

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA OPERACIÓN DE PROCESOS

CONTEXTO

- Línea Prioritaria de Investigación de la FI (LIPIFI): Línea 3 - El estudio de procesos específicos o integrados que contribuyan a la cadena de valor de los productos obtenidos
- Tipo de Proyecto (A, B o C): A
- Unidad de Financiamiento: SeCTER
- Vigencia del Proyecto: del 1 de enero de 2018 al 31 de diciembre de 2019.
- Director: Enrique Eduardo Tarifa
- Co-Director: Sergio Luis Martínez

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo general, desarrollar herramientas para la operación de procesos. Para ello, se desarrollarán, adaptarán y aplicarán herramientas propias de la Operabilidad de Procesos (flexibilidad, controlabilidad, confiabilidad, robustez). Los objetivos particulares del proyecto propuesto son los siguientes: 1) Desarrollar métodos para determinar y aumentar la flexibilidad de procesos; 2) Desarrollar sistemas de supervisión; 3) Desarrollar sistemas de control avanzados; 4) Desarrollar material para la enseñanza de Ingeniería Química (simuladores, optimizadores, sistemas de control, publicaciones y apuntes). Los procesos que tendrán prioridad son los que están implementados en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería de la UNSa (extracción líquida-líquida, absorción gas-líquida, producción de vapor, pasteurización, reacción, entre otros), y los procesos vinculados al gas, al petróleo, al litio y a las energías no convencionales —especialmente, a la energía solar—. Para alcanzar los objetivos propuestos, se emplearán técnicas del campo de la Ingeniería de Procesos (simulación, optimización, diseño) y de la Inteligencia Artificial (sistemas expertos fuzzy, redes neuronales, minería de datos).

RESULTADOS Y OBJETIVOS

Objetivo general

- Desarrollar herramientas para la operación de procesos.

Objetivos particulares

- Desarrollar métodos para determinar y aumentar la flexibilidad de procesos.
- Desarrollar sistemas de supervisión.
- Desarrollar sistemas de control avanzados.
- Desarrollar material para la enseñanza de Ingeniería Química: simuladores, optimizadores, sistemas de control, publicaciones y apuntes.

Resultados obtenidos y/o esperados

Modelos y herramientas para aumentar la flexibilidad de los procesos, sistemas de supervisión, sistemas de control avanzados, material para la enseñanza de Ingeniería Química, material para la enseñanza y prácticas en la materia de Inteligencia Artificial, publicaciones.

Artículos en revistas

1. Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Domínguez S., Argañaraz J. F., "Determinación de la probabilidad de que un estudiante apruebe un examen académico", Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA, N°3, noviembre 2017, 23-30, ISSN: 1853-6662, 2017.
2. Martínez S. L., Tarifa E. E., Franco Domínguez S., "Linealización de una Válvula de Control con un Bloque Compensador Neuronal", Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA, N°3, noviembre 2017, 150-156, ISSN: 1853-6662, 2017.
3. Tarifa E. E., Martínez S. L., Núñez A. F., Franco Domínguez S., "Simulación Dinámica de una Camisa Calefactora", Difusiones, Vol. 13 N°13, 44-55, ISSN: 2314-1662, 2017.
4. Ituarte, L. E., "Componentes Electrónicos en Plantas Fotovoltaicas: El Caso del Inversor Multi-Cascada", Proyección, N° 83. Marzo 2017, Colegio de Ingenieros de Jujuy, 2018.
5. Busto M., Tarifa E. E., Vera C. R., "Coupling Solvent Extraction Units to Cyclic Adsorption Units", International Journal of Chemical Engineering, Volume 2018 (2018), Article ID 1620218, 17 pages, <https://doi.org/10.1155/2018/1620218>
6. Tarifa E. E., Franco Domínguez S., Martínez S. L., "Determinación de la instrumentación óptima para un sistema", Difusiones, N° 14, 45-62, ISSN: 2314-1662, 2018.
7. Ituarte L. E., Martínez S. L., Tarifa E. E., "Heliostatos y el control automático de orientación: una opción de mejora para las plantas de energía solar de la provincia de Jujuy", Difusiones, N° 14, 63-70, ISSN: 2314-1662, 2018.
8. Gutierrez J. P., Tarifa E. E., Erdmann E., "Steady-state energy optimization and transition assessment in a process of CO2 absorption from natural gas", Energy, Vol. 159, 15 September 2018, 1016-1023, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.108>, 2018.
9. Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Domínguez S., Argañaraz J. F. "Formulation of an optimal academic exam", Journal of Computer Science & Technology, vol. 18, no. 2, pp. 167-177, DOI: 10.24215/16666038.18.e19, 2018.



