

Студиска програма: **ЕЛЕКТРОТЕХНИКА ВТОР ЦИКЛУС**

Времетраење на студиската програма: **1 година универзитетски студии**

ЕКТС кредити: **60**

Цели на студиската програма

Техничкиот факултет во Битола континуирано ги следи промените во окружувањето и со своите активности се прилагодува кон барањата што произлегуваат од тие промени. Соочена со предизвикот да понуди актуелни, современи и квалитетни наставни програми, што воедно претставува и стратедиска цел, оваа високообразовна институција со децении успешно одговара на предизвиците на новата економија, а со тоа дава значаен придонес во развојот на Универзитетот "Св. Климент Охридски" – Битола. Студиската програма по Електротехника на втор циклус на студии на електротехничкиот отсек е конципирана така да обезбедува стекнување на компетенции кои се општествено оправдани и корисни. Техничкиот факултет ги има дефинирано основните задачи и цели на образование на високо компетентни кадри од областа на техниката. Студиската програма по Електротехника е во согласност со основните задачи и цели на Техничкиот факултет. Со реализација на вака конципираната студиска програма, се образуваат магистри по електротехника кои имаат компетентност во европски и светски рамки. Посебните цели на студиската програма се: 22 обезбедување на ефикасно едуцирање на магистри од областа на електроенергетските системи, чија стручност и знаење ќе одговара на потребите за развој во Република Македонија, поширокиот регион и Европа, создавање на нови знаења во областа на електроенергетските системи преку спроведување на фундаментални, апликативни и развојни истражувања. Пошироката цел на универзитетските студии е развивање на компатибилни студиски програми со Европскиот систем на високо образование, преку имплементација на Европскиот систем за пренос на кредити и преку користење на искуствата на други европски универзитети во однос на студиските програми. Потребите и интересите за универзитетските студии од областа на Електроенергетските системи се дефинирани како: Добивање најсовремено, добро управувано знаење низ студиската програма според високи образовни меѓународно признати стандарди, Подготвеност за пазарот на труд и за меѓуинституционална подвижност во рамките на земјата, во регионот и во странство, Приближување кон Европскиот систем на високо образование, Потребите и интересите на универзитетските студии на втор циклус по Електротехника можат да се групираат како: Одрас на промените во опкружувањето на национално, регионално и меѓународно ниво, Поддршка на развојот на континуирани образовни програми, Проширување на напорите за создавање најпрогресивни млади кадри во областа на Електротехниката, Потребите на општеството на национално ниво да има високо квалификувани и образовани човечки ресурси за решавање на проблемите во Електроенергетските системи, почнувајќи од локално, национално ниво, па сè до меѓународни организации кои се занимаваат со истата проблематика. Во тој контекст, Техничкиот факултет – Битола ја реакредитира постоечката студиска програма од втор циклус по Електроенергетски системи (акредитација извршена врз основа на решение на Одборот за акредитација на високото образование за вториот циклус 23 универзитетски студии) согласно измените и дополнувањата на Законот за високото образование (Сл.весник на РМ бр. 17/2011).

Резултати од учењето (специфични дескриптори на квалификации)

знаења и разбирање

- Идентификува соодветни методологии за стекнување знаење и разбирање во една од областите на електроенергетските системи или системите за мерење и управување во којашто студентот избрал да развива експертиза: електрични машини, системи за пренесување и дистрибуирање на електричната енергија, примената на компјутер во електроенергетските системи, обновливите извори на електрична енергија, енергетската електроника, обработката на сигнали, микропроцесорите и микроконтролерите, електромагнетната компатибилност.
- Систематски и креативно објаснува и расправа за тековните и најновите истражувања, концепти, начела и теории кои се однесуваат на избраната област на специјализација на електротехниката.
- Оди во чекор со најновите достигнувања во областа на електроенергетските системи или системите за мерење и управување со што обезбедува основа за оригиналност при развивањето и примената на автономни идеи во истражувачки контекст.

примена на знаењето и разбирањето

- Испитува, анализира, развива, оптимизира и управува со електроенергетските системи и системите за мерење и управување.
- Независно и креативно предлага решенија за проблеми што се појавуваат во процесот на дизајнирање и изградба на електронергетските системи и системите за мерење и управување техничка контрола и експертиза.
- Применува иновативни методи при решавање на мултидисциплинарни непознати и нецелосно дефинирани проблеми користејќи напредно математичко, научно, информатичко и инженерско знаење.
- Применува прописи и техники за заштита на животната средина.

