



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 12 de noviembre de 2021.-

VISTO El expediente I.D. N° 8127438 presentado por el Consejo Departamental de Ingeniería Química, relacionado con el programa analítico de la asignatura electiva "Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos", de la carrera Ingeniería Química, y

CONSIDERANDO

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

RESUELVE:


ARTÍCULO 1°.- Aprobar el programa analítico de la asignatura electiva "Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos", que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Química a partir del Ciclo Lectivo 2022.


ARTÍCULO 2°.- Establecer que la misma tendrá validez durante cuatro ciclos lectivos consecutivos, según la Ordenanza N° 1383 – Lineamientos para la implementación de asignaturas electivas para las carreras de grado en el ámbito de la Universidad.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° **428**

UTN
FRRo
C.D.
S.R.


Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano


Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico



I. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

ASIGNATURA		
INFORMÁTICA APLICADA A LA INGENIERÍA DE PROCESOS		
CARRERA	DEPARTAMENTO	CARÁCTER
Ingeniería Química	Ingeniería Química	Electiva
BLOQUE	AREA DE CONOCIMIENTO	
Tecnologías aplicadas	Diseño sistémico de procesos	
NIVEL DE IMP.	CARGA HORARIA	RÉG. DE DICTADO
V	4 (128) horas cátedra	Anual
CORRELATIVIDADES		
	Aprobadas	Regulares
Para cursar:	Termodinámica	Fisicoquímica; Integración IV
Para rendir:	Fisicoquímica; Integración IV	

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA MATERIA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

Los contenidos de la asignatura están orientados a acercar a los alumnos a muchos de los requerimientos reales del área de procesos de la industria química de gran escala. La resolución de los problemas a los que se enfrenta la industria química necesita de un soporte informático adecuado para alcanzar resultados correctos y en un corto lapso. Esto implica disponer de al menos un nivel introductorio en áreas vinculadas al manejo adecuado de la información de las variables del proceso y el soporte, tanto de hardware como de software, para llevarlo a cabo.

Se brindan a los alumnos diversos elementos que le posibilitan integrar sus conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en torno a variados aspectos de la industria química. Se considera que fundamentalmente al estudiante se le proporcionan herramientas útiles para un mejor desempeño en la ingeniería de procesos. Por ejemplo, el empleo de modelos de simulación de plantas químicas completas como soporte en la toma de decisiones en la etapa de diseño o mejoras en su funcionamiento, la monitorización y optimización en tiempo real, así como la inclusión de sistemas de control avanzado para mejorar la regulación de variables con comportamientos no lineales o interactivos, entre otros.

Competencias vinculadas con la asignatura

Competencias Tecnológicas:

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.



4-Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

4.a.1. Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.

4.a.2. Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen

Competencias Sociales Políticas y Actitudinales

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

6.a.3. Ser capaz de respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo y mantener la confidencialidad.

III. ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La interacción de forma vertical con los contenidos de la materia Fundamentos de informática es de gran importancia porque los trabajos prácticos requieren del manejo de software al que los alumnos toman conocimiento en esa etapa de su formación.

Los trabajos prácticos propuestos requieren que los alumnos involucren sus conocimientos adquiridos en las materias Operaciones Unitarias I y II, Tecnología de la Energía Térmica, Ingeniería de las Reacciones Químicas y Control Automático de Procesos, lo cual los conduce a realizar actividades de integración que los aproxima con su práctica profesional.

IV. OBJETIVOS

- ✓ Promover el manejo de bibliografía diversa, para el conocimiento de la literatura básica y especializada tanto impresa como multimedial con énfasis en contenidos accesibles por Internet.
- ✓ Propender a la elaboración y aprobación de informes técnicos de acuerdo con los requerimientos actuales de las empresas, y envío a los docentes mediante comunicaciones formales (memorándum, e-mail) para su evaluación como parte de los requisitos para la aprobación directa de la materia.
- ✓ Promover la búsqueda de información en las empresas proveedoras de Tecnología Informática y de control tanto local como internacional, con aplicación a plantas químicas.
- ✓ Realizar una fuerte exposición y entrenamiento en el uso de las herramientas informáticas actuales que asista a los alumnos en el manejo e integración de los conocimientos adquiridos durante la carrera para la solución de problemas en el ámbito de la Ingeniería Química y su amplio campo de aplicación, en particular en lo relativo a la Ingeniería de Procesos.

