

FIȘA DISCIPLINEI
Anul universitar 2024-2025

Decan,
Conf. dr. ing. Gelu Ianuș

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Mecanică
1.3 Departamentul	Inginerie Mecanică, Mecatronică și Robotică
1.4 Domeniul de studii	Mecatronică și Robotică
1.5 Ciclul de studii ¹	Master
1.6 Programul de studii	MCTA (Mecatronică avansată)

2. Date despre disciplină

2.1.1 Denumirea disciplinei	Diagnosticare vibroacustică <i>Vibro-Acoustic Diagnose</i>						
2.1.2 Codul disciplinei	MA.IA.109						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Viorel Paleu						
2.3 Titularul activităților de aplicații	Prof. dr. ing. Viorel Paleu						
2.4 Anul de studii ²	1	2.5 Semestrul ³	2	2.6 Tipul de evaluare ⁴	C	2.7 Tipul disciplinei ⁵	DS

3. Timpul total estimat al activităților zilnice (ore pe semestru)

7. Timpul total estimat al activităților de învățământ (ore pe semestrul I)									
3.1 Număr de ore pe săptămână	2	din care 3.2 curs	1	3.3a sem.	-	3.3b laborator	1	3.3c proiect	-
3.4 Total ore din planul de învățământ ⁶	28	din care 3.5 curs	14	3.6a sem.		3.6b laborator	14	3.6c proiect	-
Distribuția fondului de timp ⁷									Nr. Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe									14
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren									5
Pregătire seminarii/laboratoare/proiecte, teme, referate și portofolii									14
Tutoriat ⁸									10
Examinări ⁹									4
Alte activități:									
3.7 Total ore studiu individual ¹⁰	47								
3.8 Total ore pe semestru ¹¹	75								
3.9 Numărul de credite	3								

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum ¹²	•
4.2 de competențe	•

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului ¹³	• Tabla și videoproiector
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului ¹⁴	• Tehnica de calcul numeric și softuri specifice: Labview, Matlab, Simulink, • posibilități de antrenare cu turație variabilă, • traductoare de vibrații microfoane și condiționare de semnal, preamplificatoare, • echipamente de supraveghere, măsurare și analiză folosite în mediul industrial: echipament Shock Pulse Meter, (SPM,) analizor portabil tip MicroLog SKF.

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	• Inșușirea de cunoștințe teoretice de bază și dezvoltarea aptitudinilor necesare tehnicilor de monitorizare a stării de funcționare a mașinilor și diagnosticarea defectelor prin tehnici de analiză a vibrațiilor și zgometelor.
6.2 Obiective specifice	• Familiarizarea cu posibilitățile oferite de analiza în domeniul frecvență. Analiza Fourier și Transformata Fourier. Funcția de răspuns în frecvență și tehnici de analiză • Dezvoltarea capacități de interpretare a datelor furnizate de investigația efectuată și argumentarea pe această bază a deciziei.

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	- cunoaște principiile fundamentale ale monitorizării vibrațiilor și zgomotelor în sisteme mecanice și mecatronice; - înțelege conceptele de vibrații libere, forțate, pulsații proprii și rezonanță aplicate în diagnosticul funcțional al mașinilor; - cunoaște metodele de analiză statistică a semnalelor: raport semnal-zgomot, histograme, funcții de autocorelație și intercorelație; - înțelege utilizarea transformatei Fourier (DFT/FFT) și a spectrelor de frecvență în diagnosticarea defecțiunilor; - este familiarizat cu standardele relevante (ex. DIN ISO 10816-3) pentru evaluarea severității defectelor vibraționale; - cunoaște tehnici specializate de analiză (envelopa Hilbert, densitatea spectrală de putere, tehnica Shock Pulse Measurement).
Aptitudini	- aplică metode moderne de achiziție și procesare a semnalelor vibroacustice folosind echipamente de laborator și software-uri dedicate (LabVIEW, MATLAB); - interpretează datele obținute din măsurători vibraționale și stabilește corelații cu potențiale defecte mecanice (ex. rulmenți, transmisii, motoare); - utilizează echipamente portabile (SKF Microlog MX) pentru evaluarea funcțională a mașinilor în regim de funcționare reală; - efectuează măsurători și calcule privind frecvențele caracteristice ale defectelor în rulmenți și angrenaje; - prelucrează și compară spectre de vibrații, identificând semnale caracteristice defecțiunilor; - elaborează concluzii privind starea tehnică a sistemelor pe baza unor seturi coerente de date experimentale și analize vibroacustice.
Responsabilitate și autonomie	- își asumă responsabilitatea pentru desfășurarea corectă a activităților de diagnosticare și evaluare funcțională a echipamentelor mecatronice; - ia decizii tehnice în baza interpretării datelor de vibrație și zgomot, în scopul prevenirii sau remedierii defecțiunilor; - integrează metodele de analiză vibroacustică în procesele de mentenanță predictivă și fiabilitate inginerească; - susține raționat alegerea metodelor și interpretarea rezultatelor în cadrul proiectelor de monitorizare tehnică; - contribuie activ la documentarea și prezentarea rezultatelor activităților de laborator și analiză vibroacustică; - respectă normele profesionale și bunele practici în activitatea de diagnosticare tehnică a sistemelor mecanice și mecatronice.

