicio del Conicet y de la SeCyT.

Este trabajo fue llevado a cabo por un grupo interdisciplinario de investigadores del Centro Atómico y de la Universidad del Comahue, gracias al subsidio del Programa Especial Energía de la SeCyT.

## 2

### **PERSPECTIVAS DE USO DE FUEL CELLS PARA ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES EN SUBESTACIONES Y CENTRALES ELÉCTRICAS**

Salvo G.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Edenor S.A., Av. Juan B. Justo 837, CP 1425, Ciudad de Buenos Aires, Argentina, [gsalvo@edenor.com](mailto:gsalvo@edenor.com)

Palabras Claves: Fuel Cells, Subestaciones, Centrales, Servicios Auxiliares, HYFUSEN 2007

Enmarcado en los criterios y prácticas para mejorar la confiabilidad del equipamiento, y reducir los costos de explotación, establecidos por la Dirección Técnica de Edenor S.A., se ha estado analizando desde hace más de un año, entre otros proyectos de innovación tecnológica, el reemplazo de los sistemas de alimentación auxiliar de las Subestaciones, basados actualmente en baterías estacionarias, por nuevas tecnologías, migrando hacia el uso de fuel cells.

Esta eventual migración hacia tecnologías alternativas para alimentación de energía de backup de consumos críticos en Subestaciones y Centrales Eléctricas ya está siendo considerada en los países más industrializados.

La Política de Calidad, Ambiente, Seguridad, Salud Ocupacional y Salud Pública de Edenor S.A., establece entre sus principios “Apoyar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías respetuosas del ambiente y la seguridad”.

Es por ello que se han establecido las siguientes acciones:

- Especificar un sistema de fuel cells, para eventualmente adquirir dos sistemas en los años venideros.
- Colaborar con prestigiosas instituciones de investigación de Argentina, participando en una Idea-Proyecto presentada en la “CONVOCATORIA I-P- PAE 2006”.

Se explicitarán los fundamentos de las decisiones tomadas y los parámetros de diseño básicos y condiciones de ensayo, conforme a la normativa vigente de la International Electrotechnical Commission, que se está considerando requerir en la especificación de los sistemas.

Los objetivos últimos del trabajo son:

- Acercar a otras empresas de Generación, Transmisión y Distribución de Energía estas nuevas ideas y alternativas, no difundidas aún el ámbito eléctrico, considerando la posibilidad de desarrollo de proveedores nacionales que se interesen en participar en un área sin duda estratégica, mejorando los costos y opciones de compra de estos equipos para Edenor S.A..
- Alertar a potenciales oferentes respecto a los parámetros que se tiene previsto exigir en una eventual gestión de compra futura.

### 3

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DE MOTOR STIRLING

Scollo L.S.<sup>(1)</sup>, Valdez, P.<sup>(2)</sup>, Barón J.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Energía Solar - Inst.CEDIAC - Fac. Ingeniería-Universidad Nacional de Cuyo, Centro Universitario, Parque General San Martín, CC 405, 5500, Mendoza, Argentina, [lscollo@cediac.uncu.edu.ar](mailto:lscollo@cediac.uncu.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Grupo de Energía Solar - Inst.CEDIAC - Fac. Ingeniería-Universidad Nacional de Cuyo, Centro Universitario, Parque General San Martín, CC 405, 5500, Mendoza, Argentina, [pvaldez@cediac.uncu.edu.ar](mailto:pvaldez@cediac.uncu.edu.ar)

<sup>(3)</sup> Instituto CEDIAC-Facultad de ingeniería-Universidad Nacional de Cuyo, Centro Universitario, Parque General San Martín, CC 405, 5500, Mendoza, Argentina, [jbaron@cediac.uncu.edu.ar](mailto:jbaron@cediac.uncu.edu.ar)

Palabras Claves: Motor Stirling, Combustión externa

En este trabajo se presenta un motor de combustión externa diseñado a partir de principios de semejanza energética y escalado en combinación con simulación adiabática, análisis de pérdidas de carga y análisis de características de intercambio de calor. Este tipo de motores tiene la gran ventaja de que la fuente de calor es aplicada desde el exterior del mismo y por lo tanto resulta muy versátil, pudiendo ser utilizado con energía solar concentrada, biomasa, combustibles fósiles, hidrógeno, etc. Se describe además detalles de la construcción del mismo, realizada en su mayoría con partes convencionales de maquinaria de origen nacional. Finalmente se muestran y discuten los resultados de las primeras pruebas realizadas con el prototipo construido.

## ÁREA TEMÁTICA 16: PROYECCIONES, ESTRATEGIAS Y PROSPECTIVA ENERGÉTICA

2

### “SINERGIAS PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES ANTE UN NUEVO PARADIGMA ENERGÉTICO”

Gómez, D.L.

A.I.T.U. (Asoc. de Ingenieros Tecnológicos del Uruguay) Florida N°1131/106 – Montevideo – Uruguay. [aitu@adinet.com.uy](mailto:aitu@adinet.com.uy); [dgomez@ute.com.uy](mailto:dgomez@ute.com.uy)

Palabras Claves: análisis, paradigma energético, sustentabilidad, crisis, producción, cenit, camino transicional, renovables, sinergias, estado, educación, I+D+i, acciones, políticas.

Hoy día muchos elementos de análisis se han sumado a los argumentos medioambientales y de sustentabilidad, indicando la necesidad de un cambio respecto al actual paradigma energético fósil dependiente. Las crisis, tanto políticas, geopolíticas, económicas y energéticas, se encuentran íntimamente ligadas, ya en sus orígenes como en sus consecuencias; resultando imprescindible para su comprensión y resolución, una mirada sistémica y un análisis estratégico de la cuestión.

Fuertes señales paradigmáticas están presentes. La escalada del precio del petróleo y la consabida proximidad de su cenit, condujeron a que las empresas petroleras hoy se llamen empresas de energía, con el objeto de desarrollar las sinergias necesarias para diversificar las fuentes de energía. Paralelamente algunos estados han optado por iniciar el camino transicional entre la dependencia total del petróleo y su sustitución por energías renovables, eficaces y eficientes, apostado a la descentralización de los orígenes de producción mediante investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. Por tanto, investigación, desarrollo e innovación, así como la educación y formación de recursos humanos bajo estos nuevos paradigmas, serán elementos diferenciales a la hora de transitar este proceso de redistribución de la localización de las fuentes de “generación de riqueza”.

Emplear energía solar, eólica, el vector hidrogeno, ó biocombustibles, cambiaría las relaciones de poder globales, ya que los países “extractores” de petróleo perderían su posición geopolítica estratégica actual, así como su “generación de riqueza”, trasladándose ésta, posiblemente a regiones cercanas a los trópicos, con mejor existencia de radiación solar, vientos, agua y territorios aptos para cultivos.

A la luz de que la clave la constituyen las acciones y políticas que concretamente se emprendan, se enuncian -como aporte de este trabajo- algunos elementos relevantes y aún pendientes para el desarrollo exitoso de las energías renovables.

Esperemos esta vez aprovechar las oportunidades de cambios, ante los nuevos paradigmas energéticos.

### 3

## FUENTES NUEVAS DE ENERGÍA EN ARGENTINA: ANÁLISIS ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE POLÍTICA ENERGÉTICA

Guzowski, C. <sup>(1)</sup>, Recalde, M. <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, 12 de Octubre y San Juan, 7º piso, CP: 8000, Bahía Blanca, Argentina. Mail: [cguzow@criba.edu.ar](mailto:cguzow@criba.edu.ar)

<sup>(2)</sup> CONICET-UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR, 12 de Octubre y San Juan, 7º piso, CP: 8000, Bahía Blanca, Argentina. Mail: [mrecalde@uns.edu.ar](mailto:mrecalde@uns.edu.ar)

Palabras clave: energías renovables, generación eléctrica, política energética

En la actual conformación del sistema energético argentino, la participación de las fuentes alternativas de energía es muy baja, ya que la matriz de energía primaria nacional se encuentra altamente orientada al uso de recursos hidrocarbúricos (gas y petróleo). Esta conformación del sistema es un natural desprendimiento de las estrategias seguidas por los actores privados en el contexto de un mercado desregulado, y de la aparente abundancia relativa de hidrocarburos, concretamente de gas natural, que se evidenció en los últimos 15 años.

Sin embargo, en la actualidad, el sistema energético argentino enfrenta un serio problema de insuficiencia de gas para el abastecimiento del mercado externo y el mercado interno, con fuertes repercusiones sobre la industria eléctrica. Esta situación abre el interrogante acerca de las posibilidades de aumentar la participación de las fuentes de energía renovables en la matriz energética, particularmente en lo referido a la generación eléctrica. Además existen otros factores que alientan el estudio del desarrollo de estas fuentes energéticas alternativas tales como los referidos a los menores impactos medioambientales, y el mayor desarrollo tecnológico de las mismas.

El objetivo de este trabajo es analizar la actual conformación de la matriz energética nacional dando especial atención a la evolución de las fuentes energéticas nuevas, y los incentivos a sus desarrollos. Al mismo tiempo se realizará un análisis de factibilidad económica de propiciar una mayor penetración de las energías renovables, y finalmente, a la luz de las experiencias exitosas desarrolladas por otros países, estudiar la potencialidad de la política estatal para alcanzar dicho objetivo.

