

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Inginerie Electrica
1.3 Departamentul	Mașini și Acționări Electrice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electrica
1.5 Ciclul de studii	Licenta
1.6 Programul de studii / Calificarea	EPAE
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	52.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Modelarea și Implementarea Sistemelor de Acționari Electrice		
2.2 Titularul de curs	S.I. Dr.-ing. Csaba SZABO – Csaba.Szabo@emd.utcluj.ro		
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	S.I. Dr.-ing. Csaba SZABO – Csaba.Szabo@emd.utcluj.ro		
2.4 Anul de studiu	IV	2.5 Semestrul	I
2.6 Tipul de evaluare			C
2.7 Regimul disciplinei	Categoría formativă		DS
	Opționalitate		DI

### 3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar		3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	
3.4 Număr de ore pe semestru	42	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar		3.6 Laborator	14	3.6 Proiect	
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										10
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										7
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										10
(d) Tutoriat										3
(e) Examinări										3
(f) Alte activități:										
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f))					33					
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)					75					
3.10 Numărul de credite					3					

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

4.1 de curriculum	Cunoștințe generale de Teoria sistemelor, Măsurile electrice, Mașini electrice, Electronică de putere, Convertoare electronice de putere, Acționări electrice
4.2 de competențe	Competențe specifice disciplinelor de Teoria sistemelor, Măsurile electrice, Mașini electrice, Electronică de putere, Convertoare electronice de putere, Acționări electrice

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

5.1. de desfășurare a cursului	Platforma on-line – Teams Prezența la curs nu este obligatorie, dar este înregistrată de cadrul didactic.
--------------------------------	--

5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Rețea de calculatoare, Matlab-Simulink On-Site Prezența la laborator este obligatorie
---	---

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>6. Utilizarea de tehnici de modelare, simulare și implementare a sistemelor de acționare electrică compuse din mașinide lucru acționate cu mașini electrice alimentate de la convertoare electronice de putere (elementul de execuție) cu structură de control pentru comandă și reglare.</p> <p>6.1. Selectarea de modele matematice adecvate pentru implementarea sistemelor de acționare electrică cu convertoare electronice de putere și structură de control în varianta analogică sau numerică.</p> <p>6.2. Explicarea funcționării, optimizarea comportamentului unui proces, utilizând tehnici și metode de simulare numerică a sistemelor.</p> <p>6.3. Utilizarea unor programe de modelare, simulare și proiectare asistată de calculator a sistemelor de acționări electrice cu convertoare electronice de putere și structură de control.</p> <p>6.4. Utilizarea tehnicii de calcul în scopul aprecierii calității comportamentului sistemului cu modificarea algoritmului de comandă sau a structurii sistemului de acționare.</p> <p>6.5. Proiectarea sistemelor de acționare electrică utilizând pachete de programe dedicate proiectării asistate de calculator.</p>
Competențe transversale	<p>CT1 Identificarea obiectivelor de realizat, a resurselor disponibile, condițiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpilor de lucru, termenelor de realizare și riscurilor aferente.</p> <p>CT3 Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line etc.) atât în limba română cât și într-o limba de circulație internațională (de preferat limba engleză).</p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Se urmărește asimilarea cunoștințelor teoretice și practice referitoare la modelarea matematică și simularea numerică în vederea implementării a controlului sistemelor de acționare electrică de curent alternativ (asincrone și sincrone de diferite tipuri), reglate scalar și vectorial, alimentate de la convertoare electronice de putere (redresoare, invertoare, convertoare statice de frecvență, variatoare de tensiune continuă, etc.) considerate elemente de execuție, funcționând în mai multe cadrane, comandate în buclă deschisă și reglate în buclă închisă (scalar, cvazi-vectorial, vectorial, etc.).
7.2 Obiectivele specifice	<p>Să știe corela elementele sistemului de acționare: tipul mașini electrice cu caracterul mașinii de lucru, tipul convertorului electronic de putere, procedura de modulație a pulsului, metoda de comandă și reglare a motorului, structura sistemului de reglare vectorială sau scalară.</p> <p>Să știe să modeleze matematic mașina de lucru, mașina electrică, convertorul electronic de putere și structura de comandă și reglare.</p> <p>Să știe să determine sau identifice parametrii întregului sistem în vederea simulării numerice.</p> <p>Să cunoască fenomenele fizice dintr-un sistem de acționare electrică reglabilă pentru a putea elimina greșelile din modelul matematic și cele referitoare la valoarea parametrilor, respectiv de a imita corect regimul de funcționare a sistemului de acționare.</p>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
----------	---------	-------------------	------------

1. Generalități despre modelarea, simularea și implementarea sistemelor de conversie electronice de putere și electromecanice în sisteme de acționare cu mașini electrice reglabile alimentate de la convertoare statice	2	<p>1. Expunere orală, utilizând mijloace clasice și multimedia.</p> <p>2. Apelarea la o comunicare interactivă la unele părți ale cursului</p> <p>3. Stimularea procesului de gândire creativă prin interpelări.</p> <p>4. Trimiterea la bibliografie complementară.</p> <p>5. Prezentarea fenomenologică a sistemelor predate.</p>	
2. Metoda variabilelor de stare la modelarea mașinilor și circuitelor electrice: alegerea variabilelor de stare, formularea sistematică, proceduri de integrare ale sistemului cu ecuațiilor de stare și liniarizarea acestora pentru studiu analitic, respectiv pentru proceduri de reglare.	2		
3. Modelul funcțional simplificat pe baza teoriei cvadripolilor al convertoarelor electronice de putere, cu intrare în curent continuu, respectiv cu ieșire în curent continuu și curent alternativ în regim de modulație în lățime a pulsului (PWM) cu undă purtătoare și cu reacție de curent, respectiv cu modulație în amplitudine (PAM), funcționând cu transfer de energie bidirecțional.	2		
4. Modelarea mașinii de curent continuu (MCC) cu excitație separată, serie și mixtă pe baza ecuațiilor de stare și în regim stabilizat, cu circuitul magnetic liniar și neliniar, modelarea curbei de magnetizare cu și fără flux remanent.	2		
5. Aplicarea teoriei fazorilor spațiali în modelarea sistemelor de acționări electrice (mașina electrică, convertorul electronic de putere și structura de control) în vederea simulării regimului dinamic și stabilizat, sinusoidal și deformat datorită convertoarelor electronice de putere, vizualizării variabilelor de intrare, stare și de ieșire, interfațarea modelului în coordonate bifazat transformate (în CC sau CA de altă frecvență decât naturală) al mașinii de CA cu sistemul de alimentare trifazat natural.	2		
6. Modelarea transformărilor specifice mașinilor de curent alternativ (MCA) trifazate cu câmp învârtitor și a sistemelor de reglare vectorială: transformări de fază (3/2 și invers), de rotații de axe de coordonate, combinate tip Park, analizorul și sintetizatorul de fazor, tratarea componentei homopolare de curent și tensiune la transformarea directă (pe bucla de reacție) și inversă (la comandă) în sisteme de reglare ale motoarelor	2		
7. Modelarea fazorilor spațiali rotativi continuu și cu mișcare intermitentă pentru sisteme trifazate sinusoidale echilibrate, dezechilibrate, în regim stabilizat și tranzitoriu, respectiv nesinusoidale deformate pătratice în plan complex natural, respectiv transformat prin orientare	2		
8. Manipulații matematice la modelarea statică și dinamică ale mașinilor de curent alternativ asincron și sincron de diferite tipuri: reducerea numărului de spire, numărului de faze, numărului de perechi de poli și ale frecvențelor din stator și rotor (alegerea orientării planului complex ale mărimilor vectoriale/bifazate).	2		
9. Deducerea sistematică a ecuațiilor generale și de stare ale mașinilor de inducție de diferite tipuri (cu rotor bobinat cu inele, respectiv în scurt-circuit cu colivie) în coordonate bifazate orientate după stator, rotor sau o mărime din	2		

mașină (flux, tensiune sau curent) pe baza teoriei fazorilor spațiali: modelul de tensiune, de curent și de flux, cu și fără saturație			
10. . Deducerea sistematică a ecuațiilor generale și de stare ale mașinilor sincrone de diferite tipuri (reactiv cu reluctanță variabilă, cu înfășurare de excitație cu poli aparenti sau înecați, cu magnet permanent cu întrefier constant sau variabil, cu și fără înfășurări/colivie de pornire/amortizare) în coordonate bifazate rotorice pe baza teoriei fazorilor spațiali: modelul de tensiune, de curent și de flux, cu și fără saturație	2		
11. Proceduri de integrare a ecuațiilor generale și de stare ale mașinilor de curent alternativ pentru simularea mașinii, respectiv pentru identificarea variabilelor de reacție și calculul mărimilor de comandă în bucla de reglare	2		
12 Interfațarea modelului în coordonate bifazate orientate al MCA trifazate cu câmp învârtitor cu modelul natural trifazat al convertorului electronic de putere din stator sau rotor	2		
13. Modelarea mașinilor de lucru (sarcina motoarelor electrice, inclusiv lanțul cinematic), funcționând în patru cadrane cu cuplu rezistent reactiv, activ și combinat, de diferite tipuri variabil în funcție de timp, viteză sau poziție (drum)	2		
14. Modelarea și simularea sistemelor de reglare ale acționărilor electrice de curent alternativ: ansamblul mașina electrică - convertorul electronic de putere, calculul variabilelor de comandă, identificarea mărimilor de reacție pentru reglatoare și control vectorial	2		
<b>Bibliografie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>IMECS Maria: Modelarea și simularea sistemelor de conversie electronice și electromecanice. Material de prezentare în format electronic PPT.pdf, 560 pagini, redactat în anul univ. 2020-21.</li> <li>IMECS Maria, SZABÓ Csaba, INCZE Ioan Iov, SZŐKE BENK Enikő: Modelarea și simularea acționărilor electrice. Ghid practic pentru lucrări de laborator și proiectare. Vol. I., redactat în format electronic, 2012.</li> <li>IMECS Maria, SZABÓ Csaba, INCZE Ioan Iov: Modelarea și simularea sistemelor de conversie electronice și electromecanice. Complemente de curs: material de prezentare folosit la curs, 210 pagini copii după folii redactate în perioada 2000-2013</li> <li>IMECS, Maria, INCZE Ioan Iov, SZABO Csaba: Sisteme de acționări electrice reglabile. Complemente de curs: material de prezentare folosit la curs, 180 pagini copii după folii redactate în perioada 2000-2013.</li> <li>KELEMEN Arpad, IMECS Maria: „Sisteme de reglare cu orientare după câmp ale mașinilor de curent alternativ”, Editura Academiei Române, București, 1989</li> <li>KELEMEN Arpad: „Acționări electrice”, (Ediția a 2-a) Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979.</li> <li>KELEMEN, Arpad, IMECS, Maria: „Electronică de putere”, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1983</li> <li>IMECS Maria: Sinteza structurilor de reglare scalară și vectorială pentru acționări cu motoare de curent alternativ, Lucrare prezentată în plen la AI XIV – a Conferința Națională de Acționări Electrice, CNAE 2008, Timișoara, Oct. 2008, Power Point, PPT 54 pagini</li> <li>IMECS Maria, SZABO Csaba, INCZE Ioan I., SZŐKE Enikő: Simularea numerică a convertoarelor bidirecționale de CA-CC și CC-CA, PPT, Workshop CEEX DCiDER, U.P. București, 2006, CEEX_DCiDER_2006rap_st.pdf - (712 KO), 28 pagini</li> </ol>			

10. KELEMEN Arpad; IMECS Maria: Vector Control of AC Drives. Volume 1: *Vector Control of Induction Machine Drives*. Electrical Engineering Library, Technical University of Budapest, OMIKK Publisher, ISBN 963 593 140 9, Budapest, 1991.
11. KELEMEN Arpad; IMECS Maria: Vector Control of AC Drives. Volume 2: *Vector Control of Synchronous Machine Drives*. Electrical Engineering Library, Technical University of Budapest, Ecriture Publisher, ISBN 963 593 140 9, Budapest, 1993.
12. VUKOSAVIC S. N.: *Electrical Machines*, Springer Science+Business Media, New York, 2013, ISBN 978-1-4614-0399-9, ISBN 978-1-4614-0400-2 (eBook), DOI 10.1007/978-1-4614-0400-2, Library of Congress Control Number: 2012944981.

8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Prezentare laborator, măsuri de protecția muncii. Compararea fazorilor spațiali cu componente simetrice și studiul regimurilor tranzitorii în sisteme trifazate sinusoidale echilibrate și dezechilibrate	2	Expunere de probleme, Explicații, Instruire utilizând mijloace multimedia, Aplicații, Demonstrații, Simulare asistată de calculator	
Modelarea și simularea funcționării convertoarelor de c.c. și c.a. cu intrare în c.c. cu caracter sursă de tensiune cu diferite procedee de modulație a pulsului, reprezentarea fazorilor spațiali cu mișcare intermitentă	2		
Modelarea și simularea motorului de c.c. alimentat de variatoare de tensiune continuă în indus și în excitație, comandate în regim de modulație în lățime a pulsului.	2		
Calculul caracteristicilor mecanice mașinii de inducție pe baza modelului static și studiul comportării în regim tranzitoriu (pornire, frânare, reversare, treapta de cuplu, etc.) pe baza modelului dinamic	2		
Modelarea și simularea comenzii motorului de inducție prin metoda de control V-Hz.	2		
Modelarea și simularea reglării vectoriale în buclă închisă a motorului de inducție cu orientare după câmpul rotoric .	2		
Modelarea motorului sincron cu magnet permanent și simularea diferitelor structuri de reglare vectorială cu orientare după câmpul magnetului permanent (poziția rotorului)	2		
Bibliografie			
1. . IMECS Maria, SZABÓ Csaba, INCZE Ioan Iov, SZÓKE BENK Enikő: Modelarea și simularea acționărilor electrice. Ghid practic pentru lucrări de laborator și proiectare. Vol. I, redactat în format electronic, 2012.			

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

Conținutul disciplinei se regăsește în curricula tuturor specializărilor domeniilor de Inginerie Electrică și a Ingineriei Energetice, precum și în curricula unor specializări din domeniul de studii conexe

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Examinarea cunoștințelor dobândite la curs și aplicații: rezolvarea de probleme și subiecte de teorie în scris	- colocviu scris	75%

**Septembrie 2022**

	(3 ore) urmată de examinare orală pe baza lucrării scrise		
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Evaluarea competențelor prin: - activitatea practică la laborator; - teste teoretice și rezolvări de probleme - referate	Referate, test de modelare și simulare pe calculator	25%
10.6 Standard minim de performanță Finalizarea și prezentarea referatelor, încheierea activității de laborator. Redactarea lucrării de examen. Nota finala minim 5			

<b>Data completării:</b>	<b>Titulari</b>	<b>Titlu Prenume NUME</b>	<b>Semnătura</b>
20.09.2022	Curs	s.l. dr.-ing .Csaba SZABO	
	Aplicații	s.l. dr.-ing. Csaba SZABO	

Data avizării în Consiliul Departamentului Mașini și Acționări electrice	Director Departament Conf. Dr.-ing. Petre Dorel TEODOSESCU
.. Septembrie 2022 .....	
Data aprobării în Consiliul Facultății Inginerie Electrică .....	Decan Conf. Dr.-ing. Andrei CZIKER
.....	
... .Septembrie 2022.....	