способност за проценка

- Синтетизира и интегрира знаење во неколку области од полето на електронергетските системи и системите за мерење и управување поврзано со областа која студентот ја избрал да развие експертиза.
- Критички оценува и изведува заклучоци дури и врз основа на нецелосни или ограничени информации користејќи актуелна информатичка и комуникациска технологија неопходна за редовно работење на електронергетските системи и системите за мерење и управување во пракса.
- Истражува примена на нови и развојни технологии, иновации и позитивна пракса во секојдневната реална работа на електронергетските системи и системите за мерење и управување истражува и го анализира развојот на национално ниво

комуникациски вештини

- Јасно и недвосмислено презентира заклучоци и резултати од истражувања пред публика, со можност да го прилагоди стилот и формата на изразување пред нестручната публика.

- Ефективно учествува во мултидисциплинарни составени тимови, каде што се потребни компетенции и познавање на електронергетските системи и системите за мерење и управување или како водач на тим или во улога на експерт.
- Презема значајна одговорност и дава отчет за квалитетот на поединечните и колективните резултат, предводи и иницира активност во областите јна специјализација на електронергетските системи и системите за мерење и управување во рамките на електроинженерството.

вештини на учење

- Ги идентификува личните потреби за дополнително знаење и независно делување за самостојно стекнување на нови знаења и вештини во поширокиот општествен контекст.
- Способност за преземање на постојано индивидуално учење по сопствено определување во областа на електронергетските системи и системите за мерење и управување во којашто студентот избрал да развие посебна експертиза.

Листа на предмети

Семестар 1, Модул ЕЕС

Компјутерски методи и модели за анализа на заземјувачките системи (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да стекнат знаења за карактеристиките на зазе-мјувачите на трафостаниците SN/NN, VN/SN, столбовите на далеководите, како и самите надземни водови и кабли како елементи на заземјувачкиот систем. Содржина на предметната програма: Карактеристики на заземјувачите. Фреквентни хистограми на потенцијалните разлики на допир и чекор. Двослојна и повеќеслојна средина. Методи за решавање на осамени и спрегнати заземјувачи. Заземјувачи на ТС СН/НН и ТС ВН/СН. Заземјувачи на столбови. Површински заземјувачи во рудници. Надземен вод како елемент на заземјувачкиот систем. Кабли како елементи на заземјувачкиот систем. Редукциони фактори на НВ и кабли. Извоз на потенцијали. Моделирање на елементите на заземјувачкиот систем. Методи за решавање на приликите во заземјувачките системи.

Математичко моделирање на електрични машини и уреди (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел е студентите да се запознаат со најновите методи за математичко моделирање на електрични машини и уреди. Содржина на предметната програма: Математичко моделирање на електромагнетни уреди, трансформатори, асинхрони, синхрони и линеарни машини со методот на конечни елементи и конечни диференции со примена на програмски пакети.

Погон и водење на ЕЕС (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел на овој предмет е студентите да се стекнат со продлабочени знаења од областа на контролата, управувањето и анализа на работењето на ЕЕС во реално време. Содржина на предметната програма: Пратење,

анализа и управување со ЕЕС во реално време. SCADA системи. Управувачки центри и подсистеми со дистрибуирана интелигенција. Управувачки алгоритми за оптимална распределба на оптоварување. Пресметка на доверливост, куси врски, стабилност во реално време. Експертни системи за анализа и водење на ЕЕС.

Компјутерски методи за анализа на ЕЕС (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да ги прошират знаењата за научните достигнувања во областа на анализата на електроенергетските системи (ЕЕС). Да се оспособат самостојно да решаваат сложени проблеми во ЕЕС, при што ќе користат современи математички модели и нумеричките методи. Содржина на предметната програма: Принципи на работа на ЕЕС. Математички модели на елементите на ЕЕС. Формирање на матрици на адмитанции и импеданции на ЕЕС. Фундаментални трансформации на моделите на електроенергетските системи. Пресметка на напони во ЕЕС (методи на Newton, Stott, DC метод). Анализа на распределба на моќности и куси врски. Анализа на проблематика на задушвање во преносните мрежи. Анализа на транзиентни појави и стабилност. NEPLAN софтвер. Анализа на IEEE тест-системи.