V. CONTENIDOS



UNIDAD 1: Introducción a las Aplicaciones Computacionales en Ing. Química. Evolución de las computadoras y sistemas operativos. La Computadora en la Industria Actual. La Desktop Industrial. Off-Line vs. On-Line. Tendencias futuras.

UNIDAD 2: Sistemas de Información de Plantas y Comunicaciones. Introducción. Sistema de Información de Procesos. Evolución de los Sistemas de Computación para Procesos. Redes (Networks) y Comunicaciones. Descripción de los Usuarios de los Sistemas. Aplicaciones de los Sistemas. Mejora Continua. Tratamiento y Almacenamiento de Datos. Medición de Performance.

UNIDAD 3: Manejo de Bases de Datos e Información. Introducción. El Concepto de la Base de Datos Centralizada. Partes constituyentes de un Sistema Integrado. Factores Críticos para el Éxito. Diseño de la Base de Datos. Captura de datos del proceso y off-sites. Aceptación del Usuario y cambio cultural. Definición del Dominio y Consistencia de Datos. Herramientas

UNIDAD 4: Redes Neuronales. Redes neuronales como una herramienta auxiliar del Data Mining (Continuous Emissions Monitoring, CEM). Aplicación como analizador virtual (end point nafta de una unidad de cracking catalítico). Aplicación como analizador virtual (weathering point) y reductor de modelos rigurosos (splitter propano/propileno). Práctica con el software para redes neuronales NeurOnLine Studio (Gensym Corp., Cambridge, USA). Curso en CD redes neuronales.

UNIDAD 5: Introducción al Descubrimiento de Conocimiento en las Bases de Datos (Data Mining). Introducción. Aplicaciones de data mining. Industrias que utilizan data mining. La entrada al proceso de data. Abstracción de datos. Características de los datos. El proceso de data mining. Definición del problema real. Acceso a la información. Integración de los datos. El análisis de los datos métodos de visualización. Métodos analíticos no visuales. Presentación de resultados.

UNIDAD 6: Revisión de Conceptos de Modelado, Programación Lineal y Programación Mixta Entera. Introducción. Teoría de optimización. Ejemplos de aplicación de optimización en la Industria Química y a la Ingeniería de procesos. Resultados prácticos. Jerarquía de los niveles de optimización. Requisitos para la aplicación de la teoría de optimización a problemas concretos de ingeniería. Estructura de un problema de optimización. Región factible. Tipo y tamaño de problemas. Definición de las variables de decisión. Definición de los objetivos y las restricciones. Soluciones Globales versus soluciones locales. Diferencias entre los sistemas de optimización: LP, MILP, NLP, MINLP y problemas industriales a los que se aplica cada uno. Opciones del Solver de Excel.

UNIDAD 7: Planificación. Metodología de planificación de Operaciones, con énfasis especial en las industrias de refinación y petroquímica. Cadena de suministros. Alimentación de crudos a una refinería. Blending y productos terminados. Software industrial empleado para Planificación.

UNIDAD 8: Programación de Operaciones (Scheduling). Metodología de programación de Operaciones, con énfasis especial en las industrias de refinación y petroquímica. Scheduling de



Operaciones. Factibilidad versus Optimización. Software industrial para scheduling de Operaciones.

UNIDAD 9: Sistemas Expertos. Introducción. Componentes de los Sistemas Expertos. Ingeniería del Conocimiento. Herramientas, shell (carcasas) y soportes. Lenguajes de Programación. Aplicaciones de los Sistemas Expertos. Beneficios a los usuarios. Tendencias. Investigación en Sistemas Expertos. Administración de Situaciones Anormales. Situación Anormal. Aspectos importantes. Factores de la solución ASM. Contribución tecnológica. Desarrollo de la solución ASM. Objetos por módulos. Módulo ejecutor y monitoreo. Sistema Experto G2, GENSYM. Análisis de publicaciones relacionadas. Gestión de las condiciones anormales.

