

# Pla docent de Transmissió de Dades i codificació (TDC)

## Guia docent Programació d'activitats

**Curs acadèmic:** 2011-2012

**Trimestre:** 2on i 3er

**Nom de l'assignatura:** Transmissió de Dades i Codificació

**Codi de l'assignatura:** 21729, 21606 i 21459

**Estudis:** Grau en Enginyeria Telemàtica, Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals i Grau en Enginyeria en Informàtica

**Nombre de crèdits ECTS:** 8

**Nombre total d'hores de dedicació:** 200

**Temporalització:**

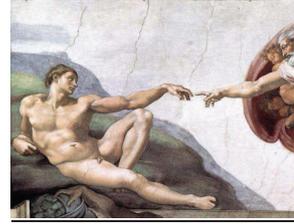
Curs: 2n curs

Tipus: bitrimestral

Període: 2n i 3er trimestre

**Professorat:** Òscar Cámara (català), Gemma Piella (català i castellà), Eduard Gomà (català)

**Grup:** 2 grups de teoria, 4 de seminaris, 2 grups de pràctiques

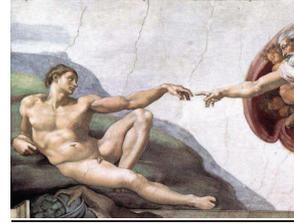


---

## Guia Docent

### 1. Dades descriptives de l'assignatura

- **Curs acadèmic:** 2011-2012
- **Nom de l'assignatura:** Transmissió de Dades i Codificació
- **Codi:** 21729, 21606 i 21459
- **Tipus d'assignatura:** Obligatòria pel Grau en Enginyeria Telemàtica i pel Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals i optativa pel Grau en Enginyeria en Informàtica
- **Titulació / Estudis:** Grau en Enginyeria Telemàtica, Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals i Grau en Enginyeria en Informàtica
- **Nombre de crèdits ECTS:** 8
- **Nombre total d'hores de dedicació a l'assignatura:** 200
- **Temporalització:**
  - Curs: 2n curs
  - Tipus: semestral
  - Període: 2n i 3er trimestre
- **Coordinació:** Òscar Cámara
- **Departament:** Departament de Tecnologies de la Informació i les Comunicacions
- **Professorat:** Òscar Cámara, Gemma Piella, Eduard Gomà
- **Departament:** Departament de Tecnologies de la Informació i les Comunicacions
- **Grup:** 1, 2
- **Llengua de docència:** Òscar Cámara (català), Gemma Piella (català i castellà), Eduard Gomà (català)
- **Edifici on s'imparteix l'assignatura:** Ca L'Aranyó, Edifici Roc Boronat (52)



## 2. Presentació de l'assignatura

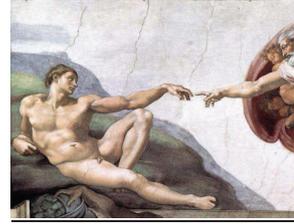
Transmissió de Dades i Codificació (TDC) és una assignatura obligatòria del segon curs dels següents graus impartits per l'Escola Superior Politècnica (ESUP) de la Universitat Pompeu Fabra (UPF): Grau en Enginyeria Telemàtica, Grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuais

Aquesta assignatura ha estat dissenyada seguint una metodologia adaptada al nou Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), altrament conegut com "Pla Bologna", i que pretén centrar l'aprenentatge en l'estudiant. L'objectiu principal d'aquest disseny és el d'implicar l'estudiant de forma contínua en el desenvolupament de l'assignatura mitjançant l'avaluació contínua i l'estudi individual com complement imprescindible a les classes magistrals. La dificultat d'aquesta assignatura fa que aquest treball continu al llarg dels dos trimestres sigui fonamental per assolir els coneixements mínims que es requereixen.

Transmissió de Dades i Codificació té com objectiu principal la introducció dels conceptes fonamentals per a l'anàlisi i el disseny d'un sistema de comunicacions digital, incloent els conceptes de la teoria de la informació que s'apliquen a la compressió i codificació de les dades, així com a la seva codificació i a la correcció d'errors introduïts pels canals de comunicació. Els sistemes de comunicacions digitals estan convertint-se actualment en indispensables per suportar la creixent demanda, de quantitat i de qualitat, a la comunicació de dades. La principal raó és la flexibilitat i diferents opcions de processament de les dades que la transmissió digital ofereix envers la transmissió analògica. Així, els coneixements tractats en aquesta assignatura són bàsics per tot futur enginyer en relació amb les telecomunicacions.

