



INSTITUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE ENERGIA ELECTRICA**

**DIPLOMATURA A DISTANCIA 2023:
REGULACIÓN EN MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y
PLANIFICACIÓN DE REDES INTELIGENTES**

Las redes eléctricas inteligentes de distribución (REID) constituyen un nuevo paradigma y un gran desafío para el servicio público de electricidad, realizando un uso integral de la información disponible para que las empresas distribuidoras puedan operar y administrar eficientemente sus activos (minimizando costos y mejorando la calidad del servicio) y que los usuarios finales puedan asumir un rol activo en forma racional; hacia un suministro o red 3D: Descarbonizada – Digitalizada – Descentralizada (distribuida).

Para ello, es importante conocer el origen y estado actual de los sistemas de suministro de energía eléctrica, el mercado eléctrico, el contexto regulatorio, el desarrollo e implementación de recursos energéticos distribuidos, las nuevas tecnologías de información, comunicación, control y protección; analizando sus potencialidades y funcionalidades que les otorgan su condición de “redes inteligentes”.

OBJETIVO

Al finalizar la Diplomatura, los participantes contarán con el debido know-how en materia de regulación en mercados de energía eléctrica y planificación de redes inteligentes, así como con las herramientas necesarias para afrontar los nuevos desafíos y paradigmas que plantean la planificación y operación del sector eléctrico-energético en general y las REID en particular.

DESTINATARIOS

Público en general, dirigida en particular a personal de áreas técnicas de la planificación y operación de sistemas eléctricos, así como estudiantes avanzados de carreras afines, para que puedan fortalecer sus capacidades y competencias en temas de regulación, planificación y operación de mercados de energía eléctrica y redes inteligentes.

ASIGNACIÓN HORARIA

180 horas totales, involucra 120 horas de dictado de clases teóricas y 60 horas de prácticas

Inicio: **1-ago-2023** dictado de clases teóricas, hasta el 15-dic-2023

Fin: **20-feb-2024** entrega de trabajo práctico final (evaluación final)

Duración: Clases teóricas sincrónicas (dictado online) dos veces por semana, 3 horas por clase, los días **martes y viernes de 17 a 20 Hs Argentina (GMT -3)**

MODALIDAD

Se desarrollará **100% a distancia** empleando el Sistema de Educación a Distancia (SIED) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), <https://campusvirtual.unsj.edu.ar>

Las clases teóricas serán dictadas online de manera sincrónica siendo optativa su participación, quedando igual grabadas en el campus virtual para su posterior visualización asincrónica, y las prácticas serán todas asincrónicas con utilización de herramientas digitales.

Además, para asimilar e internalizar los conceptos a abordar, se prevén algunas actividades de aprendizaje virtual-asincrónico (foros de debate y/o consulta, cuestionarios, etc.), así como se brindará todo el material de estudio y bibliografía adicional de consulta mediante el campus virtual. Se habilitarán los espacios necesarios para que los estudiantes realicen consultas administrativas, técnicas/tecnológicas y académicas.

Respecto el aula en el SIED, tiene una estructura amigable y ágil para que los estudiantes puedan contar con diversas herramientas de comunicación didáctica virtual y para un acompañamiento pedagógico mediado por tecnologías, que permitirán transitar esta diplomatura y apropiarse así de los contenidos.

Se contempla una capacitación virtual inicial para los estudiantes a fin de familiarizarse con el aula: “Aprendiendo a utilizar los recursos del Campus Virtual de la UNSJ”, aula 2310.

TEMARIO

Contenidos Mínimos

Módulo I: Regulación en Mercados de Energía Eléctrica

Estructura y Organización de Mercados de Energía Eléctrica. Programación de la operación de sistemas eléctricos. Regulación del Servicio de Transmisión de energía eléctrica. Planeamiento de la expansión de sistemas eléctricos. Servicios complementarios en mercados de energía eléctrica. Mercados regionales de energía eléctrica.

Módulo II: Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución (REID)

Sistemas eléctricos de distribución. Redes eléctricas inteligentes (REID). Generación solar fotovoltaica. Recursos energéticos distribuidos (DER). Tecnologías de componentes de REID. Operación y Protecciones en REID.

Módulo III: Análisis Técnico-Económico y Planificación de REID

Marco regulatorio en distribución. Evaluación económica de inversiones. Herramientas de optimización e inteligencia artificial. Planificación de sistemas eléctricos de distribución y REID. Modelamiento: herramientas OpenDSS y OpenPRED.

Programa Analítico

MODULO I: Regulación en Mercados de Energía Eléctrica

1. Estructura y Organización de Mercados de Energía Eléctrica:

Introducción. Mercados de Energía Eléctrica. Competitividad y Poder de mercado. Empresas y entidades participantes en Mercados Competitivos. Rol de los Entes

Reguladores. Productos comercializados en Mercados de Energía Eléctrica. Estructuras de Mercados Competitivos de Energía Eléctrica. Modalidades de compra-venta de energía.

2. Programación de la operación de sistemas eléctricos

Despacho económico. Despacho térmico en barra única y considerando la red de transmisión. Programación de la operación de mediano y corto plazo: modelación del sistema hidrotérmico y estrategias de solución. Predespacho, despacho y redespacho. Aspectos regulatorios de la programación de la operación y cálculo de precios.

3. Regulación del Servicio de Transmisión de energía eléctrica

Rol de la Empresa de Transmisión en Mercados Competitivos. Costos asociados al Servicio de Transmisión. Estrategias de regulación para definir las tarifas de red. Remuneración del servicio de transmisión bajo sistema de precios marginales. Remuneración variable del transporte y cargo complementario. Metodologías de asignación de cargos de transmisión. Principios de asignación y escenarios representativos.

4. Planeamiento de la expansión de sistemas eléctricos

Planificación de la expansión de la generación y el sistema de transmisión. Etapas típicas de la planificación de la transmisión. Regulación de la expansión de sistemas eléctricos. Aspectos regulatorios para el manejo de la congestión en sistemas eléctricos. Requisitos regulatorios para el acceso al sistema de nueva generación y equipamiento de transmisión.

5. Servicios complementarios en mercados de energía eléctrica

Introducción a los servicios complementarios en sistemas de energía eléctrica. Reserva y regulación de frecuencia. Mercados de reserva. Regulación de tensión y energía reactiva. Aspectos remuneratorios.

6. Mercados regionales de energía eléctrica

Introducción. Condiciones propicias para la integración. Beneficios y condiciones de equilibrio de los mercados. Transacciones internacionales de electricidad. Modelos de intercambio de energía. Rentas de congestión. Armonización regulatoria.

PRÁCTICA MOD. I: Despacho en barra única y considerando la red de transmisión. Costos y tarifas del sistema de transmisión. Planificación de la expansión del sistema de transmisión.

MODULO II: Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución (REID)

1. Sistemas eléctricos de distribución

Características y diseños típicos de redes de distribución Latinoamericanas. Actividades generales de operación de redes de distribución. Sistemas de información: GIS Eléctrico, Sistemas DMS, OMS.

2. Redes eléctricas inteligentes de distribución (REID)

Definición, funcionalidades y operación. El camino hacia las REID, desafíos y oportunidades. Proyecto "Red Inteligente Cauce": www.iee-unsjconicet.org/reid

3. Generación solar fotovoltaica

Características operativas, control de tensión. Dimensionamiento de una instalación solar FV. Estructura de costos, costo de energía nivelado (LCOE). Normativas en distribución y generación distribuida. Paridad de red.

4. Recursos energéticos distribuidos (DER)

Generación distribuida, control de potencia y tensión. Almacenamiento de energía, soporte de red (servicios auxiliares). Vehículos eléctricos y respuesta de la demanda.

5. Tecnologías de componentes de REID

Sistemas de telemedición inteligente (AMI), SCADAs, comunicaciones, interoperabilidad. Ingeniería y manejo de datos masivos, seguridad informática.

6. Operación y Protecciones en REID

Estudios de funcionamiento eléctrico: flujo de potencia. Planificación de la operación de REID. Aparatos de protección y maniobra en redes de MT, coordinación, normativas típicas y nuevas tecnologías.

PRÁCTICA MOD. II: Principales conceptos de modelamiento y simulación de la operación de REID, considerando DERs.

MODULO III: Análisis Técnico-Económico y Planificación de REID

1. Marco regulatorio en distribución

Regulaciones basadas en eficiencia (PBR) y tarifas. Calidad del suministro eléctrico: control de la calidad del servicio y producto, normativas. Desafíos regulatorios, cambio del modelo de negocio de las distribuidoras.

2. Evaluación económica de inversiones

Análisis económico clásico de inversiones. Evaluación de proyectos de inversión sujetos a incertidumbres, sensibilidad, escenarios y método de Montecarlo.

3. Herramientas de optimización e inteligencia artificial

Modelamiento de problemas de optimización orientados a ingeniería eléctrica, principales métodos/algoritmos de optimización. Introducción a Python. Técnicas de inteligencia artificial, aprendizaje automático y aprendizaje profundo aplicados a ingeniería eléctrica.

