



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

## **APRUEBA CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO**

Buenos Aires, 2 de julio de 2015

VISTO la presentación de la Facultad Regional Santa Fe, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Actualización de Posgrado "Energías Renovables y Generación Distribuida", y

### **CONSIDERANDO:**

Que el curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes, investigadores y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados dirigidos a doctorandos en Ingeniería de la mención Industrial.

Que la Facultad Regional Santa Fe cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados a los propuestos.

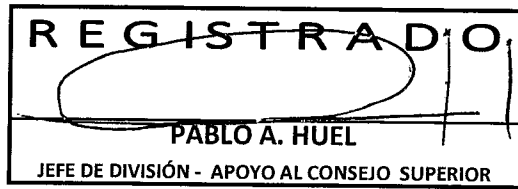
Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

 EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículo del Curso de Actualización de Posgrado "Energías Renovables y Generación Distribuida" para el Doctorado en Ingeniería, mención Industrial, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Santa Fe con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

A small, handwritten mark or signature in the left margin of the page.

ORDENANZA N° 1494

A large, stylized handwritten signature in black ink, positioned above the printed name and title of the Rector.

Ing. HÉCTOR CARLOS BROTTTO  
RECTOR

A smaller, stylized handwritten signature in black ink, positioned above the printed name and title of the Secretario del Consejo Superior.

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

**ORDENANZA N° 1494**

**ANEXO I**

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
ENERGÍAS RENOVABLES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA  
DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA MENCIÓN INDUSTRIAL**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

Este curso aborda la problemática vigente a nivel nacional e internacional sobre el interés y la necesidad de desarrollar las fuentes de energías renovables para mitigar algunos aspectos básicos de los los problemas energéticos existentes. Indudablemente, la optimización y mejor explotación de energías alternativas como recursos para la generación de energía eléctrica en particular, es un desafío prioritario para el país, y tiene una relevancia significativa en el contexto de la actual crisis energética.

**2. JUSTIFICACIÓN**

El presente curso aborda la temática de la Generación Distribuida (GD) con especial énfasis en las fuentes de Energías Renovables de mayor potencial de aplicación en nuestro país: Generación Fotovoltaica y Eólica. También se estudian otras fuentes de energía a partir del mar, geotérmica, biomasa, etc.

Brinda los elementos necesarios para comprender las tecnologías de conversión fotovoltaica y eólica, y las herramientas básicas para evaluar la productividad energética de tales plantas.

Se revisan las principales tecnologías de conversión eléctrica con especial hincapié hacia las características operativas que mayor impacto tendrán a la hora de ser acopladas al sistema

A small, handwritten signature or mark in the bottom left corner of the page.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



eléctrico.

Se presentan los diferentes aspectos técnicos que en mayor medida son susceptibles de verse afectados por esta manera no tradicional de acoplarse al sistema aportando potencia al mismo, en forma no-despachable o despachable de corto plazo.

Finalmente se muestran las normas (estándares) internacionales para la interconexión de la GD al sistema. Se presta especial atención a los requerimientos para generadores eólicos según normas internacionales y de algunos países con alto grado de desarrollo en estas tecnologías, ya que su complejidad y nivel de desarrollo permiten una visión global sobre la problemática.

### 3. OBJETIVOS

Conocer la nueva estructura de los sistemas eléctricos que se espera completar durante la presente década, destacando las diferencias de análisis al transformarse en sistemas con generación distribuida, siendo la mayor parte de las fuentes a incorporar de tipo renovable.

Ello implica:

- Dimensionar el problema energético mundial y el Cambio Climático en el contexto actual y futuro.
- Conocer los aspectos tecnológicos y las bases teórico-prácticas necesarias para el dimensionamiento de plantas de energías fotovoltaicas y eólicas.
- Conocer los aspectos operativos que pueden verse alterados en presencia de Generadores Distribuidos en sistemas eléctricos clásicos. .
- Conocer cuestiones destacadas de la normativa internacional.

### 4. CONTENIDOS MÍNIMOS

1. Cambio climático: Huella de Carbono y Huella Ecológica. Protocolo de Kyoto y Mercados



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

de Carbono. Balance energético argentino y mercado eléctrico argentino. Inventario de gases de efecto invernadero en Argentina (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático).

Energía: definiciones. EROI de combustibles. Extensiones de EROI. Las Políticas de desarrollo de energías alternativas. Biocombustibles. Demanda de energía y desarrollo sustentable.

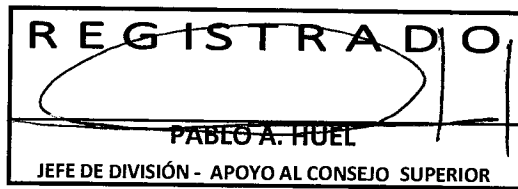
Generación Distribuida y Energías Renovables: Planificación y operación clásica de los Sistemas Eléctricos (SE). Impacto de la Generación Distribuida en los SE. Tecnologías de conversión. Sistemas de generación eléctrica e impacto ambiental. Potenciales y barreras para las Energías Renovables.

2. Generación Fotovoltaica: La celda fotovoltaica: modelado. Parámetros en condiciones estándares. TONC. Curvas I-V y P-V. El modelado en función de la radiación y de la temperatura. Maximun Power Point. Central fotovoltaica. Tecnologías fotovoltaicas. Estado actual de desarrollo, potencias instaladas, energías generadas, evolución de precios.

Geometría solar. Movimientos de la tierra. Modelos para estimación de radiación solar. Superficies horizontales y superficies inclinadas. Sombras. La radiación extraterrestre. Estimación de radiación en un lugar. Radiación directa, difusa y albedo. Sistemas de seguimiento. Procedimiento para la estimación de la disponibilidad energética.

