

# Emuliranje inercije fotonaponskog sustava

---

**Adrić, Blaž**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:893784>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-17**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science  
and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

**EMULIRANJE INERCIJE FOTONAPONSKOG  
SUSTAVA**

**Diplomski rad**

**Blaž Adrić**

**Osijek, 2015.**

# Sadržaj

|        |                                                                                                                      |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | UVOD .....                                                                                                           | 1  |
| 2.     | FOTONAPONSKI SUSTAVI .....                                                                                           | 2  |
| 2.1.   | Vrste fotonaponskih sustava .....                                                                                    | 2  |
| 2.2.   | Varijabilni izvori energije.....                                                                                     | 3  |
| 2.3.   | Ekonomski aspekt obnovljivih izvora .....                                                                            | 4  |
| 3.     | REGULACIJA RADNE SNAGE I FREKVENCije .....                                                                           | 7  |
| 3.1.   | Stabilnost sustava uslijed velikog poremećaja u mreži .....                                                          | 7  |
| 3.1.1. | Inercijski odziv .....                                                                                               | 7  |
| 3.1.2. | Primarna, sekundarna i tercijarna regulacija .....                                                                   | 9  |
| 3.2.   | Emuliranje inercije .....                                                                                            | 13 |
| 3.3.   | Rad fotonaponskih sustava s rezervom snage .....                                                                     | 14 |
| 3.4.   | Kontrola tranzijentne (prijelazne) frekvencije.....                                                                  | 15 |
| 3.5.   | Utjecaj fotonaponskih sustava na tranzijentnu stabilnost.....                                                        | 18 |
| 3.6.   | Uzroci nestabilnosti .....                                                                                           | 19 |
| 3.7.   | Podfrekvencijsko rasterećenje .....                                                                                  | 20 |
| 4.     | RJEŠENJE ZADATKA DIPLOMSKOG RADA.....                                                                                | 22 |
| 4.1.   | Modeliranje regulatora radne snage FNS-a .....                                                                       | 22 |
| 5.     | PRIKAZ I OPIS REZULTATA .....                                                                                        | 27 |
| 5.1.   | Opis testne mreže.....                                                                                               | 27 |
| 5.2.   | Uvjeti simulacija.....                                                                                               | 31 |
| 5.2.1. | Početno stanje u mreži.....                                                                                          | 31 |
| 5.3.   | Rad fotonaponskog sustava s emuliranom inercijom .....                                                               | 33 |
| 5.3.1. | Utjecaj dostupne rezerve radne snage .....                                                                           | 33 |
| 5.3.2. | Upravljanje tokovima snaga u mreži primarnom regulacijom i inercijom sustava.....                                    | 34 |
| 5.3.3. | Redukcija radne snage fotonaponskog sustava .....                                                                    | 43 |
| 5.3.4. | Popravljanje frekvencijske karakteristike sustava promjenom režima rada regulatora snage fotonaponskog sustava ..... | 45 |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4. Utjecaj lokacije fotonaponskog sustava s emuliranom inercijom na prilike u mreži ..... | 48 |
| 5.4.1. Smanjivanje isporuke radne snage generatora g2 .....                                 | 54 |
| 5.4.2. Isključivanje generatora g2 na sjevernoj sabirnici .....                             | 56 |
| 5.4.3. Isključivanja generatora g2_76 na južnoj sabirnici .....                             | 60 |
| 6. ZAKLJUČAK .....                                                                          | 63 |
| LITERATURA .....                                                                            | 64 |
| SAŽETAK .....                                                                               | 67 |
| SUMMARY .....                                                                               | 67 |
| ŽIVOTOPIS .....                                                                             | 68 |
| PRILOZI .....                                                                               | 69 |

## SAŽETAK

Ključne riječi: emuliranje inercije, fotonaponski sustavi, frekvencijska stabilnost, regulacija snage i frekvencije, utjecaj fotonaponskih sustava na stabilnost mreže, rasterećeni rad fotonaponskih sustava, aktiviranje rezerve radne snage.

Tema je ovog diplomskog rada istražiti utjecaj emulirane inercije fotonaponskog sustava na frekvencijsku stabilnost mreže. Fotonaponski sustavi koji posjeduju umjetnu inerciju mogu regulirati svoju snagu u slučaju velikih poremećaja u mreži kako bi pridonijeli frekvencijskoj stabilnosti sustava. Kako bi se postigla umjetna inercija fotonaponskih sustava, potrebno je postaviti regulator snage na fotonaponski sustav koji će omogućiti fotonaponskom sustavu da reagira na neravnoteže snaga u elektroenergetskom sustavu. Testiranje rada fotonaponskog sustava s emuliranom inercijom radit će se na testnoj mreži IEEE-RTS, gdje će se promatrati utjecaj ukupne snage fotonaponskog sustava, dostupne količine rezerve radne snage, načini upravljanja radnom snagom te lokacije fotonaponskog sustava na frekvencijsku stabilnost sustava.

## SUMMARY

Keywords: emulating inertia, photovoltaic systems, frequency stability, controlling power and frequency, influence of photovoltaic systems on grid stability, deloaded power of photovoltaic systems, activation of power reserve.

The theme of this Master's thesis is to explore the influence of the emulated inertia in the photovoltaic system on the frequency stability of the grid. The photovoltaic systems which possess inertia have ability to regulate their active power in case of large disturbances in the network and therefore they help to restore frequency stability. The power controller which can react to power imbalances was installed in order to achieve the emulated inertia. The experimental work of the photovoltaic systems with emulated inertia was done on test network IEEE-RTS with regards to the total active power of the photovoltaic systems, the available power reserve, the active power control and the influence of location of the photovoltaic systems on the frequency stability.