



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 17 de diciembre de 2024.-

VISTO el Expediente ID N° 8169042, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura electiva "Redes Eléctricas Inteligentes para la Transición Energética", correspondiente a la carrera Ingeniería Eléctrica – Plan 1995 Adecuado, 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 "Redes Eléctricas Inteligentes para la Transición Energética", correspondiente al quinto nivel de la carrera Ingeniería Eléctrica – Plan 1995 Adecuado, que se agrega como Anexo I de la presente resolución. A partir del Ciclo Lectivo 2025.

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° 844

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano

Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico



Redes Eléctricas Inteligentes para la Transición Energética
PROGRAMA ANALITICO - PLAN 95 AD
Carrera: Ingeniería en Energía Eléctrica

1. Datos administrativos de la asignatura

Asignatura:	Redes Eléctricas Inteligentes para la Transición Energética (electiva)		
Nivel de la carrera:	5	Duración:	Anual
Plan	Plan 95 AD		
Bloque curricular:	Tecnologías aplicadas		
Área:	Electrotecnia		
Carga horaria presencial semanal: (hs cátedra)	3	Carga Horaria total: (hs reloj)	96
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese)	--	% horas no presenciales (si correspondiese)	--
Competencias	Específicas		
	No están definidas en el DC por tratarse de una asignatura del espacio electivo.		

2. Presentación, Fundamentación

Según Plan de Estudios vigente y los lineamientos del Departamento de Ingeniería Eléctrica El nuevo nombre de las Redes Eléctricas será en un breve tiempo, a nivel mundial, el de Redes Eléctricas Inteligentes. Este nombre también describirá su nueva función. No se concebirá una red eléctrica que no posea las prestaciones necesarias para:

- Optimizar la generación,
- Aprovechar a un máximo los recursos de generación renovable de cada país,
- Insertar en la red a un notable y creciente número de generadores pequeños y distribuidos,
- Permitir que cada usuario sea a la vez y en los horarios posibles, también generador, Habilitar a que los consumos sean efectuados por cada usuario en el horario más conveniente desde lo técnico y lo económico,
- Habilitar a la conexión y recarga de un creciente parque de vehículos eléctricos de uso público y privado,
- Habilitar la posibilidad de que los consumos hogareños sean efectuado según la mejor conveniencia económica del usuario y las posibilidades técnicas de la empresa distribuidora.

Esta materia, de carácter electivo, introduce al alumno en el conocimiento y la aplicación de diversos principios y conceptos que determinan el diseño de la arquitectura y el funcionamiento de una Red Eléctrica Inteligente, contemplando su estado del arte en la actualidad.

Nuestra Carrera de Ingeniería Eléctrica se encuentra diseñada para presentar al alumno, un conjunto de conceptos básicos que le permiten, al finalizar el Plan vigente, el manejo solvente del funcionamiento de una Red Eléctrica y todos sus componentes. La Asignatura que se



describe aquí, le brinda los elementos imprescindibles que le hacen conocer el nuevo paso -que se está dando en estos momentos- y que describirá su funcionamiento a partir de ahora.

La asignatura se ha incluido en el 5º nivel del plan de estudios, donde el alumno ya posee los conocimientos necesarios sobre varias materias básicas, de manera de poder manejar solventemente la información sobre medición, generación, componentes de la red y flujos de potencia y energía, equipos y principios de funcionamiento.

La materia debe brindar al egresado los elementos teórico-prácticos necesarios para poder manejar los aspectos relacionados con el diseño, objetivos y funcionamiento de las instalaciones específicas de una Red Eléctrica Inteligente.

El alumno accederá a los conocimientos particulares que le permitan conocer y/o analizar toda la ingeniería referida a estas redes. Se tratarán los temas pertinentes al diseño, la medición de energía y potencia, comunicación y control de instalaciones eléctricas específicas, despacho de la generación y el transporte de energía, etc.

Serán fundamentales y se aprovecharán y consolidarán en esta Asignatura los conceptos y elementos ya brindados previamente en otras Asignaturas referidos a sistemas de medición y tarificación, comunicación, generación de alta potencia, transporte, generación distribuida y renovable, etc.

3. Objetivos

General:

➤ Que el alumno de la Carrera de Ingeniería Eléctrica incorpore los conocimientos específicos relativos a las Redes Inteligentes en el marco de la transición energética: su finalidad, sus objetivos, sus instalaciones correspondientes y el funcionamiento de las mismas, para permitirle un desempeño profesional solvente en esa área

Específicos:

Que el alumno:

- ✓ Comprenda las diferentes concepciones científicas sobre transiciones energéticas y su relación con el desarrollo de políticas públicas.
- ✓ Conozca la finalidad y los objetivos perseguidos en el diseño de Redes Eléctricas Inteligentes para el desarrollo de la transición energética.
- ✓ Conozca las diferentes arquitecturas que presenta una Red de este tipo y sus particularidades funcionales.
- ✓ Maneje solventemente los conceptos básicos principales que conforman la red, sus aspectos de comunicación, configuración flexible y en tiempo real.
- ✓ Conozca las distintas técnicas de medición y medidores inteligentes que son el centro funcional de la red, y sus protocolos de comunicación.
- ✓ Esté familiarizado con los conceptos de generación distribuida, nodos de medición bidireccionales, flujos de potencia reversibles, modelos de reconocimiento de inyección a red de excedentes de energías renovables, entre otros aspectos relevantes.
- ✓ Conozca la ingeniería del equipamiento utilizado, en su versión más actual, y maneje las normas internacionales aplicables.
- ✓ Se encuentre familiarizado con los distintos componentes de la red y con las particularidades de cada uno, tanto desde las visiones de la generación como de los consumos.
- ✓ Conozca los modos de interacción de las redes inteligentes con la Generación Distribuida de energías renovables como así también las dinámicas consumos inteligentes (coches eléctricos, viviendas inteligentes)
- ✓ Maneje los conceptos técnicos y económicos que regulan la red: protocolos y normas de



gestión y despacho flexible de generación de energía, consumos de potencia y particularmente los sistemas de múltiples tarifas los cuales son aplicables a las Redes Inteligentes.

- ✓ Conozca el estado de desarrollo actual de estas redes en el ámbito nacional y del Mercosur, para poder actuar como profesional de la ingeniería en los correspondientes ámbitos empresarios.
- ✓ Conozca la situación actual de los usos de la energía a nivel global y local, y los desafíos de la transición energética.

4. Contenidos mínimos

- Transiciones energéticas
- Estructura de las redes inteligentes
- Componentes de la red
- La medición inteligente
- Normas de comunicación en las redes
- La generación distribuida
- La flexibilidad en el despacho
- Seguridad informática en las redes, normativas
- Medios de acumulación, la reserva de energía y los vehículos eléctricos.
- Características de las viviendas inteligentes.
- Las redes inteligentes y la transición energética

5. Asignaturas correlativas previas

Para cursar debe tener cursada:

- Maquinas Eléctricas II
- Instrumentos y mediciones eléctricas

Para rendir debe tener aprobada:

- Maquinas Eléctricas II
- Instrumentos y mediciones eléctricas

6. Asignaturas correlativas posteriores

No posee

7. Programa analítico, Unidades temáticas



UNIDAD DIDÁCTICA 1

EJE CONCEPTUAL: TRANSICIÓN ENERGÉTICA

OBJETIVOS: conocer y problematizar sobre las diferentes orientaciones de la transición energética y su relación con las políticas públicas y las redes eléctricas inteligentes

TEMAS: El papel de la energía y de las transiciones energéticas en diferentes momentos históricos de la humanidad. Matriz energética mundial, regional y nacional y su relación con el cambio climático. La transición energética y sus conceptualizaciones. Transición energética y políticas públicas para las redes eléctricas inteligentes.

UNIDAD DIDÁCTICA 2

EJE CONCEPTUAL: INTRODUCCION A LAS REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES DE DISTRIBUCIÓN

OBJETIVOS: conocer y entender la necesidad del cambio hacia una red eléctrica inteligente

TEMAS: Las limitaciones del sistema eléctrico y las razones del cambio: ¿por qué redes inteligentes? Definición, funcionalidades y operación. El camino hacia las redes eléctricas inteligentes, barreras, desafíos y oportunidades. La red de distribución actual versus la red de distribución inteligente. Modelos de REIDs a nivel mundial, regional. Local. El Proyecto PRIER - Red Inteligente Armstrong, y otros casos modelo.

