

Развој студијских програма и предмета у оквиру пројекта ERASMUS+ ELEMEND (Electrical Energy Markets and Engineering Education)

Platon Sovilj¹, Đorđe Novaković¹, Sanja Mandić¹, Dragan Pejić¹, Zdravko Gotovac¹, Nemanja Gazivoda¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

platon@uns.ac.rs, djordjenovakovic@uns.ac.rs, sanja.mandic@uns.ac.rs, pejicdra@uns.ac.rs, zdravko.gotovac@uns.ac.rs, nemanjagazivoda@uns.ac.rs

Сажетак— У оквиру пројекта ERASMUS+ ELEMEND (Electrical Energy Markets and Engineering Education) развијени су одговарајући студијски програми и предмети. Ови студијски програми и предмети имају улогу да будући инжењери буду подучени у технологијама паметних мрежа и микро мрежа, у контексту тржишта електричне енергије. У овом раду је дат осврт на пројекат ЕЛЕМЕНД и на примере акредитованих студијских предмета у склопу пројекта ЕЛЕМЕНД.

Кључне ријечи—ERASMUS+; ЕЛЕМЕНД; образовање инжењера; акредитација;

I. Увод

Нове парадигме електричних мрежа и тржишта захтевају да особље запослено на пословима везаним за електричну енергију, као и крајњи корисници електричне енергије буду на одговарајући начин образовани и обучени. Наставни планови и програми из електротехнике у земљама Западног Балкана, раније су формирани у складу са традиционалним моделом једне велике електроенергетске мреже, која је у власништву једне компаније, па је препозната потреба да се ови планови и програми прилагоде новим условима [1].

Пројекат Erasmus+ KA2 ELEMEND (Development of master curricula for Electrical Energy Markets and Engineering Education) је осмишљен да омогући да наставни програми из електротехнике у земљама Западног Балкана буду конкурентни кроз подучавање и обуку у технологијама паметних мрежа и микро мрежа, у контексту тржишта електричне енергије. Развијени су курсеви на нивоу ОАС и МАС на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду, као и у пројектним партнерским установама Западног Балкана; академско и техничко особље је пролазило одговарајућу обуку и кориштени су нови алати из домена ИКТ (информационо-комуникационих технологија), као што су платформе за учење и гејмификовани садржаји заједно са комбинованим учењем [1].

Лабораторије у склопу пројекта ЕЛЕМЕНД су организоване тако да су доступне свим партнерима и као

такве представљају и базу за истраживачки рад, док се од дипломираних инжењера очекује да имају повећану стопу запошљивости и да имају водећу улогу у својој области [1].

Предмети развијени на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду, развијени су једним делом у сарадњи са пројектним партнерима, а једним делом на основу увида у потребе савремених тржишта. Такође, једним делом, предмети су развијени као нови предмети, а једним делом су развијени као измена постојећих предмета. На овај начин су обухваћени (и иновирани) студијски програми ОАС Мерење и регулација (eng. Measurement-Information Technologies and Control Engineering), ОАС Енергетика, електроника и телекомуникације (eng. Power, Electronics and Communication Engineering), МАС Мерење и регулација (eng. Measurement-Information Technologies and Control Engineering) и МАС Енергетика, електроника и телекомуникације (eng. Power, Electronics and Communication Engineering) [2].

II. ПРИМЕРИ АКРЕДИТОВАНИХ СТУДИЈСКИХ ПРЕДМЕТА У СКОПУ ПРОЈЕКТА ЕЛЕМЕНД

Кључне катедре Факултета техничких факултета у Новом Саду за имплементацију наведених студијских програма су Катедра за електрична мерења, Катедра за енергетску електронику и претвараче и Катедра за аутоматско управљање. Примери акредитованих студијских предмета су дати на сликама од 1 до 5.

Лабораторијске вежбе за предмете Катедре за електрична мерења се изводе у следећим лабораторијама: Лабораторија за метрологију, Лабораторија за електрична мерења, Лабораторија за електронска мерења, Лабораторија за мерно-информационе системе.

