



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Rosario

Rosario, 5 de diciembre de 2017

VISTO el Expediente ID N° 8086330, relacionado con el programa analítico de la asignatura electiva *Movilidad Eléctrica*, de la carrera Ingeniería Eléctrica, 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

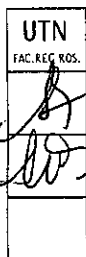
RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el programa analítico de la asignatura electiva *Movilidad Eléctrica*, que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Eléctrica, a partir del Ciclo Lectivo 2018.

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° 773/2017



Ing. Rubén F. CICCARELLI  
Decano

Dra. Sonia J. BENZ  
Secretaria Académica



ANEXO: 1  
RESOLUCIÓN N° 773

Carrera: Ingeniería Eléctrica

Plan de Estudios: 95 Adecuado por Ord. N° 1026	
<b>Asignatura</b>	<b>Docentes</b>
<b>MOVILIDAD ELECTRICA (Electiva)</b> Bloque: Complementaria Área: Complementaria	Profesor Titular: Profesor Asociado: Profesor Adjunto: Ing. Ricardo BERIZZO JTP: Auxiliar Docente:
<b>Horas</b>	<b>Nivel</b>
Semanales: 2 hs                      Anuales: 64 hs	Dictado: Anual / Cuatrimestral
<b>Régimen de Correlatividades</b>	
<b>Para Cursar Regular</b>	<b>Para Rendir Aprobada</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Electrotecnia I</li><li>- Química general</li><li>- Mecánica técnica</li><li>- Maquinas Eléctricas I</li><li>- Electrónica I</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Electrotecnia I</li><li>- Química general</li><li>- Mecánica técnica</li><li>- Maquinas Eléctricas I y II</li><li>- Electrónica I</li></ul>

## Índice

1. Fundamentación de la asignatura en la carrera	pag. 2
2. Objetivos	pag. 2
3. Contenidos mínimos	pag. 2
4. Contenidos organizados por unidades temáticas	pag. 3
5. Vinculación con otras asignaturas	pag. 4
6. Estrategias didácticas	pag. 4
7. Actividades de aprendizaje para cada unidad temática	pag. 5
8. Evaluación	pag. 5
9. Cronograma de actividades	pag. 6
10. Práctica de la asignatura	pag. 6
11. Bibliografía	pag. 6



## **1. FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA EN LA CARRERA**

El sector del transporte, en sus diferentes modalidades, está caracterizado por un elevado consumo de combustibles fósiles y un fuerte impacto ambiental, por lo que la promoción de la utilización de vehículos eléctricos junto con el incremento de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables se presenta como una alternativa concreta a un problema mundial progresivamente acuciante. Cuando hablamos de vehículos eléctricos autónomos hacemos referencia a automóviles y buses para uso exclusivo en ciudades, donde la densidad vehicular es mayor y la autonomía que hoy presenta el vehículo eléctrico autónomo es perfectamente adaptable a la misma. El transporte eléctrico es un factor de atenuación del cambio climático porque no generan contaminación local ni emiten ruido.

A la hora de calcular las emisiones del vehículo eléctrico se tiene en cuenta el parque generador que produce la electricidad (matriz energética) que lo alimenta y sus emisiones asociadas. La electrificación paulatina del transporte no plantea ningún problema irresoluble tanto desde el punto de vista del consumo eléctrico como de la red y del parque de generación.

El Congreso de la provincia de Santa Fé termina de dar media sanción (12 Octubre 2017) al proyecto "DE FOMENTO A LA INDUSTRIALIZACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ALTERNATIVOS" Expte. N° 33151, se espera que en los próximos meses la cámara de Senadores proceda en el mismo sentido.

## **2. OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

- De acuerdo al punto 1, lentamente pero de manera sostenida se va incorporando la electrificación de la motorización de los vehículos en el mundo, es por ello que formar técnicos especializados que se vayan familiarizando con la tecnología actual es trabajar fuertemente en el presente preparándolos para un mañana muy cercano.
- Futuros profesionales con deseos de adquirir, a nivel de especialización, sus conocimientos en las tecnologías asociadas a los vehículos eléctricos, su inserción en el sistema eléctrico y beneficios medioambientales.

