



# Guia docent

## 250704 - 250704 - Dinàmica Estructural

Última modificació: 28/03/2024

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ESTRUCTURAL I DE LA CONSTRUCCIÓ (Pla 2015). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2023      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** JAVIER BONET CARBONELL

**Altres:** JAVIER BONET CARBONELL, ROLANDO ANTONIO CHACÓN FLORES, MIGUEL MASÓ SOTOMAYOR

### METODOLOGIES DOCENTS

Aquesta assignatura es desenvolupa mitjançant 7 classes de teories amb problemes, 3 sessions de laboratori, una avaluació parcial i un projecte. Les dues primeres sessions de laboratori requeriran l'elaboració d'un entregable. Arrel de la tercera sessió de laboratori es desenvoluparà el projecte, que inclou l'anàlisi teòric i experimental d'una estructura.

S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat mitjançant el campus virtual ATENEA: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duguin a terme en un altre idioma.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Assignatura per adquirir coneixement i aptituds per a comprendre i resoldre problemes de dinàmica en estructures

Capacitat per a comprendre i resoldre problemes de dinàmica en estructures. Capacitat per a considerar la dinàmica en el disseny estructural.

Conceptes bàsics de dinàmica estructural. Models dinàmics amb un sol grau de llibertat i amb varis graus de llibertat. Formulació de la equació del moviment. Formulació de la ecuació del moviment i resposta dinàmica d'un sistema amb "n" graus de llibertat: Coordenades Lagrangianes o generalitzades. Introducció a la dinàmica d'estructures no-lineal.

L'objectiu d'aquesta assignatura és aconseguir que l'estudiant adquireixi coneixement i aptituds per comprendre i resoldre problemes de dinàmica en estructures i estigui capacitat per considerar la dinàmica en el disseny estructural. Aquesta assignatura establirà les bases per a estudis posteriors d'estructures sotmeses a accions de sismes, vents i vibracions en general produïdes per màquines i trànsit.

### HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	9,8	7.83
Hores aprenentatge autònom	80,0	63.95
Hores grup gran	25,5	20.38
Hores grup petit	9,8	7.83

Dedicació total: 125.1 h

## CONTINGUTS

### Conceptes bàsics de dinàmica estructural

**Descripció:**

- o Mass & Stiffness
- o Damping
- o Equation of motion
- o Energy balance
- o Dynamic amplification factor & Transmission ratio

**Dedicació:** 7h 11m

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

### Formulació de equació del moviment. Resposta dinàmica d'un sistema de 1 grau de llibertat

**Descripció:**

- o SDOF Structures and Rayleigh's method
- o Un-damped and damped free oscillation
- o Forced oscillation - constant force
- o Forced harmonic vibration - response types, resonance
- o Laboratory 1
- o General forced oscillation: Duhamel integral. Newmark method
- o Laboratory practice 2
- o Earthquake loading. Response spectra
- o Partial Examination

CLASSES de PROBLEMES. AVALUABLES (70% de la nota). Les dates de lliurament s'esmenten en cada cas. - Treball de Problemes 1: Càlcul de freqüències en estructures simples de 1GL. - Treball de Problemes 2: Resposta dinàmica en el temps d'estructures simples de 1GL. Accions harmòniques. - Treball de Problemes 3: Resposta dinàmica en el temps d'estructures simples de 1GL. Accions qualssevol. -Treball De Problemes 4: Resposta dinàmica en freqüència - Transformades de Fourier. - Treball de Problemes 5: Espectres i pseudo-espectres teòrics.

CLASSES de LABORATORI. AVALUABLES (30% de la nota). Els treballs es realitzen i lliuren en el mateix dia a la data que s'esmenta en cada cas. -

Treball de Laboratori 1: Introducció a l'experimentació. Introducció als equips. Introducció al muntatge de les connexions Introducció a l'adquisició de dades. Comparació d'amidaments Arduino i Tradicionals.

- Treball de Laboratori 2: Estudi de vibracions lliures esmorteïdes. Fleix en voladís. Es realitzarà amb Arduino per diferents longituds de biga per a cada estudiant. Inicialment, es realitzaran comparacions Arduino-Spider per mostrar la capacitat dels elements low-cost.

- Treball de Laboratori 3: Estudi de vibracions forçades esmorteïdes. Fleix en voladís. Es realitzarà amb Arduino per diferents longituds de biga per a cada estudiant.

**Dedicació:** 50h 24m

Grup gran/Teoria: 8h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Grup petit/Laboratori: 9h

Aprenentatge autònom: 29h 24m



### Formulació de l'equació del moviment. Resposta dinàmica d'un sistema amb N graus de Llibertat

#### Descripció:

- o Free vibration - modes of vibration - main frequency(ies) of vibration
- o Problem reduction by static condensation or Rayleigh-Ritz method
- o Forced vibration - modal decomposition
- o Earthquake loading
- o Simplified shear building model
- o Example of seismic analysis
- o Laboratory practice 3
- o Final Project

CLASSES de PROBLEMES. AVALUABLES (70% de la nota). Les dates de lliurament s'esmenten en cada cas.