4. Planificación de sistemas de distribución y REID

Proyección de demanda. Estimación de estado, estimaciones de demanda y generación, curvas típicas de carga. Estudios de confiabilidad y Hosting Capacity. Planificación de la expansión de redes de distribución, manejo del riesgo.

5. Modelamiento: herramientas OpenDSS y OpenPRED

Características funcionales y modelamiento en OpenDSS para cálculo de flujo de potencia. Estudio de redes balanceadas y desbalanceadas, considerando DERs. Funcionamiento desde Python, interfaz, programación y casos de aplicación. Herramienta OpenPRED para planificación de la expansión, modelo CIM (interoperabilidad), análisis técnico-económico de calidad del producto, confiabilidad, hosting capacity.

PRÁCTICA MOD. III: Principales conceptos de análisis de planificación de la expansión de REID, considerando DERs.

TRABAJO PRÁCTICO FINAL (evaluación final integradora): Planteo de diferentes problemas de características reales que se presentan entorno a las REID, teniendo en cuenta los aspectos regulatorios y económicos pertinentes.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Evaluación teórico-práctica por módulo (tres en total) y un trabajo práctico integrador final, que se evaluarán cada uno entre 0 y 10 puntos, aprobándose con 7.

Además, para contar con el derecho de presentar (rendir) cada evaluación teórico-práctica, se exigirá la participación en el campus virtual de las actividades de aprendizaje previstas.

CERTIFICACIÓN

Se emitirá certificado de aprobación a quienes alcancen un puntaje de 7/10 o mayor en cada una de las tres evaluaciones por módulo, así como en la evaluación final. La nota final será el promedio de las cuatro evaluaciones.

INVERSIÓN (por persona)

\$AR 180.000 (pesos ciento ochenta mil) a residentes de Argentina.

USD 1.200 (dólares mil doscientos) a no residentes extranjeros.

El Instituto de Energía Eléctrica (IEE) puede realizar descuentos, becar a alumnos, así como brindar facilidades de pago, debiéndose pagar una primera cuota antes del inicio de la diplomatura y la última antes de la entrega del trabajo final de evaluación. CONSULTAR.

NIVEL DE CAPACITACIÓN EXIGIDO A LOS ASISTENTES

Experiencia en áreas técnicas de la planificación y operación de sistemas eléctricos y/o con conocimientos elementales sobre sistemas de suministro de energía eléctrica.

INSCRIPCIONES

Las inscripciones se realizarán a partir de mayo-2023. Mayor información contactarse con:

Ana Pedrozo: apedrozo@iee-unsiconicet.org / Tel-Wpp: +54 9 264 420-4265

PROFESORES RESPONSABLES

Dr. Ing. Mauricio Samper, Dr. Ing. Rodolfo Reta, Ing. Gustavo Barón

CUERPO DOCENTE



Dr. Ing. Mauricio SAMPER: Ingeniero Eléctrico, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), 2002. Doctor en Ingeniería Eléctrica, UNSJ, 2011. Posdoctorado en redes inteligentes, Colorado State University - USA, 2017. Investigador, Profesor y Consultor en Sistemas Eléctricos. Especialidad: planificación de la expansión y operación de sistemas de distribución y sub-transmisión, redes eléctricas inteligentes, recursos energéticos distribuidos, análisis de funcionamiento, modelos de optimización, calidad y confiabilidad, evaluación de inversiones y análisis de riesgos. Presidente CE C6 “Sistemas de Distribución y Generación Dispersa” - CIGRE Arg.; Miembro Senior IEEE. Actualmente en Instituto de Energía Eléctrica (IEE), UNSJ-CONICET: Director del Área de Transferencia Tecnológica; Director del grupo I+D REID: “Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución”; Director del Proyecto PDS “Red Inteligente Caucete”.



Dr. Ing. Rodolfo RETA: Ingeniero Eléctrico, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), 1994. Doctor en Ingeniería, UNSJ en cooperación con Universidad de Wuppertal de Alemania, 2004. Profesor Titular en el IEE, UNSJ-CONICET. Director de Cursos del Programa de Doctorado y Maestría en Ingeniería Eléctrica, Cursos de Grado y Cursos de Perfeccionamiento para Graduados. Director de Proyectos de Investigación y Director de Proyectos de Consultoría y Transferencia Tecnológica, principalmente en las áreas de regulación de mercados eléctricos, remuneración del servicio de transmisión y planificación y programación de la operación de sistemas de energía eléctrica en Argentina, Panamá, El Salvador, Guatemala, Perú, Ecuador y Bolivia.



