



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**DEPARTAMENTO: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICISTA**

**ASIGNATURA: APROVECHAMIENTO DE LAS ENERGÍAS  
RENOVABLES**

**CÓDIGO: 0472**

**AÑO ACADÉMICO: 2018**

**PLAN DE ESTUDIO: 2004**

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 4TO. AÑO**

**MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL**

**ORIENTACIÓN: SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

**DOCENTE A CARGO: Dr. Claudio Ariel Reineri – Profesor Asociado Exclusivo**

**EQUIPO DOCENTE: Dr. Claudio Ariel Reineri – Profesor Asociado Exclusivo**

**RÉGIMEN DE ASIGNATURAS: (\*)**

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
-	0460
-	0430

(\*) Para cursar asignaturas de cuarto año en adelante se debe tener aprobado Inglés Nivel I y Nivel II

**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Semanales: 5

Totales → Teóricas: 45  
→ Prácticas → Resolución de problemas: 20  
→ Laboratorio: 10  
→ Proyecto: -  
→ Trabajo de campo: -

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa**



## **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:**

- 1.- Dimensionar el problema energético mundial y el problema del Calentamiento Global en el contexto actual y futuro.
- 2.- Conocer los aspectos tecnológicos y las bases teórico-prácticas necesarias para el dimensionamiento de plantas de energías fotovoltaicas y eólicas
- 3.- Presentar los aspectos operativos que pueden verse alterados en presencia de Generadores Distribuidos en sistemas eléctricos clásicos.
- 4.- Presentar cuestiones destacadas de la Normativa Internacional en cuanto a los sistemas de acoplamiento a las redes eléctricas de sistemas de conversión de fuentes renovables.

## **CONTENIDOS:**

### **Tema 1: Introducción**

- Balance Energético Nacional: Conceptos, análisis y evolución.
- Cambio Climático
- Huella de carbono
- Protocolo de Kioto y mecanismos de implementación
- Tasa de Retorno Energético (EROI)
- Generalidades y aplicaciones de EROI.

### **Tema 2: Energía eólica**

- Aspectos básicos de la conversión de energía eólica
- Sistemas de conversión de energía eólica
- Funcionamiento y tipos de tecnologías de aerogeneradores
- Análisis de los regímenes de viento: Análisis de datos y estimación de recursos
- Desarrollo y estado actual de los sistemas eólicos

### **Tema 3: Energía solar**

- Introducción a la Generación Fotovoltaica (PV)
- Estado actual de la Generación PV. Tecnologías.
- Celdas fotovoltaicas. Circuito equivalente. Curvas i-v y p-v. MPPT
- Geometría solar
- Tipos de radiación
- Estimación de radiación total sobre superficies
- Estimación de disponibilidad energética en sistemas fotovoltaicos
- Componentes de acoplamiento al sistema.- Modos operativos

### **Tema 4: Otras Aprovechamientos Renovables**

- Bioenergías:
  - o Biomasa residual seca y cultivos energéticos
  - o Biocombustibles
  - o Biomasa residual húmeda
  - o Residuos sólidos
- Energía de los océanos
  - o Energía Mareomotriz



- Energía de las Olas
- Energía de las corrientes marinas
- Energía térmica marina
- Energía Geotérmica:
  - Sistemas geotérmicos
  - Tipos de yacimientos
  - Proyectos geotérmicos

#### **Tema 5: Generación Distribuida**

- Definiciones y Clasificaciones
- Aspectos operativos: ventajas y desventajas
- Tecnologías de conversión y sistemas de acoplamiento
- Impacto de la GD en sistemas de distribución: regulación de tensión, calidad de potencia, protecciones, confiabilidad, etc.

#### **Tema 6: Máquinas y conversores de acoplamiento**

- Generadores síncronos: Funcionamiento básico, características operativas, transferencia de carga y estabilidad, comportamiento en cortocircuito, reconexión.
- Máquinas de inducción: Funcionamiento básico, características operativas, transferencia de carga y estabilidad, comportamiento en cortocircuito, reconexión.
- Inversores y conversores estáticos: Tipos y esquemas básicos de funcionamiento, características operativas. Tecnologías típicas de aerogeneradores y características operativas

#### **Tema 7: Generación distribuida y calidad de potencia**

- Desequilibrio, armónicos, huecos de tensión, etc.
- Límites y herramientas de estudio
- Calidad de potencia y turbinas eólicas, IEC 61400-21:
  - Fluctuaciones de tensión o flicker
  - Armónicos e interarmónicos
  - Huecos de tensión
  - Potencia activa
  - Potencia reactiva
  - Protección de red
  - Tiempo de reconexión

#### **Tema 8: Estándares de Interconexión:**

- IEEE 1547
  - Regulación de tensión
  - Integración de la puesta a tierra
  - Sincronización
  - Condiciones anormales
  - Coordinación del re-cierre.
  - Inyección de dc.
  - Flicker y armónicos
- FAULT RIDE THROUGH (FRT):
  - Aspectos generales.



