

УНИВЕРЗИТЕТ СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ - СКОПЈЕ
Факултет за електротехника и информациски технологии



студиска програма

ЕЛЕКТРОМОТОРНИ ПОГОНИ

Скопје, 2008 г.

1. Основни податоци за студиската програма

Назив на студиската програма	ЕЛЕКТРОМОТОРНИ ПОГОНИ
Назив на дипломата	Магистер по електротехника и информациона технологии – студиска програма- електромоторни погони
Компетенции	Оспособеност за сеопфатно работење во област на електромоторни погони – проектирање, анализирање на состојби во постоечки погони, модернизација на производство со погони со променлива брзина, заштита, одржување, процена на енергетската ефикасност и влијанието врз животната средина.
Јазик	Македонски (по потреба Англиски)
Носител	Институт за Индустриска електроенергетика и автоматизација

2. Дополнителни информации за студиската програма

2.1. Услови за запишување на студиската програма

Р.бр.	Листа на завршени додипломски студии
1	Завршени додипломски студии по електротехника
2	Завршени додипломски студии по машинство
3	Останати завршени додипломски студии со мислење од советот на студиската програма

2.2. Образложение за потребите за воведување на студиската програма

<p>Идентификација на потребите и можностите за вработување</p>	<p>Со електромоторните погони се добива механичка работа на најлесен и најчист начин. Нивната примена е многу широка и неминовна, од индустријата до домаќинствата. Без нив животот денес не може да се замисли.</p> <p>Тие претставуваат мултидисциплинарно подрачје, каде се среќаваат и надополнуваат работните механизми (машинство), електричните машини, енергетската електроника, автоматското управување, компјутерското водење процеси, енергетската ефикасност и екологијата. Сметаме дека тоа верно и доследно е спроведено и применето во составувањето на оваа студиска програма.</p> <p>Електромоторните погони се најголеми потрошувачи во индустријата (во развиените земји повеќе од 60%), односно во нив се троши околу 40% од вкупно произведената електрична енергија. Поради тоа, огромно е нивното значење за целокупното производство и квалитетот на живеење, вклучувајќи го зачувувањето на животната средина.</p> <p>Можностите за вработување се широки и големи, во големи, средни и мали фирми, од јавен или приватен карактер. Неизбежното будење на македонската индустрија уште повеќе ќе ги наметне потребите од кадар од оваа студиска програма.</p>
---	--

2.3. Податоци за меѓународна споредливост на студиската програма

1. Назив на студиска програма	Energetski pretvarači i pogoni
2. Универзитет	Универзитет у Београду - Србија
3. web-страница на студиската програма	http://www.etf.bg.ac.yu/Studiranje/Postdiplomske/epp.html
1. Назив на студиска програма	Elektrostrojarstvo
2. Универзитет	Sveučilište u Zagrebu – Hrvatska
3. web-страница на студиската програма	http://www.fer.hr/poslijediplomski/elektrotehnika
1. Назив на студиска програма	Elektrische Energie- und Antriebstechnik
2. Универзитет	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg - Germany
3. web-страница на студиската програма	http://www.eas.e-technik.uni-erlangen.de/Studienplanempfehlung/index.html

2.4. Дополнителни можности и перспективи на студиската програма

Развојот на македонската индустрија, поттикната со очекувани странски инвестиции, воведувањето нови технологии (компјутерско водење на процеси, роботика и сл.), како и актуелизирањето на цената на електричната енергија и други енергенси, зачувувањето на животната средина, неизбежно внесуваат дополнителни можности и перспективи за оваа студиска програма.

3. План и предмети на студиската програма

3.1.1. Преглед на наставни дисциплини на студиската програма

Ред. број	Назив	Семестар	Кредити	Фонд часови	
1.	Нумерички методи	IX	5	3+0+0+1	
2.	Динамика на ЕМП	IX	5	3+0+0+1	
3.	Современи управувачки системи	IX	5	3+0+0+1	
4.	Задолжителен – изборен предмет	IX	5		
5.	Изборен предмет	IX	5		
6.	Изборен предмет	IX	5		
7.	Примена на микропроцесори во индустриски погонски системи		X	5	3+0+0+1
8.	Изборен предмет		X	5	
9.	Магистерски труд		X	20	
	ВКУПНО		30	30	

предметите напишани со здебелени букви се задолжителни предмети.

