

# Diplomado Smart Grids y tecnologías emergentes

Apoyan



Laboratorio Nacional de Redes Inteligentes  
en el Campus Universitario



Facultad de  
**INGENIERÍA**



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

## Smart Grids y tecnologías emergentes

Las redes inteligentes se convertirán en una realidad en el corto plazo. Es así como poco a poco sus tecnologías se integran al sistema eléctrico y revolucionarán la forma como se gestionan los sistemas eléctricos. Por tanto, se hace relevante conocer los conceptos de red inteligente y cómo se integrarán las aplicaciones que traerán beneficios en seguridad, confiabilidad y optimización del uso real y los mecanismos transaccionales de la energía eléctrica. Las redes inteligentes se convertirán en una realidad en el corto plazo. Es así como poco a poco sus tecnologías se integran al sistema eléctrico y revolucionarán la forma como se gestionan los sistemas eléctricos. Por tanto, se hace relevante conocer los conceptos de red inteligente y cómo se integrarán las aplicaciones que traerán beneficios en seguridad, confiabilidad y optimización del uso real y los mecanismos transaccionales de la energía eléctrica.

### Resumen del programa



Fechas realización

**Octubre 27 de 2021**

**Marzo 30 de 2021**



Horarios

**Miércoles, jueves y viernes**

> **Conferencias magistrales y trabajo autónomo**

2:00pm a 6:00pm

> **Webinar o conferencias**

8:00am a 10:00am



Intensidad

**120 horas remotas**

40% Trabajo autónomo en plataforma virtual



Inversión

**\$ 3.600.000** por persona

100% Financiado por Programa UK PACT

De otro lado, los profesionales que se desempeñan en las diferentes áreas del sector eléctrico estarán enfrentando la necesidad de interactuar con redes inteligentes y conceptos como interoperabilidad, ciberseguridad, comunicaciones, gestión de datos, desarrollo de aplicaciones, etc. Por tanto, los profesionales deben incorporar estos conceptos en su formación y convertirse en el capital humano que el país requiere para la modernización del sistema eléctrico, lo que facilitará su implementación disminuyendo el tiempo de adaptación para poder disfrutar de los beneficios de la tecnologías de Smart grids.

## Objetivo

---



Al final del diplomado, los estudiantes estarán en la capacidad de:

Desarrollar habilidades de uso de tecnologías emergentes en aplicaciones de redes inteligentes, para control, monitoreo y supervisión en una red de distribución de energía.

- > Identificar y aplicar tecnologías de: información y comunicación (TICs), sistemas de generación de energía con recursos renovables, almacenamiento de energía, tecnología de electrónica de potencia y smart grids, en la automatización del sistema de distribución de energía.
- > Desarrollar competencias para afrontar los nuevos retos de planeación, gestión, operación y toma de decisión de sistemas de potencia relacionados con los procesos de generación, transmisión, distribución y uso final de recursos energéticos.
- > Identificar y aplicar herramientas de software de análisis técnicos y económicos de tecnologías de Smart Grids que permite optimizar el sistema en función de eficiencia, rentabilidad, confiabilidad o calidad de servicio.

# Alcance

---



En el diplomado se desarrollarán los conceptos generales y aplicaciones de redes inteligentes, tecnologías de información y comunicación, tecnologías emergentes, arquitecturas de automatización, sistemas de control, monitoreo, supervisión y de protecciones de la red eléctrica. A partir de esto se espera poder dar respuesta a preguntas:

- > ¿Qué significa una red inteligente?
- > ¿Cuáles son los beneficios que se podrán obtener a partir de la integración de las tecnologías y el desarrollo de aplicaciones de redes inteligentes?
- > ¿Cuáles son los factores claves para la integración de estas tecnologías en el país?
- > ¿Cuáles y como las tecnologías emergentes que facilitan la implementación de tecnologías de Smart Grids?