Ing. Gustavo BARON: Ingeniero en Electrónica, Universidad Nacional de San Juan, 1994. Desde 1996 desarrolla actividades de Investigación, Docencia y Consultoría en el IEE, UNSJ-CONICET. Especialidad: calidad de servicio y producto eléctrico, armónicos, redes eléctricas inteligentes, ensayos de equipamientos y medición de parámetros eléctricos. Profesor universitario de grado y posgrado. Director del Área de Infraestructura del IEE. Director del Laboratorio de Análisis y Simulación de Redes Inteligentes (LASRI) y codirector del Proyecto PDS "Red Inteligente Caucete".



Dr. Ing. Benjamín SERRANO: Doctor en Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), 2017. Perfeccionamientos en “Optimización y Simulación de la Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia”, Institut fuer Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft de la Universidad RWTH de Aachen, Alemania, 1984 a 1987; y además en “Programación óptima de la operación para el muy corto plazo de sistemas hidrotérmicos de generación con la consideración del control de tensión y despacho de potencia reactiva”, Universidad Politécnica de Madrid, España, entre 1997 y 1998. Vicedirector del IEE, UNSJ-CONICET, desde 2020. Profesor, Investigador y Consultor en

temáticas relacionadas con la Programación Óptima de la Operación de los Sistemas Eléctricos de Potencia, considerando en forma específica el Control de Tensiones y Suministro de Potencia Reactiva.



Dr. Ing. Diego OJEDA ESTEYBAR: Doctor en Ingeniería Eléctrica, UNSJ, 2010. Posdoctorado en planeamiento integrado de recursos energéticos, UNSJ, 2013. Investigador adjunto CONICET, consultor en sistemas eléctricos y profesor de grado y postgrado. Especialidad: planificación de la operación integrada de sistemas eléctricos y de gas natural, recursos energéticos renovables, mercados eléctricos, modelos de optimización. Presidente del Capítulo Técnico de Potencia y Energía IEEE - PES Sección Argentina. Actualmente en el IEE, subdirector del área de transferencia tecnológica.



Dr. Ing. Leonardo ONTIVEROS: Ingeniero Electrónico, UNSJ, 2002. Doctor en Ingeniería Eléctrica, UNSJ, 2011, realizando parte de los estudios en el instituto COPPE de la Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil. Actualmente Profesor adjunto de la carrera de ingeniería eléctrica de la UNSJ e Investigador adjunto del CONICET. Sus intereses de investigación incluyen métodos de simulación, dinámica y control de sistemas de potencia, modelado y diseño de electrónica de potencia, y la aplicación de energía renovable y almacenamiento de energía en redes eléctricas.



Dra. Laura GIUMELLI: Lic. en Economía y Abogada, Universidad de Buenos Aires, 1988. MBA (Master Business Admin.), Collegio Europeo, Parma - Italia, 1992. Dra. en Derecho, Università di Bolgna, Italia, 2010. Especialista en regulación de energía. Ex Presidente de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica de la Pcia. de San Luis, Argentina. Ex Directora del Ente Nacional Regulador de la Electricidad- ENRE, Argentina. Más de 30 años de experiencia en proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Consultora externa del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial y del Instituto de Energía Eléctrica - Universidad Nacional de San Juan.



Mg. Lic. Mónica CALDERÓN: Lic. en Economía, Universidad Nacional de Cuyo, 1990; Magister en Estadística Aplicada, Universidad Nacional de Tucumán. Profesor Titular en "Economía de la Educación" y "Econometría", Universidad Nacional de Cuyo. Consultora Económica y Estadística en estudios de Demanda de Energía Eléctrica y diseño de muestreo estadístico para la "campañas de medición" del Instituto de Energía Eléctrica, UNSJ; brindando servicios para el EPRE MENDOZA, EPRE SALTA, EPRE RÍO NEGRO, entre los principales.



Ing. Darío CARESTIA: Ingeniero en Electrónica, UNSJ, 2005. Especialista en Docencia Universitaria, FFHA - UNSJ, 2020. Su especialidad es el desarrollo de Software de aplicación en el área de Ingeniería eléctrica y en la integración de sistemas de generación solar fotovoltaica y sistemas de almacenamiento. Forma parte del equipo de desarrollo de software del IEE, y desde el 2004 es docente e investigador de la misma unidad, en el LASRI y para el Proyecto “Red Inteligente Cauçete”.