3.1.1.1. Задолжителни изборни дисциплини (предмети)

Ред. број	Назив	Семестар	Кредити	Фонд часови
1.	Енергетска електроника	IX	5	3+0+0+1
2.	Дигитално процесирање на сигнали	IX	5	3+0+0+1

3.1.2. Изборни предметни дисциплини (предмети)

Ред. бој	Назив	Семестар	Кредити	Фонд часови	
1.	Статистика со веројатност	IX	5	3+0+0+1	
2.	Трансформации во електрични машини	IX	5	3+0+0+1	
3.	Импулсна и дигитална електроника	IX	5	3+0+0+1	
4.	Методи за проектирање мехатрони системи	IX	5	3+0+0+1	
5.	Векторско управување на машини за наизменична струја	IX	5	3+0+0+1	
6.	Заштита на ЕМП	IX	5	3+0+0+1	
7.	Моделирање на ЕМП		X	5	3+0+0+1
8.	Автономни електрични возила		X	5	3+0+0+1
9.	Енергетска ефикасност во ЕМП		X	5	3+0+0+1
10.	Хармоници и други повратни влијанија во електроенергетскиот систем		X	5	3+0+0+1

Куси содржини за наставните дисциплини (предметите)

Наставна дисциплина	Нумерички методи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Зимски	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	Миф
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на различни нумерички методи.				
Содржина	Елементи од теоријата на грешки. Диференци равенки. Основни техники за нумеричко решавање на проблеми од линеарна алгебра, системи линеарни и нелинеарни равенки: директни и итеративни методи, Гаусов метод, Гаус-Зејделов метод, методи за слабо пополнети матрици, LR и LDR метод, Јакобиев метод, Њутн-Рафсонов метод и други методи. Конечни разлики, поделени разлики, конечни елементи, Интерполација: Лагранжова, Њутнова и др.. Апроксимација на функции. Приближно интегрирање и диференцирање. Приближно решавање на диференцијални равенки: Ојлерови методи, метод на Милн, Адамс, метод на Рунге-Кута и др. Примена на готови пакети. Примена на нумеричките методи				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. В. Р. Demidovich, I. A. Maron, Computational Mathematics, MIR, Moscow, 1976. 2. Б. Трпеновски, Н. Целакоски, Елементи од нумеричката математика, Просветно дело, Скопје, 1992. 3. Ralston, P. Rabinowitz, A first course in numerical analysis, New York, 2001. 				

Наставна дисциплина	Динамика на електромоторни погони				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Зимски	Задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ИЕА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за подготовка, користење и практична примена на преодните појави при проектирање на електромоторниот погон.				
Содржина	Основи на динамиката на електромоторните погони. Редуцирање на механичките големини. Влијание на променливиот момент на инерција. Временски константи. Статичка стабилност. Видови оптоварувања. Динамички состојби и закони на сличност. Повеќемоторен погон. Електрични оски. Задвижувачи. Динамички состојби кај погоните со еднонасочни мотори. Форсирање на динамичките состојби кај еднонасочните електромоторни погони. Загуби на енергија во динамичките состојби кај еднонасочните електромоторни погони и начини за нивно намалување. Динамички состојби кај погоните со асинхрони мотори. Тешки електромоторни погони со асинхрони мотори. Самопуштање на погони со асинхрони мотори. Загуби на енергија во динамичките состојби на погони со асинхрони мотори и начини за нивно намалување. Динамички состојби кај погони со синхрони мотори. Динамичка стабилност. Електромоторен погон како објект на дигитално управување. Структура на дигитален систем на управување на електромоторен погон. Процес на одбирање и задршка. Меѓусебно влијание помеѓу временските константи на електромоторниот погон и времето на одбирање. Начини за компензација на пречките при квантизирањето. Пресметка на динамичките состојби и анализа на точноста кај дигиталните електромоторни погони.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. В. Jurkovic, Elektromotorni pogoni, Skolska knjiga, Zagreb, 1987. 2. Т. Јакимов, Електромоторни погони, МЕДИС-Информатика, Скопје, 1994. 3. М. Jadric, В. Francic, Dinamika elektricnih strojeva, Graphis, Zagreb, 2004. 				

