

# CURSO VIRTUAL: TÉCNICAS AVANZADAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL SECTOR ELÉCTRICO



Con base en la experiencia de:



Curso avalado por:



## Coordinador Académico:

Ing. Jesús Velásquez Bermúdez, Eng. D.


 Chief Scientist DO Analytics LLC  
Chief Scientist DecisionWare International Corp.

## Profesores:

Ing. Luis Rabelo, Ph. D.

 Engineering Professor  
University of Central Florida

Ing. Fernando Lopez, Ph.D.

 Faculty of Mechanical and Electrical Engineering  
Universidad Autónoma de Nuevo León

Ing. Raúl Rodríguez, M. Sc.

 Electrical Engineer.

Ing. Edgar Gutierrez, M. Sc.

 University of Central Florida (Ph. D. Student)  
Industrial Engineer.

**Fecha Inicio: Martes 24 de Mayo de 2016 - Lunes 30 de Mayo de 2016**

**Fecha Fin: Viernes 15 de Julio de 2016**

**Sesiones: 16 sesiones de dos horas c/u, martes y viernes**

**Horario: Time Zone CEST (Madrid) 15:00 a 17:00**

**Time Zone GTM 05:00 (Bogotá) 8:00 am a 10:00 am**

**Sitio: webex DO ANALYTICS LLC**

**Costo: USD 340,00**

**Estudiantes: USD 150,00 (solicitar información y condiciones)**

**Información Adicional**

**Downloads:**

**Plan de Temas: Formato Inscripción:**



# CURSO VIRTUAL: TÉCNICAS AVANZADAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL SECTOR ELÉCTRICO



Curso avalado por:



*Decisionware Europe S.L. le invita a participar en la sesión virtual que se dictará sobre el tema **SMART GRIDS**, clase que impartirá el Profesor Luis Rabelo, [in](#) Ph. D., de la University of Central Florida, y que tendrá como conferencista invitado a Stuart Laval, [in](#) Ph. D., Manager of Technology Development, Emerging Technology, Duke Energy Corporation, quien dictará la conferencia: **The Future of Smart Grid: Interoperability and Analytics**.*

**Fecha:** Martes 5 de Julio de 2016

**Hora:** 08:00 am a 10:00 am - GMT UTC-05:00 – Bogotá

03:00 pm a 05:00 pm – Madrid

**Webex:**  **Password:** DW061915DOA

**Confirmar Asistencia:**



**Coordinador Académico:**

Ing. Jesús Velásquez Bermúdez, Eng. D.

[in](#) Chief Scientist DO Analytics LLC

Chief Scientist DecisionWare Europe



## DIRIGIDO A:

profesionales (ingenieros, matemáticos, físicos, economistas y desarrolladores de software) que requieran, o desean, conocer las tecnologías de relacionadas con la programación matemática avanzada (optimización y equilibrio económico) para diseñar, implementar y poner en marcha modelos matemáticos orientados a la generación de riqueza empresarial y a mejorar la calidad de vida social de las organizaciones, específicamente las pertenecientes al sector eléctrico y al sector gas natural; adicionalmente, los participantes conocerán el estado del arte de la denominada "smart computing".