3. Generación Eólica: Conversión de la energía eólica: potencia y torque, coeficientes de potencia y coeficientes de torque, Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ). Clasificación de las turbinas eólicas. Aerodinámica de las turbinas de viento: teorías aerodinámicas. Máquinas de Sustentación vs. Máquinas de Empuje. Teoría de la pala. Curvas potencia – velocidad y curvas  $C_p - \lambda$ . Punto de máxima potencia. Curvas características de turbinas de velocidad variable.

Evolución y estado actual de los aprovechamientos eólicos. Análisis de los regímenes de



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

viento. Vientos globales y vientos locales. Cizalladura de viento. Turbulencia. Análisis de datos de viento y estimación del recurso. Uso directo de datos. Análisis estadístico de datos de viento. Distribución porbabilística del viento. Distribución de Rayleigh. Distribución de Weibull. Métodos de determinación de los coeficientes de Weibull. Cálculo de productividad usando máquina ideal. Cálculo de productividad con turbina real usando distribución de Weibull. Aspectos generales del funcionamiento de los aerogeneradores.

4. Otras fuentes de energía. Energía de las mareas: energía potencial de las mareas, ciclos, estados de desarrollo. Energía de las olas: aprovechamientos hidráulicos, neumáticos, y estado de desarrollo. Energías de las corrientes marítimas: formas de aprovechamiento, estado de desarrollo. Energía térmica – marina.

Energía geotérmica: naturaleza de los recursos geotérmicos, yacimientos geotérmicos, principios de aplicación, estado de desarrollo.

Biomasa: biomasa residual seca y cultivos energéticos. Biocombustibles. Residuos sólidos urbanos.

5. Conversión de la energía eléctrica: El generador síncrono: aspectos básicos de funcionamiento. Características operativas. Estabilidad de la máquina síncrona. Cortocircuito. Reconexión.

El generador de inducción: aspectos básicos de funcionamiento de la máquina asíncrona. Características operativas. Estabilidad de la máquina asíncrona. Cortocircuito. Reconexión.

Inversores y convertidores estáticos: Conversión dc-dc, ac-dc, dc-ac y ac-ac- inversores PWM. Evolución y estado actual. Rendimientos. Inversores aplicados a la interconexión de sistemas fotovoltaicos. Bases de selección.

Máquinas para la conversión eólica-eléctrica: Generador de inducción, Generador de inducción con rotor bobinado, Generador de inducción doblemente alimentado (DFIG),



*Ministerio de Educación*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*

Tecnologías Full-Converter (con máquinas síncronas y asíncronas). Curvas de carga de las distintas tecnologías.

6. Impacto de la generación distribuida sobre los sistemas de distribución: Potencias relativas y localización del GD. Regulación de tensión. Flujo de potencia. Pérdidas. Corrientes nominales y capacidad de ruptura. Seguridad. Condiciones de falta. Compatibilidad de la puesta a tierra. Confiabilidad. Desequilibrio. Armónicos. Huecos de tensión. Flicker.

7. Calidad de potencia y generación distribuida: IEC 61400-21. Armónicas, interarmónicas y componentes de alta frecuencia. Huecos de tensión. Potencia activa y reactiva. Fluctuaciones de tensión: operación continua y de maniobra (flicker de escalón).

8. Interconexión: estándares y requerimientos: IEEE 1547. Regulación de tensión. Integración de puesta a tierra y sincronización. Coordinación del re-cierre. Inyección de dc. Flicker y armónicos. Fault Ride Through (FRT). Estado actual y revisión. Canadá, Reino Unido, USA, Alemania, Dinamarca, etc. Dinamarca TF 3.2.5 (Regulación técnica para eólicas mayores de 11kW, 25 kW, 1.5 kW). Tolerancia a desviaciones de tensión y frecuencia, condiciones normales y anormales. Flicker y armónicos. Control y monitoreo.

## **5. DURACIÓN**

El curso tendrá una duración de SESENTA (60) horas

## **6. METODOLOGÍA**

El régimen de cursado previsto es presencial. Las clases serán del tipo teórico-práctico, en donde se expondrán los conceptos teóricos y se realizarán trabajos prácticos mediante la resolución de problemas y simulaciones en computadoras digitales (empleando Matlab y Simulink). La modalidad de las actividades prácticas consistirá en la resolución de problemas



*Ministerio de Educación*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*

generales, modelado y simulación de condiciones operativas del sistema eléctrico y/o de sus componentes.

## **7. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN**

Para la aprobación del curso se requerirá cumplir con un 80% de asistencia, aprobar los trabajos prácticos y un examen final individual.

A small, handwritten signature in black ink, located to the left of the text in the previous block.





*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

**ORDENANZA Nº 1494**

**ANEXO II**

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
ENERGÍAS RENOVABLES Y GENERACIÓN DISTRIBUÍDA  
FACULTAD REGIONAL SANTA FE**

***Cuerpo Docente***

- REINERI, Claudio Ariel

Doctor Ingeniero Industrial, Universidad politécnica de Valencia, España

Ingeniero Mecánico Electricista, Universidad Nacional de Río Cuarto

- GÓMEZ TARGARONA, Juan Carlos de Jesús

Doctor en Filosofía de la Ciencia (Ph.D.), Sheffield Hallam University, Inglaterra

Ingeniero Electromecánico, Universidad Nacional de Cuyo

A small, handwritten signature in black ink, located to the left of the text for Juan Carlos de Jesús Gómez Targarona.

-----