UNIDAD DIDÁCTICA 3

EJE CONCEPTUAL: RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS

OBJETIVOS: conocer y analizar los conceptos y tecnologías fundamentales de diferentes recursos energéticos distribuidos, en especial aquellos basados en fuentes renovables y su interrelación con la red eléctrica.

TEMAS: Generación distribuida. Fuentes de generación renovable. Generación fotovoltaica y eólica de baja potencia. Control de potencia y tensión. Servicios auxiliares. Normas. Esquemas de conexión. Comunidades energéticas. Conceptos fundamentales y su rol en la Transición Energética. El desarrollo de CE en la Unión Europea. La CE en Latinoamérica. Normativas y Legislaciones.

UNIDAD DIDÁCTICA 4

EJE CONCEPTUAL: MARCO REGULATORIO Y TARIFAS EN DISTRIBUCIÓN

OBJETIVOS: Conocer y analizar las nociones básicas de esquemas tarifarios en distribución y la influencia de nuevos paradigmas de GD.

TEMAS: Nociones básicas de construcción de cuadros tarifarios en distribución. El Valor Agregado de Distribución (VAD). Diferentes esquemas de retribución de GD individual, colaborativa. Feed in Tariff, Net Billing, Net Metering. Caracterización de esquemas desde perspectiva usuario y distribuidora. Normativas y Legislaciones nacionales y provinciales. Estado actual. El caso de la provincia de Santa Fe. Historización y características de programas provinciales de fomento a la GD en Santa Fe.

UNIDAD DIDÁCTICA 5

EJE CONCEPTUAL: ARQUITECTURA Y COMPONENTES DE LAS REDES INTELIGENTES

OBJETIVOS: Listar y analizar su funcionamiento de los componentes y equipos de una Red Inteligente.

TEMAS: Sistema de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI), Medición inteligentes. Tecnologías de comunicación, Sistemas de Gestión Avanzada en Distribución (ADMS), SCADA. Sistemas de información: GIS Eléctrico, Sistemas DMS, OMS. Interoperabilidad. Gestión de la Demanda. Esquemas de control y operación avanzado.

UNIDAD DIDÁCTICA 6

EJE CONCEPTUAL: MEDICIÓN INTELIGENTE



OBJETIVOS: Considerar todos los tipos de medición de energía inteligente aplicables a Redes, a Usuarios finales y a la Generación, ya sea Concentrada o Distribuida. Sus formas y necesidades.

TEMAS: Medidores de energía; sus Clases de Exactitud. Aplicaciones según el tipo de usuarios. Tarifas múltiples. Mecanismos de recolección de sus mediciones. AMI (Automatic Metering Infrastructure) y AMR (Automatic Meter Reading). Los Transformadores de Medición. Sistemas integrados de Medición: SMEC (Sistema de Medición de Energía Comercial del Mercado Eléctrico Mayorista) y SMED (Sistema de Medición Energía Distribuidores). Normas y Auditorías.

UNIDAD DIDÁCTICA 7

EJE CONCEPTUAL: SISTEMAS DE COMUNICACIÓN, MANEJO DE DATOS Y SEGURIDAD

OBJETIVOS: Analizar y estudiar los mecanismos de comunicación que son utilizados en las Redes Eléctricas Inteligentes

TEMAS: Comunicaciones por: Internet –WIFI, Radiofrecuencia. Celular: GPRS, 3G, 4G, Fibra óptica, Micro Ondas, PLC (Power Line Carrier), Redes LAN. Además, la capa de comunicaciones también incluye diferentes tipos de redes (LAN, WAN, FAN/AMI, HAN). Manejo masivo de datos, base de datos. Seguridad en transmisión y almacenamiento de datos.

UNIDAD DIDÁCTICA 8

EJE CONCEPTUAL: MODELADO Y OPTIMIZACIÓN APLICADO A REIDS

OBJETIVOS: conocer y estudiar las herramientas fundamentales de modelado y metodologías de optimización en redes eléctricas.

TEMAS: Herramientas de modelado de redes eléctricas. Utilización Python, Matlab, ETAP, y OpenDSS para cálculo de flujo de potencia. Estudio de redes balanceadas y desbalanceadas, considerando DERs. Programación y casos de aplicación. Modelamiento de problemas de optimización orientados a ingeniería eléctrica, principales métodos/algoritmos de optimización. Algoritmos de optimización evolutivos, algoritmos genéticos (AG), optimización por enjambre de partículas (PSO). El problema de Hosting Capacity. Localización óptima y dimensionamiento de GD.

