

Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE  
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Salta, 8 de Abril de 2008

169/08

Expte. N° 14.046/08

VISTO:

Las actuaciones por las cuales la Dra. Liz Graciela Nallim solicita autorización y ayuda económica para el dictado del Curso de Postgrado denominado **Dinámica no Lineal** con una duración de sesenta (60) horas, a llevarse a cabo durante el mes de Agosto de 2008; y

CONSIDERANDO:

Que adjunto se detalla la fundamentación, objetivo, cuerpo docente, programa, bibliografía, modalidad y propuesta de arancel;

Que el pedido tiene la anuencia de la Escuela de Ingeniería Civil y de la Comisión de Carrera de Doctorado y Postgrado de la Facultad;

Que por separado se tramita la ayuda económica solicitada para el traslado y estada del Dr. Ing. Sergio Horacio Oller Martínez, catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña, Investigador del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) de Barcelona - España y Doctor "Honoris-Causa" de la Universidad Nacional de Salta;

Que la Comisión de Hacienda analizó la propuesta de arancel y propone una modificación del mismo, cuestión que tiene el acuerdo de la coordinadora del Curso, Dra. Liz Graciela Nallim;

Que la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 37/08 aconseja aprobar la propuesta realizada, modificando el arancel para los Graduados;

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
(En su II sesión ordinaria del 12 de Marzo de 2008)

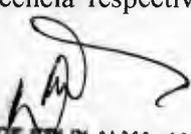
RESUELVE

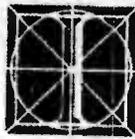
ARTICULO 1°.- Autorizar el dictado del Curso de Postgrado arancelado denominado **DINÁMICA NO LINEAL**; que se identificará con el Ordinal N° 01/08 a llevarse a cabo durante el mes de Agosto de 2008, con el programa que se encuentra en **Anexo I** de la presente resolución.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría de Facultad, a la Escuela de Ingeniería Civil, a la Dra. Liz Graciela NALLIM, difúndase entre la planta docente y página web de ésta Facultad y siga por la Direcciones Administrativas Económica y Académica al Departamento Presupuesto y Rendiciones de Cuenta y al Departamento Docencia respectivamente para su toma de razón y demás efectos.

MV/sia

  
Dra. MARIA ALEJANDRA BERTUZZI  
SECRETARIA  
FACULTAD DE INGENIERIA

  
DR. JORGE FELIX ALMARAZ  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA



**1) Nombre del curso: DINÁMICA NO LINEAL**

**2) Objetivo General:**

Estudio, análisis y solución de problemas dinámicos de estructuras considerando los distintos tipos de no linealidades que se pueden presentar.

**Fundamentación :**

En distintas áreas de la Ingeniería existe un interés creciente por el estudio de la dinámica de las estructuras. Los efectos dinámicos se deben a distintas acciones, pero su influencia se amplía o reduce de acuerdo al diseño de la estructura. En ocasiones se proyectan estructuras muy susceptibles a la acción de cargas dinámicas producidas por acción del viento, sismo y otras que actualmente se encuentran poco consideradas, como las producidas por máquinas, vehículos, ascensores, etc. Por otro lado, las exigencias de seguridad y confort en las estructuras son mayores que en el pasado por lo que es necesario realizar un detallado estudio dinámico de las mismas. Estas sollicitaciones dinámicas presentan características propias que requieren un tratamiento distinto al del resto de las acciones.

La dinámica de estructuras estudia el equilibrio estructural a lo largo del tiempo entre las acciones externas, las fuerzas elásticas, las fuerzas másicas y las fuerzas de amortiguamiento, para un sistema estructural discreto en forma de puntos vinculado internamente entre si y todos ellos a un sistema de referencia fijo, Estos vínculos internos entre los puntos que describen el sistema estructural pueden o no ser elásticos, en el caso que no lo sean, el comportamiento del sistema de puntos es no conservativo y por lo tanto se dice que el material de la estructura tiene un comportamiento constitutivo no lineal disipativo. Además de este comportamiento no lineal, también existe el comportamiento no lineal disipativo por influencia de la viscosidad del material. La no linealidad del sistema, también se manifiesta en aquellos casos en que hay grandes movimientos y el sistema trabaja fuera de su configuración geométrica inicial, motivando un comportamiento cinemática no lineal.