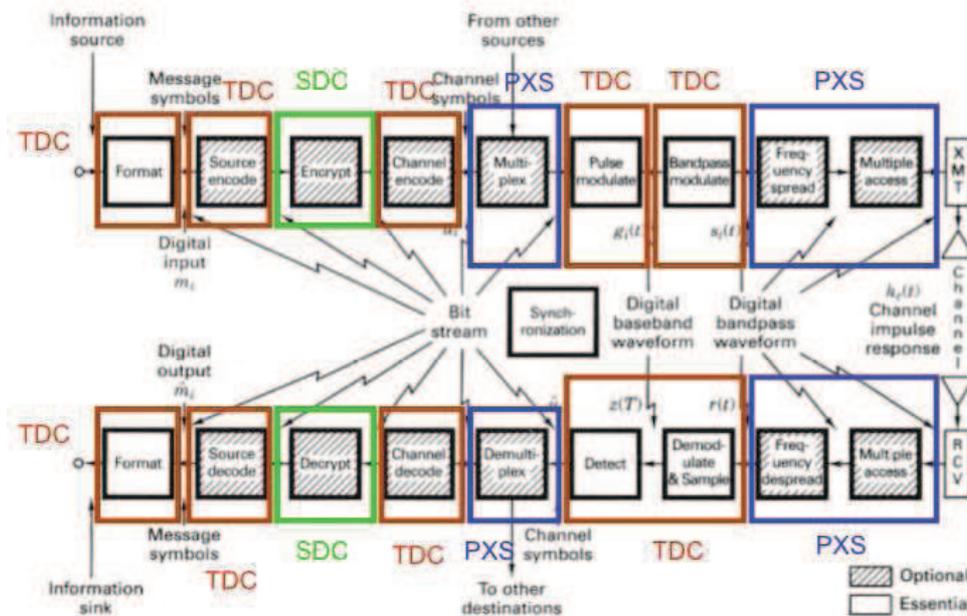
La Figura 1 representa l'esquema de blocs d'un sistema de comunicacions digitals típic i general. Tenint en compte els coneixements impartits en altres assignatures, amb una estreta relació amb Sistemes de Comunicació, Principis de Comunicació i Protocols de Xarxes i Serveis, el contingut teòric de TDC es focalitzarà principalment a les etapes de codificació, tant de font com de canal, i de les fases de modulació i desmodulació digital en banda base i amb portadora. Un cop les diferents codificacions i modulacions possibles i les eines per avaluar-les, com per exemple el càlcul de probabilitats d'error, siguin tractades, la darrera part del curs es dedica al disseny i avaluació de sistemes digitals qualsevol, per tal de posar en pràctica els coneixements adquirits. Finalment, s'introduiran els conceptes bàsics d'unes modulacions avançades, que són les utilitzades en àmbits tan rellevants com són les comunicacions mòbils.

Els elements teòrics representen la base de les classes magistrals, però un component igualment rellevant en aquesta assignatura és la resolució d'exercicis, que suposa una gran part del treball individual de l'alumne fora de l'aula, i que s'avaluaran conjuntament a les classes de seminari. A més a més, diversos lliurables i activitats de grup durant el curs exigiran a l'alumne el desenvolupament de treball en equip, cerca d'informació i capacitat de comunicació oral i escrita.



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

L'assignatura de TDC forma part d'un clúster d'assignatures relacionades amb "Teoria del senyal i de les comunicacions", algunes d'elles impartides al grau de Telemàtica com són Sistemes de Comunicació (SDC) i Principis de Telecomunicació (PT), i d'altres comunes al grau de Telemàtica i al grau de Sistemes Audiovisuals, com per exemple Protocols de Xarxes i Serveis (PXS). L'objectiu d'aquest clúster és doncs el de cobrir tots els components principals d'un sistema de comunicacions digitals (SCD), com el mostrat a la Figura 1. En aquesta figura es pot veure la

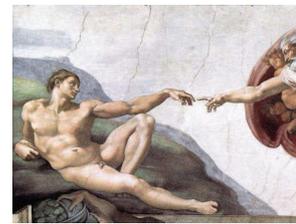


relació entre els diferents blocs d'un SCD i les assignatures del clúster.

**Figura 1: Esquema de blocs d'un sistema de comunicacions digitals típic i relació amb les assignatures relacionades: Transmissió de Dades i Codificació (TDC), Sistemes de Comunicació (SDC), Protocols de Xarxes i Serveis (PXS).**

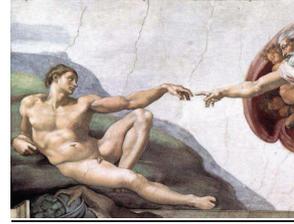
En el cas de TDC, es repassaran breument alguns conceptes ja presentats a assignatures com Principis de Telecomunicació i Sistemes de Comunicació (per exemple sobre senyals i sistemes, emissors i receptors, soroll, mostreig, quantificació). Aquests conceptes representen els fonaments sobre els quals es pot avançar cap a un coneixement més profund de les comunicacions digitals.

Finalment, cal destacar la importància per l'assignatura de TDC de dues eines matemàtiques, Fourier (incloent convolucions) i Probabilitat, que s'introdueixen al primer curs del grau i es desenvolupen a les assignatures de Senyals i Sistemes i de Probabilitat i Processos Estocàstics. TDC no és un curs de matemàtica bàsic per enginyers, però requereix un coneixement de les propietats de Fourier més emprades, de la separació i la relació entre els dominis temporals i freqüencial i dels principals axiomes de probabilitat. Essent una assignatura on es veuen moltes equacions, no es demanarà la memorització de totes elles, i es proporcionaran les necessàries als diferents exàmens, excepte aquelles que apareixen contínuament durant tot el curs.



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

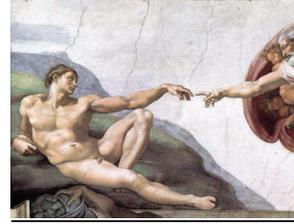
Competències generals	Competències específiques
<p><b>Instrumentals</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comunicació oral i escrita en la pròpia llengua</li> <li>2. Capacitat d'anàlisi i síntesi</li> <li>3. Coneixement d'una segona llengua, en aquest cas l'anglès</li> <li>4. Resolució de problemes</li> <li>5. Habilitats de gestió de la informació</li> <li>6. Creativitat</li> </ol> <p><b>Interpersonals</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Planificació i organització del treball en equip</li> <li>7. Capacitat crítica i autocrítica</li> </ol> <p><b>Sistèmiques</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Capacitat d'aplicar els coneixements a la pràctica</li> <li>10. Capacitat de l'estimació i programació del treball</li> <li>11. Aprenentatge continu</li> <li>12. Disseny i gestió de projectes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitat d'aplicar els coneixements de matemàtiques, ciència i enginyeria</li> <li>2. Dissenyar i executar experiments, així com analitzar i interpretar els resultats</li> <li>3. Capacitat de dissenyar un sistema, component o procés de l'àmbit de les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions per a què compleixi les especificacions demanades.</li> <li>4. Capacitat per a identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria.</li> <li>6. Capacitat d'emprar les tècniques i eines de l'enginyeria moderna necessàries per a la pràctica a les enginyeries</li> <li>7. Dissenyar i analitzar les xarxes i els sistemes de comunicacions</li> </ol>



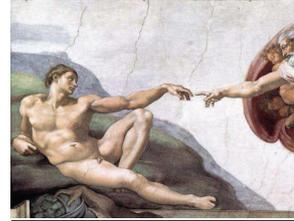
## 5. Objectius d'aprenentatge

En aquesta assignatura es vol introduir els conceptes fonamentals per l'anàlisi i el disseny d'un sistema típic de comunicacions digitals com per exemple un enllaç satèl·lit, sense fils o de telefonia mòbil. Més concretament, es pretenen aconseguir els objectius següents:

- Descriure els components, funcionament general i finalitat d'un sistema de comunicacions digitals
- Identificar els avantatges d'un sistema de comunicacions digitals envers d'un analògic
- Transformar la informació d'entrada a un format digital
- Descriure l'estructura d'un receptor i enumerar i explicar les causes d'error a la detecció d'un senyal
- Descriure matemàticament les fonts d'informació discretes i dissenyar esquemes de codificació per aquestes
- Identificar els diferents esquemes de codificació de font i determinar les seves propietats
- Escollir entre diferents alternatives de codificació de la font seguint uns criteris específics
- Dissenyar filtres adaptats per una detecció òptima
- Representar senyals a l'espai del senyal
- Dissenyar filtres d'equalització
- Descriure els diferents esquemes de modulació amb portadora utilitzats en comunicacions digitals
- Classificar els mètodes de detecció de la informació transmesa (coherent/no coherent)
- Calcular les probabilitats d'error associades a diferents esquemes de detecció i avaluar el seu interès en diferents situacions
- Diferenciar els conceptes de la quantitat d'informació d'una font, equivocació i informació mútua
- Calcular les probabilitats d'error de recepció per a esquemes lineals, convolucionals i cíclics de codificació de canal
- Analitzar (pel disseny i la selecció) els esquemes lineals, convolucionals i cíclics de codificació de canal seguint diferents especificacions d'un sistema de transmissió
- Analitzar les dades de sortida d'un canal per a quantificar la informació que aporten respecte a l'entrada