## TECNOLOGÍAS Y COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO

Imaz F.J.<sup>(1)</sup>, Casco E.S.<sup>(2)</sup>, Aprile M.S.<sup>(3)</sup>, Bangert V.J.<sup>(4)</sup>, Chiaraviglio D.M.<sup>(5)</sup>, Jaurena J.F.<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> UTN Reg. Santa Fe, Lavaise 610, 3000, Sta Fe, Argentina, [fimaz@frsf.utn.edu.ar](mailto:fimaz@frsf.utn.edu.ar)

<sup>(2)</sup> UTN Reg. Santa Fe, Lavaise 610, 3000, Sta Fe, Argentina, [ecasco@frsf.utn.edu.ar](mailto:ecasco@frsf.utn.edu.ar)

<sup>(3)</sup> UTN Reg. Santa Fe, Lavaise 610, 3000, Sta Fe, Argentina, [solaprile@hotmail.com](mailto:solaprile@hotmail.com)

<sup>(4)</sup> UTN Reg. Santa Fe, Lavaise 610, 3000, Sta Fe, Argentina, [vjbangert@hotmail.com](mailto:vjbangert@hotmail.com)

<sup>(5)</sup> UTN Reg. Santa Fe, Lavaise 610, 3000, Sta Fe, Argentina,  
[dmchiaraviglio@yahoo.com.ar](mailto:dmchiaraviglio@yahoo.com.ar)

<sup>(6)</sup> UTN Reg. Santa Fe, Lavaise 610, 3000, Sta Fe, Argentina, [jaurejuanf@hotmail.com](mailto:jaurejuanf@hotmail.com)

Palabras Claves: transporte, costos, emisiones, energía

Nuestras necesidades energéticas están en crecimiento como resultado del aumento continuo de la población, del crecimiento económico y del consumo individual de energía. Las emisiones provenientes de los combustibles fósiles, principal fuente de energía para proveer servicios, están contribuyendo al cambio climático afectando la calidad del aire local.

El impacto ambiental generado está estrechamente relacionado con un problema social surgido por la utilización creciente de los recursos naturales no renovables. Las consecuencias, para la humanidad de los efectos provocados por las emisiones de gases a la atmósfera, reflejan la necesidad de un enfoque integral en el tratamiento de los problemas ambientales y de desarrollo. Si tenemos en cuenta la problemática energética mundial y dado que las perspectivas de disponibilidad están limitadas para un futuro relativamente próximo, es que nace la necesidad de proponer alternativas que den respuesta a esta problemática de carácter global. Lo que el consumidor espera no es la energía en si misma, sino los servicios que ella proporciona, entre ellos el transporte, por lo tanto debe detenerse el análisis en la manera efectiva y eficiente de la implementación del combustible que minimice las repercusiones en el medio.

Ante esta situación nace la necesidad de promover el uso de combustibles alternativos y analizar las necesidades de cambios que su implementación trae aparejado. Este cambio fomenta el crecimiento de la productividad, el desarrollo económico y la sustentabilidad ambiental.

Por lo tanto a través de este trabajo se pretende generar pautas tendientes a dar soluciones en el campo del transporte urbano de pasajeros, desde un punto ambiental y económico, para encontrar alternativas sustentables que reduzcan tanto los costos operativos como las externalidades generadas y su aplicabilidad en la ciudad de Santa Fe.

## 5

### **ESCENARIO DE ALTA UTILIZACION DE BIOMASA EN MISIONES: COMPETENCIA Y COMPLEMENTARIEDAD CON LA PENETRACION DE H<sub>2</sub>.**

Roque Pedace <sup>(1)</sup>, Eric Barney <sup>(2)</sup>

- (1) Maestría en Política y Gestión en Ciencia y Tecnología, Universidad de Buenos Aires, Junín 956, Ciudad de Buenos Aires argentina. [Roque.pedace@gmail.com](mailto:Roque.pedace@gmail.com)
- (2) Eric Barney, Facultad de Ingeniería, Universidad de Misiones, Obera. [barney@fio.unam.edu.ar](mailto:barney@fio.unam.edu.ar)

Palabras Claves: biomasa, backcasting, hidrógeno.

Se hace un diagnóstico de los usos actuales y del potencial de corto plazo de distintos usos de biomasa en la provincia de Misiones. Se caracteriza las distintas tecnologías disponibles en la actualidad y las que se espera puedan entrar hasta el año horizonte del estudio (2030), incluyendo criterios de sustentabilidad. Se define un escenario tendencial (BAU) y otro de alta utilización de energías renovables. Se describen los parámetros tecnoeconomicos de las tecnologías energéticas en distintos sistemas productivos de la provincia y se justifica su posible evolución desde la situación actual hasta el año horizonte (backcasting o retrodiccion). Se tendrá en cuenta en el ejercicio tanto la adaptación regional al cambio climático como la sustitución de combustibles fósiles y la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en todo el ciclo de vida de las especies tecnológicas consideradas. Se discute la viabilidad de la penetración del vector H<sub>2</sub> en distintos nichos y la competencia con biocombustibles y electricidad a partir de biomasa. Se presentan posibles trayectorias del sistema que incluyan la producción de H<sub>2</sub> en el largo plazo. Se discute la integración de las conclusiones del trabajo en las políticas públicas provinciales.

#### **Gasificadotes de leña**

Con respecto a los gasificadores de leña se describe un gasificador descendente de leña para ser utilizado en el secado de productos agrícolas. Debido a la alta temperatura de combustión, el calor obtenido es limpio y permite el uso directo de los calores de combustión, evitando de ese modo los denominados intercambiadores de calor donde se pierde más de la mitad del calor generado. El equipo puede ser desarrollado por los propios usuarios con técnicas sencillas y materiales locales.



## PROYECTO HACHE (I): ENERGÍA PARA VOLVER A LA TIERRA

Vallega A.H.<sup>(1)</sup>, Orfali Fabre M.M.<sup>(1)</sup>, De Lorenzo M.F.<sup>(1)</sup>, Lavorante M.J.<sup>(2)</sup>, Fasoli H.J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Programa de Investigación Geográfico Político Patagónico (PIGPP), Instituto de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales (PIGPP), Universidad Católica Argentina, Alicia M. de Justo 1500, (1107) Bs As, Argentina, [alexvallega@uca.edu.ar](mailto:alexvallega@uca.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Universidad Católica Argentina, Alicia M. de Justo 1500, (1107) Bs As, Argentina, [hfasoli@uca.edu.ar](mailto:hfasoli@uca.edu.ar)

Palabras Claves: hidrógeno, energía alternativa, Patagonia

La Argentina, país extenso y despoblado, ha sufrido además las consecuencias de una alarmante migración del campo a la ciudad, especialmente en la Patagonia. Desde la Universidad Católica, el Programa Patagónico (PIGPP) trabaja desde hace varios años en el proyecto “Volver a la Tierra” cuyo propósito fundamental es restablecer el equilibrio necesario para detener la emigración y proporcionar las condiciones de vida adecuadas para que regresen los jóvenes que se fueron y “tentar” a quienes estén en “búsqueda de las fuentes” a través de una forma de vida rural basada en la producción familiar y el trabajo cooperativo. [1]

Para lograr estos objetivos debe proporcionarse al nuevo colono condiciones mínimas de habitabilidad, las que aún hoy, pasan fundamentalmente por un suministro adecuado de energía para hacer llevadero el trabajo rural y la vida doméstica.[2]

El proyecto HACHE de la UCA se encuentra desarrollando un sistema autosustentable de energía basado en el hidrógeno, aprovechando formas de energía primaria disponibles *in-situ* (principalmente eólica pero también microhidráulica), las que se emplearán para la producción de hidrógeno mediante electrolizadores en desarrollo en nuestros talleres. El almacenamiento y empleo de la energía también ha sido estudiado [3] y, en este último aspecto, se emplearán pilas de combustible de desarrollo nacional. [4] Como se explica en otro trabajo, la primera etapa del proyecto HACHE se encuentra prácticamente concluida.

Cada etapa de aprovechamiento del vector hidrógeno dará lugar al establecimiento de pequeños polos tecnológicos distribuidos en la Patagonia, que complementarán a los asentamientos rurales, generando una microeconomía local capaz de independizarse de los avatares de la macroeconomía, gobernada por mercados absolutamente ajenos y alejados de la realidad de la gente común de la Patagonia.

1. Vallega, A. “Volver a la Tierra: la Patagonia como horizonte”, Editorial Piedra Buena, Buenos Aires, **2006**.
2. a) Fasoli, H. “Hidrógeno como Fuente Alternativa de Energía”, “III Simposio Ambiental: Cambio Climático y Fuentes Alternativas de Energía, Rosario, Junio 8, 2001. b) Fasoli, H., “Desarrollo energético basado en el hidrógeno: energía para los que no tienen”, reunión “Hidrógeno y la Nueva Energía”, Auditorio de la H. Cámara de Diputados de la Nación. Junio 23 junio, **2005**.
3. Ducrett, M.L., “Estudio de métodos de almacenamiento de hidrógeno como parte del proceso global de utilización del regulador energético”, trabajo final de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica Argentina, **2004**.
4. Fasoli H., Franco J. “Pilas de combustión PEM hidrógeno-aire: plan para el desarrollo energético individual”, en Hidrógeno y la Energía del Futuro (R. Dubois, P. Perazzo y W. Triaca, editores), Ac Nac Cs Ex Fis Nat y Ac Nac Ing., Serie de Publicaciones Nro. 1, **2004**, 97.

## 8

### ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL DESDE UN ENFOQUE AGROECOLÓGICO

Iermanó, M. J.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Cátedra de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, 60 s/n, 1900, La Plata, Argentina, e-mail: [mariajoseiermano@gmail.com](mailto:mariajoseiermano@gmail.com)

Palabras Claves: Agroecología, biodiesel, energías alternativas, agricultura sustentable.

