



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



APRUEBA CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA MENCIÓN MATERIALES

Buenos Aires, 12 de mayo de 2016

VISTO la presentación de la Facultad Regional Concepción del Uruguay en la que solicita aprobar y autorizar Cursos de Actualización de Posgrado para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, y

CONSIDERANDO:

Que la citada Facultad Regional solicita la aprobación y autorización de implementación de los Cursos de Actualización de Posgrado "Procesamiento Superficial de Materiales asistido por Plasma" y "Mecánica de sólidos deformables".

Que los Cursos propuestos responden a la necesidad de brindar a docentes, investigadores y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados dirigidos a doctorandos en Ingeniería, mención Materiales.

Que la Facultad Regional Concepción del Uruguay 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.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículum de los Cursos de Actualización de Posgrado "Procesamiento Superficial de Materiales asistido por Plasma" y "Mecánica de sólidos deformables" para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado de los mencionados Cursos en la Facultad Regional Concepción del Uruguay, firmante del acuerdo cooperativo, con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza, en el marco de lo establecido por la Ordenanza N° 1313 y la Resolución N° 293/09.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1535

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

ING. HÉCTOR CARLOS BROTTTO
RECTOR

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



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA N° 1535

ANEXO I

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA
MENCIÓN MATERIALES**

I. PROCESAMIENTO SUPERFICIAL DE MATERIALES ASISTIDO POR PLASMA

1. Fundamentación

La ingeniería de superficies incluye una gran variedad de tratamientos y procesos superficiales, dirigidos a la modificación de las propiedades de superficie de los materiales. El estudio de todos estos procesos ha despertado un enorme interés en los últimos años, tanto a nivel académico como industrial, debido sobre todo al continuo crecimiento de las aplicaciones y la exigencia de rendimiento en diversos sectores, entre ellos, el sector mecánico y del automóvil, aeronáutico, químico y bioquímico, electrónico y en el área de biomateriales.

En los últimos años se han introducido tecnologías que usan plasmas (gas en estado ionizado) porque permiten usar menos energía, no son contaminantes, ofrecen máxima seguridad operativa, son aplicables a una gama amplia de materiales y permiten obtener rendimientos no alcanzables por otros medios. Una diferencia esencial con las tecnologías convencionales de tratamiento de superficie es que son intensivas en conocimiento y que una vez desarrollado éste, requiere inversiones equivalentes o inferiores a las viejas tecnologías.

Si bien se producen recubrimientos y tratamientos de difusión e implantación a nivel industrial en Europa y USA, no están tan difundidos en Latinoamérica, y todavía hay una discusión a nivel científico y tecnológico de muchos aspectos como la influencia de ciertos parámetros del plasma, la relación entre las propiedades del plasma y la modificación



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



superficial o el crecimiento de la película, la adhesión de los recubrimientos en sustratos blandos, la resistencia a la corrosión y degradación en ambientes agresivos.

2. Objetivos

Este curso tiene el objetivo de conocer el estado de plasma y su generación mediante descargas eléctricas en el laboratorio, para comprender los fundamentos del uso de estas técnicas en procesos superficiales. También conocer las bases y aplicaciones de las tecnologías asistidas por plasma para el tratamiento de superficies de materiales a fin de saber cómo dotarlos de propiedades que aseguren un rendimiento óptimo, teniendo en cuenta modificaciones por difusión, recubrimientos e implantación. Se analizan ventajas y desventajas de las distintas técnicas según las aplicaciones, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y económicos versus el aumento a la resistencia al desgaste y a la corrosión.

3. Contenidos

UNIDAD 1: El plasma y la ingeniería de superficies

La importancia de la ingeniería de superficies en el diseño de nuevos componentes. Los procesos mecánicos, químicos, termoquímicos de la ingeniería de superficies. Las técnicas de superficie que pueden ser asistidas por plasma. Las ventajas del uso de plasma en la ingeniería de superficies. Nociones sobre generaciones y uso de vacío.

UNIDAD 2: Conceptos básicos de plasma

El plasma generado en laboratorio. Áreas científicas con la que se relaciona. Las características principales del estado de plasma: grado de ionización, longitud de Debye, potencial del plasma. Ecuaciones de conservación. Colisiones atómicas. Interfaz plasma – superficie. Procesos físicos y químicos de superficies.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



UNIDAD 3: Descargas eléctricas

Generación de un plasma por una descarga DC a baja presión. Geometría de la descarga tipo "glow". Potencial de ruptura. Relación voltaje corriente en una descarga tipo "glow". Análisis de las distintas zonas entre cátodo y ánodo. Principios básicos de descargas de radiofrecuencia. Descargas RF capacitivas a baja presión. Métodos experimentales y mediciones. Aplicaciones de descargas RF.

UNIDAD 4: Recubrimientos por plasma

Técnicas de deposición de películas delgadas. Técnicas PVD. Tipos de recubrimientos y aplicaciones. Modelos para el crecimiento de películas delgadas. Recubrimientos por arco en vacío y sputtering. Técnicas de CVD asistidas por plasma. Tipos de procesos y equipos. Deposición de carbono Símil Diamante (LCD) por CVD. Tratamiento multicapa. Lubricación sólida.