UNIDAD 10: Técnicas simples de identificación de respuestas dinámicas más habituales en procesos para la obtención de modelos orientados al control. Empleo de simuladores dinámicos de procesos químicos complejos y su utilidad para el ensayo de técnicas de identificación para la obtención de matrices de transferencia y el comisionado de controladores empleando métodos de ajuste de control por modelo interno.

UNIDAD 11: Análisis de las limitaciones de las estructuras de control realimentadas y la necesidad de incluir estrategias de Control Avanzado Tradicional. Diseño de controladores en avance o "feedforward" para contrarrestar el efecto de las perturbaciones. Diseño de controladores en avance y combinado con retroalimentación. Comparación de las ventajas a través de los índices de performance. Control por relación (Ratio control) como un caso especial del control en avance. Ventajas y desventajas del uso de control en avance. Compensación de tiempo muerto (Compensador de Smith) y respuesta inversa. Diseño de control con múltiples lazos. Control en cascada. Control Selectivo. Control de rango dividido. Ejemplos de aplicación industrial. Interacción y desacopladores. Descripción del efecto de interacción entre lazos de control. Efecto de la interacción sobre la estabilidad del sistema global. Selección del apareamiento entre los lazos en estructuras multivariables mediante la matriz de ganancia relativa (RGA). Diseño de lazos no interactuantes mediante el uso de desacopladores. Ventajas y desventajas del uso de desacopladores. Control inferencial

UNIDAD 12: Representación de sistemas físicos mediante variables de estado. Matriz de estado. Ecuación de transición. Autovalores. Limitaciones de la teoría del control convencional. Principales conceptos y objetivos de la teoría de control moderna. Definiciones de estado, variables de estado, vector de estado, espacio de estado. Análisis de sistemas complejos. Representación de sistemas físicos en el espacio de estado. Carácter de no unicidad del conjunto de variables de estado para un sistema dado. Autovalores de una matriz. Invariancia de los autovalores. Resolución de la ecuación de estado invariante en el tiempo. Matriz de transferencia. Sistemas lineales variables en el tiempo. Matriz de transición de estado. Propiedades. Solución de ecuaciones de estado variantes en el tiempo.

UNIDAD 13: Técnicas de discretización de sistemas para la implementación del control digital. Nociones de la transformada Z. Determinación del período de muestreo. Control Predictivo Basado en Modelos, Mono y Multivariable. Tecnologías disponibles en el mercado



Controladores basados en modelos tales como DMC, PFC, GPC. Aplicaciones industriales, control de columnas de destilación, reactores, pH.

UNIDAD 14: Sistemas de Entrenamiento para Operadores (OTS). Sistemas para entrenamiento de operadores basados en modelos dinámicos del proceso (OTS: Operator Training System). Tecnologías que se utilizan, basadas en simulación dinámica rigurosa de los procesos y otros simuladores dinámicos ad-hoc. Interfaz de los modelos dinámicos con sistemas de control reales o emuladores. Aplicaciones industriales.

VI. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Los principales conceptos teóricos se imparten mediante el uso de presentaciones en PowerPoint, además se incluye la revisión y comentarios de publicaciones en revistas, presentaciones en Congresos, libros, videos o fotografías provenientes de experiencias prácticas de los docentes, tanto industriales como académicas.

Los alumnos presentan semanalmente los informes de las tareas y trabajos impartidos de aplicación de temas específicos, lo hacen en forma individual o grupal propiciando la aprobación de la parte práctica de la materia.

Se organizan y realizan visitas a Industrias de la región. Se les presentan resultados de los proyectos de investigación en curso o terminados.

La comprensión de los conceptos se ve reforzada a través de los diferentes procedimientos que deben llevar a cabo para la resolución de los problemas teórico-prácticos planteados que se detallan a continuación para cada uno de los Temas dados en teoría:

Tema 1: Averiguar en Internet, precio de las configuraciones de PCs de escritorio y Workstations.

Tema 2: Suponiendo que son Ingenieros de Proceso y deben seleccionar un sistema de información de plantas para su empresa, deberán hacer una búsqueda en Internet acerca de los sistemas que permiten almacenar información en tiempo real (Plant Information Systems, Real Time Databases, etc.). Emplear buscadores como el www.google.com. Averiguar cuáles tienen representación en Argentina y en qué empresas de Argentina tienen instalaciones (para pedir referencias luego).

Tema 3: Averiguar en el mercado (por Internet) qué bases de datos emplean los sistemas corporativos tipo SAP y J. D. Edwards. ¿Quiénes los tienen instalados en Argentina?

Averiguar por el uso de bases de datos NoSQL en la industria de procesos, en particular MongoDB.

Tema 4: Nuevamente, suponiendo que son ingenieros de proceso en busca de poder estimar la composición de cima de una columna de destilación en función de los parámetros operativos, buscar en Internet la oferta de redes neuronales aptas para ser empleadas en la



industria de procesos. Buscar casos de aplicación. ¿Cuáles de ellas tienen aplicaciones en Argentina?

Práctico / Tarea: Correr un caso de NOL Studio o red neuronal semejante, seleccionada mediante consulta a Internet, y presentar informe con capturas de pantalla ilustrando la ejecución del mismo.

Tema 5:

1. Buscar en Internet sitios acerca de Data Mining o Knowledge Discovery in Databases (KDD). Conseguir algún artículo que hable de aplicaciones en la industria de procesos en particular sobre control de polimerización de propileno y ver qué empresas proveen software y servicios al respecto. Recomendación: leer el documento Data Mining for Industrial Process Optimization incluido en Google Drive de la asignatura y ver las compañías citadas.
2. ¿Qué técnicas de Data Mining tienen aplicaciones en Argentina? (en particular, en la industria de manufactura y de procesos).

Tema 6:

1. Resolver el Ejemplo de Optimización dado en clase empleando el Solver de Excel.
2. Suponiendo que son Ingenieros de Procesos que deben adquirir software para resolver problemas de optimización generales de la Planta, tanto procesos como servicios auxiliares, investigar en Internet sobre la existencia de software para resolver problemas de: Optimización Lineal (ej., Planning), Optimización No Lineal (ej., optimización de procesos en tiempo real), Optimización Mixta Entera (Lineal y No Lineal) (ej., optimización de utilities en tiempo real)

Tema 7: ¿Qué software existe en el mercado para planificación de procesos de refinación y petroquímicos? Suponiendo que son Ingenieros de Procesos que deben implementar herramientas para resolver problemas de contabilidad de la producción (reconciliación de datos y balances) en una refinería de Petróleo: Investigar en Internet sobre la existencia de software apropiado para ello, mencionar referencias, pasos necesarios para su implementación y forma de uso.

Tema 8: Suponiendo que son Ingenieros de Procesos de una planta de producción de polipropileno, encontrar y evaluar software para scheduling de producción. ¿Qué problemas específicos tienen las plantas productoras de polímeros?

Práctico: Algunos de los ejemplos o problemas del libro Spreadsheet Tools for Engineers (Cap. 11)

Tema 9: Práctica con Visual MESA y G2. Entrar al web site de Gensym Corp. y buscar referencias de aplicaciones de sistemas expertos a procesos de manufactura. Nuevamente, suponiendo que son ingenieros de proceso en busca de implementar un sistema para supervisión del estado de seguridad de un proceso de reacción altamente exotérmica: Buscar



en Internet la oferta de sistemas expertos aptos para ser empleadas en la industria de procesos. Buscar casos de aplicación. ¿Cuáles de ellas tienen aplicaciones en Argentina?

Tema 10: Práctica con modelos realizados, interpretación del programa utilizado para la simulación. Entender claramente la construcción y herramientas empleadas en los modelos utilizados en los diferentes trabajos prácticos, por ejemplo: columnas de destilación, reactores, etc.