# Perfil del estudiante

---

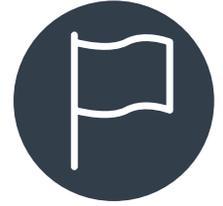


El diplomado está dirigido a:

- > Ingenieros, Profesionales consultores, Operadores, Diseñadores e Ingenieros de Operación y Mantenimiento de Sistemas de distribución de energía.
- > Ingenieros, supervisores y técnicos responsables de Planeación y Operación de la red eléctrica.
- > Personal que se desempeñe en las diferentes áreas de operación y gestión de un sistema eléctrico.

# Pre requisitos

---



- > Conocimiento teórico de los principios de funcionamiento de los diferentes elementos de la red eléctrica.
- > Comprensión general sobre los procesos de planificación, operación y control de una red eléctrica.
- > Conocimiento básico en modelación y simulación de sistemas de potencia, así como herramientas de simulación de sistemas eléctricos de potencia.

# Compromiso de los profesionales

---



Los profesionales que tomen este diplomado deben estar en la disposición de aprender nuevos conceptos a partir de los cuales se implementarán las tecnologías de redes inteligentes y el desarrollo de las aplicaciones para la automatización, control, protección y optimización del sistema eléctrico de potencia. Para esto se requiere por parte de los participantes:

- > Asistir a los cursos propuestos por la universidad hasta completar las horas mínimas de aprobación.
- > Dedicar tiempo suficiencia para el desarrollo de las actividades autónomas, ejercicios y tareas de los cursos que conforman el diplomado.
- > Presentar las evaluaciones, trabajos autónomos o asignaciones solicitadas por los diferentes expositores.
- > Completar la ruta mínima de toma de cursos para conseguir la certificación.

# Metodología



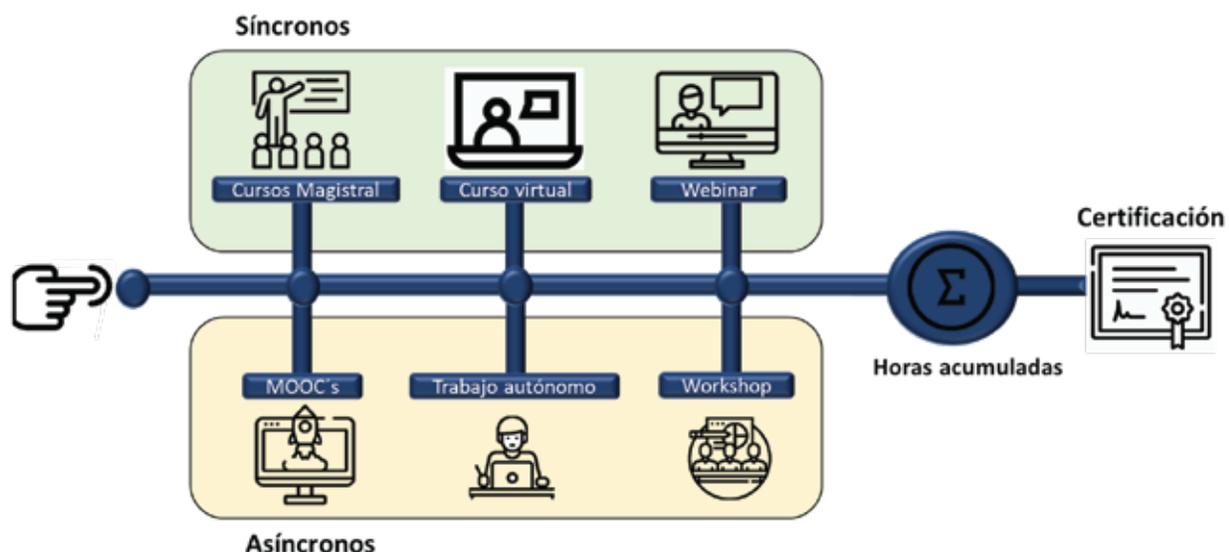
Los módulos del diplomado se ofrecerán utilizando esquemas síncronos y asíncronos. En las actividades síncronas, el estudiante y el profesor estarán interactuando en tiempo real a través de diferentes formatos como:

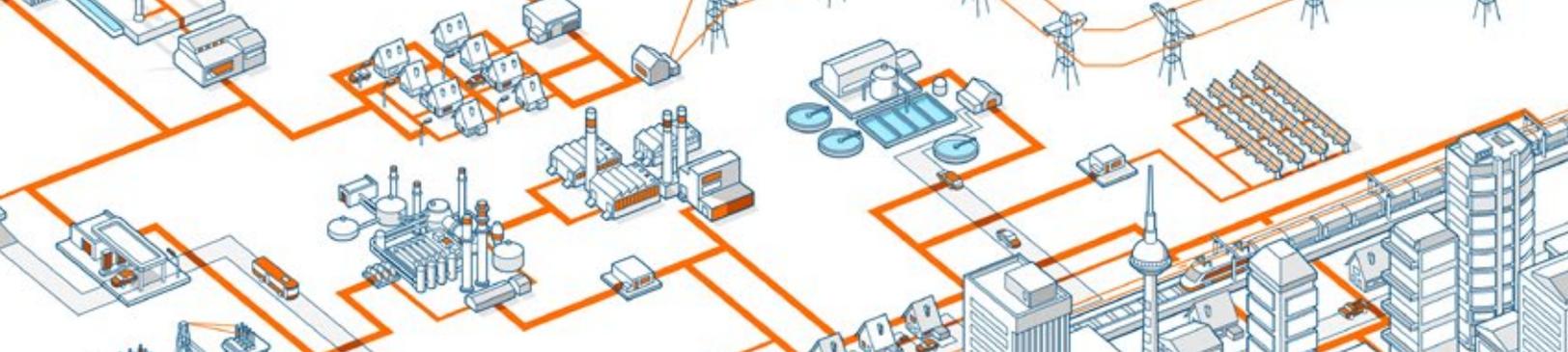
- > Cursos magistrales
- > Cursos virtuales
- > Webinars
- > Laboratorios
- > Seminarios

Bajo el esquema asíncrono, el estudiante tendrá la guía del docente a cargo ejecutando material didáctico diseñado para la comprensión y aprendizaje de los conceptos del módulo. Bajo este modulo se podrán encontrar formatos como:

- > Massive Open Online Course (MOOC)
- > Guías de trabajo autónomo: revisión y análisis de caso de uso, ejercicios, etc.
- > Talleres y asesoría

El estudiante tendrá la posibilidad de seleccionar la forma como desarrolla los módulos ajustando su desarrollo a la oferta de los módulos bajo las metodologías propuestas. De todos modos, se debe contar con el número de horas mínimo exigidos para obtener la certificación, donde el 40% del diplomado corresponde a horas de trabajo autónomo y el 60% a conferencias magistrales y Webinars





## Contenido - Programa del curso



El diplomado contiene los siguientes módulos donde se incluyen ejercicios prácticos y casos de uso.

### Conceptos de Smart Grids y aplicaciones (10 h)

En este módulo se explicarán la forma como el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones se integraron al sistema eléctrico de potencia evolucionando al concepto de red inteligente. Se expondrán los beneficios indetificados de tener una red inteligente y se presentarán algunos casos de despliegue en el mundo.

- » El concepto de sistemas inteligentes
- » El concepto de arquitectura inteligente  
Tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas al sistema eléctrico.
- » Beneficios de las redes inteligentes
- » Mapa de Ruta para Redes Inteligentes. Experiencias internacionales.
- » Casos de despliegue de redes inteligente en el mundo

### Arquitecturas de redes inteligentes: (20 h) Ciberseguridad e interoperabilidad

En este módulo se estudiarán las tendencias a nivel global para lograr la interoperabilidad y ciberseguridad de las redes inteligentes. Para esto se verificarán los diferentes esquemas propuestos y se definirán las metodologías que permiten identificar los riesgos en un entorno de red inteligente.

- » El modelo conceptual de red inteligente
- » Esquema de interoperabilidad SGAM
- » Estándares de interoperabilidad
- » Metodologías para establecer el riesgo en redes inteligentes
- » Herramientas de ciberseguridad aplicadas en redes inteligentes

# Infraestructura de medición inteligente (AMI)

(20 h)

Los sistemas AMI han demostrado ser el punto de partida para la implementación de aplicaciones de red inteligente en los sistemas eléctricos. Se estudiarán las arquitecturas de implementación de estas tecnologías, así como las aplicaciones que se pueden desarrollar a partir de los datos AMI. Igualmente se estudiarán los procesos de integración de esta tecnología en diferentes países señalando los aciertos y errores de estos procesos.

- » Introducción a los sistemas de medición inteligentes.
- » Arquitecturas de despliegue de redes inteligentes
- » Despliegues de AMI en el mundo
- » Aplicaciones AMI a partir de los datos de medida
- » Barreras y desafíos para la implementación
- » Evaluación costo beneficio para la implementación de AMI

# Automatización de la distribución avanzada (ADA)

(20 h)

Esta tecnología ha demostrado su gran potencial para la optimización en la operación de los sistemas eléctricos de potencia. En este sentido, se iniciará por el estudio de las unidades de medición fasorial y su potencial de aplicaciones sobre el sistema a monitorear. Así mismo se identificarán los beneficios de la implementación de esta tecnología.

- » Conceptos de automatización de subestaciones
- » Aspectos de confiabilidad asociados con la automatización
- » Distribution Management System (DMS)
- » Outage Management System (OMS) para distribución
- » Geographic Information System (GIS) technology para distribution
- » La unidad de medición fasorial y su infraestructura de medida
- » El concepto de WAMS
- » Aplicaciones WAMS
- » Aplicaciones ADA
- » Beneficio de las aplicaciones ADA

## Recursos energéticos distribuidos (DER) (20 h)

Sobre esta tecnología se estudiarán las diferentes fuentes de energía que poco a poco se integrarán sobre el sistema eléctrico, así como los mecanismos de almacenamiento de energía. Se identificarán el potencial de aplicaciones que pueden implementarse sobre un SEP a partir de contar con recursos energéticos distribuidos.

- » Tipos de FNCER
- » Integración de FCNER al sistema eléctrico y al mercado
- » Almacenamiento de energía
- » Conceptos generales: Micro-Redes
- » Aplicaciones DER en el sistema eléctrico

## Movilidad eléctrica (EM) (10 h)

En este modulo se abordará el concepto de movilidad eléctrica incluyendo los tipos de tecnologías y sus desarrollos. Igualmente se evaluarán las diferentes aplicaciones que esta tecnología puede ofrecer evidenciando los requisitos para su operación. Igualmente se revisarán los despliegues de infraestructura requeridos para su integración.

- » Conceptos de movilidad eléctrica
- » Tipos y desarrollos en tecnologías de movilidad eléctrica
- » Aplicaciones VE
- » Requerimiento y necesidades para la implementación de la movilidad eléctrica
- » Movilidad e infraestructuras eléctricas: dimensiones técnicas y económicas

## Política y regulación para las tecnologías de redes inteligentes (10 h)

En este módulo se presentará la forma como se han adaptado los sistemas regulatorios en el mundo para la integración de redes inteligentes. A partir de esto, se identificarán los aspectos claves requeridos en el desarrollo de políticas y de regulación que permita la integración de las tecnologías de redes inteligentes. Finalmente se abordarán los avances en la regulación colombiana y sus perspectivas.

- » Mapa de ruta de Smart grids en Colombia
- » Regulación para la integración de redes inteligentes
- » Políticas en tecnologías de Smart grids y tecnologías emergentes
- » Aspectos claves para la política y regulación.
- » Avances en la regulación de redes inteligentes en Colombia

# Aplicaciones de control, monitoreo y supervisión en red eléctrica

(10 h)

Se estudiará de manera detallada como los esquemas de control, monitoreo y supervisión se potenciarán a partir del uso de datos recolectados bajo el esquema de red inteligente, identificando las nuevas aplicaciones y sus respectivos beneficios.