Trabajos en congresos

1. Martínez S. L., Tarifa E. E., Franco Domínguez S., "Linealización de una Válvula de Control con un Bloque Compensador Inteligente", XII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 10 y 11 de agosto, San Fernando del Valle de Catamarca, ISBN: 978-987-661-253-1, 2017.
2. Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Domínguez S., Argañaraz J. F., "Determinación de la probabilidad de que un estudiante apruebe un examen académico", XII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 10 y 11 de agosto, San Fernando del Valle de Catamarca, ISBN: 978-987-661-253-1, 2017.
3. Yurquina C. D., Franco Domínguez S., Tarifa E. E., "Simulación dinámica de un tren de pozas solares", 2° Jornadas Universitarias de Procesos Químicos y Tecnología Industrial, 17 y 18 de agosto, Córdoba, 2017.
4. Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Domínguez S., Argañaraz J. F., "Formulación de un Examen Óptimo", XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2017), RedUNCI, Universidad Nacional de La Plata, 9 al 13 de octubre de 2017, ISBN 978-950-34-1539-9, San Justo, Buenos Aires, 322-331, 2017.
5. Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Domínguez S., Argañaraz J. F., "Modelo de Simulación para un Examen Óptimo", IV Jornadas de Innovación Educativa, Facultad de Ingeniería de la UNJu, 23 y 24 de noviembre de 2017, San Salvador de Jujuy, 2017.

6. Martínez S. L., Tarifa E. E., Franco Domínguez S., “Diseño y Simulación de Controladores Inteligentes Aplicados a Procesos Industriales”, IV Jornadas de Divulgación Científica. Integrantes del Proyecto: Azar, Miguel A., Ituarte, Luis E., Aramayo, Ubaldo J., Copa, Flavia A., Ponce, Cristian M. Facultad de Ingeniería, UNJu, noviembre de 2017.
7. Zapana J. V., Tolaba A. C., Medina L. M., Franco Domínguez S., “Estrategia para la Implementación de una Competencia Genérica en la Cátedra de Metodología de la Programación”, IV Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNCo, 19, 20 y 21 de Septiembre, Córdoba, ISBN: 978-950-33-1453-1, p. 853-861, 2018.
8. Tarifa E. E., Núñez A., Martínez S., “Análisis de sensibilidad en un evaporador para jugo de tomate”, IV Jornadas de Jóvenes Investigadores, 25 y 26 de octubre de 2018, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNJu, San Salvador de Jujuy, 2018.
9. Yurquina C. D., Martínez S. L., Franco Domínguez S., Tarifa E. E., “Análisis de sensibilidad en un evaporador para jugo de tomate”, IV Jornadas de Jóvenes Investigadores, 25 y 26 de octubre de 2018, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNJu, San Salvador de Jujuy, 2018.
10. Aramayo U. J., Martínez S. L., Tarifa E. E., “Modelos de redes neuronales utilizados para predicción”, IV Jornadas de Jóvenes Investigadores, 25 y 26 de octubre de 2018, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNJu, San Salvador de Jujuy, 2018.
11. Benitez L. A., Erdmann E., Tarifa E. E., “Desarrollo de Procedimientos Óptimos de Operación para el Sector de Ajuste del Punto de Rocío en Plantas de Acondicionamiento de Gas Natural”, IV Jornadas de Jóvenes Investigadores, 25 y 26 de octubre de 2018, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNJu, San Salvador de Jujuy, 2018.
12. Tarifa E. E., Argañaraz J. F., Martínez S. L., “Evaluación por competencias en una materia de Ingeniería Química.”, IV Jornadas de Jóvenes Investigadores, 25 y 26 de octubre de 2018, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNJu, San Salvador de Jujuy, 2018.
13. Franco Domínguez S., Tarifa E. E., Martínez S. L., “Distribución óptima de estudiantes en aulas para el control y la toma de exámenes”, IV Jornadas de Jóvenes Investigadores, 25 y 26 de octubre de 2018, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNJu, San Salvador de Jujuy, 2018.