8. Conținuturi

8.1 Curs ¹⁵	Metode de predare ¹⁶	Observații
1. Introducere. Obiectivele disciplinei. Clasificarea semnalelor vibro-acustice. Achiziția de date. Eșantionarea și cuantizarea. Strategii de mentenanță.		2 ore
2. Vibrații libere și pulsații proprii (naturale). Moduri proprii de vibrații. Vibrații forțate și răspunsul sistemului mecanic. Fenomenul de rezonanță mecanică. Fenomenul de beating. Aplicație: modelarea suspensiei punților față și spate ale unui automobil.		2 ore
3. Diagnosticarea vibro-acustică prin metode statistice. Raportul semnal-zgomot, histograma, funcția densitate de probabilitate, funcția de autocorelație și intercorelație.		2 oră
4. Spectre de frecvență. Transformata Fourier continuă și transformata Fourier discretă. Tehnica FFT. Diagnosticarea defectelor ca urmare a modificării spectrului vibrației monitorizate.		2 ore
5. Monitorizarea și diagnosticarea prin metode vibro-acustice. Exemple. Diagnosticarea transmisiei prin curele. Diagnosticarea motoarelor, a rotorilor dezechilibrați și a arborilor dezalinați. Severitatea defectelor conform standardului DIN ISO 10816-3. Strategii de monitorizare a stării de funcționare a mașinilor prin metode vibro-acustice (Level 1/Level 2).	Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector, discuții cu studenții	2 ore
6. Diagnosticarea rulmenților. Relații de calcul pentru spectrul de frecvențe generat de mișcările elementelor de rulmenți. Modificarea spectrului de frecvențe cauzată de dezvoltarea diverselor forme de deteriorare. Tehnica Shock Pulse Measurement (SPM).		2 ore
7. Diagnosticarea transmisiilor prin angrenaje. Indicatori pentru monitorizarea stării de funcționare a transmisiilor prin angrenaje. Prezența și semnificația		2 ore

