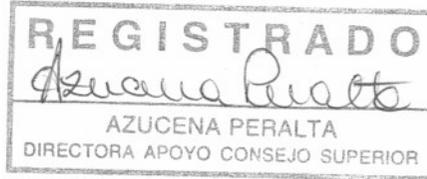




*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



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

Buenos Aires, 2 de noviembre de 2006

VISTO la presentación de la Facultad Regional Rosario, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Posgrado de Actualización "Tracción Eléctrica Aplicada", y

#### CONSIDERANDO:

Que el Curso propuesto responde a la necesidad de actualización académica de docentes y graduados de la Universidad de todo un cuerpo de conocimientos relativos al transporte eléctrico debido a que las múltiples razones de estrategia energética, ecológicas y de calidad de vida en las ciudades imponen la consideración de nuevos conceptos y tecnologías que sobre la materia se aplican en todo el mundo desarrollado.

Que la Facultad Regional Rosario 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 al propuesto.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación.

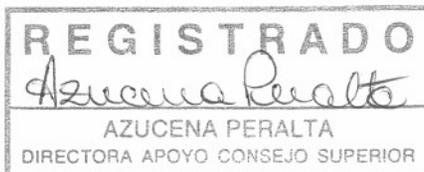
Que la Comisión de Enseñanza recomienda su aprobación.

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

Por ello,



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO DE LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículum del Curso de Posgrado de Actualización "Tracción Eléctrica Aplicada", 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 Rosario con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1115

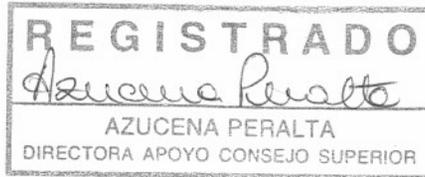
A. U. S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior Universitario

Ing. HECTOR CARLOS BROTTTO  
RECTOR

Ing. JOSE MARIA VIRGILI  
Secretario Académico y de Plaseamiento



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



**ORDENANZA N° 1115**

**ANEXO I**

**CURSO DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN**

**"TRACCIÓN ELÉCTRICA APLICADA"**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

En la actualidad los sistemas de transporte urbano de pasajeros de las ciudades del mundo desarrollado se gestionan de forma unificada, integrándose complementariamente los distintos modos de transporte que lo componen. Dichos sistemas están constituidos de manera fundamental por modos de accionamiento eléctrico, tales como el trolebús y las distintas variantes de modos guiados por rieles.

Hoy en nuestro país existe un gran vacío de recursos, profesionales, técnicos y materiales para asistir sistemáticamente a la planificación del transporte urbano, en el momento en que éste deba ser estructurado fundamentalmente a través de modos eléctricos.

El abandono casi masivo en la Argentina del transporte eléctrico cuarenta años atrás llevó a nuestro país a un aislamiento del resto de la comunidad internacional en el campo del Transporte Urbano de Pasajeros. El vacío producido es significativamente más conceptual que tecnológico. Sólo han sobrevivido pequeños nichos de esta actividad, vinculados fundamentalmente a las aplicaciones ferroviarias, en función de su mantenimiento.

Tras el abandono referido, la actividad dejó de ocupar a la industria, y la tracción eléctrica cayó en el olvido.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



Hoy múltiples razones de estrategia energética, ecológicas y de calidad de vida en las ciudades imponen la reconsideración de esta temática, a la luz de conceptos actualizados y nuevas tecnologías que sobre la materia se aplican en todo el mundo desarrollado.

Un enfoque del tema acorde con la realidad que se requiere hoy en Argentina supone dejar de lado una estructuración clásica de la enseñanza de la tracción eléctrica. Así, a fines del siglo XIX se vinculaba fuertemente el estudio de aquélla al de las máquinas eléctricas, ya que muchos desarrollos de éstas fueron impulsados por necesidades del transporte.

De este modo, el impulso del desarrollo de la tracción eléctrica a principios del siglo XX se apoyaba fuertemente en el perfeccionamiento de motores de tracción y de máquinas rotativas, convertidoras de energía necesarias para la alimentación de los ya grandes sistemas tranviarios de entonces.

