

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Bazele Electronicii
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Circuite și Sisteme Integrate
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	12.00;

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Circuite Integrate Pentru Sisteme de Comunicații						
2.2 Aria de conținut	Circuite Integrate						
2.3 Responsabil de curs	S.I.Dr.Ing. Raul Oneț – Raul.Onet@bel.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Dr.Ing. Istvan Kovacs – Istvan.Kovacs@bel.utcluj.ro Colaborator: Conf.Dr.Ing. Marius Neag – Marius.Neag@bel.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	II	2.6 Semestrul	1	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	DA/DI

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	125	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar / laborator	14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					24
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					25
Tutoriat					3
Examinări					3
Alte activități:					
3.7 Total ore studiu individual	83				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	Analiza și proiectarea circuitelor fundamentale cu tranzistoare MOS și bipolare. Amplificatoare Operaționale (AO): structura internă, limitări și parametri, aplicații standard cu AO, liniare și neliniare; Noțiuni de bază de teoria semnalelor; Utilizarea mediilor CAD la analiza și proiectarea circuitelor și sistemelor integrate.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Amfiteatru, Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Laborator, Cluj-Napoca

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>După parcurgerea disciplinei studenții vor cunoaște:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notiuni fundamentale, metode și marimi specifice analizei circuitelor de radio frecvență (RF) și de semnal mixt; - Principalele probleme și soluții tipice de proiectare la nivel de sistem a receptoarelor integrate - Arhitecturi de receptoare integrate pentru comunicații fără fir: caracteristici, metode de modelare și determinare a performanțelor receptorului; derivarea specificațiilor blocurilor funcționale de pe calea de semnal. - Structuri tipice și metodologii de proiectare sistematică a principalelor blocuri funcționale din calea de semnal a receptoarelor radio integrate, cum sunt: <ul style="list-style-type: none"> o Amplificatoare de zgomot redus o Mixere convertitoare de frecvență o Filtre de canal reale și filtre polifazice pentru rejecția imaginii realizate în tehnicile AO-RC, Gm-C, Gm-AO-C o Amplificatoare cu câștig variabil/programabil - Arhitecturi de transmițătoare radio și structuri tipice de amplificatoare de putere - Principiul de operare și principalii parametri ai sintetizatoarelor de frecvență realizate cu circuite PLL - Specificațiile generale, probleme și soluții specifice în proiectarea circuitelor integrate pentru comunicații seriale de mare viteză - Principiile și metodele de realizare a sistemelor CDR (Clock and Data Recovery) - Exemple de proiectare a transceiverelor integrate pentru sisteme de comunicații seriale <p>După parcurgerea disciplinei studenții vor putea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să analizeze arhitectura unui receptor radio; să înțeleagă și să interpreteze specificațiile și rezultatele de simulare; să deducă principalii parametri ai receptorului - să analizeze și să proiecteze în tehnologii CMOS și BiCMOS blocuri funcționale din calea de semnal a receptoarelor radio integrate cum sunt amplificatoarele de zgomot redus, mixerele, filtrele de canal, amplificatoarele cu câștig variabil/programabil - să analizeze la nivel de sistem sintetizatoare de frecvență realizate cu circuite PLL; - să proiecteze în tehnologii CMOS și BiCMOS principalele blocuri funcționale din componenta sintetizatoarelor de frecvență cum sunt: oscilatoare controlate în tensiune, pompe de sarcină, divizoare de frecvență - să analizeze și să proiecteze amplificatoare de putere pentru transmițătoare radio integrate - să analizeze și să proiecteze principalele blocuri analogice din componenta transceiverelor integrate pentru sisteme de comunicații seriale cum sunt: receptoare și transmițătoare, egalizatoare de impulsuri. - să proiecteze și să realizeze circuite pentru testarea și caracterizarea blocurilor funcționale menționate de mai sus, prin simulări sau experimente de laborator - să interpreteze datele de catalog precum și rezultatele de simulare și măsurători ale blocurilor funcționale analogice studiate
-------------------------	--