benzilor laterale. Tehnici avansate de investigație și analiză: Procesarea anvelopei semnalului, anvelopa Hilbert, densitatea spectrală de putere.		
Bibliografie curs: 1. Viorel Paleu, Sisteme de achiziție și interfețe (Achiziția și procesarea semnalelor, ediția a 2-a, revizuită) Ed. PIM 2013, pp. 121, ISBN 978-606-13-1635-9 2. Viorel Paleu, Achiziția și procesarea semnalelor, Editura Tehnopress, Iasi, pp. 327, 2008, ISBN 978-973-702-506-7 3. Mitu Nicolae, Viorel Paleu, Introducere în MATLAB – Vol. I, Indrumar de laborator, Editura Tehnopress, Iasi, pp. 357, 2008, ISBN 978-973-702-507-4 4. Sarabjet Siingh, Carl Q. Howard, Colin H. Hansen, <i>An extensive review of vibration modelling of rolling element bearings with localized and extended defects</i>, Journal of Sound and Vibration, 357 (2015) 300-330. 5. Dipn S. Shah, Vinod P.N. Patel, <i>A review of dynamic modelling and fault identifications methods for REB</i>, Procedia Technology, 14 (2014) 447-456. 6. H. Cao, L. Niu, S. Xi, X. Chen, <i>Mechanical model development of rolling bearing rotor systems: A review</i>. Mechanical Systems and Signal Processing, 102 (2018) 37-58. 7. Sundry Dunn-Condition Monitoring in the 21st Century, Assetivity Ltd. 8. S. Khanam, N. Tandom, J. K. Dutt, <i>Fault size of outer race of b.b. using discrete wavelet transform of the vibration signal</i> Procedia Technology 14 (2014) 12-19. 9. Robert M. Jones-Enveloping for bearing Analysis, SKF Condition Monitoring, San Diego 10. Donald D. Howieson, <i>A Practical Introduction to Condition Monitoring of REBs Using Envelope Signal Processing (ESP)</i>, Diagnostic Instruments Ltd. 11. Application note AN011-Basics of Structural Vibration, Testing and Analysis. 12. Louis Morando, <i>Measuring Shock Pulse, another way to front line condition monitoring</i>, SPM Instrument Inc. 13. Alan Friedman - DLI Engineering Corporation. <i>Explained measurements</i>. 14. *** <i>Bearing faults that can be detected with vibration monitoring</i>, MEGGiTT Corporation, USA. 15. P. Vecer, M. Kreidl, R. Smid, <i>Condition Indicators for Gearbox Condition Monitoring Systems</i>, Acta Polytechnica Vol. 45 No. 6/ 2005. 16. M. Lebold, K. McClintic, R. Cambell, <i>Review of vibration methods for gearbox diagnostics and prognostics</i>, Procc. 54th Meeting of the Society for Machinery Failure Technology, Virginia Beach, VA, May 1-4, 2000, 623-634. 17. S. Crețu, <i>Note de curs</i> (format .pdf) 18. M. Gafițanu, S. Crețu, B. Drăgan, <i>Diagnosticarea vibroacustică a mașinilor și utilajelor</i>, Ed. Tehnică, București, 1989. 19. M. Gafițanu, S. Crețu, D. Olaru, D. Năstase, <i>Rulmenți vol. I</i>, Ed. Tehnică, București, 1985. 20. Site-ul https://Power-mi.com		
8.2a Seminar	Metode de predare ¹⁷	Observații
8.2b Laborator	Metode de predare ¹⁸	Observații
1. Plăci de achiziție de date și moduri de conectare a senzorilor. Principiile unei achiziții de date corecte. Analiza statistică.	Demonstrație practică, , experiment, exercițiu	2 ore
2. Aparatură specializată pentru diagnosticarea prin vibrații a sistemelor mecanice. Prezentarea funcțiilor aparatului portabil SKF Microlog MX. Demonstrație.		2 ore
3. Achiziția de semnal în domeniul timp și analiza în domeniul frecvență folosind transformata Fourier. Aplicații LabVIEW. Măsurarea frecvențelor proprii (de excitație) ale unui sistem cu aparatul portabil SKF Microlog MX.		2 ore
4. Diagnosticarea rulmenților din componența sistemelor mecatronice. Calculul frecvențelor de defectare. Aplicații LabVIEW și MATLAB.		2 ore
5. Diagnosticarea transmisiilor prin angrenaje din componența sistemelor mecatronice. Calculul frecvențelor de excitație posibile. Măsurarea nivelului de vibrații și trecerea în domeniul frecvență folosind echipamentul portabil SKF Microlog MX Compararea a spectrelor de frecvență și identificarea defectului.		2 ore
6. Măsurarea nivelului de vibrații la un motor electric și trasarea spectrului de frecvență. Calculul frecvențelor specifice. Comparații între rezultatele măsurate și valorile precizate. Interpretarea statistică a rezultatelor.		2 ore
7. Verificarea finală și discutarea lucrărilor efectuate de student. Aprecierea notei pentru activitate de laborator.		2 ore
8.2c Proiect	Metode de predare ¹⁹	Observații
Bibliografie aplicații (seminar / laborator / proiect): 1. V. Paleu, Lucrări aplicate la disciplinele Sisteme de achiziție și interfețe, Diagnosticare vibroacustică și Tribologie I, 144 p, publicat pe web : https://drive.google.com/file/d/1jjLlSFUuLISxZuJ0UDtp_QYqHRg2btN/view?usp=sharing 2. V. Paleu, Lucrări aplicate la disciplinele Sisteme de achiziție și interfețe și Diagnosticare vibroacustică, Organe de mașini și Tribologie II – pp. 109 https://drive.google.com/file/d/1OC2KG7dv2xLfMPX5nzpaBRoPBCJ2IKP7/view?usp=sharing 3. V. Paleu, Achiziția și procesarea semnalelor. Lucrări simulate pe calculator în Matlab, Simulink și LabVIEW, pp. 107, publicat pe web :		

- <https://drive.google.com/file/d/1uwnCREMOEucVWYStoOqrb-RuhCLFrWn3/view?usp=sharing>
4. Viorel Paleu, Sisteme de achiziție și interfețe (Achiziția și procesarea semnalelor, ediția a 2-a, revizuită) Ed. PIM 2013, pp. 121, ISBN 978-606-13-1635-9
 5. Viorel Paleu, Achiziția și procesarea semnalelor, Editura Tehnopress, Iasi, pp. 327, 2008, ISBN 978-973-702-506-7
 6. Mitu Nicolae, Viorel Paleu, Introducere în MATLAB – Vol. I, Indrumar de laborator, Editura Tehnopress, Iasi, pp. 357, 2008, ISBN 978-973-702-507-4
 7. M. Gafițanu, S. Crețu, B. Drăgan, *Diagnosticarea vibroacustică a mașinilor și utilajelor*, Ed. Tehnică, București, 1989.
 8. M. Gafițanu, S. Crețu, D. Olaru, D. Năstase, *Rulmenți vol. I*, Ed. Tehnică, București, 1985.
 9. Documentația tehnică pentru echipamentul portabil de măsură SKF Microlog MX.
 10. *** Matlab
 11. *** Labview.
 12. *** Leonova Infinity-Technical data sheets.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului²⁰

- Disciplina prin conținut și aplicații este strâns legată de disciplinele fundamentale Vibrații, Construcția și calculul sistemelor de transmisie, Organe de Mașini și Tribologie. Exemplificare: spectrul de frecvențe este obținut prin măsurarea în domeniul timp a unui parametru al vibrației și trecerea în domeniul frecvență apelând la tehnica FFT. Extragerea de informație utilă diagnosticării necesită determinarea prin calcule a mulțimii frecvențelor de excitație posibile. Diagnosticarea preventivă și monitorizarea vibro-acustică, cu etapele specifice, sunt aplicate în domeniul automotive pentru proiectarea corectă a componentelor autovehiculelor, cu evitarea frecvențelor de rezonanță.

10. Evaluare

10.1 Criterii de evaluare		10.2 Metode de evaluare		10.3 Pondere din nota finală
10.4a Examen / Colocviu	• Cunoștințe teoretice și practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea)	Teste pe parcurs ²¹ :	%	50%
		Teme de casă:	%	
		Alte activități ²² :	%	
		Evaluare finală:	100 % (minim 5)	
10.4b Seminar	• Frecvența/relevanța intervențiilor sau răspunsurilor	Evidența intervențiilor, portofoliu de lucrări (referate, sinteze științifice)		
10.4c Laborator	• Cunoașterea aparaturii, a modului de utilizare a instrumentelor specifice; evaluarea unor instrumente sau realizări, prelucrarea și interpretarea unor rezultate	• Chestionar scris • Răspuns oral • Caiet de laborator (lucrări experimentale, referate) • Demonstrație practică		50%
10.4d Proiect	• Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese	• Autoevaluarea, prezentarea și/sau susținerea proiectului • Evaluarea critică a unui proiect		
10.5 Standard minim de performanță ²³ Aplicarea tehnicilor de analiză a vibrațiilor și zgomotelor pentru monitorizarea stării de funcționare a sistemelor automobilului și diagnosticarea defectelor ce pot surveni.				

Data completării,
02.09.2024

Semnătura titularului de curs,

Semnătura titularului de aplicații,

Data avizării în departament,
12.09.2024

Director departament,
Prof. dr. ing. Ioan Doroftei

¹ Licență / Master

² 1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

³ 1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

⁴ Examen, colocviu sau VP A/R – din planul de învățământ

⁵ DF - disciplină fundamentală, DID - disciplină în domeniu, DS – disciplină de specialitate sau DC - disciplină complementară - din planul de învățământ

⁶ Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc)

⁷ Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

⁸ Între 7 și 14 ore

⁹ Între 2 și 6 ore

¹⁰ Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

¹¹ Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 24 de ore pe credit.

¹² Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente

¹³ Tablă, videoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.

¹⁴ Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.

¹⁵ Titluri de capitole și paragrafe

¹⁶ Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoproiector, discuții cu studenții (pentru fiecare capitol, dacă este cazul)

¹⁷ Discuții, debateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme

¹⁸ Demonstrație practică, exercițiu, experiment

¹⁹ Studiu de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.

²⁰ Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii

²¹ Se va preciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.

²² Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.

²³ Se particularizează la specificul disciplinei standardul minim de performanță din grila de competențe a programului de studii, dacă este cazul.