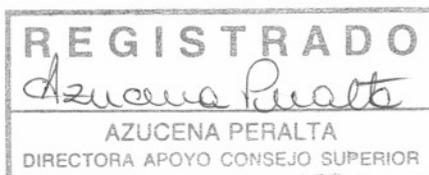
Tal concepción no varió sustancialmente sino hasta años relativamente recientes, al producirse hacia fines de la década de 1960 la irrupción de la electrónica de potencia en la tracción eléctrica.

Además, superada la focalización del interés por las máquinas, se abrió el camino a la consideración del sistema en su conjunto, poniéndose énfasis en el aspecto energético y la eficiencia global del mismo, así como en las nuevas técnicas de alimentación de las redes del transporte.

La necesidad de gestionar con eficiencia grandes sistemas de transporte sostenidos por redes de energía fuertemente malladas desde el punto de vista eléctrico brinda un nuevo punto de mira de esta temática.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



Y éste se considera el enfoque adecuado a dar al estudio de Tracción Eléctrica, puesto que en un futuro próximo es dable esperar la instalación de nuevos sistemas de transporte urbano eléctrico, con vehículos de tecnología ya resuelta. Destaca así la importancia de aprender a manejar el aspecto energético de estos sistemas, además de formar profesionales con conocimientos generales del tema que le permitan actuar con soltura en la disciplina.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo del presente curso apunta a:

- a) Actualizar todo un cuerpo de conocimientos dentro del multidisciplinario campo del transporte eléctrico.
- b) Reconocer la importancia del manejo de los sistemas energéticos y sus posibilidades de desarrollo en el transporte urbano.

## **3. CONTENIDOS**

### **Unidad I – *Reseña histórica. Situación actual.***

La Tracción Eléctrica. Desarrollo histórico en el país y en el mundo. Su aplicación al transporte de bienes y personas. El origen del Metro. Tecnologías de uso corriente en la primera década del siglo XX. Primeros ensayos de trolebuses. Pautas tecnológicas de la década de 1930. Situación del transporte urbano en la posguerra. Tecnología de la década de 1950. La situación en nuestro país: de fines de siglo XIX a 1960. Los avances tecnológicos de la década de 1970: la irrupción de la electrónica y la computación. Crisis energética. Revalorización de la incidencia ecológica del TUE sobre el medio ambiente



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



urbano y su valor como herramienta de planificación. El actual desarrollo de redes integradas de transporte. Perspectivas.

### **Unidad II – Aplicación de la Tracción Eléctrica a los sistemas de transporte.**

Nociones sobre la estructura de un sistema jerarquizado de transporte urbano de pasajeros. Distintos modos de Transporte. Clasificación de modos por orden de capacidad de transporte.

### **Unidad III – Infraestructura física del Transporte Urbano Eléctrico.**

Elección de la tensión de la línea de contacto. Elección del tipo de energía (C.A o C.C). Cálculo eléctrico del sistema de contacto. Subestaciones. Diagrama general de las mismas, componentes. El uso de rectificadores de silicio. Tipos de transformadores. Alimentación radial. Alimentación bilateral. Protecciones de subestaciones, líneas de contacto y sus alimentadores. Potencias de cortocircuito en juego.

Líneas de contacto. Nociones sobre el cálculo mecánico de líneas. Longitud de los vanos. Infraestructura de rodamiento de los vehículos guiados. Aplicación de la Trocha Standard Internacional.

Características eléctricas del tendido de vías. Cálculo de caídas. Conexiones equipotenciales entre rieles. Junta de rieles. Análisis de protecciones directas de rieles contra la corrosión electrolítica.

### **Unidad IV – Vehículos sobre rieles y sobre ruedas neumáticas.**

Material rodante. Vehículos tranviarios: Stadtbahn y Strassenbahn. Vehículos para operar en tracción múltiple. Trolebuses. Ómnibus de accionamiento eléctrico. Distintos tipos de motores de tracción. Parámetros electromecánicos. Potencia continua, potencia unihoraria, rendimiento, etc.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



Estructura mecánica de los distintos tipos de coches. El sistema de rueda resiliente, constitución, ventajas y desventajas sobre la rueda rígida. Acoplamiento de los motores a los ejes de propulsión. Transmisión cardánica. Construcciones más usuales de las cajas reductoras. Relaciones de reducción.

Sistemas de control: Control Reostático, Control de tecnología semielectrónica, Control de tecnología totalmente electrónica, tipos "Chopper" e "Inverter".

