



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

Salta, 07 de Abril de 2009

183/09

Expte. N° 14.066/09

VISTO:

Las actuaciones por las cuales el Dr. Ing. Ricardo Oscar Grossi informa que el PROMAS (Programa de Matemática Aplicada de Salta) ha organizado el Curso de Postgrado arancelado **Cálculo de Variaciones: Aplicaciones de Interés en Ingeniería, Física y Matemática Aplicada**, por lo que solicita autorización para el dictado durante el primer cuatrimestre, a partir del 1° de Abril de 2009; y

CONSIDERANDO:

Que el Curso lo dictará conjuntamente con el Dr. Luis Tadeo Villa Saravia, con una duración total de ochenta (80) horas de clases teórico-prácticas, y está destinado a Físicos, Ingenieros: Civiles, Mecánicos y Químicos, y a especialistas en Matemática Aplicada;

Que adjunto se detalla objetivos, programa y bibliografía, conocimientos previos requeridos, sistema de evaluación, certificaciones, propuesta de arancel;

Que la Escuela de Postgrado de la Facultad aconseja aceptar la propuesta del dictado del citado curso;

Que la Escuela de Ingeniería Civil ha tomado conocimiento y considera muy beneficiosa dicha actividad;

Que la Comisión de Hacienda ha analizado el arancel y aconseja realizar una modificación a la propuesta;

Que la Comisión de Asuntos Académicos, mediante Despacho N° 41/09, aconseja hacer lugar a lo solicitado;

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

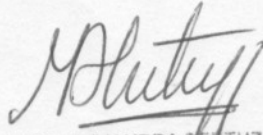
EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
(En su II sesión ordinaria del 18 de Marzo de 2009)

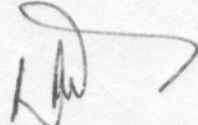
RESUELVE

ARTICULO 1°.- Tener por autorizado el dictado del Curso de Postgrado arancelado denominado **CÁLCULO DE VARIACIONES: APLICACIONES DE INTERÉS EN INGENIERÍA, FÍSICA Y MATEMÁTICA APLICADA**, desarrollándose desde el 1° de Abril de 2009 y durante el presente cuatrimestre, a cargo del Dr. Ricardo Oscar GROSSI, que se identificará con el Ordinal N° 03/09, cuyo programa organizativo se detalla como **ANEXO I** de la presente resolución.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría de Facultad, al Dr. Ricardo Oscar GROSSI y siga por las Direcciones Administrativas Económica y Académica, a los Departamentos Presupuesto y Rendición de Cuentas y Docencia respectivamente, para su toma de razón y demás efectos.

MV/sia


Dra. MARIA ALEJANDRA BERTUZZI
SECRETARIA
FACULTAD DE INGENIERIA


Ing. JORGE FELIX ALMAZAN
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA



1) **Nombre del curso:**
**CÁLCULO DE VARIACIONES: APLICACIONES DE INTERÉS EN INGENIERÍA,
FÍSICA Y MATEMÁTICA APLICADA**

2) **Objetivo del curso:**

El cálculo de variaciones tiene por objetivo principal la determinación de soluciones óptimas y la descripción de sus propiedades. En otras palabras trata sobre la determinación de máximos, mínimos y otros valores críticos de cierta clase de funciones.

En este curso se pretende proporcionar una herramienta para el tratamiento riguroso y moderno de muchas leyes físicas, desde un punto de vista general y para el desarrollo y aplicación de métodos variacionales directos que permiten la resolución de una amplia gama de problemas de interés en la física, la matemática y la ingeniería.