Наставна дисциплина	Современи управувачки системи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Зимски	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ИКСИА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за подготовка, користење и практична примена на современите управувачки системи во областа на електромоторните погони (симулација, проектирање и сл.).				
Содржина	Простор на состојби. Состојбени равенки. Решение на состојбена равенка. Управливост, набљудливост и стабилност по Љапунов. Идентификација и естимација. Методи за идентификација. Опсервери и Калманови филтри. Изведување симулационен модел во MATLAB. Симулационо моделирање во MATLAB на елементарни објекти. Симулационо моделирање во MATLAB објекти од повисок ред. Симулационо моделирање во MATLAB на меѓуповразно – сложени објекти. Валидација на идентификувани и симулирани модели. Анализа и проценка на грешки. Основите на фази системите и невронските мрежи како универзални апроксиматори на поведение на систем. Примена на фази логика и невронски мрежи во управување на ЕМП.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. N. Norman, Control System Engineering, John Wiley & Sons Inc. New York, 2000. 2. Astrom and Wittenmark, Computer Controlled Systems: Theory and Design, Prentice Hall, Engelwood Clift, New York, 1995. 3. Anderson and Moore, Optimal Control: Linear Quadratic Methods, Prentice Hall, Engelwood Clift, New York, 1995. 				

Наставна дисциплина	Енергетска електроника				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ИЕ
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за подготовка, користење и практична примена на компонентите и колата од енергетска електроника во областа на електромоторните погони.				
Содржина	Вовед. Основни поими. Класификација на електричните вентили. Преглед на современите енергетски електронски компоненти. Класификација на електронските енергетски преобразувачи. Тиристор, дијак и тријак. Карактеристики на гејтот. Ограничувања di/dt и du/dt . Управување со помош на еднонасочни, наизменични, импулсни сигнали и со промена на фазата и соодветни кола. Принципи на управување со комплексни тиристорски кола. Насочувачи. Принципи на фазно управување. Управување на кола со присилна комутација. Управување на кола што работат врз база на импулсно ширинска модулација. Фазно управувани насочувачи. Инвертори. Статички прекинувачи. Преобразувачи на еднонасочна енергија во еднонасочна (директни и индиректни). Фреквенциски преобразувачи (директни со природна и присилна комутација; индиректни). Вовед во компјутерска анализа и симулација. Анализа и симулација на енергетски преобразувачи (MATLAB, SPICE).				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гоце Љ. Арсов, Основни кола во енергетската електроника, Скопје, октомври 2000. 2. Mohan N., Undeland T., Robbins W., Power Electronics - converters, applications and design, 3-rd Edition, Wiley, 2007. 3. M. H. Rashid, Power Electronics, Circuits, Devices and Applications, 3-rd Edition, Prentice Hall, 2003. 				

Наставна дисциплина	Примена на микропроцесори во индустриски погонски системи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	задолжителен	3+0+0+1	5	МК	ИЕ
Предуслови	Нема				
Компетенции	Со завршување на овој курс студентите ќе се стекнат со вештини за користење на принципите на микропроцесорското управување и неговата практична примена во погонски системи.				
Содржина	<p>Наместо вовед. Концепција на предмет кој јас сакав да го слушам на постдипломски студии. Видови на сигнали како носители на информација и нивни основни карактеристики. Основен концепт на анализа во фреквентен домен. Дискретна фуриеова трансформација. Дигитално филтрирање. Z-трансформација. Брза фуриеова трансформација. Основен концепт на повратна врска. Преносна карактеристика. Елементи на системот на управување и нивни карактеристики. Оптимално поведение на системот на управување. Основни елементи на микропроцесорските системи. Архитектура на конкретен DSP микроконтролер, MC56800E – хардверски и софтверски ресурси. Примена на микропроцесори во индустриски погонски системи. Управување со повратните врски. Контрола на импулсите за палење кај фазно управувани конвертори. Импулсно ширинска модулација. Оптимално и адаптивно управување. Одредување на немерливи сигнали. Заштита при недозволена работа. Мониторирање и генерирање на предупредувања. Аквизиција на податоци. Дијагностика. <i>On - line</i> врска со интелигентна интегрирана околина. Ограничувања во работата на микропроцесорското управување. Дизајнирање на микропроцесорски системи за управување. Анализа на дизајнот. CAD околина за дизајнирање. Хардверски и софтверски дизајн. Софтверска структура и работа во реално време. Развојни системи и емулација.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bimal K. Bose, Power Electronics and Motor Drives, Elsevier Inc., 2006. 2. Fang Lin Luo, Hong Ye, Muhammad Rashid, Digital Power Electronics and Applications, Elsevier Inc. 2005. 3. CodeWarrior, Development Studio IDE 5.6 User's Guide, Freescale Corporation, 2006. 				

Наставна дисциплина	Статистика со веројатност				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Зимски	изборен	3+0+0+1	5	МК	МиФ
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на различни техники од статистика и веројатност.				
Содржина	Случајна величина и случаен вектор. Функции од случајни величини и поважни распределби. χ^2 и t распределба. Бројни карактеристики на случајни величини. Основни својства на математичко очекување и дисперзија. Генерирачки функции. Моменти на биномна, Пуасонова и нормална распределба. Случаен примерок и статистика. Поважни статистики и нивни бројни карактеристики. Примерок од нормална распределба. Подредени статистики. Закон на големите броеви и централна гранична теорема. Бројно оценување. Непристрасност, конзистентност, егзостивност и критериуми за нив. Предмет на интервално оценување и интервал на доверба. Случај на нормално распределена популација. Тест на статистичка хипотеза. Нејман – Пирсонова лема. Количник на веродостојност. Непараметарски тестови. χ^2 – тест со познати и непознати вредности на параметрите. Тест на Колмогоров и Смирнов.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. S. Milton, J. C. Arnold, Introduction to Probability and Statistics, 2-nd Edition, Mc Graw Hill, 1990. 2. Y. Cohen, J. Y. Cohen, Statistics and Data with R: (An applied approach through examples), Wiley, 2008. 				

Наставна дисциплина	Дигитално процесирање на сигнали				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
зимски	изборен	3+0+0+1	5	мак/анг	ИЕ
Предуслови	Основен курс од DSP				
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на методите на дигитално процесирање на сигнали во управување на електромоторни погони.				
Содржина	Куса ревија на модели на сигнали и концепти поврзани со процесирање на аналогни сигнали: фреквенциски спектар, фреквенциска карактеристика. Основни поими од дискретни системи. Проблеми поврзани со дискретизирање на аналогните сигнали. Дискретна фуриеова трансформација (DFT) и брз алгоритам за нејзино пресметување(FFT). Примени на DFT: филтрирање до DFT, спектрална анализа. Поим за филтрирање. IIR и FIR дигитални филтри. Дизајн на дигитални филтри				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. М. Богданов, С. Богданова, Дигитално процесирање на сигнали, ЕТФ Скопје, основен учебник, 1998. 2. A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, J. R. Buck, Discrete - Time Signal Processing, 2-nd Edition, Prentice Hall, 1999. 3. S. K. Mitra, Digital Signal Processing: A Computer Based Approach, 2-nd Edition, Mc Graw Hill, 2001. 				

Наставна дисциплина	Трансформации во електрични машини				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
Зимски	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕМТА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на трансформациите во електрични машини потребни за управување на електромоторни погони.				
Содржина	<p>Основи на општата теорија. Идеализирана електрична машина. Магнетни напони и магнетни полиња во електричните машини. Равенки за напоните и моментите. Матричен рачун. Хевисајдов операторен метод.</p> <p>Машини за еднонасочна струја. Намотки на помошните полови, компензациона и кампаунд намотка. Куса врска на генератор на еднонасочна струја.</p> <p>Општи равенки на машините на наизменична струја. Општи равенки на синхроните машини. Општи равенки на асинхрон мотор. Примена на теоријата за анализа на машините за наизменична струја. Устален режим и процес на пуштање во работа на машините на наизменична струја. Карактеристики на пуштање во работа на синхрон мотор. Индуктивни отпорности на синхрона машина. Куса врска при празен од на генератор. Куса врска при оптоварување на генераторот. Процес на синхронизација и колебање на синхроните генератори. Приближни методи за анализа на генераторот и енергетскиот систем. Еквивалентни шеми и фазорски дијаграми при приближна пресметка. Анализа на несиметрични режими.</p> <p>Општа теорија на вртлива машина. Матричен прорачун. Примена на општите равенки на машина со три намотки.</p> <p>Равенки на повеќе фазен асинхрон мотор и Шрагеов мотор во устален режим на работа. Равенки за взаемно поврзани машини.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. F. Gieras, <i>Advancements in Electric Machines</i>, Springer, 2008. 2. V. Ostovic, <i>Computer-aided Analysis of Electric Machines</i>, Prentice Hall, 1994. 3. P. C. Krause, O. Wasynczuk and S. D. Sudhoff, <i>Analysis of Electric Machinery</i>, IEEE Press, 1995. 				

Наставна дисциплина	Импулсна и дигитална електроника				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕ
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на импулсната и дигитална електроника во управување на електромоторни погони.				
Содржина	<p>Основни поими за дигиталните сигнали, кола и системи. Бројни системи (децимален, бинарен, октален, хексадецимален) Конверзии. Бинарна аритметика. Кодови. Булова алгебра (дефиниции, Булови функции и идентитети, табlici на вистинитост, дуалност, теореми, стандардни форми на Буловите функции). Логички порти (И, ИЛИ, НЕ, Исклучиво ИЛИ, НИ, НИЛИ). Реализација на логичките порти (позитивна и негативна логика). Фамилии на логички кола (TTL, CMOS). Преносни и транзиентни карактеристики. Параметри (маргини на шум, фактор на разгранување, дисипација, пропагационо доцнење).</p> <p>Комбинациони мрежи (анализа, синтеза, Карноови мапи). Примена на комбинационите мрежи (компаратори, енкодери, декодери, мултиплексери, демултиплексери, суматори, ROM и PROM-мемории, PLA и едноставни PAL-компоненти. Секвенцијални компоненти и мрежи. Флип-флопови. Поместувачки регистри. Бројачи. RAM-мемории. EPROM и EEPROM-мемории. PLD и FPGA-компоненти. Дигитално-аналогни и аналого-дигитални конвертори.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Д. Б. Живковик, М. Б. Поповик, Импулсна и дигитална електроника, Академска мисао, ЕТФ Београд, 2000. 2. R. F. Tinder, Engineering Digital Design, 2-nd Edition, Elsevier Science, 2000. 3. U. Perusko, Digitalna elektronika: logicko i elektricko projektovanje, Skolska knjiga, Zagreb, 1996. 				

Наставна дисциплина	Методи за проектирање мехатрони системи				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
зимски	изборен	3+0+0+1	5	МК	МФ
Предуслови	Нема				
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на методи за проектирање мехатрони системи при проектирањето на електромоторни погони.				
Содржина	<p>Разработка на клучните елементи во Мехатрониката. Дизајнирање на процеси во Мехатрониката. Конструирање на мехатрони производи. Напредни пристапи во Мехатрониката. Сензори и актуатори како компоненти на мехатроните системи. Интегрални и интелигентни, микросензори и микроактуатори. Можности и степен на интеграција на сензори и актуатори во мехатроните системи. Проектирање на интерфејс за поврзување на сензори и актуатори во локални и во разделни мрежи, комуникација помеѓу нив. Разработка на структурата на мехатроните системи со посебен осврт на основниот механички систем спрема VDI класификацијата VDI 2860. Мехатронен приод на проектирање на механички системи од типот на манипулаторите. Мехатронен приод на проектирање на механички системи од типот на манипулаторите. Мехатронен приод на проектирање на механички системи од типот на манипулаторите. Мехатронен приод на проектирање на механички системи од типот на манипулаторите.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. D. Shetty, R. A. Kolk, Mechatronics System Design, 1997. 2. R. L. Norton, Design of Machinery, 2001. 3. И. Мицкоски, Х. Мицкоски, Проектирање на мехатронички системи (скрипта), 				

Машински факултет, Скопје, 2008.

Наставна дисциплина	Моделирање на електромоторни погони				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
Летен	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и примена на методи за моделирање електромоторни погони потребни при изучувањето, проектирањето и експлоатацијата на електромоторни погони.				
Содржина	<p>Пристап со теоријата на вектори на состојбата. Стационарни и динамички состојби на погони со асинхрони машини. Стационарни и динамички состојби на погони со синхрони машини. Споредба на еднонасочни и наизменични електромоторни погони. Напонски инвертори. Инвертори со импулсно широчинска модулација. Струјни инвертори. Погони за високи перформанси и погони за општа намена. Векторско управување и ориентација на полето. Управување со моментот на еднонасочна машина. Векторско управување на синхрони машини. Стационарен d, q модел на синхрона машина. Управување со моментот кај синхрони машини. Динамика на синхрона машина со векторско управување и ориентација на полето. Еднонасочни машини без четкици. Векторско управување на асинхрона машина во стационарна состојба. Динамика на асинхрона машина со ориентација на полето. Индиректни управувачи. Директни управувачи. Користење на флуксот во воздушниот зјај. Струјна регулација во енергетските преобразувачи. Модели за мали сигнали. Опсервери и естиматори</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. D. W. Novotny, T. A. Lipo, Vector Control and Dynamics of AC Drives, Clarendon Press - Oxford, 1996. 2. I. Boldea, S. A. Nasar, Electric Drives, CRC Press, 1999. 3. N. Mohan, Advanced Electric Drives, MINPERE, 2001. 				

Наставна дисциплина	Автономни електрични возила				
	Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик
IX	изборен	3+0+0+1	5	македонски	ЕТЕЗЕС
Предуслови	нема				
Компетенции*	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и одржување автономни електрични и хибридни возила.				
Содржина	<p>Електрични возила и животна средина. Вовед во користење на автономни електрични возила. Типови на електрични возила. Батериски електрични возила. Хибридни електрични возила. Електрични возила со горивни ќелии. Соларни електрични возила. Користење на замајци или суперкондензатори.</p> <p>Батерии. Основни параметри, напон по ќелија, капацитет на ќелија, акумулирана енергија, специфична енергија, специфична можности, енергетска ефикасност, самопразнење. Оловни батерии, специфичности. Никел базирани батерии, никел кадмиум, никел метал хибрид. Литиумски батерии. Останати видови на батерии. Полнење на батерии. Моделирање на батерии. Алтернативни и нови извори на енергија и складирање. Горивни ќелии. Водородни горивни ќелии, електродни реакции, термодинамика, енергетска ефикасност.</p> <p>Електрични влечни мотори и нивно управување. Класични DC електрични мотори за возила, момент брзина карактеристика. Регулација на DC напони, прекинувачки системи за намалување и за покачување на еднонасочни напони. Еднофазни и трифазни инвертори. Електрични мотори без четкитчки, индуccionи мотори, енергетска ефикасност. Процесно управување. Моделирање на електрични возила. Велечна сила, влечни отпори, забрзување, трансмисија, суспензија. Системи за безбедност.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Електрична влеча, Никола Чекеци, Електротехнички факултет, Скопје, 1999. 2. Electric Vehicle Technology Explained, James Larminie ,Oxford Brookes University, Oxford, UK John Lowry Acenti Designs Ltd., UK, 2003 John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England. 3. Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design, Ron Hodkinson and John Fenton, 2001, Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford. 				

Наставна дисциплина	Заштита на електромоторни погони				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот се стекнува со вештини за користење и практична примена на методите за заштита на електромоторни погони во различни услови на експлоатација.				
Содржина	Општо за заштитата на електромоторните погони. Заштита од пречки кои потекнуваат од работниот механизам. Видови работни механизми и нивни карактеристики. Заштита од преоптоварување. Биметални релеи. Термички релеи. Заштита од краткотрајни големи преоптоварувања. Осигурувачи. Прекуструјни релеи. Заштита од пречки кои потекнуваат од напојниот извор на погонот. Заштита од пречки кои потекнуваат од трифазната наизменична мрежа. Напонски релеи. Приклучување на големи мотори од аспект на мрежата. Избор и подесување на заштитата според режимот на работа на погонот. Заштита од пречки кои потекнуваат од енергетскиот преобразувач како напоен извор на погонот. Енергетски преобразувачи за погони со еднонасочни мотори. Енергетски преобразувачи за погони со наизменични мотори. Заштита од пречки кои потекнуваат од околната средина. S - заштита на електромоторните погони. Видови заштити. Класични електромеханички релеи. Комплексна електронска модуларна заштита. Микропроцесорски базирана заштита.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Djuric, Relejna zastita, Naucna knjiga, Beograd, 1991. 2. S. H. Horowitz (Edited by), Protective Relaying for Power Systems II, IEEE Press, 1992. 3. С. Мирчевски, Управување на електромоторни погони (предавања), 2008. 				