## OBJETIVOS Y ALCANCES:

- Aprender sobre el modelamiento de sistemas y de mercados eléctricos.
- Profundizar en el conocimiento de los fundamentos de las metodologías más utilizadas en el sector eléctrico hispanoamericano: la Teoría de Benders y todas su variaciones
- Conocer las metodologías matemáticas que soportan la denominada optimización estocástica no-anticipativa.
- Comprender el modelamiento de equilibrio general computable aplicado a sistemas de energía.
- Aprender a implementar soluciones aplicadas en el mundo real haciendo uso de las tecnologías informáticas modernas disponibles para el modelamiento algebraico de sistemas industriales y de negocios, con aplicaciones en el sector eléctrico.
- Comprender el estado del arte de la optimización y su relación con las tecnologías informáticas que integran la denominada "Smart Computing"
- Revisar el modelamiento aplicado a la gestión óptima de la energía y del control de la contaminación, como una necesidad para el desarrollo sostenible.
- modelamiento matemático de procesos industriales y de negocios en un generador de riqueza socio-económica.
- Presentar en "vivo" herramientas que han sido utilizadas por grandes empresas para resolver sus problemas de planificación y de programación de operaciones industriales.
- Analizar con detenimiento las alternativas tecnológicas existentes para implementar modelos de programación matemática de acuerdo con el estado del arte de las tecnologías informáticas.
- Aprender los fundamentos de modelamiento de problemas reales. Integración entre modelos matemáticos y modelos de datos.
- Conocer de la tecnologías disponibles, como el principio de conocimiento básico para poder resolver en tiempos razonables problemas con millones de variables
- Conocer el montaje de modelos en las siguientes tecnologías de optimización: OPTEX, GAMS, IBM CPLEX Optimization Studio, AIMMS ,FICO MOSEL, TOMLAB, ...y otras tecnologías.

# OPTIMIZACIÓN APLICADA AL SECTOR ELÉCTRICO

## 1. INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN

- Analytics & Advanced Analytics
- Teoría de la dualidad y economía
- Matemáticas de la Optimización y de la Economía
- Metodologías para Modelaje Matemático de Gran Tamaño.
- Implicaciones del Modelaje Matemático Aplicado
- Precios y Costos Marginales
- Modelamiento Básico en GAMS (clase adicional, fuera de programa)

## 2. METODOLOGÍAS DE GRAN ESCALA

- Partición y Descomposición de Sistemas de Gran Tamaño
- Teoría de Benders
- Teoría Extendida de Benders
- Teoría de Benders y Sistemas Dinámicos (DDP, GDDP, NL-GDDP)
- Relajación Lagrangiana
- Descomposición Cruzada
- Programación Paramétrica
- Coordinación Lagrangiana
- Programación Disyuntiva
- Optimización Paralela
- Optimización Paralela utilizando GAMS

## 3. OPTIMIZACIÓN ESTOCÁSTICA NO-ANTICIPATIVA

- Modelamiento vía Split-Variables
- Árboles de Decisión
- Solución vía Teoría de Benders
- Solución vía Relajación Lagrangeana
- SDDP: Stochastic Dual Dynamic Programming
- GSDDP: Generalized Stochastic Dual Dynamic Programming

## 4. GESTIÓN DEL RIESGOS

- Modelamiento vía Optimización Estocástica No-Anticipativa
- Medición del Riesgo
- Medición de la Utilidad
- Curvas Pareto Utilidad – Riesgo
- Control de Riesgos Financieros
- Optimización de Portafolios
- ETRM: Energy Trading and Risk Management

## 5. MODELAMIENTO DE MERCADOS DE ENERGÍA

- Conceptos Económicos
- Mercados Competitivos, Oligopolios y Monopolios
- Mercados Regulados
- Mercados Despachados por los Agentes
- Mercados Despachados por Modelos Matemáticos
- Modelos de Optimización y Modelos de Equilibrio
- Mercadeo de Energía a Largo Plazo

## 6. MODELAMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

- Aplicaciones de Benders en Modelamiento de Sistemas Eléctricos
  - DDP, SDDP, GDDP
  - Cortes “Mejorados”
  - Aplicaciones Específicas
- Expansión de Sistemas Eléctricos (Generación y Transmisión)
- Estructura de los Modelos de Despacho a Mínimo Costo (Embalses con Cabeza Variable, Pérdidas de Electricidad, Riesgo de Racionamiento, Energías Alternativas, ...)
- Despacho a Mínimo Costo con Restricciones del Mercado Regulado
- Modelamiento de Precios Spot vía Modelos de Despacho
- Coordinación de la Planificación y de la Programación (por los Precios y por las Cantidades)

## 7. MODELAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES

- Importancia de la Optimización
- Modelamiento de la Plantas de Servicios Industriales
- Impacto del Sistema Tarifario
- Ejemplos: Optimización de Transporte por Ductos, Plantas Industriales (Refinerías, Cemento, Minería), Explotación de Petróleo
- Optimización del Mantenimiento Industrial.

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## 8. INTELIGENCIA ARTIFICIAL: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES

- Introducción a la Simulación de sistemas.
- Uso de técnicas de Simulación en Mercados Eléctricos.
- Introducción a técnicas de Inteligencia Artificial.
- Uso de Inteligencia Artificial en Mercados Eléctricos.

## TECNOLOGÍAS PARA OPTIMIZACIÓN

### 9. TECNOLOGÍAS DE OPTIMIZACIÓN

- Modelos y Tecnologías
- Estado del Arte
- Solvers: Librerías de Optimización
- AMLs: Algebraic Modeling Languages
- SSD: Sistemas de Soporte de Decisiones
- Cloud Computing y Optimización
- SQL: Structured Query Language

### 10. SOLVERS Y FORMATOS DE PROBLEMAS

- Formatos de Problemas: LP, MIP, QC, MQP, MQPC
- Algoritmos y Paralelismo de Bajo Nivel
- Librerías de Optimización (IBM CPLEX, GUROBI, XPRESS, COIN-MP, CONOPT, ... )
- Benchmarking

### 11. MODELAMIENTO AVANZADO EN GAMS

- Estructuración de programas GAMS
- Uso de GAMS-IDE
- Análisis de Outputs de GAMS
- Implementación de Paralelismo de Alto Nivel en “grid computers”
- GAMS Extended Mathematical Programming Framework
- Calibración de Parámetros de los Solvers
- Uso de GAMSCHK
- Ejemplo: SDDP vía GAMS

### 12. MODELAMIENTO ESTRUCTURADO VÍA OPTEX

- Formulación de Modelos en EXCEL
- Estructuración del Proceso de Modelamiento Matemático
- Modelos Matemáticos y Modelos de Datos
- SQL: Structured Query Language
- Chequeo de la Integridad de los Datos
- Búsqueda de Infactibilidades
- Ensamble de Conjuntos y de Parámetros vía SQL
- Conversión de Sistemática Modelos Determinísticos a Estocásticos
- Modelamiento de Tecnologías de Gran Escala
- Caso: Modelos de Despacho utilizando Optimización Paralela. Presentación Detallada.

### 13. MODELAMIENTO AVANZADO EN IBM ILOG

- Estructuración de programas IBM OPL
- Uso de OPL/ODME-IDE
- Análisis y Visualización de Resultados en IBM ODME
- Implementación de Paralelismo de Alto Nivel
- Tecnologías de Gran Escala en IBM CPLEX/OPL
- Ejemplo: SDDP vía Concert Technologies

# TEMAS ADICIONALES

## 4 SESIONES ADICIONALES

### BIG DATA – DATA MINING

#### 14. DATA MINING – BIG DATA

- Data Mining
- Big Data
- Analytics
- Advanced Analytics
- Tecnologías:
  - Inteligencia Artificial
  - Mathematical Programming
- Big Data, Smart Energy, and Predictive Analytics
- Machine Learning
- Ejemplos

**DIPLOMA**

**Avalado por:**



**PLAN DE CLASES**



### SMART METERING – SMART GRIDS - SMART CITIES

#### 15. SMART METERING – SMART GRIDS – SMART CITIES

- Conceptos Fundamentales: Smart Meters, Smart Grids, Smart Cities
- Distributed Energy Generation / Distributed Energy Resources
- Automatic Meter Reading (AMR) and Automatic Meter Management (AMM)
- Energy Management Systems in Future Smart Grids
- Optimal Power Flow in Power Grids
- Energy Reallocation in a Smart Grid
- Real-time Pricing in Smart Grids
- Demand Side Energy Management System (DSEMS)
- Home (Residential) Energy Management (HEM)
- Forecasting for Internet of Things
- Non-Technical Loss Detection

