

# INGENIARITZA ELEKTRONIKOKO GRADUA

## Zientzia eta Teknologia Fakultatea

### Ikaslearen Ikasturteko Gida (Hirugarren maila)

2018/2019 ikasturtea

#### Edukien taula

<b>1.- Ingeniaritza Elektronikoko Graduari buruzko informazioa.....</b>	<b>2</b>
Aurkezpena.....	2
Titulazioarengaitasunak.....	2
Graduko ikasketen egitura.....	3
Egitura Ikasturteka.....	4
Egitura Moduluka.....	6
Hirugarren mailako irakasgaiak Graduaren testuinguruan.....	8
Egin beharreko jarduerak motak.....	8
Tutoretza Plana.....	8
<b>2.- 31 taldearentzako berariazko informazioa (Euskara).....</b>	<b>8</b>
Taldeko irakasleak.....	8
Koordinatzaileak.....	9
Egutegia eta Ordutegia.....	9
<b>3.- Hirugarren mailako irakasgaiari buruzko informazio zehatza.....</b>	<b>9</b>
Laburpen taula.....	9
Irakaskuntza gidak.....	10

---

# 1.- Ingeniaritza Elektronikoko Graduari buruzko informazioa

---

## Aurkezpena

---

Eskainitako plaza berri kop.: 50

Tituluaren ECTS<sup>1</sup> kreditu kop.: 240

Matrikulako gutxieneko ECTS kreditu kop.: 18

Prestakuntza prozesuan zehar erabiliko diren hizkuntzak: Gaztelania/Euskara

Ingeniaritza Elektronikoa (Electrical and Computer Engineering) etengabe aldatuz doazen teknologia elektronikoen eta informazioaren teknologien askotariko multzoa barne hartzen duen diziplina da: Mikroelektronika, Material erdieroaleak, Irrati komunikazioak, Software garapena, Seinale tratamendua, Tresneria, Sentsoreak, etab.

Ingeniaritza Elektronikoko (IE) Graduak zientzia eta teknologiaren arteko elkarrekintza orekatuari eusten dio (oinarri zientifiko sendodun ingeniariak prestatzen ditu).

Helburu nagusia gailu eta sistema elektronikoak analizatu eta diseinatzeko prestakuntza sendoa hartzea da, horien aplikazio posible guztietan; baita aipatutako eremuko ikerketa, garapen eta berrikuntzekin zerikusia duten alderdiei buruzko prestakuntza lortzea ere.

IEko graduak ondorengo helburuak ere baditu, besteak beste:

- Bereziki elektronikara bideratuta dauden fisikaren eta matematikaren alorren azterketaren bidez gaitasun analitikoak eta pentsaera logikokoak garatzea.
- IEren oinarrizko edukien (materialak, gailuak, zirkuituak eta sistemak) ikuspegi orokorra eskuratzea eta bere arlo ezberdinetan ezagutza teoriko eta praktikokoak erabiltzeko gaitasuna hartzea, problema akademiko zein profesionali irtenbidea ematea ahalbideratuko duena.
- Espezializazioko ikasketak hastea, bereziki ikerketa, garapen eta berrikuntzarekin erlazionaturikoetara bideratuak.
- Elektronika modernoaren garapenak ulertuko dituzten eta etorkizuneko teknologiaren garapenean parte hartzeko beharrezko gaitasunak izango dituzten profesionalak trebatzea.

## Titulazioaren gaitasunak

---

Laburbilduz, hona hemen IEko ikasleak hartu beharreko gaitasunak:

- IEen eragin berezia duten eta izango duten problemak konpontzerakoan fisikaren eta matematikaren oinarriak erabiltzea eta ezagutzea.
- Gailu, zirkuitu eta sistemak simulatzen dituzten IEko berezko tresna konputazionalak erabiltzea.
- IEekin erlazionaturiko eremuetan sistema elektronikoak aztertu eta diseinatzeko gaitasunak izatea, etorkizuneko ikasketetarako kalitatezko prestakuntza eta lan munduan integratze hobea ahalbidetuko dutenak

---

<sup>1</sup> 1 ECTS = Europako kreditu 1 = ikaslearen 25 lanordu, nola bertaratuta (ikasgelan, mintegietan, laborategietan...) hala bertaratu gabe (bere aldetik egindako lanak, irakaslea aurrean egon gabe)

- Gailu, zirkuitu eta sistema elektronikoak eta prototipoak ezagutu, deskribatu, diseinatu, aztertu, baliozkotu eta optimizatzea aplikazio eremu ezberdinetan (informazioaren eta komunikazioaren teknologiak, datuen eskuraketa eta tratamendua, tresneria, kontrola, etab.)
- Planifikatzeko, antolatze eta ahoz, idatziz zein multimedia bidez komunikatzeko gaitasunak izatea, baita IEn eta antzeko eremuetan prospekzio azterlanak egiteko ere.
- Nola banaka hala taldean kritikoak eta sortzaileak izateko, erabakiak hartzeko, erantzukizunak onartzeko, gidaritza postuetan aritzeko eta kalitatearekiko konpromisoak hartzeko gaitasuna izatea.

## Graduko ikasketen egitura

IE Graduan, fisikan eta matematikan prestakuntza zientifiko sendoa ematean jarri da arreta (Fisikako Graduarekin enbor komuna lehenengo bi mailetan). Ezaugarri horri esker, ikasketa planak malgutasun eta balio erantsi handia du. Izan ere, modu horretan, IEko ikasleek Ingeniaritzaren eta Zientziaren arteko erabakia atzeratu dezakete, IEko eta Fisikako graduen zeharkakotasuna errazagoa da eta, gainera, titulazio bikoitza ere eskura daiteke.

Ondorengo taulan Graduaren egitura laburbildu da.

1.a (60 ECTS oinarrizko irakasgaitan)	Oinarrizko 7 irakasgai (3 urte osokoak eta 4 lauhilabetekoak), fisikan eta matematiketan oinarri zientifikoa sendoa lortzeko oinarri izango direnak, eta baita konputazioaren eta programazioaren funtsak ere.
2.a (60 ECTS nahitaezko irakasgaitan)	Nahitaezko 7 irakasgai (3 urte osokoak eta 4 lauhilabetekoak). Ondorengo helburuak dituzte: Lehenengo mailan aztertutako irakasgaietan sakontzea, fisikan eta matematikan prestakuntza zientifiko sendoa hartzeko. Graduaren gainerakorako beharrezkoak diren elektronikako oinarriak hartzea
3.a (60 ECTS nahitaezko irakasgaitan)	Nahitaezko 10 irakasgai, lauhilekoak, ondorengo helburuekin: Elektronikaren berezko esparruetan eta horien aplikazio teknologikoetan prestakuntza zabala ematea, lehenengo bi mailetak oinarriak hartuta
4.a (18 ECTS nahitaezko irakasgaitan, 42 ECTS hautazko irakasgaitan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradu amaierako lana</li> <li>• Nahitaezko irakasgai 1, lauhilabetekoa</li> <li>• Hautazko irakasaiei dagozkien 42 ECTS</li> </ul> <p>Hautazko irakasaiei nahierara edo espezialitateka (30 ECTS) taldeka daitezke; hala, profil profesional ezberdinetan aritzea ahalbidetuko duen berariazko prestakuntza eskainiko da. Ondorengo espezialitateak egongo lirateke:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tresneria eta Kontrola</li> <li>• Helburu Orokorreko Sistema Elektronikoak</li> </ul>

Aurreikuspenen arabera, nahitaezko irakasgai guztiak eta espezialitate bat bi hizkuntzetan emango dira.

## Egitura Ikasturteka

Lehenengo maila			
IRAKASGAIA	MOTA	IRAUPENA	KREDITUAK
ALJEBRA LINEALA ETA GEOMETRIA I	Oinarrizkoa	Urtekoa	12
FISIKAOROKORRA	Oinarrizkoa	Urtekoa	12
KALKULU DIFERENTZIALA ETA INTEGRALA I	Oinarrizkoa	Urtekoa	12
KIMIKA I	Oinarrizkoa	1. lauhilekoa	6
KONPUTAZIORAKO SARRERA	Oinarrizkoa	1. lauhilekoa	6
PROGRAMAZIOAREN OINARRIAK	Oinarrizkoa	2. lauhilekoa	6
TEKNIKA ESPERIMENTALAKI	Oinarrizkoa	2. lauhilekoa	6

Bigarren maila			
IRAKASGAIA	MOTA	IRAUPENA	KREDITUAK
ANALISIBEKTORIALETA KONPLEXUA	Nahitaezkoa	Urtekoa	9
ELEKTROMAGNETISMOA I	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
ELEKTRONIKA	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
FISIKA MODERNOA	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6
MEKANIKA ETA UHINAK	Nahitaezkoa	Urtekoa	15
METODO MATEMATIKOAK	Nahitaezkoa	Urtekoa	12
TEKNIKA ESPERIMENTALAK II	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6

Hirugarren maila			
IRAKASGAIA	MOTA	IRAUPENA	KREDITUAK
EGUNGOPROGRAMAZIOTEKNIKAK	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
ELEKTROMAGNETISMOA II	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
ELEKTRONIKA ANALOGIKOA	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6
ELEKTRONIKADIGITALA	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
GAILUELEKTRONIKOAKETA OPTOELEKTRONIKOAK	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
KONPUTAGAILUEN ARKITEKTURA	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6
KONTROLAUTOMATIKOAI	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6
SEINALEAKETA SISTEMAK	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	6
TRESNERIAI	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6
ZIRKUITU LINEALAK ETA EZ-LINEALAK	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	6

Laugarren maila			
IRAKASGAIA	MOTA	IRAUPENA	KREDITUAK
ENPRESA ETA PROIEKTUAK	Nahitaezkoa	1. lauhilekoa	7.5
GRADU-AMAIERAKO LANA	Nahitaezkoa	2. lauhilekoa	10.5
HAUTAZKOAK*			42

\*Ikus ondoko taula

Laugarren maila HAUTAZKOAK		
ESPEZIALITATEA: TRESNERIA ETA KONTROLA		
IRAKASGAIA	IRAUPENA	KREDITUAK
KONTROL AUTOMATIKOA II	2. lauhilekoa	6
SENTSOREAK ETA ERAGINGAILUAK	1. lauhilekoa	6
TRESNERIA II	1. lauhilekoa	6

ESPEZIALITATEA: HELBURU OROKORREKO SISTEMA ELEKTRONIKOAK		
IRAKASGAIA	IRAUPENA	KREDITUAK
KONTROL AUTOMATIKOA II	2. lauhilekoa	6
GOIMAIZTASUNEKO SISTEMAK	1. lauhilekoa	6
KOMUNIKAZIOEN ELEKTRONIKA	2. lauhilekoa	6
MIKROELEKTRONIKA ETA MIKROSISTEMAK	1. lauhilekoa	6
SISTEMA DIGITAL EN DISEINUA	1. lauhilekoa	6
ESPEZIALITATEA: FISIKA		
IRAKASGAIA	IRAUPENA	KREDITUAK
FISIKA KUANTIKOA	Urtekoa	12
OPTIKA	1. lauhilekoa	6
TERMODINAMIKA ETA FISIKA ESTATISTIKOA	Urtekoa	12
EUSKARAREN PLAN GIDARIA		
IRAKASGAIA	IRAUPENA	KREDITUAK
EUSKARAREN ARAUAK ETA ERABILERA	1. lauhilekoa	6
KOMUNIKAZIOA EUSKARAZ: ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIA	2. lauhilekoa	6

## Egitura Moduluka

Gradua modulutan egituratuta dago, berauetan gaitasun eta trebetasun zehatzagoak taldekatu eta lantzen direlarik.

MODULUA	IRAKASGAIAK
Ingeniaritzarako Tresna Matematikoak	Algebra Lineala eta Geometria I Kalkulu Diferentziala eta Integrala I Analisi Bektoriala eta Konplexua Metodo Matematikoak
Ingeniaritzarako Oinarri Zientifikoak	Fisika Orokorra Kimika I Teknika Esperimentalak I Mekanika eta Uhinak Elektromagnetismoa I Fisika Modernoa Teknika Esperimentalak II
Ingeniaritza Elektronikoaren Oinarriak	Konputaziorako Sarrera Programazioaren Oinarriak Elektronika Gailu Elektronikoak eta Optoelektronikoak Seinaleak eta Sistemak Zirkuitu Linealak eta Ez Linealak Tresneria I Elektromagnetismoa II
Diseinu Teknikak Ingeniaritza Elektronikan	Elektronika Digitala Elektronika Analogikoa Kontrol Automatikoa I Egungo Programazio Teknikak Konputagailuen Arkitektura
Tresneria eta Kontrola	Sentsoreak eta Eragingailuak Kontrol Automatikoa II Tresneria II Potentzia Elektronika Sistema Eragileak eta Denbora Errealak
Helburu Orokorreko Sistema Elektronikoak	Sistema Digitalen Diseinua Mikroelektronika eta Mikrosistemak Komunikazioen Elektronika Goi Maiztasuneko Sistemak Datu Komunikazioa eta Sareak
Fisika	Fisika Kuantikoa Termodinamika eta Mekanika Estatistikoa Optika
Proiektua eta Enpresa	Gradu Amaierako Lana Enpresa eta Proiektuak Kanpoko praktikak (borondatezkoak)
Euskararen Plan Gidaria	Euskararen Arauak eta Erabilerak Komunikazioa Euskaraz: Zientzia eta Teknologia

## ***Hirugarren mailako irakasgaiak Graduaren testuinguruan***

---

Behin lehenengo bi mailetan fisika, matematika eta elektronika orokorraren oinarrien trebakuntza sendoa jasota, Ingeniaritza Elektronikoaren gai nagusiak, ikasketen oinarrizko eta berariazko enbor direnak, lantzen dira hirugarren mailan. Irakasgai guztiak derrigorrezkoak dira eta elektronikaren eta bere aplikazio teknologikoen alor nagusiak hartzen dituzte. Honela, teknologia elektronikoaren (*Elektronika Analogikoa, Elektronika Digitala, Zirkuitu Linealak eta Ez-linealak, Gailu Elektronikoak eta Optoelektronikoak*), sistemen ingeniaritzaren (*Kontrol Automatikoa I, Seinaleak eta Sistemak*), informazioaren ingeniaritzaren (*Konputagailuen Arkitektura, Egungo Programazio Teknikak*) eta tresneria elektronikoaren (*Tresneria I*) alorretako funtsezko irakasgaiak irakasten dira. Halaber, *Elektromagnetismoa II* irakasgaia ikasten da, uhin elektromagnetikoen hedapen eta erradiazioan sakonduz. Irakasgai hau Fisikako Graduarekin amankomunean irakasten da.

## ***Egin beharreko jarduera motak***

---

Hirugarren ikasturte honetako jarduera gehienetan titulazioaren izaera esperimental nabaria antzeman daiteke. Honela, eskola teorikoez gain, ikasturte honetako irakaskuntza ondoko ezaugarriengatik nabarmen daiteke:

- Jarduera praktikoa anitz, elektronikako tresneria-laborategi zein konputagailu laborategian.
- Problema irekiak eta aplikazio adibide errealistak talde txikietan aztertze berariazko mintegiak.
- Ariketa eta problema praktikoen zuzenketako (ikasgela problemak) saio kopuru handia, ikasleen partaidetza aktiboarekin.
- Irakasgai ezberdinekin erlazionaturiko lanen burutze eta aurkezpena.

## ***Tutoretza Plana***

---

Zientzia eta Teknologia Fakultateak ikasleentzako Tutoretza Plana du 2001az geroztik, orduan sortu zelarik irakasle tutorearen irudia. Tutorearen lana funtsean ikaslea gidatzea da unibertsitatean eman behar duen denboraldian. Graduako lehenengo mailako ikasle guztiei Graduan eskolak ematen dituen irakasle tutorea esleituko zaie ikasturte hasieran, eta berarengana jo ahal izango dute, beharren arabera, esparru akademiko, pertsonal eta profesionalean orientazioa eta aholkua jasotzeko. Ikasturtearen lehenengo hamabostaldian Tutoretza Planari dagokionez aurreikusitako dinamika azalduko da.

## **2.- 31 taldearentzako berariazko informazioa (Euskara)**

---

### ***Taldeko irakasleak***

---

Gradu honetako ikasgaiak ematen dituzten irakasleen inguruko informazioa (harremanetarako datuak, tutoretza-orduak) graduako webgune instituzionalean kontsultatu daiteke:

<https://www.ehu.eus/eu/ingeniaritza-elektronikoko-gradua>

Lotura horretan, irakasle baten informazioa ikusi ahal izateko, nahikoa da irakaslearen izenaren gainean klik egitea.



## Koordinatzaileak

KARGUAK	IRAKASLEAK (saila)	Telefona Helbide elektronikoa	Bulegoa
3.KURTSOKO KOORDINATZAILEA	<b>María Victoria Martínez</b> (Elektrizitatea eta Elektronika)	94 601 5368 <a href="mailto:victoria.martinez@ehu.eus">victoria.martinez@ehu.eus</a>	CD4.P1.3
IRAKASKUNTZA- LABORATEGIEN KOORDINATZAILEA	<b>Luis Javier Rodríguez</b> (Elektrizitatea eta Elektronika)	94 601 2716 <a href="mailto:luisjavier.rodriquez@ehu.eus">luisjavier.rodriquez@ehu.eus</a>	CD3.P1.21
TUTORETZA PLANAREN KOORDINATZAILEA	<b>Aitziber Anakabe</b> (Elektrizitatea eta Elektronika)	94 601 5944 <a href="mailto:aitziber.anakabe@ehu.eus">aitziber.anakabe@ehu.eus</a>	CD4.P1.21
GRADUKO KOORDINATZAILEA	<b>Joaquín Portilla</b> (Elektrizitatea eta Elektronika)	94 601 2551 <a href="mailto:ines.delcampo@ehu.eus">ines.delcampo@ehu.eus</a>	CD4.P1.18

## Egutegia eta Ordutegia

Zentroko eskola-egutegia webgune honetan kontsultatu daiteke:

<https://www.ehu.eus/eu/web/ztf-fct/calendario>

Ordutegi ofizialak, jarduera bakoitza emango den ikasgelen inguruko informazioarekin batera, eta azterketen egutegi ofiziala fakultateko web-orrian argitaratu eta eguneratuko dira:

<https://www.ehu.eus/eu/web/ztf-fct/ordutegiak-azterketak-eta-tribunalak>

## 3.- Hirugarren mailako irakasgaiei buruzko informazio zehatza

### Laburpen taula

Lehen lauhilekoa							
IRAKASGAIA	MOTA	KREDITUAK	IRAKASKUNTZA MOTEN ORDU-BANAKETA*				
			M	S	GA	GL	GO
ELEKTROMAGNETISMOA II	Nahitaezkoa	6	36	3	21		
ELEKTRONIKADIGITALA	Nahitaezkoa	6	30	5	10	12	3
GAILUELEKTRONIKOAK ETA OPTOELEKTRONIKOAK	Nahitaezkoa	6	40	5	15		
SEINALEAKETASISTEMAK	Nahitaezkoa	6	25	5	15		15
EGUNGOPROGRAMAZIO TEKNIKAK	Nahitaezkoa	6	30	5	10		15

Bigarren lauhilekoa							
IRAKASGAIA	MOTA	KREDITUAK	IRAKASKUNTZAMOTEN ORDU-BANAKETA*				
			M	S	GA	GL	GO
TRESNERIAI	Nahitaezkoa	6	30	5	5	10	10
ELEKTRONIKA ANALOGIKOA	Nahitaezkoa	6	30	5	10	10	5
ZIRKUITU LINEALAK ETA EZ-LINEALAK	Nahitaezkoa	6	30	5	10		15
KONTROL AUTOMATIKOAI	Nahitaezkoa	6	25	5	15	5	10
KONPUTAGAILUEN ARKITEKTURA	Nahitaezkoa	6	30	5	10		15

### ***Irakaskuntza gidak***

Irakasgaiak ordena alfabetikoaren arabera ordenatuta daude.

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26843 - Egungo Programazio Teknikak

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Konputagailuen programazioa, ezagutza teknologiko eta zientifikoaren ia alor guztietan eragina duen zeharkako gaitasun bat da. Gaur egun guztiz beharrezkoa da jakintzagai gehienetan eta bere ezagutza ezinbestekoa zaie profesionaleei. Ingeniaritza elektronikoaren kasuan, bereziki, gailu eta fenomeno fisikoen simulazioa eta sistema errealean aplikazioa programazioan oinarritzen dira, izan programazioa bera elektronika digitalaren gainean osatzen bait da. Zentzu honetan, ingeniari elektronikoaren programazioaren domeinua maila guztietan eman behar da, hardwaretik gertuen daudenetatik, abstrakzio maila altuenetara. Egunpro Programazio Teknikak ikasgaiaren helburua, hain zuzen ere, abstrakzio maila altuko programazio gaitasunak jorratzea da, eguneko programazio paradigma (objektuei zuzendua, ereduak, etab.) landuz eta programazioaren egoeraren ikuspegi global bat (web aplikazioak, serbitzu gisako softwarea, garatzen ari diren lengoiaia eta teknikak, etab.) emanez.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Ondoko gaitasunak lantzen dira:

- Objektuei zuzenduriko programazioaren bidezko problemen ebazpena, ingurune grafikoak erabiliaz edo ingurune grafikorik gabe.
- Software garapen inguruneak erabiltzea, hauek dituzten tresnak jorratuz (debug, bertsioak, etab.)
- Ohizko programazio patroiak ezagutu, sortutako software ebazpenak hauetan oinarrituz.
- Dagoeneko existitzen diren software elementuen berrerabilpenaren onurak ezagutzea.
- Graduaren jakintza/lan eremuan erabiliak diren teknologia aurreratuak ezagutzea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1- Software ingeniaritza

Software garapenaren prozesu bateratua. Modeluetan oinarritutako garapena. Garapenerako laguntza inguruneak.

2- Objektuei zuzenduriko programazioaren kontzeptuak eta bere inplementazioa

Ingurune eta oinarritzko elementuak. Klasea eta objektua. Instantziak. Kapsulatzea. Herentzia. Klase abstractuak. Interfazeak. Polimorfismoa. Klase generikoak.

3- Liburutegiak eta klaseak

Klase nuklearrak eta zerbitzu-klaseak. Datuen sarrera eta irteera. Erabiltzaile interfaze grafikoak (GUIak). Harien bidezko programazioa.

4- Datuak egungo aplikazioetan

XML eta bere erabilera nabarmenenak. XHTML. Datu baseak eta SQL. Iraupenerako ereduak.

5- Software arkitektura

Bezere-zerbitzari arkitektura (socketak). Web bidezko aplikazio eta zerbitzuak. Beste arkitektura batzuk.

**METODOLOGIA**

Klase magistrak multimedia edukien eta zuzeneko exekuzio adibideen laguntzaz burutzen dira. Ikasleek, beren ordenagailu portatilekin proposaturiko ariketak ebatzi ahal izateko, gomendatutako eduki guztia instalatu behar dute. Fakultateko ordenagailu geletan eduki bera hori eskuragai izango dute. Ordenagailu laborategietako praktiken helburua ez da ikasleek bertako ekipoak erabiltzeko aukera izatea (edozein ordenagailu nahikoa da laborategiko lanak garatzeko), baizik eta irakaslearekin elkarrekintzan eta denbora mugatu batetan ariketa bat ebazteko gaitasuna lantzeko.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
<b>Ikasgelako eskola-orduak</b>	30	5	10		15				
<b>Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.</b>	45	7,5	15		22,5				

**Legenda:**

M: Magistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Test motatako proba % 20

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

- Deialdiari uko egiteko modua: azterketa finalera ez aurkeztea.

- Ebaluazio irizideak: ebaluazio elementu guztiak kontuan hartuko dira, gutxieneko 3,5 bat eskatuko delarik atal bakoitzean.
- Ikasle bakoitzak, hala nahi izango balu, azterketa finalaren aurretik software proiektu bat garatu eta aurkeztu ahal izango du. Proiektu honek ebaluazioaren %30-eko pixua izango du, azterketa finaleko pixua %40-ekoa izango delarik kasu honetan.

#### **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

- Deialdiari uko egiteko modua: azterketa finalera ez aurkeztea.
- Ikasle bakoitzak, hala nahi izango balu, azterketa finalaren aurretik software proiektu bat garatu eta aurkeztu ahal izango du. Proiektu honek ebaluazioaren %30-eko pixua izango du, azterketa finaleko pixua %70-ekoa izango delarik kasu honetan.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Netbeans garapen ingurunea eta JDK

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Oinarrizko bibliografia**

Oracleren oinarrizko tutorialak

##### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

Oracleren tutorial aurreratuak

Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlislides,; "Design Patterns. Elements of reusable object-oriented software", Addison Wesley, 1995.

Mark Grand, "Patterns in Java. Vol. 1: A catalog of reusable design patterns illustrated with UML", Wiley, 1998

##### **Aldizkariak**

Java Magazine (online - ver direcciones de Internet)

##### **Interneteko helbide interesgarriak**

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/>

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javamagazine/index.html>

#### **OHARRAK**

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26643 - Elektromagnetismoa II

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgai honen helburua Maxwell-en ekuazioen aplikazio garrantzitsuenekin trebatzea da, bereziki ondoko esparru hauetan: eremu elektromagnetiko estatikoak ingurune mugatueta, uhin elektromagnetikoen hedapena ingurune mugatu eta ez-mugatueta, erradiazio elektromagnetikoaren igorpena, material gertatzen diren efektu elektromagnetikoen teoria mikroskopikoa eta azkenik eremu elektromagnetikoen transformazioak sistema inertzialen artean (Elektromagnetismoaren formulario erlatibista). Irakasgai hau derrigorrezkoa da Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Graduetan, 3. kurtsoko ikasleentzat.

Irakasgai hau jarraitu ahal izateko ondoko oinarriak behar dira: Maxwell-en ekuazioen bidez adierazten diren fenomeno elektromagnetikoen ezagutza (EMI), ekuazio diferentzialen ezagutza, muga-problema eta uhin-ekuazioaren ebazpena (EDP, Mekanika II), Mekanika erlatibista (Mekanika I) eta materiaren egitura atomikoaren ezagutza (Materiaren egitura). Ezagutza gehienak 2. mailan lortu dira jadanik.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Ikasleak irakasgai honetan lortu behar dituen GAITASUNAK ondokoak dira:

- Elektromagnetismoaren eta bere aplikazioen oinarriko printzipioak argitasunez ulertzeko behar dituen ezagutzak lortu behar ditu.
- Elektromagnetismoaren eta bere aplikazioekin sortutako problema ezberdinak ebazteko beharrezkoak diren planteamendu eta teknika egokiak menperatzea.
- Elektromagnetismoari buruz sortutako problema eta galderak ahoz eta idatziz ondo erakustea, horrela komunikazio zientifikoarenganararekiko trebetasuna landuz.

Ikasleak irakasgai honetan izan behar dituen HELBURUAK eta lortu behar dituen ezagutzak ondokoak dira:

- Bi dimentsiotako problema elektrostatikoen ebazpena, bai aldagai banaketaren metodoaren bidez eta baita karga irudikarien metodoarekin ere.
- Eremu elektromagnetikoaren hedapenaren legeak dielektrikoetan eta eroaleetan, eta baita bi ingurune desberdinen arteko muga-gainazalean ere eta problemen ebazpena baldintza horietan.
- Eremu elektromagnetikoaren hedapenaren legeak uhin gida errektangeluarretan. Geometria errektangeluarreko kabitare erresonantziaren propietateak eta erresonantziako baldintzak.
- Karga higikorrek sortutako uhin elektromagnetikoen erradiazioaren oinarriak, bereziki erradiazio dipolarra eta antenen eta atomoen erradiazioa.
- Materiaren polarizazioaren, eroankortasun elektrikoaren eta imanazioaren mekanismo mikroskopikoak, eta baita supereroankortasunaren deskribapen laburra ere. Materiaren propietate elektrikoaren eta magnetikoaren problema sinpleen ebazpena.
- Kargen, korronteen, eremuen eta potentzialen transformazioen propietateak, erreferentzia-sistemaren aldaketarekin (Elektromagnetismoaren formulario erlatibista) eta eremuen eta potentzialen transformazioen problema sinpleen ebazpena.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

- 1.-Eremu estatikoetarako muga-problema:
  - Maxwellen ekuazioak hutsean eta ingurune jarraituetan.
  - Poisson eta Laplace ekuazioen ebazpenaren propietate orokorrak.
  - Laplace ekuazioaren ebazpenak bi dimentsiotan.
  - Karga irudikarien metodoa.
  - Muga-problema magnetostatikan.

Metodo numerikoetarako sarrera.

2.-Uhin elektromagnetikoak mugarik gabeko ingurunetan:

Eremu elektromagnetikoaren hedapena: uhin ekuazioa.

Energiaren eta momentuaren kontserbazio-legeak eremu elektromagnetikoan. Poynting bektorea. Erradiazio-presioa.

Uhin lauak eta monokromatikoak dielektrikoetan. Polarizazioa.

Uhin lauak eroaleetan: errefrakzio-indize konplexua, pelikula-efektua.

3.-Uhin elektromagnetikoak ingurune mugatuetan:

Uhin elektromagnetikoen islapena eta errefrakzioa. Fresnelen ekuazioak.

Uhin gidatuen hedapena.

Uhin-gida errektangeluarrak: ebakidura maiztasuna.

Kabitate erresonanteak.

4.-Uhin elektromagnetikoen erradiazioa:

Potentzialen uhin-ekuazioa, kontraste-transformazioak.

Potentzial atzeratuak eta eremu elektromagnetikoaren garapen multipolarra.

Erradiazio dipolar elektrikoa.

Erradiazio dipolar magnetikoa.

Antenak: igorleak eta hartzaileak.

5.-Materiaren teoria elektromagnetikoa:

Dielektrikoen teoria mikroskopikoa.

Permitibitatearen mendekotasuna maiztasunarekin.

Eroaltasuna solidoetan.

Magnetismoa materia (para-, dia-, ferro-magnetismoa eta histeresia)

Magnetismoaren teoria mikroskopikoa.

Supereroaleak.

6.-Erlatibitatea eta Elektromagnetismoa:

Maxwellen ekuazioen transformazio-propietateak.

Einsteinen hipotesia eta Lorentzen transformazioa.

Tetrabektoreak. Elektromagnetismoaren formulazio kobariantea.

Kargen eta korronteen transformazioak, kuadripotentziala.

Eremu elektromagnetikoaren transformazioa: abiadura konstantez higitzen den kargaren eremua.

Eremu elektromagnetiko tentsorea eta Maxwellen ekuazioak. Elektromagnetismoaren formulazio kobariantea.

## METODOLOGIA

ECTS kredituak: 6 (150 ordu: 60 gelako orduak eta 90 ordu ikaslearen lana)

Klase magistralak zein praktikakoak emango dira, bai ikasgelan eta baita ere etxean egiteko lana bananduz.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	3	21						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	4,5	31,5						

### Legenda:

M: Magistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 70

- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 30

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

EBALUAZIO MISTOA

A) Azterketak (partzialak zein finala): %70 azken notarena.

B) Etxerako ariketak (derrigorrezkoak !): %30 azken notarena.

\*\*\*\*\*

#### 1.- EBALUAZIO JARRAITUA:

Azterketa partzialak: 2 azterketa partzialak (3 gai sartuko dira bakoitzean).

- Eskola orduetan egingo dira.

- Bigarren azterketa egiteko, ikasleak lehenengo azterketa gainditu behar du nota  $\geq 4$ , gutxienez:  $\langle N_{azp} \rangle$  (/10)

EM-II ikasgaiaren nota finala:  $NF = 0,7 \times \langle N_{azp} \rangle + 0,3 \times \langle N_{ar} \rangle$

\*\*\*\*\*

#### 2.- EBALUAZIO FINALA:

Azterketa finala: (arriketak + galderak)  $\geq 4$ , gutxienez:  $\langle N_{azf} \rangle$  (/10)

EM-II ikasgaiaren nota finala:  $NF = 0,7 \times \langle N_{azf} \rangle + 0,3 \times \langle N_{ar} \rangle$

#### UKO EGITEA

Ikaslea ez bada aurkezten azterketa finalera, "Ez Aurkepena" izango da bere kalifikazioa.

#### EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

EBALUAZIO FINALA-ren irizpide berdinak jarraituko dira.

#### UKO EGITEA

Ikaslea ez bada aurkezten azterketa finalera, "Ez Aurkepena" izango da bere kalifikazioa.

#### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Eskoletako material guztia eta material/webgune interesgarriak, EGELA plataforman agertuko direnak: <https://egela.ehu.es>

#### BIBLIOGRAFIA

##### Oinarrizko bibliografia

- 1) J.R. Reitz y, F.J. Milford y R.W. Christy. FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ELECTROMAGNETICA, Addison-Wesley Iberoamericana, Delaware (1996)
- 2) P. Lorrain y D.R. Corson CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNETICOS, Selecciones Científicas, Madrid (1979)
- 3) David J. Griffiths, INTRODUCTION TO ELECTRODYNAMICS, Prentice-Hill Inc. USA-1999
- 4) R.K. Wagness, CAMPOS ELECTROMAGNETICOS, Limusa, México DF (1983).
- 5) M.A. Plonus, ELECTROMAGNETISMO APLICADO, Reverté, Barcelona (1982).

##### Gehiago sakontzeko bibliografia

- 6.- ELECTRODINAMICA CLASICA, J.D. Jackson, ed. Alhambra Universidad, Madrid (1980).
- 7.- MANUAL DE MATEMATICAS, I. Bronshtein y K. Semendiaev, Ed. Rubiños, Madrid (1993).

##### Aldizkariak

Revista Española de Física

##### Interneteko helbide interesgarriak

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/ocw-fisica/elecmagnet/elecmagnet.xhtml>

<http://academicearth.org/courses/physics-ii-electricity-and-magnetism>

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/8-02Electricity-and-MagnetismSpring2002/CourseHome/>

#### OHARRAK

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

25992 - Elektronika Analogikoa

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Elektronika Analogikoa irakasgaia 3. mailako derrigorrezko irakasgaia da Ingeniaritza Elektronikoko Graduan, 4. mailako derrigorrezko irakasgaia Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu Bikoitzean eta 4. mailako hautazko irakasgaia Fisikako Graduan. Ingeniaritza Elektronikoko Graduan "Diseinu Teknikak Ingeniaritza Elektronikokoan" moduluaren barruan dago eta Fisikako Graduan "Tresneria eta Neurketa" moduluaren barruan.

Irakasgai honetan zirkuitu eta funtzio analogikoen, oinarritzko zein aurreratuak, analisi eta diseinua lantzen dira. Erabilera orokorreko anplifikadoreen diseinua landuko da, ohiko konfigurazioetan, teknologia ezberdinak kontsideratuz. Gainera, zirkuitu integratu analogikoen diseinura sarrera ere landuko da, irteerako etapak, korrante iturriak, karga aktiboak eta beste zenbait oinarritzko funtzio ikusiz.

Irakasgai hau "Elektronika" eta "Teknika Esperimentalak II" 2. mailako irakasgaietan lortutako irakaskuntza emaitzetatik abiatzen da. Bi irakasgai horiek 2. mailako derrigorrezko irakasgaiak dira bai Ingeniaritza Elektronikoko Graduan bai Fisikako Graduan zein Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu Bikoitzean. Era berean, erdieroaleen fisikaren inguruko oinarritzko ezagutza ere beharrezkoa da, batez ere zirkuitu integratuen portaera mugatzen duten bigarren ordenako efektuak aztertze orduan. Horretarako Elektronika Analogikoa irakasgaiak beste irakasgaietan erabilitako ezagutzak erabiliko ditu: "Gailu Elektronikokoak eta Optoelektronikokoak" 3. mailako irakasgaia Ingeniaritza Elektronikoko Graduan eta 4. mailako (1. lauhilekoko) irakasgaia Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu bikoitzean edota "Egoera Solidoaren Fisika I" 4. Mailako (1. lauhilekoko) irakasgaia Fisikako Graduan eta Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu bikoitzean. Bukatzeko oso gomendagarria da zirkuitu elektronikoak eraginkortasunez ebazteko trebetasuna izatea, zirkuitu teoria eta gailu elektronikoaren ezagutza uztartuz.

Jardun profesionalari dagokionez, irakasgaiak ikasleen irteera profilaren garapena lagunduko duen eta zenbait alorretan lan munduratzeko ahalbidetuko duten ezagutzak eta gaitasunak batzen ditu: Osagai elektronikoak, kontsumo elektronika, elektronika profesionala (industrial, elektromedikuntza eta tresneria besteak beste).

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Irakasgaia era egokian burutzean ikasleek hurrengo emaitzak lortuko dituztela espero da:

1. Zirkuitu analogiko diskretu zein integratuen funtzionalitatea aztertu eta interpretatu, abstrakzio maila ezberdinetako zirkuitu-eskemetatik.
2. Zirkuitu eta sistema analogikoak ebatzi metodologia egokia erabiliz.
3. Teknika diskretu zein integratuen bidez, zirkuitu anplifikadoreak osatzen dituzten modulu ezberdinak modu egokian diseinatu, eta eskakizunen arabera behar bezala interkonektatu.
4. Zirkuitu elektroniko analogikoen analisi eta diseinurako tresna informatikoak era eraginkorrean erabili.
5. Zirkuitu analogikoen muntaketa praktikoan trebezia erakutsi eta neurketa tresneria modu egokian erabili, talde-lana bultzatuz.
6. Modu autonomo eta eraginkorrean diseinu analogikoaren testuinguruko informazioa bilatu eta landu, ezagutzen eguneratzea bultzatzeko bide bezala.
7. Elektronika analogikoarekin erlazionatutako ezagutzak, emaitzak eta ideiak idatziz adierazteko gai izan.

Gaitasun hauek Ingeniaritza Elektronikoko Gradu eta Fisikako Gradu ikasketa planetan modulu edota irakasgai mailan definitutako gaitasunen zehaztapena dira.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

- 1- Zirkuitu analogikoetara sarrera  
Zirkuitu analogikoak zirkuitu digitalen aurrean. Zirkuitu diskretuak eta zirkuitu integratuak. Anplifikazioaren funtsak.
- 2- Oinarritzko etapa anplifikadoreak  
Transistore bipolarraren polarizazioa osagai diskretudun zirkuituetan. Oinarritzko etapa anplifikadoreak transistore bipolarrekin (igorle komun, base komun, kolektore komun). Eremita efektuko transistorearen polarizazioa osagai diskretudun zirkuituetan. Oinarritzko etapa anplifikadoreak eremu efektuko transistoreekin (iturri komun, ate komun, hobi komun). Maiztasun eremuko erantzuna.
- 3- Transistore bat baino gehiagoko etapa anplifikadoreak  
Kaskode anplifikadorea. Darlington pareak. Osagai diskretudun etapa anitzeko anplifikadoreak. Berrelikaduradun zirkuituak (Miller-en teorema).
- 4- Irteerako etapak



Irteerako etapen sailkapena. A klaseko etapak. B klaseko etapak. AB klaseko etapak.

#### 5-Anplifikadore diferentziala

Anplifikazio diferentziala. Seinale handiko analisia. Diferentzial pareta seinale txikian: modu diferentzialeko azterketa, modu komuneko azterketa, erantzun komun eta diferentzialaren gainezarpina. Modu komunaren baztertze arrazoia (CMRR).

#### 6- Korrante iturriak (bipolar eta CMOS)

Oinarrizko CMOS korrante ispilua. Korranteen kontrola eta irteera anitzak. Ispilu bipolarrak. Irteerako inpedantzia altuko korrante ispiluak: Kaskode ispilua, Wilson ispilua. Widlar iturria.

#### 7- Etapa anplifikadoreak karga aktiboekin

Oinarrizko CMOS etapa anplifikadoreak karga akitiboekin. Karga aktibodun anplifikadore diferentziala. Kaskode anplifikadore diferentziala

#### 8- Zirkuitu integratu analogiko linealak

CMOS anplifikadore operazionala. Zirkuitu integratu analogiko baten azterketa (bipolar, CMOS,...).

### METODOLOGIA

Irakasgaia eskola magistral, eskola praktikoa eta mintegietan oinarritzen da. Eskola praktikoei dagokienez, gelako praktikez gain, laborategi zein ordenagailu praktikak ditu irakasgai honek.

Eskola magistraletan gai ezberdinen eduki teorikoak jorratuko dira ordenagailu bidezko aurkezpen eta arbeleko azalpenetan oinarrituz. Gainera ikasleek ebatzi beharko dituzten problema sortak proposatuko dira. Gelako praktiketan, adibide praktikoa garatu eta problemak zuzendu eta eztabaidatuko dira, ikasleen parte hartze zuzena bultzatuz. Ikusitako zenbait gaietan sakontzeko eta ikaskuntza kooperatiboa bultzatzeko, mintegi teoriko/praktikoak ere burutuko dira.

Ordenagailu praktiketan simulazio praktikak burutuko dira, kontzeptu teorikoak finkatu, zirkuitu errealean mugapenak ulertu eta zirkuitu elektronikoen diseinu zein analisirako funtsezko tresna diren simulazio analogikoak lantzeko balioko dutenak.

Ikasketak osatzeko, laborategian zenbait zirkuitu diseinatu, muntatu eta egiaztatuko dira.

Bestalde, ikasleen parte hartzea eta irakasle-ikasleen arteko komunikazioa bultzatu eta errazteko, eGela plataforma ere erabiliko da. eGelaren bidez ikasmaterialek eta errekurtso ezberdinak ikasleen eskura jarriko dira. Era berean, ikasturtean zehar zeregin ezberdinak bidaliko dira eGela bidez, tresna hau ikasleei beraiei ikasketa prozesua hobetzeko beharrezko feedback-a emateko erabiliko delarik.

### IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	10	10	5				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	15	15	7,5				

#### Legenda:

M: Magistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

### EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

### KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktika (ariketak, kasuak edo buruketak) % 20
- Banakako lanak % 10

### OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgaiaren ebaluazio jarraituaren sistemak honako hauek hartuko ditu kontuan:

- Praktika eta txostenak: % 20
- Ikasgelan nahiz ikasgelatik kanpo egindako lanak eta ariketak entregatzea: %10
- Banakako amaierako proba: Irakasgaiaren notaren %70a

Banakako amaierako proba idatzizko proba bat izango da. Proba hau ebatzi beharreko problemek, proposatutako problemek aplikatutako galdera teorikoz, eta laborategi eta ordenagailu praktikekin erlazionatutako galderez osatua egongo da. Azken kalifikazioa kalifikazio hauen batez besteko haztatua eginez lortuko da, baina ezinbestekoa izango da gutxienez 4.5 ateratzea banakako amaierako proban.

Bestalde, praktikak era egokian egitea ere ezinbestekoa da irakasgaia ebaluazio jarraituaren sistema bidez gaitzitzeko. Kurtsoan zehar ikasleak entregatzen dituen lanak hobetzeko argibideak emango zaizkio, honela ikasleak hurrengo

zereginak hobetu ditzan beharrezko feedback-a jasoz.

Ebaluazio jarraitua egin nahi ez duten ikasleek ebaluazio jarraituari uko egiten diotela jasotzen duen idatzi bat aurkeztu beharko diote irakasleari, eta horretarako, lauhilekoa hasten denetik bederatzi asteko epea izango dute. Ikasle hauei azken ebaluazioaren sistema aplikatuko zaie.

Azken ebaluazioaren sistemak honako hauek hartuko ditu kontuan:

- Banakako idatzizko proba: Irakasgaiaren notaren %80a
- Laborategiko praktiketako azterketa: Irakasgaiaren notaren %20a

Banakako amaierako proba idatzizko proba bat izango da. Proba hau ebatzi beharreko problemenez eta proposatutako problemek aplikatutako galdera teorikoz osatua egongo da. Azken kalifikazioa kalifikazio hauen batez besteko haztatua eginez lortuko da, baina ezinbestekoa izango da gutxienez 4.5 ateratzea banakako amaierako proban. Laborategiko praktiketako azterketa praktikoa idatzizko proba gainditu ondoren laborategian egingo da eta txostenak idaztea azterketa honen parte izango da. Azterketa praktikoa hau era egokian burutzea ezinbestekoa da irakasgaia gainditzeko. Azterketa egun ofizialean egin beharreko probara ez aurkezte hutsak ohiko deialdiari uko egitea ekarriko du.

## **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Irakasgaiaren ebaluazioa azken ebaluazioaren sistemaren bidez burutuko da, baina ebaluazio jarraituaren bidez lortutako emaitza positiboak gordeko dira.

Azterketa egun ofizialean egin beharreko probara ez aurkezte hutsak ez-ohiko deialdiari uko egitea ekarriko du.

## **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

- PSPICE simuladore analogikoa (ikasle bertsioa).
- Irakasgaiaren web orria eGelan.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Oinarrizko bibliografia**

- A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, New York, 2010.

### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

- P.R. Gray, R.G. Meyer, Analysis and design of analog integrated circuits, John Wiley & Sons, New York, 1993.
- D.A. Johns, K. Martin, Analog integrated circuit design, John Wiley & Sons, New York, 1997.

### **Aldizkariak**

### **Interneteko helbide interesgarriak**

- PSpice programa (ikasle bertsioa): Electronics Lab: <http://www.electronics-lab.com>
- Analog Devices: <http://www.analog.com>
- National Semiconductor: <http://www.national.com>
- Analog University: <http://www.national.com/analog/training>
- Fairchild Semiconductor: <http://www.fairchildsemi.com>
- Texas Instruments: <http://www.ti.com>

## **OHARRAK**

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

25993 - Elektronika Digitala

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

"Elektronika Digitala" Ingeniaritza Elektronikoko gradu hirugarren mailako eta Fisika eta Ingeniartza Elektronikoko gradu bikoitzako laugarren mailako nahitaezko gaietako bat da. "Diseinu teknikak Ingenieritza Elektronikoan" moduluan kokatuta dago.

"Mundu digitala" aztertzen den lehenengo irakasgaia da, beraz, irakasgai hau burutzeko ez dago alde aurretik gaindituta izan behar den besterik. Laugarren mailan hautazkoa den "Diseño de sistemas digitales" irakasgaiaren oinarria da.

Irakasgai honetan zirkuitu digitalen analisia eta diseinua lantzen da. Irakasgaiaren logika digitala (konbinazionala eta sekuentziala), egoera finituko makinak eta sistema sinkrono eta asinkronoak landuko dira. Klase teorikoak ariketa praktikoekin konbinatuko dira, irakasgaiaren amaieran ikasleak bere sistema digitala diseinatzeko gai izanik.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

- \* IE-ri buruzko oinarritzko gaien inguruko ezagutza sendoa izatea, denboran elektronika digitalak izango duen aldaketak baliogabetuko ez dituenak.
- \* Zirkuituak ulertzeko, diseinatzeko eta inplementatzeko behar diren metodoak ezagutzea eta aplikatzea
- \* IE-ri buruzko ezagutza berriak eskuratzeko eta arazo praktikoei modu independentean aurre egiteko gai izatea
- \* Gailu eta zirkuitu elektronikoko digitalak diseinatzeko eta aztertze behar diren tresna informatikoak erabiltzea
- \* Elektronikaren inguruan lortutako emaitzak idatziz eta ahoz komunikatzeko gaitasuna lortzea

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. Gaia: Informazioaren adierazpena

Kodeak, Zenbaki-sistemak, Zenbaki-kode bitarrak, Alfa-zenbakizko kodeak, Erroreak antzemateko kodeak

2. Gaia: Boole-ren algebra eta konmutazio funtzioak

Boole-ren algebra, Konmutazio funtzioak, Karnagh-en mapak eta funtzioen sinplifikazioa, Optimizazio tabularra, Ate logikoak eta zirkuituen diseinua, NAND eta NOR zirkuituak, Errore estatikoak: Gliche-ak,

3. Gaia: Zirkuitu konbinazionalak

Oinarritzko zirkuitu konbinazional logikoak, Oinarritzko zirkuitu konbinazional aritmetikoak, UAL-a

4. Gaia: Flip-flop-ak eta erregistroa

Memoria elementuak, Zirkuitu preprogramatuak, Kontrolatzailea, Ordenagailu arrunt baten diseinua

5. Gaia: Zirkuitu sekuentzial sinkronoak

Mealy eta Moore ereduak, Egoera baliokideak, Taula osatugabeak, Egoera esleipena, Grafo ez deterministak

6. Gaia: Zirkuitu sekuentzial asinkronoak

Pultsu moduko zirkuituak, Funtzeko moduko zirkuituak, Fluxu taulak, Transizio taulak: kitxikapen mapak eta irteera mapak, Errore dinamikoak.

7. Gaia: Diseinatzeko erabiltzen diren programen ezagupena

CAD erabilpenaren erakuzpena, HDL programazio linguaia, Zirkuituen sintesia, Simulazioa, VHDL programazio linguaia eta bere inplementazioa.

**METODOLOGIA**

Irakasgaiak eskola magistralak, mintegiak, gelako praktikak, ordenagailuko praktikak eta laborategiko praktikak ditu.

Astean bi egunetan gaiaren kontzeptuak azaltzeko eskola magistralak emango dira. Hirugarren egunean aldiz, astero proposatutako ariketak zuzenduko dira, galderak eta soluzio anitzen eztabaida irekia sustatuz.

Ordenagailuko praktikak VHDL lenguiaren ezagutza oinarrituta daude. Atal hau taldeka landuko da, lenguiari buruz idea nagusiak aztertuz eta pare bat egunetan egingo den klaseetan landuz. Azkenik, laborategiko praktiketan teorian ikusitako hainbat gai landuko dira. Praktiketaren teorian ikusitako diseno digitalak momentuan inplementatuz.

Ikasleei ikaskuntza erraztu eta bermatzeko astero ariketak zuzenduko zaizkie eta praktikak egin aurretik proposatutako diseinuak aztertuko dira.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	10	12	3				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	15	18	4,5				

### Legenda:

M: Maistrala  
GCL: P. klinikoak

S: Mintegia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 60
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 10
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 20
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 10

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ikasleak azterketa final batekin bukatutako ebaluaketa jarraitua edota ebaluaketa finala egitea erabaki dezake. Erabakia hartzeko, klase hasieratik 9 aste izango ditu.

Ebaluaketa jarraituaren irizpideak hauek izango dira:

- \* Astero entregatu eta zuzendu beharreko ariketak %15
- \* Laborategian inplementatu beharreko sistemak GAI IZAN
- \* CAD herramientak eta VHDL lenguaia %10
- \* Kurtso amaierarako prestatu beharreko proiektua: %15
- \* Banakako amaierako proba: Irakasgaiaren notaren %60 proba idatzi bat izango da, ebazteko bi edo hiru problema dituen

Azken kalifikazioa lortuko da kalifikazio horien batazbestekoa eginez. Ezinbestekoa da ebaluaketa jarraitua gaitutua izatea eta banakako amaiera proban 6 puntutik 2.5 puntu gutxienez izatea.

Azterketa finala egitea erabakitzen bada irizpideak hauek izango dira:

- \* Banakako amaierako proba: Irakasgaiaren notaren %70 proba idatzi bat izango da
- \* Sistema digitalaren proiektua %15
- \* Laborategiko praktiken azterketa, non sistema digitalen inplementazioa ebaluatuko den %15

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Aparteko deialdian irizpide hauek kontutan izango dira:

- 1) Banakako amaierako proba: Irakasgaiaren notaren %70 proba idatzi bat izango da
- 2) Sistema digitalaren proiektua %15
- 3) Laborategiko praktika bat egitea, non sistema digitalen inplementazioa ebaluatuko den %15

Irakasturtean proiektua edo praktikak egin badira, lortutako nota eta irakasgaiaren kalifikazio osotik dagokion portzentajea mantenduko da.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Consulta de los textos descritos en la bibliografía básica. Hay ejemplares disponibles en la Biblioteca Universitaria del Campus de Leioa.  
Todos los recursos utilizados en la asignatura se encuentran disponibles en el aula virtual de apoyo al curso (Moodle-Egela).

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- \* Randy H. Katz; CONTEMPORARY LOGIC DESIGN, Ed. Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.1994, ISBN 0-8053-2703-7.
- \* Victor P. Nelson, H. Troy Nagle, Bill D. Carroll, J. David Irwin, ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS LÓGICOS DIGITALES, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996, ISBN 0-13-463894-8.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- \* Herbert Taub; CIRCUITOS DIGITALES Y MICROPROCESADORES, Ed. McGraw Hill, 1983, ISBN 84-85240-41-3.
- \* M. Morris Mano, Charles R. Kime; FUNAMENTOS DE DISEÑO LÓGICO Y DE COMPUTADORAS, Ed PEARSON PRENTICE HALL, 2005, ISBN 84-205-4399-3.
- \* Frederick J. Hill, Gerald R. Peterson; TEORIA DE CONMUTACIÓN Y DISEÑO LÓGICO, Ed. Limusa Mexico.1978.
- \* Zvi Kohavi, SWITCHING AND FINITE AUTOMATA THEORY, Ed. McGraw-Hill Book Company, 1970, ISBN 07-035298-4.
- \* Stephen Brown, Zvonko Vranesic, FUNDAMENTALS OF DIGITAL LOGIC WITH VHDL DESIGN, Ed. McGraw-Hill Companies , 2000, ISBN 0-07-012591-0.
- \* Volnei A. Pedroni, CIRCUIT DESIGN WITH VHDL, Ed. Massachusetts Institute of Technology , 2004, ISBN 0-262-16224-5.

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

## OHARRAK

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26841 - Gailu Elektronikoak eta Optoelektronikoak

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Gailu Elektronikoak eta Optoelektronikoak irakasgaia Ingeniaritza Elektronikoko Gradu 3. mailako derrigorrezko irakasgaia da, M03 moduluaren barruan dagoena: "Ingeniaritza Elektronikoaren Oinarriak". Bestalde, Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu Bikoitzeko 4. mailako derrigorrezko irakasgaia ere bada.

Irakasgai honek gailu elektronikoaren eragiketaren funtsezko printzipioen eta berauen eredu elektrikoaren ezagutza eskatzen du, eta baita ere beraien erabilera oinarritzko zirkuitu elektronikoetan.

Irakasgaia, material erdieroaleen ezaugarrietatik abiatuz, gailu elektroniko eta optoelektronikoaren egituren, lan guneen eta eredu fisikoaren azterketan oinarritzen da.

Irakasgaiaren edukiek Ingeniaritza Elektronikoko Gradu eta Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu Bikoitzeko honako bi irakasgaiekin lotura sendoa dute: Elektronika eta Mikroelektronika eta Mikrosistemak.

Gailu Elektronikoak eta Optoelektronikoak irakasgaiak elektronikaren oinarrietako prestakuntza indartzen du, Informazioaren eta Komunikazioen Teknologia sektoreko konpainietako lanbide-profiletara sartzeko beharrezko oinarriak ekarpena eginez.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Irakasgai honen helburua aplikazio elektroniko zein optoelektronikoetan erabiltzen diren gailu erdieroaleen azterketa da. Funtsezko gailu erdieroaleen oinarri fisikoak aztertu eta landuko dira eta zirkuituen analisi eta diseinurako erabilgarri diren eredu baliokideak lortuko.

Irakasgai honen amaieran ikasleek izan beharko dituzten gaitasunak honakoak dira:

- GEO1: Funtsezko gailu erdieroaleen funtzionamenduaren oinarri fisikoak ulertu, deskribatu eta modu egokian adierazi eta azaldu, berariazko terminologia erabiliz.

- GEO2: Gailu erdieroaleen funtzionamenduaren funtsak modu arrazoituan aplikatu interesezko kasu praktikoetan, eskaturiko zehaztasunari egokitzuz.

- GEO3: Lorturiko emaitzak eta parametroen magnitude ordenak zentzuzkoak direla egiaztatu.

- GEO4: Funtsezko gailu erdieroaleen eredu baliokideak modu egokian erabili, beren mugapenak aztertu eta aplikazio jakin baterako eredu egokiena aukeratu.

- GEO5: Gailu erdieroaleen fabrikazio integratuko prozesuen funtsak eta berauek gailuen funtzionamenduan dituzten eragin oinarritzkoenak deskribatu.

Irakasgaiari dagozkion Ingeniaritza Elektronikoko Gradu M03 Ingeniaritza Elektronikoaren Funtsak Moduluaren gaitasunak ondokoak dira:

CM01: IEko funtsezko kontzeptu eta eskema kontzeptualak ezagutu eta erabiltzea, seinale, zirkuitu eta sistema elektronikoaren analisi eta ereduaren metodoak barne.

CM05: Elektronikarekin erlazionaturiko kontzeptu berri eta garapenen aplikazioa interpretatu, sailkatu eta balioesteko beharrezko oinarri zientifiko-teknikoa eduki.

CM06: IEko problemak planteatu eta berauek aztertu eta ebazteko eredu eta teknika egokiak erabili.

CM07: IErekin erlazionaturiko ezagutza, emaitza eta ideiak idatziz komunikatzeko eta burututako lanen txostenak egin eta dokumentatzeko gai izan.

Goian aipatu M03 moduluko gaitasun hauen bidez, irakasgaiarekin loturiko Titulazioko gaitasunak, zehatzak zein zeharkakoak, honakoak dira.

CM01: CE6, CE7, CE8, CT3, CT4 CM05: CE6, CE7, CE8, CT3, CT6

CM06: CE6, CE7, CE8, CT4, CT6 CM07: CT3, CT5, CT6, CT7

## EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

### 1 Erdieroaleen fisikaren oinarriak

Sarrera. Energia bandak eta karga eramaileak. Erdieroale intrintseko eta estrintsekoak. Eramaileen garraioa. Sorrera-birikonbinaketa prozesuak. Jarraitutasun ekuazioak. Zarata iturriak erdieroaleetan. Propietate optikoak.

### 2 Fabrikazio mikroelektronikora sarrera

Fabrikazio materialak. Olaten fabrikazioa. Fabrikazio prozesuak

### 3 Diodoak

PN juntura: Juntura motak. Juntura orekan. Polarizazioa. PN juntura diodoa: Eredu ideala. Mugapenak. Seinale txikiko eredu. Konmutazioa. Metal erdieroale juntura: Schottky diodoa

### 4 Transistore bipolarrak

Juntura transistore bipolarren (BJT) egitura eta oinarritzko funtzionamendu printzipioa. Korronteak eta irabazi faktoreak. I-V ezaugarri kurbak. Ebers-Mollen eredu. Efectu ez idealak. Seinale txikiko eredu. Konmutazioa. Heterojuntura transistore bipolarra (HBT)

### 5 Eremu efektuko transistoreak

MOS egitura. MOSFET transistorearen oinarritzko funtzionamendua. Eredu eta I-V ezaugarri kurbak. Substratuaren polarizazioa. Efectu ez idealak. Seinale txikiko eredu. Eremu efektuko beste zenbait transistore

### 6 Gailu Optoelektronikoak

Sarrera. Argi igorketa: LEDa eta erdieroale laserra. Argi detekzioa: fotodiodoak eta eguzki zelulak

## METODOLOGIA

Irakasgaia eskola teoriko, praktiko eta mintegietan oinarritzen da. Eskola teorikoak ordenagailu bidezko aurkezpen eta arbeleko azalpenetan oinarritzen dira. Eskola praktikoetan, adibideak garatu eta ariketak zuzendu eta eztabaidatuko dira, ikasleen parte hartze zuzena bultzatuz.

Bestalde, ikasleen parte hartzea eta irakasle-ikasleen arteko komunikazioa bultzatu eta errazteko, eGela plataforma ere erabiliko da.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	40	5	15						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	60	7,5	22,5						

#### Legenda:

M: Magistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 95
- Praktika (ariketak, kasuak edo buruketak) % 5

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

### EBALUAZIO JARRAITU SISTEMA

Prestakuntza aldian zehar ikasleek zenbait proba eta zeregin burutuko dituzte beren hobekuntza baloratzeko. Proba eta zeregin horiek honako pisua izango dute:

%5 Lanak eta ariketak: problemen ebazpena klasean eta ariketak entregatzea, txostenak, gaien laburpenak, kuestioak...

%10 Lehenengo idatzizko proba

%10 Bigarren idatzizko proba

%10 Hirugarren idatzizko proba

Kurtsoan zehar ikasleak entregatzen dituen lanak hobetzeko argibideak emango zaizkio.

%65 Idatzizko azterketa. Azterketa aldirako ezarritako data ofizialean irakasgaiaren eduki guztiak hartzen dituen idatzizko

proba egingo da.

## EBALUAZIO JARRAITUARI UKO EGITEA

Ikasleak ebaluazio jarraituari uko egin ahalko dio ebaluazioaren erregulazio araudiak adierazitako epean: 9 aste lauhilekoaren hasieratik kontatuta, zentroaren eskola egutegiaren arabera. Ebaluazio jarraituari uko egiteko ikasleak egelan eskuragarri izango duen dokumentua entregatu beharko dio irakasleari, modu egokian bete eta sinatuta.

Kasu honetan, ikaslea azken ebaluazio sistema bidez ebaluatuko da. Horretarako, irakasgaiaren ebaluazioaren %100 jasotzen duen idatzizko proba burutuko da, azterketa aldirako ezarritako data ofizialean. Proba honek ez du zertan ebaluazio jarraitua egin duten ikasleek azterketa garaian egingo duten probaren berdina izan behar.

## IDATZIZKO PROBAK

Idatzizko probei dagokienez, bai prestakuntza aldiko probak bai azterketa aldi ofizialeko proba:

- Ariketa, problema edota kuestio teoriko bidezkoak izango dira.
- Ezingo da liburu, apunte edo beste informazio motarik erabili, irakasleak proba edo azterketaren egunean bertan emandakoa salbu.

## KALIFIKAZIO IRIZPIDEAK

Entregaturiko lan, ariketa eta txostenetan, hala nola idatzizko probetan, ondokoa hartuko da kontutan:

- Planteamendua, garapena eta emaitzak
- Aurkezpena
- Egitura
- Idazkera
- Azalpenak (irudi/diagramak erabiliz komeni edo beharrezko bada)
- Ondorioak.

## OHIKO DEIALDIARI UKO EGITEA

Ohiko deialdiari uko egiteko aski izango da azterketa aldirako ezarritako idatzizko probara ez aurkeztea, ebaluazio sistema edozein delarik ere.

## EZOHKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ezohiko deialdiko azterketetarako ezarritako data ofizialean irakasgaiaren azken notaren %100 jasotzen duen idatzizko proba burutuko da,

Ohiko deialdian ebaluazio jarraitu bidez ebaluatuak izan diren ikasleek ebaluazioaren parte gorde ahalko dute, azterketa idatzitik dagokion portzentajea kenduz, beren onurarako denean: klaseko probak (azken notaren %10 bakoitza) edo/eta entregatzeko lan eta ariketak (azken notaren %10).

Ezohiko deialdiko idatzizko probari dagokionez:

- Ariketa, problema edota kuestio teoriko bidezkoak izango dira.
- Ezingo da liburu, apunte edo beste informazio motarik erabili, irakasleak proba edo azterketaren egunean bertan emandakoa salbu.

## EZOHKO DEIALDIARI UKO EGITEA

Ezohiko deialdiari uko egiteko aski izango da idatzizko probara ez aurkeztea.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Irakasgaiaren web orria eGelan.



## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- \* S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, New York 1981.
- \* K. Kano, Semiconductor Devices, Prentice-Hall, New Jersey, 1998.
- \* D. A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, Mc.Graw-Hill, New York, 2003.

Temas selectos de ingeniería, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994 :

- \* R.F. Pierret, Fundamentos de Semiconductores.
- \* G.W. Neudeck, El Diodo PN de Unión.
- \* G.W. Neudeck, El Transistor Bipolar de Unión.
- \* R.F. Pierret, Dispositivos de Efecto de Campo,

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- \* S.M. Sze, Modern Semiconductor Device Physics, John Wiley & Sons, New York 1997.

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

- \* Europractice: <http://www.europractice.com/>
- \* The Semiconductor Applet Service: <http://oes.mans.edu.eg/courses/SemiCond/applets/index.html>
- \* WebElements: the periodic table on the web: <http://www.webelements.com/>
- \* NSM Archive - Physical Properties of Semiconductors: <http://www.ioffe.rssi.ru/SVA/NSM/Semicond/>
- \* Computer History Museum, The Silicon Engine: <http://www.computerhistory.org/semiconductor/>

## OHARRAK

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26629 - Kontrol Automatikoa I

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Kontrol automatikoaren helburua sistemen diseinua eta bere gauzatze automatikoa da, hau da, giza-operadore baten eskuatzerik gabe, sistema dinamiko baten porteera aldeztu aurretik finkatutako mugen barruan egon dadin. Kontrolatu beharreko sistemak hainbat izaerakoak dira (fisikoak, kimikoak, biologikoak, etabar) eta kontrol-helburuak lortzeko nagusiki berrelikadura erabiltzen da. Kontrol automatikoaren aplikazio esparrua zabala da, hala nola tresneria eta neurketa, sare-elektrikoak, sistema ziberfisikoak, eta, orokorrean, sistema mekatronikoak (sistema elektronikoak, potentziakoak, elektromekanikoak, ...).

Irakasgaian sistema berrelikatu eta kontrol automatikoaren oinarriak ikusten dira, bai eremu jarraituan bai eremu diskretuan. Batez ere, LTI sistema dinamikoak (linealak eta denboran aldaezinak) aztertzen dira, kanpoko irudipenaren bitartez, hau da, transferentzi funtzioaren bitartez. Ikastaroan, LTI sistemak adierazteko, aztertze eta kontrolagailuak diseinatzeko tresnak aurkezten dira, denbora jarraituko eta diskretuko eremuetan.

Irakasgaia jarraitzeko "Seinaleak eta Sistemak" irakasgaia gaituta izatea gomendagarria da. Era berean, matematika eta fisikaren oinarriak ezagutza izatea gomendagarria da. Matematikan, kontzeptu hauek ezagutzea gomendagarria da: koefiziente konstanteak dituzten ekuazio diferentzial linealen ebazpena, kalkulo matritziala eta aldagai konplexuko funtzioen analisi. Fisikan, mekanika eta elektrizitate arloko oinarriak ezagutza beharrezkoa da (Newton-en legeak, Kirchhoff-en legeak).

Irakasgai hau beharrezkoa da Ingeniaritza Elektronikoko Gradua eta Fisika eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu Bikoitza lortzeko. Bestalde, irakasgai hau ere beharrezkoa da Tresneria eta Neurketa berezitasuna lortu nahi duten Fisika ikasleentzat, hori Fisikako Gradua lortzeko aukeratu dezaketen bide bat izanik.

Sistemak aztertze eta kontrolatzeko irakasgaian jorratzen diren teknikak aplikatzen dira hainbat prozesu fisikoetan (elektrikoak, mekanikoak, kimikoak, termodinamikoak, hidraulikoak, etabar). Era berean, teknika horiek aplikatzen dira beste hainbat prozesu motetan, hala nola prozesu ekonomikoak, biztanlego-dinamikak, irudi- eta soinu-prozesaketan. Ondorioz, irakasgai hau funtzezkoa da ingeniaritza ikasleentzat, lortutako gaitasunak eta ezagutza beren formakuntzan eta ibilbide profesionalean oso erabilgarriak izango baitira. Era berean, ezagutza horiek funtzezkoak dira Fisikako ikasleentzat, bere ibilbidea Fisika esperimentalera zuzentzen bada, non Tresneria eta Neurketa arloko ezagutza eta gaitasunak izatea beharrezkoa den.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Helburua da ikasturte amaieran ikasleak hurrengo gaitasunak izatea:

- Kontrol-teoria klasikoaren oinarriak menperatzea eta hainbat sistema motetan horiek aplikatzeko gai izatea. Horren arabera, ikaslea gai izango da:
  - \* sistema fisikoaren kanpoko irudikapen linealean oinarrituta eta hainbat tresna matematiko erabiliz, sistema horien dinamika adierazteko, begizta irekian eta itxian (sistemen eredu zehaztua);
  - \* sistemen eredu matematikoen laguntzarekin eta analisi-tresnak erabiliz, sistemen portaera ezaugarritzeko; eta
  - \* kontrolari buruzko problema sinpleak ebazteko eta kontrolagailu sinpleen parametroak aukeratzeko eta doitzeko.

Hiru fase horiek sistema lineal eta parametro konstantedunetan landuko dira, bai kasu jarraituan bai kasu diskretuan.

- Sistemen simulaziorako tresna informatikoen erabilpena. Hauek kontrol-sistemen analisisian eta diseinu-prozesuan oso lagungarriak dira.
- Sistemen Ingeniaritza eta Automatika arloan erabiltzen den terminologia ezagutzea eta menperatzea.
- Gai izan irakasgaiarekin lotutako ezagutza, emaitza eta ideiak idatziz transmititzeko, egindako lana azaltzen duten txostenen bitartez.
- Irakasgaiaren helburu espezifikoetatik gain, ikaslea trebatuko da bai ahozko bai idatzizko aurkezpenetan.
- Laborategi-lanak talde baten barruan egiteko gai izatea

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

Eduki teorikoak:

1- Oinarriko kontzeptuen berrikuspena: Eredu zehaztua eta sistema dinamikoaren kanpoko deskribapena.

Sistema fisikoen irudikapena eredu matematikoen bidez. Kanpoko irudikapena. Egonkortasuna eta erregimen iragankorra. Maiztasun-erantzuna.

2- Berrelikatutako sistema jarraiak eta diskretuak  
Oinarrizko kontzeptuak. Prezisia. Kontrol-begizta jarraia eta diskretua. Sistema diskretu baliokidea.

3- Erroen kokaera (EK)  
EKren eraikuntza. Berrelikatutako sistemen azterketa EKren bitartez.

4- Berrelikatutako sistemen egonkortasuna.  
Egonkortasunaren definizioak sistema jarrai eta diskretuentzako. Egonkortasun irizpideak: Routh-Hurwitz, Nyquist, Irabazi- eta Fase-tarteak.

5- Kontrol-sistemen diseinua maiztasun eremuan (Bode) eta erroen kokaeraren bitartez. PID eta konpentsazio-sareak. Kontrol motak: PID, fasearen konpentsazio-sareak. Diseinua maiztasun eremuan Bode diagramaren bitartez. Diseinua erroen kokaeraren bitartez.

Eduki praktikoak:  
Scilab programaren erabilpena, kontrol-sistemak adierazteko, aztertze eta diseinatzeko.

## METODOLOGIA

- Irakasgaiaren oinarria alde batetik klase magistralak izango dira. Klase magistraletan irakasleak irakasgaiaren edukiak aurkeztuko ditu, arbelean emandako azalpen, ordenagailu bidezko aurkezpen eta Scilab programaren bidez eginiko simulazioak erabiliz.
- Gelako praktiketan, alde aurretik proposatutako adibide praktikoak ebatziko dira. Problemen ebazpenetan ikasleen parte hartzea beharrezkoa da, bai klasean bertan bai eGela plataforma birtualaren bidez. Era horretan, ikasleen parte hartzea eta irakaslea eta ikasleen arteko komunikazioa indartu nahi da. Klase horietan ordenagailuaren bidezko simulazioak ere erabiltzen dira, tresna nagusia Scilab izanik.
- Ordenagailu eta Laborategiko praktikak: Klase teorikoetan ikusitako kontzeptuak finkatzeko asmoz, ordenagailu eta laborategiko praktikak gauzatzen dira. Bertan, ikasleek gehienbat simulazioak eta kalkuluak egiteko Scilab programa erabiltzen dute, irakasleak gidatuta. Bestalde, Laborategi-praktiketan sistema fisiko baten denbora errealeko kontrola gauzatzen da.
- Irakasgaiaren edukiak eta gaitasunak barneratzeko, ikasleak erabili behar ditu ematen zaizkion irakasgaiaren apunteak eta bibliografian aipatzen diren testuak, hala nola ariketa eta laborategiko praktiken proposamenak.
- Irakasgaiari lotutako informazioa (apunteak, problemak, aurkezpenak, praktiken gidoiak, etabar) EHUko eGela zerbitzarian eskuragarri izango da.
- Interesgarria da Sistemen ingeniariaritz eta Automatika arloan antolatzen diren ekintzetan parte hartzea. Horien artean, Zientzia eta Teknologia Fakultatean Elektrizitatea eta Elektronika sailak urtero antolatzen dituen Ingeniaritza Elektronikoko Jardunaldietan parte hartzea gomendatzen da

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
<b>Ikasgelako eskola-orduak</b>	25	5	15	5	10				
<b>Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.</b>	37,5	7,5	22,5	7,5	15				

**Legenda:** M: Magistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoa TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 30

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Oharrak:

- Laborategiko Praktikak egitea eta txostenak aurkeztea derrigorrezkoa da. Beraz, baldintza hau ez betetzeak irakasgaia

ez gainditzea ekartzen du.

- Scilab da azterketan edo ikastaroan zehar egindako proba idatzietan erabiliko den kalkulurako tresna.
- Azterketa teorizan, problemas eso galera bat era egokian ebatzi dela hartuko da, emaitza zuzena lortzen bada irakasgaian ikasita teknikak erabiliz eta lortutako emaitza aztertzen bada era kritikoan. Idazkera zuzena eta irakasgaiari dagokiona izan behar da.
- Praktiketara eta txostenetara, problemak irakasgaian landutako teknikak eta proposatutako tresna informatikoa erabiliz ebatsi behar dira. Ikasleak era aktiboan parte hartu behar du laborategian egiten diren zereginetara eta horiek prestatzeko eginkizunetara. Txostena praktikaren garapena eta lortutako emaitzak azaldu behar dira, dagozkien azterketak gehituz. Idazkera zuzena eta irakasgaiari dagokiona izan behar da. Txostenaren formatoak irakasleek adierazitako espezifikazioak bete behar ditu.
- Praktikak taldeka egiten dira eta talde bakoitzak bere ebaluaziorako txosten bana aurkeztu behar du. Horrela, taldekako lana bultzatu nahi da.
- Praktikei dagokien notaren %30aren barruan, klaseko problemen ebazpenetara ikaslearen parte hartzea baloratzen da ere.
- Azken frogaren balioa notaren %70a da. Halere, Ikasturtearen zehar, irakasleek proposatu dezakete hainbat zeregin, hautazko. Horietara era aktiboan parte hartzen duten ikasleek, balorazio positiboa jasotzen badute, azkenengo notaren portzentai bat lortu dezakete. Lan gehigarri horiek azkenengo notaren %30a izan daitezke, gehienez. Beraz, azkenengo azterketaren balioa %40a eta %70aren artean egongo da, lan gehigarrien kopuruaren arabera. Edozein kasutan, irakasgaia gainditzeko, %70 horri dagokion nota minimoa da 10etik 3.5 puntu.
- Azken ebaluazio bidez ebaluatutako izatea eskatzen duten ikasleek (Graduko Titulazio Ofizialetako Ikasleak Ebaluaziorako Arautegiko 8.3 Artikuluan arabera) proba hauek egin behar dituzte: azterketa teoriko bat (notaren %70a) eta proba praktikoa bat laborategian, txosten bat emateaz gain (notaren beste %30a). Ebaluazio irizpideak, ebaluazio jarraituan erabiltzen diren berberak dira.
- Ikaslea ez bada probara aurkeztu deialdiaren uko egin diola ulertuko da eta "Aurkezteke" jarriko zaio.
- Beste ebaluazio-irizpideak: Bai azterketara bai praktika-txostenetara, lortutako emaitzen analisia era berezian baloratuko da

#### **EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Oharrak:

- Ikasleek gorde dezakete ohiko deialdian praktiken ebaluazioan lortutako nota. Bestela, beste txosten bat aurkeztuko dute ebaluazio berri bat egiteko. Txosten honen ebaluazioa, notaren %30a izango da, eta beste %70a ebaluatuko da azterketa idatzi baten bidez.
- Derrigorrezko praktikak egin ez dituzten ikasleek proba hauek egin behar dituzte: azterketa teoriko bat (notaren %70a) eta proba praktikoa bat laborategian (notaren beste %30a).
- Edozein kasutan, irakasgaia gainditzeko, proba idatzian lortu beharreko nota minimoa da 10tik 3.5 puntu.
- Ikaslea ez bada probara aurkeztu deialdiaren uko egin diola ulertuko da eta "Aurkezteke" jarriko zaio.
- Ebaluazio-irizpideak ohiko deialdian erabilitako berberak dira.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Irakasleak kurso hasieran eta kurtsoan zehar ematen duen materiala, eGela zerbitzariaren bitartez.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- \* Feedback Control of Dynamic Systems. Gene F. Franklin. Prentice-Hall. 2006
- \* Automatic Control Systems. Benjamin C. Kuo, F. Golnaraghi. John Wiley and Sons, 2003.
- \* Sistemas de Control Moderno. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. Pearson Prentice Hall. 2005
- \* Sistemas de control continuos y discretos: Modelado, identificación, diseño, implementación. John Dorsey, McGraw-Hill, 2005.
- \* Erregulazio automatikoa, A. Tapia eta J. Florez. Elhuyar, 1995.
- \* Kontrol digitalaren oinarriak, Arantza Tapia, Gerardo Tapia eta Julian Florez. Elhuyar, 2007.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- \* Control System Design. Graham C. Goodwin. Prentice Hall. 2001.
- \* Modeling and Simulation in scilab/scicos. Jean-Philippe Chancelier, Stephen L. Campbell, Ramine Nikoukhah. Springer, 2006.
- \* Feedback systems. An introduction for scientists and engineers. Karl J. Aström, Richard M. Murray. Princeton University Press, 2008.
- \* PID Controllers: Theory, Design, and Tuning. Karl J. Aström and Tore Hägglund. International Society for Measurement and Control, 1995.
- \* Digital Control of Dynamic Systems. Gene F. Franklin, J. D. Powell and M. L. Workman. Addison-Wesley, 1998.

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

- \* Scilab: <http://www.scilab.org>
- \* Matlab: <http://www.mathworks.com/academia/index.html>
- \* EHU OpenCourseWare, Automatica: <https://ocw.ehu.eus/>
- \* MIT OpenCourseWare, Massachusetts Institute of Technology: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>

## OHARRAK

La asignatura se imparte en euskera y castellano.

**IRAKASGAIA**

26018 - Ordenagailuen Arkitektura

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Kurtso honetan zehar xede orokorreko konputagailu baten funtzionamendua eta bere diseinuaren oinarritzko hastapenak ikasiko dira. Hasiera batean funtsezko egitura (Von Neumann arkitektura) eta bere osagai nagusiak ikusten dira (Prozesaketa Unitate Zentrala -PUZ-, memoria, sarrera/irteerako gailua) eta gero osagai bakoitzaren zehaztasunak aztertzen dira. Ondoren, PUZ-ren egitura eta funtzionalitatea sakonki aztertuko da: seinaleak, irakurri/idatzi zikloak, helbide espazioaren mapa eta aginduen exekuzioa. Behin puntu horiek ikusita, kurtsoaren helburua mikroprozesatzaile baten programazioa menperatzea izango da: helbideratze moduak, aginduen multzoa eta programazio teknikak. Bukatzeko, salbuespenen mekanismoa (etendurak barne) eta bere erlazioa sarrera/irteera eta sistema eragilearekin ikasiko da.

Egokia da Elektronika digitala irakasgaia egin izana, zirkuitu digitalen diseinuaren, ate logikoen eta logika boolearraren ezagutza izateko.

Elektronikako ingeniari baten jarduera profesionalean beharrezkoa da konputagailuak nola funtzionatzen duten ulertzea. Era berean, mikroprozesatzaileetan oinarritutako diseinuak egitekotan, SoCs, PICs, etab, erabilgarria da mihiztatzaile lengoaietan terebatua izatea, edo behintzat mihiztatzaile lengoaian idatzitako kodea ulertzeko kapaz izatea.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Lortuko diren gaitasunak: Konputagailuen funtzionamenduaren oinarritzko hastapenen ezagutza sakona bai hardwarra baita softwarrari dagokionez. Konputagailu erre bat diseinatzeko gaitasuna. Mihiztadura lengoaian programatzeko gaitasuna. Goi mailako programazio lengoia batean idatzitako programa bat diseinatu eta exekutatzeko benetan gertatzen dena ulertzeko gaitasuna. Oinarritzko sarrera/irteera mekanismoak ulertzeko gaitasuna eta denbora errealeko gertakizunen kudeaketa. Sistema eragile baten nukleoak konputagailu baten hardware baliabideak kudeatzeko gaitasunaren ulermena.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK****TEMARIO (EUSKERA)****1. OINARRIAK.**

Ikuspegi historikoa. Von Neumann arkitektura. Bus-ak. Irakurri eta idatzi zikloak. PUZ-ren helbide espazioaren mapa.

**2. MEMORIA GAILUAK.**

Memoria gailuen motak. Egitura eta atzipen metodoa. Helbideen deskodeketa. Gailuen mapaketa PUZ-ren helbide espazioan.

**3. DATUEN ADIERAZPENEA.**

Bitarra, zortzitarra, hamartarra eta hamaseitarra. Zenbaki osoak: zeinua daukan eta zeinurik gabeko adierazpena, gainezkatzearen kontzeptua. Koma mugikorra duten zenbakiak. Karaktereen adierazpena.

**4. PROGRAMEN EXEKUZIOA.**

Aginduen kodeketa. Programa kontagailua. Exekuzio faseak. PUZ-ren seinaleak eta busak. Irakurri/idatzi eragiketak.

**5. HELBIDERATZE MODUAK**

Helbideratze moduaren kontzeptua. Erregistrora zuzena. Erregistroen bidezko zeharkako modua memoriara. Memoriara modu zuzenak. Berehalako moduak. Modu inplizituak.

**6. AGINDUAK**

Agindu motak. Datuen mugimendua. Agindu aritmetikoak. Agindu logikoak. Desplazamendua eta errotazioa. Programaren kontrola. Sistemaren kontrola.

**7. PROGRAMAZIOA MIHIZTADURA LENGOAIA**

Mihiztadura lengoia eta mihiztatzailea. Pseudoaginduak. Erabaki egituren inplementazioa. Azpirrutinak eta parametroak. Datu egituren adierazpena.

**8. SALBUESPENAK**

Salbuespenaren kontzeptua eta salbuespenen mekanismo baten beharra. Egoera pribilegiatuak. Salbuespenen prozesamendua. Bektoreen taula. Salbuespen motak. Etendurak.

**9. SARRERA/IRTEERA**

Sarrera/irteera-ko gailuak. S/I serie eta paraleloa. S/I programaren bidez. S/I etenduren bidez. S/I DMA-ren bidez.

**LABORATEGI PRAKTIKAK****METODOLOGIA**

GA-n ariketak egingo dira, batez ere mihiztadura lengoian programatzea eskatuko dituzten ariketak hain zuzen ere. GO-n bost praktika burutuko dira, konputagailu baten behe mailako programazioa eta hardware/software interfazea landuko dituzten ariketen bidez, ebazpenak sistema errealean implementatuko direlarik.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	10		15				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	15		22,5				

### Legenda:

M: Maistrala  
GCL: P. klinikoak

S: Mintegia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 85
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 15

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Idatzizko frogak, galdera eta ariketa teoriko-praktikoez osatua. (%85)

Laborategi saioetara bertaratzeak eta bertan garatutako ariketen ebazpenen kalitateak %15-eko pixua izango du.

Praktiketara bertaratzea ez da derrigorrezkoa, baina egiten ez dituenaren puntuazioa 0 izango da.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ohizko deialdiko antzerako idatzizko frogak (%85-eko pixua izango duena) eta laborategi saioetan landutako antzerako ariketa bat, idatziz eta sistema erreal baten laguntzarik gabe ebatzi behar dena (%15-eko pixua izango duena). Hala nahi duten ikasleek, laborategi saioetako nota mantendu ahal izango dute (%15-eko pixua), soilik idatzizko frogara aurkeztuz (%85-eko pixua).

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- \* Computadores y microprocesadores. A.C. Downton. Addison-Wesley, 1993
- \* Fundamentos de los computadores. P. de Miguel Anasagasti. Paraninfo, 2007.
- \* El µP Motorola 68000. José María Alcaide (Moodle-en eskuragarri).
- \* The 68000 Microprocessor. James L. Antonakos. Prentice-Hall, 2003.
- \* 68000 µp-ren eta 68fil sistemaren erreferentziako eskuliburuak (praktiketan erabiltzen dena).

### Gehiago sakontzeko bibliografia

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

Interneteko baliabide interestarrien estekak ematen dira eGelan.

## OHARRAK

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26630 - Seinaleak eta Sistemak

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

- Kurtso honetan seinale eta sistemen analisiaren oinarriak ikusten dira, bai eremu jarraituan bai eremu diskretuan. Aplikazio esparrua zabala da, hala nola seinaleen iragazia eta prozesaketa, komunikazioa eta kontrol automatikoa. Edukiak nagusiak hauek dira: konboluzioa, Fourierren serieak eta transformatuak, seinale jarraituen laginketa eta prozesaketa denbora diskretuko eremuan, Laplace eta Z transformatuak, analisia maiztasun-eremuan eta sistemen analisia transferentzi funtzioaren bitartez.

- Irakasgaia jarraitzeko gomendagarria da matematika eta fisikaren oinarritzko ezagutza izatea. Matematikan, kontzeptu hauek ezagutzea gomendagarria da: koefiziente konstanteak dituzten ekuazio diferentzial linealen ebazpena, kalkulo matriziala eta aldagai konplexuko funtzioen analisia. Fisikan, mekanika eta elektrizitate arloko oinarritzko ezagutza beharrezkoa da (Newton-en legeak, Kirchhoff-en legeak).

- Irakasgai hau funtzezkota Kontrol Automatiko I irakasgaia jarraitzeko, bigarren lauhilabetean irakasten dena eta beharrezkoa dena Ingeniaritza Elektronikoko Gradua lortzeko. Bestalde, irakasgai hau ere beharrezkoa da Tresneria eta Neurketa berezitasuna lortu nahi duten Fisika ikasleentzat, hori Fisikako Gradua lortzeko aukeratu dezaketen bide bat izanik.

- Irakasgai honetan seinaleak eta sistemak aztertzeko jorratzen diren teknikak aplikatzen dira hainbat prozesu fisikoetan (elektrokoak, mekanikoak, kimikoak, termodinamikoak, hidraulikoak, etabar). Era berean, teknika horiek aplikatzen dira beste hainbat prozesu motetan, hala nola prozesu ekonomikoak, biztanlego-dinamikak, irudi- eta soinu-prozesaketan. Ondorioz, irakasgai hau funtzezkota ingeniaritza ikasleentzat, lortutako gaitasunak eta ezagutza beren formakuntzan eta ibilbide profesionalean oso erabilgarriak izango bait dira. Era berean, ezagutza horiek funtzezkota dira Fisikako ikasleentzat, bere ibilbidea Fisika esperimentalera zuzentzen bada, non Tresneria eta Neurketa arloko ezagutza eta gaitasunak izatea beharrezkoa den.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Kurtsoaren helburua ikasleak hurrengo gaitasunak lortzea da:

- Seinale eta sistemekin erlazionatutako oinarritzko kontzeptuak ezagutu eta erabili.
- Seinale eta sistemak ereduatzeko eta aztertzeko teknikak ezagutu eta erabili, denbora- eta maiztasun-eremuan, bai kasu jarraituan bai kasu diskretuan.
- Seinale jarraituen lagintze-prozesua eta laginen bitarteko seinaleak berreskuratzeko teknikak ezagutu eta erabili.
- Seinale eta sistemei buruzko oinarritzko problemak ebatzi, teknika egokiak erabiliz.
- Gai izan irakasgaiarekin lotutako ezagutza, emaitza eta ideiak idatziz transmititzeko, egindako lana azaltzen duten txostenen bitartez.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

Irakasgaiaren eduki teorikoak hauek dira:

1- Seinale eta sistematarako sarrera

Oinarritzko kontzeptuak. Sistemen ereduak denbora eremuan. Seinale eta sistemak denbora jarraituan eta denbora diskretuan.

2- Seinaleen transformatua

Fourierren serieak eta Fourierren transformatuak. Laplaceren transformatua. Z transformaztua. Transferentzi funtzioa.

3- Seinale eta sistemen analisia

Amplitud- eta fase-espektrak. Energia- eta potentzia-seinaleak. Energia eta potentziaren dentsitate espektrala. Seinale periodikoen potentziaren kalkulua. Konboluzio-integrala. Konboluzio diskreto. Sistemen analisia denbora jarraituan eta diskretoan transferentzi funtzioaren bitartez. BIBO egonkortasuna.

4- Laginketa eta berreraikuntza

Lagindutako seinale baten Fourierren transformatua. Seinale baten berreraikuntza bere laginen bitartez. Gainjarpena eta



Nyquisten laginketa-teorema. ZOH.

5- Seinale eta sistemen analisia maiztasun eremuan

Maiztasun erantzuna erabiliz Fourieren, Laplaceren, eta Z transformaztuak. Maiztasun erantzunaren irudikapen grafikoak (irudikapen polarra eta Boderen lekua). Bode diagramen erainkuntza (konstanteak, polo eta zero errealak, polo eta zero konplexu konjokatuak). Iragazkiak.

Horretaz gain, hurrengo gai osagarria dago:

6- Berrelikatutako sistema linealak

Berrelikadura. Routh-Hurwitzen irizpidea. Nyquisten irizpidea. Irabazi- eta fase-tartea.

Irakasgaiaren eduki praktikoak hauek dira:

- Kalkulo zientifikorako Scilab programaren erabilpena.
- Seinale jarraitu eta diskretuen irudikapena denbora- eta maiztasun-eremuetan Scilab programaren bitartez.
- Seinaleen analisia maiztasun-eremuan: Amplitude-, fase-, energia- eta potentzia-espektroen irudikapena Scilab programaren bitartez.
- Seinaleen analisia maiztasun-eremuan: Bode diagramaren irudikapena Scilab programaren bitartez.

## METODOLOGIA

- Irakasgaiaren oinarria alde batetik klase magistralak izango dira. Klase magistraletan irakasleak irakasgaiaren edukiak aurkeztuko ditu, arbelean emandako azalpen, ordenagailu bidezko aurkezpen eta Scilab programaren bidez eginiko simulazioak erabiliz.

- Gelako praktiketan, aldeaz aurretik proposatutako adibide praktikoak ebatziko dira. Problemen ebazpenetan ikasleen parte hartzea beharrezkoa da, bai klasean bertan bai eGela plataforma birtualaren bidez. Era horretan, ikasleen parte hartzea eta irakaslea eta ikasleen arteko komunikazioa indartu nahi da. Klase horietan ordenagailuaren bidezko simulazioak ere erabiltzen dira.

- Laborategiko praktikak: Klase teorikoetan ikusitako kontzeptuak finkatzeko asmoz, laborategiko praktikak gauzatzen dira. Bertan, ikasleek gehienbat simulazioak eta kalkuluak egiteko Scilab programa erabiltzen dute, irakasleak gidatuta. Kasu berezietan, eta irakaslearekin adostuta, praktikak era ez presentzialean gauza daitezke.

- Irakasgaiaren edukiak eta gaitasunak barneratzeko, ikasleak erabili behar ditu ematen zaizkion irakasgaiaren apunteak eta bibliografian aipatzen diren testuak, hala nola ariketa eta laborategiko praktiken proposamenak.

- Irakasgaiari lotutako informazioa (apunteak, problemak, aurkezpenak, praktiken gidoiak, etabar) EHUKo eGela zerbitzarian eskuragarri izango da.

- Interesgarria da Sistemen ingeniariaritzaren eta Automatika arloan antolatzen diren ekintzetan parte hartzea. Horien artean, Zientzia eta Teknologia Fakultatean Elektrizitatea eta Elektronika sailak urtero antolatzen dituen Ingeniaritza Elektronikoko Jardunaldietan parte hartzea gomendatzen da.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	25	5	15		15				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	37,5	7,5	22,5		22,5				

**Legenda:**

M: Maistrala

S: Mintecia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoa

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 30

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Oharrak:

- Praktikak egitea eta txostenak aurkeztea derrigorrezkoa da. Beraz, baldintza hau ez betetzeak irakasgaia ez gainditzea ekartzen du.

- Praktikak taldeka egiten dira eta talde bakoitzak bere ebaluaziorako txosten bana aurkeztu behar du. Horrela, taldekako lana bultzatu nahi da.
- Praktikei dagokien notaren %30aren barruan, klaseko problemen ebazpenetan ikaslearen parte hartzea baloratzen da ere.
- Araututako baldintzak betetzen dituzten ikasleek azken froga baten bitartez ebaluatzen badira, azterketa bat (azken notaren %70a) eta froga praktiko bat egin beharko dute (geratzen den %30a).
- Ebaluazio-irizpideak: Bai azterketan bai praktika-txostenetan, lortutako emaitzen analisia era berezian baloratuko da.
- Ikaslea ez bada probara aurkezten deialdiaren uko egin diola ulertuko da eta "Aurkezteke" jarriko zaio.

#### **EZOHICO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Oharrak:

- Praktikak egitea eta txostenak aurkeztea derrigorrezkoa da. Beraz, baldintza hau ez betetzeak irakasgaia ez gainditzea ekartzen du. Ikaslea nahi izanez gero, praktika-txosten berritua aurkeztu dezake.
- Araututako baldintzak betetzen dituzten ikasleek azken froga baten bitartez ebaluatzen badira, azterketa bat (azken notaren %70a) eta froga praktiko bat egin beharko dute (geratzen den %30a).
- Ebaluazio-irizpideak: Bai azterketan bai praktika-txostenetan, lortutako emaitzen analisia era berezian baloratuko da.
- Ikaslea ez bada probara aurkezten deialdiaren uko egin diola ulertuko da eta "Aurkezteke" jarriko zaio.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Irakasleak kurso hasieran eta kurtsoan zehar ematen duen materiala, eGela zerbitzariaren bitartez.

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Oinarrizko bibliografia**

- \* Introducción a las señales y los sistemas. Lindner, Douglas K. McGraw-Hill. 2002
- \* Señales y sistemas. Oppenheim, Alan V, Nawab, S. Hamid, Willsky, Alan S. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1998.

##### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

- \* Fundamentos de señales y sistemas usando la Web y MATLAB. Heck, Bonnie S. Kamen, Edward W. Pearson Educación. 2008
- \* Señales y sistemas : análisis mediante métodos de transformada y MATLAB. Roberts, Michael J. McGraw-Hill. 2005
- \* Signals and Systems. Haykin, Simon and Van Veen, Barry. Wiley, 2002.
- \* Señales y sistemas continuos y discretos. Soliman, Samir S, Srinath, M. D. Prentice Hall. 1999.
- \* Erregulazio automatikoa, A. Tapia eta J. Florez, Elhuyar, 1995.
- \* Kontrol digitalaren oinarriak, Arantza Tapia, Gerardo Tapia eta Julian Florez, Elhuyar, 2007.

##### **Aldizkariak**

##### **Interneteko helbide interesgarriak**

- \* MIT OpenCourseWare, Massachussets Institute of Technology: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>
- \* Scilab: <http://www.scilab.org>
- \* Matlab: <http://www.mathworks.com/academia/index.html>
- \* EHU OpenCourseWare, Automatica: [http://http://ocw.ehu.es/enseñanzas-tecnicas/automatica/Course\\_listing](http://http://ocw.ehu.es/enseñanzas-tecnicas/automatica/Course_listing)

#### **OHARRAK**

Ez dago oharririk.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26631 - Tresneria I

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Deskribapena: Irakasgai honen helburua tresneria sistema elektronikoen kontzeptu orokorrak aurkeztea da, aplikazio-eremua edozein delarik ere. Magnitude fisikoen karakterizazio esperimentalaren funtsak lantzen dira, sentsoak, zarata eta interferentzia elektromagnetiko, eta seinaleen eskuratze eta egokitzapen funtsezko tekniketarako sarrerak barne. Gainera seinaleen sorrera eta modulazioa ikusten dira eta baita eskuratze sistemen hastapenak ere.

Testuingurua: Tresneria I irakasgaia Ingeniaritza Elektronikoko Gradu eta Fisika eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu bikoitzeko 3. ikasturteko derrigorrezko irakasgaia da. Irakasgaia burutzean, ikasleek zirkuitu elektronikoen inguruko oinarritzko ezagutzak izango dituzte, aipatu graduetak 2. mailako Elektronika eta Teknika Esperimentalak II irakasgaietan eskuratutakoak. Era berean, gradu horietako 4. mailan hautazkoa den Tresneria II irakasgaia eskaintzen da. Bertan, Tresneria I irakasgaiaren eskuratutako oinarrietatik abiatuta, tresneria birtualean sakonduko da. Beste alde batetik, Tresneria I irakasgaia Fisikako Graduak hautazko irakasgaia ere bada (3. edo 4. ikasturtean). Fisikaren arlo esperimentalarako bereziki gomendagarria da. Izan ere, sentsoak eta transduktoreetatik datozen seinale fisikoen egokitzapen analogikoa burutzeko oinarriak ezartzen baititu.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Irakasgai honetan lantzen diren gaitasunak honako hauek dira:

- Neurketa sistemen oinarritzko printzipioak deskribatu, kalibrazioa eta errorea barne.
- Magnitude fisiko ezberdinen neurketarako erabil daitezkeen sentsoak ezberdinen funtzionamendu printzipioak eta berauen arazo praktikoak ezagutu.
- Zaratak eta interferentzia elektromagnetikoei tresneria elektronikoko sistemetan duten efektua identifikatu, eratorritako mugak ezagutu eta muga hauek minimizatzeko estrategiak aplikatzeko gai izan.
- Seinaleen sintesirako, datuen eskuratzerako eta seinaleen egokitzapenerako oinarritzko zirkuitu elektronikokoak aztertu eta diseinatu.
- Tresneriako zirkuitu eta sistema elektronikoen analisi eta diseinurako tresna informatikoak trebeziaz erabili, baita tresneria birtuala eta neurketa tresnen kontrolerakoak ere.
- Oinarritzko tresneria elektronikorekin erlazionaturako ezagutzak, emaitzak eta ideiak idatziz zein ahoz adierazteko gai izan.

Gaitasun hauek Ingeniaritza Elektronikoko Gradu eta Fisikako Graduak ikasketa planetan modulu edota irakasgai mailan definitutako eskumenetan lantzen diren gaitasunen zehaztapena dira.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

## 1. Sarrera

## 1.1 Tresneria elektronikora sarrera

Definizioak eta oinarritzko kontzeptuak. Neurketa sistema elektronikoko baten oinarritzko funtzio eta blokeak. Aldagaiak eta seinaleak

## 1.2 Neurketa sistema baten ezaugarriak

Ezaugarri estatikoak: kalibrazio kurba. Ezaugarri dinamikoak. Erroreak eta kalibrazioa

## 1.3 Funtsezko kontzeptuak

Anplifikazioa. Potentzia. Anplifikadore operazionala. Diodoak

## 2. Sentsoak

## 2.1 Sarrera

Transduktoreak eta sentsoak. Oinarritzko transdukzio fenomenoak. Adimendun sentsoak eta MEMSak

## 2.2 Sentsoen sailkapena

Sailkapen irizpideak. Ohiko magnitudeak neurtzeko sentsoak

## 2.3 Oinarritzko sentsoen adibideak

Sentso erresistiboak: Potentziometroak, RTDa, galga estentsiometrikoak, termistoreak. Sentso kapazitibo eta induktiboak. Termopareak. Sentso optoelektronikoak: Fotodiodo eta fototransistoreak

## 2.4 Magnitude elektrikoaren neurketarako sentsoak

Diodo bidezko potentzia detektorea

## 3. Seinale-egokitzapena

## 3.1 Sarrera

### 3.2 Anplifikazioa

Anplifikadore diferentziala. Transinpedantzia anplifikadorea. Anplifikadore logaritmikoa  
Instrumentazio anplifikadorea. Transduktore zubi anplifikadorea.

### 3.3 Iragazketa

Sarrera. RC iragazki pasiboak. Iragazki aktiboak

### 3.4 OPAMPen mugapen praktikoak

Mugapen estatikoak (Asetasuna, Sarrera eta irteerako inpedantziak, Sarrerako polarizazio korranteak, Desbiderapen tentsioa, Modu komunaren baztertzea...). Mugapen dinamikoak (Banda zabalera, Slew-rate-a...)

## 4. Zarata eta interferentzia elektromagnetikoak

### 4.1 Sarrera

### 4.2 Zarata

Funts matematikoak. Zarata termikoa.  $1/f$  Zarata. Zarata OPAMPean. Zarataren eragina zirkuitu eta sistemetan.

Zarata figura. Fase zarata

### 4.3 Interferentzia elektromagnetikoak

Testuingurua eta definizioak. Kondukzio bidezko akoplamendua. Akoplamendu kapazitibo eta induktiboa. Erradiazio bidezko akoplamendua

### 4.4 Neurketak zarataren presentzian

Lock-in anplifikadorea. Espektror analizadorea

## 5. Seinaleen sorrera eta sintesia

### 5.1 Zirkuitu multibibratzaileak

Multibibratzaile astableak eta monoegonkorak. 555 tenporizadore integratua. Astablea 555 zirkuitu integratuarekin. Monoegonkorra 555 zirkuitu integratuaarekin

### 5.2 Osziladore harmonikoak

Oszilazio baldintzak. RC sareak eta OPAMP-arekin eraikitako osziladoreak. LC osziladoreak. VCO: Voltage Controlled Oscillators. Osziladoreen ezaugarri bereizgarriak. Kristaletan oinarritutako osziladoreak

### 5.3 Phase-locked-loops (PLL)

## 6. Datuen eskuratzeko eta tresneriaren kontrola

### 6.1 Datu-eskuratze sistemak

### 6.2 Tresneriarako softwarea

## METODOLOGIA

Irakasgaia eskola magistral (30 eskola ordu), eskola praktiko (5 eskola ordu) eta mintegietan (5 eskola ordu) oinarritzen da. Eskola praktikoei dagokienez, gelako praktikez gain, laborategi zein ordenagailu praktikak (20 ordu) ditu irakasgai honek.

Eskola magistraletan gai ezberdinen eduki teorikoak jorratuko dira ordenagailu bidezko aurkezpen eta arbeleko azalpenetan oinarrituz. Gelako praktiketan, adibide praktikoak garatu eta ariketak zuzendu eta eztabaidatuko dira, ikasleen parte hartze zuzena bultzatuz. Ikusitako zenbait gaietan sakontzeko eta ikaskuntza kooperatiboa bultzatzeko, mintegi teoriko/praktikoak ere burutuko dira.

Ordenagailu praktiketan simulazio praktikak burutuko dira, kontzeptu teorikoak finkatu, eta zirkuitu errealen mugapenak ulertzeko.

Ikasketak osatzeko, laborategian zenbait zirkuitu diseinatu, muntatu eta egiaztatuko dira.

Bestalde, ikasleen parte hartzea eta irakasle-ikasleen arteko komunikazioa bultzatu eta errazteko, eGELA plataforma ere erabiliko da.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	5	10	10				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	7,5	15	15				

### Legenda:

M: Maistrala

S: Mintecia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 80
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 10
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 10

#### **OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

##### **EBALUAZIO JARRAITU SISTEMA**

Prestakuntza aldirian zehar ikasleek zenbait proba eta zeregin burutuko dituzte beren hobekuntza baloratzeko. Proba eta zeregin horiek honako pisua izango dute:

- Klaseko proba (notaren %15a)
- Entregatzeko lan eta ariketak edota aurkezpen publikoak (notaren %10a)
- Praktiak eta txostenak (notaren %10a)\*
- Amaierako azterketa idatzia (notaren %65a)\*\*

\* Praktiak era egokian egitea ere ezinbestekoa da irakasgaia ebaluazio jarraituaren sistema bidez gainditzeko.

\*\* Irakasgaia gainditzeko azterketa idatzian gutxienez 4ko nota eduki beharko da 10etik.

Kursoan zehar ikasleari bere emaitzen hobekuntzarako argibideak emango zaizkio.

##### **EBALUAZIO JARRAITUARI UKO EGITEA**

Ikasleak ebaluazio jarraituari uko egin ahalko dio ebaluazioaren erregulazio araudiak adierazitako epean: 9 aste lauhilekoaren hasieratik kontatuta, zentroaren eskola egutegiaren arabera. Uko idatziz egingo da, modu egokian bete eta sinaturiko dokumentua irakasleari entregatuz.

Kasu honetan, ikaslea AZKEN EBALUAZIO SISTEMA bidez ebaluatuko da, honela kalifikatuko dena:

- Idatzizko azterketa (notaren %90), azterketa aldirako ezarritako data ofizialean. Proba honek ez du zertan ebaluazio jarraitua egin duten ikasleek azterketa garaian egingo duten probaren berdina izan behar.
- Praktiketako berariazko proba (notaren %10). Idatzizko azterketan gutxienez 4.5 atera bada 10etik, praktiketako berariazko proba egin eta modu egokian gainditu beharko da.

##### **OHIKO DEIALDIARI UKO EGITEA:**

Ohiko deialdiari uko egiteko aski izango da azterketa aldirako ezarritako idatzizko proba ez aurkeztea, ebaluazio sistema edozein delarik ere.

#### **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ezohiko deialdia AZKEN EBALUAZIO SISTEMA bidez ebaluatuko da, ondoko eran:

- Idatzizko azterketa (notaren %90), horretarako ezarritako data ofizialean. Ohiko deialdian ebaluazio jarraitu bidez ebaluatutako izan diren ikasleek ebaluazioaren parte gorde ahalko dute, idatzizko azterketatik dagokion portzentajea kenduz, beren onurarako denean: klaseko proba (%15), entregatzeko lan eta aurkezpenak (%10).

Irakasgaia gainditzeko azterketa idatzian gutxienez 4ko nota eduki beharko da 10etik.

- Praktiketako berariazko proba (nota osoaren %10). Idatzizko azterketan gutxienez 4.5 atera bada 10etik, praktiketako berariazko proba egin eta modu egokian gainditu beharko da. Praktiketako proba derrigorrezkoa da atal hori ohiko deialdian modu egokian gainditu ez dutenentzat. Ohiko deialdian ebaluazio jarraitu bidez ebaluatutako izan diren ikasleek, edo ohiko deialdiko praktiketako berariazko proba gainditu duten ikasleek, beroien emaitza positiboak gorde ahalko dituzte azken ebaluazio honetarako.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

- Irakasgaiaren web orria eGELAn

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Oinarrizko bibliografia**

- M. A. Pérez eta beste, "Instrumentación Electrónica". Thomson, 2004.

### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

- D. Christiansen, Electronics Engineers' Handbook, McGraw-Hill, 1989.
- G. Meijer, Smart Sensor Systems, John Wiley & Sons, 2008.
- C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 1992.
- A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, New York, 2010.
- S. Franco, Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos, McGraw-Hill, 2005.
- M. Sierra et al., Electrónica de Comunicaciones, Pearson Educación, 2003.
- W.F. Egan, Phase-Lock Basics, John Wiley & Sons, 1998.
- G. Nash, Phase Locked Loops Design Fundamentals, AN 535, Motorola Semiconductor Application Note, 1994.

### **Aldizkariak**

### **Interneteko helbide interesgarriak**

- <http://www.egr.msu.edu/em/research/goali/notes/>
- <http://www.design-reuse.com/>
- <http://www.national.com/analog>
- <http://www.educyclopedia.be/electronics/>
- <http://www.ni.com/labview/>

## **OHARRAK**

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GELECT30 - Ingeniaritza Elektronikoko Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26842 - Zirkuitu Linealak eta Ez-linealak

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

"Zirkuitu linealak eta ez linealak irakasgaia" Ingeniaritza Elektronikako graduako 3garren mailako eta Fisika eta Ingeniaritza Elektronikoko gradu bikoitzeko 4garren mailako nahitaezko irakasgaia da. "Ingeniaritza Elektronikaren Oinarriak" moduluan kokatuta dago. Irakasgai hau burutzeko bigarren mailako "Elektronika" eta hirugarren mailako lehen lauhilabeteko "Seinaleak eta Sistemak" irakasgaia gaindituta izatea komeni da.

Zirkuituen teoriak zirkuitu fisikoen portaera kualitatibo eta kuantitatiboki aurreikustea ahalbidetzen du. Helburua zirkuituen diseinua hobetu, kostua murriztu eta prestazioak handitzea izanik. Irakasgaiaren parametro kontzentratuko ereduak aztertuko dira, emaitzak kontrola, potentzia, telekomunikazioak eta konputagailuetara zabalduz. Zirkuitu elektronikoen ez linealtasuna kontutan izanik, metodo numerikoak ezinbestekoak izango dira zirkuituen analisi eta diseinurako.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

1. Programazioa, Aljebra, Kalkulua, eta Sistema Elektronikoei buruzko ikasketak ZLNL teoriarekin lotu.
2. Parametro kontzentratuko zirkuitu guztiak ebatzi, linealak edo ez linealak.
3. Zirkuituen elementuen PSPICE-n ereduak erabili.
4. Zirkuitu linealak eta ez linealak, denboran aldakorak eta ez aldakorak, erresistikorrak ala dinamikoak ebazteko eta simulatzeko gai izaten.
5. Oinarrizko zirkuituen zarata aztertzekeo gai izan.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

- 1- Zirkuituen teoriaren formulazio axiomatikoa  
Zirkuitu elektrikoak. Axiomak. Zirkuituaren grafo eta ekuazioak. Tellegen-en teorema. Tableau eta MNA ekuazioak.
- 2- Zirkuituaren elementuak  
Elementuen eta parametro kontzentratuko zirkuituen sailkapena. Elementuen akoplamendua. Teoremak.
- 3- Zirkuitu ez linealen sintesia  
Analisia eta sintesia. Ereduak: motak eta ezaugarriak. Adibideak: SPicen ereduak.
- 4- Seinaleen karakterizazioa (I)  
Seinale motak eta ezaugarriak. Zirkuitu linealen eta ez linealen erantzuna aurkitzeko estrategiak. Lehenengo mailako zirkuituen erantzuna.
- 5- Seinaleen karakterizazioa (II)  
Bigarren mailako zirkuituak. Zirkuituaren ekuazioak. Zirkuitu linealen eta denboran ez aldakorren erantzuna: egonkortasun puntuak. Egoera ekuazioak.
- 6- Zirkuitu erresistikorren analisi  
Aldagaiak eta ekuazioak. Zirkuitu erresistikorren propietateak. Zirkuitu erresistikorren analisi numerikoa.
- 7- Zirkuitu dinamikoak analisi  
Aldagaiak eta ekuazioak. Zirkuitu dinamikoen propietateak. Zirkuitu dinamikoen analisi numerikoa.
- 8- Zirkuitu elektronikoetako zarata  
Sarrera. Zarataren estatistika. Zarata motak eta banda-zabalera. Zirkuitu linealen eta denboran ez aldakorren erantzuna zarata seinaleen aurrean. Zirkuitu elektronikoetako zarataren simulazioa.

**METODOLOGIA**

Irakasgaiak eskola magistralak, mintegiak, gelako praktikak eta ordenagailuko praktikak ditu.

Astea bi egunetan gaiaren kontzeptuak azaltzeko eskola magistralak emango dira. Hirugarren egunean aldiz, mintegi eta gelako praktiketan astero proposatutako ariketak zuzenduko dira, galderak eta soluzio anitzen eztabaida irekia sustatuz.

Ordenagailuko praktiketan gelako praktiketan ikusitako zirkuitu ezberdinen erantzuna aztertzean datza. Ikasleek analitikoki lortutako emaitzak PSPICEkin simulazioak egitean lortutakoekin konparatuko dituzte.

Irakasleei ikaskuntza erraztu eta bermatzeko astero ariketak zuzenduko zaizkie eta praktikak egin aurretik proposatutako diseinuak aztertuko dira.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	10		15				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	15		22,5				

**Legenda:** M: Magistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 20
- Banakako lanak % 10

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

- A) Ebaluazio mistoa:
- 1) Ebaluazio jarraitua: Irakasgaiaren notaren %30 atal hauek izango ditu:
- \* Astero entregatu eta zuzendu beharreko ariketak %10.
  - \* Laborategian egin beharreko praktikak %20.
- 2) Banakako amaierako proba: Irakasgaiaren notaren %70 proba idatzi bat izango da, galderak eta ebazteko bi edo hiru problema dituen.

Azken kalifikazioa lortuko da kalifikazio horien batezbestekoa eginez. Ezinbestekoa da ebaluazio jarraitua gainditua izatea eta banakako amaiera proban 7 puntutik 3 puntu gutxienez izatea.

- B) Ebaluazio finala:
- Egingo dira bi froga, azterketa teoriko idatzia (70%) eta froga praktikoa (30%). Froga bi horietan puntuazio erdia baino gehiago (35% eta 15% hurrenez hurren) lortu behar da gaia gainditzeko.

**EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Aparteko deialdian erabiliko dira ebaluazio mistoa burutu ezin duten eta azken ebaluaziora doazen ikasleekin erabiliko diren ebaluazio irizpide berberak.

Egingo dira bi froga, azterketa teoriko idatzia (70%) eta froga praktikoa (30%). Froga bi horietan puntuazio erdia baino gehiago (35% eta 15% hurrenez hurren) lortu behar da gaia gainditzeko.

Ikasturtean praktikak egin badira, lortutako emaitza eta irakasgaiaren kalifikazio osotik dagokion portzentajea mantenduko da.

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**



## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- \* L.O. Chua, Ch. A. Desoer, Ernest S, Kuh; LINEAR AND NONLINEAR CIRCUITS, Ed. McGraw Hill, Internacional Editions, Electrical Engineering Series, 1987, ISBN -07-100685-0.
- \* S. Franco; DISEÑO CON AMPLIFICADORES OPERACIONALES Y CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS, 3ª edición, Ed. McGraw Hill Interamericana, México, 2005.
- \* C.J. Savant, M.S. Roden, G.L. Carpenter, DISEÑO ELECTRÓNICO: CIRCUITOS Y SISTEMAS, Ed. Addisson-Wesley Iberoamericana, 1992, ISBN 0-201-62925-9.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- Chua L.O., NONLINEAR CIRCUITS, IEEE Trans. on Circuits and Systems, vol. CAS-31, no.1, Jan 1984  
Chua L.O., DINAMIC NONLINEAR NETWORKS: State-of-the-Art, op.at, CAS-27, no.11, Nov 1980  
Chua L.O., DEVICE MODELING VIA BASIC NONLINEAR CIRCUIT ELEMENTS, OP. CIT., cas-27, no.11, Nov 1980

### Aldizkariak

IEEE Trans. on Circuits and Systems

### Interneteko helbide interesgarriak

<http://www.macspice.com/>  
[http://bwrce.eecs.berkeley.edu/Classes/lcBook/SPICE/UserGuide/elements\\_fr.html](http://bwrce.eecs.berkeley.edu/Classes/lcBook/SPICE/UserGuide/elements_fr.html)  
<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>

## OHARRAK