Изборни предмети (се избира еден предмет од листата) (6 ЕКТС)

Интеграција на дисперзирано производство во ЕЕС

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да ги стекнат и продлабочат знаењата, поврзани со научните достигнувања за проблемите поврзани со интеграцијата на дисперзираното производство во ЕЕС, како една од најактуелните области на истражување во електроенергетските мрежи и системи. Содржина на предметната програма: Дисперзирано производство: (дефиниција, поделба на категоријата ДП, видови на генератори кај ДП, Кој генератор да се примени-техничко економска анализа; Математичко моделирање на ДП:(стационарен режим, транзиентна стабилност, преодни процеси во ЕЕС).Техничко влијание на ДП врз дистрибутивниот систем (ДС):(Пресметка на текови на моќности, Пробабалистичка пресметка на текови на моќност; Оптимални текови на моќност, Volt/Var регулација во ДС; Куси врски, Релејна заштита, Стабилност на ДП; Квалитет на електричната енергија, Островска работа на ДП, Доверливост на ДС со ДП); Економско влијание на ДП врз дистрибутивниот систем: (Трошоци за поврзување на мрежа, Одредување на цените во ДС, Распределба на загубите во ДС со ДП, Оптимален мрежен преносен капацитет); Микромрежи.

Техноенергетски анализи и инвестирање во обновливи извори на ел. Енергија.

Цели на предметната програма (компетенции): Оспособеност на кандидатите за изработка на енергетско економски анализи потребни за проектирање и експлоатација на Обновливи извори на електрична енергија. Стекнување на знаење за можностите за финансирање и формирање на производната цена на енергијата,

како и квантификација на ризикот при реализација на проекти од ОИЕЕ . Содржина на предметната програма: Енергетска, техничка и економска анализа и евалуација на обновливите извори на електрична енергија. Основни економски анализи NPV, IRR, ROI, MARR, PI. Споредба на техноекономските параметри на ОИЕЕ со параметрите на класичните електрични центри. Осетливост на економските параметри. Инвестиционите вложување во енергетски системи на обновливи извори. Начини на финансирање на ОИЕЕ. Цена на чинење на KWh произведена електрична енергија од обновливи извори. Очекувано производство на енергија од одделни типови на ОИЕЕ. Анализа на ризикот при реализација на проектите од обновливи извори на електрична енергија и негова квантификација.

Испитување на изолација на ЕЕ уреди.

Цели на предметната програма (компетенции): Продлабочување на знаењата од методите на испитување на изолациониот систем на уредите и машините. Содржина на предметната програма: Методи за дијагностика и проценка на состојбата на изолациониот систем на ЕЕ машини и уреди. Определување на карактеристични електрични, изолациони, вибрациони, акустични и геометриски параметри. Термовизиски испитувања. Критериуми за дијагностика врз основа на карактеристичните параметри. Влијанија од неисправно функционирање на одредени компонентите од ЕЕ уреди. Причини за неисправна работа. Проценка на состојбата на исправност. Дијагностицирање на стареењето на опремата и проценка на преостанатиот работен век. Ремонти и корективни мерки. Планови за ремонти, примена на корективните мерки и замена на компонентите. Примери од практиката за неисправност на изолациониот систем, начини на дијагностицирање и преземање на корективни мерки.

Семестар 2

Два изборни предмети (еден од листа изборни предмети од Универзитетот и еден од листа на изборни предмети застапени на единицата), препорачани предмети се:

Електроенергетски стандарди (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да стекнат знаења за најновите електроенергетски европски стандарди кои се усвојуваат во Р. Македонија, CENELEC и сл. Содржина на предметната програма: Постојни и најнови електроенергетски стандарди (осветление (внатрешно и надворешно, спортски терени), инсталации, квалитет на електрична енергија, постројки и инсталации до 1 kV, постројки и инсталации над 1 kV.

Програмски алатки во ЕЕС (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел на овој предмет е студентите да се стекнат проширени знаења од користењето на современи

програмски пакети во ЕЕС. Содржина на предметната програма: Користење на програмскиот пакет MATLAB/SIMULINK за програмирање и компјутерско моделирање на елементите на електроенергетски систем, симулација на работата и анализа на динамички режими на работата на ЕЕС.

Алгоритми за управување на дистрибутивни ЕЕ системи (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да стекнат знаења за научните достигнувања во управувањето на дистрибутивните ЕЕС, способност за нумеричка анализа. Решавање на сложени проблеми и примена на компјутерски програми за анализа на дистрибутивни системи. Содржина на предметната програма: Принципи на работа на ЕЕС. Математички модели на елементите на ДС. Текови на моќност (метод на сумирање на струи, комбиниран алгоритам, компензациона метода слабојамкасти мрежи, компензациона метода за уважување на PV јазли). Проценка на состојба. Анализа на загуби на активна моќност. Компензација на реактивна моќност. Реконфигурација на мрежите. Куси врски во среднонапонски мрежи. Избор и нагодување на релејна заштита. Анализа на доверливост. Дисперзирано производство во ДС.

