

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet elektrotehnike, računarstva i
informacijskih tehnologija Osijek

03.15. 11:46:42

pregledni prikaz

Lajos Józsa Hrvoje Glavaš Ivica Petrović

Vođenje elektroenergetskoga sustava - zbirka zadataka

[MW]	Razmjena [MW]	Potrošnja [MW]	Frekvencija [Hz]
37	534	2221	49.967

[Mvar]	Razmjena [Mvar]	Potrošnja [Mvar]	Frekvencija [Hz]
66	-52	-208	49.967

[MW]	Razmjena [MW]	Potrošnja [MW]	Frekvencija [Hz]
37	534	2221	49.967

[Mvar]	Razmjena [Mvar]	Potrošnja [Mvar]	Frekvencija [Hz]
66	-52	-208	49.967

Osijek, 2018.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

Lajos Józsa, Hrvoje Glavaš, Ivica Petrović

Vođenje elektroenergetskoga sustava zbirka zadataka

Osijek, 2018.

Autori: prof. dr. sc. Lajos Józsa, doc. dr. sc. Hrvoje Glavaš, dr. sc. Ivica Petrović

Naslov: Vođenje elektroenergetskoga sustava - zbirka zadataka

Izdavač:

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek

Za izdavača:

prof. dr. sc. Drago Žagar

dekan Fakulteta elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek

Urednik:

doc. dr. sc. Hrvoje Glavaš

Recezeni:

prof. dr. sc. Marinko Stojkov

izv. prof. dr. sc. Tomislav Barić

Lektorica:

dr. sc. Dragana Božić Lenard

Naslovnica:

doc. dr. sc. Hrvoje Glavaš

Senat Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku 24. siječnja 2018. godine
dao je suglasnost za izdavanje ovog udžbenika pod brojem 2/18

Tisak: Grafika d.o.o. Osijek

Naklada: 100 primjeraka

**CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Gradske i
sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 140828038**

ISBN: 978-953-6032-95-2

PREDGOVOR

Vođenje pogona elektroenergetskoga sustava predstavlja zahtjevan zadatak simultanoga održavanja parametara sustava i optimiranja rada. Osnovni postupci regulacije mogu se podijeliti na primarnu, sekundarnu i tercijarnu. Za potpuno opisivanje tih procesa, potreban je opsežan model i matematički aparat. Ovoj složenoj problematici pristupili smo trima osnovnim elementarnim analizama rada elektrane na vlastitu mrežu, kooperacije višega stupnja i zadovoljenja potrebe sustava za snagom i energijom.

Analiza regulacija djelatne snage i napona elektrane pri radu na vlastitu mrežu neophodna je za stvaranje predodžbe ponašanja fizikalnih veličina elektroenergetskoga sustava. S ciljem objašnjenja međusobne ovisnosti opterećenja, uzbude i napona stezaljki sinkronoga generatora, koristeći šest zadataka, analiziran je utjecaj jalovoga opterećenja, djelatnoga opterećenja, promjene kuta opterećenja kao i promjene reaktancije sustava. Primarna i sekundarna regulacija turbina proučavaju se u jedanaest zadataka. Numeričkim primjerima analizirana je i konstruirana zajednička frekventna karakteristika sustava i potrošača skupa sa strminom, odnosno regulacijskom energijom te karakteristike. Provedena je analiza otočnoga pogona kao i preuzimanje opterećenja pojedinih agregata različitih karakteristika. Optimiranje pogona EES-a iziskuje analizu ekonomične raspodjele opterećenja među termoagregatima. Koristeći sedam karakterističnih izazova, utvrđuje se ekonomična raspodjela opterećenja, diferencijalni troškovi i ukupni troškovi pogona sustava.

Elektroenergetski sustavi udružuju se u kooperacije višega stupnja s ciljem stabilnosti rada i ispomoći koje sustav u cjelini može pružiti. Koristeći četiri numerička primjera, provedena je analiza tokova djelatne snage u kooperacijama višega stupnja u normalnome pogonu. Utvrđivanje snage razmjene i ispomoći, kao i ovisnosti frekvencije i snage, neophodni su za spoznaju rada sustava kao cjeline.

Osnovni je zadatak EES-a zadovoljenje potreba za dostatnom energijom i snagom u svakome trenutku. Koristeći osam analiza, odgovoreno je na karakteristična pitanja angažmana pojedinih elektrana u dnevnome dijagramu opterećenja. Pokrivanje zahtjeva za snagom i energijom u sustavu koji se sastoji od protočnih i akumulacijskih hidroelektrana te termoelektrana prikazan je združenom numeričkom i grafanalitičkom analizom.

Prikazanim numeričkim primjerima, čitatelju se pruža mogućnost razumijevanja fizikalnih osnova i ovisnosti u složenoj problematici funkcioniranja i vođenja elektroenergetskoga sustava kao cjeline.

U Osijeku studenog 2017.