Con este curso, pionero en Argentina en esta temática, se pretende que los futuros profesionales adquieran los conocimientos y desarrollen capacidades y actitudes necesarias para su futura integración profesional en una industria automotriz diferente y otras empresas del sector relacionadas. Como así también, los profesionales del área energética comiencen a considerar los beneficios de la inserción masiva del transporte eléctrico relacionado con el sistema eléctrico y el medio ambiente.

## **3. CONTENIDOS MÍNIMOS**

Según Ordenanza no corresponden contenidos mínimos (programa sintético) por tratarse de una asignatura electiva, se detallan a continuación los establecidos por la cátedra:

Analizar los sistemas y tecnologías de propulsión eléctrica e híbrida. Estudia la tipología y configuración de los sistemas según el tipo de vehículo. Analiza los sistemas de almacenaje de energía y la gestión interna de la misma. Aprende/amplia los fundamentos técnicos de los motores eléctricos utilizados, y de los sistemas de carga de elementos de almacenaje de energía. Desarrolla la gestión y diseño de las redes de distribución de energía, para asegurar la recarga de estos vehículos en el ámbito urbano. Se analiza el impacto ambiental y energético de su implementación generalizada.



#### **4. CONTENIDOS ORGANIZADOS POR UNIDADES TEMÁTICAS**

**UNIDAD DIDÁCTICA I.** Historia. Medio ambiente. Tipos de móviles con tracción eléctrica Teoría de vehículos móviles, arquitectura y dinámica. Vehículos eléctricos e híbridos.

**UNIDAD DIDÁCTICA II.** Sistema de motorización, propulsión eléctrica. Sistemas electrónicos de control

**UNIDAD DIDÁCTICA III.** Sistema de almacenamiento de energía

**UNIDAD DIDÁCTICA IV.** Acceso a la red eléctrica e interconexión de los vehículos eléctricos. Redes eléctricas de alimentación - Generación. Impacto medioambiental y energético

**UNIDAD DIDÁCTICA V.** Experiencias prácticas

Objetivos de cada unidad temática: Todos los objetivos son de introducción al conocimiento y habilidades de acuerdo a:

**UNIDAD DIDÁCTICA I:**

1. Conocer los antecedentes de la tracción eléctrica. Su incidencia en el medio ambiente.
2. Conocer diferentes vehículos accionados eléctricamente.
3. Manejar las fuerzas que inciden sobre un móvil en movimiento y el frenado.
4. Conocer la terminología propia de la asignatura.
5. Identificar la constitución de la motorización eléctrica pura e híbrida

**UNIDAD DIDÁCTICA II:**

1. Conocer todos los tipos de motores eléctricos que se utilizan y las características de cada uno.
2. Estudiar toda la electrónica de control de los motores eléctricos .
3. Identificar que sistema motor – control aplicar en cada caso particular.

**UNIDAD DIDÁCTICA III:**

1. Conocer todos los tipos de baterías y capacitores para el almacenamiento de energía eléctrica.
2. Manejar los parámetros característicos de las baterías y condensadores.
3. Identificar que sistema de almacenamiento es el mas conveniente para cada caso el particular.

**UNIDAD DIDÁCTICA IV:**

- 1 Conocer todos los tipos de sistemas y normas internacionales de carga de eléctrica de los vehículos eléctricos
- 2 Interconectar el vehículo eléctrico con la red eléctrica de distribución
- 3 Reconocer al vehículo eléctrico como el aliado indispensable con la generación eléctrica renovable.
- 4 Reconocer al vehículo eléctrico como el aliado indispensable de buenas prácticas ambientales y energéticas.

**UNIDAD DIDÁCTICA V:**



- 1 Conocer los diferentes tipos de vehículos que circulan en diferentes países y la normativa vigente.
- 2 Identificar su aplicación en el transporte público como prioridad
- 3 Identificar la infraestructura asociada

## **5. VINCULACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS**

Se requiere conocimiento previo de química, mecánica, electrotecnia, electrónica, maquinas eléctricas, aunque al ser una materia electiva del último año, se presupone un conocimiento general de todas las materias que hacen a la currícula de la carrera.