- Diferenciar entre els conceptes de la capacitat de canal i la taxa de transmissió, tot identificant els seus factors limitants
- Reproduir amb rigurositat matemàtica la demostració d'alguns teoremes fonamentals de la teoria de la informació i de la codificació
- Analitzar els objectius i restriccions pel disseny d'un sistema de comunicacions digitals
- Determinar quins esquemes de modulació-codificació són els més adequats en diferents sistemes limitats en potència o en ample de banda
- Analitzar els avantatges i inconvenients de les principals modulacions d'espectre estès
- Relacionar les modulacions d'espectre estès amb les tècniques d'accés múltiple



## 6. Avaluació

### 6.1. Criteris generals d'avaluació

L'avaluació de TDC està dissenyada entorn a un aprenentatge continu de part de l'alumne mitjançant el treball i l'avaluació continuada, així com el feedback constant del professorat sobre el treball de cada alumne.

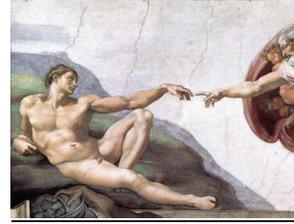
La ponderació dels diferents tipus d'activitats és el següent:

- Lliurables → 20%
- Pràctiques → 20% (10% Matlab + 10% "Projecte Naval")
- Primer control parcial → 20% (Blocs 1, 2 i 3)
- Segon control parcial → 20% (Bloc 4 i 5)
- Examen final → 20% (Blocs 6 i 7)

Al llarg del curs hi ha un conjunt de **lliurables**, que són activitats individuals o grupals que els alumnes han de lliurar abans d'una data límit mitjançant la penjada de documents electrònics a la pàgina Moodle de l'assignatura o bé mitjançant la realització de proves de validació durant les classes. A més a més, alguns d'aquests lliurables seran presentacions orals d'alguns temes escollits. La nota mitjana d'aquests lliurables representa un 20% de la nota final i es requereix un mínim de 5.0 per poder aprovar l'assignatura. En cas de no tenir aprovats els lliurables, l'alumne haurà de presentar-se a tots els blocs de l'examen final.

Es realitzaran **dos controls parcials** (setmanes 7 i 14 aproximadament) on s'avaluaran els coneixements adquirits durant el curs. Un dels objectius més importants d'aquests controls és el de tenir un feedback sobre la situació de cada estudiant. Conseqüentment, a les sessions de seminari posteriors a cada control, es facilitarà a cada estudiant una còpia del seu control, que autoavaluarà i compararà amb els dels companys, tenint així una idea més clara de com es troba de cara a assolir els objectius d'aprenentatge de l'assignatura. Cada control, que representa un 20% de la nota final, està constituït per preguntes de contingut teòric (aproximadament 30%) i d'exercicis a resoldre (aproximadament 70%). El disseny de l'assignatura de TDC és modular, essent així un requisit imprescindible l'aprovar (igual o més de 5.0) cadascun dels diferents blocs de continguts per a poder passar l'assignatura. Així, cada control parcial tindrà uns mòduls específics que un cop aprovats, no s'avaluaran a l'examen final. En el cas de suspendre algun mòdul, l'alumne tindrà l'oportunitat de recuperar aquest mòdul a l'examen final.

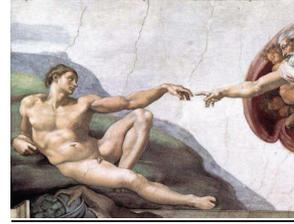
L'**examen final** tindrà un pes d'un 20% i estarà format per dues parts: una part comuna a tots els alumnes amb exercicis a resoldre referents als darrers blocs de continguts no avaluats amb els dos controls parcials, així com problemes on s'hagin d'emprar els coneixements adquirits al llarg de tota l'assignatura; i una segona part amb problemes específics a certs blocs de continguts pels alumnes que hagin de recuperar alguns d'aquests blocs. El temps de l'examen final serà suficient per fer els blocs necessaris (fins al màxim possible) considerant que fer-los tots demanarà agilitat i claredat d'idees per poder acabar-los en el temps establert. Els estudiants que ho desitgin podran refer algun dels blocs amb l'objectiu de pujar



nota. En tot cas, vagin com vagin aquests blocs repetits (per exemple, pitjor nota que al primer intent), la nota vàlida serà la d'aquest examen final.