La preocupación acerca de la posibilidad del agotamiento del petróleo, ha llevado a la búsqueda de energías alternativas, capaces de suplantarlos sin modificar los actuales niveles de consumo. El Biodiesel es la alternativa con mayores perspectivas en Argentina por nuestras ventajas comparativas. Sin embargo, la evaluación de la posibilidad del uso de este combustible a gran escala requiere un análisis desde un punto de vista agroecológico, que permita dimensionar sus consecuencias para la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Los objetivos de este trabajo son: 1) Realizar un análisis de la eficiencia energética de la producción de Biodiesel, 2) Obtener estimaciones acerca de la superficie necesaria para materializar esta alternativa, y 3) Analizar las consecuencias ecológicas de los cambios en el uso de la tierra.

Se realizó el análisis de la eficiencia energética, calculando las unidades de energía obtenidas en el producto obtenido de un sistema, por cada unidad de energía que se invierte en concepto de insumos, convirtiendo todas las entradas y salidas en unidades equivalentes (MJ). Se obtuvieron estimaciones acerca de la superficie necesaria para materializar esta alternativa, utilizando datos estadísticos y técnicos pertenecientes a distintas fuentes. Los cálculos se realizaron con los cultivos de Algodón, Colza, Girasol y Soja.

Nuestros resultados indican que, para lograr abastecer al país con biodiesel, el avance de la frontera agrícola debe ser tal que duplique la superficie actualmente sembrada con cultivos anuales. Los resultados de eficiencia energética fueron, además, notablemente bajos, en un rango de 0,38 a 3,32. En ambos casos el girasol arrojó los mejores resultados.

Esto muestra que, bajo los actuales modelos de producción, es impensable la idea de abastecer al país con el Biodiesel, ya que ocasionaría problemas ecológicos graves, se obtendría menor cantidad de energía que la necesaria para producirlo, y siempre sería una limitante la disponibilidad de superficie.

## RELEVAMIENTO DE DATOS TÉCNICO-ECONÓMICOS PARA TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN ARGENTINA

Zagorodny J.P.<sup>(1)</sup>, Torilo M.A.<sup>(2)</sup>, Medina P.R.<sup>(3)</sup>, Visintin A.<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> INIFTA, diag. 113 y calle 64, CP 1900, La Plata, Argentina

[juan.zagorodny@gmail.com](mailto:juan.zagorodny@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Ternium Siderar, Camino Alte. Brown Sin N° , CP 1925, Ensenada, Prov. Bs. As., Argentina [mtorilo@terniumsiderar.com](mailto:mtorilo@terniumsiderar.com)

<sup>(3)</sup> Issue Group, Empedrado 2435, Cap. Fed. (C1417GIC) Argentina

[pmedina@issuegroup.com](mailto:pmedina@issuegroup.com)

<sup>(4)</sup> INIFTA, diag. 113 y calle 64, CP 1900, La Plata, Argentina

[avisintin@inifta.unlp.edu.ar](mailto:avisintin@inifta.unlp.edu.ar)

Palabras Claves: Tecnología de Hidrógeno, Economía de Hidrógeno, HYFUSEN 2007

La carencia de datos económicos fehacientes y actuales sobre las diversas tecnologías asociadas al uso del Hidrógeno, en concreto en el ámbito de la Argentina, dificulta los cálculos económico-financieros para el acceso a la llamada Economía del Hidrógeno en nuestro país. El presente trabajo de relevamiento se propone reunir datos en forma unificada para calcular los diversos parámetros asociados a dicha Economía, en vistas a facilitar la planeación de proyectos e inversiones. Se discuten tres escenarios que pueden inspirar a inversores y tecnólogos:

1. Sistema stand-alone:

Electricidad y Calor de fuente Termo-Solar →  $H_2$  → Cocina / Calefacción / Electricidad (zona aislada)

2. Sistema stand-alone:

Electricidad de fuente Eólica →  $H_2$  → Cocina / Calefacción / Electricidad (zona aislada)

3. Sistema en red:

Electricidad doméstica →  $H_2$  → Cocina / Calefacción (zona urbana, frente a un aumento de tarifas de gas).

En estos escenarios se considera el concepto de "Recarga en el garage": se analiza si será factible la disposición de  $H_2$  doméstico, en vistas a inminentes y futuras aplicaciones, en diferentes zonas del país y en particular en la Provincia de Buenos Aires.

## ÁREA TEMÁTICA 17: EDUCACIÓN Y ENERGÍA

### 1

#### **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN, FORMACIÓN Y DIFUSIÓN EN TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ARGENTINA PROYECTO UCES-EMPRESAS COMPROMETIDAS CON EL AMBIENTE**

Galloni, M. C., Chenlo, J. M, Magaz, G. E.

Instituto de Estudios e Investigaciones Ambientales. Universidad de Ciencias  
Empresariales y Sociales. Paraguay 1345 Piso 3. Of. D  
(1023) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – ARGENTINA [maglloni@uces.edu.ar](mailto:maglloni@uces.edu.ar)

Palabras claves: energías renovables, capacitación universitaria, educación comunitaria

Uno de los problemas ambientales globales de mayor envergadura en la actualidad es el cambio climático, que se manifiesta, entre otras formas, a través del aumento de la temperatura del planeta, producto de emisiones de gases de efecto invernadero debidas al uso de combustibles fósiles y a la agricultura.

El Protocolo de Kyoto de la Convención sobre Cambio Climático establece en su Art. 10 e) “...que las Partes cooperarán en la elaboración y ejecución de programas de educación y capacitación que prevean el fomento de la creación de capacidad nacional, en particular, capacidad humana e institucional...”

La Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales, a través del Instituto de Estudios e Investigaciones Ambientales (IEIA), con el apoyo de Empresas y Fundaciones (Petrobras Energía S.A., Grupo CAPSA, Fundación MAPFRE) se propuso desarrollar programas de capacitación y formación para profesionales con el fin de fortalecer las aptitudes técnicas en temas relacionados con los diferentes tipos de energías renovables.

Está prevista la difusión de los distintos proyectos que se llevan a cabo en el país y en el exterior, ya sea a nivel de investigación y desarrollo o piloto, y su relación con la prevención de la contaminación, procurando además que la comunidad conozca y pueda beneficiarse con las nuevas tecnologías.

Con ese fin, investigadores y Empresas ofrecen su experiencia, permitiendo utilizar como modelo sus desarrollos relacionados con las distintas fuentes de energías renovables.

La propuesta se articula sobre tres ejes fundamentales: formación de profesionales y técnicos, capacitación a decisores políticos y difusión a la Comunidad, conjugando la interacción Universidad-Empresa/Estado-Sociedad.

En este trabajo se presentan las actividades realizadas en 2006 y las programadas para 2007. Entre ellas, la incorporación de contenidos relacionados con energías renovables en carreras de grado y posgrado, y los resultados de los seminarios y talleres, como ámbito formal de educación.

### 3

## EL TRABAJO SOLIDARIO COMO HERRAMIENTA DE FORMACIÓN SOCIAL DEL FUTURO INGENIERO EN LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Rossi A.P.<sup>(1)</sup>, Cascallar J.A.O.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Grupo de Estudios Sobre Energía, 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, [aprossi@frbb.utn.edu.ar](mailto:aprossi@frbb.utn.edu.ar)

<sup>(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca, Secretaria de Asuntos Estudiantiles, 11 de Abril 461, B8000LMI, Bahía Blanca, Argentina, [jcasca@frbb.utn.edu.ar](mailto:jcasca@frbb.utn.edu.ar)

Palabras Claves: granja ecológica, energías renovables, espacio social, compromiso, solidaridad, agentes multiplicadores.

Ante la globalización de la comunicación y de los conocimientos, han surgido nuevas problemáticas que requieren de un nuevo perfil de Ingeniero, analítico y reflexivo, con conocimientos técnicos suficientes para la eficiente toma de decisiones en la resolución de los problemas de su profesión, y a la vez conciente de las necesidades de la sociedad.

Esto exige la incorporación, dentro de la carrera de pregrado, de la realización de actividades que formen al estudiante, no sólo en el plano del conocimiento técnico, sino también en su faz social y humana.

Con esta finalidad, se propuso un trabajo conjunto entre la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca (U.T.N.F.R.B.B.) y la Granja Ecológica “Los Tamariscos” de Cáritas Arquidiocesana, en el desarrollo de métodos de utilización de energías renovables, por parte de estudiantes de la carrera Ingeniería Electricista, bajo la supervisión de docentes de la carrera y con la participación activa de la comunidad de la Granja.

El presente trabajo expone la metodología del proyecto, su relación con el espacio social en el que se enmarca, y su aplicabilidad para la concreción de los siguientes objetivos particulares: 1) acercar los alumnos a la realidad social a través de la aplicación de conocimientos técnicos en un trabajo asistencial, de modo de ir construyendo su futuro profesional desde una perspectiva de compromiso y solidaridad, y no sólo con una visión mercantilista de la actividad laboral, 2) promover en toda la comunidad de Bahía Blanca la utilización de energías renovables y no contaminantes, por acción de agentes multiplicadores generados a través del rol formativo de la Granja Ecológica, mediante la difusión de sus beneficios en el cuidado del medioambiente.

## LISTADO DE AUTORES

Abdala P.M.	13.9	Bohé A. E.	12.7
Abello M.C.	12.9; 12.10	Bomben R.	12.2
Abuin G. C.	13.1	Bonesi A.	13.3
Aguirre J.	7.4	Botterón F.	10.5; 10.6
Aguirre P.	12.3	Brizuela G.	5.3
Alvarez F. J.	12.7	Bruzzoni P.	5.4
Amadeo N. E.	12.5; 12.12	Bucki Wasserman B.	9.11
Andrade Gamboa J. J.	13.10	Buera, M. P.	2.4
Andreasen G.	1.9	Buitrago R.H.	8.1
Antonelli S.	10.1	Cadena C.	8.2
Aprile M.S.	16.4	Calles J.A.	12.12
Araujo R.	13.2	Calzada, R.	2.6
Arce R.	8.1	Cambra J.F.	9.6
Arceo A. A.	8.8; 9.1	Camerucci A.	9.11
Arena P.	12.12	Campaña H.	9.4
Arias P.L.	9.6	Caneiro A.	13.2
Arneodo Larochette P.	1.16	Carou N.	9.5
Arrua L.A.	12.9; 12.10	Carrero A.	12.12
Arteaga L.E.	9.2; 9.3; 12.8	Casas Y.	9.2; 9.3; 12.8
Audisio O.A.	10.8	Cascallar J.A.O.	8.9; 17.3
Baker R.T.	13.5	Casco E.S.	16.4
Baleztena, M.	2.6	Castro E. B.	3.1; 3.4; 3.5
Bangert V.J.	16.4	Castro F.	1.5
Baqué L.	13.2	Castro Luna A. M.	12.1; 12.2; 13.3
Barbero C	13.7	Castro, M.E.	1.20
Barney E.	16.5	Cavalieri A.	9.11
Barón J.	15.3	Cendoya M.	7.1
Baronetti, G.	1.10; 12.12	Collet Lacoste J.R.	1.19; 1.21
Barragán L.C.	7.8	Comelli N.	9.13
Barrio V.L.	9.6	Cornaglia L. M.	12.11
Barroso Quiroga M.	12.1; 12.9	Correa Alvarez A.	10.3; 10.7
Barsellini D.	2.6; 3.1; 3.4	Corso H. L.	1.15; 1.9
Bassegio A.	7.4	Corti H. R.	2.4; 13.1
Battaiotto P. E.	7.1; 7.2	Cotella N.	10.1
Battioni M.	8.1	Crespo E.A.	1.2
Baum L.A.	1.1; 3.3	Cristófaló M.P.	7.8
Baza Pacho R.	7.9	Crossi C.	7.4
Becker M. D.	3.1; 3.4	Cuscueta D.J.	3.2
Benedetti P.	9.4	Cutrerá M.	8.1
Bermúdez R. C.	9.1	Chenlo, J. M	17.1
Biancucci M.	7.13	Chiaraviglio D.M.	16.4
Bisquert J.	8.7		

D'Atri M.V.	2.2	Gill Estévez, P.	5.1
De Battista, H.	8.11	Gomez M. F.	12.9; 12.10
De Bernardez L.	8.1	Gómez Ojea I.	9.1
De Lorenzo M.F.	16.7	Gómez R. R.	7.3
Delnero G.	1.17	Gómez, D.L.	16.2
Diaz L.	13.1	Góngora Leyva L. A.	10.3; 10.7
Diaz A.E.	9.13	González, E.	9.2; 9.3; 12.8
Díaz López J. R.	8.8	González A.	7.4
Diaz V.	1.13	González A.D.	15.1
Domínguez A.	7.8	González E.A.	1.7
Duarte M.M.E.	13.11	González G.	5.2
Esparza, E.	1.20	González Prieto L.E.	9.7
Evans. J. M.	8.3	Gonzo. E.E.	12.4
Fábregas I.	12.5	Gortari S.	7.5; 15.1
Fabregat-Santiago F.	8.7	Grätzel M.	8.7
Farias M. F.	7.1	Grosman I.P.	2.2
Fasoli H.J.	2.2; 7.8; 16.7	Grunbaum N.	13.2
Fernández A.	13.4	Güemez B.	9.6
Fernández J.	1.3	Guzmán D. F.	1.8
Fernández P.S.	1.4	Guzowski, C.	16.3
Fernández R.D.	7.2	Husar A.	2.3
Ferretti O.	12.6	Iermanó, M. J.	16.8
Fis Leguen R.	10.3	Imaz F.J.	16.4
Forlini A.	7.6	Iriarte M. E.	12.1
Fornasiero P.	13.10	Ivanko D.	9.5
Francesconi J. A.	12.3	Jasen P.V.	1.7
Franco J.I.	2.2	Jaurena J.F.	16.4
Fuentes R.O.	13.5	Jorge, E.	2.6
Fungo F.	8.7	Juan A	1.6; 1.7; 5.2; 5.3
Fuster V.	1.5	Juanicó L.E.	8.5; 8.6; 15.1
Galasso, S. G.	1.20	Kafarov, V.	9.2; 9.3
Galetti A.E.	12.10	Kairiyama J.C.	10.4
Galloni, M. C.	17.1	Kempf R.	13.9
Gandarias I.	9.6	Kodjaian A.	12.5
Garaventa G.	2.6; 3.1; 3.4	Koropeccki R.	8.1
García Clúa, J. G.	8.11	Kunusch C.	2.3
García G.	13.7	Kurtz V. H.	10.4; 10.5; 10.6
García M.F.	13.11	Laborde M.	1.10; 12.12
García Sánchez T.	10.3	Labriola C.	7.13
Garreta F.	8.3; 8.4	Lamas D.G	12.5; 13.4; 13.9
Gennari F. C.	1.16; 13.10	Lanzani L.	5.4
Gervasoni J.L.	1.15		
Gesari S.B.	1.6		
Ghilarducci A.A.	3.2		

Larrondo S.A.	12.5	Oliva R.B.	7.7
Lauretta J. R.	1.14	Oliva Ruiz L.	9.8
Lavorante M.J.	16.7	Ordoñez S. M.	1.8
Lescano J. R.	7.7	Orfali Fabre M.M.	16.7
Linquimán P.	9.4	Otero L.	8.7
Lombardo E. A.	12.11	Padilla D.	7.8
López M.B.	9.13	Pampillo, L. G.	5.1
Luna C.R.	1.7	Parúas Cuza R.	8.8; 9.1
Machado López I.	9.11	Pasquevich D. M.	12.7
Machado M. de Oca A.	7.9	Pastor E.	13.7
Magaz, G. E.	17.1	Pedace R.	16.5
Manelli A.	10.1	Peña Pupo L.	10.7
Mantz R. J.	7.2; 8.11	Peralta L.M.	9.2; 9.3; 12.8
Mariño, F.	1.10	Peralta C.	2.6
Martínez Garro F.	5.4	Peretti H. A.	1.9; 1.15; 3.2; 3.3
Martins M. E.	1.4; 1.13	Perigó Román E.	7.9
Martirena Hernández J.	9.11	Perl H.	7.10
Marull F.R.	1.18	Pilla A.S.	13.11
Marusic J.	8.4	Pisarello M.L.	9.10
Masi M.	7.6	Planes G. A.	13.7
Mayer C.E.	13.11	Pompeo F.	12.6
Mayosky M.A.	2.3	Posso F.R.	1.11
Mazzoni A.	9.5	Preckel, S.	5.1
Medina P.R.	16.9	Prieto C.	7.4
Melnichuk M.	1.9; 3.2	Prieto M. A.	9.4
Mendoza Zélis L	1.1; 3.3	Pronsato M.E.	1.6
Mercado V.	12.2	Puleston P.F.	2.3
Meyer M.	1.1	Puszkiew J. A.	1.16
Montini T.	13.10	Querini C.A.	9.10
Morales M.C.	12.8	Quintana Puchol R.	9.11
Moreno M.S.	13.2	Ramos de Debiaggi S.	1.2
Moreno, M.	1.10	Ramoska J.	10.1
Moro L.	5.2; 5.3	Rastelli G.A.	1.18
Mouras V.	7.8	Real S. G.	3.1; 3.4; 3.5
Múnera J. F.	12.11	Recalde, M.	16.3
Muñoz C.	7.4	Requies J.	9.6
Muñoz H.E.	10.4	Risso G.A.	8.1
Natera J.	8.7	Rodríguez S.	9.1
Navntoft C.	8.4	Rojas P. A.	1.8
Nichio N.	12.6	Romano S.D.	9.7; 9.12
Nores Pondal, F. J.	2.4	Rossi A.P.	7.11; 7.12; 8.9; 17.3
Núñez Bosch O. M.	8.8; 9.1; 9.8	Ruda M.	1.2
Olguín G.G.	1.3		
Oliva D. G.	12.3		



Ruiz F.C.	3.3	Torilo M.A.	16.9
Saccone, F. D.	5.1	Triaca, W. E.	2.6; 13.3
Sagardoy I.	7.8	Triñanes P.	7.7
Salva H.R.	3.2	Urretavizcaya G.	1.5
Salvó G.	15.2	Valdez, P.	15.3
Sanguinetti A.R.	2.2	Vallega A.H.	16.7
Santana J.J.	1.3	Varela P.	10.1
Scenna N.	12.3	Venturino V.A.	1.18
Scollo L.S.	15.3	Villegas Aguilar P. J.	9.11
Schiller, de S.	8.3	Visintin A.	1.4; 2.6; 3.1; 3.3; 3.4; 3.5; 16.9
Schmidt J.	8.1		
Seguí S.	1.15	Vitale A.J.	7.11; 7.12; 8.9
Serafini D. O.	1.8	Vizcaíno A.J.	12.12
Serquis A.	13.2	Walsøe de Reca B. E.	12.5
Sieben J.M.	13.11	Wang H.Y.	13.2
Simonetti S.	5.2; 5.3	Welti E.M.	1.19; 1.21
Somoza J.	7.8	Yoon J.S.	13.2
Sorichetti P.A.	9.7	Zagorodny J.P.	16.9
Spinadel E.	1.18	Zerbino J. O.	1.13
Sustersic M. G.	1.13	Zhang X. G.	13.2
Tagliabue M.	1.17	Zimicz M. G.	12.5
Thomas J.E.	1.4; 3.5	Zinola F. C.	1.13
Toledano Gómez I. M.	10.3; 10.7		
Tori, C.	2.6		

## CONFERENCIAS PLENARIAS

### PI. WIND – HYDROGEN SYSTEMS

**Dr. Jochen Lehmann**

Fachbereich Elektrotechnik und Informatik, Fachhochschule Stralsund, Alemania.