## **6. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS**

### **Estrategias principales de cada unidad temática**

Todas las clases se desarrollan teniendo los alumnos información bibliográfica previa. Las exposiciones se realizan con proyecciones (ppt y videos) por parte del docente con intervención de los alumnos ya que se exponen los temas que deben haber sido previamente estudiados.

Para la Unidad Didáctica I se trabaja sobre los procesos que los alumnos han elegido identificando los distintos temas de interés: calidad percibida por cliente, relaciones cliente proveedor, sistemas de prevención, mejora continua de procesos, rol fundamental del individuo, incumplimiento; como sí también las etapas de implementación basadas en el compromiso, la educación (enseñanza-aprendizaje) y la acción para lograr los objetivos.

Para la Unidad Didáctica II se trabaja sobre los diferentes motores. Corriente continua. Trifásico de inducción. Brushless. Principio de funcionamiento. Características externas. Par. Potencia. Electrónica básica y de potencia. Convertidores de potencia. PWM (modulación de pulso). Choppers. Inversores. Control de relación tensión/frecuencia. Control escalar. Control vectorial.

Para la Unidad Didáctica III se trabaja sobre las baterías y los ultracondensadores. Características técnicas y principio de funcionamiento de las baterías existentes, especialmente las de Li-ión, así como de los ultracondensadores. Parámetros característicos, energía específica, potencia específica, rendimiento, mantenimiento, coste, impacto medioambiental y seguridad. Procesos y tecnologías de carga (carga lenta, carga rápida y por inducción) de las baterías - ultracondensadores

Para la Unidad Didáctica IV se trabaja sobre los diferentes formatos para la recarga de las baterías/condensadores. La estandarización. Protocolos de comunicación fuente de energía-auto. Redes eléctricas en la actualidad. Energías renovables.

El vehículo eléctrico como almacenador de energía eléctrica. Como atenuador de las perturbaciones de la red. Redes inteligentes (Smart Grids). Transporte eléctrico y energías renovables. Polución ambiental química y sonora. Salud pública

Para la Unidad Didáctica V se trabaja sobre la introducción de los vehículos eléctricos en el transporte público en diferentes partes del mundo. Características particulares. Infraestructura asociada. Ahorro de energía. Perspectivas a futuro. Beneficios medio ambientales específicos. Diseños.



## **7. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PARA CADA UNIDAD TEMÁTICA REALIZADAS POR EL ALUMNO**

Unidad Didáctica I:

1. Presentación individual de un caso concreto de aplicación de fuerzas intervinientes en un vehículo en movimiento.
2. Propuesta de formas de hibridación de un vehículo.

Unidad Didáctica II:

1. Análisis comparativo de las curvas par-potencia de cada tipo de motor. Elección de un tipo en particular para cada caso.
2. Análisis de los diferentes tipos de control electrónico. Elección de un tipo en particular para cada caso.

Unidad Didáctica III:

1. Análisis comparativo de las curvas de carga de baterías y capacitores
2. Elección de un tipo en particular para cada caso.

Unidad Didáctica IV:

1. Análisis energético de un vehículo eléctrico.
2. Su intercambio de información con la red eléctrica. Protocolos de comunicación.

Unidad Didáctica V:

1. Exposición por parte del alumno del modelo eléctrico que le resulta mas atractivo técnicamente.

## **8. EVALUACIÓN**

Los trabajos prácticos están integrados al análisis teórico y consisten en ejercicios sencillos y en resolución de situaciones concretas que implican el aprendizaje, la comparación y el dominio de las principales estructuras teóricas de la asignatura.

La programación es flexible y adecuada al avance de los estudiantes, se plantean sobre la marcha, para garantizar el avance real del estudiante a lo largo del curso.

Para la integración de toda la asignatura se prevé un trabajo final. Con esto se establecerá el cierre de todos los conceptos en un trabajo práctico concreto.

