



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## APRUEBA ACTUALIZACIÓN DE LA ORDENANZA C.S. N° 1289

Buenos Aires, 22 de febrero de 2018

VISTO la presentación de la Facultad Regional Buenos Aires, a través de la cual solicita la actualización del Curso de Posgrado "Optoelectrónica" para el Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes, y

### CONSIDERANDO:

Que el citado curso, aprobado por Ordenanza C.S. N° 1289, requiere su actualización en virtud lo dispuesto por el Reglamento de Educación de Posgrado relativo a la caducidad de los tiempos de vigencia de los cursos.

Que la Facultad Regional Buenos Aires 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, 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 la actualización del currículum del Curso de Posgrado "Optoelectrónica", aprobado por Ordenanza C.S. N° 1289, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

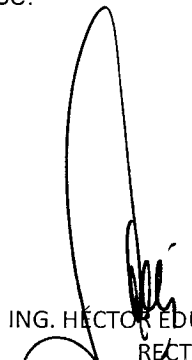
ARTICULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Buenos Aires con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.


ORDENANZA N° 1621



UTN
SCTYP
f.c.r.
l.p.



ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA  
RECTOR



ING. PABLO ANDRÉS ROSSO  
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



**ORDENANZA N° 1621**

**ANEXO I**

## **CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO OPTOELECTRÓNICA**

### **1. FUNDAMENTACIÓN**

Los Transformadores, la creación de Nicolás Tesla es un elemento clave en el mundo moderno, es el elemento fundamental para el suministro económico y seguro de la energía eléctrica. Este componente cumple distintos roles dentro de los sistemas eléctricos de potencia, siendo vital para el desarrollo humano de las comunidades en áreas urbanas, rurales, en armonía con el medio ambiente.

El mercado nacional se abastece de la industria local en los rangos de pequeña y mediana potencia pero hay escasos proveedores para transformadores de gran potencia y extra alta tensión (550kV), los cuales son un elemento estratégico para el desarrollo industrial sostenido de nuestro país.

Como consecuencia de esta situación actualmente en estas unidades, en especial las de gran potencia, se ha notado que a partir del año 2000 se acrecentó su riesgo de falla, debido en gran parte a los diseños muy comprometidos de los fabricantes, por lo tanto los especialistas deben estar capacitados para atender competentemente las distintas gestiones de: Especificación,

Inspección, Ensayo, Comisionamiento, Operación, Mantenimiento, Decomisionado y Deposición final de elementos descartados.

Indudablemente el transformador dentro de la matriz económica del sistema energético es un



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*



parámetro importante no solo por lo significativo de la inversión en sí misma, sino porque cuando ocurre una falla, los costos que involucran estas contingencias, son usualmente muy elevados, alcanzando generalmente varias veces su propio valor; esto no es por la reparación del daño en sí, sino porque se suman los tiempos de lucro cesante, muy largos, involucrando pérdidas severas al sector energético.

Además, el crecimiento del sistema eléctrico asociado al incremento de la actividad económica, a la mejor calidad de servicio requerida por los usuarios, conlleva a la necesidad de mejorar la eficacia en la "Gestión del Activo" reduciendo o evaluando su "Riesgo de Falla" para aumentar la confiabilidad de su servicio en explotación.

Las estrategias de adquisición, comisionamiento, operación y mantenimiento se transforman en elementos claves, en la que el especialista deberá capacitarse para lograr el funcionamiento eficiente de las unidades, siendo éste el primordial objetivo del curso, que pondrá énfasis en los transformadores de gran potencia y Extra Alta Tensión (500kV).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Se estudian los principios de funcionamiento de los láseres, las propiedades y el control de su emisión, así como varias de las aplicaciones más importantes. Se estudian los principios generales de la generación de radiación coherente continua y pulsada, así como la interacción con la materia. También se analizan las propiedades de los resonadores ópticos y sus modos de oscilación, así como los procesos del Q-switch y del mode-locking. Se continúa con la descripción de varios tipos de láseres, poniéndose el énfasis en los más importantes, y en particular en los láseres de estado sólido y los láseres de rayos X, y en varios de los tipos de láseres gaseosos y líquidos. Se presentan temas vinculados con los procesos de generación de radiación coherente por procesos no-lineales con osciladores paramétricos



