

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

Unitat responsable: 340 - EPSEVG - Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú  
Unitat que imparteix: 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MONTSERRAT CARBONELL VENTURA  
Altres: IVAN NIETO REINA  
JORDI PONS SEGALAS

### Capacitats prèvies

Càlcul diferencial i integral.  
Equacions diferencials.  
Coneixements previs de l'assignatura de Mecànica de Fluids.

### Requisits

340025 - Equacions diferencials.  
340026 - Càlcul avançat.  
340039 - Mecànica de Fluids.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE24. Coneixement aplicat dels fonaments dels sistemes i màquines fluidomecàniques

Transversals:

2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.
3. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.
5. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

### Metodologies docents

- Sessions teòriques expositives i participatives, consistents en l'exposició i desenvolupament dels fonaments teòrics i, si cal, en la resolució d'exercicis tipus. El material a utilitzar hi serà disponible per a l'alumne en l'apartat del campus digital habilitat per a l'assignatura.
- Sessions pràctiques de resolució de problemes, on es procurarà la màxima participació de l'alumne, a través de la seva implicació directa en la resolució d'exercicis. Els alumnes hauran de resoldre a classe i/o fora de classe, individualment o en grup, els exercicis que s'indiquin. L'alumne disposarà amb antelació del llistat de problemes a realitzar.
- Sessions pràctiques de laboratori, realitzades directament pels alumnes, orientats pel professor, que els permetran observar de forma directa aspectes rellevants de la teoria desenvolupada. Els guions de les pràctiques a desenvolupar hi seran disponibles, amb antelació a la seva realització, a l'apartat del campus digital habilitat per a l'assignatura. Els alumnes lliuraran al professor una còpia de les dades experimentals obtingudes. Amb posterioritat, l'alumne haurà de fer un informe de la pràctica realitzada. Per a la seva realització l'alumne comptarà al campus digital amb una rúbrica referent a la confecció dels informes de pràctiques. Aquests informes tindran pes avaluatiu i s'hauran de lliurar abans de la data indicada pel professor.
- Lliuraments de problemes resolts per part dels alumnes. Els lliuraments consistiran en la resolució individual o en grup, a realitzar en classe o fora de classe, d'alguns problemes de la llista que l'alumne tindrà al campus digital. Per a la realització aquesta activitat l'alumne disposarà d'una rúbrica referent a la resolució de problemes i l'activitat tindrà pes avaluatiu. L'alumne podrà fer feed-back a partir del lliurament dels problemes corregits.
- Preparació i presentació d'un tema relacionat amb l'assignatura. Els alumnes hauran de treballar en grup o bé individualment, segons criteri del professor. La presentació de l'activitat es farà de forma escrita i oral, i tindrà un pes avaluatiu.
- Tutories col·lectives o individuals que permetran a l'alumne/a resoldre els dubtes que pugui tenir sobre la matèria per a un seguiment eficaç de l'assignatura.
- Proves escrites individuals: L'alumnat realitzarà dues proves escrites individuals de tots els coneixements teòrics-pràctics desenvolupats a l'assignatura. La primera prova es realitzarà a la meitat del quadrimestre i la segona prova es realitzarà a final del quadrimestre en la data marcada per l'EPSEVG (període d'avaluació final).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En acabar l'assignatura l'estudiant o estudianta ha de ser capaç de:

- Aplicar els coneixements de l'anàlisi dimensional i semblança a problemes diversos de mecànica de fluids.
- Conèixer i calcular les forces que actuen sobre un cos sotmès a un flux extern, per a casos simples.
- Descriure els fonaments de les màquines fluidomecàniques.
- Analitzar i resoldre problemes relatius a instal·lacions i màquines hidràuliques.
- Utilitzar software específic per a la simulació de xarxes hidràuliques.
- Conèixer els fonaments dels compressors (càlcul del cicle teòric i diagrama real d'un compressor, tipus de compressors, elecció d'un compressor, regulació i manteniment).
- Realitzar circuits pneumàtics seqüencials.
- Conèixer la preparació i distribució de l'aire comprimit.
- Saber els principis fonamentals del disseny d'una instal·lació d'aire comprimit en una nau industrial.
- Comunicar-se eficientment en presentacions orals i escrites.
- Saber treballar en equip com grup autònom, realitzant part de la seva coordinació i/o direcció.

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

- Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic, amb un caràcter crític sobre els recursos d'informació que s'han utilitzat.

## Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	52h 30m	35.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	7h 30m	5.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	90h	60.00%

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

### Continguts

#### TEMA 1: MÈTODE DIFERENCIAL PER A L'ANÀLISI DEL FLUX

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 1h  
Aprentatge autònom: 1h

##### Descripció:

- 1.1. Conceptes preliminars
- 1.2. Cinemàtica d'una partícula de fluid (Velocitat, Acceleració, Velocitat angular, Vorticitat, Velocitat i acceleració en coordenades de línies de corrent)
- 1.3. Equació diferencial de continuïtat
- 1.4. Equació diferencial de conservació de la quantitat de moviment
  - Flux no viscos (Eq. d'Euler)
  - Flux viscos i incompressible (Eq. de Navier-Stokes)

##### Activitats vinculades:

A1. PROBLEMES D'ANÀLISI DIFERENCIAL

##### Objectius específics:

- Conèixer les equacions diferencials que caracteritzen el flux.
- Conèixer i aplicar les condicions de frontera i inicials més apropiades en diferents tipus de flux.
- Conèixer i aplicar les simplificacions pertinents a diferents tipus de flux.
- Determinar distribucions de pressions a partir dels camps de velocitats.

#### TEMA 2: ANÀLISI DIMENSIONAL I SEMBLANÇA

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 8h  
Aprentatge autònom: 12h

##### Descripció:

- 2.1 Introducció
- 2.2 Anàlisi dimensional
  - 2.2.1 Principi d'homogeneïtat dimensional
  - 2.2.2 Grups adimensionals si es coneix l'equació matemàtica
  - 2.2.3 Elecció de les variables dimensionalment independents
  - 2.2.4 Teorema Pi de Buckingham
- 2.3 Semblança i estudi de models
  - 2.3.1 Semblança completa (perfecta o total)
  - 2.3.2 Semblança incompleta (imperfecta o restringida)

##### Activitats vinculades:

A2. Problemes d'anàlisi dimensional i semblança.  
A12. Primera prova escrita individual.

##### Objectius específics:

- Desenvolupar una millor comprensió de les dimensions, unitats i homogeneïtat dimensional de les equacions.
- Comprendre els nombrosos beneficis de l'anàlisi dimensional.
- Saber utilitzar el mètode de les variables repetitives per a establir i identificar paràmetres adimensionals.
- Comprendre el concepte de similitud dinàmica i aplicar-la al modelat experimental.

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

<p><b>TEMA 3: RESISTÈNCIA EN FLUX EXTERN</b></p>	<p>Dedicació: 20h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h 40m</p> <p>Aprenentatge autònom: 12h 20m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introducció</li> <li>3.2 Equacions fonamentals en forma diferencial</li> <li>3.3 Anàlisi de la capa límit</li> <li>3.4 Resistència de cossos submergits</li> <li>3.5 Resistència de fricció i de pressió</li> <li>3.6 Coeficients d'arrossegament de geometries comuns</li> <li>3.7 Flux sobre cilindres i esferes</li> <li>3.8 Sustentació</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A3. Problemes de forces en flux extern.</li> <li>A13. Primera prova escrita individual.</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre els fenòmens físics d'arrossegament, arrossegament degut a fricció i a pressió, reducció d'arrossegament i sustentació.</li> <li>- Calcular la força d'arrossegament associada al flux sobre geometries comuns.</li> <li>- Entendre els efectes del patró de flux sobre els coeficients d'arrossegament relacionats amb el flux sobre cilindres i esferes.</li> <li>- Entendre els fonaments del flux sobre superfícies de sustentació.</li> <li>- Calcular les forces d'arrossegament i de sustentació que actuen sobre les superfícies de sustentació.</li> </ul>	

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

<p><b>TEMA 4: INSTAL·LACIONS AMB TURBOMÀQUINES</b></p>	<p>Dedicació: 42h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 13h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 25h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Introducció.</li> <li>4.2. Corbes característiques d'un sistema de distribució.</li> <li>4.3. Corba característica d'un grup impulsor.</li> <li>4.4. Punt de funcionament d'una instal·lació.</li> <li>4.5. Funcionament d'una bomba a velocitat variable.</li> <li>4.6. Selecció d'un grup impulsor.</li> <li>4.7. Cavitació en bombes.</li> </ol> <p>Activitats vinculades:</p> <p>A6. Problemes d'instal·lacions amb turbomàquines.</p> <p>A7. Pràctica de laboratori: Anàlisi de turbomàquines hidràuliques (I): Determinació de la corba característica H-Q d'una bomba centrífuga a diferents velocitats de gir.</p> <p>A8. Pràctica de laboratori: Anàlisi de turbomàquines hidràuliques (II): Determinació de la corba de funcionament (H-Q) de l'associació de bombes centrífugues en sèrie i en paral·lel.</p> <p>A9. Pràctica d'ordinador: Anàlisi de xarxes de canonades complexes mitjançant el programa Epanet 2.0.</p> <p>A13. Segona prova escrita individual.</p> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar els principals elements constitutius d'un sistema de canonades.</li> <li>- Calcular el punt de funcionament d'una instal·lació.</li> <li>- Determinar la potència de bombeig necessària en una instal·lació.</li> <li>- Aplicar els criteris de selecció d'una bomba per un determinat sistema d'impulsió.</li> <li>- Determinar les corbes característiques d'una bomba treballant amb velocitat variable.</li> <li>- Descriure el fenomen de cavitació.</li> <li>- Calcular límits d'aplicació per evitar cavitació.</li> <li>- Resoldre problemes complexos de sistemes de canonades mitjançant software específic.</li> </ul>	

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

<p><b>TEMA 5: EQUACIÓ FONAMENTAL DE LES TURBOMÀQUINES</b></p>	<p>Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 4h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Triangles de velocitat.</li> <li>5.2. Equació fonamental de les turbomàquines.</li> <li>5.3. Grau de Reacció</li> <li>5.4. Semblança en turbomàquines hidràuliques.</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A5. Problemes de turbomàquines (I).</li> <li>A13. Segona prova escrita individual.</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conèixer els fonaments de les turbomàquines.</li> <li>- Descriure i interpretar els triangles de velocitat en turbomàquines.</li> <li>- Calcular triangles de velocitat de turbomàquines.</li> <li>- Formular i calcular el grau de reacció d'una turbomàquina.</li> <li>- Identificar els grups adimensionals relatius a màquines hidràuliques.</li> <li>- Aplicar la semblança i la teoria de models a problemes tipus con turbomàquines.</li> </ul>	
<p><b>TEMA 6: TURBOMÀQUINES</b></p>	<p>Dedicació: 6h 30m Grup gran/Teoria: 3h Grup petit/Laboratori: 0h Aprentatge autònom: 3h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Bombes.</li> <li>6.2. Ventiladors</li> <li>6.3. Turbines.</li> <li>6.4. Corbes característiques.</li> <li>6.5. Selecció.</li> <li>6.6. Àmbits d'aplicació.</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A6. Problemes de Turbomàquines (II)</li> <li>A13. Segona prova escrita individual.</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriure bombes, ventiladors i turbines.</li> <li>- Interpretar les seves corbes característiques.</li> <li>- Aplicar criteris de selecció.</li> </ul>	

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

### TEMA 7: PNEUMÀTICA SEQÜENCIAL I INSTAL·LACIONS

Dedicació: 27h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprentatge autònom: 15h

#### Descripció:

- Circuits pneumàtics seqüencials
- Producció d'aire comprimit. Compressors
- Preparació i distribució de l'aire comprimit

#### Activitats vinculades:

- A9. PRÀCTICA DE LABORATORI: PNEUMÀTICA (CIRCUITS SEQÜENCIALS)
- A10. ELABORACIÓ D'UN TREBALL DE PNEUMÀTICA (Instal·lació d'aire comprimit)
- A11. PRIMERA PROVA ESCRITA INDIVIDUAL

#### Objectius específics:

Aprendre a elaborar un circuit seqüencial i la tecnologia pas a pas i cascada com a pas previ a una futura ampliació de coneixements cap al món de l'electro-pneumàtica i els PLCs.

Aprendre els coneixements sobre la producció i distribució d'aire comprimit.

Conèixer els fonaments elementals per al disseny d'una instal·lació d'aire comprimit en una nau industrial.



## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

### Sistema de qualificació

El pes avaluatiu dels diferents conceptes que formen part de l'avaluació de l'assignatura és:

- Proves escrites individuals (75%): Controls Parcial (CP1 (35%) i CP2 (40%))
- Pràctiques de laboratori (10%)
- Lliurament d'exercicis (10%)
- Lliurament escrit d'un Treball (5%)

L'algoritme per obtenir la nota final de l'assignatura és:

$$\text{Nota Final d'ENFL} = \text{Nota CP1} * 0,35 + \text{Nota CP2} * 0,40 + \text{Nota Lliurament d'Exercicis} * 0,10 + \text{Nota Informes Pràctiques} * 0,10 + \text{Treball} * 0,05$$

En cas dels alumnes que hagin tret una nota inferior al 3,5 en la Nota del CP1, podran presentar-se de forma totalment opcional a un Control Final (CFinal), en lloc del CP2, que es realitzarà el mateix dia i hora que el CP2 dins del Període d'Avaluació Final. L'algoritme per la Nota Final en aquest cas serà:

$$\text{Nota Final d'ENFL} = \text{Nota CFinal} * 0,75 + \text{Nota Lliurament d'Exercicis} * 0,10 + \text{Nota Informes Pràctiques} * 0,10 + \text{Treball} * 0,05$$

L'alumne/a podrà optar a reavaluació en cas de que hagi tret una nota final de l'assignatura igual o superior a 3,0.