- » Aplicaciones de control a partir de red inteligente
- » Esquemas de monitoreo en redes eléctricas
- » Aplicaciones de gestión y supervisión de redes eléctricas
- » Uso de datos inteligentes en la planeación del sistema eléctrico
- » Esquemas de protección inteligente y uso de PMUs
- » Caso de uso: Laboratorio de redes inteligentes (LAB+i)

# Ciencia de datos: procesamiento, análisis y visualización de datos

(30 h)

Se estudia el ciclo de vida de los datos, la calidad de los datos, visualización de datos, procesos de analítica de negocios. Se busca abordar los conceptos de minería de datos y herramientas para el procesamiento, modelación, análisis, almacenamiento y uso de datos en la organización. Se abordan aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje de máquina. Finalmente, se analizan casos de uso de aplicaciones de ciencias y algoritmos de inteligencia artificial de datos en la red eléctrica. Se identifica y caracterizan perfiles de comportamiento y elementos de predicción a partir de uso de datos. Finalmente, se presenta caso de uso de la caracterización de demanda de energía a partir de la infraestructura de medición avanzada (AMI).

- » Ciclo de vida de los datos
- » Calidad de los datos
- » Big data
- » Almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos
- » Análisis exploratorio y visualización de datos
- » Machine learning
- » Modelamiento predictivo (clasificación y regresión)
- » Caso de uso: predicción de series de tiempo
- » Modelamiento descriptivo (agrupamiento)
- » Caso de uso: caracterización de demanda de energía

# Evaluación

---



La evaluación del diplomado se realizará de forma continua en desarrollo de los módulos centrandose en los conceptos y talleres realizados. La evaluación se realizará así:

- > Actividades en la plataforma Moodle
- > Evaluación teórica por cada módulo
- > Evaluación final teórica

# Aprobación

---



Para otorgar el certificado de aprobación del diplomado se debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- > Asistir por lo menos al 80 % de las sesiones teórica - prácticas del diplomado
- > Aprobación de las evaluaciones teóricas y prácticas de cada módulo
- > Aprobación de la evaluación final de diplomado