Les **pràctiques** de l'assignatura de TDC constaran en 8 sessions de 2 hores cadascuna i es diferencien en dos grups: pràctiques en Matlab (10%); i el "Projecte Naval" (10%). Al primer tipus de pràctiques (4 sessions), l'alumne prendrà contacte amb Matlab i l'utilitzarà per resoldre exercicis típics i exemples pràctics emprant els conceptes vists a teoria. Per a aquestes pràctiques, els alumnes hauran de lliurar un estudi previ abans de cada pràctica, així com els exercicis resolts al finalitzar la pràctica. Les altres sessions de pràctiques (4 restants) es dedicaran a la introducció, resolució de dubtes i presentació del projecte de cada grup d'alumnes (2-4 alumnes per grup). El guanyador del "Projecte Naval" tindrà 2 punts addicionals sobre el 20% de la nota de les pràctiques; el segon, 1 punt sobre el 20%; i el tercer, 0.5 punts sobre aquest 20% tanmateix. Més informació sobre el "Projecte Naval" es distribuirà junt amb les bases del projecte. La nota final de pràctiques ha de ser més gran i igual a 5.0 per tal d'aprovar l'assignatura. En el cas de repetir l'assignatura i haver aprovat aquestes pràctiques al curs anterior, aquestes seran convalidades (de manera separada les del Projecte Naval i les de Matlab).

Els estudiants que desitgin renunciar a l'avaluació contínua poden optar per anar a la convocatòria de juny (i posteriorment setembre) directament, on els coneixements de l'estudiant seran avaluats només d'acord amb l'examen final. L'únic requisit és tenir aprovades les pràctiques de l'assignatura. Lògicament, els estudiants seguint l'avaluació contínua, disposaran d'un examen final al setembre similar al de juny, on puguin recuperar només aquelles parts que tenen suspeses i guardant la nota de les pràctiques i dels lliurables, així com dels bloc anteriorment aprovats (sempre i quan l'avaluació contínua estigui aprovada, sinó l'estudiant s'haurà d'examinar de tots els blocs).



## 7. Continguts

El disseny de l'assignatura de TDC està constituït per set blocs de contingut obligatori. Aquests set blocs responen a una lògica disciplinar i curricular, seguint l'esquema típic d'un sistema de comunicacions digitals com el vist a la Figura 1.

### 7.1. Blocs de contingut

#### - Bloc de contingut 1.

##### Introducció a les comunicacions digitals

- Tema 1. Introducció a les comunicacions digitals
- Tema 2. Formatació i transmissió digital en banda base

#### - Bloc de contingut 2.

##### Codificació de font

- Tema 3. Introducció a la codificació de font i repàs de probabilitat
- Tema 4. Codificació de font

#### - Bloc de contingut 3.

##### Transmissió i demodulació digital en banda base

- Tema 5. Estructura del receptor i detecció en canals amb soroll
- Tema 6. Demodulació en banda base

### 1er control parcial

#### - Bloc de contingut 4.

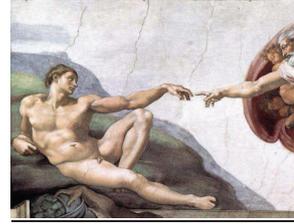
##### Codificació de canal

- Tema 7. Entropia i informació mútua
- Tema 8. Canal d'informació
- Tema 9. Capacitat de canal

#### - Bloc de contingut 5.

##### Transmissió i demodulació digital en passa banda

- Tema 10. Transmissió i demodulació digital en passa banda



## 2on control parcial

### - Bloc de contingut 6.

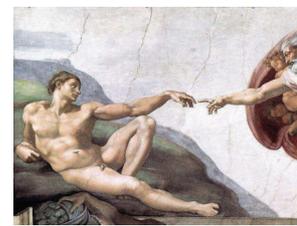
#### Diferents tipus de codis

- Tema 11. Codis lineals
- Tema 12. Codis cíclics
- Tema 13. Codis convolucionals

### - Bloc de contingut 7.

#### Modulacions avançades

- Tema 14. Compromís entre modulació i codificació
- Tema 15. Modulacions avançades d'espectre estès