Tema 11: Búsqueda por Internet de los programas de Control que se llevan a cabo en las carreras de Ing. Química en por lo menos 5 Universidades importantes del mundo, de empresas dedicadas a las tecnologías de control, organizaciones dedicadas al control. Práctico: Aplicación de distintos métodos de ajuste de controladores convencionales de una columna de destilación. El trabajo se realiza sobre el modelo dinámico de la columna que se detalló en el tema 10. Se lleva a cabo el análisis del comportamiento servo y regulador. Criterios de selección del mejor controlador mediante el uso de índices de error y aplicación de técnicas de estabilidad relativa. Elaboración del informe técnico correspondiente que incluye la evaluación de los resultados obtenidos por el alumno

Tema 12: Diseño de dos controladores feedforward para una columna de destilación comparación con el control realimentado convencional. Implementación de una estructura integrada feedback-feedforward. Evaluación de los resultados mediante el uso de índices de error.

Tema 13: Utilizar métodos simples de identificación para la obtención de una matriz de transferencia de una columna de destilación para diseñar su sistema de control de múltiples lazos. Prácticos: Excitación del sistema a lazo abierto; identificación de la matriz de transferencia y validación del modelo

Tema 14: Diseño de un controlador predictivo funcional (PFC) para el control de composición de una columna de destilación. Comparar resultados con el control convencional y feedforward. Diseño de un controlador predictivo generalizado no lineal con modelo de redes neuronales para la regulación de pH en un reactor

Tema 15: Presentación de referencias acerca de sistemas OTS industriales reales, basado en simuladores dinámicos y emulando el sistema de control e interfaz hombre-máquina. Suponiendo que son Ingenieros de Proceso que deben seleccionar un Sistema de Entrenamiento para Operadores (OTS) para la nueva planta de tratamiento de gas natural de una plataforma off-shore, encontrar en Internet: Al menos tres proveedores de sistemas OTS que mencionen modelos o experiencia en ese proceso. Averiguar en qué Empresas del mundo o de Argentina tienen aplicaciones.

VII. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA

La metodología de trabajo es una combinación de clases convencionales impartidas utilizando PowerPoint y trabajo de investigación personal de cada alumno, utilizando los buscadores de Internet, acerca de los temas presentados y el material de consulta de clase, que incluye una



recopilación de referencias, artículos, presentaciones y manuales de software actualizados permanente y se distribuye a través de compartir el material disponible por temas en Google Drive, Dropbox y Campus virtual. El material de consulta de la asignatura está organizado en forma de sitio web.

Las clases son dictadas en modo presencial utilizando las PCs del laboratorio de informática de Ingeniería Química o utilizando las notebooks o netbooks de los alumnos, donde se desarrollan los principales conceptos teóricos de cada uno de los temas asociado con ejemplos industriales correspondientes a la temática de la materia. En modo virtual cada alumno debe disponer de su PC.

En otras ocasiones la metodología incluye al alumno como protagonista, ya sea como coordinador del grupo de tareas, integrante de un equipo sin cargo o con responsabilidad jerárquica, o bien como responsable de trabajos individuales. Esto tanto en el aspecto de desarrollo de proyectos de ingeniería como en proyectos acotados de investigación y desarrollo o manejo de programas específicos de uso industrial y/o académico.

Las dudas que pudieran surgir se discuten en clases o se aclaran en los horarios de consulta. Además, se mantiene una comunicación constante con los alumnos ya sea vía e-mails o empleando la plataforma del Campus virtual. En etapas previas a la pandemia se realizaron visitas a planta y está previsto continuarlas ni bien se puedan garantizar las condiciones sanitarias básicas.