### CONFERENCISTAS INVITADOS

**The Future of the Smart Grid: Interoperability and Analytics**

**Eng. Stuart Laval, M. SC., MBA**

**Manager of Technology Development**

**Duke Energy's Emerging Technology Office (USA)**

**Smart Metering Systems**

**Ing. Carlos Ibañez**

**Primestone (USA)**

**Table 1: How Optimization Addresses the Hot-Button Issues in the Energy and Power Industries**

	<b>Climate Change Regulations</b>	<b>Grid Reliability</b>	<b>Market Restructuring</b>	<b>Enterprise IT</b>
<b>Generation/ Resource Planning</b>	Optimal mix of conventional generation, renewables, demand-side programs	Better transmission utilization	More coordinated planning	Quicker planning cycle Lower data preparation effort
<b>Unit Commitment/ Economic Dispatch</b>	Lower emissions		Improved bidding	Quicker, more flexible response
<b>Hydro/ Thermal Scheduling</b>	Lower emissions		Improved bidding	Quicker, more flexible response
<b>Optimal Power Flow/Security Constrained Dispatch</b>		Better transmission utilization Lower outage risks	Better transmission utilization Improved bidding	Improved system operation Lower data maintenance effort

	<b>Climate Change Regulations</b>	<b>Grid Reliability</b>	<b>Market Restructuring</b>	<b>Enterprise IT</b>
<b>Network Planning</b>	Better compliance with emissions regulations	Better network utilization	More responsive to market needs	Quicker planning cycle Lower data preparation effort
<b>Contract and Risk Management</b>	Better compliance with emissions regulations		Improved bidding	Quicker, more flexible response
<b>Power Market Simulation</b>			Better resource adequacy Lower risk of price spikes and gaming	Quicker adoption cycle Lower data preparation effort
<b>Nuclear Power Outage Scheduling</b>	Greater utilization		Greater utilization	Better reliability

**Ing. Luis Carlos Rabelo Mendizábal, Ph. D.**

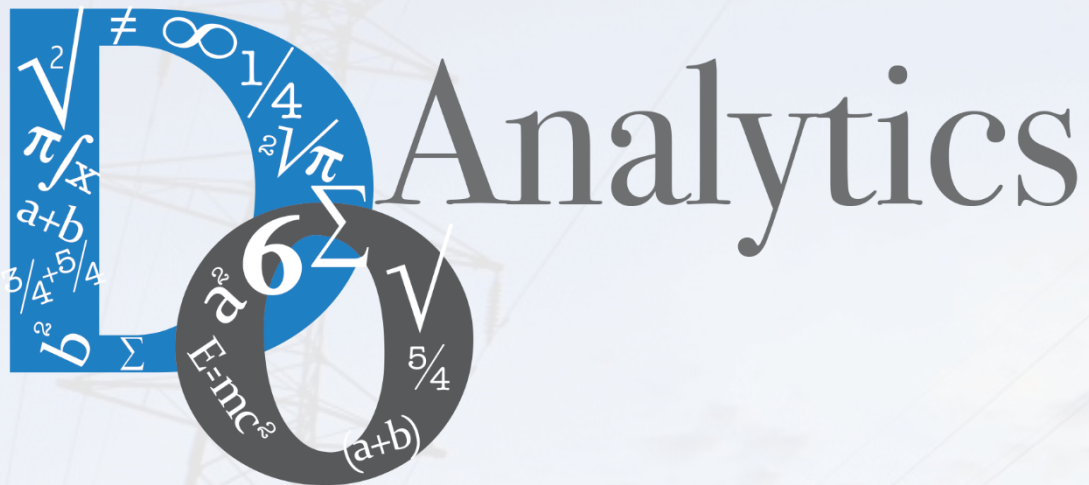


El Doctor Luis Carlos Rabelo Mendizábal recibió el título de Ingeniero Electro-Mecánico de la **Universidad Tecnológica de Panamá** en 1983, una **Maestría** en Ingeniería Eléctrica del **Instituto de Tecnología de la Florida** en 1987, y una **Maestría** y un **Doctorado** en Ingeniería en la **Universidad de Missouri**. Su tesis doctoral estuvo relacionada con la Inteligencia Artificial. Hizo un **Postdoctorado** en la **Universidad de Missouri** en Ingeniería Nuclear. Trabajó como catedrático para la **Universidad de Ohio**. Trabajó como científico para el **Instituto de Tecnología y Normas del Departamento de Comercio de los Estados Unidos**. Trabajó como Ingeniero de Investigaciones y líder del Grupo de Control para la Corporación Global **BFGoodrich**. En **BFGoodrich** trabaja en proyectos de punta en Aeroespacial que involucraron el desarrollo de láseres, micro/nano-máquinas, software crítico para control y estimación, y sistemas híbridos de la Inteligencia Artificial. El resultado de su trabajo se compone de **tres patentes y 7 invenciones a nivel internacional** y que son usados en sistemas que vuelan en Aviones Comerciales y Militares. El Doctor Rabelo también recibió una **Maestría dual** en Sistemas Aeroespaciales y Gerenciales de las Facultades de Ingeniería y Administración del **Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)**. También fue el Gerente de Sistemas Complejos en el Laboratorio de Sistemas de Control de los Laboratorios Avanzados de Honeywell. El Dr. Rabelo fue **NASA Fellow desde el 2002 al 2005**, y Gerente del Proyecto “Virtual Test Bed” en la **NASA-Centro Espacial Kennedy**. En el 2006 y 2007 hace análisis de varios proyectos planetarios y de Organización de la NASA y en el 2008 fue miembro de apoyo del “Equipo Tigre (“Tiger Team”) de Resolución de Problemas” de los Transbordadores Aeroespaciales de la NASA.

En estos momentos es Catedrático en la **Universidad de La Florida Central** y también fue **Gerente de Proyectos de Investigación de la NASA (a nivel Federal) en Investigaciones de Ciencias Planetarias, Astrofísica, Aeronáutica, Operaciones Espaciales, Medicina Espacial, y Exploración Espacial**. Tiene más de **280 artículos escritos**, un libro de procedimientos, y un libro de Liderazgo en Ingeniería (a ser publicado en el futuro). Ha graduado como asesor principal más de 41 estudiantes de Maestría y 30 Doctores (Ph.D.s). Ha dictado conferencias en numerosos lugares en los **Estados Unidos, México, Perú, Chile, Canadá, Panamá, Islandia, Irlanda, Inglaterra, Dinamarca, Francia, España, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Corea del Sur, Suiza y Alemania**. Ha tomado muchos cursos de postgrado de varias universidades entre ellas Stanford, Berkeley, y Harvard. Recibió el **Premio al Mejor Artículo Científico del Año 2004** de la Sociedad de Ingeniero Automotrices, recibió la distinción **“ONE NASA”** en el 2006 otorgada por la NASA por su trabajo con diferentes centros de investigación en la NASA, recibió la distinción **Emerald Literati** en 2007 por sus artículos científicos, fue recipiente de la **Distinción Fullbright** en el 2008, de la Beca del Gobierno de Catalunya en España para Investigadores Distinguidos también en el 2008, y en Noviembre del 2008 recibió de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) el honor de ser el **Ex Alumno Distinguido de 2008**. Últimamente recibió el **Premio de “Equipo de Grandes Logros”** de la NASA y el **Premio de “Equipo de Grandes Logros” de la NASA** del 2011, y el **Gran Premio de las Grandes Mentes de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de los Hispanos** en Octubre del 2011. También fue nombrado el **Ingeniero Educador del Año 2012 de los Estados Unidos de Norteamérica** por el Consejo Nacional de Ingenieros. En el Año 2013 recibió el **Premio Forest R. McFarland** de la Sociedad de Ingeniero Automotrices (SAE). Y fue extra en la película Transformers 3 en el 2010.



ACERCA DE:



**DECISIONWARE**

MAKING YOUR WORLD SMARTER

**DO ANALYTICS LLC** es una compañía, spin-off de **DECISIONWARE International Corp.**, dedicada a la producción y a el mercadeo de la tecnología de optimización **OPTEX MATHEMATICAL MODELING SYSTEM**



**DECISIONWARE International Corp.** es una empresa dedicada a la producción de modelos matemáticos de optimización en diferentes sectores, con amplia experiencia en modelamiento de problemas relacionados con la optimización de la gestión energética, utilizando múltiples metodologías y tecnologías de optimización