Posters

- Para obtener un desempeño uniforme de un sistema controlado de comportamiento no lineal, utilizando una válvula que regule el caudal del fluido de tal sistema, el lazo de control debe tener ganancia constante. En este trabajo se diseña e implementa un bloque compensador lógico, desarrollado con tecnología de inteligencia artificial, que produzca la linealización entre el controlador y la válvula. Los resultados muestran que, al incorporar un bloque compensador lógico (GL), en cascada con el bloque representativo de la función de transferencia del controlador (GC), se puede lograr una compensación casi perfecta del sistema, usando una válvula de control lineal.
- El este proyecto se desarrollarán, adaptarán y aplicarán algoritmos y métodos propios de la Operabilidad de Procesos (flexibilidad, controlabilidad, confiabilidad, robustez), para configurar herramientas requeribles en el campo de la operación de procesos. Los procesos que tendrán prioridad son los que están implementados en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería de la UNSa (extracción líquida-líquida, absorción gas-líquida, producción de vapor, pasteurización y reacción, entre otros), y los procesos vinculados al gas, al petróleo, al litio y a las energías no convencionales —especialmente la energía solar—. Para alcanzar los objetivos propuestos, se emplearán técnicas del campo de la Ingeniería de Procesos (simulación, optimización, diseño) y de la Inteligencia Artificial (sistemas expertos fuzzy, redes neuronales, minería de datos).

XII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA
 Que se desarrollan del 1 al 6 de Septiembre del 2017

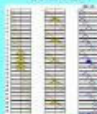
LINEALIZACIÓN DE UNA VÁLVULA DE CONTROL CON UN BLOQUE COMPENSADOR INTELIGENTE

Sergio L. Martínez – Enrique E. Tarifa – Samuel Franco

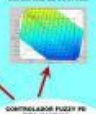
INTRODUCCIÓN: Para obtener un desempeño satisfactorio de un sistema no lineal controlado, el lazo de control debe tener ganancia constante. Esto puede lograrse con la selección de una válvula cuya función característica inherente compense la no linealidad del proceso; es decir, utilizar una válvula de control no lineal. Los valores de igual porcentaje son las más empleadas para esta tarea. Sin embargo, estas válvulas no logran compensar en forma exacta la no linealidad del proceso.

OBJETIVO: En este trabajo, se propone resolver el problema implementando un bloque compensador lógico entre el controlador y la válvula, desarrollado con tecnología de inteligencia artificial, que produce la linealización. Las pruebas realizadas muestran que el este bloque lógico mejora el comportamiento del lazo de control, sin necesidad de cambiar la válvula lineal.


