



## Guia docent 230084 - CSL - Circuits i Sistemes Lineals

Última modificació: 29/04/2020

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE TECNOLOGIES I SERVEIS DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2015). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2020      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Castellà, Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** ORESTES MAS CASALS

**Altres:** NURIA DUFFO UBEDA  
JORGE GARCIA MATEOS  
ORESTES MAS CASALS  
OLGA MUÑOZ MEDINA

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Resolució d'equacions algèbriques, Relacions i operacions trigonomètriques bàsiques, Aritmètica dels nombres complexos, Logaritmes, Anàlisi bàsica de circuits resistius.

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

---

**Transversals:**

1. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 1: Dur a terme les tasques encomanades en el temps previst, tot treballant amb les fonts d'informació indicades, d'acord amb les pautes marcades pel professorat.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Classes expositives  
Classes laboratoris  
Treball en grup (no presencial)  
Treball individual (no presencial)  
Proves de resposta curta (Qüestionaris)  
Proves de resposta llarga (Control)  
Proves de resposta llarga (Examen Final)  
Pràctiques de laboratori

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

L'objectiu principal de l'assignatura és l'estudi dels circuits lineals com a processadors analògics de senyals elèctrics. Amb aquest objectiu, s'estudien els circuits tant des del punt de vista temporal com freqüencial amb especial èmfasi en l'anàlisi i el disseny de circuits selectius en freqüència d'ús profús en sistemes de comunicació i electrònics.

Per tal d'assolir aquest objectiu es presenten gradualment conceptes de gran importància en tota enginyeria relacionada amb les tecnologies de la informació i comunicacions, com són la funció de xarxa, la resposta freqüencial de circuits o la descripció freqüencial de senyals.

També es dona força importància al disseny de circuits senzills utilitzant eines de simulació, com ara Spice, Octave,... per tal de validar-los i arribar, en alguns casos concrets, a la verificació experimental dins les sessions de laboratori. Òbviament, tot aquest procés es recolza en la utilització de dispositius electrònics d'ús habitual com ara l'AO, el BJT, ...

En acabar el curs, l'alumne serà capaç de:

\* Comprendre i dominar els conceptes bàsics de sistemes lineals i les funcions i transformades relacionades, teoria de circuits elèctrics i circuits electrònics.

\* Portar a terme les tasques encomanades en el temps previst, d'acord amb les pautes marcades pel professor o tutor. Identificar el progrés i el grau de compliment dels objectius de l'aprenentatge.

\* Identificar el progrés i el grau de compliment dels objectius de l'aprenentatge.

\* Plantejar correctament el problema a partir de l'enunciat proposat i identificar les opcions per a la seva resolució. Aplicar el mètode de resolució adequat i saber validar la solució.

\* Conèixer i utilitzar correctament les eines, instruments i aplicatius de programari disponibles en els laboratoris de les matèries bàsiques i portar a terme correctament l'anàlisi de les dades recollides.

\* Aplicar els principis bàsics estudiats a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

\* Conèixer els següents conceptes bàsics:

- Concepte de model circuital i element de circuit
- Circuit transformat de Laplace
- Impedància i admitància. Funció de xarxa
- Dinàmica de circuits de primer i segon ordre. Estabilitat
- Règim permanent sinusoidal. Circuit transformat fasorial
- Amplificació i desfasament
- Ressonància
- Resposta en freqüència
- Guany (dB). Traçats de Bode
- Filtratge: Freqüència de tall, bandes de pas i eliminada. Amplada de banda i factor de qualitat.
- Espectres de senyals periòdics. Harmònics.
- Valor eficaç. Potència mitja i potència disponible d'un generador. (dBm)
- Adaptació d'impedàncies.
- Caracterització de biports

\* Posar en pràctica les següents habilitats:

- Analitzar amb eficàcia circuits lineals tant en règim transitori com en règim permanent
- Caracteritzar el comportament d'un circuit en els dominis temporal i freqüencial a partir de la seva funció de xarxa, i saber relacionar les respostes en els dos dominis
- Efectuar dissenys bàsics de circuits
- Validar els resultats simulant els circuits
- Muntar prototipus experimentals a partir d'esquemes circuitals, realitzar mesures significatives utilitzant els aparells de laboratori i interpretar-les



## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	52,0	34.67
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67
Hores grup petit	13,0	8.67

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Tema 1. Els circuits lineals. Marc conceptual

**Descripció:**

- Àmbit d'aplicació. Definició de circuit. Circuits grans i petits.
- Elements de circuit passius i actius. Relació amb els fenòmens físics modelats.
- Circuits lineals i no lineals.
- Concepte de senyal. Tipus de senyals.
- Modelat i estudi de components i sistemes elèctrics.

