



## Guia docent 300515 - CDIOI - Cdio I

Última modificació: 13/10/2025

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels  
**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.  
749 - MAT - Departament de Matemàtiques.  
748 - FIS - Departament de Física.  
739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.  
751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE SATÈL·LITS (Pla 2024). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2025      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Altres:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Programació bàsica  
Matrius

### REQUISITS

---

Matemàtiques avançades, algebra, calcul  
Ciències de la computació  
Senyals i sistemes  
Introducció a l'espai

### METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura combinarà sessions magistrals de teoria així com també sessions pràctiques. A les sessions magistrals, el professor alternarà el suport amb diapositives, amb el de mostrar execució de codi en temps real. Els estudiants rebran l'encàrrec de continuar els aprenentatges de classe, a casa, amb la resolució de problemes guiats, que seran la base per a les següents sessions.

Les sessions pràctiques i els deures, s'hauran de fer en grups. S'esperen entre 40 i 50 estudiants matriculats la primera vegada que s'imparteixi l'assignatura, la tardor de 2025, i es repartiran en 10/11 grups de 4 estudiants cadascun.

Els estudiants disposaran del plec de diapositives, i també del codi compartit pel professor, que es trobarà en un repositori de codi obert. Les entregues dels estudiants es faran per una banda en format de codi també pujat a un repositori, i per l'altra documentació escrita en reports.

L'assignatura evolucionarà al voltant de la resolució d'un repte, i la seva implementació, fent ús de tecnologia satelital. Amb problemes incrementalment cada vegada més complexos, els estudiants exploraran les aplicacions i també limitacions de la tecnologia existent. A l'hora que hauran de prendre decisions d'enginyeria, assumint compromisos entre cost, qualitat i velocitat d'entrega.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

### Coneixements

K1. Identificar els conceptes relacionats amb l'enginyeria espacial i la seva aplicació en el disseny, implementació, fabricació, verificació, control, llançament i posada en explotació d'un satèl·lit.

### Habilitats

S3. Dissenyar un projecte relacionat amb l'enginyeria en general o aplicat a l'àmbit de l'espai i els satèl·lits, gestionant les fases, tasques i activitats implicades en el seu desenvolupament.

S4. Contrastar els resultats del treball teòric i empíric.

### Competències

C2. Integrar-se en equips de treball, participar i assumir responsabilitats, ja sigui com un membre més o realitzant tasques de direcció o lideratge.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	55,0	44.00
Hores aprenentatge autònom	70,0	56.00

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### Observació de la terra

#### Descripció:

Missions públiques vs missions comercials privades  
Programa Copernicus  
Nivells de processat de les imatges (crues, calibrades, ...)  
Satèl·lits Sentinel-2  
Multispectral imaging, bandes  
Index espectrals (NDWI, NDVI, ...)  
SpatioTemporal Asset Catalog (STAC)  
Resolucions (espaials, temporals)  
Latència de descàrrega de dades  
Planning d'adquisicions, predicció de passades

#### Activitats vinculades:

- Descàrrega d'un conjunt d'imatges Sentinel-2 per a una àrea d'interès i un interval de temps determinat
  - Processament de l'índex NDWI a partir de la combinació de les bandes del satèl·lit
  - Estimació de la línia de costa a partir de l'NDWI i la seva evolució al llarg del temps
  - Comprensió de patrons addicionals sobre aquest senyal
- Entregable 1 amb informe i codi font generat a partir de les activitats anteriors (setmanes 1 a 4)
- Planificació i execució d'una campanya de calibració
  - Validació de la campanya de calibració

#### Dedicació: 45h

Grup gran/Teoria: 21h

Aprenentatge autònom: 24h



## Processat de senyal

### Descripció:

Concepte de "relació senyal-soroll"

Algorismes de reducció de soroll en imatges

Impacte en la resolució de la imatge i la preservació de contorns segons l'algorisme utilitzat (boxcar, NL-Means, Bilateral)

Introducció a l'aprenentatge automàtic: classificació i regressió. Mètriques ràpides de regressió (MAE, RMSE)

Fonaments i visualització de sèries temporals. Mitjana mòbil i estimació de tendències

Transformada de Fourier i periodograma. Dependència serial i gràfics d'autocorrelació

Mètriques de rendiment (MAE, RMSE,  $R^2$ , Pearson)

Avaluació de la precisió i l'exactitud d'una estimació respecte a una referència real (ground truth)

### Activitats vinculades:

Aplicació d'algorismes de reducció de soroll en imatges Sentinel-2

Aplicació de classificació amb aprenentatge automàtic per a l'estimació de la línia de costa

Estimació d'efectes estacionals i predicció sobre dades de línia de costa

Avaluació del rendiment dels diferents mètodes

Examen de mitjà quadrimestre (setmanes 5 a 7)

**Dedicació:** 38h

Grup gran/Teoria: 17h

Aprenentatge autònom: 21h

## GNSS

### Descripció:

Estimació orbital

Constel·lacions

Bandes frequencials

Mesures de codi i fase

Dilution of precision

Multi-path

Efectes ionosfèrics

Mètodes de RTK, PPK, PPP

Rellevància per al posicionaments de satèl·lits i mètodes complementaris

### Activitats vinculades:

Pràctica amb el GNSS d'Ardusimple. El kit d'avaluació d'ublox, interfícies i formats de dades

Test de diferents tècniques d'estimació de posició (PPK, PPP, ...), tipus d'òrbites utilitzades, etc., i anàlisi de les diferències

Entregable 2 amb informe i codi font generat a partir de les activitats anteriors (setmanes 7 a 9)

**Dedicació:** 22h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 13h



## Programació

### Descripció:

Llenguatge Python  
Programació orientada a objectes  
Multi-processing and multi-threading  
Unit testing  
Cache de resultats intermitjos  
Control de versions (git). Pull requests

### Activitats vinculades:

- Exercicis en relació amb els continguts, d'aquest i dels altres blocs, que requeriran dels coneixements de programació per a assolir-ne els objectius

### Dedicació: 20h

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

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Crawley, Edward F.; Malmqvist, Johan; Östlund, Sören; Brodeur, Doris R; Edström, Kristina. Rethinking Engineering Education : The CDIO Approach [en línia]. 2nd ed. 2014. Cham: Springer International Publishing, 2014 [Consulta: 01/07/2025]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-05561-9>. ISBN 3-319-05561-5.
- Sanz Subirana, Jaume.; Juan Zornoza, J. Miguel; Hernández Pajares, Manuel; European Space Agency. GNSS data processing. Noordwijk: ESA Publications Division, cop. 2013. ISBN 9789292218867.
- Angelini, Riccardo; Angelats, Eduard; Luzi, Guido; Ribas Prats, Francesca; Masiero, Andrea; Mugnai, Francesc. "Shoreline extraction methods from Sentinel-2 and PlanetScope images". The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences [en línia]. 10 maig 2024, vol. XLVIII-1-2024, p. 1-6 [Consulta: 01/07/2025]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/417493>.



## RECURSOS

---

### Enllaç web:

- Nom recurs. Recurs

### Altres recursos:

<https://earthengine.google.com/>

<https://planetarycomputer.microsoft.com/>

<https://www.radcalnet.org/> /><https://payloadspace.com/>

<https://terrawatchspace.com/>

<https://gee-community-catalog.org/>

<https://geoawesome.com/>

<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

<https://github.com/rtklibexplorer/RTKLIB>

<https://github.com/barbeau/awesome-gnss>

[https://github.com/rokubun/gnss\\_tools](https://github.com/rokubun/gnss_tools)

[https://github.com/rokubun/android\\_rinex](https://github.com/rokubun/android_rinex)

[https://github.com/rokubun/gnss\\_tutorials](https://github.com/rokubun/gnss_tutorials)

<https://github.com/acgeospatial/awesome-earthobservation-code>

<https://survey.stackoverflow.co/2024/>