Интелегентен менаџмент на дистрибутивни и микро мрежи (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да се стекнат со основни знаења за техничко - економските алгоритми за управување, контрола на паметни дистрибутивни електроенергетски мрежи и микро-мрежите. Содржина на предметната програма: Општа теорија на дистрибутивни и микро мрежи. Општа теорија на енергетска електроника (dc/dc конвертор, dc/ac конвертор). Дисперзирано производство (обновливи извори на ел. енергија со акцент на ветерни и фотоволтаични извори). Генератори за ветерни центри, Инвертори за фотоволтаични центри (математички модели). Алгоритми за енергетски менаџмент на паметни дистрибутивни мрежи. Управување, контрола и динамичко однесување на микро мрежи. Интеграција на обновливи извори во паметни дистрибутивни мрежи и микро-мрежи. Стабилност на микро мрежи. Интеграција на микро мрежи во дистрибутивни мрежи. Микро мрежи на пазар на електрична енергија.

Електрични автомобили и возила (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел е студентите да се запознаат со најновите достигнувања во конструкциите и автоматското управување на хибридните автомобили и електричните возила. Содржина на предметната програма: Вовед, Регулација на брзината на електричните возила, начини на управување. Хибридни автомобили, Трлејбуси, Трамваи, Метро, Кабински возила, Линеарни електромагнетни возила, Автономни електрични возила.

Магистерски труд (18 ЕКТС)

Листа на предмети

Семестар 1, Модул СМУ

Микропроцесори и микроконтролери (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да се стекнат со основни знаења за градбата на микропроцесорите и микроконтролите, нивно програмирање и поврзување со периферни влезно-излезни единици. Содржина на предметната програма: Организација на 8-битните микропроцесори. Локална и системска магистрала. Електрични карактеристики. Спрега со мемориите и периферните единици. Машински инструкции на 8-битните микропроцесори. Маскирани и немаскирани прекини, ДМА, Структура и инструкции за 8086. Микроконтролери.

Обработка на сигнали (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да се стекнат со основни знаења за математичките основи и методи за обработка на дискретните сигнали. Содржина на предметната програма: Дискретни сигнали и системи. Основни поими. Процес на дискретизација. Дигитална обработка на континуалните сигнали. Фуриерова трансформација на дискретните сигнали. Дискретна Фуриерова трансформација ДФТ, инверзна ДФТ. Особини и врски со другите трансформации. Брза Фуриерова трансформација, Z- трансформација и инверзна Z- трансформација, функција на дискретен пренос. Дигитални филтри. Реализација на дигитални филтри. Дигитални филтри со конечен и бесконечен одзив. Особини на функциите на дискретен пренос со линеарна фаза. Примена во анализа на виши хармоници (процена на квалитет на енергија).

Одбрани поглавја од линеарна алгебра (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): После успешното завршување на курсот, студентите ќе бидат способни за: разбирање на основните концепти на векторски простор над скаларно поле, проширени знаења за матрици (сопствени вредности и сопствени вектори на квадратна матрица, дијагонализација, факторизација), матрични репрезентации на вектори и векторска алгебра, Грам-Шмитова постапка на ортогонализација, линеарни трансформации, определување на ортогонални бази за векторски простори, работа со ортогонални матрици, основен концепт за графови и нивни типови, формулирање на проблеми во контекст на графови, претставување на графови и дијаграми со помош на матрици.

Електромагнетна компатибилност (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Стекнување на одредени сознанија во врска со можните извори на електромагнетни пречки кај електричните и електронските уреди, како и методи за нивно намалување и отстранување во пракса. Содржина на предметната програма: Вовед во електромагнетна компатибилност. Основни поими. Услови, препораки и стандарди за електромагнетна компатибилност. Извори на електромагнетни пречки. Неидеално однесување на компонентите (кондензатори,

индуктивни елементи, трансформатори, ферити, проводници, механички прекинувачи, полупроводнички прекинувачи). Пренос на енергија со зрачење и проведување. Елиминирање на електромагнетните пречки. Основни принципи на ЕМС прокетирање. Ефекти на електростатичко празнење. Дејствување на електромагнетните големини врз струјни кола, уреди, системи и живи организми. Заземјување и оклопување. ЕМС тестирање.

Изборни предмети (се избира еден предмет од листата) (6 ЕКТС)

Математичко моделирање на електрични машини и уреди

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел е студентите да се запознаат со најновите методи за математичко моделирање на електрични машини и уреди. Содржина на предметната програма: Математичко моделирање на електромагнетни уреди, трансформатори, асинхрони, синхрони и линеарни машини со методот на конечни елементи и конечни диференции со примена на програмски пакети.

