

**PROGRAMA ANALITICĂ**  
a disciplinei:  
**Comunicații cu Spectru Extins și Sisteme MIMO**

1. Titularul disciplinei: Prof.dr.ing. Nicolae Dumitru Alexandru

2. Tipul disciplinei: DI codul: 503 RD

3. Structura disciplinei:

Semestru 1	Numărul de ore pe săptămână				Forma de evaluare finală	Numărul de ore pe semestru				
	C	S	L	P		C	S	L	P	Total
3	2		1	1	Examen	28		14	14	56

**4. Obiectivele cursului:**

Sistemele de comunicații moderne sunt digitale și utilizează tehnici de extindere a spectrului și MIMO. Scopul disciplinei constă în cunoașterea metodelor de îmbunătățire a performanțelor sistemelor de transmisie digitale și de calcul și analiză a performanțelor. Sunt prezentate tehnicile de codare/decodare și tehnici avansate de modulare/demodulare a semnalelor, perturbațiile care afectează diversele canale de transmisie, metodele de corecție a caracteristicilor semnalului recepționat. Este astfel furnizat suportul teoretic pentru analiza performanțelor sistemelor de comunicații și proiectarea unor blocuri componente.

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

Obiectivele disciplinei se încadrează perfect în cele ale planului de învățământ, tehnicile spread spectrum și MIMO fiind specifice radiocomunicațiilor digitale.

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

- dobândirea de cunoștințe despre bazele sistemelor cu spectru extins și MIMO, generarea secvențelor de lungime maximă, realizarea sincronizării brute (achiziția de cod) și fine (urmărire).
- dobândirea de cunoștințe matematice de bază pentru tratarea sistemelor cu spectru extins și MIMO
- dobândirea de cunoștințe privind proiectarea și implementarea sistemelor cu spectru extins și MIMO

**7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:**

(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.)

Cursul se predă folosind slide-uri și videoproiector. Studenții au la dispoziție material tipărit (lucrarea 1 din bibliografie). Ei primesc teme de rezolvat, iar evaluarea acestora se face individual.

Predarea este actualizată, folosind materiale noi, apărute pe Internet.

**8. Sistemul de evaluare:**

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

*Evaluarea continuă:* tradițional

*Activitatea la seminar / laborator / proiect / practică*

Pondere în nota finală: 20 %

(Se evaluează în funcție de frecvența și relevanța intervențiilor orale, calitatea lucrărilor efectuate, consemnarea sistematică a informațiilor semnificative generate de student în grupul de aplicație.)

*Testele pe parcurs: tradițional*

Ponderea în nota finală: 10 %

(Se utilizează pentru evaluarea pe parcursul semestrului a cunoștințelor, teoretice și / sau practice acumulate la orele de curs și de aplicații.)

*Lucrări de specialitate: tradițional*

Ponderea în nota finală: 10 %

(Se utilizează pentru evaluarea competențelor generale și specifice pe baza unor lucrări elaborate de student precum: rezumate, sinteze științifice, eseuri tematice, referate, proiecte, rapoarte de activitate practică sau de cercetare, studii de caz, recenzii etc.)

*Evaluarea finală: examen*

Ponderea în nota finală: 60 %

Proba: examen scris

- d) rezolvare de probleme
- e) cu cărțile pe masă (*open book*)
- f) ponderea în procente: 30 %

Proba: examen oral

- g) test de cunoștințe cu întrebări deschise
- h) discuție liberă fără material documentar
- i) ponderea în procente: 30 %

(Se menționează fiecare probă și se precizează:

- a) categoria de sarcini (test de cunoștințe cu întrebări închise /deschise, dezvoltare tematică, rezolvare de probleme, demonstrație, prezentare de caz etc);
- b) condițiile de lucru (mijloace accesibile studentului în timpul probei) și
- c) ponderea în procente a fiecărei probe în nota examenului.)

## 9. Conținutul disciplinei:

### a) Curs

- I. Introducere 2 ore  
Generalități, tipuri de sisteme SSE, bruiatul cu zgomot impulsiv, câștigul de procesare, propagare multicăi (Multipath) și fading, SSE cu salt de frecvență (*frequency-hop*), SSE hibride DS/FH, SSE cu salturi în timp (time hopping), sisteme chirp, comparația tehnicilor de împrăștiere spectrală, modulații digitale utilizate în SSE.
- II. SISTEME CU SECVENȚĂ DIRECTĂ 3 ore  
Fundamente, combaterea interferențelor și fenomenelor *multi-path*, interferențe produse de multiplexarea în cod a canalelor, îmbunătățirea performanțelor, SSE cu secvență directă și modulații BPSK, QPSK și MSK.
- III. SECVENȚE BINARE UTILIZATE ÎN SSE 3 ore  
Fundamente matematice, elemente ale teoriei grupurilor, operații cu polinoame, extensia câmpului Galois  $GF(2^m)$ , registre de deplasare cu reacție, sinteza circuitelor descrise de funcții de transfer  $f(D)$ , bazele generării secvențelor  $m$ , înmulțirea și

împărțirea polinoamelor. circuite Galois și Fibonacci, determinarea secvenței de ieșire produsă de o încărcare inițială, perioada maximă a secvenței generate, mecanizarea calculării secvenței de ieșire, secvențe de lungime (proprietăți, densitatea spectrală de putere, autocorelația parțială), generarea secvențelor  $m$  cu întârzieri specificate, problema securității transmisiei cu utilizarea secvențelor  $m$ , Coduri produs (Gold, secvențe Kasami), Coduri Walsh Hadamard, secvențe Barker, Secvențe de achiziție rapidă.