BASE DE REGLAS




SUPERFICIE DE CONTROL



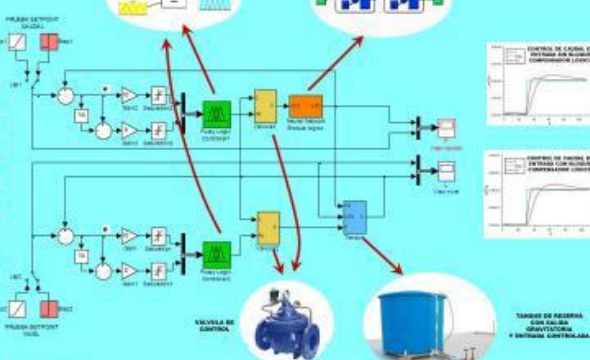
FORMA DE LINEALIZACIÓN



AJUSTE DEL BLOQUE LÓGICO NEURONAL




MODELO DEL SISTEMA




RESULTADOS

- En este trabajo se ha diseñado e implementado un bloque compensador lógico, desarrollado en base a una red neuronal de tipo feedforward, que produce la linealización entre un controlador fuzzy y una válvula instalada con función de transferencia no lineal.
- Para las pruebas, se ha implementado el modelo de un tanque con descarga gravitatoria que contiene dos controladores fuzzy, uno para el control del caudal de entrada sobre una válvula que se linealiza con un bloque lógico, y un segundo controlador -también fuzzy- para controlar el nivel del tanque.
- Las pruebas realizadas sobre tal sistema muestran que el agregado del bloque compensador lógico, mejora el comportamiento del sistema, particularmente en el proceso de control de la válvula linealizada.



FACULTAD DE INGENIERÍA - UNJU
Grupo de Investigación **INGPROAR**
JUJUY - ARGENTINA - 2017






PROYECTO DE INVESTIGACIÓN TIPO A - CÓDIGO D0157 (SeCTER) | 2018 - 2019
V JORNADAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA - 2018
FACULTAD DE INGENIERÍA - UNJU

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA OPERACIÓN DE PROCESOS

Director: Dr. Ing. Enrique E. Tarifa
Codirector: Mg. Ing. Sergio L. Martínez

Mg. Susana A. Chalabe
Ing. Samuel Franco Dominguez
Msc. Luis E. Ituarte
Ing. Álvaro F. Núñez
Est. Cristian D. Yurquina
Est. Ubaldo J. M. Aramayo
Est. Flavia A. Copa

El este proyecto se desarrollarán, adaptarán y aplicarán algoritmos y métodos propios de la Operabilidad de Procesos (flexibilidad, controlabilidad, confiabilidad, robustez), para configurar herramientas regulables en el campo de la operación de procesos. Los procesos que tendrán prioridad son los que están implementados en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería de la UNSA (extracción líquida-líquida, absorción gas-líquida, producción de vapor, pasteurización y reacción, entre otros), y los procesos vinculados al gas, al petróleo, al litio y a las energías no convencionales —especialmente la energía solar—. Para alcanzar los objetivos propuestos, se emplearán técnicas del campo de la Ingeniería de Procesos (simulación, optimización, diseño) y de la Inteligencia Artificial (sistemas expertos fuzzy, redes neuronales, minería de datos).

¿Qué significa...?

Flexibilidad: Implica la capacidad del diseño de un sistema de obtener una operación en estado estacionario estable para un rango de condiciones inciertas que pueden encontrarse durante la operación de la planta; y es el primer paso que se debe considerar para la operabilidad de un diseño.

Controlabilidad: Puede ser definida como la facilidad con la cual un proceso continuo puede ser mantenido en un estado estable específico o deseado.

Confiabilidad: Hace referencia a la capacidad de todos los elementos que conforman la planta de funcionar continuamente por un periodo de tiempo según un conjunto de especificaciones o condiciones.

Objetivo general
Desarrollar herramientas para la operación de procesos.

Objetivos particulares

- Desarrollar métodos para determinar y aumentar la flexibilidad de procesos.
- Desarrollar sistemas de supervisión.
- Desarrollar sistemas de control avanzados.
- Desarrollar material para la enseñanza de Ingeniería Química e Ingeniería Informática: simuladores, optimizadores, sistemas de control, publicaciones y material de estudio.