Лабораторија за метрологију има специфично усмерење ка лабораторијским инструментима и системима највеће тачности и прецизности, као и мерним методама најмање мерне несигурности. Имајући то у виду, ова лабораторија представља темељни ниво у метролошкој хијерхији наведених лабораторија.

Овај рад је подржан од стране Факултета техничких наука у Новом Саду, Центра за метрологију, у оквиру реализације пројекта под називом "Развој научно-стручних метода у области мерно-информационих технологија, научне и индустријске метрологије, и

Студијски програм:	Мерење и регулација
Назив предмета:	17.EIEEM1 Електрична и електронска мерења у индустрији
Наставник/наставници:	Пејић В. Драган, Ванредни професор Томић Ј. Јосиф, Ванредни професор
Статус предмета:	Изборни
Број ЕСПБ:	7
Услов:	Нема
Предмети предуслови:	Нема
Циљ предмета	
СТИЦАЊЕ ЗНАЊА ИЗ ОБЛАСТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ И ЕЛЕКТРОНСКИХ МЕРЕЊА, ПОСЕБНО У ИНДУСТРИЈСКОМ ОКРУЖЕЊУ.	
Исход предмета	
разумевање и добро познавање употребе, принципа рада и структуре електричних мерних инструмената; стицање искуства и обученост из области обраде резултата електричних мерења; способност претраживања релевантне литературе и других облика информација из области електричних мерења и способност презентације резултата истраживања.	
Садржај предмета	
Физичке величине и мерне јединице. Електрични мерни инструменти. Електромеханички мерни инструменти. Инструмент са кретним калемом. Проширивање мерног подручја инструмента са кретним калемом. Проширивање мерног опсега мерних инструмента. Електронски мерни инструменти. Мерење неелектричних величина електричним путем. Мерни системи. Мерни прибор. Counter-timer. Бројање. Мерење временских интервала. Мерење фреквенције и периоде. Мерење односа фреквенција. Мерење фазне разлике. Дигитално-аналогни конвертори. Генератори функција. Аналогно-дигитални конвертори. Дигитални мултиметри. Осцилоскопи. Временске базе. Вишеканални осцилоскопи. Дигитални осцилоскопи. Осцилоскопске сонде. Мерење параметара сигнала осцилоском. Мерни мостови. Једносмерни мерни мостови. Витстонов мост. Келвинов мост. Неуравнотежени Витстонов мост. Наизменични мерни мостови. Мерни мостови са више извора. Мерни компензатори. Једносмерни мерни компензатори. Мерење електричне струје, напона, отпорности, импедансе, снаге, капацитивности и индуктивности. Опште карактеристике мерних инструмената. Статичка карактеристика. Осетљивост. Линеарност. Резолуција. Мерни опсег/распон. Скала/сказаљка/дисплеј. Улазна/излазна импеданса. Тачност. Стабилност. Нормални/гранични/референтни услови. Ознаке. Динамичке карактеристике. Обрада резултата мерења. Грешке мерења. Грубе грешке. Систематске грешке. Случајне грешке. Мерна несигурност. Стандардна мерна несигурност. Комбинована мерна несигурност. Проширена мерна несигурност. Мерна информација. Квалитет мерне информације.	

Sl. 1. Параметри студијског предмета Електрична и електронска мерења у индустрији [2].

Студијски програм:	Мерење и регулација
Назив предмета:	17.E133 Електроенергетски претварачи
Наставник/наставници:	Думнић П. Борис, Ванредни професор Васић В. Веран, Редовни професор Орос В. Ђура, Ванредни професор
Статус предмета:	Обавезан
Број ЕСПБ:	7
Услов:	Нема
Предмети предуслови:	Нема
Циљ предмета	
СТИЦАЊЕ ОСНОВНИХ ЗНАЊА ИЗ ОБЛАСТИ ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧКОГ ПРЕТВАРАЊА ЕНЕРГИЈЕ, ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНА, УРЕЂАЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ И ЕЛЕКТРОМОТОРНИХ ПОГОНА.	
Исход предмета	
- разумевање основних принципа електромеханичког претварања енергије - разумевање основних особина и начина рада ротационих електричних машина - разумевање основних особина и начина рада статичких електричних машина-трансформатора - разумевање основних особина и начина рада уређаја енергетске електронике и њихове примене - разумевање основе електромоторних погона	
Садржај предмета	
Основни принципи електромеханичког претварања енергије. Енергетски биланс електричне машине. Типови ротационих електричних машина. Машина наизменичне струје. Теслино обртно поље. Синхроне машине. Асинхроне машине. Машина једносмерне струје. Статичке електричне машине-Трансформатори. Остале електричне машине. Уређаји енергетске електронике. Основе електромоторних погона.	

