

## Guia docent

# 230378 - GNSS - Grans Conjunts de Dades Gns: de la Percepció Remota a la Climatologia Espacial

Última modificació: 02/06/2020

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

**Unitat que imparteix:** 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2013). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2020

**Crèdits ECTS:** 3.0

**Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Hernandez Pajares, Manuel

**Altres:** Hernandez Pajares, Manuel

### REQUISITS

---

Coneixements bàsics de Matemàtiques i Física (a nivell d'educació secundària)

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

CE5. Capacitat per dissenyar sistemes de radionavegació i de posicionament, aixó com els sistemes de radar.

CEE13. Capacitat d'analitzar i avaluar el funcionament a nivell físic dels principals dispositius i sensors, de les relacions entre magnituds en els seus terminals i dels seus circuits equivalents.

CE15. Capacitat per a la integració de tecnologies i sistemes propis de la Enginyeria de Telecomunicació, amb caràcter generalista, i en contextos més amplis i multidisciplinaris com per exemple en bio-enginyeria, conversió fotovoltaica, nanotecnologia o telemedicina.

#### Transversals:

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Classes d'aplicació

Classes expositives

Treball individual (no presencial)

Proves de resposta curta (Control)



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Introduir els conceptes bàsics de percepció remota i climatologia espacial amb els sistemes de navegació global per satèl·lit (GNSS).

Resultat de l'aprenentatge:

Expressa amb claredat els processos de planificació i resolució d'exercicis i problemes que precisin l'ús de GNSS.

Compren i domina els mètodes més útils per a la resolució de problemes en l'àmbit d'aquesta assignatura.

Afronta la descripció numèrica i la formulació de problemes amb enunciat descriptiu.

Fa ús de més d'una font i l'utilitza en forma complementària per observar els fets descrits en el text principal.

Identifica i modela problemes a partir de situacions obertes i estudia alternatives per la seva resolució.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	10,0	13.33
Hores aprenentatge autònom	51,0	68.00
Hores grup gran	14,0	18.67

**Dedicació total:** 75 h

## CONTINGUTS

### Introducció a GNSS

#### Descripció:

1.1 Concepte, senyals i formats

1.2 Segments

1.3 Models bàsics i precisos

#### Competències relacionades:

CEE13. Capacitat d'analitzar i avaluar el funcionament a nivell físic dels principals dispositius i sensors, de les relacions entre magnituds en els seus terminals i dels seus circuits equivalents.

CE15. Capacitat per a la integració de tecnologies i sistemes propis de la Enginyeria de Telecomunicació, amb caràcter generalista, i en contextos més amplis i multidisciplinaris com per exemple en bio-enginyeria, conversió fotovoltaica, nanotecnologia o telemedicina.

CE5. Capacitat per dissenyar sistemes de radionavegació i de posicionament, així com els sistemes de radar.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

#### Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 15h



### Teledetecció troposfèrica GNSS

#### Descripció:

2.1 Estimació del retard troposfèric amb GNSS

2.2 Aplicació al seguiment d'esdeveniments meteorològics extrems (huracans, pujada sobtada dels rius)

#### Competències relacionades:

CEE13. Capacitat d'analitzar i avaluar el funcionament a nivell físic dels principals dispositius i sensors, de les relacions entre magnituds en els seus terminals i dels seus circuits equivalents.

CE15. Capacitat per a la integració de tecnologies i sistemes propis de la Enginyeria de Telecomunicació, amb caràcter generalista, i en contextos més amplis i multidisciplinaris com per exemple en bio-enginyeria, conversió fotovoltaica, nanotecnologia o telemedicina.

CE5. Capacitat per dissenyar sistemes de radionavegació i de posicionament, aixó com els sistemes de radar.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

### Teledetecció ionosfèrica GNSS

#### Descripció:

contingut català

#### Objectius específics:

3.1 Estimació del retard ionosfèric amb GNSS

3.2 Conferències pràctiques d'introducció a eines Linux i IonSAT

3.2 Perturbacions ionosfèriques a escala mitjana que viatgen

3.3 Advertència i seguiment de tsunamis

#### Competències relacionades:

CEE13. Capacitat d'analitzar i avaluar el funcionament a nivell físic dels principals dispositius i sensors, de les relacions entre magnituds en els seus terminals i dels seus circuits equivalents.

CE15. Capacitat per a la integració de tecnologies i sistemes propis de la Enginyeria de Telecomunicació, amb caràcter generalista, i en contextos més amplis i multidisciplinaris com per exemple en bio-enginyeria, conversió fotovoltaica, nanotecnologia o telemedicina.

CE5. Capacitat per dissenyar sistemes de radionavegació i de posicionament, aixó com els sistemes de radar.

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 8h

Aprenentatge autònom: 11h



### Meteorologia espacial mitjançant GNSS

**Descripció:**

- 4.1 Petjades de tempestes geomagnètiques en GNSS
- 4.2 Detecció i mesura de fulguracions solars mitjançant GNSS
- 4.3 Assoliment al febrer de 2020: detecció i mesurament de fulguracions estel·lars amb GNSS

**Competències relacionades:**

CEE13. Capacitat d'analitzar i avaluar el funcionament a nivell físic dels principals dispositius i sensors, de les relacions entre magnituds en els seus terminals i dels seus circuits equivalents.

CE15. Capacitat per a la integració de tecnologies i sistemes propis de la Enginyeria de Telecomunicació, amb caràcter generalista, i en contextos més amplis i multidisciplinaris com per exemple en bio-enginyeria, conversió fotovoltaica, nanotecnologia o telemedicina.

