Guia docent
820123 - CSEE - Circuits i Senyals

Última modificació: 04/06/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: MARCELO AUGUSTO SOUSA ARCANJO - JUAN ANTONIO GARCÍA-ALZÓRRIZ PARDO

Altres:

Primer quadrimestre:
JUAN ANTONIO GARCÍA-ALZÓRRIZ PARDO - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13, Grup: T14
MARCELO AUGUSTO SOUSA ARCANJO - Grup: T14

Segon quadrimestre:
GUILLERMO RECUERO HINOJOSA - Grup: M12
MARCELO AUGUSTO SOUSA ARCANJO - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14

CAPACITATS PRÈVIES

Les pròpies de les assignatures obligatòries dels quadrimestres anteriors

REQUISITS

SISTEMES ELÈCTRICS - Prerequisit
CÀLCUL NUMÈRIC-EQUACIONS DIFERENCIALS - Prerequisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CEELE-21. Capacitat per calcular i dissenyar instal·lacions elèctriques de baixa i mitjana tensió.

Transversals:
2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura utilitza la metodologia expositiva en un 30%, el treball individual en un 30%, el treball en petits grups (treball cooperatiu, col·laboratiu o d'altres tipus) en un 20%, i aprenentatge basat en projectes en un 20%.
El procés d'aprenentatge autònom es desenvolupa fent servir el Campus Digital Atenea, en el que s'inclouen recursos, qüestionaris d'autoavaluació, i les especificacions per fer un treball en grup que s'ha de desenvolupar al llarg de tot el quadrimestre.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius generals:
· Adquirir els coneixements fonamentals de l'electricitat i de la teoria de circuits aplicats a l'estudi de circuits i sistemes elèctrics.
· Adquirir els coneixements fonamentals per comprendre els principis i tècniques d'anàlisis de circuits i ser capaços d'aplicar-los, identificant la tècnica més adequada, a l'estudi de circuits elèctrics.
· Adquirir els coneixements fonamentals per comprendre i analitzar el comportament temporal i freqüencial de circuits elèctrics.
· Adquirir els coneixements fonamentals i conèixer eines de programari d'anàlisi i disseny de circuits.
· Adquirir i desenvolupar habilitats en les tècniques experimentals de mesura en circuits elèctrics.
· Adquirir la capacitat d'aprendre de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequades per a la concepció i disseny de circuits.

Competències transversals:
· Adquirir la capacitat de anàlisi i de síntesi.
· Adquirir coneixements d'informàtica a traves de l'utilització de programaris d'ordinador per a l'anàlisi i simulació de circuits elèctrics.
· Adquirir la capacitat de aprenentatge autònom.
· Adquirir el compromís i capacitat d'organització amb la tasca i amb el grup.
· Adquirir una comunicació oral i escrita.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Tema 1. Circuits dinàmics. Regim transitori de circuits elèctrics

Descripció:
1.1. Condensadors. Propietats. Model del condensador ideal. Corba característica: relació tensió-corrent. Energia emmagatzemada. Associació de condensadors.
1.2. Inductors. Propietats. Model de inductor ideal. Corba característica: relació tensió-corrent. Energia emmagatzemada. Associació d' inductors.
1.3. Linealitat i dualitat.
1.4. Resposta d'un circuit en el domini del temps. Règim permanent i transitori.
1.5. Resposta temporal del circuits de primer ordre: RC i RL. Equació característica. Propietats de la funció exponencial. Constant de temps. Potència i energia. Resposta natural i forçada. Condicions inicials. Determinació de la resposta complerta.
1.6. Funcions singulars. Resposta a un esglaó unitat i a un impuls unitat.
1.7. Circuits de segon ordre. Equació característica. Resposta natural. Freqüència angular i d'amortiment. Sobre-amortiment, sub-amortiment i amortiment crític. Condicions inicials. Resposta completa de circuits de segon ordre.