Competențe transversale	<p>După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - să utilizeze aparatura de laborator (surse de alimentare, generatoare de semnal, analizoare spectrale, osciloscopae digitale, multimetre) pentru a testa functionalitatea și pentru a măsura parametrii caracteristici blocurilor și sistemelor studiate - să efectueze experimente de laborator cu precizie și metodă, obținând date valide pe care să le prelucreze și interpreteze; - să utilizeze programe specifice analizei și proiectării la nivel de sistem a secțiunilor analogice din tranșceivere studiate: de la level plan la modele Matlab și Simulink; - să utilizeze pachete de programe specifice proiectării de circuite analogice realizate cu componente discrete sau ca și circuite integrate, cum sunt cele din pachetul de programe Virtuoso al firmei Cadence (Schematic Entry, ADE, Spectre); - Deprinderea unor metodologii de abordare a proiectelor (înțelegerea specificațiilor, a obiectivelor și condițiilor de implementare, definirea și planificarea etapelor, alocarea resurselor și a timpului disponibil, evaluarea opțiunilor de proiectare dpdv al efortului și riscurilor, etc.); - utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată de calculator (internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri și seminarii online etc.) - Dezvoltarea deprinderilor de lucru independent, în proiecte definite individual
-------------------------	---

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe în domeniul analizei, proiectării simulării și caracterizării secțiunilor analogice din tranșceiver-ele folosite în mod curent în comunicațiile cu și fără fir, de la nivel de sistem până la nivelul implementării principalelor blocuri funcționale.
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asimilarea cunoștințelor teoretice necesare analizei, modelării, proiectării și simulării tranșceiver-elor integrate, la nivel de sistem și de bloc funcțional 2. Obținerea deprinderilor și abilităților necesare pentru analiza și proiectarea circuitelor analogice de radio frecvență utilizând programe specializate cum sunt: CppSim, Virtuoso (Cadence) 3. Deprinderea unor metodologii și tehnici de proiectare sistematică, care îmbină analiza analitică cu simulările în vederea implementării integrate precum și caracterizarea acestora prin măsuratori de laborator.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
Prezentare generală a disciplinei: obiective, cuprins, metodologie. Introducere în analiza și proiectarea circuitelor integrate de radio-frecvență. Structuri fundamentale de receptoare radio, marimi specifice	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizare, exercițiu didactic, studiul de caz, evaluare formativă	Laptop, Videoprojector, tablă
Efectul cumulativ al zgomotului și neliniarității blocurilor din calea de semnal a unui receptor radio. Distribuția câștigului și selectivității într-un receptor integrat. Deducerea parametrilor blocurilor funcționale din cerințele impuse întregului receptor.		

Amplificatoare de zgomot redus (LNA) și mixere convertoare de frecvență: rol funcțional, parametri, principalele probleme de proiectare, exemple de soluții tipice de implementare la nivel de circuit		
Filtre analogice pentru banda de bază a receptoarelor integrate: filtre selectoare de canal, filtre complexe pentru rejectia frecvenței imagine		
Alte blocuri specifice benzii de bază a receptoarelor integrate: amplificatoare cu cistig controlat; buffere de tensiune, indicatoare ale puterii semnalului (circuite RSSI)		
Sintetizoare de frecvență integrate bazate pe circuite PLL: principiu de funcționare, probleme de proiectare specifice; soluții tipice la nivel de sistem		
Implementarea sintetizatoarelor de frecvență integrate: variante de proiectare a comparatoarelor de fază și a pompei de sarcină; Oscilatoare comandate în tensiune		
Exemplu de proiectare I: receptor radio DAB (Digital Audio Broadcast). Specificații; Arhitectura; Implementarea blocurilor din banda de bază		
Exemplu de proiectare II: receptor radio UWB (Ultra Wide Bandwidth): Specificații; Arhitectura; Implementarea Sintetizorului de frecvență		
Transmitatoare radio integrate: arhitecturi; structuri tipice de amplificatoare de putere; implementarea căii de semnal a unui transmitator UWB		
Secțiunile analogice ale sistemelor de comunicație serială de mare viteză: rol funcțional și cerințe generale; exemple de probleme și soluții de proiectare tipice		
Sisteme CDR (Clock-and-Data Recovery)		
Exemplu de proiectare - Transceiver USB 2.0. I: Specificații, Blocurile componente din căile de recepție în modurile full-speed și high-speed		
Transceiver USB 2.0: blocurile analogice din căile de transmisie în modurile full-speed și high-speed		
8.2 Proiect	Metode de predare	Observații
Tema proiectului; metodologia de proiectare; întocmirea documentației de proiect		
Proiectarea la nivel de sistem a sintetizatoarelor de frecvență: determinarea specificațiilor blocurilor constitutive	Demonstrația și experimentul didactic, exercițiul didactic, lucrul în echipă	Se utilizează aparatura de laborator, montaje experimentale, calculator, tablă magnetică.
Dimensionarea la nivel de bloc funcțional a filtrului de buclă și a divizorului de frecvență, având în vedere obținerea optimului între banda și zgomotul sintetizorului		

Analiza în domeniul timp a sintetizatorului, determinarea timpului de calare și a zgomotului de fază		
Implementarea la nivel de tranzistor a componentelor sintetizatorului de frecvență – topologie și schema electrică		
Optimizarea sintetizatorului proiectat în scopul reducerii consumului de putere și a zgomotului de fază. Verificare finală și finalizarea documentației proiectului.		
Evaluarea proiectelor elaborate		
<p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marius Neag, Sisteme cu Circuite Integrate Analogice, Editura Mediamira, 2008, ISBN 978-973-713-208-6, 200pag, 2. M. Neag, A. Fazakas, Circuite Integrate Analogice, Editura Casa Cartii de Stiinta, 1999 3. B. Razavi, RF Microelectronics, Editura Prentice Hall, 1998, (2011), ISBN: 0138875715. 4. T. H. Lee, The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits, Cambridge University Press, 2nd Edition, 2004 5. P. R. Gray, R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, Editura John Wiley and Sons, 2001 6. W. Sansen, Analog Design Essentials, Editura Springer, 2006, ISBN: 978-0387257464. 7. B. P. Lathi, Zhi Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems, The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering, 4th Edition, 2009 8. M. Steyaert, A.H.M. van Roermund, H. Casier (Editori) - Analog Circuit Design: High-speed Clock and Data Recovery, High-performance Amplifiers, Power Management, Springer 2009 <p>Materiale didactice în format digital</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marius Neag, Raul Onet, Circuite Integrate pentru Sisteme de Comunicații, Note de curs și prezentări PowerPoint postate pe site-ul disciplinei 2. Marius Neag, Istvan Kovacs, Raul Onet, Ghid de proiectare a sintetizatoarelor de frecvență – Indrumator de proiect 3. Acces la mediul de proiectare circuite integrate Virtuoso Cadence și la biblioteci de modele de componente corespunzând unor tehnologii moderne, CMOS 150nm și 180nm. <p>Materiale didactice virtuale</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Neag, Marius, Onet, Raul, Pagina web a disciplinei de Circuite Integrate pentru Sisteme de Comunicații (prezentări curs, lucrări de laborator), http://www.bel.utcluj.ro/ci/rom/csic/index.html 		

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Competențele dobândite vor fi necesare angajaților care își desfășoară activitatea în domeniul proiectării, simulării și testării circuitelor analogice de înaltă frecvență, inclusiv cele integrate

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Nivelul achiziției cunoștințelor teoretice și nivelul deprinderilor dobândite	- Examen scris alcătuit din una-două subiecte de teorie și rezolvarea a una-două probleme - Teme de casă	50%
10.5 Proiect	Nivelul abilităților dobândite	- Proiect individual (tema comuna dar specificații diferite de la un student la altul)	50%
10.6 Standard minim de performanță			
<p>- Obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat examenului scris (partea fundamentală a subiectului de teorie + relațiile de baza necesare pentru rezolvarea problemei)</p> <p>- Obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat temelor de casa</p> <p>- Obținerea a cel puțin jumătate din punctajul maxim acordat proiectului: scheme electrice complete; punct static de operare stabil și apropiat de valorile cerute/corecte; valorile obținute pentru principalii parametri cu cel mult 20% diferite de cele specificate</p>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
15.09.2019	Curs	S.I.Dr.Ing. Raul Oneț	
	Aplicații	Dr.Ing. Kovacs Istvan	

Data avizării în Consiliul Departamentului	Director Departament
_____	Prof.dr.ing. Sorin HINTEA
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
_____	Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN