

Guia docent

320157 - SE - Sistemes Elèctrics

Última modificació: 22/04/2021

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE (Pla 2010).
(Assignatura obligatòria).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Alvaro Luna

Altres: Emiliano Aldabas
Joan Rocabert
Sergio Giménez Arnal

CAPACITATS PRÈVIES

Es considera convenient haver aprovat amb anterioritat l'assignatura de física per poder cursar l'assignatura de Sistemes Elèctrics.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. IND_COMÚ: Coneixement i utilització de teoria de circuits i màquines elèctriques

Transversals:

2. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
3. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.
4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

METODOLOGIES DOCENTS

- Sessions presencials d'exposició dels continguts, en les que el professor exposarà els conceptes, guiarà al grup i proposarà treballs.
- Sessions presencials d'aplicació, en les que els estudiants hauran de presentar al professor (en grups de 6 persones) la resolució dels treballs proposats. Els estudiants que presentaran a cada sessió s'elegiran aleatòriament, però s'acceptaran voluntaris ja que hi ha d'haver un nombre mínim de presentacions.
- Treball autònom. En el qual, l'estudiant assimilarà els conceptes plantejats, realitzarà els treballs proposats, i prepararà les classes.
- Treball de grup. En el qual els estudiants en grups de 2 persones prepararan les pràctiques i realitzaran els informes. També en grups de 6 persones realitzaran col·leccions de problemes que hauran de ser defensats a les hores presencials d'aplicació.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Estudiar els fonaments, lleis, tècniques i mètodes necessaris per analitzar i comprendre el comportament dels circuits elèctrics.

La primera part de l'assignatura pretén que l'estudiant estigui capacitat per analitzar i justificar el comportament d'un circuit elèctric en els seus règims de funcionament més habituals.

La segona part de l'assignatura pretén que l'estudiant compregui el funcionament d'algunes de les màquines elèctriques més comuns i que sigui capaç de calcular els seus paràmetres característics quan treballen en una instal·lació elèctrica.

També es pretén que l'estudiant es familiaritzi amb la lectura i dibuix d'esquemes elèctrics, plànols d'instal·lacions, interpretació de fulls de característiques en catàlegs i manuals tècnics elèctrics.

Per últim, es pretén que l'estudiant adquireixi els coneixements necessaris per a realitzar muntatges pràctics a partir de la lectura de plànols i que aprengui a realitzar les mesures necessàries de les principals magnituds elèctriques.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	15,0	10.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

TEMA 1: CIRCUITS DE CORRENT CONTINUA

Descripció:

- 1.1. Introducció a l'anàlisi de circuits
- 1.2. Magnituds fonamentals
- 1.3. Llei d'Ohm
- 1.4. Lleis de Kirchoff
- 1.5. Mètodes de malles i nusos
- 1.6. Circuits equivalents

Objectius específics:

- Recordar les magnituds fonamentals dels circuits elèctrics
- Calcular corrents i tensions de forma metòdica en circuits de corrent contínua
- Realitzar balanços de potència en circuits de corrent contínua
- Realitzar el muntatge i experimentació amb circuits c.c.

Activitats vinculades:

- Pràctica P0.- Seguretat i Normes en un laboratori elèctric
Pràctica P1.- Disseny i mesures en circuits de corrent continua

Dedicació: 22h 30m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 13h 30m

TEMA 2: CIRCUITS DE CORRENT ALTERNA

Descripció:

- 2.1. La funció sinusoidal. Valors característics
- 2.2. El concepte de fasor
- 2.3. Impedància i admitància
- 2.4. Anàlisi de circuits en corrent alterna (c.a.)
- 2.5. Inductància mútua
- 2.6. Potència en corrent alterna
- 2.7. Correcció del factor de potència

Objectius específics:

- Recordar les propietats de les funcions sinusoidals
- Entendre el concepte d'impedància
- Conèixer el càlcul fasorial en circuits de c.a.
- Entendre el concepte d'inducció mútua
- Calcular potències en c.a.
- Corregir el factor de potència en circuits c.a.
- Realitzar el muntatge i experimentació amb circuits c.a.