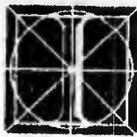
**3) Contenido del curso:**

**CAPÍTULO B – I : Resolución de la ecuación del movimiento:**

Introducción. Resolución de la ecuación del movimiento. Discretización espacial. Discretización temporal. Solución mediante diferencias finitas, series de Taylor. Solución explícita-implícita y exigencia de convergencia en el espacio y tiempo. Métodos de relajación dinámica. Solución implícita para comportamiento lineal y no-lineal, rasgos generales. Discretización temporal, método implícito, equilibrio instantáneo. Métodos de Newmark. Análisis de estabilidad en sistemas lineales. Casos particulares del método de Newmark, forma explícita, forma implícita o método de trapecio. A cerca de la estabilidad en la solución de sistemas no lineales. Algoritmos de conservación de la energía y disipación numérica. Forma variacional de la regla de trapecio. Regla del trapecio modificada. Aspectos particulares del problema no lineal. Particularización al caso elástico lineal y al caso sísmico. Reducción del problema elástico lineal.

**CAPÍTULO B – II : Modelo constitutivos no-lineales independientes del tiempo**

Introducción. ¿Qué se quiere simular con un modelo constitutivo independiente del tiempo? Aproximación al fenómeno de fractura. Aproximación al fenómeno de pérdida de rigidez con



deformaciones irreversibles. Verificación del modelo a través de la disipación mecánica. Ecuación de equilibrio y consideraciones energéticas.

#### **CAPITULO B – III : Modelos constitutivos no-lineales dependientes del tiempo**

Introducción. Viscoelasticidad. Ecuaciones basadas en las analogías con los modelos muelle-amortiguador. Modelo general de Kelvin. Modelo múltiple sobre el modelo general de Kelvin. Modelo general de Maxwell. Generalización multiaxial de los modelos viscosos uniaxiales. A cerca de la integración numérica de Convulación. A cerca de la función de relajación en hormigones. Aplicación de la viscoelasticidad a problemas dinámicos, determinación del amortiguamiento natural.

#### **CAPITULO B – IV: Modelos constitutivos no-lineales para barras**

Introducción. Descripción breve de la formulación de barras de Timoshenko. Forma de resolver el problema estructural no-lineal mediante elementos finitos. Evaluación de deterioro mecánico en las estructuras.

#### **APENDICE B – 1 : Bases Termodinámicas de la Dinámica no Lineal**

Introducción. Primera ley de la termodinámica y la ecuación de conservación. Ecuación de equilibrio dinámico. No linealidades contenidas en la ecuación de equilibrio dinámico. Segunda ley de la termodinámica. Ecuación de la disipación. Presentación general de las ecuaciones constitutivas que se utilizarán en problemas dinámicos. Elasticidad, inelasticidad: comportamiento afectado por el tiempo, comportamiento independiente del tiempo. Formulación de los modelos constitutivos en variables internas.

#### **4) Bibliografía:**

- [S.O.] S. Oller (2000). Fractura Mecánica. Cimne – Ediciones UPC.
- S. Oller. Notas de Clases.
- [B-H] T. Belytschko, T. Hughes (1983). Computational methods for transient analysis. Elsevier Science Publishers.
- [Z-T] O. Zienkiewicz, R. Taylor (2000). The finite element method. Vol 2. Solid Mechanics. Butterworth – Heinemann.
- [C-P]R. Clough and J. Penzien – Dynamics of Structures. Mc Graw – Hill. N. York 1993.

**5) Distribución Horaria:** Sesenta (60) horas de clases presenciales teóricas y prácticas. En días y horas que se acuerden con los interesados en asistir al mismo.

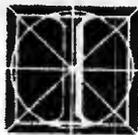
#### **6) Metodología:**

**Conocimientos Previos:** Dinámica lineal de estructuras, mecánica de medios continuos y técnicas numéricas incluyendo el método de los elementos finitos.

#### **7) Sistema de Evaluación:**

Se extenderá **Certificado de aprobación** a quienes cumplan con el 100% de los trabajos prácticos y aprueben la evaluación escrita al final del curso.

..//



Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

**ANEXO I**  
**Res. N° 169-HCD-08**  
**Expte. N° 14.046/08**

**Constancias de Asistencia** (acorde al Art. 11 de Res. N° 445-CS-99 - Reglamento de Cursos de Postgrado: "Los asistentes al curso que no hayan aprobado o rendido la evaluación podrán solicitar una constancia...".-

Se extenderá **dicha constancia** a quienes cumplan con una asistencia mínima de 80% de las clases teóricas.

**8) Lugar, Fecha y Hora de realización:**

Está previsto para los primeros días del mes de Agosto de 2008, en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería.

**9) Docentes responsables del curso :** Dr. Ing. Sergio OLLER  
Coordinadora : Dra. Liz G. NALLIM

**10) Aranceles:**

- Docentes de la Facultad de Ingeniería ..... S/C
- Estudiantes de Carrera de Postgrado..... S/C
- Graduados de la Facultad de Ingeniería..... \$ 50
- Docentes de otra Facultad ..... \$ 150
- Profesionales del medio..... \$ 300