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 2h

### Tema 2. Introducció a la dinàmica de circuits i sistemes lineals.

**Descripció:**

- Anàlisi en el domini temporal de circuits dinàmics (Sistemes d'equacions diferencials)
- Tècniques d'algebrització:
- Discretització. Simulació de circuits.
- Transformada de Laplace.
- Circuit transformat de Laplace. Conceptes d'impedància i admitància.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h



### Tema 3. Estudi de la resposta de circuits i sistemes dinàmics

**Descripció:**

- Resposta completa del circuit.
- Respostes Zero-Input i Zero-State.
- Funció de xarxa. Relació amb la resposta impulsional. Ordre d'un circuit.
- Respostes lliure i forçada.
- Diagrama pol-zero.
- Estabilitat.
- Règims transitori i permanent de circuits estables.
- Resposta al graó de circuits de primer i segon ordre.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

### Tema 4. Circuits en règim permanent sinusoidal (RPS)

**Descripció:**

- Descripció de senyals sinusoidals. Obtenció de la resposta.
- Conceptes d'amplificació/atenuació i desfasament.
- Fasors. Diagrama fasorial.
- Circuit transformat fasorial.  $H(j\omega)$ . Impedància i Admitància en RPS.
- Estudi de circuits amb fonts de diverses freqüències aplicades simultàniament.
- Lectura i interpretació d'oscil·logrames. Relació del desfasament amb avançament/retràs.
- Models sèrie/paral·lel d'immitàncies.
- Ressonància.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

### Tema 5. Resposta freqüencial de circuits i sistemes lineals

**Descripció:**

- Descripció freqüencial de senyals amb excitacions sinusoidals de diverses freqüències. Espectres.
- Descripció freqüencial de circuits. Corbes d'amplificació i desfasament. Decibels.
- Concepte de filtre. Conceptes de banda, banda de pas, banda atenuada. Freqüència de tall. Amplada de banda. Pic de ressonància.
- Diagrames de Bode. Escales logarítmiques: conceptes de dècada i octava. Obtenció a partir dels diagrames pol/zero de  $H(s)$ .
- Estudi detallat de les característiques dels filtres passa-baix, passa-alt, passa-banda, banda eliminada i passa-tot (desfasador) de primer i segon ordre. Paràmetres específics ( $Q...$ )
- Disseny de filtres passius i actius de primer i segon ordre.

**Dedicació:** 41h

Grup gran/Teoria: 14h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 25h

## Tema 6. Resposta a excitacions periòdiques no sinusoidals

### Descripció:

- Desenvolupament en sèrie de Fourier de senyals periòdics. Casos rellevants.
- Resposta de circuits lineals a excitacions periòdiques.
- Exemples senzills de processat del senyal des del punt de vista freqüencial.

### Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## Tema 7: Potència

### Descripció:

- Potència instantània. Potència mitjana.
- Potència mitjana en un resistor. Valor eficaç (rms)
- Relació entre dBm i dB.
- Potència en RPS. Màxima transferència de potència. Potència màxima disponible d'un generador. Adaptació d'impedàncies. Solucions basades en xarxes LC i en transformadors.

### Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

## Tema 8: Bipoorts

### Descripció:

- Definició de biport. Necessitat d'una caracterització paramètrica.
- Paràmetres Z, Y, T i híbrids. Models equivalents.
- Connexió de bipoorts sèrie, paral·lel i cascada.
- Estudi dels bipoorts carregats.

### Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

## Observacions:

### Descripció:

L'ordre proposat dels temes és orientatiu i podrà modificar-se en funció de les necessitats docents de la pròpia assignatura o d'altres que s'imparteixin en paral·lel.

Els exemples que s'utilitzen en el desenvolupament dels diferents temes inclouen dispositius com ara l'Amplificador Operacional, transistors MOS i BJT i transformadors. Els models circuital dels mateixos així com les peculiaritats específiques que sorgeixen en l'anàlisi, es tracten just en el moment en que se necessiten i tenen per tant presència transversal en els diferents temes de CSL.

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

La nota final de l'assignatura s'obindrà a partir de la qualificació d'avaluació continuada (tasques proposades pel professor al llarg del curs i pràctiques de laboratori) i de l'examen final, segons el següent criteri:

- Tasques avaluables proposades pel professor: 30%. Una llista no exclusiva de possibles tasques és la següent:

- Qüestionaris Moodle
- Treballs de síntesi
- Controls a l'aula
- Altres

- Pràctiques de laboratori: 20%.

(Nota: Per aprovar el curs és indispensable haver realitzat tots els treballs de laboratori així com els estudis previs i els informes associats amb un mínim d'aprofitament)

- Examen final: 50% (Prova escrita on s'avaluen els coneixements del curs complet)

Els alumnes amb una avaluació contínua superior o igual a 8 (sobre 10) poden optar a no realitzar l'examen final. En aquest cas, la qualificació global serà d'aprovat 5. Tanmateix, es podrà completar aquesta nota fins al 10, realitzant alguna activitat específica a criteri dels professors.

En aquesta assignatura s'avaluaran les següents competències genèriques:

- Aprenentatge autònom (Nivell elemental)

En el supòsit de que l'estudiant es presenti a la prova de reavaluació, la nota de l'avaluació continuada no es tindrà en compte i els criteris per al càlcul de la nota global en aquest cas seran els següents:

- Pràctiques de laboratori: 20% . Es mantindrà la nota de laboratori obtinguda a l'últim quadrimestre cursat dins de l'any acadèmic. (Nota: Per aprovar el curs és indispensable haver realitzat tots els treballs de laboratori així com els estudis previs i els informes associats amb un mínim d'aprofitament)

- Examen final: 80% (Prova escrita on s'avaluen els coneixements del curs complet)

Les competències genèriques no es reavaluaran.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Thomas, R.E.; Rosa, A.J.; Toussaint, G.J. The analysis and design of linear circuits. 7th ed. Hoboken, NJ [etc.]: John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9781118065587.

### Complementària:

- Davis, A.M. Linear Circuit Analysis. Mason, OH: Cengage Learning, 1998. ISBN 9780534950958.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

<http://circuits.upc.edu>