Objectius específics:
· Conèixer quines són las propietats de un condensador i quin és el model de un condensador ideal.
· Com és la corba característica: relació tensió - corrent.
· Quina és la energia emmagatzemada en un condensador.
· Conèixer l'associació de condensadors.
· Conèixer quines són las propietats de un inductor i quin és el model de un inductor ideal.
· Com és la corba característica: relació tensió - corrent.
· Quina és la energia emmagatzemada en un inductor.
· Conèixer l'associació de inductors.
· Conèixer la linealitat en condensadors i inductors, i la dualitat entre condensadors i inductors.
· Què és el regim permanent i el transitori. A què és degut el transitori.
· Conèixer, interpretar i saber determinar la resposta del circuit RC sense fonts.
· Conèixer las propietats de la funció exponencial i com determinar la constant de temps.
· Què són i com és calculen las condicions inicials. Quan potser discontinua la tensió del condensador.
· Com és la potència i energia als diferents components RC.
· Conèixer, interpretar i saber determinar la resposta del circuit RC amb fonts.
· Què és la resposta natural, forçada i complerta. De què depenen i com es determinen.
· Quines són las funcions singulars i com és la resposta del circuit RC a un esglaó unitat i a un impuls unitat.
· Conèixer, interpretar i saber determinar la resposta del circuit RL sense i amb fonts.
· Quan potser discontinua la corrent del inductor.
· Com és la potència i energia als diferents components RL.
· Com és la resposta complerta de un circuit RL.
· Conèixer, interpretar i saber la resposta temporal dels circuits de segon ordre.
· Quina és la equació característica d'un circuit de segon ordre.
· Com és la resposta natural.
· Què és freqüència angular i d'amortiment, de que depenen i com és determinen.
· Conèixer, interpretar i saber les respostes amb sobre-amortiment, sub-amortiment i amortiment crític.
· Com és determinen les condicions inicials i la resposta complerta de circuits de segon ordre.

Activitats vinculades:
· Col·lecció de problemes
· Pràctica laboratori règim transitori circuits RC i RL
· Pràctica laboratori règim transitori circuits RLC

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 21h

Tema 2. Circuits magnèticament acoblats.

Descripció:
2.1. Acoblament magnètic. Autoinducció i inducció mútua. Inductància pròpia i mútua. Coeficient d'acoblament. Polaritat. Conveni de punts. Circuit equivalent en "T".
2.2. Consideracions energètiques.
2.3. Resposta en règim transitori. Resposta en règim sinusoïdal permanent.
2.4. Transformador lineal. Impedància reflectida.
2.5. Transformador ideal. Impedància reflectida. Relació de transformació de tensió i de corrent.
2.6. Mesura d'inductàncies pròpies i mútues en circuits magnèticament acoblats.

Objectius específics:
· Què és el acoblament magnètic.
· Què és l'autoinducció i d'inducció mútua.
· Com es determina la polaritat entre bobines acoblades.
· Conèixer i saber aplicar el conveni de punts.
· Què és i com es determina el coeficient d'acoblament magnètic.
· Quins són les consideracions energètiques en circuits amb acoblaments magnètics.
· Quins són les equacions que regeixen els circuits amb induccions mútues en règim transitori.
· Quines són les equacions que regeixen els circuits amb induccions mútues en règim sinusoïdal permanent.
· Conèixer el funcionament del transformador amb nucli d'aire.
· Què és i com es determina d'impedància reflectida.
· Conèixer el funcionament del transformador ideal i com es la seva impedància reflectida.
· Quines són les relacions entre les tensions i quines entre les corrents en el transformador ideal i de que depenen.
· Conèixer com es pot mesurar les inductàncies mútues i els coeficients d'acoblament en circuits magnèticament acoblats.