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ópticos, generación de frecuencias por suma y diferencia y armónicas de orden superior. También el curso continúa con una visión de las más importantes aplicaciones de los láseres, a saber: mediciones de distancias, con los diversos tipos de telémetros; Sensores de Fibras Ópticas, analizándose diferentes tipos de instrumentos para medir magnitudes mecánicas, eléctricas, magnéticas y otras; micromaquinado de diferentes materiales con láseres de diverso tipo. También se aborda la química atmosférica, analizándose procesos químicos y fotoquímicos de la atmósfera, en particular mediante instrumentación óptica y usando láseres; la aplicación del láser a la espectroscopía fotoacústica para la determinación de gases contaminantes en la atmósfera, en particular. La detección de trazas de SO<sub>2</sub> en mezclas controladas. Generación por láser de lente térmica y esquemas prácticos para la detección de trazas mediante esta técnica. Disociación multifotónica IR mediante el uso de láseres pulsados de alta energía. También es objeto de estudio los sistemas lidar de retodifusión troposférico elástico e inelástico para la determinación de perfiles de aerosoles, vapor de agua. Cirrus y determinación de la capa límite atmosférica. El curso concluye con un capítulo dedicado al análisis del funcionamiento del sistema lidar de absorción diferencial para la determinación de gases en la atmósfera y su aplicación al estudio de la capa de ozono.

### 3. OBJETIVOS

- Adquirir, consolidar y demostrar conocimientos sobre radiaciones luminosas provenientes de las fuentes convencionales y de láseres, distinguiendo la radiación espontánea de la estimulada, así como sus características más importantes.
- Conocer las aplicaciones a las diversas ramas de la Ingeniería, tales como las fibras ópticas para comunicaciones, la obtención de energía, aplicaciones al medio ambiente como el lidar y sensores en base a láser y fibra óptica.

*R*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



#### 4. CONTENIDOS MÍNIMOS

##### Unidad 1: La Óptica

###### 1. La Luz. La Óptica. Fenómenos Ondulatorios. Radiometría y Fotometría

Naturaleza de la luz. Fuentes de luz. Clasificación. Óptica geométrica, ondulatoria y cuántica. Nociones de rayo, onda y corpúsculo. Óptica ondulatoria: interferencia, difracción, polarización y dispersión. La naturaleza de la visión humana. Características de la visión. Respuesta en frecuencia. La velocidad de la luz. Métodos de medición. Velocidad de fase y grupo.

###### 2. Fuentes de Luz

La coherencia de la luz, temporal y espacial. Formas de medición. Fuentes de luz incoherentes: diodos emisores de luz: LEDs: fundamentos de la emisión de los LED y de los OLED. Fuentes de luz coherentes: láseres. Fundamentos básicos de la emisión láser: emisión estimulada y emisión espontánea. Absorción de la luz. Amplificación. Coeficientes de ganancia y ganancia. Anchos de líneas. Modos de emisión de la luz láser. Características y control de la radiación láser. Tipos de láser.

###### 3. Unidades: Fotometría y Radiometría

El espectro electromagnético. Unidades radiométricas y fotométricas. Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de ondas electromagnéticas en medios materiales. Índice de refracción y coeficiente de absorción. La absorción y dispersión de la radiación. Scattering de Rayleigh y de Mie. Materiales ópticos. Filtros ópticos.

###### 4. Radiación Térmica

Descubrimiento de la radiación térmica. Leyes de Kirchhoff y Stefan - Boltzman. Equilibrio entre la radiación y la materia. Leyes de Wien. Los alcances de la Termodinámica. La introducción del electromagnetismo. Modos de oscilación de la radiación en una cavidad





Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



cerrada. Densidad de modos. Ley de Rayleigh – Jeans. El problema del UV. Ley de Planck: sus logros más importantes. Cuantificación de la radiación: Einstein y el fotón.

## **Unidad 2: Láser. Física y Tecnología. Tipos de Láseres. Aplicaciones**

### *1. Láser: Principios Básicos*

Inversión de la población. Emisión espontánea y estimulada. Absorción. Propiedades. La amplificación. El coeficiente de ganancia. La fórmula de Futchbauer y Landenburg. Oscilación de la radiación y la condición umbral. Anchos de líneas: natural, Doppler y por colisiones. Procesos de bombeo. Cavidades resonantes. Modos. Factor de mérito. Selectividad. Interacción entre el medio activo y la cavidad resonante.