Мултирезолуциска анализа и реконструкција на сигнали

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да се стекнат со основни знаења за мултирезолуциската анализа и реконструкција на сигналите. Содржина на предметната програма: Филтри, банки на филтри, совршена реконструкција. Анализа на сигнали во фреквенциски домен: Фуриеова трансформација, Фуриеова трансформација на краткотрајни сегменти од сигнали (STFT). Мултирезолуциска анализа: Вејвлет трансформација (WT), особини на WT, фамилии на вејвлети, континуирана WT, дискретна WT, реконструкција, 2Д WT, недецимирана WT. Врска на WT со банките на филтри: вејвлети од филтри, брза WT. Апликација на вејвлети: анализа на сигнали, нелинеарно филтрирање, компресија, отстранување шум.

Одбрани поглавја од електромагнетика

Цели на предметната програма (компетенции): Продлабочување на знаењата од електромагнетика и електромагнетни полиња. Содржина на предметната програма: Максвелови равенки во интегрален и во диференцијален облик. Поделба на проблемите во однос на временската зависност на електромагнетните полиња. Електромагнетни особини на средините. Равенка на континуитет. Гранични услови. Потенцијали во електромагнетно поле. Закон за одржување на енергијата. Точкести извори. Гринови функции. Електромагнетни бранови. Простирање по водови. Електромагнетно зрачење. Варијационен пристап. Сили и притисоци. Приближни и нумерички методи за решавање на проблеми во електромагнетна теорија.

Семестар 2

Два изборни предмети (еден од листа изборни предмети од Универзитетот и еден од листа на изборни предмети застапени на единицата), препорачани предмети се:

Електроенергетски стандарди (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да стекнат знаења за најновите електроенергетски европски стандарди кои се усвојуваат во Р. Македонија, CENELEC и сл. Содржина на предметната програма: Постојни и најнови електроенергетски стандарди (осветление (внатрешно и надворешно, спортски терени), инсталации, квалитет на електрична енергија, постројки и инсталации до 1 kV, постројки и инсталации над 1 kV.

Програмски алатки во ЕЕС (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел на овој предмет е студентите да се стекнат проширени знаења од користењето на современи програмски пакети во ЕЕС. Содржина на предметната програма: Користење на програмскиот пакет MATLAB/SIMULINK за програмирање и компјутерско моделирање на елементите на електроенергетски систем, симулација на работата и анализа на динамички режими на работата на ЕЕС.

Алгоритми за управување на дистрибутивни ЕЕ системи (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да стекнат знаења за научните достигнувања во управувањето на дистрибутивните ЕЕС, способност за нумеричка анализа. Решавање на сложени проблеми и примена на компјутерски програми за анализа на дистрибутивни системи. Содржина на предметната програма: Принципи на работа на ЕЕС. Математички модели на елементите на ДС. Текови на моќност (метод на сумирање на струи, комбиниран алгоритам, компензациона метода слабојамкасти мрежи, компензациона метода за уважување на PV јазли). Проценка на состојба. Анализа на загуби на активна моќност. Компензација на реактивна моќност. Реконфигурација на мрежите. Куси врски во среднонапонски мрежи. Избор и нагудување на релејна заштита. Анализа на доверливост. Дисперзирано производство во ДС.

Интелигентен менаџмент на дистрибутивни и микро мрежи (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Студентите да се стекнат со основни знаења за техничко - економските алгоритми за управување, контрола на паметни дистрибутивни електроенергетски мрежи и микро-мрежите. Содржина на предметната програма: Општа теорија на дистрибутивни и микро мрежи. Општа теорија на енергетска електроника (dc/dc конвертор, dc/ac конвертор). Дисперзирано производство (обновливи извори на ел. енергија со акцент на ветерни и фотоволтаични извори). Генератори за ветерни централи, Инвертори за фотоволтаични централи (математички модели). Алгоритми за енергетски

менаџмент на паметни дистрибутивни мрежи. Управување, контрола и динамичко однесување на микро мрежи. Интеграција на обновливи извори во паметни дистрибутивни мрежи и микро-мрежи. Стабилност на микро мрежи. Интеграција на микро мрежи во дистрибутивни мрежи. Микро мрежи на пазар на електрична енергија.

Електрични автомобили и возила (6 ЕКТС)

Цели на предметната програма (компетенции): Основна цел е студентите да се запознаат со најновите достигнувања во конструкциите и автоматското управување на хибридните автомобили и електричните возила. Содржина на предметната програма: Вовед, Регулација на брзината на електричните возила, начини на управување. Хибридни автомобили, Трлејбуси, Трамваи, Метро, Кабински возила, Линеарни електромагнетни возила, Автономни електрични возила.

Магистерски труд (18 ЕКТС)