

PROGRAMA ANALITICĂ / FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava
Facultatea	Inginerie Mecanică, Mecatronică și Management
Departamentul	Mecanică și Tehnologii
Domeniul de studii	Mecatronică și Robotică
Ciclul de studii	Licență
Programul de studii/calificarea	Mecatronică / inginer

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	TERMOTEHNICĂ				
Titularul activităților de curs	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI				
Titularul activităților de seminar	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI				
Anul de studiu	II	Semestrul	II	Tipul de evaluare	Examen
Regimul disciplinei	Categoría formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară				DD
	Categoría de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DO

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	6	Curs	2	Seminar	2	Laborator	2	Proiect	0
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	84	Curs	28	Seminar	28	Laborator	28	Proiect	0

II Distribuția fondului de timp pe semestru:	ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	20
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	15
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	22
II d) Tutoriat	6
III Examinări	3
IV Alte activități:	0

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	63
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	150
Numărul de credite	6

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • DF.O1.01 - Analiză matematică • DF.O1.02 - Algebră, geometrie analitică și diferențială • DF.O2.12 - Fizică
Competențe	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul diferențial și integral

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> • calculator portabil, videoproiector, note de curs în format editat, prezentări animații specifice termotehnicii 	
Desfășurare aplicații	Seminar	<ul style="list-style-type: none"> • nu este cazul
	Laborator	<ul style="list-style-type: none"> • îndrumar de laborator, referate de laborator în format editat și în format electronic, standuri experimentale, desktopuri - 10 buc. Software specializat: CoolPack, Cycle Pad, ESI[tronic], Vag Com, SP107, Madur GA12,
	Proiect	<ul style="list-style-type: none"> • nu este cazul

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C1 Aplicarea cunoștințelor fundamentale de cultura tehnica generala si de specialitate pentru rezolvarea Problemelor tehnice specifice domeniului Mecatronica și Robotica
-------------------------	---

Competențe transversale	C2 Elaborarea și utilizarea schemelor, diagramelor structurale și de funcționare, a reprezentărilor grafice și a documentelor tehnice specifice domeniului Mecatronica și Robotica
-------------------------	--

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

Obiectivul general al disciplinei	Disciplina are ca obiectiv fundamental însușirea de către studenți a noțiunilor fundamentale ale termodinamicii și aplicații ale acestora în practică pentru utilizarea optimă a energiei disponibile. Se studiază transformările termodinamice și modalitățile de schimb de căldură în tehnică. Cunoștințele dobândite pot fi aplicate în proiectarea sau exploatarea sistemelor mecatronice în inginerie.
Obiective specifice	<ul style="list-style-type: none"> • CURS/seminar Cognitive (<i>cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor disciplinei</i>) <ul style="list-style-type: none"> a. Cunoaștere și înțelegere: <ul style="list-style-type: none"> - definirea conceptelor specifice termotehnicii și termodinamicii cum ar fi <i>căldura, lucrul mecanic, energia internă, entropia, exergia, anergia</i>. - deprinderea de a utiliza corect termenii de specialitate axați pe analiza termo-energetică și de a înțelege rolul și sensul ciclurilor termodinamice; - înțelegerea mecanismelor de funcționare specifice mașinilor și instalațiilor termo-energetice și deprinderea studenților de a-și însuși cunoștințele de bază. b. Explicare și interpretare: <ul style="list-style-type: none"> - stabilirea unor conexiuni între cunoașterea proceselor din mașinile și instalațiile termice în concordanță cu evoluția ciclurilor termodinamice; - obișnuirea studenților în ceea ce privește argumentarea enunțurilor prin predare interactivă cu exemplificări ale noțiunilor predate; - asigurarea capacității absolvenților de a analiza și sintetiza, de a generaliza, și în final de a concretiza în soluții funcționale noțiunile disciplinei studiate. • Laborator Tehnice / profesionale: <ul style="list-style-type: none"> - efectuarea de activități practice în cadrul lucrărilor de laborator axate și pe un caracter interpretativ-demonstrativ; - obișnuirea de a dezvolta capacități privind descrierea stărilor termodinamice, proceselor de schimb de căldură, fenomenelor de transfer; - dobândirea de abilități privind rezolvarea de probleme prin analiza termodinamică a fenomenelor specifice mașinilor și instalațiilor termice; - capacitatea de a transpune în practică informațiile dobândite; - dezvoltă unor abilități de cercetare și creativitate; - atragerea studenților către activități de proiecte și cercetare specifice termotehnicii.

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. NOTIUNI INTRODUCIVE 1.1. Obiectul termodinamicii. Metode generale de studiu 1.2. Sisteme termodinamice, mărimi de stare 1.3. Postulatele termodinamicii	2		<i>Cunoașterea scopului disciplinei</i>
2. PRIMUL PRINCIPIU AL TERMODINAMICII 2.1. Energia internă 2.2. Lucrul mecanic 2.3. Căldura. Entalpia 2.4. Formulările primului principiu al termodinamicii 2.5. Exprimarea matematică a primului principiu	2	Resurse procedurale: • algoritimizare • problematizare, • studii de caz • brainstorming • explicații fenomenologice	<i>Obișnuința de a înțelege diversele forme ale energiei</i>
3. GAZUL PERFECT 3.1 Legile simple ale gazelor perfecte 3.2 Căldura specifică a gazelor perfecte 3.3 Amestecuri de gaze perfecte	2	• lucru frontal cu studenții	<i>Diferențierea gazelor ideale de cele reale</i>
4. TRANSFORMARI DE STARE 4.1. Transformări izocoră 4.2. Transformarea izobară 4.3. Transformarea izotermică 4.4. Transformarea adiabatică 4.5. Transformarea politropică	2		<i>Înțelegerea legilor simple ale gazelor perfect</i>

<p>5. AL DOILEA PRINCIPIU AL TERMODINAMICII 5.1. Procese ciclice 5.2. Ciclul Carnot 5.3. Tratări fenomenologice și formulările principiului doi al termodinamicii 5.4. Entropia gazelor perfecte 5.5. Diagrame entropice</p>	2	<p>Resurse procedurale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • algoritimizare, • problematizare • studii de caz • brainstorming • explicații fenomenologice • lucru frontal cu studenții <p>Resurse materiale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • videoproiector • cursuri în format electronic • animații video • softuri educaționale 	<p><i>Explicarea proceselor termice repetitive</i></p>
<p>6. ANALIZA UNOR FENOMENE IREVERSIBILE 6.1. Metodele termodinamicii, introducere 6.2. Metoda ciclurilor 6.3. Metoda potențialelor 6.4. Metoda energetică</p>	2		<p><i>Stabilirea categoriilor de potențiale</i></p>
<p>7. GAZE REALE 7.1. Proprietățile gazelor reale 7.2. Ecuatiile termice de stare ale gazelor reale 7.3. Mărimi de stare ale gazelor reale 7.4. Laminarea gazelor reale. Efectul Joule-Thompson</p>	2		<p><i>Cunoașterea aplicațiilor gazelor reale</i></p>
<p>8. VAPORI 8.1. Procesul de vaporizare 8.2. Mărimi de stare ale vaporilor 8.3. Diagramele termodinamice ale vaporilor 8.4. Procesele termodinamice ale vaporilor 8.5. Instalații termo - energetice cu vapori</p>	2		<p><i>Aprecierea energiei generate de mașinile cu vapori</i></p>
<p>9. DINAMICA GAZELOR 9.1. Noțiuni introductive 9.2. Ecuatiile fundamentale ale curgerii: <ul style="list-style-type: none"> • Ecuatia continuității • Ecuatia conservării energiei • Ecuatia impulsului • Ecuatia conservării momentului 9.3. Curgerea fluidelor prin ajutaje: <ul style="list-style-type: none"> • Curgerea fără frecare prin ajutaje • Curgerea cu frecare prin ajutaje 9.4. Ajutajul convergent 9.5. Ajutajul convergent-divergent</p>	2		<p><i>Înțelegerea ecuațiilor fundamentale ale curgerii și a fenomenelor din ajutaje</i></p>
<p>10. TRANSFERUL DE CALDURA CONDUCTIV 10.1. Noțiuni fundamentale de transfer de căldură 10.1.1. Moduri elementare de transfer de căldură 10.1.2. Mărimile caracteristice ale transferului de căldură 10.2. Transferul de căldura prin conducție termică 10.2.1. Fenomenul fizic al transferului de căldură prin conducție termică 10.2.2. Legea lui Fourier pentru fluxul termic conductiv 10.2.3. Ecuatia Fourier 10.2.4. Integrarea ecuațiilor Fourier, Laplace, Poisson 10.2.5. Transferul de căldură conductiv în regim permanent, unidirecțional fără surse interne de căldură <ul style="list-style-type: none"> • Pereți plan paraleli simpli și stratificați • Pereți cilindrici simpli și stratificați • Pereți sferici simpli și stratificați </p>	2		<p><i>Deprinderea de a distinge modurile de transmitere a căldurii</i></p>
<p>11. TRANSFERUL DE CALDURĂ CONVECTIV ȘI RADIATIV 11.1. Transferul de căldură convectiv fără schimbarea stării de agregare 11.3.1. Legile transferului de căldură convectiv 11.3.2. Determinarea coeficientului de căldură convectiv prin metoda similitudinii 11.4. Transferul de căldură prin radiație termică</p>	2		<p><i>Aplicații ale transferului de căldură conductiv</i></p> <p>Resurse procedurale:</p>

11.4.1. Legile radiației 11.4.2. Transferul de căldură prin radiație între două suprafețe solide		<ul style="list-style-type: none"> • algoritimizare, • problematizare • studii de caz • brainstorming • explicații fenomenologice • lucru frontal cu studenții 	
12. ECHIPAMENTE - COMPRESOARE 12.1. Clasificarea compresoarelor 12.2. Compresoare cu piston 12.3. Compresoare rotative	2		<i>Parte aplicativă mașini termice - compresoare</i>
13. ECHIPAMENTE FRIGORIFICE 13.1. Cicluri termodinamice inversate 13.2. Procedee de obținere a temperaturilor scăzute 13.3. Tehnica obținerii temperaturilor scăzute 13.4. Instalații și echipamente frigorifice într-o treaptă de comprimare mecanică	2		<i>Parte aplicativă mașini termice – instalații frigorifice</i>
14. ECHIPAMENTELE MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ 14.1. Noțiuni introductive. Clasificare și principii de funcționare. 14.2. Parametrii specifici și indicați 14.3. Ciclurile teoretice și reale ale motoarelor cu ardere internă. Procese în MAI. 14.4. Echipamentele MAI – prezentare generală	2	Resurse materiale: <ul style="list-style-type: none"> • videoproiector • cursuri în format electronic • animații video • softuri educaționale 	<i>Parte aplicativă mașini termice – Motoare cu ardere internă</i>
Bibliografie			
<ol style="list-style-type: none"> 1. C. ANCA, - <i>Termotehnică</i>, Constanța : Ovidius University Press, 2002 – 1 ex. 2. R. AMORFI, M. COVRIG, L.HOPULELE - <i>Fenomene de transfer</i>, Universitatea Galați, 1993 – 3 ex. 3. B. APAHIDEAN, I. GHIRAN, T. MADARASAN, I. TEBEREAN, - <i>Termotehnica și mașini termice : Lucrări de laborator</i>, Cluj-Napoca : Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2001 – 1 ex. 4. P. ATANASOAE - <i>Producerea energiei electrice și termice</i>, Editura Universității din Suceava, 2003 - 1 ex. 5. C. BOGDAN - <i>Termotehnică - Culegere de probleme</i>, Universitatea Galați, 1987 - 1ex. 6. F.CHIRIAC, A. LECA - <i>Procese de transfer de căldură și de masă în instalațiile industriale</i>, Editura Tehnică, București, 1982 - 4ex. 7. R. CĂLIMAN - <i>Termotehnică și mașini termice - Îndrumar de laborator</i>, Universitatea Bacău, 1993 - 1 ex. 8. ANETA HAZI - <i>Producerea energiei electrice și termice</i>, Editura Alma Mater, Bacău, 2002 – 1 ex. 9. R. ALEXANDRU, L. HOPULELE, M. COVRIG, L. GITIN - <i>Transferul complex de căldura : Probleme</i>, 2001 – 1 ex. 10. I. IONESCU - <i>Motoare termice. Soluții constructive și măsuri generale pentru reducerea emisiilor poluante</i> - București : Matrix Rom, 2001 – 1 ex. 11. N. LEONĂCHESCU - <i>Termodinamică</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981 - 3 ex. 12. I. MIHAI - <i>Termodinamica și transmiterea căldurii</i>, Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, 10 ex. 13. I. MIHAI - <i>Mașini și instalații termice</i>, Editura Universității din Suceava, 2004, 19 ex. 14. T. MĂDĂRĂȘAN, B. APAHIDEAN - <i>Termodinamică și mașini termice</i>, Vol.1,2 Universitatea tehnică Cluj-Napoca, 1992 - 2ex. 15. G.C. MOISIL - <i>Termodinamică</i>, Editura Academiei, București, 1988 - 3ex. 16. N. NEGURESCU, C. PANĂ, G.M. POPA - <i>Motoare cu ardere internă - Procese</i>, Vol.1,2, MatrixRom S.R.L., București, 1995 - 3 ex. 17. M. ONCESCU - <i>Elemente de termodinamică</i>, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982 - 2 ex. 18. S. PETRESCU, V. PETRESCU - <i>Principiile termodinamicii</i>, Editura Tehnică, București, 1983 - 8 ex. 19. S. PETRESCU, V. PETRESCU - <i>Metode și modele în termodinamica tehnică</i>, Editura Tehnică, București, 1988 - 3 ex. 20. S. PETRESCU, V. PETRESCU - <i>Principiile termodinamicii și mașini termice</i>, Editura Tehnică, București, 1981 - 2 ex. 21. V. PIMSNER, C.A. VASILIU ș.a. - <i>Ireversibilitate, entropie, timp - Culegere de probleme</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982 - 4 ex. 22. M.G. POP, A. LECA, I. PRISECARU - <i>Îndrumar, tabele, nomograme și formule termotehnice</i>, Editura Tehnică, București, 1987 - 25 ex. 23. V. RADCENCO - <i>Termodinamică generalizată</i>, Editura Tehnică, București, 1994 - 4 ex. 24. M. ROȘCA - <i>Transferul de căldură</i>, Matrix Rom București, 2000 – 1 ex. 25. D. ȘTEFĂNESCU, M. MARINESCU - <i>Termotehnică</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983 - 3 ex.. 26. D. ȘTEFĂNESCU, A. LECA, L. LUCA, A. BADEA - <i>Transfer de căldură și masă - teorie și aplicații</i>, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983. 27. D. ȘTEFĂNESCU, M. MARINESCU, I. GANEA - <i>Termogazodinamică tehnică</i>, Editura Tehnică, București, 1985 - 4 ex. 			

28. **S. ȚIȚEICA** - *Termodinamică*, Editura Academiei, București, 1982 - 4 ex.

29. **K. WARK** - *Termodinamica, (L. engleză)*, San Francisco, 1983 - 1 ex.

Bibliografie minimală

1. **I. MIHAI** - *Termodinamica și transmiterea căldurii*, Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, 10 ex.

2. **I. MIHAI** - *Mașini și instalații termice*, Editura Universității din Suceava, 2004, 19 ex.

Aplicații (Seminar/laborator/proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
TEMATICĂ SEMINAR			
1. Prezentare tematică seminar. Trasarea ciclurilor motoare folosind transformări simple de stare	2	Evaluarea cunoștințelor	Cunoașterea succesiunii logice a transformărilor simple de stare
2. Trasarea ciclurilor termodinamice inversate folosind transformări simple de stare	2		Distingerea diferențelor dintre ciclurile directe și cele inversate
3. Trasarea în coordonate pV, pT, VT a unor transformări simple de stare	2		Possibilitatea de a schimba coordonatele
4. Probleme specifice primului principiu al termodinamicii	2		Înțelegerea primului principiu al TD
5. Ciclul Carnot	2		Cunoașterea parametrilor de eficiență
6. Tematică de sinteză a transformărilor de stare	2	Test de sinteză	Calcul tabelar și reprezentări grafice
7. Ciclul motor cu vapori – utilizarea tabele vaporilor	2	Evaluarea cunoștințelor	Lucrul cu tabelele și diagramele vaporilor
8. Ciclul motor cu vapori – utilizarea diagramelor vaporilor	2		Lucrul cu tabelele și diagramele vaporilor
9. Curgerea gazelor prin ajutaje.	2		Stabilirea regimului de curgere în ajutaje
10. Transferul de căldură prin conducție termică	2		Aplicații schimb de căldură în tehnică
11. Transferul de căldură prin convecție termică	2		Aplicații schimb de căldură în tehnică
12. Transferul de căldură prin radiație termică	2		Aplicații schimb de căldură în tehnică
13. Probleme de transfer global de căldură	2	Test de sinteză	Aplicații schimb de căldură în tehnică
14. Determinarea parametrilor mașinilor termice	2	Evaluare finală	Cunoașterea parametrilor de eficiență
LISTA LUCRĂRILOR DE LABORATOR			
1. Prezentarea tematicii laboratorului. Protecția muncii. Lucrul cu softul Cycle Pad	2	Lucrări practice Metode experimentale	Lucrul cu soft specializat
2. Metode de determinare a temperaturii în tehnică folosind termometre cu mercur	2		Determinări experimentale
3. Metode de determinare a temperaturii în tehnică folosind alte tipuri de termometre	2		Determinări experimentale
4. Determinarea experimentală a exponentului adiabatic al gazelor după metoda Clement & Desormes	2		Determinări experimentale
5. Măsurarea debitelor de aer cu ajutorul diafragmei – partea I efectuarea măsurărilor	2		Determinări experimentale
6. Măsurarea debitelor de aer cu ajutorul diafragmei – partea II efectuarea calculelor	2		Efectuarea de calcule complexe
7. Studiul proceselor de comprimare în ejector	2		Determinări experimentale
8. Mini instalație frigorifică prin compresie mecanică cu micro și nano canale	2		Determinări experimentale
9. Aplicații ale softului CyclePad la ciclul motor cu vapori – ciclul Rankine	2		Utilizarea unui soft specializat

10. Determinarea capacității calorice specifice a corpurilor solide și lichide	2		Determinări experimentale
11. Măsurarea conductivității termice a corpurilor solide	2		Determinări experimentale
12. Transmiterea căldurii între fluide separate de pereți cilindrici simpli sau stratificați	2		Determinări experimentale
13. Diagnoza motoarelor cu ardere internă folosind softurile ESI[tronic] și VagCom cu interfețele Bosch KTS540 și Ross Tech	2		Utilizarea de echipament specializat
14. Predarea referatelor. Refacerea lucrărilor. Evaluare finală.	2		Evaluarea cunoștințelor

Bibliografie

1. **I. MIHAI** - *Termodinamica și transmiterea căldurii – Îndrumar de laborator*, Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, 10 ex.
2. **D. ȘTEFĂNESCU, A. LECA, L. LUCA, A. BADEA** - *Transfer de căldură și masă - teorie și aplicații*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
3. **R. CĂLIMAN** - *Termotehnică și mașini termice - Îndrumar de laborator*, Universitatea Bacău, 1993 - 1 ex.

Bibliografie minimală

1. **MIHAI I., CRASI M.**: „Mașini și Instalații Termice: îndrumar de laborator” Ed. Universității Suceava, CARTE publicată cu ISBN 978-973-666-285-0 (**3 recenzori**), 2008, 146 pag.;
2. **MIHAI I.**: "Îndrumar de laborator de termodinamică și transmiterea căldurii" publicat - Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava, 1996, 58 pag.;

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

- Conținutul disciplinei pregătește înțelegerea și interpretarea fenomenelor în domeniu și specialitate, utilizând cunoștințele fundamentale de termotehnică.
- Studenții pot lucra ca specialiști în sisteme mecatronice la autovehicule, climatizare, încălzire, motoare termice cât și în producția de piese, subansamble, ansamble specifice domeniului termic.

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
I. Examen	Gradului de însușire a tematicii subiectelor aferente biletului de examen	evaluare sumativă – examinare orală	60%
II. Evaluarea activității pe parcurs	Teste, implicare în activitățile practice, prezență, rezultate referate, evaluare cunoștințe pe parcurs	Evaluare continuă și sumativă	40% după cum urmează:
Curs	- teste pe parcursul semestrului - prezență la activități de predare	evaluare continuă	10% 5%
Laborator	- modul de transpunere a cunoștințelor acumulare, prin referate de laborator	evaluare continuă	15%
	- modul de susținere a unei teme de laborator de justificare și interpretare a rezultatelor obținute	evaluare sumativă	10%

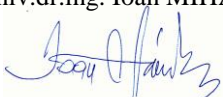
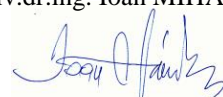
Standard minim de performanță

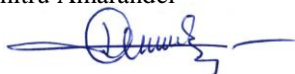
Standarde minime pentru nota 5:

- predarea referatelor de laborator, cu rezultatele determinărilor și calculele efectuate corect;
- tratarea a minim două subiecte din cele trei ale biletului de examen;
- cunoașterea noțiunilor fundamentale pentru cel de-al treilea subiect, fără să poată să dezvolte în detaliu ;
- prezență minimală la activitățile ne-obligatorii;

Standarde minime pentru nota 10:

- abilități, cunoștințe certe și profund argumentate privind cunoștințe de termotehnică și termodinamică;
- să poată analiza și explica funcționarea mașinilor termice;
- să dovedească un mod personal de abordare și interpretare a cunoștințelor care necesită un studiu mai aprofundat;

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
21.09.2018	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI 	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI 

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
01.10.2018	Prof.dr.ing. Dumitru Amarandei 

Data aprobării în Consiliul academic	Semnătura decanului
01.10.2018	Prof.dr.ing. Ilie Muscă 