- Estado actual y revisión: Canadá, Reino Unido, USA, Alemania, Dinamarca, etc..
- DINAMARCA TF 3.2.5 (Regulación técnica para eólicas mayores de 11kW, 25kW, 1,5MW)
  - Tolerancias a desviaciones de tensión y frecuencia, condiciones normales y anormales.
  - Flicker y armónicos.
  - Control y monitoreo

### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

La metodología de la enseñanza se basa en clases teóricas con presentaciones en PPT. Esta actividad se complementa con trabajos prácticos de resolución de problemas.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN:**

La evaluación se realiza en base a los trabajos prácticos y a 4 (cuatro) parciales. El alumno debe haber asistido al 80 % de las clases prácticas y presentar la carpeta de prácticos. La condición de Regular se alcanza con la aprobación de los parciales y la carpeta de prácticos.

El examen final, en la condición de regular, consiste en una presentación coloquial de los diferentes temas abordados en la materia.

El alumno en condición libre, previamente al examen final descrito, debe aprobar un coloquio escrito con aspectos teóricos y de resolución de problemas.

### **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:**

Las actividades se desarrollan en el aula del Laboratorio de Electricidad los días martes de 8 a 13 hs.

<b>Día</b>	<b>Temas</b>
13/8	Tema 1
27/8	Tema 1
3/9	Tema 1
10/9	Tema 4
17/9	Tema 4 – 1er parcial
24/9	Tema 2
1/10	Tema 3
8/10	Tema 5
22/10	Tema 6
29/10	Tema 7
5/11	Tema 8
12/11	2do parcial
26/10	Recuperatorios

**HORARIO DE CLASES:** Lunes de 8 a 13 hs. (Laboratorio de Máquinas Eléctricas)

**HORARIO DE CONSULTA:** Martes, miércoles y jueves de 10 a 12 hs.



## **BIBLIOGRAFÍA:**

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Compendio de energía solar: fotovoltaica, térmica y termoeléctrica	Fernandez Salgado, Jose Maria	Mundi-Prensa - Madrid	2010	1
Photovoltaic power generation	Overstraeten, R. van - Caratti, G.	Kluwer Academic - Dordrecht	1988	1
Distributed Generation: The Power Paradigm for the New Millennium	A. M. Borberly, J. Kreider	CRC Press	2001	1
Wind electrical systems	S. N. Bhadra, D. Kastha, S. Banerjee	Oxford University Press	2005	1

## **Otra Bibliografía complementaria:**

1. Renewable Energy: Its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects, Bent Sørensen, Elsevier Science. (2004)
2. Renewable Energy Snapshots 2012, Joint Research Centre of the European Commission. (2012)
3. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2011)
4. Photovoltaic Solar Energy: Development and Current Research, European Commission, (2009)
5. 2009 Wind Technologies Market Report, U.S. Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy. (2010)
6. Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Sathyajith Mathew, Springer. (2006)
7. Solar Electric Power Generation, Stefan C.W. Krauter, Springer. (2006)
8. Micro Cogeneration: Towards Decentralized Energy Systems, Martin Pehnt, Martin Cames, Corinna Fischer, Barbara Praetorius, Lambert Schneider, Katja Schumacher, Jan-Peter Voß, Springer. (2006)
9. Wind and Solar Power Systems, Mukund R. Patel, CRC Press. (1999)
10. Wind Energy Handbook, T Burton, D. Sharpe, N. Jenkins & E. Bossanyi, JOHN WILEY & SONS, LTD. (2001)
11. “IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems”, IEEE 1547. (2008)
12. “Technical regulation 3.2.5 for wind power plants with a power output greater than 11 kW”, Energinet, Dinamarca. (2010)
13. Integrating Distributed Resources into Electric Utility Distribution Systems, EPRI 2001.



*Universidad Nacional de Río Cuarto*  
*Facultad de Ingeniería*

"2018 – AÑO DEL CENTENARIO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA"

14. "Power Quality in Grid-Connected Wind Turbines", J.J. Gutierrez, J. Ruiz, P. Saiz, I. Azcarate, L.A. Leturiondo and A. Lazkano, INTECH. (2011)
15. "System Impacts from Interconnection of Distributed Resources", T. S. Basso, NREL. (2009)

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico