



# **Pla Docent de l'Assignatura**

**Guia Docent  
Programació d'Activitats**

**Circuits Electrònics i Medis de Transmissió**

# Guia Docent

## 1. Dades descriptives de l'assignatura

- **Curs acadèmic:** 2011 – 2012
- **Nom de l'assignatura:** Circuits Electrònics i Mitjans de Transmissió
- **Codi:** 21607
- **Tipus d'assignatura:** obligatòria
- **Titulació / Estudis:** Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals
- **Nombre de crèdits:** 5
- **Nombre d'ECTS:** 4
- **Nombre total d'hores de dedicació a l'assignatura:** 100
- **Temporalització:**
  - o Curs: 2n curs
  - o Tipus: trimestral
  - o Període: 3r. trimestre
- **Coordinació:** Rafael Pous
- **Professorat:** Rafael Pous, Ausias Vives, Quim Castellví, Toni Ivorra
- **Departament:** Dept. de les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions
- **Grups:** veure web de l'ESUP
- **Llengua de docència:** català
- **Edifici on s'imparteix l'assignatura:** veure web de l'ESUP
- **Horari:** veure web de l'ESUP

## 2. Presentació de l'assignatura

Mitjans de Transmissió i Circuits Electrònics és una assignatura introductòria i de caràcter teòric i pràctic en que s'estudien els fonaments bàsics de circuits electrònics. Els blocs que s'estudien són els següents:

- Anàlisi bàsica de circuits
- Anàlisi i disseny de portes lògiques
- Circuits no lineals i amplificadors
- Règim permanent sinusoidal i filtres
- Amplificadors operacionals

## 3. Prerequisits per al seguiment de l'itinerari formatiu

Per al seguiment correcte de l'assignatura es requereix disposar d'una base sòlida en matemàtiques i física (de nivell de segon de Batxillerat). Per altra banda es considera que l'estudiant ha cursat amb aprofitament al menys el primer trimestre de l'assignatura Ones i Electromagnetisme (21296).

Les competències i coneixements previs necessaris són els següents:

- Operacions amb nombres complexos
- Àlgebra de vectors i matrius

- Càlcul bàsic de derivades i integrals.
- Resolució d'equacions i sistemes d'equacions lineals
- Conceptes bàsics d'electromagnetisme: camp elèctric i camp magnètic
- Conèixer el sistema internacional d'unitats i la notació científica.

#### 4. Competències a assolir en l'assignatura

| Competències generals                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Competències específiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instrumentals</b><br>1. Anàlisi<br>2. Resolució de problemes<br>3. Creativitat<br><b>Interpersonals</b><br>4. Treball en equip<br>5. Comunicació escrita<br><b>Sistèmiques</b><br>6. Capacitat d'estimació i programació del treball<br>7. Transferència de coneixements teòrics a pràctics<br>8. Responsabilitat per a la qualitat en la realització de les tasques<br><b>Altres</b><br>9. Motivació per l'èxit i satisfacció personal | 1. Utilitzar models bàsics dels circuits de constants localitzades per resistències, fonts, inductàncies, capacitats i transistors.<br>2. Analitzar circuits que incloguin elements lineals de constant localitzada (linear lumped elements). Específicament, analitzar circuits que continguin resistències i fonts independents utilitzant tècniques com el mètode dels nusos, superposició i Thévenin.<br>3. Utilitzar l'àlgebra de Boole per descriure la funció de circuits lògics.<br>4. Dissenyar circuits que representin expressions de lògica digital. Específicament, dissenyar circuits digital al nivell d'abstracció de porta (gate-level) per implementar una funció booleana.<br>5. Comprovar les especificacions estàtiques dels circuits. Per exemple, determinar si el circuit que representa una porta lògica proporciona els marges de soroll adequats.<br>6. Determinar la sortida produïda per un circuit donada per un conjunt d'entrades tot utilitzant el model resistiu d'un MOSFET.<br>7. Dur a terme anàlisi de petit senyal d'un amplificador utilitzant models de petit senyal per a tots els elements del circuit.<br>8. Descriure analíticament el comportament temporal de circuits de primer i segon ordre que contenen resistències, capacitats i inductors.<br>9. Construir circuits resistius, portes simples i amplificadors al laboratori.<br>10. Determinar el comportament freqüencial de circuits amb resistències, bobines i capacitats al laboratori.<br>11. Utilitzar models d'amplificador operacional en circuits amb realimentació negativa.<br>12. Dissenyar, construir i comprovar un sistema electrònic el qual inclogui components analògics i digitals. |

#### 5. Objectius d'aprenentatge

A part de les competències específiques derivades dels continguts, l'assignatura de Mitjans de Transmissió i Circuits Electrònics està pensada per donar a l'estudiant una

sèrie de competències que seran de molta utilitat al llarg de tota la carrera. Per tant, en aquesta assignatura es vol aconseguir:

- Entendre els principis bàsics d'enginyeria elèctrica així com les abstraccions emprades en el disseny de sistemes electrònics. Aquestes inclouen models de circuits amb elements concentrats ("lumped circuit models"), règim permanent sinusoïdal, circuits digitals i amplificadors operacionals.
- Utilitzar les abstraccions d'enginyeria per analitzar i dissenyar circuits electrònics bàsics.
- Formular i resoldre equacions diferencials tot descrivint el comportament temporal dels circuits que contenen elements d'emmagatzemament d'energia.
- Utilitzar la intuïció per descriure el comportament temporal dels circuits que contenen elements d'emmagatzemament d'energia.
- Entendre el concepte d'utilitzar un model simple per representar elements no lineals i actius que es troben en els circuits, com per exemple els transistors MOSFET.
- Construir circuits i extreure'n mesures de les variables del circuit utilitzant eines com per exemple oscil·loscopis, multímetres i generadors de senyal. Comparar i analitzar les mesures experimentals amb el comportament predit pels models matemàtics.
- Entendre la relació entre la representació matemàtica del comportament d'un circuit i els efectes reals corresponents.
- Apreciar el significat pràctic dels sistemes electrònics desenvolupats al llarg de l'assignatura.

## 6. Avaluació

Per a l'avaluació de l'assignatura hi ha un únic itinerari, en el que la nota es calcula en base a:

- Laboratori (20%): Es faran 8 lliuraments (4 estudis previs i 4 memòries). La nota mínima per aprovar Laboratori és de 4. L'assistència a les pràctiques és requisit imprescindible per a aprovar l'assignatura. Només en casos excepcionals i justificats es podrà optar a recuperar la pràctica, sempre abans de l'examen final. Una nota de pràctiques inferior a 4 o la no assistència a alguna pràctica implica la impossibilitat d'aprovar l'assignatura al Setembre, doncs les pràctiques no es poden aprovar durant l'estiu.
- Problemes (20%): Es faran 3 lliuraments de forma individual. A cada lliurament hi haurà al menys 4 problemes i se'n corregiran i puntuaran al menys 2. La nota mínima per aprovar Problemes és de 4. Una nota de problemes inferior a 4 implica la impossibilitat d'aprovar l'assignatura al Setembre, doncs els problemes no es poden aprovar durant l'estiu.
- Examen Parcial (30%): No eliminatori, cobrint la matèria vista fins a la setmana anterior a l'examen.
- Examen Final (30%): Inclourà tota la matèria de l'assignatura, inclosa la anterior a l'Examen Parcial. La nota mínima a l'Examen Final per a aprovar l'assignatura és de 4.

En d'haver aprovat pràctiques i problemes, però haver suspès l'assignatura o d'haver tret una nota inferior a 4 a l'Examen Final, es podrà optar a l'examen de Setembre. La nota de l'examen de Setembre comptarà un 60%, i junt amb

la nota de pràctiques (20%) i problemes (20%), s'utilitzarà per a calcular la nota de l'assignatura en la convocatòria de Setembre.

## 7. Continguts

L'assignatura de Mitjans de Transmissió i Circuits Electrònics considera una sèrie de continguts que es treballaran per tal d'assolir les competències exposades en l'apartat anterior. L'assignatura consta de 5 grans blocs:

- **Bloc de contingut 1. - Anàlisi bàsica de circuits**
  - Introducció i elements concentrats
  - Mètode bàsics d'anàlisi de circuits (KVL i KCL)
  - Superposició, Thévenin i Norton
- **Bloc de contingut 2. - Anàlisi i disseny de portes lògiques**
  - L'abstracció digital i l'interior de les portes lògiques
  - Transitoris capacitius de primer ordre i velocitat de circuits digitals
- **Bloc de contingut 3. - Circuits no lineals i amplificadors**
  - Anàlisi no lineal
  - Anàlisi incremental
  - Fonts dependents i amplificadors
  - Anàlisi en gran senyal de l'amplificador MOSFET
  - Model en petit senyal dels amplificadors
- **Bloc de contingut 4. - Règim permanent sinusoïdal i filtres**
  - Règim permanent sinusoïdal i el model d'impedàncies
  - Funció de transferència i filtres
- **Bloc de contingut 5. - Amplificadors operacionals**

## 8. Metodologia

Mitjans de Transmissió i Circuits Electrònics té 5 crèdits (o bé 4 crèdits ECTS) que corresponen a 100 hores de feina, de les quals només 36 són presencials. Aquestes 36 hores estan dividides en: teoria (18 hores), seminaris (10 hores) i pràctiques de laboratori (8 hores).

### 8.1. Teoria

- A les classes de teoria es presentaran els conceptes fonamentals de l'assignatura.
- Les classes de teoria seran en grup gran (tots els grups junts).
- L'assistència és en principi obligatòria.
- Per a cada hora de teoria, hi ha unes lectures prèvies del llibre de text, que cal fer abans de cada classe.

### 8.2. Seminaris

- Els seminaris estan destinats a la discussió de problemes prèviament treballats pels alumnes. El professor resoldrà els dubtes que hagin sorgit.
- Les classes de seminari es faran en grups mitjans.
- L'assistència és en principi obligatòria.

- El material docent es publicarà setmanalment a l'espai de l'assignatura de l'Aula Global.
- Cada dues setmanes l'alumne haurà al professor al professor tots els problemes anunciats a l'Aula Global. El professor corregirà aleatòriament un mínim de dos que comptaran com a nota de problemes.
- El lliurament dels problemes comptarà com a nota parcial de tota l'assignatura (nota de problemes).
- A l'Aula Global s'informarà de les dates màximes de lliurament. Els lliuraments posteriors a aquesta data es consideraran nuls. Tots els lliuraments s'hauran de fer durant les classes de teoria, en ma al professor.

### 8.3. Pràctiques de laboratori

- Les pràctiques de laboratori estan destinades a la realització d'exercicis pràctics utilitzant els equips de mesura electrònics.
- Les classes de laboratori seran en grups petits.
- L'assistència és totalment obligatòria, i requisit imprescindible per a aprovar l'assignatura.
- El material docent es publicarà setmanalment a l'espai de l'assignatura de l'Aula Global.
- Abans de cada sessió de laboratori l'alumne lliurará al professor els estudis previs. Després de cada sessió de laboratori, es lliuraran al professor els informes de pràctiques.
- Els informes de pràctiques s'hauran de lliurar com a màxim 10 dies després de la sessió de laboratori.
- A l'Aula Global s'informarà de les dates màximes de lliurament. Els lliuraments posteriors a aquesta data es consideraran nuls. Tots els lliuraments s'hauran de fer a través de l'Aula Global.

### 8.4. Tutoríes

Horaris disponibles per a la resolució de dubtes en el lloc i les hores anunciats a l'Aula Global.

## 9. Fonts d'informació i recursos didàctics

### 9.1. Bibliografia bàsica

- Anant Agarwal and Jeffrey Lang, course materials for 6.002 Circuits and Electronics, Spring 2007. MIT OpenCourseWare (<http://ocw.mit.edu/>), Massachusetts Institute of Technology.
- Agarwal, Anant, and Jeffrey H. Lang. [\*Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits\*](#). San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, July 2005. ISBN: 9781558607354.

### 9.2. Bibliografia de reforç

- Tipler, P. A., Física, vol. I i II, Editorial Reverté.
- Giró, A., Canales, M., Rey, R., Sesé, G., Tullàs, J., Física per a estudiants d'informàtica, Edicions de la UOC – Edicions UPC.

### 9.3. Planificació d'activitats

| Week                | CEMT<br>Day         | Group             |             |     |     | Topic | Reading                                                  | HW                                                                        |     |
|---------------------|---------------------|-------------------|-------------|-----|-----|-------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
|                     |                     | 1                 | 2           | 3   | 4   |       |                                                          | Publ.                                                                     | Due |
| 1                   | Tuesday, April 10   | 12:30-13:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 13:30-14:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Tuesday, April 10   | 18:30-19:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Wednesday, April 11 | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Introduction and lumped abstraction                      | Chap. 1                                                                   |     |
| 2                   | Tuesday, April 17   | 15:30-16:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           | HW1 |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, April 13    | 17:30-18:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 3                   | Tuesday, April 24 | 12:30-13:30 | P   |     |       |                                                          | Lab 1: Introduction to the Electrical Engineering laboratory              |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   | P           |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, April 24   |                     | 18:30-19:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, April 18 |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Superposition, Thévenin and Norton                       | Chap. 3.5-3.6                                                             |     |
| 4                   | Friday, April 20    | 15:30-16:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, April 20    | 17:30-18:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 5                   | Tuesday, April 24 | 12:30-13:30 |     |     | P     |                                                          | Lab 1: Introduction to the Electrical Engineering laboratory              |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   |             |     | P   |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, April 24   |                     | 18:30-19:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, April 25 |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | First order capacitor transients & digital circuit speed | Chap. 9.1, 10.1-10.4                                                      |     |
| 6                   | Friday, April 27    | 15:30-16:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, April 27    | 17:30-18:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 7                   | Tuesday, May 01   | 12:30-13:30 |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, May 01     |                     | 18:30-19:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, May 02   |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Nonlinear analysis                                       | Chap. 4.1-4.3                                                             |     |
| 8                   | Friday, May 04      | 15:30-16:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, May 04      | 17:30-18:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 9                   | Tuesday, May 08   | 12:30-13:30 | P   |     |       |                                                          | Lab 2: Design and construction of a peak detector                         |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   | P           |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, May 08     |                     | 18:30-19:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, May 09   |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Dependent sources and amplifiers                         | Chap. 2.6, 7.1-7.2                                                        |     |
| 10                  | Friday, May 11      | 15:30-16:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, May 11      | 17:30-18:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 11                  | Tuesday, May 15   | 12:30-13:30 |     |     | P     |                                                          | Lab 2: Design and construction of a peak detector                         |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   |             |     | P   |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, May 15     |                     | 18:30-19:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, May 16   |                     | 14:30-15:30       | S           | S   |     |       | Review                                                   |                                                                           |     |
| 12                  | Friday, May 18      | 15:30-16:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | E           | E   | E   | E     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, May 18      | 17:30-18:30       | E           | E   | E   | E     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 13                  | Tuesday, May 22   | 12:30-13:30 | P   |     |       |                                                          | Lab 3: Simulation and construction of a sound amplifier and peak detector |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   | P           |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, May 22     |                     | 18:30-19:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, May 23   |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Amplifiers small signal model                            | Chap. 8                                                                   |     |
| 14                  | Friday, May 25      | 15:30-16:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, May 25      | 17:30-18:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 15                  | Tuesday, May 29   | 12:30-13:30 |     |     | P     |                                                          | Lab 3: Simulation and construction of a sound amplifier and peak detector |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   |             |     | P   |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, May 29     |                     | 18:30-19:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, May 30   |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Sinusoidal steady state and the impedance model II       | Chap. 13.3                                                                |     |
| 16                  | Friday, June 01     | 15:30-16:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, June 01     | 17:30-18:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 17                  | Tuesday, June 05  | 12:30-13:30 | P   |     |       |                                                          | Lab 4: Design and construction of the system                              |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   | P           |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, June 05    |                     | 18:30-19:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             | P   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, June 06  |                     | 14:30-15:30       | T           | T   | T   | T     | Operational amplifier abstraction and circuits I         | Chap. 15.1-15.3                                                           |     |
| 18                  | Friday, June 08     | 15:30-16:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, June 08     | 17:30-18:30       | S           | S   |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 19                  | Tuesday, June 12  | 12:30-13:30 |     |     | P     |                                                          | Lab 4: Design and construction of the system                              |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   |             |     | P   |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, June 12    |                     | 18:30-19:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     | P     |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, June 13  |                     | 14:30-15:30       | S           | S   |     |       | Review                                                   |                                                                           |     |
| 20                  | Friday, June 15     | 15:30-16:30       |             |     | S   | S     |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       | T           | T   | T   | T     |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, June 15     | 17:30-18:30       | T           | T   | T   | T     | Review                                                   |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | 21                  | Tuesday, June 19  | 12:30-13:30 |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| 13:30-14:30         |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Tuesday, June 19    |                     | 18:30-19:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 19:30-20:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| Wednesday, June 20  |                     | 14:30-15:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
| 22                  | Friday, June 22     | 15:30-16:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     | 16:30-17:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     | Friday, June 22     | 17:30-18:30       |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   |             |     |     |       |                                                          |                                                                           |     |
|                     |                     |                   | T           | 18  | 18  | 18    | 18                                                       | (Teoria) Class lectures. All groups together.                             |     |
|                     |                     | S                 | 10          | 10  | 10  | 10    | (Seminari) HW resolution classes. Separate groups.       |                                                                           |     |
|                     |                     | P                 | 8           | 8   | 8   | 8     | (Pràctiques) Labs. Separate groups.                      |                                                                           |     |
|                     |                     | Subtotal          | 36          | 36  | 36  | 36    | Total in-class hours                                     |                                                                           |     |
|                     |                     | E                 | 2           | 2   | 2   | 2     | (Examen) Quizzes. All groups together.                   |                                                                           |     |
|                     |                     | H                 | 24          | 24  | 24  | 24    | Homework hours at home (3 per HW assignment)             |                                                                           |     |
|                     |                     | L                 | 16          | 16  | 16  | 16    | Lab preparation hours at home (4 per lab assignment)     |                                                                           |     |
|                     |                     | Q                 | 22          | 22  | 22  | 22    | Quizz and exam study hours at home (8 quizz, 14 exam)    |                                                                           |     |
|                     |                     | Total             | 100         | 100 | 100 | 100   | Total effort in hours                                    |                                                                           |     |