### *2. Propiedades y Control de la Radiación Láser*

Divergencia. Focalización. Irradiancia en el foco. Brillo o luminancia. Coherencia. Coherencia temporal. Coherencia espacial. Control de los modos de oscilación. Forma temporal de la emisión. Selección de las líneas de emisión: sintonizables. Q-switch: reflector rotante, absorbente saturable, sistema acusto-óptico y electroóptico.

### *3. Tipos de Láseres*

Láseres sólidos: rubí, Neodimio en vidrio y en YAG. El láser de CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-He: diferentes tipos y mecanismos de excitación. Sintonizabilidad. Láser de colorantes orgánicos. Láser de N<sub>2</sub>. Láseres de gases nobles ionizados. Diodos láser pulsados y continuos. Láser de He-Cd y He-Se. Láseres de Yodo y químicos. Láseres de excímeros. Láseres de vapores metálicos. El láser chinche. El láser de rayos X.

### *4. Aplicaciones de Láseres*

Maquinado de materiales: soldadura, perforado, tratamientos térmicos, decapado, y micromaquinado. Mediciones industriales: alineaciones, distancias, perfiles, desplazamientos



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



lineales, velocidades y dimensiones. Aplicaciones militares. Aplicaciones a la Medicina. Separación isotópica. Fusión inercial por láser. Lectura de documentos y reprografía. Los discos ópticos. Código de barras. Holografía.

#### 5. *Sistemas Lidar. Emisores Láser*

Aplicaciones al medio ambiente: sensado remoto por láser. Sistemas lidar. La ecuación lidar. Descripción de diferentes tipos de lidar. Sus componentes: sistemas de recepción: telescopios, y espectrómetros. Detección. Lidar de retrodifusión para la detección de aerosoles. El lidar de absorción diferencial. Medición de la capa de ozono estratosférico.

### **Unidad 3: Comunicaciones Ópticas**

#### 1. *Modulación de la Radiación*

La actividad óptica. Efecto electroóptico. Efecto Pockels y efecto Kerr. Modulación de la radiación. Materiales electroópticos. Aplicaciones. Efectos magnetoópticos: Cotton- Mouton y Faraday. Efecto acustoóptico. Dispositivo de Raman- Nath y de Bragg

#### 2. *Detección de la Radiación*

Parámetros que caracterizan detectores. Clasificación de los detectores. Detectores térmicos: balómetro, piroeléctricos, térmicos y neumáticos. Detectores cuánticos: fotoemisivos, fotoconductivos y fotovoltaicos. La detección coherente.

#### 3. *Displays*

Luminiscencia. Fotoluminiscencia. Cátodoluminiscencia. Electroluminiscencia. Diodos emisores de luz. Materiales. Construcción. Displays de plasma. Brillo de displays. Displays de Cristales líquidos. Funcionamiento. Displays de LEDs

#### 4. *Fibras Ópticas*

Aspectos geométricos de la propagación de la luz en las fibras ópticas. Tipos de fibras según





Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



el índice de refracción: escalonado y graduado. Modos en una fibra. Fibras monomodales.  
Pérdidas: diferentes tipos. Sistemas de transmisión de información.

#### 5. Sensores de Fibras Ópticas

Birrefringencia de las fibras ópticas monomodales. Su aplicación a la medición de variaciones de longitud y de curvatura, de torsiones, de tensiones y de campos eléctricos y magnéticos. Sensores de fibras ópticas para medir temperaturas y presiones e índices de refracción. Fenómenos recíprocos y no recíprocos. Interferómetros de Michelson y Sagnac a fibra óptica. Medición de velocidades angulares para aero-navegación y a la medición de corrientes. Medición de campos eléctricos y magnéticos.

### 5. DURACIÓN

El curso tendrá una duración de SESENTA (60) horas.

### 6. METODOLOGÍA

El curso es de carácter presencial. Se prevé el dictado de las unidades en clases teóricas que combinen diversas actividades prácticas y de laboratorio. Se realizarán experiencias con láseres adecuados para el uso como lidares, en particular para la detección de partículas en la atmósfera (aerosoles) y se observarán los diferentes tipos de equipos, sus características de construcción y propiedades de funcionamiento.

### 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.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA N° 1621

ANEXO II

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO**  
**OPTOELECTRÓNICA**  
**FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES**

***Cuerpo Docente***

- QUEL, Eduardo Jaime

Docteur en Sciences Physiques, Université de Louvain, Belgique

Licenciado en Física, Universidad Nacional de La Plata

-----