UNIDAD 5: Tratamientos termoquímicos de difusión

Procesos de modificación superficial asistidos por asistidos por plasma. Nitruración, nitrocaburación, cementación, borado, oxidación. Comparación con procesos tradicionales en atmósfera gaseosa, en vacío y en sales fundidas. Tratamiento tipo dúplex o combinados: difusión + recubrimientos.

UNIDAD 6: Implantación iónica y deposición asistida por iones

La implementación de iones con altas y bajas energías. Modelo de la lámina de plasma no colisional. Proceso de modificación de superficies por implantación iónica por inmersión en plasma (PI3) y por PI combinado con deposición (PBII&D).

UNIDAD 7: Descargas a presión atmosférica

Fundamentos de plasmas a presión atmosférica fuera de equilibrio. Fuentes de plasma fuera del equilibrio. Aplicaciones de plasmas generados a presión atmosférica.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



4. Duración

El curso tendrá una carga horaria de NOVENTA (90) horas.

5. Metodología

El régimen de cursado previsto es presencial. El curso se desarrollará a través de clases teórico-expositivas y la resolución de problemas.

6. Evaluación:

Para la aprobación del curso se requerirá, además del 80% de asistencia, que los alumnos aprueben un examen final individual.

II. MECÁNICA DE SÓLIDOS DEFORMABLES

1. Fundamentación

La aplicación de los principios básicos de la mecánica de sólidos y modelos numéricos de materiales conjuntamente con herramientas computacionales ha ganado en las últimas décadas creciente importancia en el diseño y análisis de componentes mecánicos y estructurales. El desarrollo de modelos teóricos para caracterizar nuevos materiales, tales como materiales compuestos, materiales inteligentes, nanomateriales y biomateriales es una importante área de investigación actualmente. De allí que, sólidos conocimientos de mecánica de sólidos sean bases fundamentales necesarias para el modelado computacional y el desarrollo experimental de nuevos materiales.

2. Objetivos

Formar a los estudiantes de posgrado en los principios y leyes que gobiernan el movimiento y deformación de sólidos, de las bases teóricas de la mecánica del continuo. Asimismo se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades para resolver problemas de mecánica



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



del sólido deformable que permiten luego, con el uso de medios computacionales, el estudio y análisis de problemas más complejos.

3. Contenidos

UNIDAD 1.

Notación indicial y convención de suma. Ejemplos de aplicación. Transformación de coordenadas Cartesianas. Interpretación de los índices libres. Álgebra tensorial. Tensores cartesianos. Operaciones básicas. Invariantes principales. Teorema de descomposición polar.

UNIDAD 2: Deformaciones

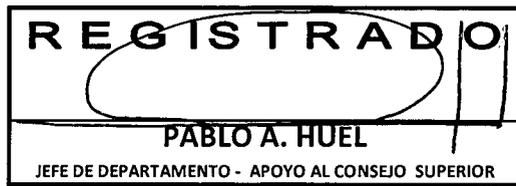
Descripción del movimiento. Configuraciones de un medio continuo. Descripción material y espacial. Campo de desplazamientos. Tensor gradiente de deformación: de-formaciones isocóricas, homogéneas y no homogéneas. Traslaciones y puntos fijos, rotaciones y estiramientos, extensiones. Cambio de volumen y superficie. Medida de las deformaciones. Tensor de deformación de Cauchy-Green. Tensor de deformación de Green. Interpretación física de las componentes del tensor de deformaciones. Tensores de deformación de Cauchy y Euler. Deformaciones principales. Tensores de deformaciones y rotaciones infinitesimales: Interpretación física. Deformaciones en sistemas de coordenadas cilíndricas y esféricas. Ecuaciones de compatibilidad de las deformaciones. Tensores tasa de deformación y tasa de rotación. Vorticidad.

UNIDAD 3: Tensiones

Masa. Densidad de masa. Fuerzas de cuerpo y de superficie. Concepto de campo de tracción. Postulado de Cauchy. Ley de acción y reacción. Vector tensión. Componentes de tensión. Tensor de Tensiones de Cauchy. Fórmula de Cauchy. Tensiones normales y tangenciales. Estados de tensiones simples. Transformación de coordenadas. Tensiones principales. Tensiones normales y tangenciales máximas. Tensiones octaédricas. Equilibrio.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Condiciones necesarias. Ecuaciones locales. Tensor esférico y desviador de tensiones. Otras medidas de la tensión: primer y segundo ten-sor de tensiones de Piola-Kirchoff. Ecuaciones de equilibrio en coordenadas curvilíneas.

UNIDAD 4: Relaciones constitutivas

Teorías de ecuaciones constitutivas. Materiales elásticos e hiperelásticos. Ley de Hooke generalizada. Simetría del material. Materiales monoclinicos, ortótropos e isótropos. Relaciones constitutivas elásticas no lineales. Comportamiento plástico de metales.

UNIDAD 5: Leyes de conservación

Leyes de balance en forma integral. Conservación de masa y leyes de inercia. Primera y segunda ley de la termodinámica. Temperatura y calor. Energía cinética. Potencia de fuerzas externas y trabajo neto. Energía interna y la primera ley de la termodinámica. La entropía y la segunda ley de la termodinámica. Leyes de balance integra-les versus locales. Forma lagrangiana localizada de las leyes de balance. Conservación de masa. Ecuación de continuidad. Balance de momento lineal. Balance de momento angular. Caracterización del trabajo neto.

UNIDAD 6: Elasticidad lineal

Ecuaciones básicas de la elasticidad. Ecuaciones de Navier. Ecuaciones de Beltrami-Michell. Problemas valores de contorno y principio de superposición. Teorema de Claypeyron. Relaciones de reciprocidad de Betti. Relaciones de reciprocidad de Maxwell. Problema de equilibrio y unicidad de las soluciones. Métodos de solución. Estado uniaxial de tensiones. Estado plano de deformaciones. Estado plano de tensiones. Función de tensiones de Airy. Ejemplos de aplicaciones. Teoría de Torsión de Saint Venant.

UNIDAD 7: Principios energéticos

Conservación de energía. Energía de deformación. Trabajo de cargas externas. Principio de



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



los trabajos virtuales. Principios variacionales. Principio de la energía potencial total mínima. Principio de la energía complementaria mínima. Métodos variacionales directos.

UNIDAD 8: Termoelasticidad

El problema termoelástico. Leyes constitutivas termoelásticas. Proceso reversible. Energía interna específica, energía libre de Helmholtz, energía libre de Gibbs. Proceso isotérmico e isentrópico. Calor específico y tensor calor latente. Termoelasticidad lineal. Problema termomecánico desacoplado en pequeñas deformaciones.

UNIDAD 9: Plasticidad

Comportamiento del sólido con deformación plástica. Superficie de fluencia. Criterios de fluencia. Modelos de plasticidad en pequeñas deformaciones: comportamiento elastoplástico perfecto, comportamiento elastoplástico con endurecimiento. Teoría clásica de plasticidad. Tensor de deformación. Ley constitutiva. Energía libre de Helmholtz. Disipación de energía. Teoría clásica de flujo: plasticidad perfecta, plasticidad con endurecimiento. Teoría del potencial plástico.

UNIDAD 10: VISCOELASTICIDAD

Conceptos básicos sobre materiales viscoelásticos. Modelos reológicos. Ecuaciones constitutivas en forma diferencial. Teoría unidimensional. Modelos mecánicos. Deformación diferida y relajación.

4. Duración

El curso tendrá una carga horaria de NOVENTA (90) horas.

5. Metodología

El régimen de cursado previsto es presencial. El curso se desarrollara a través de clases teórico-expositivas y lectura crítica del material por parte de los alumnos. Se planteara la



*Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*



resolución de problemas con ayuda de herramientas computacionales, en las que se muestre el manejo conceptual de la temática desarrollada.

6. Evaluación

Para la aprobación del curso será necesario cumplir con un 80 % de la asistencia, aprobar los trabajos prácticos propuestos y aprobar un examen final integrador escrito.



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA N° 1535

ANEXO II

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN
INGENIERÍA MENCIÓN MATERIALES
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

I. PROCESAMIENTO SUPERFICIAL DE MATERIALES ASISTIDO POR PLASMA

Cuerpo Docente:

- BRÜHL, Sonia (Responsable)

Doctora en Física, Universidad Nacional de Rosario

Licenciada en Física, Universidad Nacional de Rosario

- MÁRQUEZ, Adriana

Doctora en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires

Licenciada en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires

- GRONDONA, Diana

Doctora en Ciencias Físicas, universidad de Buenos Aires

Licenciada en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires

- DALIBÓN BÄHLER, Eugenia

Doctora en Ciencia y Tecnología mención Materiales, Instituto Sabato

Licenciada en Ciencias Aplicadas, UTN, Facultad Regional Concepción del Uruguay

- CABO, Amado

Doctor en Física, Universidad Nacional de Cuyo

Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Córdoba



Ministerio de Educación y Deportes
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



II. MECÁNICA DE SÓLIDOS DEFORMABLES

Cuerpo Docente:

- ESCALANTE, Mario (Responsable)

Doctor en Ingeniería, Universidad Nacional del Sur

Magister en Ingeniería, Universidad Nacional del Sur

Ingeniero en Construcciones, UTN, Facultad Regional Concepción del Uruguay

- ROUGIER, Viviana

Doctor en Ingeniería, Universidad Nacional de Tucumán

Magister en Ingeniería Estructural, Universidad Nacional de Tucumán

Ingeniería en Construcciones, UTN, Facultad Regional Concepción del Uruguay

Ingeniería Civil, UTN, Facultad Regional Concepción del Uruguay