Ing. Roberto DI CARLO: Ingeniero Electrónico, UNSJ, 2010. Especialista en Comunicaciones Digitales, Telemetría y Operación Remota. Consultor IT independiente en el ámbito de la Industrial Eléctrica. Actualmente en el IEE, UNSJ-CONICET como Profesional de la Carrera de Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de CONICET en el LASRI y para el Proyecto “Red Inteligente Cauçete” y Optimización de Generación Fotovoltaica en la Red Inteligente Cauçete. Profesor JTP UNSJ.



Ing. Javier ACOSTA: Ingeniero en Telecomunicaciones 2017, Universidad Nacional de Río Cuarto. Matrícula Nacional 6624 COPITEC. Diplomatura en “Internet of Things” 2019, UTN Resistencia. Diplomatura en “Industria 4.0” 2022, UTN Resistencia. Especialista en cálculos de cobertura de estaciones analógicas y digitales. Diseño de redes de voz y datos. Consultor legal de sistemas de comunicaciones ante entes reguladores (licencias). Electrónica avanzada de transmisores y receptores de RF. Actualmente profesional adjunto en el IEE, UNSJ-CONICET.



Mg. Lic. Leandro CASTRO: Magíster en Informática, UNSJ, 2017. Licenciado en Sistemas de Información, UNSJ. Investigador, Profesor y Consultor en Sistemas Informáticos y Ciberseguridad. Especialidad: ciberseguridad en sistemas inteligentes, redes informáticas y redes eléctricas inteligentes. Securitización de activos de redes y comunicaciones. Actualmente Sys Admin en Poder Judicial de la Provincia de San Juan, profesor en la cátedra de Informática, en el IEE, UNSJ-CONICET y partícipe en el área innovación del grupo I+D REID: “Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución”.



Lic. Prog. Maximiliano FERNÁNDEZ: Lic. en Ciencias de la Computación, UNSJ, 2015. Profesional en desarrollo de software y administración de sistemas informáticos. Actualmente en Instituto de Energía Eléctrica (IEE), UNSJ-CONICET como Profesional de la Carrera de Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de CONICET en el LASRI y para el Proyecto "Red Inteligente Cauçete".



Lic. Prog. María Ester BALMACEDA: Licenciada en Sistemas de Información, UNSJ, 2012. Docente Investigadora y Consultora en el IEE, UNSJ – CONICET. Especialidad: Informática aplicada a la Ingeniería Eléctrica, gestión de bases de datos, análisis y procesamiento de datos, desarrollo de software, en el LASRI y para el Proyecto "Red Inteligente Cauce", entre los principales.



Prog. Guillermo GIZZI: Programador Universitario, UNSJ. Profesor, Investigador y desarrollador de software en sistemas eléctricos. Especialidad: desarrollo de sistemas de distribución y sub-transmisión, redes eléctricas inteligentes, análisis de funcionamiento. Gestión de proyectos de software. Diseño y desarrollo de interfaces tanto para sistemas de escritorio como web. Análisis y diseño de arquitectura de datos y sistemas. Gestión de Base de datos. Manejo de equipos de sistemas. Gestión estratégica de TI. Asesoría y evaluación en Tecnologías. Asesor técnico del grupo I+D REID: "Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución". Jefe del Sector Informática del IEE.

Colaboradores (alumnos de posgrado del IEE, FI – UNSJ):



Ing. Mauro JURADO: doctorando extranjero en el IEE, UNSJ–CONICET, tesis de I+D relacionada con estimación y planificación de la operación del día siguiente en REIDs.



Ing. Jorge LARA: doctorando extranjero en el IEE, UNSJ–CONICET, tesis de I+D relacionada con el mejoramiento de la observabilidad y estimación de estado en tiempo real de REIDs.



Ing. Javier SALAZAR: doctorando extranjero en el IEE, UNSJ–CONICET, tesis de I+D relacionada con programas de respuesta de la demanda como herramienta de flexibilidad en REIDs.



Ing. Juan Carlos QUISPE: doctorando extranjero en el IEE, UNSJ–CONICET, tesis de I+D relacionada con coordinación de protecciones inteligentes de sistemas eléctricos.

Asistentes de campus virtual:



Ernesto Román Meni: Tco. Universitario en Sistemas de Información, de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). Lic. Tecnologías Educativas (culminando tesis), de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Actualmente es Analista Programador en Instituto de Energía Eléctrica, UNSJ-CONICET, y Supervisor del Área informática en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, UNSJ.



Ana María PEDROZO: asistente técnica y de actividades de posgrado en el IEE, UNSJ-CONICET. Además, cuenta con experiencia en el SIED-UNSJ.