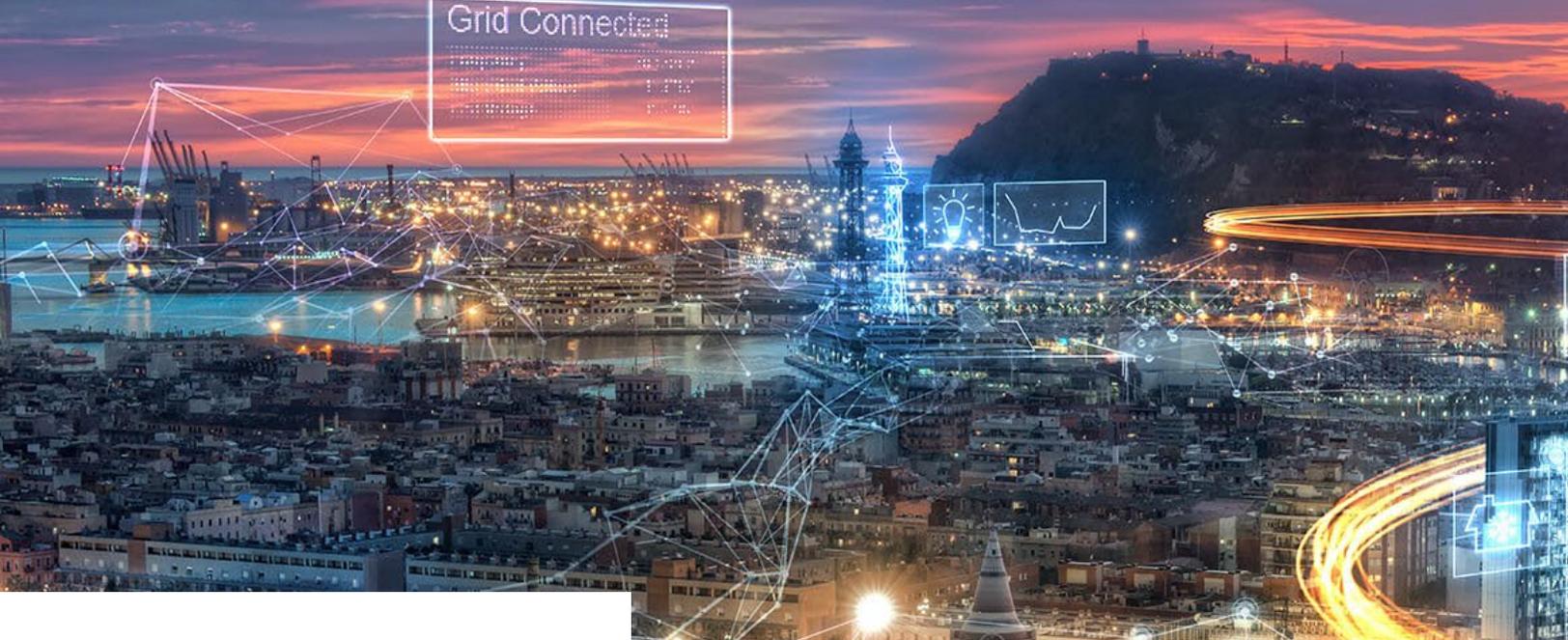
# Valor agregado

---



Los elementos diferenciadores del diplomado de la Universidad Nacional de Colombia son:

- > Institución acreditada como referente nacional
- > Infraestructura adecuada: Aulas TICs, Laboratorios, Base de datos e información
- > Docentes con amplia formación y experiencia
- > Formación emprendedora e innovadora
- > Diplomado con aplicación de nuevas tecnologías
- > Grupos de investigación y de desarrollo consolidados de amplia experiencia
- > Alta relación de beneficio - costo



## Equipo docente

---



### Javier Rosero García, PhD.

 Edificio 453 Oficina 208  
Carrera 30 No. 45 - 03 Bogotá, D.C.

 + 57 316 5000 ext 14085

 [jaroserog@unal.edu.co](mailto:jaroserog@unal.edu.co)

- › Profesor Titular
- › Director, Grupo de Investigación: Electrical Machines & Drives, EM&D Universidad Nacional de Colombia
- › Doctor en Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona en 2017.
- › Maestría en Administración, Universidad Nacional de Colombia, 2020.
- › Ingeniero Electricista de Universidad del Valle, Cali en 2002.

[www.researchgate.net/profile/Javier\\_Rosero\\_Garcia](http://www.researchgate.net/profile/Javier_Rosero_Garcia)

## Renato Céspedes, PhD.

CEO, Consultor RConsulting Group SAS. Bogotá, Colombia  
Doctor en Ingeniería de la Universidad de Grenoble  
Ingeniero eléctrico de la Universidad de los Andes

 rhcespedesg@unal.edu.co

 co.linkedin.com/in/renato-cespedes-681ab01a

## Juan David Molina Castro, MSc.

Director de Colombia Inteligente  
Ingeniero eléctrico de la Universidad de Antioquia, MSc. en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Antioquia, y Doctor en Utilities, Network Infrastructure, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012.

 co.linkedin.com/in/juan-david-molina-castro-36057427

## Carlos García Botero, Ing.

Ingeniero eléctrico de la Universidad Tecnológica de Pereira  
Experto en Mitigación MADS Colombia  
Subdirector de Demanda (2020) - UPME

 co.linkedin.com/in/carlos-garcia-99120711

## Francisco Guzmán Navarro

Red Iberoamericana de Domótica y Eficiencia Energética  
Doctor en Ingeniería por la Universidad de Málaga

 <https://acortar.link/zSfgYo>

## Álvaro Zambrano, MSc.

Ingeniero de investigación EM&D  
MSc en ingeniería eléctrica en la Universidad Nacional  
Ingeniero eléctrico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

 <https://acortar.link/M6COrO>

## Ernesto Pérez Gonzales

Profesor Titular, Departamento de Energía Eléctrica y Automática, Sede Medellín. Universidad Nacional de Colombia Ingeniero Electricista, 1999. Magister y doctor en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Colombia.