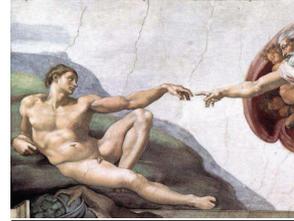
## 7.2. Organització i concreció dels continguts

### Bloc de contingut 1. *Introducció a les comunicacions digitals*

Conceptes	Procediments	Actituds
1. Esquema d'un sistema de comunicacions digitals  2. Sistema analògic vs. digital  3. Conceptes bàsics de comunicacions analògiques i digitals: mostreig, quantificació, transmissió en banda base	1. Disseny de diagrames de blocs  2. Preparació d'una exposició  3. Extracció d'informació rellevant i resum d'un text  4. Resolució de problemes sobre mostreig, quantificació, transmissió en banda base	1. Raonament i ús de coneixements previs  2. Treball col·laboratiu per parelles  3. Especificitat i concreció  4. Capacitat crítica respecte al treball propi i dels altres  5. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris

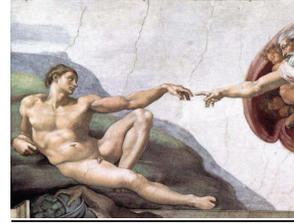
### Bloc de contingut 2. *Codificació de font*

Conceptes	Procediments	Actituds
1. Probabilitat discreta i condicional  2. Font d'informació  3. Codis i esquemes de codificació. Codis òptims.  4. Unicitat i instantaneïtat  5. Entropia  6. Extensions de font  7. Entropia condicional  8. Informació mútua	1. Càlcul de probabilitats  2. Ús de les propietats bàsiques de probabilitat  3. Descripció de les fonts d'informació, dels codis i dels esquemes de codificació  4. Classificació dels codis en unívocs i instantanis  5. Càlcul de la longitud mitjana i de l'eficiència d'un codi  6. Utilització de la desigualtat de Kraft  7. Càlcul de l'entropia i de la informació mútua  8. Ús de les extensions de font	1. Raonament i ús de coneixements previs  2. Treball col·laboratiu per parelles  3. Extreure i resumir els conceptes més importants d'un tema  4. Raonar i analitzar els problemes abans d'aplicar els mètodes més mecànics  5. Aplicar la teoria a la pràctica  6. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris



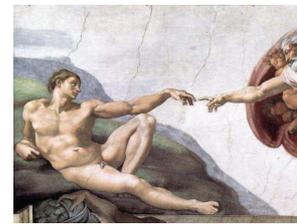
**Bloc de contingut 3. Transmissió i demodulació digital en banda base**

Conceptes	Procediments	Actituds
<p>1. Detecció en canals amb soroll</p> <p>2. Probabilitats d'error de símbol</p> <p>3. Interferència inter-simbòlica (ISI)</p> <p>4. Tècniques per reduir la ISI: filtres conformadors i equalització</p>	<p>1. Simulació amb software de conceptes de transmissió en banda base</p> <p>2. Extracció d'informació rellevant i resum d'un text tècnic en anglès</p> <p>3. Resolució de problemes de conceptes de transmissió en banda base</p> <p>4. Explicació a la pissarra de problemes resolts</p> <p>5. Càlcul de probabilitats d'error</p> <p>6. Disseny de filtres conformadors i d'equalització</p> <p>7. Anàlisi de corbes de probabilitats d'error</p>	<p>1. Raonament i ús de coneixements previs</p> <p>2. Treball col·laboratiu per parelles</p> <p>3. Extreure i resumir els conceptes més importants d'un tema</p> <p>4. Raonar i analitzar els problemes abans d'aplicar els mètodes més mecànics</p> <p>5. Aplicar la teoria a la pràctica</p> <p>6. Anàlisi de texts tècnics en anglès</p> <p>7. Autoavaluació i autocrítica de treballs propis</p> <p>8. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris</p>



#### Bloc de contingut 4. *Codificació de canal*

Conceptes	Procediments	Actituds
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Canal d'informació</li> <li>2. Distància de les paraules de codi</li> <li>3. Regles de decodificació</li> <li>4. Redundància</li> <li>5. Capacitat de canal</li> <li>6.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Càlculs de probabilitat de canal condicionats a entrada o sortida</li> <li>2. Aplicació de les regles de decisió</li> <li>3. Càlcul de les taxes de transmissió i de la capacitat del canal</li> <li>4. Càlcul de probabilitat d'error</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raonament i ús de coneixements previs</li> <li>2. Extreure i resumir els conceptes més importants d'un tema</li> <li>3. Raonar i analitzar els problemes abans d'aplicar els mètodes més mecànics</li> <li>4. Aplicar la teoria a la pràctica</li> <li>5. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris</li> </ol>