CE5. Capacitat per dissenyar sistemes de radionavegació i de posicionament, aixó com els sistemes de radar.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

**Dedicació:** 22h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 16h

## ACTIVITATS

### Presentacions treball

**Descripció:**

Presentacions treball de curs

**Competències relacionades:**

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 1h

Aprenentatge autònom: 1h

### Prova de resposta llarga (Examen final)

**Descripció:**

Examen final

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Treball (30%) i respostes a la sessió de laboratori (20%).  
Examen final: 50%

En aquesta assignatura s'avaluaran les competències genèriques:

- Aprenentatge autònom (Nivell elemental)
- Capacitat per identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria (Nivell elemental)

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Graffigna, V.; Brunini, C.; Gende, M.; Hernández-Pajares, M.; Galván, R.; Oreiro, F. "Retrieving geophysical signals from GPS in the La Plata River region". *GPS Solutions* [en línia]. 23, 84 (2019), 7 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/article/10.1007/s10291-019-0875-6>.
- Cander, L.R. *Ionospheric space weather* [en línia]. Cham: Springer Nature, 2019 [Consulta: 15/07/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5516524>. ISBN 9783319993317.
- Teunissen, P.J.G.; Kleusberg, A. *GPS for geodesy*. 2nd rev. and extended ed. Berlin: Springer, 1998. ISBN 3540636617.
- Graffigna, V.; Hernández-Pajares, M.; Gende, M.; Azpilicueta, F.; Antico, P. "Interpretation of the tropospheric gradients estimated with GPS during Hurricane Harvey". *Earth and Space Science* [en línia]. Vol. 6, Issue 8, 1348-1365 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2018EA000527>.
- Hernández-Pajares, M.; García-Rigo, A.; Juan, J.M.; Sanz, J.; Monte, E.; Aragón-Àngel, A. "GNSS measurement of EUV photons flux rate during strong and mid solar flares". *Space Weather* [en línia]. Vol. 10, Issue 12, 16 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1029/2012SW000826>.
- Hernández-Pajares, M.; Juan, J.M.; Sanz, J.; Aragón-Àngel, À.; García-Rigo, A.; Salazar, D.; Escudero, M. "The ionosphere: effects, GPS modeling and the benefits for space geodetic techniques". *Journal of Geodesy* [en línia]. Vol. 85; 2011; pp. 887-907 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/article/10.1007/s00190-011-0508-5>.
- Teunissen, P.J.G.; Montenbruck, O. (Eds.). *Springer handbook of global navigation satellite systems: with 818 figures and 193 tables* [en línia]. Cham: Springer International Publishing AG, 2017 [Consulta: 24/07/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=4880030>. ISBN 9783319429281.
- Hernández-Pajares, M.; Juan, J.M.; Sanz, J.; Aragón-Àngel, A. "Propagation of medium scale traveling ionospheric disturbances at different latitudes and solar cycle conditions". *Radio Science* [en línia]. Vol. 47, Issue 6, 2012, 22 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1029/2011RS004951>.
- Hernández-Pajares, M. *Learning global navigation satellite systems from actual data (LeGAD): Introduction to GNSS data processing: lecture notes* [en línia]. Barcelona: UPC-IonSAT, 1996-2015 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <http://chapman.upc.es/lectures/legad/>.
- Hernández-Pajares, M.; Moreno-Borràs, D. "Real-time detection, location, and measurement of geoeffective stellar flares from global navigation satellite system data: new technique and case studies". *Space Weather* [en línia]. Vol. 18, Issue 3, 2020, 10 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1029/2020SW002441>.
- Yang, H., Monte Moreno, E., & Hernández-Pajares, M.. "ADDTID: an alternative tool for studying earthquake/tsunami signatures in the ionosphere: case of the 2011 Tohoku earthquake". *Remote Sensing* [en línia]. Vol. 11, Issue 16, 2019, 1894:1-1894:23 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/16/1894>.
- Yang, H.; Monte-Moreno, E.; Hernández-Pajares, M. "Multi-TID detection and characterization in a dense Global Navigation Satellite System receiver network". *Journal of Geophysical Research: Space Physics* [en línia]. Vol. 122, Issue 9, 2017, 22 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2017JA023988>.

### Complementària:

- Singh, T., Hernandez-Pajares, M., Monte, E., Garcia-Rigo, A., & Olivares-Pulido, G.. "GPS as a solar observational instrument: real-time estimation of EUV photons flux rate during strong, medium, and weak solar flares". *Journal of Geophysical Research: Space Physics* [en línia]. Vol. 120, Issue 12, 2015, 11 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2015JA021824>.
- Yang, H.; Monte Moreno, E.; Hernández-Pajares, M. "Detection and description of the different ionospheric disturbances that appeared during the solar eclipse of 21 August 2017". *Remote Sensing* [en línia]. vol. 10, núm. 11, p. 1710:1 - 1710:24 [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://www.mdpi.com/2072-4292/10/11/1710>.
- Hernández-Pajares, M.; Wielgosz, P.; Paziewski, J.; Krypiak-Gregorczyk, A.; Krukowska, M.; Stepniak, K.; ... Orus-Perez, R. "Direct MSTID mitigation in precise GPS processing". *Radio Science* [en línia]. Vol. 52, Issue 3, 2017, 17 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: <https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/action/doSearch?AllField=Direct+MSTID+mitigation+in+precise+GPS+processing&SeriesKey=1944799x>.



- Monte-Moreno, E.; Hernández-Pajares, M. "Occurrence of solar flares viewed with GPS: statistics and fractal nature". Journal of Geophysical Research: Space Physics [en línia]. Vol. 119, Issue 11, 2014, 12 pp [Consulta: 06/07/2020]. Disponible a: [https://agupubs-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2014JA020206](https://agupubs.onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/10.1002/2014JA020206).