El cálculo de variaciones constituye una herramienta esencial en la obtención de problemas de autovalores y de contorno que describen el comportamiento dinámico de estructuras con distintas características especiales. Al respecto cabe destacar la importancia que tiene ese procedimiento riguroso, en la obtención de las condiciones de contorno y de transición que corresponden a los problemas de autovalores y de contorno que describen el comportamiento dinámico de vigas, pórticos y placas con características geométricas y mecánicas que complican los modelos matemáticos correspondientes. La obtención de las expresiones analíticas de las condiciones de contorno y de transición correspondientes, sin el uso de los procedimientos indicados, resulta muy dificultosa o con gran riesgo en cuanto a la posibilidad de cometer errores. Por otra parte los métodos variacionales constituyen la base de varios métodos numéricos de muy amplia difusión y aplicación en nuestro días, tal como es el caso del método de los elementos finitos.

El objetivo fundamental de este curso es el desarrollo sin descuido del rigor matemático, de los conceptos básicos del cálculo de variaciones y la presentación de aplicaciones de interés en ciencias e ingeniería. El mismo está destinado fundamentalmente a **ingenieros de distintas ramas, físicos y especialistas en matemática aplicada**, que deseen obtener una formación que les permita visualizar y resolver, con notable elegancia y precisión a distintos problemas que se originan en sus respectivas áreas de trabajo.

En este curso se presentan temas no tratados en los textos de cálculo de variaciones, como es la definición y determinación de las condiciones de transición originadas por la presencia de rótulas intermedias elásticamente restringidas en vigas, pórticos y placas.

3) **Programa Analítico**
UNIDAD 1: Espacios Lineales

- 1.1 Introducción
- 1.2 Concepto de Espacio Lineal
- 1.3 Subespacios de un espacio lineal
- 1.4 Conjuntos dependientes e independientes de un espacio lineal
- 1.5 Bases y dimensión

UNIDAD 2: Espacios Normados

- 2.1 Normas. Espacios normados
- 2.2 Propiedades de los espacios normados
- 2.3 Espacios de Banach
- 2.4 Espacios normados de dimensión finita
- 2.5 Compacidad
- 2.6 Operadores lineales continuos y acotados
- 2.7 Funciones lineales



UNIDAD 3: Propiedades de Funcionales

- 3.1 Funcionales. Propiedades de linealidad y Continuidad
- 3.2 Variaciones primera y segunda de un funcional. Propiedades

UNIDAD 4: Extremos de funcionales

- 4.1 Extremos locales y globales de funcionales
- 4.2 Condición necesaria para existencia de extremos de un funcional.

UNIDAD 5: Lema Fundamental y Generalizaciones

- 5.1 Lema Fundamental
- 5.2 Lemas de Lagrange
- 5.3 Lemas de du B. Reymond
- 5.4 Generalizaciones

UNIDAD 6: La Ecuación de Euler

- 6.1 Resolución del problema básico
- 6.2 Ecuación de Euler y condiciones de contorno estables e inestables
- 6.3 Generalizaciones del problema básico

UNIDAD 7: Dinámica de cuerdas y vigas

- 7.1 Principio de la energía potencial mínima y principio de Hamilton
- 7.2 Determinación de la configuración de equilibrio de una cuerda elástica.
- 7.3 Deformaciones de vigas sometidas a cargas transversales.
- 7.4 Cuerda elástica vibrante.
- 7.5 Vibraciones transversales de vigas con condiciones de contorno clásicas.
- 7.6 Comportamiento dinámico de vigas con extremos y puntos intermedios elásticamente restringidos.
- 7.7 Comportamiento dinámico de vigas Timoshenko elásticamente restringidas.
- 7.8 Comportamiento dinámico de vigas con rótulas intermedias elásticamente restringidas.

UNIDAD 8: Dinámica de pórticos

- 8.1 Vibraciones transversales de pórticos clásicos.
- 8.2 Vibraciones transversales y longitudinales de pórticos con restricciones elásticas intermedias y en extremos.

UNIDAD 9: Dinámica de Placas

- 9.1 Vibraciones transversales de placas isotrópicas
- 9.2 Comportamiento dinámico de placas ortótropas.
- 9.3 Consideración de distintas configuraciones geométricas.
- 9.4 Comportamiento dinámico de placas anisótropas con bordes elásticamente restringidos.
- 9.5 Comportamiento dinámico de placas con rótulas intermedias elásticamente restringidas

UNIDAD 10: Métodos Variacionales

- 10.1 Teorema del mínimo de un funcional cuadrático.
- 10.2 El espacio energético
- 10.3 El método de las series ortonormales
- 10.4 El método de Ritz
- 10.5 El método de Galerkin
- 10.6 Los métodos de Rayleigh-Riz y Rayleigh-Schmidt

Handwritten signatures and initials:
JAP
A
AB



Programa Sintético:

1. Introducción
2. Espacios Normados
3. Funcionales. Propiedades. Extremos
4. La ecuación de Euler
5. Dinámica de cuerdas, vigas y pórticos
6. Dinámica de placas
7. Métodos variacionales

Bibliografía:

1. Blanchard, P. and Brüning, E. **Variational Methods in Mathematical Physics**, Springer-Verlag, 1992.
2. Bliss, G. **Calculus of Variations**, The Mathematical Association of America. The Open Court Publ. Co., 1971.
3. Brechtken-Manderscheid, U. **Introduction to the Calculus of Variations**, Chapman and Hall London, 1991.
4. Courant, R and Hilbert, D. **Methods of Mathematical Physics**, Interscience Publ., New York, 1953.
5. Craggs, J. **Cálculo de Variaciones**. Editorial Limusa, 1975.
6. Dym C. y Shames, I. **Solid Mechanics: A Variational Approach**, Mc Graw Hill Book Co., 1973.
7. Elsgoltz, L. **Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Variacional**. Editorial Mir, Moscú. 1977.
8. Swing, G.M. **Calculus of Variations with Applications** Dover Publications, New York, 1985.
9. Gelfand, I. And Fomin, S. **Calculus of Variations**. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1963.
10. Giaquinta, M. and Hildebrandt, S. **Calculus of Variations I**, Spriger-Verlag, Berlín, 1996.
11. Gould, S.H. **Variational Methods**, University of Toronto Press, Toronto, Canadá, 1957.
12. Grossi, R.O. y Lebedev, L. **Static and dynamic analices of anisotropic plates with comer points**. Journal of Sound and Vibration, vol. 243 (5), pags. 947-958, 2001.
13. Grossi, R.O. y Nallim, L. **Boundary and eigenvalue problems for generally restrained anisotropic plates**. Journal of Multi-body. Dynamics, vol. 217, parte K, 241-251, 2003.
14. Grossi, R.O. y Albarracin C. **Eigenfrequencies of generally restrained beams**. Jorunal of Applied Mathematics, vol. 10, 503-516, 2003.
15. Grossi, R.O. y Albarracin C. **A variational approach to vibrating frames**. Journal of Multi-body. Dynamics, parte K, Vol. 221, N° K2, 247-259, 2007.
16. Grossi, R.O. y Quintana, M. V., **The tansition conditions in the dynamics of elastically restrained beams**. Journal of Sound and Vibration, 316, 274-297, 2008
17. Hildebrand, F. **Métodos de la Matemática Aplicada**. Editorial Eudeba, 1973.
18. Hromadka, T. **The Best Approximation Method in Computacional Mechanics**. Springer Verlag, 1993.
19. Krasnov, G. Makarenko, G.,Kiseliov, A. **Cálculo Variacional**. Editorial Mir, 1976.
20. Lanczos, C. **The Variational Principles of Mechanics**. Univ. Of Toronto Press, 1970.
21. Leitemann, G. **The Calculus of Variations and Optimal Control**, Plenum Press. 1986
22. Mihklin, S. **Variational Methods in Mathematical Physics**, Oxford Pergamon Press, 1963.
23. Mura, T. and Koya, T. **Variational Methods in Mechanics**, Oxford Univ. Press, 1992.
24. Necas, J. **Les Méthodes Directes en Theorie des Equations Elliptiques**, Academia, Praga, 1967.
25. Orden, J. and Reddy, J. **Variational Methods in Theoretical Mechanics**, Springer-Verlag, New York, 1976.
26. Pars, L.A. **An introduction to the Calculus of Variations**, Heinemann Ltd., London, 1962.
27. Reddy, J. N. **Applied Functional Analysis and Variational Methods in Engineering**. Mc Graw Hill B. Co., 1986.