### **Evaluación parcial**

La evaluación parcial de la materia se realiza con los trabajos prácticos (ver apartado 10)

### **Evaluación para la promoción ó aprobación final**

La evaluación final de la materia se realiza a través de la presentación y exposición de un trabajo final integrador (ver apartado 10).

## **9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Unidad Didáctica I: 5 semanas



Unidad Didáctica II: 8 semanas

Unidad Didáctica III: 8 semanas

Unidad Didáctica IV: 7 semanas

Unidad Didáctica V: 4 semanas

## 10. PRÁCTICA DE LA ASIGNATURA

**TRABAJO PRÁCTICO I.** Confeccionar un cuadro comparativo de las diferentes baterías para almacenamiento de energía eléctrica. Considerando su química, características externas eléctricas, procedencia

**TRABAJO PRÁCTICO II.** Confeccionar un cuadro comparativo de los diferentes motores eléctricos. Considerando sus características externas, constitución, materiales, procedencia.

**TRABAJO PRÁCTICO III.** Confeccionar un programa básico de computación para calcular Par-Potencia de un motor a partir de las características básicas del móvil y la prestación deseada.

**TRABAJO FINAL.** Trabajo integrador

Calcular la motorización de un móvil de 700 kg de peso con una velocidad final de 60 km/h y una autonomía de 80 km. Aceleración y energía de regeneración al freno a convenir oportunamente.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

### Básica del alumno

Ecosofía: Cambio climático y transporte público - Luis Tamayo Pérez

La Problemática del Transporte – Campos Hugo

El motor de combustión interna y su impacto ambiental - Ings. Raúl Gutiérrez Torres.

Juan Carlos Cruz Rodríguez. José Carlos Gálvez Pardo. Dr.C. Elme Carballo Ramos.

Universidad de Ciego de Avila. Cuba.

Handbook of automotive power electronics and motor drives – Illinois Institute of Technology

Transporte y Movilidad Urbana - Ing. Elio Martínez.

Pacific Northwest National Laboratory, Richland Washington U.S. Department of Energy (DOE)

El coche eléctrico: el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente. – Alberto

Ceña, José Santamaría Proyecto REVE

Análisis energético y económico del vehículo eléctrico.- Lavaron Simavilla, Muñoz

Rodríguez, Sáenz de Miera Cárdenas Iberdrola

El Consumo de Combustible y Energía en el Transporte Ricardo A. Marchese y

Marcos A. Golato Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

Electric Vehicle Battery Systems Sandeep Dhameja

El coche eléctrico, el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente

Alberto Ceña, José Santamarta (Director de World Watch)

Contaminación del aire debido al uso de combustibles en vehículos



Andrés, Ferrero y Mackler - U.T.N. Regional Rosario

El vehículo eléctrico, tecnología, desarrollo y perspectiva de futuro

García, Trinidad López, Amasorraín Zabala y Sanzberro Iriarte Ente Vasco de Energía – Iberdrola

Ed. Mac Graw Hill

Electric Vehicle Technology Explained Larminie (Oxford Brookes University) , Lowry (Acenti Des-igns Ltd., UK) Ed. John Wiley & Sons,Ltd

Análisis sobre el mercado energético mundial Pacheco EnerDossier

On the Road in 2035 Report, July 2008 Laboratory for Energy and the Environment - Massachusetts

Institute of Technology

Apuntes de la cátedra

#### De consulta del alumno

Handbook of Automotive power Electronics and Motor Drives Ed: Ali Emadi, Illinois Institute of technology, Chicago,USA

El vehículo eléctrico, tecnología, desarrollo y perspectiva de futuro García, Trinidad López, Amasorraín Zabala y Sanzberro Iriarte Ente Vasco de Energía – Iberdrola Ed. Mac Graw Hill

Hacia un cambio de paradigma en el transporte. Motor eléctrico por térmico. Ricardo Berizzo

U.T.N. Rosario

“Evaluación de las características dinámicas y energéticas de un vehículo eléctrico urbano”Proyecto

I+D U.T.N. Regional Rosario