Activitats vinculades:
· Col·lecció de problemes
· Pràctica laboratori circuits magnèticament acoblats

Dedicació: 22h 30m
Grup gran/Teoria: 7h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 13h 30m

Tema 3. Anàlisi de Fourier

Descripció:
3.1. Introducció.
3.2. Formes de la sèrie de Fourier: trigonomètrica i complexa. Espectre de línies de un i dos costats.
3.3. Propietats de la simètria de funcions.
3.4. Resposta complerta deguda a excitacions periòdiques.
3.5. Transició de la sèrie de Fourier a la transformada de Fourier. Espectre discret i espectre continu. Transformada de Fourier, Transformada ràpida de Fourier.

Objectius específics:
Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de conèixer i de saber:
· Què són les sèries trigonomètriques de Fourier.
· Conèixer i saber determinar les sèries trigonomètriques i complexes de Fourier.
· Conèixer, saber determinar i interpretar espectre de línies de un i dos costats.
· Conèixer, saber aplicar les propietats de la simetria de funcions en les series de Fourier.
· Conèixer i saber determinar la resposta complerta deguda a excitacions periòdiques.
· Conèixer la transició de la sèrie de Fourier a la transformada de Fourier.
· Conèixer què és un espectre discret i espectre continu.
· Conèixer la transformada de Fourier.
· Conèixer la transformada ràpida de Fourier.

Activitats vinculades:
· Col·lecció de problemes.
· Pràctica laboratori.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 9h

Tema 4. Freqüència complexa. Aplicació de la transformada de Laplace al anàlisi de circuits.

Descripció:
4.1. Freqüència complexa. La funció excitatriu sinusoïdal amortida.
4.2. Transformada de Laplace.
4.3. Propietats de la transformada de Laplace. Diferenciació, integració, convolució, translació en el temps i funcions periòdiques. Translació, diferenciació, integració i canvi d'escala en el domini de la freqüència.
4.4. Aplicació de transformada de Laplace a l'anàlisi de circuits.
4.5. Transformada inversa. Teorema d'expansió de Heaviside.
4.6. Teoremes del valor inicial i del valor final.
4.7. Convolució i funció de transferència H(s).

Objectius específics:
· Què és la freqüència complexa.
· Conèixer la funció excitatriu sinusoïdal amortida i la seva relació amb la freqüència complexa.
· Què és la transformada de Laplace i la seva aplicació al anàlisis de circuits.
· Conèixer les propietats de la transformada de Laplace i saber aplicar-les al anàlisis de circuits elèctrics.
· Conèixer i saber determinar la transformada de les senyals d'excitació.
· Com es transformen els elements simples d'un circuit al domini operacional
· Què són la impedància i la admitància operacionals i com es determinen.
· Conèixer i saber aplicar la transformada de Laplace a l'anàlisi de circuits.
· Saber determinar la resposta complerta en circuits amb i sense condicions inicials.
· Conèixer i saber determinar la transformada inversa de Laplace.
· Conèixer i saber aplicar els teoremes del valor inicial i final.
· Conèixer l'integral de convolució i la resposta impulsional.
· Conèixer i saber determinar funció de transferència H(s).
· Conèixer i saber determinar la resposta de un circuit a partir de la funció de transferència H(s).

Activitats vinculades:
· Col·lecció de problemes
· Pràctica laboratori. Anàlisi i simulació de circuits elèctrics per ordinador

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 12h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 21h

Tema 5. Ressonància. Resposta en freqüència. Filtres

Descripció:
5.1. Ressonància: Ressonància en el circuit paral·lel teòric. Corba universal de ressonància.
5.2. Factor de qualitat i ample de banda. Ressonància sèrie. Altres formes ressonants. Escales de magnitud i fase. Canvi d'escala.
5.3. Magnitud i fase. Pols i zeros. Diagrames d'amplitud i fase. Diagrames de Bode.
5.4. Filtres. Classificació i resposta de freqüència.

Objectius específics:
· Què és la ressonància.
· Com és la ressonància en el circuit paral·lel teòric.
· Què són el factor de qualitat i el ample de banda i quina es la seva influencia en la resposta en freqüència d'un circuit.
· Conèixer altres circuits ressonants.
· Conèixer i saber determinar com influeix la freqüència a la magnitud i a la fase.
· Conèixer, saber interpretar i representar els diagrames Bode.
· Conèixer com es classifiquen els filtres i la seva resposta de freqüència.