VIII. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Los alumnos deben presentar periódicamente los resultados de las tareas propuestas y los informes de los trabajos de laboratorio de informática impartidos que globalizan un conjunto de temas específicos, lo pueden hacer en forma individual o grupal. La aprobación de estos trabajos habilita al alumno para que pueda rendir la materia. En casos en que los docentes lo consideren conveniente por motivaciones particulares de alumnos se podrá proponer la realización de un proyecto integrador de la materia o práctica final que, de acuerdo con la magnitud del mismo, se podrá realizar en comisiones de mayor número que las organizadas en el caso de las tareas antes mencionadas y que se contemplará como parte de la formación teórico-práctica del alumno evaluable para la aprobación directa del mismo.

La aprobación de la materia se podrá realizar en forma directa si el alumno aprueba las instancias de las actividades prácticas y los dos módulos teórico-prácticos principales que conforman la materia. El alumno que apruebe un 60% de ambos módulos y en conjunto con las actividades prácticas aprobará la materia en forma directa. En caso de no aprobar uno o ambos módulos el alumno podrá rendir un recuperatorio de cada uno de ellos conjuntamente con un coloquio globalizador final basado en el programa completo de la materia y aprobado por el CD del Dpto. de Química.

Los alumnos disponen del material de la asignatura desde el primer día de clases, contenido en espacios virtuales específicamente desarrollados para la materia y compartido con los alumnos matriculados en el curso. Los apuntes y libros digitales también se incluyen en dichos espacios. En la instancia del recuperatorio se realizan un conjunto de preguntas sobre determinados temas con el objetivo de que el alumno integre adecuadamente los contenidos. Esto es



particularmente interesante en casos en que se plantean situaciones hipotéticas a resolver en el ámbito de la Ingeniería Química. También mediante técnicas de multiple-choice que se conforman en el ámbito del campus virtual.

Por tanto, para la aprobación directa de la materia el alumno debe aprobar todos los trabajos prácticos dados en el año y los dos módulos de teoría, dejando prevista una opción que incluye la posibilidad de que parte de la materia se puede aprobar mediante un proyecto integrador que propondrá la cátedra.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- ✓ Spreadsheet Modeling and Decision Analysis, A Practical Introduction to Management Sciences, Clif T. Ragsdale, Thomson Publishing, 2nd Edition. 1995
- ✓ Spreadsheet Tools for Engineers (Excel 97 Version), Byron S. Gottfried, McGraw-Hill. 1998
- ✓ Process Control, Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance, Thomas E. Marlin, McGraw-Hill. 2000
- ✓ Process Dynamics, Modeling and Control, Babatunde A. Ogunnaike y Harmon Ray, Oxford Press 1995
- ✓ Data Mining Solutions, Methods and Tools for Solving Real World Problems, Christopher Westphal y Teresa Blaxton, Wiley. 1994
- ✓ Chemical Process Control. An introduction to Theory and Practice. G. Stephanopoulos Prentice Hall. 1983
- ✓ Process Modeling, Simulation, And Control For Chemical Engineers. McGraw-Hill Chemical Engineering Series. 2nd Ed. 1994
- ✓ Essentials of Process Control- W. Luyben. M. Luyben McGraw-Hill Chemical Engineering Series. 1997
- ✓ Ingeniería de Control Moderna K. Ogata 5^º Edición. Editorial PEARSON EDUCATION. 2010

Complementaria:

- ✓ Curso redes neuronales (Computer Based Training Course on Neural Networks). 1998
 - ✓ NeurOn-Line Studio User's Manual, Gensym Corporation. 2000
 - ✓ Visual MESA Software Manual. 2017
 - ✓ G2 Manual, Gensym Corporation. 2000
 - ✓ DMCplus User's Manual. 1994
 - ✓ RMPCT demo. 1994
-