28. Rektorys, K. **Variational Methods in Mathematics, Science and Engineering**, D. Reidel Publ. Co., 1980.
29. Rey Pator, J. Pi Calleja P. y Trejo C., **Análisis Matemático**, vol. III, Edit. Kapelusz. Bs. As. 1961.
30. Ruas de B.S., V. **Introdução Aos Problemas Variacionais**. Guanabara Dois, 1979.
31. Sagan, H. **Introduction to the Calculus of Variations**, Mc Graw Hill Book Co., 1969
32. Schechter, R.S. **The Variational Method in Engineering**, Mc Graw Hill Book Co., 1967.
33. Szilard, R. **The Theory and Analysis of Plates**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1963.
34. Troitsky, M.S. **Stiffened Plates**, Elsevier Scientific Publishing Co., 1976.
35. Troutman, J.L. **Variational Calculus and Optimal Control**, Springer-Verlag, New York, 1996.
36. Washizu, K. **Variational Methods in Elasticity and Plasticity**. Pergamon Press, New York, 1974.
37. Weinstock, R. **Calculus of Variations with Applications to Physics and Engineering**. Dover Publications, Inc., New York, 1974.
38. Young, L. C. **Lectures on the Calculus of Variations and Optimal Control Theory**, W.B. Saunders Co., 1969.
39. Zeidler, E. **Applied Functional Analysis: Applications To Mathematical Physic**, Springer, vol 108, 1995.

4) **Sistema de Evaluación:**

Presentación de carpeta de trabajos prácticos y un trabajo final.

- Se entregará **Certificado de aprobación** a todo inscripto que cumpla con un mínimo del 80% de asistencia a las clases, que apruebe los trabajos prácticos y desarrolle la monografía correspondiente.
- Se entregará **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 todo inscripto que cumpla con un mínimo de 80% de asistencia a las clases y no apruebe los trabajos prácticos o no desarrolle la monografía correspondiente.

5) **Lugar, Fecha de realización:** Facultad de Ingeniería. Fecha de Inicio: 1° de Abril de 2009.

Período de Dictado: Primer Cuatrimestre de 2009

Carga Horaria: Ochenta (80) horas.

6) **Inscripciones:** Facultad de Ingeniería. Departamento Presupuestos. Sra. Fabiana Chaile o Sr. Jorge Burgos.

7) **Destinatarios del Curso:** Alumnos del Doctorado en Ingeniería, Físicos, Ingenieros Civiles, Ingenieros Mecánicos e Ingenieros Químicos y a Especialistas en Matemática Aplicada.

Conocimientos Previos Requeridos: Análisis Matemático I, Análisis Matemático II y Análisis Matemático III y Algebra.

8) **Director Responsable del Curso:** Dr. Ricardo Oscar GROSSI

Docentes:

- Dr. Ricardo Oscar GROSSI
- Dr. Luis Tadeo VILLA SARAVIA



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

- 5 -

ANEXO I
Res. N° 183-HCD-09
Expte. N° 14.066/09

9) **Aranceles:**

- Docentes y Doctorandos de la carrera de Doctorado en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UNSa:..... \$ 50
- Profesionales y Docentes de otras Facultades de la UNSa: \$ 70
- Profesionales y docentes de otras Universidades o Instituciones:..... \$ 100

-- 000 --