Sl. 2. Параметри студијског предмета Електроенергетски претварачи [2].

Студијски програм:	Мерење и регулација
Назив предмета:	17.EIDMS1 Микропроцесорски мерно-информациони системи 1
Наставник/наставници:	Совиљ М. Платон , Ванредни професор
Статус предмета:	Изборни
Број ЕСПБ:	7
Услов:	Нема
Предмети предуслови:	Нема
Циљ предмета	
СТИЦАЊЕ ЗНАЊА ИЗ ОБЛАСТИ МИКРОПРОЦЕСОРСКИХ МЕРНО-ИНФОРМАЦИОНИХ СИСТЕМА.	
Исход предмета	
разумевање примене и архитектуре микропроцесорских мерно-информационих система; способност рада у интердисциплинарним тимовима на разумевању и решавању проблема везаних за примену микропроцесорских мерно-информационих система; способност претраживања релевантне литературе и других облика информација из области микропроцесорских мерно-информационих система и способност презентације резултата истраживања; добро познавање и разумевање модула микропроцесорских мерно-информационих система;	
Садржај предмета	
Појам мерно-информационих система. Увод у аквизицију података. Архитектура микропроцесорских мерно-информационих система (претварачи аналогних сигнала, кондиционери аналогних сигнала, модули за А/Д и Д/А конверзију, микропроцесори, микроконтролери, DSP, програмабилни логички елементи,...). Рачунарски и ембедед мерно-аквизициони системи. Примена персоналних рачунара, микроконтролера и ембедед процесора. Врсте и архитектура микроконтролера и ембедед процесора. Стандардни хардверски интерфејси и протоколи у мерно-аквизиционим системима (серијски, паралелни, IEEE 488, USB, етхернет LAN, бежични). Plugin картице за аквизицију података. Обрада и анализа података у мерно-аквизиционим системима. Складиштење података и технике компресије. Преглед комерцијалних производа за аквизицију података. Развојни системи и алати. Увод у развој фирмвера и софтвера микропроцесорских мерно-аквизиционих система. Увод у виртуелну мерно-аквизициону инструментацију. Увод у дистрибуиране мерно-аквизиционе системе. Улога мерења и аквизиције у SCADA системима. Увод у веб базиране мерно-аквизиционе системе. Развој микропроцесорских мерно-аквизиционих система базираних на PIC фамилији микроконтролера.	

Sl. 3. Параметри студијског предмета Микропроцесорски мерно-информациони системи 1 [2].

Студијски програм:	Мерење и регулација
Назив предмета:	17.EEI310 Индустриски системи и протоколи
Наставник/наставници:	Марчетић П. Дарко , Редовни професор
Статус предмета:	Изборни
Број ЕСПБ:	6
Услов:	Нема
Предмети предуслови:	Нема
Циљ предмета	
УПОЗНАВАЊЕ СТУДЕНАТА СА ПРОГРАМАБИЛНИМ ЛОГИЧКИМ КОНТРОЛЕРИМА (ПЛЦ) И СА ЊИХОВОМ ОСНОВНОМ ПРИМЕНОМ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦИ. УПОЗНАВАЊЕ СТУДЕНАТА СА ОСНОВНИМ ПРИНЦИПИМА ЛОКАЛНОГ УПРАВЉАЊА СА ПЛЦ У ИНДУСТРИЈСКОМ ОКРУЖЕЊУ. УПОЗНАВАЊЕ СТУДЕНАТА СА ОСНОВНИМ ПРИНЦИПИМА ДИСТИБУИРАНОГ УПРАВЉАЊА СА ПЛЦ И МОДЕРНИМ ИНФОРМАЦИОНИМ ТЕХНОЛОГИЈА У ИНДУСТРИЈИ И ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦИ.	
Исход предмета	
1) Добро познавање рада елементарног микрорачунара и рада индустриских уређаја и система базираних на микрорачунарима, 2) одлично познавање најчешће коришћених индустриских комуникационих протокола, 3) као и упознавање са основним принципима повезивања уређаја на интернет.	