Robustez: Es la capacidad de un sistema de hacer mínima la variación de la medida de calidad de los productos ante variaciones de las condiciones de operación.

Publicaciones relevantes

- Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Dominguez S., Argenteiro J. P., "Determinación de la probabilidad de que un subenfuste aprobado en examen académico", Investigación en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería del NOA, 9(1), noviembre 2017, 23-30, ISSN 1853-8882, 2017.
- Martínez S. L., Tarifa E. E., Franco Dominguez S., "Linealización de una Válvula de Control con un Bloque Compensador Neuronal", Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA, 9(2), noviembre 2017, 180-186, ISSN 1853-8882, 2017.
- Tarifa E. E., Martínez S. L., Miller A. F., Franco Dominguez S., "Simulación Dinámica de una Cámara de Destilación", Simulaciones, Vol. 43, Nº 3, de 04-05, ISSN: 2314-1882, 2017.
- Tarifa E. E., "Compensador de Retardos en Plantas Fotovoltaicas: El Caso del Inversor MPPT Calculado", Propulsión, Nº 82, Marzo 2017, Colegio de Ingenieros de Jujuy, 2017.
- Rufo M., Tarifa E. E., Vera S. R., "Gasping Solvent Extraction Mito to Cyclic Solvent Extraction", International Journal of Chemical Engineering, Volume 22(4) (2016), Article ID 1620216, 7 pages, Hindawi Publishing, 158931611620216.
- Tarifa E. E., Franco Dominguez S., Martínez S. L., "Determinación de la configuración óptima para un sistema", Simulaciones, Nº 14, de 02, ISSN 2314-1882, 2016.
- Isaroti L. E., Martínez S. L., Tarifa E. E., "Modelado y el control automático de un sistema con etapas de mezcla para la planta de producción de alcohol", Simulaciones, Nº 14, de 02, ISSN 2314-1882, 2016.
- Argenteiro J. P., Tarifa E. E., Sánchez E., "Strategy based control optimization and transient assessment in a process of CO2 absorption from natural gas", Energy, Vol. 127, 13 September 2018, 1516-1523, International Journal of Energy, 2018, 84-108, 2018.
- Tarifa E. E., Martínez S. L., Franco Dominguez S., Argenteiro J. P., "Production of an optimal academic essay", Journal of Computer Science & Technology, vol. 18, no. 2, pp. 167-177, DOI: 10.5321/jcs.2016.18.2.167, 2016.



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY **2018**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN
INGENIERÍA DE PROCESOS ARGENTINA



FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

| ESTRUCTURA DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------|
| Apellido y Nombres | Máxima formación académica alcanzada | Rol dentro del Proyecto | Unidad Académica |
| Tarifa, Enrique Eduardo | Dr. en Ing. Química | Director | Fac. Ing. UNJu |
| Martínez, Sergio Luis | Mg. en Ing. Electrónica | Codirector | Fac. Ing. UNJu |
| Chalabe, Susana Angélica | Geóloga | Investigador | Fac. Ing. UNJu |
| Franco Domínguez, Samuel | Ing. Químico | Investigador | Fac. Ing. UNJu |
| Ituarte, Luis Ernesto | M. Sc. Physics Research | Investigador | Fac. Ing. UNJu |
| Núñez, Álvaro Fabián Exedito | Ing. Químico | Investigador | Fac. Ing. UNJu |
| Yurquina, Cristian David | Estudiante de Ing. Qca. | Colaborador | Fac. Ing. UNJu |
| Aramayo, Ubaldo Juan Manuel | Estudiante de Ing. Inf. | Colaborador | Fac. Ing. UNJu |
| Copa, Flavia Ayelen | Estudiante de Ing. Inf. | Colaborador | Fac. Ing. UNJu |