The global climate change gave dramatical signals for the need of using renewable energies in a large range. With the example of wind energy, it will be shown that hydrogen, as a clean fuel, allows to overpass the time and local discrepancies between harvest and consumption. The problem of back-up power will be discussed, as well as the possibility of designing zero-emission stand-alone systems. In the North-East of Germany, more than 30% of the used electricity comes from renewable sources, mainly wind. Own experiences will be exposed, and international developments will also be presented.

### PII. CELDAS DE COMBUSTIBLE DE MEMBRANA DE INTERCAMBIO DE PROTONES

**Dr. Ernesto Rafael Gonzalez**

Instituto de Química de San Carlos, Universidad de San Pablo, Brasil.

Las celdas de combustible de membrana de intercambio de protones (proton exchange membrane fuel cells, PEMFC) son las celdas de baja temperatura ( $< 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que están atrayendo mas interés para aplicaciones estacionarias, en vehículos y en sistemas portátiles. Las PEMFC pueden operar con hidrógeno como combustible, en cuyo caso se produce agua, electricidad y calor de forma totalmente limpia. También es posible utilizar alcoholes como el metanol, produciendo además  $\text{CO}_2$ . La eficiencia teórica de las PEMFC es elevada ( $> 80\%$ ), pero existen limitaciones operacionales debido a la cinética lenta de los procesos electroquímicos, a las pérdidas resistivas y al transporte de masa. Esto abre perspectivas importantes de investigación y desarrollo de carácter inter y multidisciplinar en electrocatálisis, membranas de intercambio y fenómenos de transporte. En esta presentación se hará una discusión de los principales factores que limitan la eficiencia de las PEMFC y los que elevan el costo, los trabajos que están siendo hechos para superar esos problemas y los desafíos que todavía es necesario enfrentar para que la entrada de las PEMFC en el mercado sea posible.

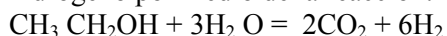
### PIII. PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE ALCOHOLES: EL REFORMADO DE ETANOL

**Dr. Narcís Homs Martí**

Departamento de Química Inorgánica e Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, Universidad de Barcelona, España.

Actualmente se constata un aumento paulatino en la demanda de hidrógeno, tanto por el aumento de su consumo en distintos procesos como por su posible utilización en un futuro no muy lejano como vector energético. En este último ámbito, su utilización en pilas de combustible comporta una producción de energía limpia, siendo además estos sistemas más eficientes que los convencionales de combustión. Sin embargo, hoy en día, la obtención de hidrógeno se lleva a cabo mayoritariamente a partir de recursos fósiles, mediante reacciones de reformado que conllevan simultáneamente la producción de CO<sub>2</sub>.

En este contexto, el desarrollo de nuevos métodos para la obtención de hidrógeno, incluyendo el uso de materias primas renovables es de gran interés. Aquí es donde se enmarca el reformado catalítico de etanol que puede dar lugar a altos rendimientos en hidrógeno por medio de la reacción:



Además, si el etanol se obtiene a partir de la biomasa el proceso total se puede considerar neutro respecto a la producción de CO<sub>2</sub>.

Una de las dificultades que presenta el proceso es el de llevarlo a cabo de forma selectiva, dado que bajo las condiciones de reacción se pueden ver favorecidas distintas reacciones que pueden producir la obtención de subproductos no deseados y la disminución del rendimiento en hidrógeno, entre ellas las de descomposición y deshidratación, que conllevan la formación no deseada de monóxido de carbono e hidrocarburos y finalmente de depósitos carbonosos. Además, la desactivación de los catalizadores por formación de depósitos carbonosos puede dificultar su utilización práctica. Por otra parte, para que el balance energético global sea favorable, interesa desarrollar catalizadores que operen a temperatura lo más baja posible. En este contexto, catalizadores que favorezcan bajo las condiciones de reacción la formación de metano o etileno necesitan temperaturas de operación elevadas para el posterior reformado de estos hidrocarburos. También, por introducción en la mezcla de reacción de oxígeno, se pueden combinar los procesos de reformado con vapor y de oxidación catalítica parcial de etanol y por tanto hacer el proceso total menos demandante energéticamente.

El diseño de materiales con propiedades catalíticas específicas para un determinado proceso es un área atractiva y a la vez de primordial importancia en catálisis. En particular, dentro de la catálisis por metales, el estudio de los factores que permiten controlar la estructura y propiedades electrónicas de los agregados metálicos soportados, ayuda a controlar muy eficazmente la selectividad de este material en un proceso catalítico determinado. En este trabajo se presentan distintos avances en el desarrollo de nuevos materiales que actúan como catalizadores en el proceso

propuesto de reformado de etanol. La presentación del mismo incluirá el análisis de los resultados bibliográficos aportados por distintos grupos de investigación internacionales, dando así una visión del estado del arte de esta parcela relativa a producción alternativa de hidrógeno y esquemas de procesos integrados energéticamente viables dentro del contexto actual.

## **CONFERENCIAS SEMIPLLENARIAS**

### **SPI. RESULTADOS DEL USO DE BIODIESEL EN MOTORES**

#### **Ing. Horacio Trigubó**

Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.

El objetivo de este Proyecto fue la evaluación del motor diesel al funcionar con el combustible alternativo renovable Biodiesel. Para ello, se efectuaron diferentes ensayos en el dinamómetro como también se evaluó el funcionamiento de la camioneta de la Facultad al utilizar combustible Biodiesel B-20, la cual superó los **130.000 km** de durabilidad sin ninguna anomalía.

Los resultados obtenidos demostraron el enorme potencial de este biocombustible, que por su rendimiento energético y evidente disminución de las emisiones contaminantes, puede ser utilizado para reemplazar al Gasoil.

### **SPII. LOS BIOCOMBUSTIBLES, UNA OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO EN ARGENTINA**

#### **Ing. Agr. Fernando Vilella**

CoDirector del Programa de Agronegocios y Alimentos, Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Con la elaboración de biocombustibles en las proximidades mismas de donde se produce su materia prima, más la actividad ganadera conexas, el país estaría ganando en fuentes de trabajo genuinas para sus habitantes, sobre todo en regiones donde éste es muchas veces escaso.

Producir carnes, industrializarlas, requiere manos activas, manos que dejarían de migrar hacia otros destinos, no siempre mejores. De esta forma sería posible pensar en estrategias sostenidas para retener o repoblar distintas regiones del país y ofrecer condiciones dignas de desarrollo. Pero no es la única arista posible. También podría permitir el autoabastecimiento parcial de combustible, detener el agotamiento de los suelos mediante la diversificación de cultivos y desarrollar actividades complementarias con los residuos no utilizados para elaborar bioenergía.

### **SPIII. AGEING MECHANISMS IN POLYMER ELECTROLYTE FUEL CELLS: WHEN ELECTRODE DESIGN MEETS THEORY – *THE CEA-GRENOBLE APPROACH***

**Dr. Alejandro A. Franco**

Commissariat à l’Energie Atomique (CEA), DRT/LITEN/DTH/PEFC Components Laboratory (LCPEM), 17 rue des Martyrs - 38000 Grenoble, France

Keywords: PEFC, durability, ageing mechanisms, multi-scale modelling, model electrodes.

Electrode durability in state-of-the-art polymer electrolyte fuel cells (PEFCs) is one of the main shortcomings limiting the large-scale development and commercialization of this zero-emission power technology. It is largely observed that the micro-structural properties of Pt and Pt-alloy electrodes evolve during the membrane-electrodes assembly (MEA) operation, limiting the PEFC lifetime to 300–500 h under some power drive-cycle operating conditions representative of automotive applications [1]. These spatiotemporal micro-structural changes are strongly dependent on the electrode operating conditions and translate into cell potential degradation. Because of the strong coupling between different physicochemical phenomena, interpretation of these experimental observations is difficult, and analysis through mathematical modeling becomes crucial in order to establish microstructure-performance relationships, to elucidate MEA degradation and failure mechanisms, and to help improve both PEFC electrochemical performance and durability.

In order to help to solve the “PEFC cost/performance/durability equation”, several combined experimental and theoretical tools from fundamentals to systems (portable, automotive, stationary including coupled wind energy/hydrogen systems) are developed at the CEA-Grenoble from more than 15 years: in this talk, we will summarize some of these research efforts.

