

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
1.2. Facultatea	Mecanică și Tehnologie
1.3. Departamentul care coordonează programul de studii Departamentul care are disciplina în statul de funcții	Fabricație și Management Industrial Fabricație și Management Industrial
1.4. Domeniul de studii	Mecatronica și robotică
1.5. Ciclul de studii	Licență
1.6. Programul de studii/Calificarea/Forma de organizare	Mecatronica sistemelor de fabricație robotizate/ Inginer specialist în mecatronică; inginer echipamente/ingineră echipamente/Dual

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei (Ro/Engl)	Tehnici de prototipare rapidă/ Rapid Prototyping Techniques				
2.2. Titularul/ii activităților de curs	Prof. dr. ing. Daniel-Constantin ANGHEL				
2.3. Titularul/ii activităților de seminar/laborator/proiect					
2.4. Anul de studiu	III	2.5. Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E
				2.7. Regimul disciplinei	Conținut Obligativitate
					DS DI
2.8. Codul disciplinei	P.19.L.III.Ob.070				

3. Timpul total estimat (ore pe semestru, activități didactice, U – Universitate, OE – Organizație economică)

3.1. Număr de ore pe săptămână (U/OE)	3 (2/1)	din care: 3.2. curs (U/OE)	2 (2/0)	3.3. seminar/laborator/proiect (U/OE)	1 (0/1)
3.4. Total ore din planul de învățământ (U/OE)	42 (28/14)	din care: 3.5. curs (U/OE)	28 (28/0)	3.6. seminar/laborator/proiect (U/OE)	14 (0/14)
Distribuția fondului de timp (U/OE)					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (U/OE)					8 (0/8)
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme de specialitate și pe teren (U/OE)					10 (0/10)
Pregătire seminarii/laboratoare/lucrări practice/proiecte, teme, referate (U/OE)					11 (0/11)
Tutorat (U/OE)					2 (0/2)
Examinări (U/OE)					2 (1/1)
Alte activități (dacă exista) (U/OE)					0 (0/0)
3.7. Total ore studiu individual (U/OE)					33 (1/32)
3.8. Total ore pe semestru (U/OE)					75(29/46)
3.9. Numărul de credite (U/OE)					3 (1/2)

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Parcursarea și promovarea următoarelor discipline: Desen tehnic și infografică 1 și 2, Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială, Analiză matematică
4.2. de rezultate ale învățării	<ul style="list-style-type: none"> Capacitatea de a efectua calcule, demonstrații și aplicații, pentru rezolvarea de sarcini specifice roboticii, pe baza cunoștințelor din științele fundamentale

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1. Curs	<ul style="list-style-type: none"> Existența unui amfiteatru dotat corespunzător (inclusiv videoproiector) care să asigure minim 1 m²/student
5.2. Seminar/Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none"> Existența unui laborator dotat corespunzător (echipamente măsurare dimensională, rugozitate, filete, roți dințate, precizie de formă, precizie de poziție relativă etc.) care să asigure minim 4 m²/student Existența unei săli de seminar care să asigure minimum 1,4 m²/student.

6. Obiectivele disciplinei (în corelație cu rezultatele învățării specifice acumulate – pct 7)

6.1. Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> Obiectivul general al disciplinei Tehnologii de prototipare rapidă este de a dezvolta competențele necesare studenților pentru a identifica, genera și implementa soluții inovative în domeniul ingineriei și tehnologiilor de fabricație aditivă. Cursul își propune să formeze specialiști capabili să utilizeze tehnici avansate de imprimare 3D și alte tehnologii de prototipare pentru a rezolva probleme complexe, să stimuleze gândirea creativă și inovativă, și să promoveze o cultură a inovației și a îmbunătățirii continue în procesele și produsele industriale.
--	---

6.2. Obiectivele specifice	Curs <ul style="list-style-type: none"> • Explicarea principiilor fundamentale și a tehnologiilor implicate în prototiparea rapidă. • Clasificarea tehnologiilor de fabricație aditivă și analiza avantajelor și limitărilor acestora. • Identificarea materialelor utilizate în prototipare rapidă și înțelegerea caracteristicilor lor tehnice și aplicative. • Descrierea etapelor procesului de prototipare rapidă, de la proiectarea CAD la realizarea fizică. • Analizarea tendințelor actuale în domeniul prototipării rapide și a aplicațiilor acestora în diferite industrii. Aplicații <ul style="list-style-type: none"> • Familiarizarea cu echipamentele și software-ul utilizate în prototiparea rapidă. • Înțelegerea funcționării și întreținerii imprimantelor 3D și a altor echipamente similare.
-----------------------------------	--

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	<ul style="list-style-type: none"> • Cunoaște principiile și tehnologiile de prototipare rapidă utilizate în industria mecatronică și a fabricației robotizate, procesele de fabricație aditivă (imprimare 3D) și tehnologiile complementare de prototipare. • Descrie caracteristicile materialelor utilizate în prototiparea rapidă și impactul acestora asupra performanței produsului final. • Explică avantajele și limitările diferitelor metode de prototipare rapidă în funcție de aplicația dorită. • Analizează cerințele funcționale și tehnologice ale unui prototip pentru a selecta cea mai potrivită tehnică de realizare.
Aptitudini	<ul style="list-style-type: none"> • Aplică metode de proiectare asistată de calculator (CAD) pentru realizarea modelelor 3D destinate prototipării rapide. • Utilizează echipamente și tehnologii specifice, precum imprimante 3D, CNC și alte sisteme de fabricație rapidă. • Evaluează calitatea și precizia prototipurilor realizate, comparându-le cu cerințele inițiale de proiectare. • Optimizează parametrii de fabricație pentru obținerea unor prototipuri funcționale eficiente. • Integrează tehnicile de prototipare rapidă în procesele de dezvoltare și testare a produselor mecatronice.
Responsabilitate și autonomie	<ul style="list-style-type: none"> • Respectă normele de siguranță și reglementările specifice utilizării echipamentelor de prototipare rapidă. • Își asumă responsabilitatea pentru realizarea eficientă și sustenabilă a prototipurilor. • Dezvoltă o abordare inovativă în utilizarea tehnologiilor de prototipare pentru optimizarea proceselor de fabricație. • Lucrează în echipe multidisciplinare pentru dezvoltarea de soluții mecatronice prin prototipare rapidă. • Se adaptează la noile tehnologii și tendințe din domeniul fabricației digitale și al ingineriei mecatronice.

Competențe la care participă disciplina, conform suplimentului la diplomă⁶

Competențe profesionale

C12 - prezintă rezultatele analizelor / presents analysis results

C13 - proiectează componente de automatizare / designs automation components

C14 - proiectează prototipuri / designs prototypes

C15 - simulează modele mecatronice / simulates mechatronic models

C16 - testează unități mecatronice / tests mechatronic units

Competențe transversale:

CT1 - gestionează dezvoltarea profesională personală / manages personal professional development

CT2 - lucrează în echipe / meets works in teams

CT3 - respectă standardele privind siguranța echipamentelor tehnice / safety standards for technical equipment

CT4 - gândește în mod inovativ / thinks innovatively

8. Metode de predare

Curs. Prezentarea cursului se va face prin combinarea expunerii cu videoproiectorul cu desene și explicații realizate la tablă. Se vor prezenta exemple și studii de caz la toate capitolele, precum și proiectarea de scurte filme explicative. Cursul va fi predat interactiv, studenții primind diverse bonificații pentru răspunsuri corecte la întrebări adresate de către cadrul didactic. Se va încuraja prezența activă a studenților la curs și se va pune accent pe consolidarea progresivă a cunoștințelor menționate la punctul 7. Cadrul didactic titular va prezenta încă de la primul curs modul cum vor fi obținute punctaje care dau nota finală și condițiile minime de promovare.

Seminar. Seminarul se va desfășura interactiv și va fi axat pe formarea abilităților/aptitudinilor evidențiate la punctul 7. Activitatea va fi adaptată nevoilor de învățare ale studenților. Temele vor fi flexibile, centrate pe student. Vor exista teme facultative (suplimentare) care pot compensa eventuale pierderi de punctaje în activitatea studentului.

Laboratorul. Lucrările de laborator contribuie la formarea abilităților/aptitudinilor practice privind măsurarea/evaluarea/controlul/inspecția unor caracteristici dimensionale ale echipamentelor din cadrul unui robot. Activitatea de laborator se va desfășura cu semigrupa, în echipe de 4-5 studenți, contribuind astfel la formarea competențelor transversale.