UNIDAD DIDÁCTICA 9

EJE CONCEPTUAL: MEDIOS DE ACUMULACIÓN Y RESERVA: VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA RED

OBJETIVOS: detallar la función de los medios de almacenamiento energético, en especial del coche eléctrico.

TEMAS: la función de almacenamiento de energía, reserva, seguridad y aplanamiento de la curva de carga. Tecnologías de almacenamiento. El coche eléctrico y el aprovechamiento de la infraestructura. Vehículos eléctricos e híbridos. Recarga, tarifas, horarios, puntos, medición de las recargas. Recarga en punta, en valle y recarga inteligente. Estandarización. Impacto de la penetración masiva de los vehículos eléctricos. Fases en la integración del vehículo eléctrico. Regulaciones.

UNIDAD DIDÁCTICA 10

EJE CONCEPTUAL: CONFIGURACIONES FLEXIBLES Y EL DESPACHO OPTIMIZADO NACIONAL E INTERNACIONAL

OBJETIVOS: Consideraciones de flexibilidad de la Operación y del Despacho económico conviviendo con la Red Inteligente Nacional e Internacional.

TEMAS: Despacho energético presente y el Despacho a través de la Red Inteligente. El nuevo despacho económico. El despacho de las Energías Renovables. Desafíos. Despacho con integración nacional y supranacional. Argentina y la Integración de su Red Interconectada con las del Cono Sur (Uruguay Chile, Bolivia Brasil) ¿Es posible la integración? Ventajas y desafíos. Avances. El Mercosur Inteligente.



8. Referencias bibliográficas (citadas según Normas APA)

LIBROS

Transiciones Energéticas. Aportes para el debate colectivo. Bertinat, Chemes, Ferrero. 2020. ISSN 1012-1498

La transición energética en la Argentina. Svampa, Bertinat. 2022. Siglo XXI. ISBN: 978-987-801-133-2

Comunidades energéticas en Argentina. Relevamiento de normativas y proyectos. Chemes, Garrido, Aguiar, Rullo. 2024. AVERMA. ISSN: 978-987-29873-0-5

Smart Grids – Fundamentals of design and análisis – James Momoh - March 2012, Wiley-IEEE Press– ISBN 978 – 0 – 470 – 88939 – 8 - 232 páginas.

Smart Grid Integrating Renewable, Distributed & Efficient Energy - Jérôme Adnot, Graeme Ancell y otros – Edited by Fereidoon P. Sioshansi -Copyright © 2012 Elsevier Inc. - 501 páginas.

The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability - Andres Carvallo, John Cooper : Artech House Inc (1 de julio de 2011) - 225 páginas
ISBN-10: 1608071278 - ISBN-13: 978-1608071272

Redes energéticas y ordenación del territorio - Pere Torres y otros- Fundación Gas Natural Fenosa - 2009 - ISBN 978-84-613-4692-9 – 204 páginas

La energía Eólica – Félix Avía Aranda y otros- Fundación Gas Natural Fenosa - 2009 - ISBN 978-84-615-7876-4 – 204 páginas

Las redes eléctricas inteligentes – Universidad de Comillas -Tomás Gómez San Román y otros- Fundación Gas Natural Fenosa - 2011 - ISBN 978-84-615-6173-8 – 213 páginas

The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response
Clark W. Gellings – 2009 -Taylor &Francis Press – 297 páginas ISBN13 978-14398-1574-8 – 2

Smart Grids
International Energy Agency - IEA - 21 Apr 2011 -52 páginas _ ISBN : 9789264115071 (PDF)
DOI: 10.1787/9789264115071-en

Smart Grid Dictionary
Copyright © 2012 Christine Hertzog Booksite: www.smartgridlibrary.com
- 4th Edition – September 2012 Published by GreenSpring Marketing LLC 405 páginas ISBN: 978-0-9840944-7-9

SITIOS WEB RELEVANTES

Department of Energy – Smart Grid:
www.doe.energy.gov/smartgrid.htm

European network for the Security of Control and Real-Time Systems (ESCoRTS):
www.escoRTSproject.eu/