In particular, as an example of the CEA coupled applied/fundamental research strategy, we will discuss a multi-scale mechanistic theoretical approach describing the electrochemical processes in a Polymer Electrolyte Fuel Cell, including ageing mechanisms, and based on a novel non-equilibrium thermodynamics model of the catalyst/ionomer electrochemical interfaces recently developed by us [2-4]. This proposed model takes into account the cathodic oxidation/dissolution of platinum, the transport of dissolved platinum in the Nafion<sup>®</sup> phase, the carbon-supported platinum ripening and the carbon support corrosion. It carries out a coupling of these mechanisms with the internal dynamics of the electrochemical double layers taking into account the transport phenomena of protons and platinum ions in the diffuse layers, as well as the detailed HOR and the ORR and water dipoles adsorption in the compact layers. This continuous interfacial model is coupled with a continuous micro-scale model of the electrons, dissolved platinum and protons transports through the MEA thickness, and with a continuous micro-scale model of the reactants transport through the impregnated Nafion<sup>®</sup> layers [3-4]. The model represents explicitly the

different physical phenomena as nonlinear sub-models in interaction, and some of its parameters can be estimated by using atomistic approaches (*ab-initio*, reactive force field molecular dynamics...). It helps to analyse the sensitivity of the MEA response to the operating conditions (nominal current, reactant-gas pressure, temperature, Nafion® water content), to the compositions (platinum/Nafion® loadings) and to the temporal evolution of the electrochemical activity from ageing mechanisms [5-6]. The influence of time on impedance spectra pattern can also be simulated, using a Matlab®/Comsol® in-house developed code. The use of the infinite dimensional Bond Graph theory has allowed to hierarchize this multi-scale model in a modular way, so that it is reusable in another electrochemical contexts and it can be easily coupled to other physico-chemical phenomena (water transport, pollutants...[4,7]). Theoretical predictions are compared with experimental results obtained with dedicated in-situ and ex-situ tests performed with model electrodes and MEA (DLI-MOCVD, CNT-supported catalyts...) and specified benches (from mono-cells to systems). This work focuses on the diagnostic of the dynamic fuel cell operation, and depending on the PEFC final application, it could help to optimize the electrodes properties for improved performance and durability at low costs [5-6].

[1] S. Escribano, R. Jamard, A. Morin, S. Solan, and L. Guetaz, "PEFC Ageing", in *Proc. of the 16th World Hydrogen Energy Conference*, Paper no. S19-583 (in conference CD), Association Française de l'Hydrogène (2006).

[2] A.A. Franco, P. Schott, C. Jallut, B. Maschke; *Journal of the Electrochemical Society*, **153** (6) A1053-A1061 (2006).

[3] A.A. Franco, P. Schott, C. Jallut, B. Maschke, *Fuel Cells: from fundamentals to systems*, Wiley-VCH, **7** (2) 99-117 (2007).

[4] A.A. Franco, PhD Thesis Université Claude Bernard Lyon-1 (France) no. 2005LYO10239 (2005).

[5] A.A. Franco, M. Tembely, *Journal of the Electrochemical Society*, **154** (7) (2007) (in press).

[6] A.A. Franco, 211th Meeting of the Electrochemical Society, "Transient Multi-Scale Modelling of Ageing Mechanisms in a Polymer Electrolyte Fuel Cell: An Irreversible Thermodynamics approach"; oral comm.(abstract #954), Chicago, May 6-10, 2007.

[7] A.A. Franco, P. Schott, C. Jallut, B. Maschke, "Multi-scale Bond Graph model of the electrochemical Dynamics in a PEFC"; oral comm. and in *Proc. of the 5th MATHMOD Conference*, Vienna, February 8-10 (2006) (ISBN 3-901608-25-7) (page # 93 and in CD), 2006.

## **SPIV. NANOTUBOS DE $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CoO}_3$ PARA CÁTODOS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE DE ÓXIDO SÓLIDO DE ALTO RENDIMIENTO**

**Dr. Joaquín Sacanell**

Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica, Bs. As., Argentina.

Los óxidos mixtos como  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ , constituyen en este momento uno de los materiales más comunmente usados para celdas de combustible de óxido sólido de temperatura intermedia (IT-SOFCs). Un gran incremento del área específica del cátodo puede lograrse desarrollandolos a partir de nanoestructuras. En este trabajo,

sintetizamos nanotubos de  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CoO}_3$  por denitración, utilizando filtros de policarbonato, la irradiación con micro-ondas y un tratamiento térmico posterior a  $800^\circ\text{C}$ . La forma y el tamaño de los tubos están determinados por las características de los poros del filtro. Realizamos mediciones de Espectroscopía de Impedancia para evaluar su rendimiento como cátodo que muestran una muy baja resistencia de polarización. Adicionalmente, desarrollamos un método simple para adherir el cátodo al electrolito.

## **SPV. PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE ENERGÍA EÓLICA. SISTEMA GEOGRÁFICO EÓLICO ARGENTINO**

**Dr. Héctor Fernando Mattio**

Centro Regional de Energía Eólica, Rawson, Chubut, Argentina.

En dicha presentación se hará mención al desarrollo del plan estratégico nacional eólico, llevado a cabo por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Como primer paso en la elaboración del Plan estratégico nacional Eólico se llevó a cabo la elaboración del mapa eólico nacional.

Durante la presentación se informará los pasos que se siguieron para la elaboración del mapa eólico, el modelado utilizado y como culminación del mismo se presentará el SIG Eólico nacional.

Por último se disertará sobre los avances en la concreción del plan estratégico

## **SPVI. AVANCES Y PERSPECTIVAS DEL PROYECTO HIDRÓGENO EN LA PROVINCIA DE MISIONES**

**Dr. Carlos E. Schvezov**

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones y Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), Argentina

## **SPVII. PURIFICACIÓN DE $\text{H}_2$ CON APLICACIÓN EN PILAS COMBUSTIBLES PEM A TRAVÉS DE LAS REACCIONES WGS Y COPROX**

**Dr. Fernando Javier Mariño**

Laboratorio de Procesos Catalíticos, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina.



A nivel mundial, existen diversas razones para encontrar una solución sustentable al problema del transporte terrestre. Las normas anti-contaminación cada vez más severas, una previsible disminución de las reservas de petróleo, la sensibilización social en aumento con respecto a los problemas medio-ambientales son sólo algunas de esas razones. El vehículo eléctrico es una de las respuestas que se vislumbran y, en este sentido, la investigación en el campo de las pilas combustibles de membrana polimérica (PEMFC) requiere hoy en día de grandes esfuerzos.

En efecto, la pila de combustible de membrana polimérica es la más apropiada para aplicaciones vehiculares debido a su bajo peso, baja temperatura de operación, alta densidad de potencia, ausencia de materiales corrosivos, etc. El hidrógeno puro es el combustible ideal para dicha pila; sin embargo, no existe aún una tecnología de almacenamiento de  $H_2$  capaz de otorgarle a los vehículos una autonomía aceptable. La producción de hidrógeno a bordo de los vehículos surge así como una alternativa razonable. Sin embargo, la corriente de  $H_2$  a ser empleada como alimentación en esta pila de combustible exige que el contenido de CO sea menor o igual a 20 ppm para evitar que el electrodo de Pt de la pila sea envenenado irreversiblemente por el CO. Por consiguiente, la generación de  $H_2$  con la pureza exigida a partir de hidrocarburos o alcoholes requiere de tres etapas: una etapa de producción de  $H_2$  (por reformado de la materia prima con vapor) y dos etapas de purificación de la corriente de  $H_2$  a través de la reacción de conversión de CO (WGS) en primera instancia y la oxidación preferencial de CO (COPROX) como purificación final.

El Laboratorio de Procesos Catalíticos (LPC - UBA) se encuentra desarrollando y estudiando sistemas catalíticos a base de metales tales como el Cu o el Ni sobre soportes reductibles y activos para el almacenamiento y el transporte del oxígeno, tales como el óxido de cerio. Estos catalizadores sintetizados en nuestro laboratorio han demostrado ser comparables y en algunos casos más eficientes que los catalizadores comerciales existentes de Cu/Zn/Al (en el caso de la reacción WGS) o los costosos catalizadores a base de Pt (en el caso de la reacción COPROX).

El objetivo final de este trabajo es la selección del mejor o los mejores catalizadores a ser utilizados en las dos etapas involucradas en la purificación de la corriente de hidrógeno. Para los catalizadores elegidos para ambas reacciones las tareas proyectadas también comprenden:

- (i) La caracterización de los catalizadores a través de diferentes técnicas (BET, DRX, XPS, TPR, IR, OSC, etc.). Se intentará correlacionar las propiedades de dichas muestras con su actividad catalítica y optimizar la preparación de los catalizadores con respecto a la carga y la dispersión metálica, los tratamientos térmicos, etc.
- (ii) La comparación de los mejores catalizadores obtenidos con catalizadores comerciales tradicionalmente utilizados en cada una de las reacciones.
- (iii) La determinación de la cinética química de las reacciones involucradas. Esto tendrá el doble propósito de discernir los mecanismos involucrados en dichas reacciones y de obtener los parámetros cinéticos y de transferencia necesarios para el dimensionamiento de los reactores.

## **SPVIII. NUEVA NORMA ARGENTINA SOBRE SEGURIDAD PARA SISTEMAS DE HIDRÓGENO. CLAVES PARA SU INTERPRETACIÓN Y EMPLEO**

**Ing. José Luis Aprea**

Facultad de Ingeniería Química, Universidad del Comahue, Neuquén. Jefe de Tecnología PIAP-CNEA, Argentina

El presente artículo aborda todos los elementos preliminares, normativos y suplementarios observados durante la labor que llevó a cabo el organismo de estudio para contar en el país con un documento normativo que cubra las expectativas de la comunidad de usuarios local y otras hispano-parlantes, acerca de la seguridad integral en los sistemas de hidrógeno. Se analizan los orígenes, el proceso seleccionado de adopción de una norma internacional y su adaptación al medio local. El resultado ha sido la norma IRAM/ISO 15916, que tiene por objeto brindar, a todos los usuarios y especialmente a aquéllos que no están familiarizados con la tecnología, una base para entender los temas de seguridad permitiendo educar al público en general en temas de seguridad del hidrógeno.