Activitats vinculades:

Pràctica P2.- Disseny i mesures en circuits de corrent alterna

Dedicació: 27h 30m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 16h 30m

TEMA 3: CIRCUITS TRIFÀSICS

Descripció:

- 3.1. Justificació del sistema trifàsic
- 3.2. Connexions de fonts i càrregues trifàsiques
- 3.3. Càlcul de corrent en sistemes trifàsics
- 3.4. Càlcul i mesures de potències en sistemes trifàsics
- 3.5. Correcció del factor de potència en sistemes trifàsics

Objectius específics:

- Conèixer les connexions trifàsiques
- Calcular les diferents tensions i corrents existents en un sistema trifàsic
- Calcular i mesurar potències en sistemes trifàsics
- Corregir el factor de potència en sistemes trifàsics
- Realitzar el muntatge i experimentació amb circuits trifàsics

Activitats vinculades:

Pràctica P3.- Disseny i mesures en circuits trifàsics

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h



TEMA 4: APARAMENTA ELÈCTRICA

Descripció:

- 4.1. Càlcul de conductors elèctrics
- 4.2. Càlcul i selecció de fusibles i proteccions
- 4.3. Interruptors de màxima potència i diferencials
- 4.4. Contactors i relés

Objectius específics:

- Identificar i conèixer els diferents elements d'aparamenta elèctrica
- Saber dimensionar seccions de conductors
- Saber dimensionar i seleccionar proteccions elèctriques
- Conèixer el funcionament de quadres de maniobra

Activitats vinculades:

Pràctica P4.- Connexionat i mesures amb aparamenta elèctric

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 7h 30m

TEMA 5: LA MÀQUINA DE CORRENT CONTINUA

Descripció:

- 5.1. Fonaments del motor de corrent contínua
- 5.2. Força electromotriu i velocitat de gir
- 5.3. Característiques fonamentals d'un motor de c.c.
- 5.4. Parell motor, potència i rendiment
- 5.5. Diferents sistemes d'excitació

Objectius específics:

- Identificar les parts d'un motor c.c.
- Conèixer les principals característiques d'un motor c.c.
- El generador de c.c.
- Conèixer el circuit equivalent d'un motor c.c.
- Conèixer les diferents maneres de connexió d'un motor de c.c.
- Realitzar el muntatge i experimentació amb un motor de c.c.

Activitats vinculades:

Pràctica P5.- Connexionat i mesures amb una màquina de c.c.

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h



TEMA 6: EL TRANSFORMADOR

Descripció:

- 6.1. Principi de funcionament del transformador monofàsic
- 6.2. El transformador en el buit i en càrrega
- 6.3. Circuit equivalent del transformador
- 6.4. Principi de funcionament del transformador trifàsic
- 6.5. Diagrama fasorial d'un transformador trifàsic
- 6.6. Tipus de connexions

Objectius específics:

- Conèixer el principi de funcionament d'un transformador
- Conèixer el circuit equivalent d'un transformador
- Conèixer les diferents maneres de connexió d'un transformador
- Identificar i calcular les característiques d'un transformador
- Realitzar el muntatge i experimentació amb un transformador

Activitats vinculades:

Pràctica P6.- Connexionat i mesures amb un transformador.

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

TEMA 7: LA MÀQUINA D'INDUCCIÓ

Descripció:

- 7.1. Els camps magnètics giratoris
- 7.2. Funcionament del motor monofàsic
- 7.3. Funcionament del motor trifàsic
- 7.4. El generador d'inducció
- 7.5. Circuit equivalent del motor d'inducció
- 7.6. Característica de parell-velocitat
- 7.7. Potència i rendiment
- 7.8. Connexionat dels motors trifàsics

Objectius específics:

- Conèixer el principi de funcionament d'una màquina d'inducció
- Conèixer el circuit equivalent d'un motor d'inducció
- Conèixer les diferents maneres de connexió d'un motor d'inducció
- Identificar i calcular les característiques d'un motor d'inducció
- Realitzar el muntatge i experimentació amb un motor d'inducció

Dedicació: 27h 30m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 16h 30m



ACTIVITATS

PRÀCTICA P0: SEGURETAT I NORMES EN UN LABORATORI ELÈCTRIC.

Descripció:

Aquesta sessió pràctica serveix perquè l'estudiant prengui un primer contacte amb el laboratori de sistemes elèctrics. En ella es presenta el mètode a treballar i ha de seguir. Es forma els grups de pràctiques, constituïts preferiblement per dues persones. Es fa un repàs del material existent en cada banc de treball del laboratori i s'indica el procediment a seguir davant de qualsevol anomalia. S'exposa la dinàmica a seguir en el desenvolupament de les pràctiques, preinforme-experiments-informe. Es projecta un vídeo referent a la seguretat en treballs elèctrics i de detallen els hàbits recomanables dins del laboratori.

Objectius específics:

Coneixement de les normes i mesures de seguretat en un laboratori elèctric

Material:

Canó vídeo-projector

Lliurament:

Informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 2h 30m

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 1h 30m

PRÀCTICA P1: DISSENY I MESURES EN CIRCUITS DE CORRENT CONTINUA.

Descripció:

Amb la realització d'aquesta pràctica es persegueix que l'estudiant experimenti amb aspectes pràctics referents a la resistència elèctrica. Inicialment l'estudiant treballa resistències calibrades, obtenint la seva característica vaig veure a partir de la mesura d'aquestes variables en diferents punts de treball. Aquest procés es repeteix per a associacions sèrie i paral·lel de resistències. Per evidenciar l'efecte de la temperatura sobre la resistència s'obté la característica d'una làmpada d'incandescència a diferents temperatures i s'estima aquesta temperatura en el seu filament.

A més, en aquesta pràctica l'estudiant treballa amb els conceptes bàsics de divisor de tensió i intensitat i verifica els seus càlculs previs efectuant una sèrie de mesures sobre aquests circuits simples. D'altra banda l'estudiant començarà a familiaritzar-se amb els instruments de mesura, les seves característiques principals i limitacions que aquests puguin presentar en determinats casos. Finalment s'introdueixen dos conceptes inevitables en tot procés de mesura, com són la tolerància dels components utilitzats i els errors de mesurament.

Adicionalment, l'estudiant ha d'utilitzar els diferents modes de treball de la font d'alimentació del laboratori per construir circuits una mica més complexos, de tres malles o quatre nusos. Es realitzen mesures de les diferents variables del circuit i es contrasten amb els resultats obtinguts aplicant les tècniques d'anàlisi estudiades en les classes teòrica.

Objectius específics:

Experimentació amb el voltímetre i amperímetre

Experimentació amb elements resistius

Experimentació amb la llei d'Ohm

Experimentació amb el concepte de potència

Experimentació amb la llei de Kirchoff

Material:

Instrumental de laboratori

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



PRÀCTICA P2: DISSENY I MESURES EN CIRCUITS DE CORRENT ALTERNA.

Descripció:

En aquesta pràctica, l'estudiant es familiaritzarà amb les formes d'ona més comuns que apareixen com a excitació o resposta de circuits elèctrics i amb la instrumentació utilitzada per mesurar-les. Aquesta pràctica presenta les mesures en corrent altern amb el multímetre i amb el oscil·loscopi.

Es mostren els seus ajustaments i les seves característiques principals, així com les seves limitacions, errors i no idealitats que aquests puguin presentar en determinats casos.

L'estudiant ha de mesurar diferents formes d'ona, calcular analíticament els seus valors característics i estimar l'error comès en cada cas.

A més, aquesta pràctica estudia xarxes simples constituïdes per resistències, condensadors i inductàncies que treballen en règim sinusoidal estable. A través de mesuraments sobre diferents circuits bàsics comprenent aquests elements passius, s'evidencia la influència de les característiques vaig veure de cada element en les formes d'ona associades a aquest.

Aquesta pràctica permet comprovar la utilitat dels fasors, usant equacions algebraiques complexes en el camp freqüencial per poder operar amb variables sinusoidals en el camp temporal. També s'evidencia el fenomen de la ressonància mitjançant la variació de freqüència en un circuit RLC. D'altra banda, en aquesta pràctica també es determinen els valors reals de la inductància i la capacitat a partir dels resultats obtinguts en els mesuraments.

Objectius específics:

Experimentació amb el oscil·loscopi i el generador de senyal

Experimentació amb elements reactius

Experimentació amb formes d'ona

Experimentació amb la representació fasorial de sinusoides

Material:

Instrumental de laboratori

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



PRÀCTICA P3.- DISSENY I MESURES EN CIRCUITS TRIFÀSICS

Descripció:

En aquesta pràctica l'estudiant estableix un primer contacte amb els sistemes trifàsics. L'estudiant, variant les connexions del transformador, assaja les connexions estrella i triangle al costat de font i observa les tensions disponibles en cada cas. Seguidament, l'estudiant determina la seqüència de fases de la xarxa de baixa tensió mitjançant el corresponent estudi i el muntatge d'un seqüenciador amb llums.

L'estudiant comprova també l'efecte de la seqüència de fases mitjançant la connexió d'un petit motor d'inducció.

L'estudiant connecta tres llums d'incandescència en estrella i en triangle, observant i mesurant la potència dissipada en cada cas.

A més, en aquesta pràctica es connecten a una xarxa trifàsica de baixa tensió diverses càrregues trifàsiques i s'efectuen mitjanes de potències. Primerament es treballa exclusivament amb càrregues equilibrades amb connexions de tres i quatre fils.

Seguidament es desequilibren les càrregues i s'observen els seus efectes sobre el corrent del neutre en sistemes de quatre fils i sobre la tensió de flotació del neutre en sistemes de tres fils. Tots els resultats obtinguts es contrasten mitjançant simulació i càlcul analític.

Objectius específics:

Esperimentació amb connexions de sistemes trifàsics

Esperimentació amb sistemes de mesura de sistemes trifàsics

Esperimentació amb potències en sistemes trifàsics

Material:

Instrumental de laboratori

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

PRIMERA PROVA PRESENCIAL

Descripció:

Les avaluacions consisteixen en proves individuals presencials i/o altres activitats avaluables.

Objectius específics:

En finalitzar l'avaluació l'estudiant ha d'haver assolit de forma satisfactòria els objectius específics detallats en els continguts que hagin format part de les corresponents avaluacions.

Material:

Enunciats de les proves i/o altre material indicat pel professorat.

Lliurament:

La primera avaluació representa un 40% de la qualificació final de l'assignatura.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h



PRÀCTICA P4.- CONNEXIONAT I MESURES AMB APARAMENTA ELÈCTRICA

Descripció:

Es comprovarà el funcionament de l'interruptor magnetotèrmic i del diferencial. També es dimensionarà un quadre de maniobra tenint en compta la selectivitat dels seus components.

Objectius específics:

Saber dimensionar i seleccionar proteccions elèctriques.
Conèixer el funcionament de quadres de maniobra.

Material:

Guió de la pràctica, pautes per la realització de l'informe, catàlegs i notes d'aplicació dels fabricants.

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

PRÀCTICA P5.- CONNEXIONAT I MESURES AMB UNA MÀQUINA DE C.C.

Descripció:

S'obté la característica de buit d'una màquina de c.c. amb excitació independent. Mantenint constant el corrent del inductor es regularà la velocitat del motor de c.c. i s'invertirà el sentit de gir.

Objectius específics:

Conèixer el circuit equivalent d'un motor c.c.
Conèixer les diferents maneres de connexió d'un motor de c.c.
Realitzar el muntatge i experimentació amb un motor de c.c.

Material:

Guió de la pràctica, pautes per la realització de l'informe i equips de mesura del laboratori.

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



PRÀCTICA P6.- CONNEXIONAT I MESURES AMB UN TRANSFORMADOR.

Descripció:

S'obtindran els valors del model del transformador monofàsic a partir dels assaigs de buit i curtcircuit. Posteriorment s'utilitzarà el transformador per alimentar una càrrega a tensió reduïda.

Objectius específics:

Conèixer el circuit equivalent d'un transformador.
Realitzar el muntatge i experimentació amb un transformador.

Material:

Guió de la pràctica, pautes per la realització de l'informe i equips de mesura del laboratori.

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

PRÀCTICA P7.- CONNEXIONAT I MESURES AMB UNA MÀQUINA DE C.A.

Descripció:

S'obtindran els valors del model del motor d'inducció trifàsic a partir dels assaigs de buit i curtcircuit. Posteriorment s'arrancarà el motor d'inducció utilitzant varis mètodes.

Objectius específics:

Identificar i calcular les característiques d'un motor d'inducció.
Realitzar el muntatge i experimentació amb un motor d'inducció.

Material:

Guió de la pràctica, pautes per la realització de l'informe i equips de mesura del laboratori.

Lliurament:

Preinforme i informe de la pràctica. Al llarg de la sessió s'omplirà l'informe amb les dades obtingudes i es respondrà raonadament a les qüestions sol·licitades. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 10% de la nota global de l'assignatura.

Dedicació: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

SEGONA PROVA PRESENCIAL

Descripció:

Les avaluacions consisteixen en proves individuals presencials i/o altres activitats avaluable.

Objectius específics:

En finalitzar l'avaluació l'estudiantat ha d'haver assolit de forma satisfactòria els objectius específics detallats en els continguts que hagin format part de les corresponents avaluacions.

Material:

Enunciats de les proves i/o altre material indicat pel professorat.

Lliurament:

La segona avaluació representa un 40% de la qualificació final de l'assignatura.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- 1er examen: 35 %
- 2on examen: 35 %
- Treballs presentats: 10 %
- Laboratori: 20 %

Els resultats poc satisfactoris de l'examen parcial, es podran reconduir mitjançant una prova a realitzar-se a través de Moodle en un dia i a una hora concreta. Aquesta prova hi poden accedir els estudiants amb una nota inferior a 5 en el parcial. La qualificació de la prova tindrà una qualificació entre 0 i 5. La nota obtinguda per l'aplicació de la reconducció substituirà a la qualificació inicial sempre i quan sigui superior.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l'examen de re-avaluació, la qualificació de l'examen de re-avaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació que siguin proves escrites presencials (controls, exàmens parcials i finals) i es mantindran les qualificacions de pràctiques, treballs, projectes i presentacions obtingudes durant el curs.

Si la nota final després de la re-avaluació és inferior a 5.0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la re-avaluació és superior o igual a 5.0, la nota final de l'assignatura serà aprovat 5.0.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Al primer parcial es pot portar calculadora programable o ordinador, només per fer-ne ús de les eines de càlcul, així com un formulari en un full DINA4.

En el segon parcial només està permès portar calculadora i formulari.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Moreno Alfonso, Narciso. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Madrid: Thomson, 2004. ISBN 8497322819.
- Irwin, J. David. Análisis básico de circuitos en ingeniería. 6a ed. México: Limusa Wiley, 2003. ISBN 9681862953.
- Moreno, Narciso [et al.]. Problemas resueltos de tecnología eléctrica. Madrid: International Thomson, 2003. ISBN 8497321944.

Complementària:

- Hayt, William H [et al.]. Análisis de circuitos en ingeniería [en línia]. 6a ed. México: McGraw Hill, 2003 [Consulta: 04/11/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8725. ISBN 9701036948.
- Thomas, Roland E. Circuitos y señales : introducción a los circuitos lineales y de acoplamiento. Barcelona: Reverté, 2000. ISBN 8429134581.
- Edminister, Joseph A. Circuitos eléctricos. 3a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2003. ISBN 8448110617.
- Dorf, Richard C. Circuitos eléctricos : introducción al análisis y diseño. 3a ed. Barcelona: Marcombo, 2000. ISBN 8426712711.
- Martínez Pareja, Anselmo. Instalaciones eléctricas de interior, automatismos y cuadros eléctricos : conceptos prácticos. Barcelona: Marcombo, 2007. ISBN 9788426714619.
- Reglament electrotècnic per a baixa tensió: amb les Guies Tècniques d'Aplicació. Barcelona: Marcombo, 2008. ISBN 9788426714916.