- Treball de Problemes 6: Freqüència fonamental en estructures contínues.

- Treball de Problemes 7: Sistemes estructurals a "N" GL. Pòrtics de Tallant

CLASSES de LABORATORI. AVALUABLES (30% de la nota). Els treballs es realitzen i lliuren en el mateix dia a la data que s'esmenta en cada cas.

- Treball de Laboratori 4: Sessió de programació en Matlab, Python, VisualBasic o un altre llenguatge.

- Treball de Laboratori 5: Pòrtic de tallant.

**Dedicació:** 43h 12m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 9h

Aprenentatge autònom: 25h 12m

### Introducció a la dinàmica d'estructura no-lineal

#### Descripció:

- Presentació simplificada del comportament no lineal d'un oscil·lador: no-linealitat inercial, no-linealitat d'amortiment, no-linealitat de rigidesa: constitutiva i geomètrica. Ductilitat d'un oscil·lador no lineal a un grau de llibertat.
- Espectre de resposta inelàstic: Espectre de ductilitat requerida, Espectre de coeficient de projecte, Reducció efectiva de forces.
- Formulació de l'equilibri dinàmic per a una estructura sotmesa a comportament no lineal.
- Linealització de l'equació d'equilibri.
- Diferents efectes no lineals en les estructures provocat per accions dinàmiques no-lineals
- Resolució de l'equació del moviment en estructures sotmesa a comportament no-lineal.
- Solució Explícita-Implícita.
- Introducció als models de comportament del material, independents del temps (danyo, plasticitat). Efectes en el comportament estructural.
- Introducció als models de comportament del material, dependents del temps (viscoelasticitat, viscoplasticidad, viscodanyo). Efectes en el comportament estructural. El amortiment estructural i el seu origen en el material.
- Evolució de la freqüència natural en les estructures sotmeses a accions dinàmiques. Relació entre el canvi de freqüència natural i el dany estructural.

CLASSES de PROBLEMES. AVALUABLES (70% de la nota). Les dates de lliurament s'esmenten en cada cas. - Treball de Problemes 8: Sistemes estructural no-lineal. Càlcul d'espectres inelàstics. Ductilitat

**Dedicació:** 7h 11m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

La qualificació de l'assignatura s'obté a partir de la qualificacions d'avaluació continuada (50%), del projecte (30%) i de dos informes de laboratori (2x10%).

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Si no es realitza alguna de les activitats de laboratori o d'avaluació contínua en el període programat, es considerarà com a puntuació zero.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Barbat, A.H.; Oller, S. Conceptos de cálculo de estructuras en las normativas de diseño sismorresistente [en línia]. Barcelona: A.H.Barbat, 1997 [Consulta: 10/02/2023]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/21168>. ISBN 8489925100.
- Barbat, A.H.; Oller, S.; Vielma, J.C. Cálculo y diseño sismorresistente de edificios: aplicación de la norma NCSE-02 [en línia]. Barcelona: CIMNE, 2005 [Consulta: 10/02/2023]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/28500>. ISBN 8495999897.
- Barbat; A. H.; Canet, J. M. Estructuras sometidas a acciones sísmicas. 2a ed. Barcelona: CIMNE, 1994. ISBN 8487867103.
- Oller, S. Nonlinear dynamics of structures [en línia]. Barcelona: International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE): Springer, 2014 [Consulta: 10/02/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-05194-9>. ISBN 9783319051932.
- Blanco, E.; Oller, S.; Gil, L. Análisis experimental de estructuras. Barcelona: CIMNE, 2008. ISBN 9788496736474.
- Paz, M. Dinámica estructural: teoría y cálculo [en línia]. Barcelona: Reverté, 1992 [Consulta: 10/02/2023]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=13018](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=13018). ISBN 842914854X.
- Cesari, F. Metodi di calcolo nella dinamica delle strutture. 3a ed. Bologna: Pitagora, 1997. ISBN 9788837109035.
- Clough, R.W.; Penzien, J. Dynamics of structures. 2nd ed. Berkeley: Computer and Structures, 2003. ISBN 0923907505.
- Chopra, A.K. Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering [en línia]. 5th ed SI units. Harlow: Pearson Education Limited, 2020 [Consulta: 16/02/2023]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5811586>. ISBN 9781292249209.

### Complementària:

- Chowdhury, I.; Dasgupta, S.P. Dynamics of structure and foundation: a unified approach. CRC Press, 2008. ISBN 9780415471459.
- Weaver, W.; Timoshenko, S.P.; Young, D.H. Vibration problems in engineering. 5th ed. New York: Wiley, 1990. ISBN 0471632287.
- Hanson, C.E.; Towers, D.A.; Meister, L.D. Transit noise and vibration impact assessment [en línia]. Washington, DC: Federal Transit Administration. Office of Planning and Environment, 2006 [Consulta: 10/02/2023]. Disponible a: [https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/FTA\\_Noise\\_and\\_Vibration\\_Manual.pdf](https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/FTA_Noise_and_Vibration_Manual.pdf).