European Technology Platform (ETP) for Europe's
Electricity Networks of the Future:
www.smartgrids.eu/

Global Smart Grid Federation:
www.globalsmartgridfederation.org/
IEEE Smart Grid: smartgrid.ieee.org/

International Electricity Infrastructure Assurance:
www.ieiaforum.org

International Smart Grid Action Network (ISGAN):
www.iea-isgan.org

Japan Smart Community Alliance:
www.smart-japan.org/english/tabid/103/Default.aspx

Korean Smart Grid Institute:
www.smartgrid.or.kr/eng.htm

National Institute of Standards and Technology
(NIST) Smart Grid: www.nist.gov/smartgrid/

The NETL Smart Grid Implementation Strategy
(SGIS): www.netl.doe.gov/smartgrid/

Smart Grid Information Clearinghouse:
www.sgiclearinghouse.org/
IEA Electricity based

Implementing Agreements
Demand-Side Management (DSM):
www.ieadsm.org/

Electricity Networks Analysis, Research &
Development (ENARD): www.iea-enard.org/
High-Temperature Superconductivity on the
Electric Power Sector (HTS):
www.superconductivityIEA.org

Energy Conservation through Energy Storage
(ECES): www.energy-storage.org

Hybrid and Electric Vehicles (HEV): www.ieahev.org
Efficient Electrical End-Use Equipment (4E's):
www.iea-4e.org
IEA GHG R&D Programme (GHG R&D):
www.ieaghg.org

Ocean Energy Systems (OES): www.iea-oceans.org/
Photovoltaic Power Systems (PVPS):
www.iea-pvps.org
Wind Energy Systems (Wind): www.ieawind.org



Renewable Energy Technology Deployment (RETD):
www.iea-retd.org

SITIOS WEB DE CONSULTA

<http://www.oecdilibrary.org/docserver/download/6111201e.pdf?expires=1384379755&id=id&accname=guest&checksum=C1467BCE59A003CC23370F5DED906BD8>

http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/DOE_SG_Book_Single_Pages%281%29.pdf

<http://energy.gov/oe/downloads/smart-grid-investment-grant-program-progress-report-october-2013>

http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Publicaciones/Guia%20Tecnicas/22%20Las%20redes%20el%C3%A9ctricas%20inteligentes/prologo_22.pdf

http://www.amazon.com/Smart-Grid-Fundamentals-Analysis-Engineering/dp/047088939X/ref=pd_sim_b_4#reader_047088939X
http://www.amazon.com/dp/0123864526/ref=rdr_ext_sb_ti_sims_3#reader_0123864526

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123864529000255>

<http://www.maximintegrated.com/solutions/guide/smart-grid/smart-grid-solutions-guide-book.pdf>

<http://www.animp.it/Documenti/Microsoft%20Word%20-%20Memoria%20Torri.pdf>

<http://www.canaleenergia.com/reti-elettriche-le-tecnologie-wide-area-network-pi%C3%B9-utilizzate>

<https://www.entsoe.eu/publications/major-publications/>

NORMATIVA IRAM, IEC, IEEE, DIN, Aplicable a los temas tratados

Normas para Smart Grid

NORMAS	
IEC/TR 62357	Arquitectura Orientada al Servicio (SAO)
IEC 61970	Modelo de Información Común (CIM) / Gestión de Energía
IEC 61850	Automatización de Subestaciones
IEC 61968	Modelo de Información Común (CIM) / Gestión de Distribución
IEC 62351	Seguridad



RESOLUCIÓN N° ANEXO I

844

Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Carrera Ingeniería en Energía Eléctrica

IEC 62056	Intercambio de datos para la lectura de contadores, tarifas y control de carga
IEC 61508	Seguridad funcional de sistemas eléctricos / electrónicos / electrónicos programables relacionados con la seguridad de los sistemas

Fuente: <http://www.iec.ch/smartgrid/standards/>

9. Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje y de Evaluación

Se abordarán estrategias coherentes con las competencias que tienen que lograr los/las estudiantes de acuerdo a los lineamientos señalados en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera Ingeniería en Energía Eléctrica y, tal como se destaca, teniendo en cuenta la participación activa de los/las estudiantes en el aula.

Se configurarán también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. El régimen de aprobación considerará el cumplimiento de la Normativa vigente que incluye las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura.

Todos los apartados señalados más arriba se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.