

PROGRAMA ANALITICĂ
a disciplinei:
CIRCUITE VLSI DE RADIOFRECVENȚĂ

1. Titularul disciplinei: Șef lucrări dr. ing. Radu Gabriel Bozomitu

2. Tipul disciplinei: DI **codul: 506 RD**

3. Structura disciplinei:

Semestru I	Numărul de ore pe săptămână				Forma de evaluare finală	Numărul de ore pe semestru				
	C	S	L	P		C	S	L	P	Total
II	2		1	1	Examen	28		14	14	56

4. Obiectivele cursului:

Să furnizeze studenților cunoștințele necesare privitoare la problematica sistemelor de comunicații moderne;

Să furnizeze studenților cunoștințele necesare privind transmisiile de date și structura unui sistem de comunicații;

Să furnizeze bagajul de cunoștințe necesar proiectării și dezvoltării de echipamente și sisteme de comunicații;

Să furnizeze studenților deprinderile necesare utilizării unor program de simulare pe calculator (OrCAD și MATLAB) pentru proiectarea circuitelor electronice utilizate în implementarea sistemelor de comunicații.

5. Concordanța între obiectivele disciplinei și obiectivele planul de învățământ:

Obiectivele disciplinei coincid cu cele ale planului de învățământ prin care se urmărește familiarizarea studenților cu aspectele esențiale ale proiectării circuitelor VLSI pentru radiofrecvență folosite în prezent.

6. Rezultatele învățării exprimate în competențe cognitive, tehnice sau profesionale

Competențe cognitive:

Cunoașterea aprofundată a dezvoltărilor teoretice, metodologice și practice specifice proiectării circuitelor VLSI pentru radiofrecvență (Proiectarea amplificatoarelor operaționale pentru RF, Tehnici pentru creșterea gamei dinamice, Circuite RF de multiplicare analogică în tehnologie bipolară și CMOS, Bucle pentru reglajul automat al amplificării, Bucle de calare a fazei și circuite pentru recuperare de clock, Filtre active de tip Gm-C pentru radiofrecvență, Circuite pentru detecția semnalelor cu modulație de amplitudine și modulație de frecvență, Tehnici de realizare a layout-ului circuitelor VLSI pentru radiofrecvență în tehnologie bipolară și CMOS);

Competențe generale:

- Să fie capabil să înțeleagă critic, să explice și interpreteze dezvoltările teoretice, metodologice și practice specifice proiectării circuitelor VLSI pentru radiofrecvență;
- Să fie capabil să utilizeze programele de simulare pe calculator a circuitelor electronice (la nivel de schemă electrică și layout);
- Să fie capabil să selecteze și aplice modele comportamentale potrivite pentru simulările la nivel de sistem;
- Să aibă abilități de comunicare specifice obiectului disciplinei;
- Să lucreze într-un context internațional.

Competențe specifice:

- Să înțeleagă principiile teoretice care stau la baza circuitelor VLSI pentru RF;
- Să poată proiecta un circuit VLSI de radiofrecvență la nivel de schemă electrică (tranzistor) și layout;
- Sa poată realiza un model comportamental adecvat pentru un circuit de RF în vederea simulărilor la nivel de sistem;
- Să înțeleagă și să utilizeze diferite tehnici de simulare pre-layout și post-layout în cornere (tranzitorie, de semnal mic, semnal mare, etc.);

7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:

Predare: Prezentare orală, cu videoproiectorul și discuții de caz.

Aplicații: Realizarea lucrărilor de laborator pe calculator. Discuții pe baza referatului de laborator. Urmărirea efectuării lucrării. Notare pe baza rezultatelor obținute.

Cerințe la examinare: cunoașterea cursului și aplicațiilor, examinare orală și pe calculator a studenților

(Se precizează și: a) metodele și mediile de învățare centrate pe student; b) strategii de actualizare a predării conform programului de studiu, caracteristicilor studenților, formei de învățământ și criteriilor de calitate adoptate.)

8. Sistemul de evaluare:

(La fiecare formă de evaluare se precizează tipul: tradițional, cu calculatorul, mixt.)

Evaluarea continuă:

Activitatea la seminar / laborator / proiect / practică

Ponderea în nota finală: 20 %

Evaluare pe baza rezultatelor la activitatea de laborator (răspunsuri la întrebări, modul de realizare a lucrărilor practice pe calculator).

Testele pe parcurs

Ponderea în nota finală: 10 %

Evaluare pe baza rezolvării temelor de casă.

Lucrări de specialitate

Ponderea în nota finală: 10 %

Evaluare pe baza de proiecte pe teme date.

Evaluarea finală: Examen

Ponderea în nota finală: 60 %

Probele: Examenul constă din 3 probe:

- | | |
|---|----------------|
| 1. Probă practică pe calculator | 20 % din notă; |
| 2. Probleme – rezolvare în scris | 20 % din notă; |
| 3. Subiecte teoretice - probă orală, la tablă | 20 % din notă. |

9. Conținutul disciplinei:

a) Curs

I. Introducere în problematica circuitelor VLSI pentru radiofrecvență 2 ore

II. Implementarea monolitică a amplificatoarelor pentru radiofrecvență în tehnologie bipolară și CMOS

- amplificatorul operațional pentru radiofrecvență;
- amplificatorul operațional transconductanță (OTA);

- conveyorul de curent de generația a II-a (CCII);
 - amplificatoare de linie pentru RF; 4 ore
- III. Tehnici pentru creșterea gamei dinamice a amplificatoarelor de radiofrecvență
- tehnici de liniarizare locale;
 - tehnici de tip ELIN; 2 ore
- IV. Implementarea monolitică a circuitelor de multiplicare analogică în tehnologie bipolară și CMOS
- etajul diferențial ca multiplicator analogic în două cadrane;
 - celula Gilbert ca multiplicator analogic în patru cadrane;
 - utilizarea Celulei Gilbert ca detector de fază; 4 ore
- V. Implementarea monolitică a oscilatoarelor controlate în tensiune
- topologii de OCT în inel;
 - alte topologii de OCT pentru RF; 2 ore
- VI. Implementarea monolitică a buclelor pentru reglajul automat al amplificării
- topologii de amplificatoare cu câștig variabil (VGA);
 - bucle pentru controlul automat al amplificării (AGC); 4 ore
- VII. Bucle de calare a fazei și circuite pentru recuperare de clock – implementare monolitică;
- PLL cu detector de fază de tip multiplicator analogic;
 - PLL cu pompă de sarcină;
 - topologii de circuite pentru recuperare de clock (CRC);
 - CRC de tip cuadricorelator; 4 ore
- VIII. Implementarea monolitică a filtrelor active de tip Gm-C pentru radiofrecvență;
- proiectarea filtrelor active în diferite aproximații (Cebisev, Butterworth, Bessel);
 - sinteza filtrelor active de tip Gm-C cu ajutorul celulelor elementare de tip „biquad”;
 - filtre utilizând capacități comutate; 2 ore
- IX. Implementarea monolitică a circuitelor pentru detecția semnalelor cu modulație de amplitudine și modulație de frecvență;
- detecția de anvelopă;
 - detecția semnalelor MF cu PLL;
 - detecția semnalelor BPSK; 2 ore
- X. Tehnici de realizare a layout-ului circuitelor VLSI pentru radiofrecvență în tehnologie bipolară și CMOS;
- tehnici de realizare a layout-ului circuitelor VLSI pentru radiofrecvență;
 - tehnici pentru extracția elementelor parazite din layout;
 - tehnici pentru efectuarea simulărilor post-layout în cornere 2 ore

Total 28 ore

b) Aplicații

Laborator rețea de calculatoare

Soft necesar laborator: „Cadence” – sau

„OrCAD” – pentru schematic și „LEdit” – pentru layout.

Temele de laborator

21. Amplificatoare de radiofrecvență
laborator 2 ore
2. Tehnici pentru creșterea gamei dinamice a amplificatoarelor de radiofrecvență
laborator 2 ore
3. Implementarea monolitică a buclelor pentru reglajul automat al amplificării
laborator 2 ore
4. Bucle de calare a fazei și circuite pentru recuperare de clock
laborator 2 ore
5. Filtre active de tip Gm-C pentru radiofrecvență
laborator 2 ore
6. Circuite pentru detecția semnalelor cu modulație de amplitudine și modulație de frecvență
laborator 2 ore
7. Tehnici de realizare a layout-ului circuitelor VLSI pentru radiofrecvență
laborator 2 ore

Proiect:

Proiectarea unui circuit VLSI pentru radiofrecvență la nivel de schemă electrică (tranzistor) și layout 14 ore

Total 28 ore

10. Bibliografie selectivă

- [1] Behzad Razavi, *“Design of Analog CMOS Integrated Circuits”*, McGraw-Hill, Inc. 1221 Avenue of The Americas, New York, NY, 10020, 2001;
- [2] Kenneth R. Laker, Willy M. C. Sansen, *„Design of Analog Integrated Circuits and Systems”*, McGraw-Hill, New York, 1994;
- [3] David Johns, Ken Martin, *„Analog Integrated Circuit Design”*, John Wiley & Sons, Inc., 1997;
- [4] C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh (eds.), *„Analogue IC Design: The Current-Mode Approach”*, London: Peter Peregrinus Ltd., 1990;
- [5] Thomas Lee, *“The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits”*, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, United Kingdom, 1998;
- [6] Paul R. Gray, Robert G. Meyer, *„Circuite Integrate Analogice - Analiză și Proiectare”*, Edit. Tehnică, București, 1999;
- [7] Roubik Gregorian, Gabor C. Temes, *“Analog CMOS Integrated Circuits for Signal Processing”*, John Wiley & Sons, Inc., 1986;
- [8] L. P. Huelsman and P. E. Allen, *„Introduction to the Theory and Design of Active Filters”*, New York: McGraw-Hill Inc., 1980;
- [9] R. Schaumann, S. M. Ghausi and K. R. Laker, *„Design of Analog Filters: Passive, Active RC and Switched Capacitor”*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1990;
- [10] Rainer Nawrocki, „Electronically Controlled OTA-C Filter with Follow-the-Leader-Feedback Structure”, *International Journal of Circuit Theory and Applications*, vol. 16, pp. 93-96, 1998;
- [11] D. R. Frey, „Log domain filtering for RF applications”, *IEEE J. Solid-State Circ.*, vol. 31, pp. 1468-1475, Oct. 1996;

- [12] Douglas R. Frey, „State-Space Synthesis and Analysis of Log-Domain Filters”, *IEEE Trans. Circuits and Systems - II: Analog and Digital Signal Processing*, vol. 45, no. 9, pp. 1205-1211, Sept. 1998;
- [13] Yannis Tsvividis, „Externally Linear, Time-Invariant Systems and Their Application to Companding Signal Processors”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems - II: Analog and Digital Signal Processing*, vol. 44, no. 2, pp. 65-85, February 1997;
- [14] A. Fabre, „Third-generation current conveyor: A new helpful active element“, *Electron. Lett.*, vol. 31, no. 5, pp. 338-339, Mar. 1995;
- [15] Hanspeter Schmid, „Approximating the Universal Active Element”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems - II: Analog and Digital Signal Processing*, vol. 47, no. 11, pp. 1160-1169, November 2000;
- [16] Behzad Razavi, “A 2.5-Gb/s 15-mW Clock Recovery Circuit”, *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, Vol. 31, No. 4, April 1996;
- [17] Michael John Sebastian Smith, „*Application-Specific Integrated Circuits*”, Addison Wesley Longman, Inc., 1999;
- [18] Alan Hastings, “*The Art of Analog Layout*”, Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2001.

Semnături:

Data: 04.08.2008

Titular curs: Șef lucrări dr. ing. Radu Gabriel Bozomitu

Titular aplicații: Șef lucrări dr. ing. Radu Gabriel Bozomitu