IV. CIRCUITE DE URMĂRIRE 4 ore  
 Introducere, urmărirea optimă a semnalelor de bandă largă, bucla DLL în banda de bază bucla DLL necoerentă, bucla DLL tau-dither, bucla DLL tau-dither dublă, bucla DLL necoerentă cu modulație de date și împrăștiere arbitrară.

V. TEHNICI DE ACHIZIȚIE A CODULUI 8 ore  
 Generalități, Operația de dezîmprăștiere, tehnici de sincronizare, detectorul necoerent, sincronizarea brută în absența decalajului de frecvență (cu filtru adaptat și radiometru), sincronizarea brută în prezența decalajului de frecvență, tehnici de tip serie, strategii modificate de baleiaj, tehnici paralel, corelator cu alunecare (*sliding correlator*), căutare secvențială, sincronizare cu filtru adaptat, analiza performanțelor circuitului de sincronizare tip radiometru, corelatoare (cu alunecare și *full-parallel*), circuit de sincronizare cu timp de integrare fix (*single dwell detector*) și *multiple-dwell*, sincronizarea de cod bazată pe detecție secvențială, sincronizare bazată pe estimarea codului  $c(t)$  recepționat

VI. SISTEME CU SPECTRU EXTINS ÎN APLICAȚII 4 ore  
 Rețele de interconectare a calculatoarelor prin radio – WLAN, transmisii pe cablurile de alimentare electrică, sistemul Bluetooth, standardul Zigbee, sistemul GPS, sisteme CDMA

VII SISTEME MIMO 4 ore  
 Introducere, tehnica Alamouti, emițătoare și receptoare MIMO

Total 28 ore

#### **b) Aplicații**

15. Secvențe de lungime maximă	2 ore
16. Coduri Gold	2 ore
17. Secvențe Kasami	2 ore
18. Circuite DLL	2 ore
19. Sincronizare de cod	2 ore
20. Sisteme MIMO	4 ore

Total 14 ore

Proiect: Proiectarea unor blocuri componente din structura sistemelor spread spectrum

Total 14 ore

#### **10. Bibliografie selectivă**

1. Alexandru, N.D, Graur, A., (2005), *Sisteme Spread Spectrum, Mediamira, Cluj Napoca*
2. Couch II, L.W., (1990), *Digital and Analog Communication Systems, MacMillan Publishing Company, New York*
3. Dixon, R. C., (1994), *Spread Spectrum Systems with Commercial Applications, 3/ed J.Wiley&Sons, NY.*

4. Gagliardi, R.M., (1991), *Satellite Communications*, 2<sup>nd</sup> ed., Van Nostrand Reinhold, NY
5. Garg, V. K., Sholik, K.F. and Wilkes, J., (1996), *Application of CDMA in Wireless/Personal Communications*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs
6. Garg, V. K. and Joseph E. Wilkes, (1996), *Wireless and Personal Communications Systems*, Prentice-Hall
7. Gerhardt, L.A. and Dixon, R.C., (1977), "Introduction: Special Issue on Spread Spectrum Communications", *IEEE Trans. Communications*, vol. COM-25, pp. 745 - 747, August
8. J.D. Gibson, (1999), *The Mobile Communication Hand Book*, 2nd ed., CRC Press
9. Glas, J., (1996), "The Principles of Spread Spectrum Communication"  
<http://cas.et.tudelft.nl/~glas/ssc/techn/techniques.html>
10. Halunga, S., Fratu S.V., (2005), *Sisteme de comunicație cu acces multiplu*, Printech, București
11. Hanzo, L., Yang, L-L., Kuan, E-L. and K. Yen, *Single- and Multi-Carrier CDMA Multi-User Detection, Space-Time Spreading, Synchronisation and Standards*, [http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/comms/files/sample-chaps\\_1,2,9,17\\_singlepdf.pdf](http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/comms/files/sample-chaps_1,2,9,17_singlepdf.pdf)
12. Kohonen, J., (2001), *Introduction to 3G Mobile Communications*, Artech House, Boston
13. W.C.Y. Lee, (1982), *Mobile Communication Engineering*, McGraw-Hill, New York
14. Öberg, T., (2001), *Modulation, Detection and Coding*, J.Wiley&Sons, NY
15. Proakis J.G. and Salehi M., (1994), *Communication Systems Engineering*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
16. Proakis J.G., (1995), *Digital Communications*, McGraw Hill,
17. T.S. Rappaport, (1996), *Wireless Communications Principles and Practices*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs
18. M.K. Simon, J.K. Omura, R.A. Scholtz, and B.K. Levitt, (1994), *Spread Spectrum Communications Handbook*, rev. ed., McGraw-Hill, New York
20. Bernard Sklar, (2001), *Digital Communications: Fundamentals and Applications*, 2/ed, Prentice Hall
21. Stern, H.P.E and Mahmoud, S.A., (2004), *Communication Systems – Analysis and Design*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
22. Swarts, F., van Rooyan, P., Oppermann, I. And Lötter, M.P., (1999), *CDMA Techniques for Third Generation Mobile Systems*, Kluwer, Boston
23. A.J. Viterbi, (1995), *CDMA Principles of Spread Spectrum Communication*, Addison-Wesley, Reading, NA
24. S.G. Wilson, (1996), *Digital Modulation and Coding*, Prentice Hall, Englewood Cliffs
25. R. Ziemer and R. Peterson, (1985), *Digital Communication and Spread Spectrum Systems*, MacMillan, New York
26. R. Ziemer, R. Peterson, and D.E. Borth, (1995), *Introduction to Spread Spectrum Communications*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs
27. Ziemer R.E. and Peterson, R.L., (2001), *Introduction to Digital Communication*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey

Data: 29.05.2008

**Semnături:**

Titular curs: prof. dr. ing. *Alexandru Nicolae Dumitru*  
Titular aplicații: Asist. dr. ing. *Trifină Lucian Vasile*