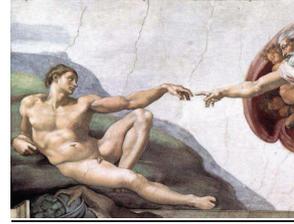


### Bloc de contingut 5. Transmissió i demodulació digital en passa banda

Conceptes	Procediments	Actituds
1. Estructura del receptor i filtres òptims	1. Representació de senyals en l'espai del senyal amb o sense el mètode de Gram-Schmidt	1. Raonament i ús de coneixements previs
2. Espai del senyal	2. Simulació amb software de conceptes de transmissió en passa banda	2. Treball col·laboratiu per parelles
3. Modulació/demodulació amb portadora i detecció	3. Extracció d'informació rellevant i resum d'un text tècnic en anglès	3. Extreure i resumir els conceptes més importants d'un tema
4. Diferents formes d'ona per la modulació i detecció coherent	4. Resolució de problemes de conceptes de transmissió i passa banda	4. Raonar i analitzar els problemes abans d'aplicar els mètodes més mecànics
5. Detecció no coherent	5. Explicació a la pissarra de problemes resolts	5. Aplicar la teoria a la pràctica
6. Probabilitats d'error de BPSK i BFSK	6. Càlcul de probabilitats d'error	6. Anàlisi de texts tècnics en anglès
7. Probabilitats d'error per modulacions no binàries		7. Autoavaluació i autocrítica de treballs propis
		8. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris

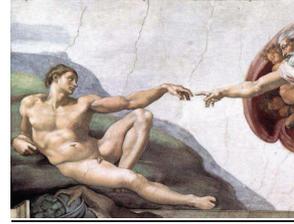
### Bloc de contingut 6. Diferents tipus de codis

Conceptes	Procediments	Actituds
1. Codis lineals	1. Disseny de les matrius generadores i de paritat, i generació de codis mitjançant aquestes matrius	1. Raonament i ús de coneixements previs
2. Matriu generadora, matriu de paritat i síndrom	2. Decodificació per càlcul de síndrom i per matriu estàndard	2. Treball col·laboratiu per parelles
3. Codis cíclics, polinomi generador	3. Construcció de codis cíclics i decodificació	3. Extreure i resumir els conceptes més importants d'un tema
4. Codis convolucional i algorisme de Viterbi	4. Construcció de codis convolucional i decodificació per Viterbi	4. Raonar i analitzar els problemes abans d'aplicar els mètodes més mecànics
		5. Aplicar la teoria a la pràctica
		6. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris



### Bloc de contingut 7. Modulacions avançades

Conceptes	Procediments	Actituds
1. Objectius i restriccions d'un sistema de comunicacions digitals	1. Disseny d'un sistema de comunicacions digitals amb i sense codificació, escollint l'opció òptima en situacions diferents	1. Raonament i ús de coneixements previs
2. Plànols de probabilitat d'error i d'eficiència de l'ample de banda	2. Anàlisi de plànols de probabilitat d'error i d'eficiència de l'ample de banda	2. Treball col·laboratiu per parelles
3. Sistemes limitats en potència o en ample de banda	3. Resolució de problemes de disseny d'un sistema de comunicacions digitals	3. Extreure i resumir els conceptes més importants d'un tema
4. Sistemes amb o sense codificació	4. Resolució de problemes sobre modulacions digitals avançades	3. Aplicar la teoria a la pràctica
5. Modulació per seqüència directa		4. Reconeixement i interès sobre el treball de científics clau a les comunicacions digitals
6. Modulació per salts de freqüència		5. Participació activa a les classes magistrals i als seminaris
7. Relació amb tècniques d'accés múltiple		



## 8. Metodologia

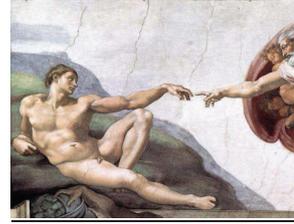
### 8.1. Enfocament metodològic de l'assignatura

L'objectiu principal del disseny de l'assignatura de TDC és el d'implicar l'estudiant de forma contínua en el desenvolupament de l'assignatura mitjançant l'avaluació contínua i l'estudi personal com complement imprescindible a les classes magistrals. La dificultat d'aquesta assignatura fa que aquest treball continu al llarg de tots dos trimestres sigui fonamental per assolir els coneixements mínims que es requereixen.

La metodologia EEES comporta una configuració del cicle d'aprenentatge que divideix les activitats en presencials i no presencials, representant les primeres un 35% de la càrrega total de treball de l'assignatura i, consegüentment, un 65% de treball de l'estudiant fora de l'aula. Hi ha tres tipus de classes presencials: les **magistrals**, els **seminaris** i les **pràctiques**. Les primeres es realitzen amb el conjunt d'alumnes de l'assignatura i representen un 50% del total (36 hores, 18 sessions de 2 hores setmanals), deixant un 28% (20 hores, 20 sessions d'una hora setmanals) de les classes presencials pels seminaris, on hi ha un nombre reduït d'estudiants (menys de 15) i un 22% per les pràctiques (16 hores, 8 sessions de dues hores, majoritàriament bisetmanals).

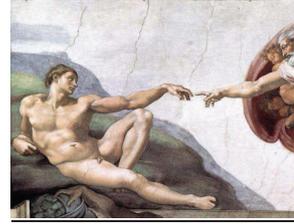
<b>GRAU</b>	<b>Treball de l'estudiant</b> 65%	
	<b>Docència</b> 35%	Magistralitat 70% (gran grup)
		Pràctiques (grup gran)

Les classes magistrals (2h amb un descans de 10 minuts) es dediquen bàsicament a la presentació del context i dels coneixements teòrics de l'assignatura, així com a fer algunes demostracions i exemples de resolució de problemes típics. Es demanarà una participació activa de l'estudiant a les classes magistrals mitjançant activitats per parelles o individuals per resoldre, per complementar les explicacions teòriques del professor. Aquestes es fonamenten en transparències en format electrònic que els estudiants tindran disponibles a la pàgina Moodle de l'assignatura des de principi de curs.



Els seminaris (1h) es dediquen principalment a la correcció en grup i/o presentació dels diferents controls parcials i lliurables de l'assignatura, entre els quals hi ha resolució de problemes, resums de capítols de llibres, presentacions en grup o visualització de documentals sobre científics entre d'altres.

Les pràctiques (2h) es divideixen en dos tipus: les basades en Matlab i les relacionades amb el "Projecte Naval". Les 4 sessions de pràctiques basades en Matlab seran focalitzades a l'ús del Matlab com a eina per resoldre exercicis senzills sobre els conceptes vists a teoria. Les restants quatre sessions de pràctiques giraran al voltant del "Projecte Naval", activitat que els alumnes hauran de fer en grups de 2 a 4 persones. Més informació sobre el "Projecte Naval" es distribuirà junt amb les bases del projecte.



## 9. Fonts d'informació i recursos didàctics

9.1. Fonts d'informació per a l'aprenentatge. Bibliografia bàsica (suport paper i electrònic)

- B. Sklar, "Digital Communications" (2nd Edition), Prentice Hall, 2001.
- R. B. Wells, "Applied Coding and Information Theory for Engineers", Prentice Hall, 1999

9.2. Fonts d'informació per a l'aprenentatge. Bibliografia complementària (suport paper i electrònic)

- S. Haykin, "Communication systems" (4th Edition), John Wiley & Sons, 2001
- A.B. Carlson, "Communication systems" (4th Edition), McGraw-Hill, 2002
- J.G. Proakis, "Digital communications", (4th Edition), McGraw-Hill, 2000
- A.A. Rodriguez y F.P. Gonzalez, "Comunicaciones Digitales", Prentice Hall, 2007
- G. A. Jones and J.M Jones, "Information and Coding Theory", Springer, 2005
- J. G. Casas, "Introducción a la Teoría de Códigos, Teoría de la Información y Criptografía", Univ. Nacional Autónoma de México

9.4. Recursos didàctics. Material docent de l'assignatura

- Transparències de cada sessió magistral penjada al Moodle.
- Exercicis, documents addicionals, referències web, diferent material disponible al Moodle de l'assignatura

9.5. Recursos didàctics. Materials i eines de suport

- Basics of Information Theory
  - <http://www.cs.cmu.edu/~dst/Tutorials/Info-Theory/>
- The Error Correcting Codes (ECC) Page:
  - <http://www.eccpage.com/>
- Wikipedia: Category:Information theory
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Information\\_theory](http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Information_theory)
- Problemas adicionales
  - <http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/2002/InfoTheory/Chapter2Exercises.pdf>
  - <http://www.econ.upf.es/~lugosi/inf/infhw.pdf>
  - <http://www.mth.msu.edu/~jhall/classes/codenotes/Linear.pdf>