

**Назив предмета:** Електромагнетска компатибилност

**Шифра предмета:** ЗМКС2А02

**Тип предмета:** Изборни

**Број часова недељно:** предавања 2, вежбе 1

**ЕСПБ:** 4

**Семестар:** летњи

**Наставници на предмету / термини за консултације**

Проф. др Небојша Дончов / петак 10h-12h

Проф. др Зоран Станковић- / петак 12h-14h

**Сарадници на предмету / термини за консултације**

Др Југослав Јоковић / четвртак 10h-12h

**Циљ предмета:**

Упознавање са основним појмовима из области електромагнетске компатибилности (ЕМС), ЕМС проблемима који се јављају у пракси и техникама и поступцима за њихово решавање. Стицање основних знања о методама пројектовања кола и уређаја који обезбеђују испуњавање ЕМС стандарда.

**Исходи учења:**

Разумевање принципа и техника електромагнетске компатибилности. Оспособљавање за решавање ЕМС проблема електромагнетским симулацијама на рачунару и ЕМС мерењима. Способност пројектовања кола и уређаја који испуњавају ЕМС стандарде.

**Градиво:**

Увод у електромагнетску компатибилност. Електромагнетска суцептибилност. Интегритет сигнала. Извори електромагнетских сметњи. Начини преноса електромагнетских сметњи. Теорија оклапања. Теорија отвора. Преношење електромагнетских сметњи проводним путевима и зрачењем. Технике за контролу електромагнетских сметњи. Основни принципи ЕМС пројектовања. Преглед нумеричких симулационих техника за решавање ЕМС проблема на рачунару. ЕМС стандарди. Методе мерења и испитивања карактеристика ЕМС.

**План реализације предмета:**

Недеља	Тема
1	Увод. Електромагнетска компатибилност, суцептибилност и интегритет сигнала – основни појмови, дефиниције, фреквенцијски опсег од интереса. Електромагнетске величине којима се изражавају електромагнетске сметње. Примери проблема електромагнетске компатибилности из свакодневног окружења и значај решавања ЕМС проблема.

<b>2</b>	Извори електромагнетских сметњи. Природни извори сметњи и извори електромагнетских сметњи настали као резултат људске активности. Електростатичко пражњење.
<b>3</b>	Начини преноса електромагнетских сметњи. Преношење сметњи путем отвора. Преношење електромагнетских сметњи проводним путевима и зрачењем (кондукционе и радијационе сметње).
<b>4</b>	Величине за карактеризацију проблема електромагнетске компатибилности - електрична и магнетска ефикасност оклапања уређаја и трансфер импеданса изолационог материјала каблова. Примери прорачуна ове две величине за оклопљена кућишта и каблове једноставне геометрије.
<b>5</b>	Технике за контролу електромагнетских сметњи. Теорија оклапања. Заштита од проласка жичаних структура кроз зидове оклопа. Заштита од отвора и прореза у зидовима оклопа. Методи за пригушивање резонантних фреквенција оклопљених кућишта. Уземљење и филтрирање сигнала.
<b>6 и 7</b>	Основни принципи EMC пројектовања. Доступни нумерички методи у фреквенцијском (FEM, МоМ, ...) или временском домену (TLM, FDTD, ...) за решавање електромагнетских проблема. Преглед досупних софтверских пакета за решавање EMC проблема на рачунару (in-house 3D TLMscn солвер, WIPL-D, CST, HFSS, COMSOL, FEKO, MATLAB Antenna toolbox, ...)
<b>8 и 9</b>	Демонстрација рада (туторијали) у in-house солверу на бази TLM метода у циљу решавања EMC проблема на рачунару. Описивање електромагнетске структуре и дефинисање граничних услова и фреквенцијског опсега од интереса за анализу, дефинисање параметара побуде и одзива, дефинисање корака просторне и временске дискретизације. Приказивање и даља обрада резултата симулације.
<b>10 и 11</b>	Демонстрација рада (туторијали) у софтверском пакету WIPL-D на бази МоМ метода у циљу решавања EMC проблема на рачунару. Описивање електромагнетске структуре и дефинисање граничних услова и фреквенцијског опсега од интереса за анализу, дефинисање параметара побуде и одзива, дефинисање корака просторне и фреквенцијске дискретизације. Приказивање и даља обрада резултата симулације.
<b>12</b>	EMC стандарди (FCC, европска и национална регулатива). Дозвољени нивои проводних и зрачећих сметњи у фреквенцијском опсегу од EMC интереса. Генерички, основни и стандарди за производе. "CE" знак усаглашености уређаја. Границе људског излагања EM пољем ( <a href="http://emf.ratel.rs/lat/regulativa/">http://emf.ratel.rs/lat/regulativa/</a> ).
<b>13</b>	Методe мерења и испитивања карактеристика EMC. Емисиони тест и тест осетљивости или имуности. Тест окружења на отвореном. Екранизована просторија. Анехоична и полуанехоична соба. Пројектовање анехоичне собе.
<b>14</b>	I пројектни задатак
<b>15</b>	II пројектни задатак

## **Литература:**

- Скрипта предметног наставника у електронској форми и ppt презентације.
- Christos Christopoulos, Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility, 2nd edition, CRC Press, 2007.
- Clayton R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 2006.
- Антоније Ђорђевић, Драган Олћан, Испитивање електромагнетске компатибилности, Академска мисао, Београд, 2012.

## **Делови испита, начин формирања оцене:**

Испит се полаже полагањем два пројектна задатка и завршног испита. Активност на часовима наставе и вежби носи 5 поена.