

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronică și Mecanică
1.3 Departamentul	Inginerie Mecanică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Mecanică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Sisteme și Echipamente Termice – Alba Iulia
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	30.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>Vibrații mecanice</b>						
2.2 Aria de conținut	(se completează din grila 2: arii de conținut)						
2.3 Responsabil de curs	Prof. Univ. Dr. Ing. Iulian Lupea iulian.lupea@mep.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof. Univ. Dr. Ing. Iulian Lupea, <a href="mailto:Iulian.Lupea@mep.utcluj.ro">Iulian.Lupea@mep.utcluj.ro</a> S.l.dr. ing. Coroian Adrian, <a href="mailto:Coroian.Adrian@mep.utcluj.ro">Coroian.Adrian@mep.utcluj.ro</a>						
2.5 Anul de studiu	2	2.6 Semestrul	4	2.7 Tipul de evaluare	C	2.8 Regimul disciplinei	DD DI

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28	din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar / laborator	14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					14
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					2
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					3
Tutoriat					1
Examinări					2
Alte activități.....					
3.7 Total ore studiu individual	22				
3.8 Total ore pe semestru	50				
3.9 Numărul de credite	2				

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Matematici (sem 1, 2), Mecanică I, Mecanică II, Rezistența materialelor I
4.2 de competențe	Matematici speciale

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Prezența la curs este obligatorie 80%
5.2. de desfășurare a laboratorului	Prezența la laborator este obligatorie 100%. Se presupune laboratorul citit și listat materiale tabele de completat cu date experimentale. Dosarul se prezintă la final cu toate calculele făcute explicit la care participă datele experimentale. Sunt prezente și rezolvări de probleme la tablă. Cadru didactic prezintă la tablă mersul lucrării și etapele de desfășurare ale laboratorului.

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– să identifice diverse tipuri de vibrații, prin prisma modelului matematic și a domeniului industrial în care se manifesta,</li> <li>– să simplifice anumite sisteme reale mecanice și să le modeleze prin sisteme mecanice cu un grad de libertate,</li> <li>– să modeleze sisteme mecanice cu mai multe grade de libertate,</li> <li>– să abordeze analitic comportamentul dinamic al anumitor sisteme mecanice cu aplicare în domeniul automobilelor, al mecatronicii etc.,</li> <li>– să poată identifica parametri dinamici ai structurilor pe baza măsurătorilor în regim dinamic,</li> <li>– să înțeleagă observarea semnalelor în domeniu frecvență, transformata Fourier și puterea spectrală,</li> <li>– să posede noțiuni de analiză modală (numeric și experimental),</li> <li>– să înțeleagă importanța modelării dinamice a sistemelor dinamice complexe folosind metoda elementelor finite,</li> <li>– să selecteze senzori pentru măsurarea vibrațiilor,</li> <li>– să identifice defecte în sisteme mecanice prin măsurarea vibrațiilor și analiza lor în domeniul timp și frecvență.</li> </ul>
Competențe transversale	<p>Formare continuă și utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line etc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• corelare cu alte discipline pentru înțelegerea problemelor de dinamica sistemelor electro-mecanice</li> <li>• să facă corelări între disciplinele de mecanică-dinamică, rezistența materialelor, vibrații mecanice cu aplicare la vibrații și acustică în alte medii elastice.</li> <li>• Corelare vibrațiilor din medii elastice (solide, lichide, gaze) cu discipline specifice pentru dezvoltare de generatoare de energie din vibrații reziduale și zgomote poluante. Vibrațiile reziduale și zgomotele sunt surse importante pentru generare de energie mai ales alimentare senzori în medii nocive.</li> <li>• Furnizarea unor mărimi dinamice folosite a controlul sistemelor mecanice</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<p>Înșușirea principiilor care guvernează mișcarea vibratorie a sistemelor mecanice cu structura elastică, a vibrațiilor în medii elastice, a protecției omului și a mediului la poluare prin vibrații și zgomote.</p> <p>Identificarea defectelor unor sisteme mecanice prin analiza semnalelor în domeniul timp și frecvență.</p> <p>Generarea de energie din vibrații și zgomote reziduale (energy harvesting).</p>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cunoștințe de modelare dinamică a sistemelor mecanice.</li> <li>- Cunoștințe de analiză asupra modelelor matematice ale sistemelor mecanice vibrante.</li> <li>- Să înțeleagă analiza modală a structurilor și analiza modală experimentală.</li> <li>- Să înțeleagă faptul că monitorizarea comportamentului vibro-acustic poate exprima „starea de sănătate” a mașinilor, utilajelor, instalațiilor.</li> <li>- Să cunoască funcții de transfer complianță, transmisibilitate forțe și deplasări.</li> <li>- Să înțeleagă posibilitatea de a genera energie din vibrații reziduale.</li> <li>- Să cunoască posibilitățile de a genera energie din zgomote poluante.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Domeniile în care vibrațiile sunt prezente și sectorul de interes pentru inginer. Clasificarea vibrațiilor, funcția armonică și derivare, modelarea unor sisteme liniare cu un grad de libertate, exemple diverse, simulări cu elemente finite.	În procesul de predare se folosesc metode noi ce utilizează aparatură media combinate cu metode clasice	Noțiunile teoretice vor fi însoțite de scurte prezentări practice, simulări și /sau exemplificări din experiența inginerescă 2 ore fiecare curs Total 7 cursuri
2. Vector complex rotitor și derivate, vibrații libere neamortizate - sistem cu un grad de libertate (1gdl), condiții inițiale, probleme practice rezolvate.		
3. Modelarea și analiza sistemelor cu un grad de libertate cu amortizare vâscoasă, polii sistemului, exemple diverse, simulări, vibrograma.		
4. Vibrațiile unui sistem excitat de forță armonică externă, exemple, simulări FEA ; transmisibilitate forță la fundație.		
5. Excitație prin masă excentrică în rotație armonică. Excitație prin mișcarea armonică a suportului. Transmisibilitate deplasări și probleme practice rezolvate numeric.		
6. Senzori și aparate pentru măsurarea vibrațiilor. Sisteme de măsură și de testare a sistemelor mecanice pentru identificarea parametrilor dinamici.		
7. Monitorizare și diagnoză prin vibrații la mașini, utilaje, echipamente pe baza semnalelor de vibrații măsurate și analiza lor în timp și frecvență.		
<p><b>Bibliografie</b>  <b><i>In biblioteca UTC-N + internet format .pdf</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Badărău, E., Grumăzescu, M., Bazele acusticii moderne, Ed. Academiei RPR, București, 1964</li> <li>2. Bereteu, L., Smicala, I., Vibrații mecanice, Ed. Mirton, Timișoara, 1993</li> <li>3. Buzdugan, G., Fetcu, Lucia, Radeș, M., Vibrațiile sistemelor mecanice, Ed. Academiei RSR, București, 1975.</li> <li>4. Crawford, F., Unde Vol. III, Cursul de fizică Berkeley, EDP București 1983.</li> <li>5. Gafițanu, M., ș.a. Diagnosticarea vibroacustică a mașinilor și utilajelor, Editura Tehnică, București, 1989.</li> <li>6. Heylen, W., Lammens, S., Sas, P., Modal Analysis Theory and Testing, K.U. Leuven, 1995.</li> <li>7. Inman, D., Vibrations with control measurement and stability , Prentice-Hall 1989.</li> <li>8. Lupea I., Roboți și vibrații, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1996.</li> <li>9. Lupea I., Lupea, M., Limbajul C, teorie și aplicații, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1998.</li> <li>10. Lupea I., Măsurători de vibrații și zgomote prin programare cu Labview, Casa Cărții de Știință, Cluj-N., 2005.</li> <li>11. Meirovitch, L., Elements of Vibration analysis, McGraw-Hill, 1975</li> <li>12. Ogata, K., System dynamics, Prentice Hall, 2004.</li> <li>13. Silaș, G., Mecanică- vibrații mecanice, EDP, București, 1968</li> <li>14. Sireteanu, T., S.a. Vibrațiile aleatoare ale automobilelor, Ed. Tehnică București, 1981.</li> <li>15. Thomson, Theory of vibrations, 1988</li> <li>16. Timoshenko, S., Vibration problems in engineering, 1955.</li> <li>17. Ursu-Fischer, N., Vibrațiile sistemelor mecanice, Casa cartii de știință, Cluj-N., 1998.</li> <li>18. Vadeanu, S., Mecanică, Oscilații și unde, elemente de acustică, At.m. Univ. Babes-Bolyai, Cluj-N., 1994</li> <li>19. Wowk V., Machinery Vibration, Mc Grow-Hill , 1991.</li> <li>20. Zavery, K., Modal Analysis of large structures, 1984</li> <li>21. Harvie, J., Baqersad, J., Shock &amp; Vibration, Aircraft/Aerospace, Energy Harvesting, ..., Proc. 2017</li> <li>22. Priya, S., Inman, D., Energy Harvesting Technologies, Springer, 2009</li> <li>23. Wang, X., Frequency Analysis of Vibration Energy Harvesting Systems, Elsevier, 2016</li> <li>24. Ahmed, H., Nandi, A.K., Condition Monitoring with Vibration Signals - Compressive Sampling and Learning Algorithms for Rotating Machines, John Wiley &amp; Sons Ltd., 2020</li> <li>25. Scheffer, C., Girdhar, P., Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance, Elsevier, 2004.</li> <li>26** Bruel &amp; Kjaer, Mechanical Vibrations and Shock Measurement, 1970</li> <li>27** Matlab User's guide</li> <li>28** HyperWorks, Altair Engineering, Troy, Michigan, USA</li> <li>29** Lupea, I., Cursuri format pdf. <a href="http://www.viaclab.utcluj.ro">www.viaclab.utcluj.ro</a> cursuri și laboratoare cu <u>actualizare anuală</u>.</li> <li>30** Nastran, User's Manual.</li> <li>31** Documentație solve pentru simulare: Ls-dyna, Abaqus, Optistruct, Radioss.</li> </ol>		

8.2 Laborator	Metode de predare	Observații
1. Studiul practic al sistemelor cu un grad de libertate: a) masă-arc, b) bară de torsiune-disc, c) lamelă încastrată-masă, d) pendul gravitațional; măsurare pulsație naturală, identificarea unor parametri ai sistemelor, calcul pulsații naturale și verificare experimentală.	La laborator studentul vine cu conspectul facut / materialul descărcat de pe site: <a href="http://www.viaclab.utcluj.ro">www.viaclab.utcluj.ro</a> La unele laboratoare calculele nu se termină în timpul laboratorului.	Activitatea de laborator se desfășoară pe semigrupe cu durată 1 ora săptămânal (un laborator de două ore la două săptăm.), total 7 labor. ** întârzierile la laborator se contorizează și recuperează.
2.1. Compunere vibrații după direcții paralele și perpendiculare; fenomenul de bătaie. Rulare aplicații de simulare în Labview, Matlab; Observare fenomen de bătaie experimental.		
2.2. Analiza semnalelor periodice cu descompunere în armonice și prezentarea/ explicarea unor aplicații practice.		
3.1. Deducerea ecuațiilor diferențiale de mișcare pentru diverse sisteme discrete cu un g.d.l.; Rezolvare (3-4) probleme la tablă,		
3.2. Preluarea practică a vibrogramei unor sisteme folosind aparat de măsură vibrații; identificarea parametrilor sistemului prin studiul vibrogramei + programe Matlab și Labview pentru trasarea de vibrograme.		
3.3. Prezentare și utilizare senzori.		
4.1. Modelarea electrică a unui sistem mecanic cu 1 gdl cu excitație.		
4.2. Variantă: studiul transmisibilității într-un sistem 1 gdl amortizare vâscoasă – simulare elemente finite.		
4.3. Măsurători vibrații practice pe stand/ sistem excitat armonic cu observarea fenomenului de rezonanță.		
5.1. Deducerea ecuațiilor diferențiale de mișcare pentru diverse sisteme discrete cu 2 g.d.l. + simulare Matlab și FEA; Rezolvare probleme diverse.		
5.2. Analiză spectrală; Programe C, Matlab (selectiv).		
5.3. Măsurători practice - analiză spectrală		
6.1. Absorbitorul dinamic de vibrații; lampa stroboscopică + măsurare vibrații cu observarea fenomenului de rezonanță și în apropiere.		
6.2. Simulari de moduri de vibrații; folosirea unui dispozitiv compus din mase și arcuri pentru punerea în evidență a primelor (2, 3) moduri de vibrație.		
7.1. Măsurare turații critice la un arbore zvelt; lampă stroboscopică și tahometru + observare rezonanțe structurale + Order Analysis.		
7.2. Verificare dosare și note laborator		
Bibliografie <a href="http://www.viaclab.utcluj.ro">www.viaclab.utcluj.ro</a> , Lupea, I., Site Laborator (2005-2021). Laboratoare actualizate anual, oferite în format electronic pe site + bibliografie Curs.		

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

Se realizeaza prin discutii periodice programate de facultate cu reprezentanti ai angajatorilor * observarea nevoilor în domeniile deservite, contractele cu industria, dialog cu responsabili domeniilor de studiu
--

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Colocviu scris constând din subiecte de teorie + întrebări de sinteză + probleme de tipul celor rezolvate la laborator.	Verificarea cunoștințelor (teorie și aplicații) în scris pe durata a 2 ore; minim 5 pentru promovare	90%
10.5 Laborator	Verificarea dosarului cu lucrări de laborator, calcule și grafice/ diagrame terminate + verificare set minim de noțiuni concepte necesare pentru prezentare la scris (setul minim disponibil pe site <a href="http://www.viaclab.utcluj.ro">www.viaclab.utcluj.ro</a> )	Se apreciază Admis/ Respins (și în paralel cu notă cuprinsă între 1 și 10; minim 5 pentru Admis) -condiționează intrarea la scris	10%

**10.6 Standard minim de performanță**

Rezolvarea satisfăcătoare a unor probleme cu finalizare numerică și răspuns corect la subiectele legate de sisteme vibrante cu un grad de libertate. Se adaugă noțiunile de senzorială specifice și diagnoza defectelor cu accent pe interpretarea spectrelor de vibrații.

<b>Data completării:</b>	<b>Titulari</b>	<b>Titlu Prenume NUME</b>	<b>Semnătura</b>
20.06.2023	Curs	Prof. dr. ing. Iulian LUPEA	
	Aplicații	S.l.dr. ing. Adrian COROIAN	

Data avizării în Consiliul Departamentului IM, 23.06.2023	Director Departament IM, Prof. dr. ing. Dan Opruța
Data aprobării în Consiliul Facultății ARMM,	Decan ARMM, Prof. dr. ing. Nicolae Filip