| TRABAJOS FINALES DE CARRERA / TESIS | | | |
|-------------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| Apellido y Nombres | Tema | Grado de Formación | Tutor / Unidad Académica |
| Leonel Alberto Benítez | Desarrollo de procedimientos óptimos de operación para el sector de ajuste de punto del rocío en plantas de acondicionamiento de gas natural | Doctorado en ingeniería | Director Enrique Tarifa / unas |
| Lara Valeria Lescano Farías | Secado en lecho de chorro bidimensional para la deshidratación de proteínas del plasma y porción globina de sangre bovina | Doctorado en ingeniería | Codirector Enrique Tarifa / UNSE |
| Sergio Luis Martínez | Control Inteligente con Algoritmos Híbridos Optimizados aplicados a Modelos de Procesos Productivos | Doctorado en ingeniería | Director Enrique Tarifa / UNT |
| Jorgelina Francisca Argañaraz | Análisis de Políticas Públicas y Participación Comunitarias vinculadas al Agua en una Comunidad Local | Maestría en Teoría y Metodología de las Ciencias Sociales | Codirector Enrique Tarifa / UNJu |
| Enrique Eduardo Tarifa | Aprendizaje colaborativo en la Enseñanza de Modelos de Espacio de Estados | Especialización en Docencia Superior | Director Sergio Luis Martínez / UNJu |

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. Tarifa E.E., Núñez Á.F., Franco S., Mussati S., "Fault Diagnosis for a MSF desalination plant by using Bayesian Network", Desalination and Water Treatment, ISSN 1944-3994 (print) / 1944-3986 (online), N°21, 102-108, 2010.

2. Martínez S.L., Tarifa E.E., Franco Domínguez S., "Processing Ambiguous Fault Signals with Three Models of Feedforward Neural Networks", XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 18 al 22 de Octubre de 2010, Buenos Aires, 2010.
3. Martínez S.L, Franco Domínguez S., Tarifa E.E., Sánchez Rivero V.D., Azar M.A., "Desarrollo de un Sistema de Diagnóstico de Fallas para Equipos de Procesos basado en Estados Anormales Caracterizados", XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2011, 5 y 6 de mayo de 2011, RedUNCI, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fe, ISBN 978-950-673-892-1, 772-776, 2011.
4. Martínez S.L., Tarifa E.E., Núñez A.F., "Comparación de Desempeño de Controladores Fuzzy y Controladores Proporcionales", Avances en Ciencias e Ingeniería, ISSN: 0718-8706, 3 (3), 91-101, 2012.
5. Martínez S.L., Tarifa E.E., Núñez A.F., "Controladores Fuzzy vs. Controladores Convencionales – Un Caso de Estudio", VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 4 y 5 de noviembre de 2010, San Salvador de Jujuy, Jujuy, 2010.
6. Martínez S.L., Tarifa E.E., Sánchez Rivero V.D., "Control neuronal tipo MIMO aplicado a un mezclador de corrientes líquidas", VII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 13 y 14 de octubre de 2011, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, 2011.
7. Martínez S.L., Tarifa E.E., Sánchez Rivero V.D., "Derivación de Reglas de Control MIMO para un Controlador Fuzzy sin Conocimiento Experto", Cuarto Simposio Internacional de Investigación: "La investigación en la Universidad: Experiencias Innovadoras en Investigación Aplicada", 19 y 21 de octubre de 2011, San Salvador de Jujuy, Jujuy, 2011.
8. Tarifa E.E., Núñez A.F., Franco Domínguez S., "Estudio de flexibilidad de un evaporador doble efecto para jugo de tomate", VII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 13 y 14 de octubre de 2011, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, 2011.
9. Guzmán A.G., Luck D.A., Horowitz G.I., Vera C.R., Tarifa E.E., "Optimización de la Gestión del Hidrógeno en Refinería Luján de Cuyo", 3er. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Refinación, del 30 de octubre al 2 de noviembre de 2012, Buenos Aires, 2012.
10. Vega M., Ale Ruiz L., Erdmann E., Martinez J., Tarifa E.E., "Simulación y Optimización de la Destilación Primaria de Petróleo", 3er. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Refinación, del 30 de octubre al 2 de noviembre de 2012, Buenos Aires, 2012.
11. Tarifa E.E., Domínguez S.F., Núñez A., Erdmann E., "Optimización del Sector de Regeneración de Glicol de una Planta de Acondicionamiento de Gas Natural", II Reunión Interdisciplinaria de Tecnología y Procesos Químicos RITeQ 2010, 24 al 27 de octubre de 2010, Huerta Grande, Córdoba, 2010.
12. Tarifa E.E., Domínguez S.F., Núñez A., Erdmann E., "Optimización del Sector de Endulzamiento de una Planta de Acondicionamiento de Gas Natural", II Reunión Interdisciplinaria de Tecnología y Procesos Químicos RITeQ 2010, 24 al 27 de octubre de 2010, Huerta Grande, Córdoba, 2010.
13. Núñez A.F., Tarifa E.E., Franco Domínguez S., "Optimización de un evaporador doble efecto para jugo de tomate", VII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 13 y 14 de octubre de 2011, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, 2011.
14. Gutierrez J.P., Erdmann E., Tarifa E.E., "Optimización del diseño, condiciones de operación y sistema de control del sector de endulzamiento de una planta de acondicionamiento de gas natural", I Jornadas de Jóvenes Investigadores, 22 y 23 de noviembre de 2012, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, UNJu, 2012.

