

## 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	55.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Controlul vectorial al acționărilor electrice
2.2 Titularul de curs	<i>Prof.dr.ing. Iulian BIROU iulian.birou@emd.utcluj.ro</i> <i>S.I.dr.ing. Csaba SZABO – csaba.szabo@emd.utcluj.ro</i>

2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	<i>drd.ing. Mihai Adrian IUORAS adrian.iuoras@emd.utcluj.ro</i>				
2.4 Anul de studiu	IV	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	Ex
2.7 Regimul disciplinei	Categoria formativă				DS
	Opționalitate				DI

### 3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar		3.3 Laborator	2	3.3 Proiect	
3.4 Număr de ore pe semestru	56	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar		3.6 Laborator	28	3.6 Proiect	
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe									20	

(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren	17
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	25
(d) Tutoriat	4
(e) Examinări	3
(f) Alte activități:	
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a)...3.7(f)))	69
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)	125
3.10 Numărul de credite	5

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

4.1 de curriculum	Cunoștințe generale de Teoria sistemelor, Mașini electrice, Acționări electrice, Convertoare electronice de putere, Automatizarea Sistemelor de Acționări Electrice.
4.2 de competențe	Cunoștințe generale de Teoria sistemelor, Mașini electrice, Acționări electrice, Convertoare electronice de putere, Automatizarea Sistemelor de Acționări Electrice.

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

5.1. de desfășurare a cursului	Platforma on-line - Teams
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Laborator cu echipamente specifice disciplinei, On-Site - Prezenta obligatorie

#### 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C6. Monitorizarea, controlul și diagnosticarea sistemelor de acționare electrică a mașinilor de curent alternativ controlate vectorial</p> <p>C6.1. Identificarea elementelor fundamentale specifice teoriei sistemelor de reglare automată și a metodelor de investigare a stării de funcționare a unui sistem, respectiv a compatibilității electromagnetice.</p> <p>C6.2. Simularea și implementarea algoritmilor de monitorizare și diagnosticare a unui sistem de acționare electrică, în scopul rezolvării unor situații problemă specifice.</p> <p>C6.3. Utilizarea principiilor de reglare, și a metodelor de optimizarea a parametrilor schemelor de reglare, în scopul aprecierii limitelor de funcționare a unui sistem de acționare electrică bazat pe control vectorial.</p> <p>C6.4. Elaborarea de proiecte de comandă numerică a sistemelor de acționare electrică cu convertoare statice de putere prin utilizarea de procesoare, controlere industriale, sisteme integrate dedicate.</p> <p>C6.5. Proiectarea unui sistem de complexitate redusă de reglare automată a unui proces industrial, utilizând metode și tehnici specifice.</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</p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Asimilarea cunoștințelor teoretice și practice referitoare la controlul sistemelor acționare electrică a mașinilor de curent alternativ bazate pe controlul vectorial, alimentate de la convertoare electronice de putere comandate funcționând în regim de modulație a pulsului (PWM)
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Să știe să identifice elementele specifice care compun un sistem de acționare electrică reglabilă</li> <li>- alegerea în funcție de aplicație a motorului de acționare și al convertorului de frecvență.</li> <li>- alegerea procedurii de control al convertorului</li> <li>- identificarea procedurii de control optime ținând cont de specificul aplicației și de criteriile de performanță impuse</li> <li>- să știe să identifice parametri întregului sistem în vederea simulării numerice respectiv a implementării practice</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Teoria fazorilor spațiali în sisteme de acționări electrice trifazate pentru tratarea unitară a mașini de curent alternativ, a convertorului de electronică de putere și a structurii de reglare a acționării.	2	Expunere orală, utilizând mijloace clasice și	

Transformări specifice utilizate în sistemele de reglare vectorială: transformări de fază (3/2 și invers), de rotiri 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	multimedia, studii de caz, etc.	
Principiul orientării după câmp, analogia mașinilor asincrone cu cele de curent continuu. Strategii de control vectorial	2	Mod de predare interactiv.	
Metode de identificare a fluxului de orientare (statoric și rotor) a mașinilor asincrone în sisteme de reglare vectorială cu orientare directă respectiv cu orientare indirectă după câmp.	2		
Sisteme de reglare vectorială a vitezei și fluxului cu orientare directă după câmpul rotor (cu controlul direct al fluxului) al acționării cu mașina cu mașina asincronă alimentat de la inverter de tensiune cu MLP cu undă purtătoare sau cu reacție de curent, variante de structuri și compararea structurilor.	2		
Sisteme de reglare vectorială cu orientare indirectă după câmpul rotor cu mașina asincronă. Variante de structuri de reglare cu și fără slăbirea câmpului.	2		
Sisteme de reglare vectorială cu orientare după câmpul statoric al acționării cu motor de inducție alimentat de la inverter de tensiune cu MLP cu undă purtătoare sau cu reacție de curent.	2		
Sisteme de reglare vectorială a vitezei și fluxului de orientare dublă după câmpul acționării cu motor de inducție alimentat de la inverter de tensiune cu MLP cu undă purtătoare.	2		
Modelarea matematică a mașinilor sincrone pe baza teoriei fazorilor spațiali în conceptul utilizării în sisteme de reglare.	2		
Analogia motorului sincron excitat funcționând cu factor de putere maxim cu mașina de curent continuu compensate. Principiul orientării după câmp și strategii de control ale mașinilor sincrone cu excitație reglabilă., alimentate de la convertor de frecvență și redresor comandat, bucla de reglare activă a mărimilor mecanice și buclele de reglare reactive ale mărimilor de magnetizare.	2		
Strategii de control și reglarea vectorială a mașinilor sincrone cu excitație variabilă, controlată, cu orientare după fluxul statoric.	2		

Construcția și principiul de funcționare ale mașinii sincrone cu magnet permanent cu întrefier constant și variabil, Modelul matematic (ecuațiile de tensiune, flux și cuplu) și diagrama fazorială pentru cele 4 strategii de control ale mașinii sincrone cu rotor cu magnet permanent (MS-MP)	2		
Strategii de control și reglarea vectorială a mașinilor sincrone cu rotor cu magnet permanent cu orientare după poziția rotorului.	2		
Strategii de control și reglarea vectorială a mașinilor sincrone cu rotor cu magnet permanent cu orientare după pfluxul statoric.	2		
<p><b>Bibliografie</b></p> <p><b>Bibliografie în biblioteca UTC-N</b></p> <p>[1] KELEMEN Arpad, IMECS Maria: Sisteme de reglare cu orientare după câmp ale mașinilor de curent alternativ. Editura Academiei Române, București, 1989.</p> <p>[2] KELEMEN Árpád: Acționări electrice. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979.</p> <p>[3] KELEMEN Arpad, IMECS Maria: Electronică de putere. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1983.</p> <p>[4] LEONHARD Werner: Control of Electrical Drives, Springer, 1997</p> <p>[5] LIPO T.A.: Vector Control and Dynamics of AC Drives, Oxford, Clarendon Press, 1997</p> <p><b>Alte materiale didactice.</b></p> <p>[6] Imecs Maria, Szabo Csaba, Incze Ioan Iov (drept de autor): Aspecte mecanice ale acționărilor electrice, PPT, Uz intern UTCN, Ed. 2016, v04.</p> <p>[7] Imecs Maria, Szabo Csaba, Incze Ioan Iov (drept de autor): Acționări cu motorul sincron cu magnet permanent (având distribuție sinusoidală a câmpului magnetic în întrefier pe circumferința statorului), PPT, Uz intern UTCN, Ed. 2016, v04.</p> <p>[8] Imecs Maria, Szabo Csaba, Incze Ioan Iov (drept de autor): Acționări cu motorul sincron cu înfășurare de excitație și bare de amortizare (MS-Ex-A), drept de autor: IMECS Maria, SZABO Csaba, INCZE Ioan Iov, PPT, Uz intern UTCN, Ed. 2016, v05</p>			
8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Prezentare laborator, norme privind securitatea și sănătatea în muncă.  Compararea fazorilor spațiali cu componente simetrice și studiul regimurilor tranzitorii în sisteme trifazate sinusoidale echilibrate și dezechilibrate.	4	Expuneri multimedia,  lucrări practice de grup,	
Modelarea și simularea unor structuri de control vectorial bazate pe orientare indirectă după câmp a mașinii asincrone alimentată de la inverter de tensiune comandat în regim MLP cu	4	studii de caz,	

undă purtătoare. Analiza funcționării în regim de slăbire a câmpului.			
Modelarea și simularea unor structuri de control vectorial a mașinii asincrone bazate pe orientare directă după câmpul rotoric. Variante de structuri cu mașina alimentată de la inverter de tensiune cu PWM de tensiune cu undă purtătoare respectiv cu reacție de curent. Studiul comportamentului sistemului de reglare supus la modificarea sensului de rotație și la variații bruște a sarcinii mecanice.	4		
Modelarea și simularea structurilor de reglare vectorială a mașinii asincrone cu orientare după fluxul statoric, cu controlul intermediar al cuplului pe bucla de reglare a mărimilor electromecanice.	4		
Modelarea și simularea structurilor de reglare vectorială a motorului sincron cu magnet permanent cu anularea reacției longitudinale a indusului în coordonate orientate după poziția rotorului (raport maxim cuplu /curent absorbit) respectiv cu orientare după fluxul statoric (factor de putere unitar).	4		
Implementarea controlului vectorial cu orientare după fluxul rotoric a mașinii asincrone utilizând un sistem de dezvoltare dSPACE DS1104. Implementarea în mediul Matlab/Simulink, monitorizare și control în timp real a procesului prin ControlDesk.	4		
Implementarea controlului vectorial a MSMP pe un sistem de dezvoltare bazat pe DSP în virgulă fixă, în mediul Altair Embed.	4		
<b>Bibliografie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kelemen, A., Imecs, M.: Sisteme de reglare cu orientare după câmp ale mașinilor de curent alternativ. Editura Academiei Romane, București, 1989.</li> <li>2. 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, (revizuit 2016).</li> </ol>			

3. Teodeorescu R.: *Getting Started with dSPACE System*. Aalborg University, Institute of Energy Technology, Department of Electrical Energy Conversion. Aalborg, Denmark, 2000
4. \*\*\* dSPACE Control Desk Experiment Guide. Paderborn, Germany, 2002.
5. \*\*\* dSPACE Application Note. Squirrel cage Induction Motor Control with DS1102 Controller Board. Document version 1.4., January 1999.
6. \*\*\* dSPACE Control Desk Implementation Guide. Paderborn, Germany, 2002.

**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 domenii 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	- examen scris	65%
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Evaluarea competențelor prin: - activitatea practică la laborator; -portofoliu de laborator	- examinare practica - prezentare referate - teste scrise	35%
10.6 Standard minim de performanță			
Finalizarea și prezentarea portofoliilor de laborator, încheierea activității de laborator. Redactarea lucrării de examen. Nota finala minim 5			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
20.09.2022	Curs	Prof. dr. ing. Iulian BIROU s.l. dr. ing Csaba SZABO	
	Aplicații	drd. Ing. Adrian IUORAS	

Data avizării în Consiliul Departamentului Masini si Actionari electrice	Director Departament Conf.dr.ing. Petre Dorel TEODOSESCU
__Septembrie 2022_____	
Data aprobării în Consiliul Facultății .....	Decan Conf.dr.ing. Andrei CZIKER
__Septembrie 2022_____	