La reavaluació constarà d'un Examen Global de l'assignatura corresponent a la teoria i problemes del CP1 i CP2. L'examen Global tindrà un pes del 75%.

Una vegada fet l'Examen Global (EGlobal) de reavaluació, la nota final de reavaluació s'obté seguint la següent expressió:

$$\text{Nota Final Reavaluació} = \text{Nota (EGlobal)} * 0,75 + \text{Nota Lliurament de Problemes} * 0,10 + \text{Nota Informe Pràctiques} * 0,10 + \text{Treball} * 0,05$$

La Nota Final d'ENFL després de la reavaluació serà:

a) Si la Nota Final Reavaluació és igual o superior a 5,0: La Nota Final d'ENFL = 5,0

b) Si la Nota Final Reavaluació és inferior a 5,0: es considerarà com Nota Final d'ENFL la nota més alta entre la Nota Final Reavaluació i la Nota Final abans de la reavaluació.

### Normes de realització de les activitats

- Cadascuna de les dues proves escrites individuals, constarà de dues parts: un test de teoria (que podrà constituir fins a un 20% de la nota de la prova) i un cert nombre de problemes (fins a completar el 100% de la nota de la prova). La primera prova tindrà un pes avaluatiu del 35% de la nota final, mentre que la segona prova tindrà un pes avaluatiu del 40% de la nota final.

- Els lliuraments de problemes resolts de forma individual o en equip, seran avaluats seguint la rúbrica per a la realització dels lliuraments de problemes, que l'alumne disposarà amb antelació. Els problemes resolts hauran de ser lliurats personalment al professor i dins del termini de temps assignat.

- Els informes de pràctiques de laboratori seran avaluades segons la rúbrica establerta per a la realització dels mateixos i que els alumnes disposaran prèviament. Per a tenir nota de les pràctiques de laboratori és indispensable haver realitzat les pràctiques i presentar els informes amb el grup amb el que es va realitzar la pràctica al laboratori.

- Es realitzarà un treball sobre un tema relacionat amb l'assignatura, en ocasions englobant diferents parts de l'assignatura, en grups de tres o quatre alumnes. El treball podrà ser escollit a partir d'un llistat que donarà el professor/a a l'inici de l'assignatura i haurà de ser presentat per escrit abans de la data determinada pel professor/a. La presentació oral del mateix es realitzarà en un horari establert prèviament. Per a la seva realització i presentació posterior es comptarà amb una rúbrica i l'orientació del professor/a a partir de la realització de tutories.

## 340058 - ENFL-M6029 - Enginyeria de Fluids

### Bibliografia

#### Bàsica:

Çengel, Yunus A.; Cimbala, John M. Mecánica de fluidos : fundamentos y aplicaciones [en línia]. 4a ed. México, D.F: McGraw-Hill, 2018 [Consulta: 31/07/2019]. Disponible a: <[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1520496?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1520496?lang=cat)>. ISBN 9781456260941.

White, Frank M. Mecánica de fluidos. 6a ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9788448166038.

Heras, Salvador de las. Mecánica de fluidos en ingeniería [Recurs electrònic] [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2012 [Consulta: 14/10/2019]. Disponible a: <[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1418761?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1418761?lang=cat)>. ISBN 9788476539361.

Potter, Merle C [et al.]. Mecánica de fluidos. 4a ed. México [etc.]: Cengage, 2012. ISBN 9786075194509.

#### Complementària:

García Ortega, Justo. Problemas resueltos de máquinas hidráulicas y transitorios hidráulicos. Pamplona: Universidad Pública de Navarra, 2009. ISBN 9788497692472.

Bergadà Granyó, Josep Maria. Mecánica de fluidos: Breve introducción teórica con problemas resueltos [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2012 [Consulta: 14/10/2019]. Disponible a: <[https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb1498990?lang=cat](https://discovery.upc.edu/iii/encore/record/C__Rb1498990?lang=cat)>. ISBN 9788476539439.