Sl. 4. Параметри студијског предмета Индустриски системи и протоколи [2].

Студијски програм:	Мерење и регулација
Назив предмета:	17.AU44 Пројектовање система аутоматског управљања
Наставник/наставници:	Кулић Ј. Филип, Редовни професор
Статус предмета:	Изборни
Број ЕСПБ:	4
Услов:	Нема
Предмети предуслови:	Нема
Циљ предмета	
Овладавање студента основним принципима пројектовања система аутоматског управљања и формирањем пројектне документације у складу са важећим прописима и законском регулативом и основама аутоматског управљања у области енергетике.	
Исход предмета	
Стечена знања могу се користити у решавању конкретних инжењерски проблема, а такође представљају основу даље праћење стручних предмета	
Садржај предмета	
Увод (дефинисање проблема; пројектни задатак; типови пројеката и њихов садржај: студија оправданости, идејни, генерални, главни, изводачки и пројекат изведеног стања; ревизија пројекта; прописи и препоруке за пројектовање). Стандарди (структура и садржај стандарда везаних за израду пројеката и пројектне документације у електротехници, машинству и процесној индустрији, , домаћи и значајнији међународни стандарди: SRPS, ANSI, ISA, ISO, IEEE, IEC, DIN, VDE...). Техничка документација (стандардни граfiчки симболи; ознаке; шеме; дијаграми; табеле). Савремени софтвер за израду техничке документације (E-plan, AUTOCAD, MS Project...). Надзор и извођење. Израда конкретног пројекта везаног за одредену проблематику (процесна индустрија; електро моторни погони; системи дистрибуције воде (топле/хладне), електричне енергије и гаса; транспортни систем...). Мере заштите на раду и техничке мере заштите од електричног удара у индустрији. Актуатори у индустрији, физичке особине и карактеристике окружења. Примена система аутоматског управљања у оквиру моторних погона у индустријским постројењима. Пројектовање савремених управљачких система у индустрији.	

Sl. 5. Параметри студијског предмета Пројектовање система аутоматског управљања [2]. Закључак

У оквиру пројекта ЕЛЕМЕНД, развијени су курсеви на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду у оквиру студијских програма ОАС Мерење и регулација (eng. Measurement-Information Technologies and Control Engineering), ОАС Енергетика, електроника и телекомуникације (eng. Power, Electronics and Communication Engineering), МАС Мерење и регулација (eng. Measurement-Information Technologies and Control Engineering) и МАС Енергетика, електроника и телекомуникације (eng. Power, Electronics and Communication Engineering). Ови курсеви имају улогу да будући инжењери буду подучени у технологијама паметних мрежа и микро мрежа, у контексту савремених тржишта електричне енергије.

LITERATURA

- [1] <https://elemend.ba/>
[2] <http://ftn.uns.ac.rs/1802705465/studijski-programi--akreditacija-2020->

ABSTRACT

Within the ERASMUS+ ELEMEND (Electrical Energy Markets and Engineering Education) project, appropriate study programs and courses were developed. These study programs and courses have the role of educating future engineers in smart grid and micro grid technologies, in the context of the electricity market. This paper provides an overview of the ELEMEND project and examples of accredited study courses within the ELEMEND project.

DEVELOPMENT OF STUDY PROGRAMS AND COURSES WITHIN THE PROJECT ERASMUS+ ELEMEND (ELECTRICAL ENERGY MARKETS AND ENGINEERING EDUCATION)

Platon Sovilj, Đorđe Novaković, Sanja Mandić, Dragan Pejić, Zdravko Gotovac, Nemanja Gazivoda