15. Benítez L.A., Erdmann E., Tarifa E.E., “Desarrollo de procedimientos óptimos de operación para el sector de ajuste de punto del rocío en plantas de acondicionamiento de gas natural”, I Jornadas de Jóvenes Investigadores, 22 y 23 de noviembre de 2012, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, UNJu, 2012.
16. Reay D., Ramshaw C.; Harvey A., Process Intensification: Engineering for efficiency, sustainability and flexibility. Butterworth-Heinemann, 2013.
17. Wang X., Zhang J., “Process Flexibility: A Distribution-Free Bound on the Performance of K-Chain”, (August 16, 2013). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2311268> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2311268>
18. Krishnan B., Jayakumar K., “Controllability of fractional dynamical systems with prescribed controls”, IET Control Theory & Applications, vol. 7, no 9, p. 1242-1248, 2013.
19. Escobar M., Trierweiler J.O., Grossmann I.E., “Simultaneous Synthesis of Heat Exchanger Networks with Operability Considerations: Flexibility and Controllability”, Computers & Chemical Engineering, Volume 55, 8 August 2013, Pages 158-180, ISSN 0098-1354, 2013.
20. Zambrano Contreras S., Tarantino Alvarado R., Aranguren Zambrano S., Agudelo Gómez C., “Metodología para identificación de fallos críticos en procesos industriales basada en técnicas de confiabilidad operacional”, Revista colombiana de tecnologías de avanzada (RCTA), vol. 2, no 20, 2013.
21. Kaya İ., Kahraman C., “A new perspective on fuzzy process capability indices: Robustness”. Expert Systems with Applications, vol. 37, no 6, p. 4593-4600, 2010.
22. Rakesh Angira B.V. Babu, “Optimization of process synthesis and design problems: A modified differential evolution approach”, Chemical Engineering Science, Volume 61, Issue 14, July 2006, Pages 4707-4721, 2006.
23. Martínez J., Desarrollo de modelos de simulación y optimización para la toma de decisión en la gestión de cuencas en la Quebrada de Humahuaca, Tesis doctoral, UNSa, Salta, 2012.
24. Sharma N., Gobbert M.K., A comparative evaluation of Matlab, Octave, FreeMat, and Scilab for research and teaching. Technical Report HPCF-2010-7, UMBC High Performance Computing Facility, University of Maryland, Baltimore County, 2010.