Activitats vinculades:
· Col·lecció de problemes
· Pràctica laboratori circuits ressonants
· Pràctica laboratori filtres i resposta de freqüència

Dedicació: 32h 30m
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 19h 30m

Tema 6. Multipols i quadripols

Descripció:
6.1. Dipols i multipols. Quadripols. Xarxes de un port i de dos ports.
6.2. Paràmetres dels quadripols. Circuits equivalents. Equivalència entre paràmetres. Associacions de quadripols.
6.3. Circuits multipols: Resistors multi-terminals, el transistor, fonts controlades, el transformador i l'amplificador operacional.

Objectius específics:
· Que són xarxes de un port, o dipols, i xarxes multi-port o multipols, i en particular, xarxes de dos ports o quadripols.
· Com és pot modelar el comportament del quadripols. Quins són els diferents tipus de paràmetres.
· Conèixer i saber determinar els paràmetres admitància, impedància, híbrids i de transmissió directa e inversa de un quadripol.
· Conèixer i saber determinar els circuits equivalents per els diferents paràmetres.
· Conèixer i saber aplicar la equivalència i transformació entre paràmetres.
· Conèixer com són les associacions entre quadripols i quines són distintes relacions entre paràmetres en les associacions de quadripols.
· Conèixer exemples de components de multi-terminals: Resistors multi-terminals, el transistor, fonts controlades, el transformador, l'amplificador operacional, i quins són els seus circuits equivalents.

Activitats vinculades:
· Col·lecció de problemes
· Pràctica laboratori. Anàlisi i simulació de circuits elèctrics per ordinador

Dedicació: 10h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 1h
Aprenentatge autònom: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

El sistema d'avaluació consta de diverses proves, que es detallen a continuació, per tal d'apropar-lo a un sistema d'avaluació continuada.

· Dues proves escrites (controls)
· Pràctiques, que es valoraran a partir de l'assistència i de l'activitat realitzada en el laboratori conjuntament amb l'elaboració i lliurament dels informes de pràctiques.
· Activitats dirigides (entregues de problemes)

La qualificació final de l'assignatura és l' obtinguda amb les següents proves i pesos:

· Primer control: 40%
· Segon control: 40%
· Pràctiques: 20%.

- L'assignatura té prova de reavaluació
Podran accedir a la prova de reavaluació aquells estudiants que compleixin els requisits fixats per l'EEBE a la seva Normativa d'Avaluació i Permanència
(https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe-normativa-avaluacio-i-permanencia-18-19-aprovat-je-2018-06-13.pdf)

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

No hi ha normes específiques. A les guies d'estudi de cada activitat s'estableix la dinàmica concreta.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Hayt, William H.; Kemmerly, Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis de circuitos en ingeniería. 7ª ed. México D.F. [etc.]: McGraw Hill, cop. 2007. ISBN 9789701061077.
- Irwin, J. David. Análisis básico de circuitos en ingeniería. 6ª ed. México [etc.]: Limusa Wiley, cop. 2003. ISBN 9681862953.
- Alexander, Charles K.; Sadiku, Matthew N. O.; Vera Bermúdez, Aristeo. Fundamentos de circuitos eléctricos [en línia]. 6a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, 2013 [Consulta: 17/03/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8073. ISBN 9781456260897.

Complementària:
- Dorf, Richard C.; Svoboda, James A. Circuitos eléctricos : introducción al análisis y diseño. 3ª ed. Barcelona: Marcombo, cop. 2000. ISBN 8426712711.
- The Electric circuits problem solver: a complete solution guide to any textbook. Piscataway, New Jersey: REA. Research and Education Association, cop. 1980. ISBN 0878915435.

RECURSOS

Enllaç web:
- Apunts de l'assignatura

Altres recursos:
Apunts de l'assignatura