- ✓ HIECON demo. 1994
 - ✓ Artificial Neural Networks - Application, Chi Leung Patrick Hui (Ed.), ISBN: 978-953-307-188-6, InTech. 2010
 - ✓ Applied Mathematics And Modeling For Chemical Engineers. Rice and Do. John Wiley & Sons, Inc. 1998 Artificial Neural Networks - Industrial and Control Engineering Applications, Kenji Suzuki (Ed.), ISBN: 978-953-307-220-3, InTech.
 - ✓ D. Zumoffen y M. Basualdo. "Monitoreo, Detección de Fallas y Control de Procesos Industriales" Asociación Argentina de Control Automático (AADECA). 2010
 - ✓ Basualdo, Marta S.; Feroldi, Diego and Outbib, Rachid , PEM Fuel Cells with Bio-Ethanol Processor Systems A Multidisciplinary Study of Modelling, Simulation, Fault Diagnosis and Advanced Control-SPRINGER-VERLAG, 2012
 - ✓ D. Zumoffen y M. Basualdo, Fault Detection Systems Integrated to Fault-Tolerant Control LAP LAMBERT . Academic Publishing, 2012
 - ✓ Patricio A. Luppi, y Marta S. Basualdo, BENEFICIOS DEL CONTROL PREDICTIVO EN PLANTAS QUIMICAS DE GRAN ESCALA Editorial Académica Española, 2012
 - ✓ Digital Twin Baseado em Modelo em Tempo Real para Gestão de Energia e Emissões, Carlos Ruiz, Eduardo Ishikawa, Controle & Instrumentação, N° 260, 37-39, Jan 2021. https://issuu.com/editora_valete/docs/ci260
 - ✓ Sistemas de Gerenciamiento y Optimización de Energía en Tiempo Real, Experiencias y Beneficios de su Implantación en Refinerías, Carlos A. Ruiz, Petroperú, Seminario Internacional de Diseño y Operación de Hornos y Calderos en Refinerías de Petróleo, Lima, Perú, February 2019.
 - ✓ Real Time Energy Management Systems: On-Premise and Cloud-Based Implementation Challenges, Pablo Montagna, Carlos Ruiz, Oscar Santollani, 10th AIChE Southwest Process Technology Conference (SPTC), Galveston, TX, October 2018.
 - ✓ Improving Energy and Sustainability with Cloud-Based Services, Carlos Ruiz, Tim Shire, Process Heating, August 2018. <https://www.process-heating.com/articles/92746-improving-energy-and-sustainability-with-cloud-based-services>
 - ✓ Online Monitoring and Optimization of the Energy System at Motiva Port Arthur Refinery, Robert Aegerter, Jake Lam, Raul Adarme (Motiva), Jorge Mamprin, Carlos Ruiz, Pablo Montagna (KBC), Industrial Energy Technology Conference (IETC), New Orleans, June 2018.
 - ✓ Energy Management Software: EMISs Evolve to See the Bigger Picture, Tim Shire, Carlos Ruiz, Chemical Processing, March 05, 2018. <https://www.chemicalprocessing.com/articles/2018/energy-management-software-emiss-evolve-to-see-the-bigger-picture/>
 - ✓ Integration of Decision Tools in EMS. Fernán Serralunga, Juan Pablo Ruiz, Carlos Ruiz, 27th European Symposium on Computer-Aided Process Engineering (ESCAPE-27), Barcelona, Spain, 2017
 - ✓ Indicadores de desempeño energético de YPF Complejo Industrial La Plata monitorizados en tiempo real mediante el sistema Visual MESA, Cecilia San Sebastián, Andrea Afranchi, Rubén Monje, Carlos Ruiz, Edgardo M. Benvenuto, Latin American Refining Technology Conference (LARTC), Buenos Aires, Argentina, 2017
-



- ✓ Energy Real Time Optimization and Monitoring in Olefins Units, Carlos A. Ruiz, Joan S. Sanromà, Oscar Santollani, Ethylene Middle East Technology Conference (EMET), Bahrain, 2016.
 - ✓ Online Energy Management Systems Tools and Applications, Carlos Ruiz, Oscar Santollani, Kouji Matsuoka, Control Engineering Asia, May-June 2016.
<http://www.ceasiamag.com/2016/06/online-energy-management-systems-tools-applications/>
 - ✓ Energy and Hydrogen Systems Real Time Optimization, Oscar Santollani, Jorge Mamprin and Carlos Ruiz, AIChE Spring Meeting, Houston, TX, USA, April 2016.
-