[www.researchgate.net/profile/Ernesto-Perez-11](http://www.researchgate.net/profile/Ernesto-Perez-11)

## Diego Urrutia Ramos, MsC.

Jefe de Control de Red y Medición Inteligente para América del Sur - Siemens  
Ingeniero Electricista y MsC. en Automatización Industrial en la Universidad Nacional de Colombia.



<https://acortar.link/gnURJR>

## Henry Smit Kindermann

Dirección de Gestión Corporativa - GERS  
Ingeniero eléctrico de la Universidad de los Andes  
Ing. Dipl. (MsC) de la Universidad Técnica de Viena



[linkedin.com/in/henry-smit-kindermann-07993626/?originalSubdomain=de](https://www.linkedin.com/in/henry-smit-kindermann-07993626/?originalSubdomain=de)

## José Miguel Ramírez, Ph.D.

Profesor Titular, Universidad del Valle  
PhD en Control Automático, Institut National Polytechnique de Grenoble, Francia.  
M.Sc en Automática y Productiva, Institut National Polytechnique de Grenoble, Francia, 1994.



<https://eiee.univalle.edu.co/jose-miguel-rami-rez-scarpetta>

## Rubens Rosental

Pesquisador Sênior - GESEL  
Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), Instituto de Economia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)



<https://acortar.link/SNV3tS>

# Fabio Augusto González Osorio

Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia  
Ph.D. y M. Sc. Computer Science, The University of Memphis  
Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia



<https://acortar.link/7UZP2B>

# Luís Fernando Niño, PhD

Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería de Sistemas, 1994 hasta la fecha  
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá  
Ph.D. y M. Sc. Computer Science, The University of Memphis EEUU  
Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia



<https://dis.unal.edu.co/~lfninov/>

# Sergio Devalis, MSc.

Profesional Principal del CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina  
Coordinador Comité de Energía Córdoba- CEC. Argentina.  
CIECS (CONICET y la Universidad Nacional de Córdoba).



[www.linkedin.com/in/sergio-devalis-0b246a21/?originalSubdomain=ar](http://www.linkedin.com/in/sergio-devalis-0b246a21/?originalSubdomain=ar)

# Aspectos generales de la oferta

---



Para la realización los talleres se deben garantizar:

- > Plataformas virtuales como Moodle, Coursera ó classroom.
- > Sala de reuniones y/o taller para 24 personas
- > Ayudas audiovisuales y de apoyo: video beam, PCs con software simulación, tablero, marcadores, etc.
- > Computador portátil o equivalente para cada usuario
- > Internet inalámbrico disponible para todos los usuarios
- > Servicio de video conferencia por medio zoom, Google meet, Red Renata.
- > Disponibilidad de alimentación AC y extensión multi toma.

La oferta del diplomado incluye:

- > Horas de instructor para la realización del diplomado
- > Información de presentaciones y catálogos
- > Documentación y manuales
- > Aulas de clases y equipos audiovisuales de las conferencias
- > Laboratorios y equipos de práctica
- > Refrigerios
- > Certificación a quien cumpla los requisitos.

La oferta del diplomado **NO** incluye:

- > Retrasos o cancelación de la programación del diplomado por causas ajenas a la Universidad Nacional de Colombia
- > Gastos de viaje, desplazamiento y hotel de participantes
- > Salas de reuniones para talleres de formulación de proyecto
- > Gastos de viaje, desplazamiento y hotel del personal de empresa
- > Pólizas de seguros y transporte de equipos
- > Gastos de viaje, desplazamiento y hotel de conferencias que asisten al taller del Diplomado
- > Aulas y equipos audiovisual, de cómputo requeridos para el taller del Diplomado