**Садржај курса**

**Пројектовање фотонапонских система**

* Соларни калкулатор

У фотонапонским (ФН) ћелијама соларна енергија се претвара у једносмерну електричну енергију. Интензитет генерисања електричне енергије зависи од амбијенталних услова, пре свега од површинске густине сунчевог зрачења које пада на површ панела. Соларни калкулатор служи за процену површинске густине сунчевог зрачења у сваком тренутку (током дана и током године) за специфицирану локацију (географска ширина, географска дужина и надморска висина) и оријентацију панела.

* Соларне ћелије (ФН модули)

Принцип генерисања једносмерне електричне енергије из енергије сунца. Врсте и карактеристике ФН ћелија. Монокристалне, поликристалне, аморфне ФН ћелије. Танкослојни ФН модули уграђени у фасадне делове објекта. Вишеслојни ФН модули. Хибридни ФН модули. Двострани (бифацијални) ФН модули.

* Прорачун енергије добијене из ФН система

Улазни подаци: ирадијанса на површи панела (може се добити соларним калкулатором), температура амбијента, брзина и смер ветра. Међурезултат у прорачуну је температура ПН споја соларне ћелије, која зависи и од претходно наведених амбијенталних услова, као и од носеће конструкције панела. Снага зависи од ирадијансе и температуре ПН споја, али и од напона на ФН ћелијама. Постоји оптимална вредност напона при којој се добија максимална снага (MPP - Maximum power point), при чему се ова вредност напона мења са променом амбијенталних услова.

* ФН системи

Повезивање ФН панела, као извора електричне енергије, и пријемника (уз евентуално присуство акумулаторске батерије) или електродистрибутивне мреже. Постоји и варијанта да се енергија складишти и као гравитациона.

* Пројектовање ФН система, са фокусом на ФН системе прикључене на електродистрибутивну мрежу

Провера упарености соларних панела и инвертора, димензионисање инсталације, укључујући расклопне елементе и заштитне елементе

• прекострујна заштита

• пренапонска заштита

• заштита од атмосферског пражњења

• заштите од инверзне струје

Заштитни елементи који нису предмет пројектовања, већ се уграђује као хардверска / софтверска заштита у ФН опрему:

• Премошћавање засенчених соларних модула (помоћу by-pass диода)

• Заштита од прегревања полупроводника енергетских претварача

• Детекција појаве лука у DC делу система (стрингови соларних панела)

* Електроенергетски претварачи

Врсте претварања енергије, концепти повезивања са соларним модулима. Анализа топологија претварача за прикључење на мрежу и критеријуми за избор оптималне топологије.

* Управљачке функције

• Одржавање тачке максималне снаге (MPP tracker) - управљањем DC/DC претварачем

• PLL (синхронизација са мрежним напоном и праћење фазе напона мреже)

• Управљање напоном на спрежном кондензатору

• Струјни регулатор, регулација активне и реактивне снаге (smart grid)

* Детекција испада мреже

• Спречавање престанка рада инвертора у случају пролазних кварова (када реагује уређај за аутоматско поновно укључење) - функција fault ride through

* Оптимизација система за аутономна напајања

Техно-економска анализа оптималног решења за хибридни систем напајања (комбинација соларних система са ветрогенератором, батеријама акумулатора и дизел-електричним агрегатом).

* Враћање инвестиције у ФН системе
* Системи за мониторинг ФН система

**Лабораторијске вежбе, које нису обавезне али носе 30 % у укупном броју поена:**

ЛВ1: Соларни калкулатор – приказ софтверског алата и поређење израчунатих и измерених вредности (ирадијансе и снаге на излазу из инвертора) са ФН система на крову зграде Енергопројекта

ЛВ2: „State-flow“ управљање соларним инвертором

(стања: а) искључено - нема сунчевог зрачења, б) синхронизација на мрежу (PLL), в) испорука енергије у мрежу, г) fault ride through, д) чекање на повратак мрежног напона, после чега следи стање б).

ЛВ3: Симулација регулације ФН система прикљученог на дистрибутивну мрежу (ФН панели, чопер са функцијом MPP tracker-а, спрежни кондензатор у једносмерном колу, инвертор, мрежа) - напон на спрежном кондензатору се одржава променом референце регулатора струје на мрежној страни инвертора

ЛВ4: Симулација и хардверска реализација регулатора мрежне струје

ЛВ5: Симулација и хардверска реализација детекције испада мреже

ЛВ6: Обилазак соларног система на крову зграде Института Михајло Пупин

**Препоручени базични уџбеници:**

G. M. Masters, "Renewable and efficient electric Power Systems", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004.

H. Häberlin, "Photovoltaics System Design and Practice", John Wiley / Sons Ltd, 2012.

**Полагање испита:**

Л -Поени са лабораторијских вежби (за присуство на свакој од вежби ЛВ1 – ЛВ6 се добија по 5 поена)

И - Поени са испита (максималан број поена у првом року = 110, у наредним роковима 100)

УП = Л / 10 + 0.7 \* И / 10

Оцена

10, за УП >= 9.1

9, за УП >= 8.1

8, за УП >= 7.1

7, за УП >= 6.1

6, за УП >= 5.1 и И >= 4.1