

**P R O G R A M A   A N A L I T I C Ă**  
**Circuite și Sisteme Neliniare**

1. Titularul disciplinei: prof. dr. ing. Victor GRIGORAȘ

2. Tipul disciplinei: Disciplina de sinteza, Disciplina impusa      Codul: ETTI\_503\_TMP

3. Structura disciplinei:

Semestrul	Numărul de ore pe săptămână				Forma de evaluare finală	Numărul de ore pe semestru				
	C	S	L	PI		C	S	L	P	Total
1	2	-	2	1	E	28	-	28	1	56

4. Obiectivele cursului:

- Disciplina de "Circuite și Sisteme Neliniare" urmărește introducerea unor noțiuni complexe în analiza de circuit și prelucrarea de semnal prin utilizarea elementelor dinamicii neliniare. Se formează modul de înțelegere a dinamicii circuitelor neliniare în spațiul stărilor cu accent pe legătura între comportarea dinamică și schemele de implementare atât în etapa de analiză cât și de realizare.
- Se tratează caracterizarea intrare-stare-iesire, problematica ierarhiei dinamice a sistemelor neliniare, marimile specifice și metodele de caracterizare ale dinamicii neliniare precum și principiile de aplicare la prelucrarea adaptivă a semnalelor, sincronizare neliniară, modulare și demodulare, generatoare dinamice de semnal și dinamica circuitelor de conversie a datelor.
- Se accentuează legătura între prezentarea teoretică a tipurilor de comportări dinamice; și identificarea modalităților de aplicare a dinamicii neliniare la prelucrarea semnalelor.

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

Disciplina de "Circuite și Sisteme Neliniare" vizează pregătirea teoretică și aplicativă a masteranzilor secției de "Tehnici Moderne de Prelucrare a Semnalelor" în direcția metodelor bazate pe dinamica neliniară. Se bazează în special pe cunoștințele acumulate la disciplinele din ciclul de licență legate de analiză și sinteză a circuitelor analogice și discrete, teoria sistemelor și prelucrarea semnalelor. Disciplina oferă baza de cunoștințe și abilități pentru disciplinele aplicative de prelucrare a semnalelor și proiectare asistată a circuitelor electronice.

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

Masteranzii capătă competențe în analiza și realizarea circuitelor și sistemelor neliniare pe baza ecuațiilor de stare, în prelucrarea semnalelor cu modulații combinate, în metodologia de proiectare a sistemelor neliniare având comportări complexe, în studiul atractivității multimității, în simularea și proiectarea asistată a circuitelor electronice și în aspectele fundamentale de sinteză și realizare a sistemelor neliniare.

7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:

Mod de predare: expunerea teoretică susținută de suport electronic, exemple, probleme și aplicații de simulare.

Susținere laborator: calcul de proiectare și analiză urmat de simulări numerice, bazate pe suport de laborator în format electronic.

Nivelul de predare, atât teoretic cât și aplicativ, se adaptează la nivelul de pregătire al masteranzilor, dedus din testul inițial de laborator, dialogul pe durata cursului și rezultatele aplicative din orele de aplicații, vizând înțelegerea în profunzime a fenomenelor neliniare și realizarea unei legături

solide între aspectele teoretic și modalitățile aplicative de implementare practică. Se accentuează pe învățământul diferențiat în vederea integrării absolvenților de la diferite secții și facultăți.

## 8. Sistemul de evaluare:

*Lucrări de specialitate:* tema de casa (C)

Ponderea în nota finală: 50%

*Evaluarea finală:* examen (T)

Ponderea în nota finală: 50%

Proba: Teza cu 4 subiecte, fără acces la documentație.

## 9. Conținutul disciplinei:

### a) Curs:

#### 1. Caracterizarea prin ecuații de stare a circuitelor neliniare (4h)

- 1.1. Ecuații de stare pentru circuite analogice și discrete.
- 1.2. Scrierea ecuațiilor și algoritmi de rezolvare numerică.
- 1.3. Legătura între sistemele autonome și ne-autonome.

#### 2. Comportarea dinamică a circuitelor neliniare (14h)

- 2.1. Dinamica de tip constant; puncte fixe și de echilibru.
- 2.2. Stabilitatea punctelor fixe și de echilibru prin liniarizare locală.
- 2.3. Stabilitatea Liapunov; sisteme gradient; aplicații la optimizare și sisteme adaptive.
- 2.4. Cicluri limită atrătoare și repulsoare; subarmonici; sisteme cu histerezis.
- 2.5. Atractivitatea ciclurilor limită; multiplicatori caracteristici; secțiunea Poincaré.
- 2.6. Dinamica de tip cuasi-periodic; aplicații la sisteme de modulație.
- 2.7. Dinamica haotică; definiție și proprietăți; marimi caracteristice dinamicii haotice.

#### 3. Aplicații ale dinamicii neliniare la prelucrarea semnalelor (10h)

- 3.1. Sincronizarea neliniară.
- 3.2. Modularea și demodularea dinamică.
- 3.3. Generatoare haotice de zgomot.
- 3.4. Dinamica neliniară a convertoarelor de date.
- 3.5. Comunicatii prin modularea purtătoarei haotice.
- 3.6. Criptare haotică.

Total ore curs – 28

### b) Aplicații:

#### Sedințele de laborator (2h/sedință):

1. Protecția muncii; Test de evaluare inițial; Mediul de simulare MATLAB-Simulink; ecuații de stare liniare.
2. Ecuații de stare neliniare; legătura între sisteme analogice și discrete; legătura între sisteme autonome și ne-autonome.
3. Sisteme neliniare analogice cu puncte de echilibru multiple.
4. Sisteme neliniare discrete cu puncte fixe multiple.
5. Stabilitatea prin liniarizare locală utilizând calcul simbolic.
6. Sisteme gradient pentru rezolvarea problemelor de optimizare; sisteme adaptive.
7. Cicluri limită în sisteme analogice și discrete; secțiunea Poincaré.
8. Cuplajul oscilatoarelor pentru obținerea dinamicii cuasi-periodice; modulație de amplitudine și frecvență.
9. Secțiunea Poincaré pentru sisteme cuasi-periodice.
10. Sisteme haotice.
11. Secțiunea Poincaré și diagrama de bifurcație.
12. Sincronizarea neliniară; modularea și demodularea.
13. Comunicatii pe purtătoare haotică; sensibilitatea la zgomot și parametri; criptare haotică.
14. Dinamica neliniară a generatoarelor de zgomot și a convertoarelor A/N.

Total ore aplicații – 28

## 10. Bibliografie

1. Suport de curs: <http://scs.etc.tuiasi.ro/vgrigoras/didactic.html>
2. Ciocoiu, I., Grigoras, V., 'Tehnici Moderne de Procesare a Semnalelor', Iasi, Ed. Cermi, 2005.
3. Parker, T. S., Chua, L. O., 'Numerical Algorithms for Nonlinear Circuits Analysis', John Wiley & Sons, 1996;
4. H. G. Schuster, 'Deterministic Chaos', VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1994;
5. H. Gugenheimer, G. Holmes, 'Nonlinear Dynamics', Adisson Wesley, 1997;

Data: 25.09.2009

### **Semnături:**

Titular curs: Grigoras Victor

Titular aplicații: Grigoras Victor