9. Conținuturi

9.1. Curs		
Capitol	Conținut	Nr. ore
1.	INTRODUCERE ÎN TEHNOLOGIILE DE FABRICAȚIE ADITIVĂ (AM) <ul style="list-style-type: none"> Definirea și istoria fabricației aditive Compararea fabricației aditive cu tehnologiile tradiționale de fabricație Aplicații și industrii relevante 	2 h
2.	PRINCIPII ȘI TEHNICI FUNDAMENTALE ALE AM <ul style="list-style-type: none"> Principii de bază ale fabricației aditive Tehnologii de imprimare 3D: FDM, SLA, SLS, DMLS etc. Materiale utilizate în fabricația aditivă: metale, polimeri, ceramice, compozite 	4 h
	PROIECTAREA PRODUSELOR DESTINATE FABRICAȚIEI ADITIVE (DFAM) <ul style="list-style-type: none"> Principii de design specifice fabricației aditive Optimizarea geometriei pentru reducerea materialului și timpului de producție Considerații pentru structuri suport și orientare a piesei 	4 h
3.	SOFTWARE ȘI INSTRUMENTE DIGITALE UTILIZATE ÎN AM <ul style="list-style-type: none"> Introducere în software-uri CAD utilizate în fabricația aditivă Prelucrarea și repararea modelelor 3D Utilizarea slicerelor și setarea parametrilor de imprimare 	2 h
4.	PROCESUL DE FABRICAȚIE ADITIVĂ - AM <ul style="list-style-type: none"> Pregătirea fișierelor pentru imprimare Configurarea și operarea imprimantelor 3D Parametrii de proces și influența lor asupra calității pieselor 	4 h
5.	TEHNICI DE POST-PROCESARE <ul style="list-style-type: none"> Metode de finisare a suprafețelor Tratamente termice și alte procese post-producție Asamblarea componentelor fabricate aditiv 	4 h
6.	CONTROLUL CALITĂȚII ȘI EVALUAREA PIESELOR <ul style="list-style-type: none"> Tehnici de inspecție și măsurare Metode de testare a proprietăților mecanice și chimice Identificarea și corectarea defectelor 	2 h
7.	INTEGRAREA FABRICAȚIEI ADITIVE ÎN PROCESELE INDUSTRIALE <ul style="list-style-type: none"> Strategii de implementare a tehnologiilor de fabricație aditivă în producția industrială Exemple de studii de caz și bune practici Provocări și soluții în integrarea fabricației aditive 	2 h
9.	ASPECTE ECONOMICE ȘI ECOLOGICE <ul style="list-style-type: none"> Analiza costurilor și beneficiilor fabricației aditive Impactul ecologic și sustenabilitatea proceselor de fabricație aditivă Reciclarea și reutilizarea materialelor 	2 h
10.	INOVAȚIE ȘI TENDINȚE ÎN FABRICAȚIA ADITIVĂ <ul style="list-style-type: none"> Cercetare și dezvoltare în domeniul fabricației aditive Tendințe emergente și tehnologii avansate Provocări și oportunități viitoare 	2 h
TOTAL		28 h
Bibliografie		
<ol style="list-style-type: none"> Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, Additive Manufacturing Technologies, 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Springer Link, 2015. Kunal Govil, Vinay Kumar, Divya P. Pandey, R. Praneeth & Ajay Sharma, Additive Manufacturing and 3D Printing: A Perspective, Springer Link, 2019 Panagiotis Stavropoulos, Additive Manufacturing: Design, Processes and Applications, Springer Link, 2023 Rizea A.D., Anghel D.C., Iordache M.D., Stănescu N.D., Fabricarea pieselor prin 3D printing. Ghid de proiectare, Editura Universitatii din Pitesti, 2021, e-ISBN: 978-606-560-720-0 Colecția de reviste Additive Manufacturing, Elsevier ASTM F42 - ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES, Standarde pentru fabricația aditivă, incluzând terminologia, testarea materialelor și specificațiile proceselor. ISO/ASTM 52900–2021: Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary: Standard internațional care definește termenii și clasificările pentru tehnologiile de fabricație aditivă. 		

9.2. Laborator/Seminar/Proiect ⁷⁾

Nr. crt.	Conținut	Nr. ore
1.	Introducere în Prototiparea rapida - AM	2 h
2.	Proiectare pentru Fabricația Aditivă (DfAM)	2 h
3.	Materiale utilizate în Fabricația Aditivă	2 h
4.	Post-procesarea pieselor obținute prin Fabricația Aditivă	2 h

5.	Influența parametrilor de proces asupra calității pieselor fabricate prin Fabricația Aditivă	2 h
6.	Evaluarea și controlul calității pieselor fabricate prin Fabricația Aditivă	2 h
7.	Proiectarea și imprimarea unei componente funcționale prin Fabricația Aditivă	2 h
TOTAL		14 h

Bibliografie

1. Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, Additive Manufacturing Technologies, 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Springer Link, 2015.
2. Kunal Govil, Vinay Kumar, Divya P. Pandey, R. Praneeth & Ajay Sharma, Additive Manufacturing and 3D Printing: A Perspective, Springer Link, 2019
3. Panagiotis Stavropoulos, Additive Manufacturing: Design, Processes and Applications, Springer Link, 2023
4. Rizea A.D., Anghel D.C., Iordache M.D., Stănescu N.D., Fabricarea pieselor prin 3D printing. Ghid de proiectare, Editura Universitatii din Pitesti, 2021, e-ISBN: 978-606-560-720-0
5. Colecția de reviste Additive Manufacturing, Elsevier
6. ASTM F42 - ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES, Standarde pentru fabricația aditivă, incluzând terminologia, testarea materialelor și specificațiile proceselor.
7. ISO/ASTM 52900–2021: Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary: Standard internațional care definește termenii și clasificările pentru tehnologiile de fabricație aditivă.

Mențiuni suplimentare⁸⁾

- Studenții pot realiza fotografii sau înregistrări audio-video în sălile în care se desfășoară activități didactice numai cu acordul cadrului didactic și în condițiile stabilite de către acesta;
- La intrarea în sala în care se desfășoară activitățile didactice, studenții sunt rugați să comute telefoanele mobile pe modul silențios și să nu le folosească în timpul orelor;
- *Toate materialele primite de către studenți în mod direct sau prin postare pe platforma e-learning sunt supuse legislației naționale și internaționale privind drepturile de autor; acestea pot fi utilizate de către studenți numai în scop didactic; orice altă utilizare sau postare pe site-uri cu acces deschis fără acordul deținătorului drepturilor de autor poate fi pedepsită în conformitate cu legea nr.8/1996 privind drepturile de autor și drepturile conexe și cu Convenția de la Berna*

10. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunităților epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor din domeniul aferent programului

În vederea actualizării și îmbunătățirii conținutului disciplinei, cadrul didactic a participat la următoarele activități:

- sesiuni de consultare și schimb de experiență cu reprezentanți ai comunităților epistemice și ai asociațiilor profesionale din domeniul roboticii și ingineriei industriale;
- stagii de cercetare la Grand Four Solaire d'Odeillo, Franța, pentru aprofundarea cunoștințelor în domeniul materialelor avansate și al aplicațiilor industriale;
- întâlniri de lucru cu angajatori și specialiști din industrie (ex. Automobile Dacia, Subansamble Auto, iPad, GoldPlast) pentru a discuta competențele și cunoștințele necesare în piața muncii actuală;
- ateliere și conferințe organizate de instituții academice și organizații profesionale relevante (ex. la Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, Centrul Universitar București, Universitatea din Belfort-Montbéliard și Universitatea din Tarbes, Franța), pentru schimbul de bune practici în actualizarea programelor de studiu.

11. Evaluare

Tip activitate		11.1. Criterii de evaluare	11.2. Metode de evaluare	11.3. Pondere din nota finală
11.4. Curs/	Evaluare finală (40p)	3 subiecte scrise (3x 10 p) + 1 subiect oral (10 p)	Examen scris și oral	40 %
	11.5. Seminar/ Laborator/ proiect/ ⁷⁾	Teme de casă – 20 p	Teme de casă	20 %
Evaluare pe parcursul semestrului (60p)		Lucrare scrisă fără degrevare – 20 p (2 subiecte scrise x 10 p fiecare)	Lucrare semestrială	20 %
		Examinare în cadrul sedintelor de lucrări	Evaluare orală	20 %

11.6. Condiții de promovare: minimum 50 de puncte obținute;

50,...54p → nota 5; 55,...64p → nota 6; 65,...74. → nota 7; 75,...84p → nota 8; 85...94p → nota 9; 95,...100 p → nota 10

Mențiuni suplimentare⁸⁾:

- în timpul semestrului se poate organiza examen parțial: 20p (2 subiecte scrise x 10p), incluse în cele 40 aferente examinării finale/;
- în cazul în care studentul participă la conferințe (studentești, locale, naționale, internaționale) sau concursuri (naționale, internaționale) care au ca tematică prescrierea preciziei produselor, acesta va putea beneficia de puncte suplimentare sau de echivalarea unor teme de casa și/sau lucrări și/sau prezență, în funcție de rezultatele obținute/;
- la lucrările scrise studenții nu au voie să folosească telefoanele mobile și nici alte echipamente electronice cu excepția calculatoarelor științifice simple/.

11.7. Standard minim de performanță

- Capacitatea de a aplica conceptele de prototipare rapidă pentru un element din componența unui robot.
- Abilități de modelare CAD 3D și similare de a imprimării 3D a unei componente proiectate.
- Înțelegerea principiilor de control și prototipare rapidă pentru a realiza teste funcționale pentru evaluarea performanței componentelor proiectate.



Data completării

19.02.2025

Titular de curs,

Prof. dr. ing. Daniel-C^{tin} ANGHEL

.....

Titular(i) lucrări practice/Tutore companie⁷⁾

Dr. ing. Aaaa Bbbbb – SC Ccccc SRL

.....

Cadru didactic coordonator

Prof. dr. ing. Daniel-Ctin ANGHEL

.....

Data avizării în departamentul
Fabricație și Management Industrial
19.02.2025

Director Departament Fabricație și Management Industrial
Prof. dr. ing. Daniela-Monica IORDACHE

.....

Data aprobării în Consiliul
Facultății (FMT)
19.02.2025

Decan FMT
Conf. dr. ing. Alin-Daniel RIZEA

.....