

**Universitatea de Stat „Alec Russo”
Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului
Catedra de științe fizice și ingineresti**

CURRICULUM UNIVERSITAR

la unitatea de curs

„MAȘINI ELECTRICE”

Ciclul I - studii superioare de licență

Codul și denumirea domeniului general de studiu: 52 *Inginerie și activități ingineresti*

Codul și denumirea specialității: 521.8 *Inginerie și management (in transportul auto)*

Forma de învățământ: *cu frecvență*

Autor:

conf. univ., dr. Valeriu ABRAMCIUC

BĂLȚI, 2017

Discutat și aprobat la ședința Catedrei de științe fizice și inginerești,

Procesul-verbal nr. 14 din 08 februarie 2017.

Șeful Catedrei _____ conf. univ., dr. Vitalie BEȘLIU

Discutat și aprobat la ședința Consiliului Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului,

Procesul-verbal nr. 12 din 16 mai 2017.

Decanul Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului

_____ conf. univ., dr. Ina CIOBANU

1. Informații de identificare a unității de curs

Facultatea: *Științe Reale, Economice și ale Mediului*

Catedra: *Științe fizice și inginerești*

Domeniul general de studiu: *52 Inginerie și activități inginerești*

Domeniul de formare profesională la ciclul I: *521 Inginerie și tehnologii industriale*

Denumirea specialității / specializării: *521.8 Inginerie și management (în transportul auto)*

Anul de studiu și semestrul în care se studiază disciplina: *anul IV, semestrul VII*

Forma de organizare a învățământului: *învățământ cu frecvență*

Administrarea unității de curs:

| Codul unității de curs | Credite ECTS | Total ore | Repartizarea orelor | | | | Forma de evaluare | Limba de predare |
|------------------------|--------------|-----------|---------------------|------|------|------------|-------------------|------------------|
| | | | Prel. | Sem. | Lab. | Lucr. ind. | | |
| S.07.A.061 | 6 | 180 | 60 | - | 30 | 90 | Examen | Română |

Regimul unității de curs: *obligatorie*

Categoria formativă: *unitate de curs de specialitate*

2. Informații referitoare la cadrul didactic

Titularul unității de curs – Valeriu Abramciuc, doctor în științe fizice și matematică, conferențiar universitar.

Biroul: Blocul V, aula 014

Nr. telefon de contact: +373/231/52-415

Adresa e-mail: valeriuabramciuc@gmail.com

Ore de consultații: marți, 14.00-16.00.

3. Integrarea unității de curs în programul de studii

Unitatea de curs *Mașini electrice* reprezintă o disciplină de studiu obligatorie, orientată spre formarea politehnică de specialitate a studenților de la ciclul I, studii superioare de licență. Obiectivele principale ale unității de curs constituie prezentarea generală a teoriei fizice ale diferitelor tipuri de mașini electrice, studiul elementelor constructive, analiza parametrilor, ale regimurilor de funcționare, ale caracteristicilor și, în baza acestora, stabilirea domeniilor de utilizare ale mașinilor electrice, proiectarea rezolvărilor unor situații practice tipice. De asemenea, se urmărește formarea competențelor practice experimentale de lucru cu mașinile electrice, proiectarea și montajul circuitelor electrice, ridicarea și interpretarea caracteristicilor mașinilor electrice.

4. Competențe prealabile

Înainte de a începe studierea cursului *Mașini electrice*, studenții vor îndeplini complet planul de învățământ la unitățile de curs *Electrotehnică; Fizică aplicată; Ingineria reglării automate; Matematică inginerească și economică*. Se consideră că studenții au însușit temeinic legile de bază ale curentului electric în metale și semiconductori, sunt capabili să identifice parametrii câmpului magnetic, efectuează corec calcule matematice, au anumite competențe practice de proiectare și realizare ale montajului electric și de efectuare a măsurătorilor.

5. Competențe dezvoltate în cadrul cursului

- Aplicarea în cadrul diferitelor tipuri de mașini electrice a legilor fizice fundamentale;
- Tratarea științifică corectă a fenomenelor electrice și magnetice care au loc în mașinile electrice;
- Recunoașterea, descrierea și aplicarea modelelor fizice în cadrul analizării funcționării în diferite regimuri ale mașinilor electrice;
- Dezvoltarea abilităților practice de realizare corectă a montajului electric, în corespundere cu schema elaborată și regulile impuse;
- Dezvoltarea capacității de a achiziționa date experimentale, a le prelucra, a trasa caracteristicile și a le interpreta în scopul utilizării mașinilor electrice în diferite sisteme electromecanice;
- Dezvoltarea capacității de a căuta, prelucra și analiza informații dintr-o varietate de surse bibliografice, în scopul realizării unor studii științifice de caz.

6. Finalități de studii

La finele cursului studenții vor fi capabili:

1. să definească, să clasifice și să stabilească domeniile de utilizare ale mașinile electrice după criterii date, să realizeze studii științifice de caz, cu caracter ingineresc;
2. să recunoască subansamblurile constructive ale mașinilor electrice și să precizeze construcția și rolul fiecăruia;
3. să definească mărimile nominale ale mașinilor electrice și să explice simbolurile referitoare acestor mărimi;
4. să analizeze și să interpreteze științific corect regimurile de funcționare ale mașinilor electrice;
5. să realizeze încercări și să ridice experimental caracteristicile electromecanice ale mașinilor electrice; să traseze caracteristici în condiții reale sau simulative;
6. să rezolve probleme practice și de calcul ce țin de elaborarea și analiza schemelor electrice de principiu și de montaj, în corespundere cu standardele tehnice în vigoare.

7. Conținuturi

| <i>Nr.</i> | <i>Teme predate</i> | <i>Nr. de ore</i> |
|------------|--|-------------------|
| 1. | Noțiuni introductive ale cursului: obiective, structură, finalități și evaluări. | 1 |
| 2. | Clasificări ale mașinilor electrice în funcție de diferite criterii. | 2 |
| 3. | Elemente constructive generale și parametri ai mașinilor electrice. | 2 |
| 4. | Bazele fizice de funcționare în diverse regimuri ale mașinilor electrice. | 2 |
| 5. | Diagrame energetice și randamente ale mașinilor electrice. Domenii de utilizare ale mașinilor electrice. | 2 |
| 6. | Transformatorul electric – caz-limită al mașinilor de curent alternativ: clasificări, elemente constructive și regimuri de funcționare. | 2 |
| 7. | Regimurile de funcționare în gol; în sarcină ale transformatorului electric. | 2 |
| 8. | Funcționarea în regimul de încercare în scurtcircuit a transformatorului electric. Funcționarea în paralel a transformatoarelor electrice. | 2 |
| 9. | Diagrama puterilor active și randamentul transformatorului electric. Diagrama puterilor reactive. Elemente de proiectare și calcul, domenii de utilizare ale transformatoarelor electrice. | 2 |
| 10. | Autotransformatoare electrice. Transformatoare de măsurat. | 2 |
| 11. | <i>Proba de evaluare nr. 1</i> | 1 |
| 12. | Mașina asincronă: elemente constructive, regimuri de funcționare. Obținerea | 2 |

| | | |
|-----|---|---|
| | câmpului magnetic învârtitor în motorul asincron monofazat și trifazat. | |
| 13. | Ecuțiile și caracteristicile motorului asincron. Domenii de utilizare. | 2 |
| 14. | Bilanțul energetic al mașinii asincrone, în diverse regimuri de funcționare. | 2 |
| 15. | Sisteme de comandă ale motoarelor asincrone. | 2 |
| 16. | Mașina sincronă clasică: elemente constructive, principii de funcționare în diferite regimuri. | 2 |
| 17. | Regimul de funcționare în gol a generatorului sincron. | 2 |
| 18. | Bazele fizice ale funcționării motorului sincron. | 2 |
| 19. | Metode de sincronizare a mașinii sincrone. | 2 |
| 20. | Reacția ancorei mașinii sincrone. Diagramele fazoriale pentru funcționarea în sarcină a mașinii sincrone. | 2 |
| 21. | Caracteristicile mașinii sincrone: unghiulară; de reglaj; externă; de lucru; mecanică. | 2 |
| 22. | <i>Proba de evaluare nr. 2</i> | 1 |
| 23. | Mașini de c. c.: construcție, principii de funcționare, parametri, domenii de utilizare. | 2 |
| 24. | Reacția indusului mașinii de c. c. Condiții de excitație ale generatoarelor de c. c. | 2 |
| 25. | Generatoare de c. c. cu diferite moduri de excitație și caracteristicile acestora. | 2 |
| 26. | Motoare de c. c. cu diferite moduri de excitație și caracteristicile acestora. Reostatul de pornire. | 2 |
| 27. | Metode de modificare și reglare a vitezei mașinilor de c. c. | 2 |
| 28. | Schimbarea sensului de rotație; frânarea mașinilor de c. c. | 2 |
| 29. | Mașini electrice speciale: clasificări, tipuri și domenii de utilizare. | 2 |
| 30. | Motoare pas cu pas: tipuri, construcție, caracteristici și domenii de utilizare. | 2 |
| 31. | Servomotoare, selsine, inductosine, transformatoare rotative și tahogeneratoare: tipuri, construcție, caracteristici și domenii de utilizare. | 2 |
| 32. | <i>Proba de evaluare nr. 3</i> | 1 |

Total: 60 ore

Activitatea în laborator

| <i>Nr.</i> | <i>Tematica lucrărilor de laborator</i> | <i>Nr. de ore</i> |
|------------|--|-------------------|
| 1. | Introducere. Regulile tehnicii securității muncii și regulile antiincendiarie în laboratorul didactic. | 1 |
| 2. | Studiul transformatoarelor electrice. | 4 |
| 3. | Studiul motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit. | 4 |
| 4. | Comanda motoarelor asincrone. | 4 |
| 5. | Studiul generatoarelor de curent continuu. | 4 |
| 6. | Studiul motoarelor de curent continuu. | 4 |
| 7. | Studiul mașinilor sincrone. | 4 |
| 8. | Studiul unor mașini electrice speciale. | 4 |
| 9. | Prezentarea finală a lucrărilor de laborator. Evaluarea portofoliului. | 1 |

Total: 30 ore

8. Activități de lucru individual

Activitatea individuală a studenților constă în realizarea unor studii științifice de caz, în scopul sistematizării și aprofundării informațiilor teoretice și aplicative, prezentate în cadrul prelegerilor cursului *Mașini electrice*. Studiile de caz se referă la aplicațiile ingineresti ale mașinilor electrice,

fundamentarea conform diferitor criterii ale folosirii acestora.

9. Evaluare

În cadrul cursului *Mașini electrice*, activitatea studentului este evaluată în felul următor.

- Fiecare din cele trei *Probe de evaluare* din cadrul prelegerilor se evaluează cu câte o notă, iar media acestor note va avea ponderea de 20 % din nota reușitei curente.
- Media notelor de la orele de laborator are ponderea de 60 % din nota reușitei curente.
- Lucrul individual se evaluează cu o notă, care are ponderea de 20 % din nota reușitei curente la curs.

Nota finală la unitatea de curs *Mașini electrice* se calculează conform formulei:

$$\text{Nota finală} = 0,6 \times \text{Nota reușitei curente} + 0,4 \times \text{Nota de la examen.}$$

Examenul final este în scris, iar biletul va conține două subiecte teoretice și o problemă de calcul.

9.1. Chestionar pentru evaluarea finală

1. Aplicații ale mașinilor electrice în sisteme de producere a energiei electrice și în sisteme consumatoare de energie electrică.
2. Regimuri de funcționare ale mașinilor electrice.
3. Surse de energie mecanică pentru generatoarele electrice.
4. Elemente constructive ale mașinilor electrice: subsistemul magnetic; subsistemul electric.
5. Pierderi magnetice și pierderi electrice în mașinile electrice.
6. Generatorul elementar de c. c. Motorul elementar de c. c.
7. Construcția mașinii de c. c. Principiul de funcționare al mașinii de c. c.
8. Reacția indusului mașinii de c. c.
9. Condițiile de excitație ale generatorului de c. c.
10. Generatorul de c. c. cu excitație independentă: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale generatorului de c. c. cu excitație independentă.
11. Generatorul de c. c. cu autoexcitație derivație: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale generatorului de c. c. cu autoexcitație derivație.
12. Generatorul de c. c. cu autoexcitație consecutivă: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale generatorului de c. c. cu autoexcitație consecutivă.
13. Generatorul de c. c. cu excitație mixtă: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale generatorului de c. c. cu excitație mixtă.
14. Regimuri de funcționare ale motorului de c. c. Reostatul de pornire al motorului de c. c.
15. Motorul de c. c. cu excitație independentă: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale motorului de c. c. cu excitație independentă.
16. Motorul de c. c. cu excitație serie: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale motorului de c. c. cu excitație serie.
17. Motorul de c. c. cu autoexcitație paralelă: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale motorului de c. c. cu autoexcitație paralelă.
18. Motorul de c. c. cu autoexcitație mixtă: scheme electrice, principiu de funcționare. Caracteristici de funcționare ale motorului de c. c. cu autoexcitație mixtă.
19. Metode de modificare și reglare a vitezei mașinilor de c. c.
20. Schimbarea sensului de rotație al mașinilor de c. c. Frânarea mașinilor de c. c.
21. Clasificări ale transformatoarelor electrice. Elemente constructive ale transformatoarelor electrice.

22. Funcționarea în gol a transformatorului electric. Schema logică de funcționare a transformatorului electric. Schema electrică de principiu.
23. Funcționarea în sarcină a transformatorului electric. Schema logică de funcționare a transformatorului electric. Schema electrică de principiu.
24. Funcționarea în regimul de încercare în scurtcircuit a transformatorului electric. Schema electrică de principiu. Funcționarea în paralel a transformatoarelor electrice.
25. Diagrama puterilor active și randamentul transformatorului electric. Diagrama puterilor reactive.
26. Autotransformatorul electric: elemente constructive, principiu de funcționare, avantaje/dezavantaje.
27. Transformatoare de măsurat de curent: schema electrică de principiu, elemente constructive, parametri.
28. Transformatoare de măsurat de tensiune: schema electrică de principiu, elemente constructive, parametri.
29. Mașina sincronă clasică: elemente constructive, principiu de funcționare în diferite regimuri.
30. Caracteristica de funcționare în gol a generatorului sincron.
31. Principiul de funcționare al motorului sincron.
32. Sincronizarea mașinii sincrone.
33. Reacția ancorei mașinii sincrone.
34. Diagrama fazorială pentru funcționarea în sarcină a mașinii sincrone, sarcină inductivă.
35. Diagrama fazorială pentru funcționarea în sarcină a mașinii sincrone, sarcină capacitivă.
36. Diagrama fazorială pentru funcționarea în sarcină a mașinii sincrone, sarcină activ-inductivă; sarcină activ-capacitivă.
37. Regimul de generator al mașinii sincrone. Sub-regimul subexcitat, diagrame fazoriale. Sub-regimul supraexcitat, diagrame fazoriale.
38. Regimul de motor al mașinii sincrone. Sub-regimul subexcitat, diagrame fazoriale. Sub-regimul supraexcitat, diagrame fazoriale.
39. Regimul de compensator al mașinii sincrone. Sub-regimul subexcitat, diagrame fazoriale. Sub-regimul supraexcitat, diagrame fazoriale.
40. Caracteristica unghiulară a mașinii sincrone.
41. Caracteristica de reglaj a mașinii sincrone.
42. Caracteristica externă a mașinii sincrone.
43. Caracteristica în formă de V a mașinii sincrone.
44. Caracteristicile de lucru ale motorului sincron.
45. Caracteristica mecanică a mașinii sincrone.
46. Mașina asincronă: elemente constructive, regimuri de funcționare.
47. Obținerea câmpului magnetic învârtitor în motorul asincron monofazat și trifazat.
48. Ecuațiile motorului asincron. Caracteristicile motorului asincron.
49. Pașaportul tehnic al motoarelor asincrone trifazate.
50. Bilanțul energetic al generatorului asincron.
51. Bilanțul energetic al motorului asincron.
52. Bilanțul energetic al frânei asincrone.
53. Mașini electrice speciale: clasificări, tipuri și domenii de utilizare.
54. Motoare pas cu pas: tipuri, construcție, caracteristici și domenii de utilizare.
55. Servomotoare, selsine, inductosine, transformatoare rotative și tahogeneratoare: tipuri, construcție, caracteristici și domenii de utilizare.

9.2. Mostră de bilet pentru examen

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți
Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului
Catedra de științe fizice și ingineriești

"Aprob"
Șeful catedrei

BILETUL nr.

pentru examen la cursul *Mașini electrice*

Ciclul I, Studii superioare de licență, specialitatea „Inginerie și management (în transportul auto)”

1. Motoare pas cu pas: tipuri, construcție, caracteristici și domenii de utilizare.
2. Regimul de generator al mașinii sincrone. Sub-regimul subexcitat, diagrame fazoriale. Sub-regimul supraexcitat, diagrame fazoriale.
3. **Problemă:**

Un motor asincron trifazat conectat la o rețea cu frecvența $f_1 = 50$ Hz are turația rotorului $n_2 = 2910$ rot/min.

Să se calculeze:

- a) alunecarea s ; b) numărul de perechi de poli p ; c) frecvența curenților rotorici f_2 ;
- d) viteza de rotație a câmpului magnetic învârtitor față de rotor $\Delta\Omega_2$ sau Δn_2 ;
- e) turația rotorului n'_2 pentru funcționarea ca generator cu aceeași valoare absolută a alunecării.

_____ 201__

Examinator: Valeriu Abramciuc, conf. univ., dr.

10. Bibliografie

Obligatorie

1. **CIOBANU, Lucian.** *Tratat de inginerie electrică: Sisteme de acționări electrice.* București: Matrix Rom, 2008. 329 p. ISBN 978-973- 755-306- 5
2. **NOVAC, I., MICU, E., ATANASIU, Gh.** *Mașini și acționări electrice: Curs pentru subingineri.* București: Editura Tehnică, 1982. 484 p.
3. **VIOREL, I.-A., CIORBĂ, R.** *Mașini electrice în sisteme de acționare.* Cluj-Napoca: Editura UT Press, 2002. 185 p. ISBN: 973-8335-37-X
4. **TUNSOIU, Gh., SERACIN, E., SAAL, C.** *Acționări electrice.* București: Editura Didactică și Pedagogică, 1982. 383 p.
5. **ИГНАТОВИЧ, В.М., РОЙЗ, Ш.С.** *Электрические машины и трансформаторы.* Томск: Изд. ТПУ, 2008. 147 с. ISBN 5-06-003841-6
6. *Проектирование электрических машин.* М.: Высшая школа, 2005. 182 с. ISBN 5-06-003842-4

Opțională

1. **PARTENI ANTONI, Cezar.** *Curs de mașini electrice speciale: (Curent continuu)* Iași: Ed. Univ. „Al. I. Cuza”, 2011. 248 p. ISBN 978-973- 703-597- 4
2. *The Industrial Electronics Handbook: Power Electronics and motor drives.* New York: CRC Press, 2011. 69 p. ISBN 978-1- 4398-0285- 4
3. **LARMINIE, James.** *Electric Vehicle Technology Explained.* Chennai: WILEY, 2012.

314 p. ISBN 978-1- 119-94273- 3

4. **МОХАН, Ned.** *Electric Machines and Drives: A First Course*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2012. 276 p. ISBN 978-1- 118-07481- 7
5. **ВОЛЬДЕК, А. И., ПОПОВ, В. В.** *Электрические машины. Машины переменного тока*. СПб.: Питер, 2010. 350 с. ISBN 978-5-469-01381-5
6. **ВОЛЬДЕК, А. И.** *Электрические машины*. Ленинград: Энергия, 1978. 832 с.
7. **ШПАННЕБЕРГ, Х.** *Электрические машины. 1000 понятий для практиков: Справочник*. Москва: Энергоатомиздат, 1988. 252 с. ISBN 5-283-02446-6