Sistemas de frenos: Frenado eléctrico, reostático o regenerativo. Freno mecánico de disco y de tambor. Freno electromagnético de riel.

Tecnologías en estado experimental. Técnicas electrónicas de control. El problema de las baterías. Vida útil. Amortización. Accionamientos híbridos: combinación de grupos electrógenos y baterías. Características.

#### **Unidad V – Análisis energético de la operación de un vehículo eléctrico.**

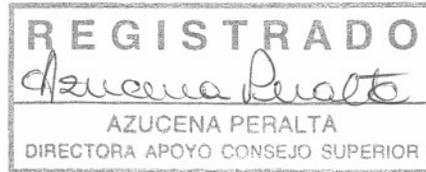
Diagramas de marcha. Determinación de los consumos específicos de energía de cada modo. Rendimiento: de conversión C.A./C.C. en las subestaciones; de transmisión; de conversión electromecánica y global de cada modo. Reinyección a la línea de contacto para su aprovechamiento por otros vehículos. Retorno de energía al sistema primario de corriente alterna. Equipamiento de vehículos para frenado por recuperación. Instalaciones especiales en subestaciones. Evaluación de la energía consumida por un vehículo.

#### **Unidad VI – Evaluación de la demanda de potencia en las subestaciones de suministro.**

Demanda de potencia en la línea de contacto. Carácter aleatorio de la demanda. Energía media absorbida. Relación entre potencia máxima demandada y media efectiva suministrada. Recuperación de energía. Repercusión del sistema de tracción sobre el



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



servicio eléctrico de la red pública. Efecto de la demanda aleatoria. Componentes armónicas. Fluctuaciones de la tensión ("Flicker"). Factor de Potencia.

#### **Unidad VII – Tecnología de la gestión unificada.**

Sistema de transporte urbano integrado y complementario. Comunicación y transmisión de datos entre vehículos y control central. Sistemas de enlace: Acople inductivo a cables piloto y canales reservados de VHF. Sensado y transmisión al control central de parámetros de funcionamiento de los vehículos. Control de datos de servicio e instrucciones al personal de conducción. El "derecho de vía": distintos niveles. Sistemas de señales. Comando de semáforos de la red vial por vehículos de transporte público. Constitución y manejo unificado de las redes eléctricas de alimentación como forma de optimizar el aprovechamiento energético. Telemando y telemedición sobre los principales puntos de la red. Sistemas de auxilio en caso de accidentes o interrupciones de los servicios. Rutas y sistemas de alternativa, etc.

#### **4. DURACIÓN**

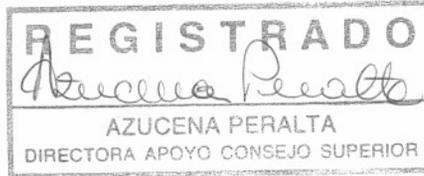
SESENTA (60) horas reloj. Las clases serán de carácter teórico presentándose en exposiciones digitalizadas como soporte didáctico.

#### **5. METODOLOGÍA Y PROMOCIÓN**

La formación estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional previa y la transferencia de los saberes adquiridos en la investigación y en la generación y manejo de tecnología.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



La acreditación del curso se realizará mediante una monografía individual sobre tema propuesto por la cátedra, con posterior exposición y defensa pública.

La evaluación ligada a la promoción y acreditación informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de objetivos alcanzados.

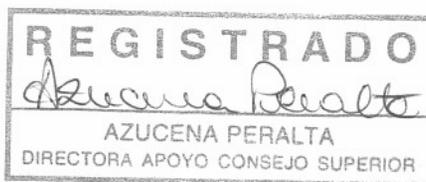
Asistencia, como mínimo, del OCHENTA por ciento (80%) de las clases dictadas.

R

-----



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



**ORDENANZA N° 1115**

**ANEXO II**

**CURSO DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN**  
**"TRACCIÓN ELÉCTRICA APLICADA"**  
**EN LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO**

**CUERPO ACADÉMICO**

- Elio Daniel MARTÍNEZ

Ingeniero Electricista, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Rosario.

Profesor Asociado, Universidad Nacional de Rosario.

Secretario General del Consejo Directivo del Centro de Estudios Urbanos de Rosario.

Asesor Técnico designado en representación de la Facultad de Ingeniería U.N.R. en

la Comisión Ejecutiva y Administradora Rehabilitación Tranvía Histórico Rosario.

-----