## **SPIX. INTERACCIÓN DE HIDRÓGENO CON DEFECTOS EN ACEROS. APORTES DEL CÁLCULO COMPUTACIONAL DESDE LO MICROSCÓPICO HASTA EL CONTINUO**

**Dr. Alfredo Juan**

Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Existe actualmente un gran interés tecnológico en conocer con detalle los procesos de interacción del hidrógeno con metales, aleaciones y óxidos. El hidrógeno está presente en diversos problemas de interés metalúrgico, energético y catalítico. Un conocido efecto no deseado en aceros es conocido como fragilización. El objetivo de este trabajo es evaluar las causas a nivel microscópico que generan esta pérdida dramática en las propiedades mecánicas de aceros y los procedimientos para evitarlas. Nos basamos en el cálculo mecano cuántico de primeros principios (DFT) para determinar energías de captura en las diversas trampas o defectos y sus implicancias en la difusión de hidrogeno desde la superficie hacia regiones críticas del sólido. Como todo modelo parte de simplificaciones y la nuestra es Fe BCC y el estudio de cada defecto por separado, como vacancias, dislocaciones, superficies libres y bordes de grano. En particular nos ocuparemos en detalle por la ocupación múltiple de vacancias formando complejos  $VH_x$  ( $x=1-12$ ). Para el estudio de una absorción secuencial, los átomos de hidrógeno se posicionaron en sus configuraciones de mínima energía, cerca de los sitios tetraédricos vecinos a la vacancia (V). Se calcula la variación de la energía para

la aglomeración de hidrógeno. Los complejos  $VH_2$  y  $VH_3$  resultaron ser los más estables. La acumulación resulta desfavorable en complejos vacancia-hidrógeno con más de tres átomos de hidrógeno. También se analizaron los cambios en la estructura electrónica de los átomos de Fe cercanos a la vacancia. Las interacciones involucran principalmente los orbitales atómicos 3d y 4s del hierro. La contribución de los orbitales p del hierro es de menor importancia. El enlace Fe-Fe se debilita, mientras que se forman los nuevos enlaces Fe-H e interacciones H-H. El efecto de los átomos de hidrógeno se limita a los primeros vecinos de hierro. El efecto perjudicial de los átomos de hidrógeno en los enlaces metálicos podría relacionarse con el mecanismo de fragilización observado en Fe- $\alpha$ . Finalmente presentaremos resultados recientes respecto a la variación de la energía con el grado de saturación de H en un borde de grano  $\Sigma 5$  y como este dato puede ser utilizado en modelos de mecánica del continuo.

## **SPX. LOS DOS CEPOS DEL DESARROLLO Y UN NUEVO ESCENARIO ENERGÉTICO**

### **Dr. Jorge H. Barrera**

Director de la Maestría en Gestión de la Energía. Convenio entre Universidad Nacional de Lanús y Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.

Se trata de discutir los cambios que ya están ocurriendo y la necesidad de reformular las decisiones en el sector energético a la luz de dos circunstancias que se intensificarán fuertemente en el futuro mediano: el encarecimiento y luego agotamiento de las energías fósiles y los efectos ambientales de los patrones de consumo de la energía.

El costo de las decisiones erróneas o ineficientes. Una de las respuestas ineludibles a esta nueva situación global es el desarrollo de la economía del hidrógeno.

## MESAS TÉCNICAS

### MESA TÉCNICA I: PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

#### **OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE BIOMASA**

**Dr. Leonardo Gomes Teixeira**

Departamento de Ingeniería, Universidad del Salvador-UNIFACS, Brasil.

La humanidad, en la actualidad, usa esencialmente a la combustión de carbón, gas natural, hidrocarburos fósiles, petróleo y derivados para la obtención de energía. La consecuencia directa es la emisión a la atmósfera de gases contaminantes responsables del efecto invernadero. Una de las fuentes alternativas de producción de energía es el hidrógeno y especial atención debe ser dada para a obtención de hidrógeno a partir de recursos renovables. En este contexto, asociado a las consideraciones tecnológicas respecto al uso de biomasa para obtención de hidrógeno, los aspectos correspondientes a las materias primas, impacto ambiental y cuestiones sociales también deben ser discutidos.

#### **PLANTA PILOTO DE PRODUCCIÓN Y PURIFICACIÓN DE HIDRÓGENO**

**Dr. Miguel Laborde**

Laboratorio de Procesos Catalíticos, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Producción de H<sub>2</sub> a partir de reformado de etanol con vapor: catalizadores, condiciones operativas, dificultades.

Purificación catalítica de hidrógeno para alcanzar la pureza “grado celda”: Catalizadores, cinética, diseño de reactores, dificultades. Balance energético del dispositivo en su conjunto.

#### **PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO ULTRAPURO EN UNA SOLA ETAPA**

**Eduardo A. Lombardo**

Investigador del Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

La producción de H<sub>2</sub> ultrapuro a partir de gas natural o bioalcoholes requiere una exhaustiva y costosa purificación. Una alternativa muy atractiva es generar hidrógeno en un reactor con paredes sólo permeables a este gas (reactor de membrana). Así se puede obtener en un solo recipiente H<sub>2</sub> de alta pureza grado celda de combustible. Con esta perspectiva se presentará un resumen de las diversas vías de producción y purificación de hidrógeno y se profundizará en la obtención de este elemento a partir de metano y dióxido de carbono en un reactor de membrana diseñado y construido en nuestro Instituto. Los resultados obtenidos serán comparados con los publicados en la bibliografía y se analizará la orientación futura de la investigación en este campo.

## **PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE ENERGÍA NUCLEAR**

**Dr. Daniel M. Pasquevich**

Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable, CNEA, Argentina.

### **MESA TÉCNICA II: CELDAS DE COMBUSTIBLES**

#### **CELDA DE COMBUSTIBLE PEM PARA USOS PORTÁTILES: ESTADO DEL ARTE Y PROYECTOS EN ARGENTINA**

**Dr. Horacio Corti**

Division Materia Condensada, Departamento de Física, Centro Atómico Constituyentes, CNEA, Argentina.

Se hará una breve reseña del estado actual del desarrollo, a nivel internacional, de celdas de combustible PEM para aplicaciones portátiles. Se discutirán las principales alternativas de combustible anódico: hidrógeno, borohidruro de sodio, metanol y los principales problemas asociados a la optimización en la densidad de potencia y en la durabilidad de las mismas.

Se mostrarán varios ejemplos de celdas comerciales con aplicaciones específicas y finalmente se comentarán los proyectos locales de investigación y desarrollo en este tipo de celdas.

## **NUEVOS MATERIALES PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE DE ÓXIDO SÓLIDO DE TEMPERATURA INTERMEDIA**

**Dr. Diego Lamas**

CITEFA, Buenos Aires, Argentina

## **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE PROTOTIPOS SOLAR-HIDRÓGENO-PILA DE COMBUSTIBLE**

**Dr. Omar Solorza Feria**

Departamento de Química, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, México.

El hidrógeno es considerado como una forma de almacenar las energías renovables; la energía química de este combustible la podemos almacenar, transportar y transformar a energía eléctrica cuándo y donde sea necesario. En esta presentación se describe la construcción de dos diferentes prototipos de pilas de combustible usados con fines educativos. Se presentará el diseño, construcción y caracterización electroquímica de un electrolizador PEM para producir hidrógeno de alta pureza, utilizando membranas Nafion 115, y platino al 10% peso soportado en carbón como cátodo y una mezcla de óxidos de cobalto y rutenio como ánodo. Ambos materiales catalíticos se encuentran adheridos a la membrana Nafion para formar un ensamble. Se caracteriza cada ensamble por su desempeño (densidad de corriente-voltaje), buscando la mayor eficiencia en términos de electricidad aplicada por unidad de hidrógeno producido. Este electrolizador opera con un modulo fotovoltaico para suministrar corriente eléctrica al electrolizador y producir suficiente hidrógeno para ser alimentado a una pila de combustible con membrana polimérica, diseñada, construida y caracterizada en nuestro laboratorio. Se producen alrededor de 70 cm<sup>3</sup> por minuto de hidrógeno puro del electrolizador con 8 ensambles, a un voltaje de 14V y 0.72 A, proporcionados por la transformación de la energía luminosa a eléctrica en el modulo fotovoltaico. La energía química del hidrógeno proveniente del electrolizador es transformada a energía eléctrica en el arreglo de pilas de combustible regenerativa para producir suficiente combustible y hacer funcionar una T.V. portátil. Se presentará también un dispositivo pequeño donde se encuentran integrados un recipiente con hidrógeno, oxígeno y una pila de combustible con 4 ensambles, suministrando corriente eléctrica a un discman portátil.

## **DESARROLLOS RECIENTES A NIVEL NACIONAL EN CELDAS DE COMBUSTIBLE DE BAJA TEMPERATURA**

**Dr. Walter E. Triaca**

Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

Se presenta un panorama de las investigaciones en marcha en nuestro país sobre sistemas electroquímicos de conversión de energía de baja y de alta temperatura. Se describen, en particular, los avances recientes en el área de la catálisis de la electroreducción de oxígeno, que constituye una de las principales pérdidas de energía de las celdas de combustible de baja temperatura. Se presentan también desarrollos a nivel nacional en el diseño y construcción de prototipos de celdas de combustible multimódulo de hidrógeno-oxígeno con tecnología PEM, que alcanzan densidades de potencia del orden de las reportadas internacionalmente.

### **MESA TÉCNICA III: COMBUSTIBLES HÍBRIDOS: GNC-H<sub>2</sub>**

## **RESOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES DE COMBUSTIÓN PARA MEZCLAS HÍBRIDAS**

**Dr. Walter Edgardo Legnani**

Secretario de Ciencia y Técnica del Rectorado de Universidad Tecnológica Nacional

## **EL ACERO, UN VIEJO MATERIAL PARA LA NUEVA ERA DEL HIDRÓGENO**

**Dr. José Ovejero García**

Centro Atómico Constituyentes, Buenos Aires, Argentina.

El hidrógeno, elemento más simple y abundante en el Universo y en nuestro planeta será la energía del siglo XXI.

En la ERA DEL HIDRÓGENO, el material más usado será, sin lugar a dudas, el acero. Esto es debido a su costo relativamente bajo, buenas propiedades mecánicas y, fundamentalmente, a la existencia de equipos construidos con este material, que trabajan, desde hace muchos años, con hidrógeno gas.

Es conocido que la interacción del hidrógeno con el acero puede conducir daños importantes en tuberías y equipos llegando, en algunos casos, a la rotura catastrófica.

En el presente trabajo son presentados y analizados los distintos tipos de daño que puede producir el hidrógeno en los aceros, en particular el conocido con el nombre FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO.

## **COMBUSTIÓN DE HIDRÓGENO EN MOTORES DE EXPLOSIÓN: PUNTOS DE ESTUDIO**

**Dipl. Ing. Daniel Zambrano**

Universidad de Buenos Aires, Argentina. Consultor y Asesor para Automotrices y Autopartistas.

La historia del Hidrógeno como combustible para motores de combustión interna no es nueva. Se remonta a los años 50, por lo que podemos afirmar que muchas veces se ha tratado de utilizar este combustible pero nunca ha pasado de la fase experimental. Sin embargo hoy, las condiciones del mercado energético, y la necesidad de la humanidad por preservar su hábitat, hacen de esta alternativa una posibilidad cierta. En este trabajo se explicará cuales son los pasos a seguir para adquirir el background necesario para la utilización de este combustible en los motores de ciclo Otto, y cuales deben ser las consideraciones y puntos de análisis para poder obtener la experiencia adecuada, que permita el uso seguro de esta fuente energética.

### **MESA TÉCNICA IV: BIOCOMBUSTIBLES**

#### **BIODIESEL PARA AUTOCONSUMO**

**Ing. Hugo Alberto Dellavedova**

CITELAC, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Córdoba.

**Ing. Roger Homar Illanes**

CITELAC, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Córdoba.

El biodiesel se puede producir con diferentes materias primas, pero para el productor agropecuario es interesante plantearse, como otra unidad de negocios, el autoabastecimiento del combustible necesario para la realización de sus actividades, utilizando como materia prima su propia producción agraria.

Los distintos tipos de oleaginosas cosechadas en las diferentes zonas, sirven como eslabón de la cadena de valor, integrando la producción agraria con la pecuaria.



En la producción de biodiesel a partir de la semilla, se origina aceite (para biodiesel) y harina proteica. Este subproducto, por las características del proceso de obtención, tiene excelentes cualidades tanto desde el punto de vista proteico como energético, que la hacen especialmente aptas para la integración en un alimento balanceado, transformando el cultivo de oleaginosa en combustible y generación de proteínas cárnicas (bovinos, cerdos, pollos).

La producción de biodiesel se realiza por medio de una planta de diseño sencillo, apta para trabajar “a campo”, que puede utilizar diferentes tipos de semillas oleaginosas (colza, girasol, algodón, otras).

La versatilidad de las plantas de producción permite realizar la extracción del aceite de prácticamente cualquier semilla oleaginosa y el tratamiento necesario del aceite para obtener las cualidades necesarias para su transformación en biodiesel. La capacidad de la planta es de 4000 lt/día, y puede producir todo el combustible necesario para el laboreo de unas 20000 Has.

## **PROGRAMA NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES**

### **Ing. Agr. Andrés Leone**

Programa Nacional de Biocombustibles, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Ministerio de Economía y Producción, Buenos Aires, Argentina.

La sustitución de los combustibles fósiles por combustibles renovables, está marcada por la presión de los precios del petróleo y los problemas ambientales, como el calentamiento global, la lluvia ácida, y los compromisos asumidos por los países en el Protocolo de Kyoto.

Dentro de este marco, Argentina, a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos y otros organismos gubernamentales, viene trabajando en el desarrollo sustentable de los biocombustibles, mediante políticas activas tendientes a establecer esta nueva industria en el país.

Esto se refleja en la creación del Programa Nacional de Biocombustibles (PNB), que tiene como objetivos:

- promover la elaboración y el uso sustentable de los biocombustibles,
- apoyar y asesorar a sectores rurales en el desarrollo y puesta en marcha de plantas para la elaboración de biodiesel, bioetanol y biogás (bioenergía),
- colaborar y apoyar a instituciones, organizaciones y entidades de bien público dedicadas a la investigación y difusión en el uso de los biocombustibles,
- promover las inversiones privadas, públicas y/o mixtas para el desarrollo de bioenergía, ya sea para el mercado local, como así también, para el mercado exterior,
- promover aquellos cultivos destinados a la producción de “biomasa para bioenergía”, que favorezcan la diversificación productiva del sector agropecuario

y de la matriz energética nacional. A tal fin, la Secretaría podrá elaborar programas específicos y prever los recursos presupuestarios correspondientes.

## **IMPACTO DEL TIPO DE MATERIA PRIMA EN LAS PROPIEDADES DEL BIODIESEL Y EN EL DISEÑO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

**Dr. Carlos Querini**

Departamento de Fisicoquímica, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina.

El biodiesel puede ser obtenido a partir de una diversidad de materias primas, tales como aceites y grasas animales y vegetales. Algunas propiedades de las materias primas a usar, impactan fuertemente en el diseño del proceso productivo. Tal es el caso de la acidez, que cuando es muy alta, hace necesario que se agreguen otras etapas en el proceso a fin de mejorar el rendimiento global de la planta.

La composición y nivel de impurezas de la materia prima, tiene una implicancia muy importante en las propiedades del biodiesel. Así por ejemplo, el nivel de insaturación de los ácidos grasos constituyentes del triglicérido de partida, la acidez de la materia prima, la longitud de las cadenas de los ácidos grasos, la presencia de grupos sustituyentes y el contenido de fosfolípidos, influyen las propiedades del biodiesel, tales como la estabilidad a la oxidación, índice de yodo, viscosidad, etc. Por este motivo, la selección de materias primas para su uso en la producción de este combustible, debe tener en cuenta estos factores.

En esta presentación, se analizará el proceso productivo de biodiesel, y las alternativas de diseño de plantas. También se analizará el impacto del tipo de materia prima en las propiedades del producto.

## **IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL**

**Dra. Silvia Daniela Romano**

Grupo de Energías Renovables, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Controlar la calidad de un combustible durante su producción y distribución es fundamental para asegurar que lo que le llega a los usuarios es de calidad confiable y consistente, y garantizar un buen funcionamiento del motor.

Las normas exigen caracterizar al Biodiesel midiendo diferentes propiedades. El valor de las propiedades de este biocombustible depende de la proporción y clase de los metil o etil ésteres que lo forman; es decir, del aceite y del alcohol que le dieron origen. Dado que el Biodiesel se obtiene por medio de una reacción química, además

de medir propiedades como las que se le exigen al gasoil hay que medir aquellas que describen la composición química y pureza de la mezcla de los ésteres alquílicos de los ácidos grasos.

Por otro lado, hay propiedades que no son exigidas por las normas pero son de interés dado que permiten seguir el proceso productivo; por ejemplo, las propiedades dieléctricas.

La medición de la permitividad y las pérdidas dieléctricas en la materia prima, en las distintas etapas de proceso de fabricación del Biodiesel y en los efluentes, provee información sobre la eficiencia del pretratamiento del aceite vegetal usado, de la reacción química y de los lavados y es parte del trabajo que se realiza en el Grupo de Energías Renovables de la FIUBA.

Además, el hecho de que la espectrometría de relajación dieléctrica sirva para caracterizar mezclas y detectar contaminantes en tiempo real, sin importar la turbidez o el color del líquido, hace que esta técnica sea interesante no solo en escala de laboratorio sino también en escala industrial.

En el futuro, se prevé desarrollar sensores para controlar la calidad en las distintas etapas del proceso de obtención de Biodiesel en la planta piloto que funciona en la FIUBA y luego poder transferir esta tecnología a la industria.

## **CURSOS PRE-CONGRESO**

### **HIDRÓGENO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ASPECTOS TECNOLÓGICOS**

Dra. Juana L. Gervasoni - Ing. Hugo L. Corso

### **HIDRÓGENO II: BATERÍAS RECARGABLES NÍQUEL-HIDRURO METÁLICO**

Dra. Silvia Real

### **GENERADORES EÓLICOS: AERODINÁMICA Y ESTRUCTURAS**

Ing. Leandro M. Orsi - Ing. Elmar Mikkelson

### **INTRODUCCIÓN A LAS CELDAS DE COMBUSTIBLE**

Dra. Adriana Serquis

### **BIOCOMBUSTIBLES I: INTRODUCCIÓN A LOS BIOCOMBUSTIBLES - BIODIESEL**

Dra. Ing. Silvia D. Romano

### **BIOCOMBUSTIBLES II: BIOETANOL Y PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE ETANOL**

Dra. Pilar Ramírez de la Piscina