



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie**  
**POLITEHNICA București**  
**Școala doctorală Interdisciplinară / Inginerie Mecanică**

**FIȘA DISCIPLINEI / STABILITATEA SISTEMELOR MECANICE**

**SYLLABUS / STABILITY OF MECHANICAL SYSTEMS**

**1. Date despre program / Program information**

1.1 Instituția de învățământ superior/ Higher Education Institution	<b>Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București / National University of Science and Technology POLITEHNICA Bucharest</b>
1.2 Școala doctorală/ Doctoral school	<b>Interdisciplinară Interdisciplinary</b>
1.3. Domeniul de studii universitare	<b>Inginerie Mecanică / Mechanical Engineering</b>
1.4. Ciclul de studii universitare	Doctorat
1.5. Limba de predare	Română / English (if it is the case for foreign students)
1.6. Locația geografică de desfășurare a studiilor	Pitești / Pitești

**2. Date despre disciplină / Course data**

2.1 Denumirea disciplinei / Course title (ro) (en)	<b>Disciplina de specializare 1, Stabilitatea sistemelor mecanice Core subject of of specialization 2, Stability of mechanical systems</b>						
2.2 Titularul / ii activităților de curs / Course holder	Conducătorul de doctorat / PhD coordonator						
2.3. Anul de studiu/ Academic year	1	2.4. Semestrul/ Semester	I	2.5. Forma de evaluare / Evaluation type	V	2.6 Tipul/ regimul disciplinei/ Course regime	Ob <sup>1</sup>
2.7. Categoria formativă/ Formative category	S <sup>2</sup>		2.8. Codul disciplinei/ Discipline code	P.D.16.IM.1.I.Ob.05			

**3. Timpul total (ore pe semestru al activităților didactice)/ Total estimated time (hours per semester of teaching activities)**

3.1 Total ore pe semestru / Total hours of per semester	<b>200<sup>3</sup></b>
3.2 Numărul de credite / Number of ECTS	<b>8<sup>4</sup></b>

<sup>1</sup> Obligatorie / Opțională / Facultativă – Se va completa conform planului de învățământ.

<sup>2</sup> Fundamentală / de specializare/ complementare – Se va completa conform planului de învățământ.

<sup>3</sup> Se va calcula ținând cont că se acordă un credit pentru volumul de muncă care îi revine unui student cu frecvență la zi pentru a echivala 25/30 de ore de pregătire pentru dobândirea rezultatelor învățării.



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie**  
**POLITEHNICA București**  
**Școala doctorală Interdisciplinară / Inginerie Mecanică**

**4. Precondiții** (acolo unde este cazul) / **Preconditions** (where applicable)

4.1 de curriculum / <i>for curriculum</i>	
4.2 de rezultate ale învățării / <i>for learning outcomes</i>	

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul) / **Necessary conditions for the optimal performance of teaching activities** (where applicable)

5.1 de desfășurare a cursului / <i>for the course</i>	
---	--

**6. Obiectiv general / General objective of the course**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului de doctorat Inginerie Mecanică și își propune să asigure fundația teoretică și aplicativă necesară cercetării de înalt nivel specifică temei de cercetare a studentului doctorand / studenților doctoranzi. Disciplina abordează noțiuni avansate specifice temei de cercetare științifică abordată în cadrul tezei de doctorat. În anexa 1 la Planul de învățământ se prezintă o listă non-exhaustivă a disciplinelor de specializare care sunt în prezent stabilite pentru parcursul doctoral al studenților în **SD-IP**.

This discipline is studied within the doctoral field of Mechanical Engineering and aims to provide the theoretical and applicative foundation necessary for high-level research specific to the research theme of the doctoral student/doctoral students. The discipline addresses advanced notions specific to the scientific research topic addressed within the doctoral thesis. Annex 1 to the Education Plan presents a non-exhaustive list of specialization disciplines that are currently established for the doctoral course of students in this Doctoral School.

**7. Rezultatele învățării / Learning outcomes**

Rezultatele învățării sunt definite pentru domeniul de studii universitare de doctorat Inginerie Mecanică, în corelație cu competențele profesionale și transversale prezentate în planul de învățământ. Acestea se referă la crearea de noi cunoștințe, inovare și leadership tehnologic în aria specifică a temei de cercetare.

---

<sup>4</sup> Se va completa conform planului de învățământ.



# Universitatea Națională de Știință și Tehnologie

## POLITEHNICA București

### Școala doctorală Interdisciplinară / Inginerie Mecanică

<b>Cunoștințe/ Knowledge</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Doctorandul are cunoștințe aprofundate în domeniul Inginerie Mecanică și cunoștințe aflate la granița dintre acesta și alte domenii specifice temei de cercetare.</li><li>- Cunoaște principiile cercetării experimentale, metodele și mijloacele de investigare experimentală specifice domeniului temei.</li><li>- Știe să realizeze o cercetare bibliografică detaliată într-un domeniu științific.</li><li>- Stăpânește metode de analiză teoretică a proceselor și mecanismelor caracteristice subiectului abordat.</li><li>- Cunoaște principalele metode de simulare bazate pe modelarea computațională de înalt nivel.</li><li>• The PhD student has in-depth knowledge in the field of Mechanical Engineering and knowledge at the border between it and other fields specific to the research topic.</li><li>• He/she knows the principles of experimental research, the methods and means of experimental investigation specific to the field of the topic.</li><li>• Knows how to conduct detailed state of the art in a scientific field.</li><li>• Masters methods of theoretical analysis of the processes and mechanisms characteristic to the topic addressed.</li><li>• Knows the main simulation methods based on high-level computational modeling.</li></ul>
<b>Abilități/ Skills</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Doctorandul este capabil să identifice probleme de cercetare nerezolvate, să formuleze ipoteze originale și să fundamenteze metodologii de cercetare avansate pentru validarea acestora.</li><li>- Este capabil să realizeze o cercetare bibliografică amănunțită în specificitatea temei de cercetare.</li><li>- Are abilitatea de a realiza o sinteză și de a evalua rezultatele obținute.</li><li>- Este capabil să reproducă un model de calcul avansat din literatura de specialitate.</li><li>- Este capabil să identifice utilitatea și accesul la metode experimentale specifice temei de cercetare.</li><li>- Identifică soluții și propune metode de rezolvare bazate pe argumente științifice pentru probleme complexe multidisciplinare și le comunica clar și argumentat într-un format adecvat (narativ, tabelar, grafic, prin ecuații matematice etc.).</li><li>• The PhD student is able to identify unsolved research problems, formulate original hypotheses, and substantiate advanced research methodologies for their validation.</li><li>• He/she is able to carry out a thorough bibliographic research in the specificity of the research topic.</li><li>• He/she has the ability to make a synthesis and evaluate the results obtained.</li><li>• Is able to reproduce an advanced computational model from the literature.</li><li>• He/she is able to identify the usefulness and access to experimental methods specific to the research topic.</li><li>• Identifies solutions and proposes methods of solving complex multidisciplinary problems based on scientific arguments and communicates them clearly and reasoned in an appropriate format (narrative, tabular, graphic, through mathematical equations, etc.).</li></ul>



<p>Responsabilitate și autonomie/ Responsibility and autonomy</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează. / <b>Selects appropriate bibliographic sources and analyze them.</b></li><li>• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. / <b>Respects the principles of academic ethics, correctly citing the bibliographic sources used.</b></li><li>• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. / <b>Demonstrates receptiveness to new learning contexts.</b></li><li>• Demonstrează un nivel ridicat de autonomie, inovație, integritate științifică și profesională în organizarea cercetării. / <b>Demonstrates a high level of autonomy, innovation, scientific and professional integrity in the organization of research.</b></li><li>• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente temei de cercetare pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. / <b>Promotes / contribute through new solutions related to the research field to improve the quality of social life.</b></li><li>• Are capacitatea de a identifica și planifica corect/eficient sarcinile specifice tezei de doctorat / <b>Has the ability to identify and plan correctly/efficiently the specific tasks of the PhD thesis.</b></li></ul>
---	--

## 8. Conținut / Content

Conținutul disciplinei va fi stabilit de către conducătorul de doctorat luând în considerare nevoile doctorandului de a se dezvolta pe anumite direcții necesare în abordarea temei de doctorat. / **The content of the discipline will be established by the doctoral supervisor, taking into account the needs of the doctoral student to develop in certain directions necessary in approaching the doctoral topic.**

Conținutul disciplinei este dat mai jos. / **The content of discipline is given in what follows.**

### 1. Stabilitatea echilibrului pentru sisteme dinamice continue autonome / **Stability of the equilibrium for autonomous continuous systems**

Definiții. Teoremele Liapunov, Liapunov-Peron, Cetaev. Teorema de existență a varietății centrale, teorema de aproximare a varietății centrale. Principiul de reducere. Stabilitatea echilibrului pentru sisteme conservative. Sistem cu dublă infinitate de soluții de echilibru. Vibrațiile libere ale unui sistem mecanic cu un singur grad de libertate și cu forța de restaurare dependentă doar de poziție. Cazul roții rostogolindu-se fără alunecare pe un plan orizontal. Micile oscilații în jurul pozițiilor de echilibru stabil. / **Definitions. The theorems of Lyapunov, Lyapunov-Peron, Cetaev. The theorem of existence of the central manifold, the theorem of approximation for the central manifold. The principle of reduction. Stability of equilibrium for conservative systems. System with double infinity of equilibrium solutions. Free vibrations of a mechanical system with a single degree of freedom and with the restoring force dependent only on position. The case of a wheel rolling without slipping on a horizontal plane. Small oscillations around stable equilibrium positions.**

### 2. Aspecte privind stabilitatea mișcării / **Aspects concernin the stability of motion**

Definiții. Stabilitatea mișcării în prima aproximație. Criteriul Routh-Hurwitz. Teoremele lui Liapunov privitoare la stabilitatea mișcării. Generalizările lui Malkin. Teorema lui Cetaev. Mișcarea rigidului cu punct fix. / **Definitions. The stability of motion in the first approximation. The Routh-Hurwitz criterion. The theorems of Lyapunov related the stability of motion. The Malkin generalizations. The Cetaev theorem. The motion of a rigid with a fixed point.**



### 3. Stabilitatea soluțiilor sistemelor neautonome liniare / **Stability of linear nonautonomous systems**

Cazul sistemului  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}(t)$ . Exemplu. Cazul sistemului  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{B}(t)\mathbf{x}$ . Inegalitatea lui Gronwall (lema lui Gronwall). Teoreme de stabilitate. Cazul sistemului  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}(t)\mathbf{x}$ . Teoria lui Floquet. Matrice fundamentală. Proprietăți. Teoremă de reprezentare. Matrice de monodromie. / **The case of system  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}(t)$ . Example. The case of system  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{B}(t)\mathbf{x}$ . Gronwall inequality (Gronwall lemma). Theorems of stability. The case of system  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}(t)\mathbf{x}$ . Floquet theory. Fundamental matrices. Properties. Theorem of representation. Monodromy matrix**

### 4. Vibrații parametrice / **Parametric vibrations**

Aspecte generale. Determinarea soluțiilor ecuațiilor parametrice cu coeficienți periodici. Ecuația Mathieu. Diagrama Ince-Strutt. Exemplu. Ecuația Hill. Cazul parametrilor constanți pe intervale. / **General aspects. Determination of solutions of parametric equations with periodic coefficients. Mathieu equation. Ince-Strutt diagram. Example. Hill equation. Case of constant parameters over intervals.**

### 5. Stabilitatea soluțiilor periodice și a mișcărilor staționare / **Stability of periodic solutions and steady motions**

Aspecte generale. Definiții. Aplicația Poincaré. Definiții. Teoreme specifice aplicației Poincaré. Valorile proprii ale matricei de monodromie. Teorema varietății centrale pentru orbitele periodice. Sisteme Lienard. Teorema lui Lienard. Stabilitatea mișcărilor staționare. / **General aspects. Definitions. The Poincaré application. Definitions. Theorems specific to the Poincaré application. Eigenvalues of the monodromy matrix. The central manifold theorem for periodic orbits. Liénard systems. Liénard's theorem. Stability of stationary motions.**

### 6. Vibrații neliniare. Autovibrații / **Nonlinear vibrations. Self-oscillations**

Aspecte generale. Stabilitatea pozițiilor de echilibru. Cicluri limită. Vibrații neliniare forțate cu excitație periodică. Ecuația Duffing fără amortizare. Aspecte generale privind autovibrațiile. Autovibrații induse de forța de frecare uscată. Autovibrații descrise de ecuații cu întârziere. Prelucrări prin așchiere. Autovibrații cauzate de constrângeri nearmonice. / **General aspects. Stability of equilibrium positions. Limit cycles. Nonlinear forced vibrations with periodic excitation. The undamped Duffing equation. General aspects of self-oscillations. Self-oscillations induced by dry friction. Self-oscillations described by delay equations. Machining processes. Self-oscillations caused by non-harmonic constraints.**

### 9. Evaluare / **Assessment**

Evaluarea disciplinei se va realiza de către comisia de examen prin consens cu calificativul Admis sau Respins. Examenul se consideră promovat dacă doctorandul obține calificativul Admis. În cazul în care doctorandul obține Respins i se va acorda o perioadă de 30 de zile pentru studiu și prezentarea acestuia pentru o nouă evaluare. / **The evaluation of the discipline will be carried out by the examination committee by consensus with the grade of Admitted or Rejected. The exam is considered passed if the doctoral student obtains the grade of Admitted. If the doctoral student obtains Rejected, he/she will be given a period of 30 days to study and submit it for a new evaluation.**

Data completării / **Date of completion**

Comisia de evaluare / **Evaluation Committee**

---



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie**  
**POLITEHNICA București**  
**Școala doctorală Interdisciplinară / Inginerie Mecanică**

Data aprobării în Consiliul Școlii doctorale  
/ Date of approval in the Doctoral school  
Council

---

Director **SD-IP**  
Prof. dr. ing. Nicolae-Doru STĂNESCU

---