Наставна дисциплина	Енергетска ефикасност во електромоторни погони				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот ќе се запознае со принципите на енергетска ефикасност, светските искуства, можности за примена во електромоторни погони и значење за зачувување на животната средина.				
Содржина	Вовед (Актуелност на енергетската ефикасност). Важност на електромоторните погони како потрошувачи на електрична енергија. Енергетски ефикасни електромотори. Фактор на моќност. Електромоторни погони со променлива брзина. Стандарди за мерење на енергетската ефикасност. Програми за спроведување енергетската ефикасност (светско искуство). Примери.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anibal de Almeida, Paolo Bertoldi, Werner Leonhard (Editors), Energy Efficiency Improvements in Electric Motors and Drives, Springer, 1997. 2. The European Motor Challenge Programme (http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/motorchallenge/index.htm) 3. Energy Efficiency, ABB Review, 2/2007 				

Наставна дисциплина	Векторско управување на машини за наизменична струја				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕМТА
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот ќе се запознае со принципите на векторско управување на машините за наизменична струја и ќе се подготви да ги применува во управувањето на електромоторни погони.				
Содржина	Динамичко моделирање на асинхрон мотор (синхрон мотор) во произволно избран координатен систем. Можности за аквизиција на роторскиот флукс со помош на модели. Поим за просторен вектор на напоните, струите и флуксовите во машината. Дискретен математички модел на напонски инвертор со варијабилна структура. Симулација на современи типови на широчинско импулсна модулација. Поим за просторно векторска модулација на напоните. Анализа и синтеза на системи за директна и индиректна векторска регулација. Векторска регулација со ориентација на полето. Директно управување на моментот и векторот на статорскиот флукс. Предиктивна векторска регулација ориентирана на дискретниот модел на инверторот -моделирање и симулација. Векторска регулација на брзината и положбата без употреба на сензори. Примена на регулатори базирани на Фази логика. Примена и предности на овие системи за управување.				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. Holtz, Methods for Speed Sensorless Control of AC Drives, IEEE Press, 1996. 2. J. A. Santisteban, R. M. Stepan, Vector Control Methods for Induction Machines: An Overview, IEEE Trans. on Education, May 2001. 3. Г. Рафајловски, Истражување на системи за векторско управување на асинхрони мотори (докторска дисертација), Скопје, 1996. 				

Наставна дисциплина	Хармоници и други повратни влијанија во електроенергетскиот систем				
Семестар	Вид	Фонд на часови	Кредити	Јазик	Институт
Летен	изборен	3+0+0+1	5	МК	ИЕЕС
Предуслови					
Компетенции	Со завршувањето на овој курс студентот ќе се запознае со причините за виши хармоници, меѓусебното влијание на електромоторниот погон и мрежата и ќе се подготви за начините на нивно мерење.				
Содржина	<p>Увод и класификација на поимите од повратни влијанија и квалитет на електричната енергија. Виши хармоници, поим и теориска заснованост. Показатели за изобличеност. Методи за анализа. Моќност во несинусоидални услови. Извори на виши хармоници во ЕЕС. Негативни ефекти на вишите хармоници. Преглед на стандардите и препораките. Методи за намалување или елиминирање на вишите хармоници.</p> <p>Напонски флукуации и фликер. Причини и последици. Методи за сузбивање на фликерот. Засеци. Напонски јами и ридови. Причини и последици. Кратки прекини. Начини за сузбивање на напонските јами и кратките прекини. Мерење на вишите хармоници, и другите повратни влијанија и начин на прикажување на мерните резултати.</p>				
Литература	<ol style="list-style-type: none"> 1. V. Katic, Kvalitet elektricne energije - visi harmonici, Monografija, Fakultet tehnickih nauka, Novi Sad, 2002. 2. R. C. Dugan, M. F. Granaghan, H. W. Beaty, Electrical Power System Quality, Mc Graw Hill, 1996. 3. Љ. Николоски, Хармоници и други повратни влијанија во електро енергетскиот систем (скрипта), 2008. 				

4. Наставен кадар

Р. број	Презиме и име	Подрачје на наставно – научна област
1.	Проф. д-р Мирчевски Слободан	Електромоторни погони
2.	Проф. д-р Иван Мицкоски	Мехатроника
3.	Проф. д-р Петар Лазов	Математика
4.	Проф. д-р Марија Кујумџиева - Николоска	Математика
5.	Проф. д-р Гоце Арсов	Електроника
6.	Проф. д-р Методија Камиловски	Електроника
7.	Проф. д-р Миле Станковски	КСИА
8.	Проф. д-р Софија Богданова	Електроника
9.	Проф. д-р Милан Чундев	Електрични машини
10.	Проф. д-р Томислав Џеков/ Проф. д-р Љупчо Пановски	Електроника
11.	Проф. д-р Никола Чекреџи	Електричен сообраќај
12.	Проф. д-р Горан Рафајловски	Електрични машини
13.	Проф. д-р Љубомир Николоски	ЕЕС