Autori

Sadržaj

1. Regulacija djelatne snage i napona elektrane pri radu na vlastitu mrežu 1

1.1. Međusobna ovisnost opterećenja, uzbude i napona stezaljki sinkronoga generatora 1

Zadatak 1.	Utjecaj jalovoga opterećenja na karakteristične veličine generatora.	2
Zadatak 2.	Promjena kuta opterećenja generatora pri paralelnome radu elektrane s EES-om prilikom promjene mrežne reaktancije.	5
Zadatak 3.	Promjena kuta opterećenja generatora koji radi paralelno s EES-om prilikom povećanja djelatne snage	9
Zadatak 4.	Napajanje potrošačkoga područja kod promjene djelatnoga opterećenja pri konstantnome jalovome opterećenju.	11
Zadatak 5.	Promjena djelatne snage HE-a pri konstantnoj uzbudi i prijenosnoj reaktanciji.	14
Zadatak 6.	Paralelni rad elektrane na EES-u pri smanjenju ekvivalentne reaktancije pri konstantnoj snazi i pobudi.	19

1.2. Primarna i sekundarna regulacija turbina..... 21

Zadatak 7.	Određivanje karakteristike sustava i regulacijske strmine.	23
Zadatak 8.	Određivanje karakteristika sustava za primarni regulator koji napaja vlastitu potrošnju	25
Zadatak 9.	Analiza frekventne karakteristike agregata koji napaja vlastite potrošače.	29
Zadatak 10.	Otočni i paralelan pogon agregata sa statičkim i astatičkim regulatorom.	32
Zadatak 11.	Zamjena opterećenja između dvaju agregata u otočnome pogonu.	33
Zadatak 12.	Određivanje zajedničke karakteristike regulacije dvaju agregata koji su zadani nagibima.	37
Zadatak 13.	Određivanje karakteristike primarnih regulatora dvaju agregata koji su zadani nagibima.	39
Zadatak 14.	Određivanje analitičkoga oblika zajedničke karakteristike primarne regulacije za dva agregata.	43
Zadatak 15.	Optimalna raspodjela opterećenja na dvama generatorima uz primjenu sekundarne regulacije.	46
Zadatak 16.	Sinkroni rad generatora različitih frekvencija praznoga hoda.	48
Zadatak 17.	Izračun udarnoga opterećenja tereta na diesel agregat.	50
Zadatak 18.	Raspodjela opterećenja između agregata nakon provedbe sekundarne regulacije na jednome od agregata.	51

1.3. Ekonomična raspodjela opterećenja između termoagregata.....	52
Zadatak 19. Određivanje ekonomične raspodjele i diferencijalnih troškova prilikom raspodjele opterećenja između agregata.	55
Zadatak 20. Analiza troškova i raspodjela opterećenja između termoagregata. .	56
Zadatak 21. Određivanje raspodjele opterećenja iz funkcije diferencijalnih troškova.....	59
Zadatak 22. Određivanje raspodjele opterećenja iz funkcije troškova agregata..	61
Zadatak 23. Ekonomična raspodjela opterećenja u sustavu s trima agregatima.	63
Zadatak 24. Određivanje karakteristike diferencijalnih troškova grafoanalitičkim postupkom.	66
Zadatak 25. Određivanje ekonomične i jednolike raspodjele opterećenja između termoagregata.	69
 2. Tokovi djelatne snage u kooperacijama višega stupnja u normalnome pogonu	 73
Zadatak 26. Analiza tokova snaga pri kooperaciji višega stupnja.	75
Zadatak 27. Utvrđivanje snage razmjene i ispomoći pri kooperaciji višega stupnja.	79
Zadatak 28. Određivanje karakteristike frekvencija-snaga u slučaju povezanih sustava.....	82
Zadatak 29. Regulacije snage razmjene u slučaju spojenih sustava.	85
 3. Zadovoljenje potreba za energijom i snagom u EES-u	 89
Zadatak 30. Izračun dnevno potrošene energije, faktora opterećenja i vremena korištenja maksimalne snage.	92
Zadatak 31. Utvrđivanje angažmana elektrana uz iskorištenje pune snage bez obustavljanja pogona TE-a.....	93
Zadatak 32. Određivanje angažirane snage elektrana i potrebne energije za opskrbu poznatoga konzuma.	97
Zadatak 33. Određivanje angažmana termoelektrane i hidroelektrane uz uvjet iskorištenja pune snage i energije HE-a za konzum aproksimiran pravcem.	101
Zadatak 34. Određivanje angažirane snage elektrana uz uvjet iskorištenja pune snage i energije HE-a za konzum aproksimiran dvama pravcima ..	104
Zadatak 35. Određivanje angažirane snage elektrana uz uvjet da se termoelektrane ne obustavljaju za vrijeme malih opterećenja	107
Zadatak 36. Određivanje angažirane snage uz iskorištenje pune snage hidroelektrane za konzum aproksimiran trima pravcima.	109
Zadatak 37. Određivanje analitičkoga oblika krivulje dnevnoga trajanja opterećenja.....	112
Literatura:	116

ΔP
15 MW

$\int \Delta P$
-1,86

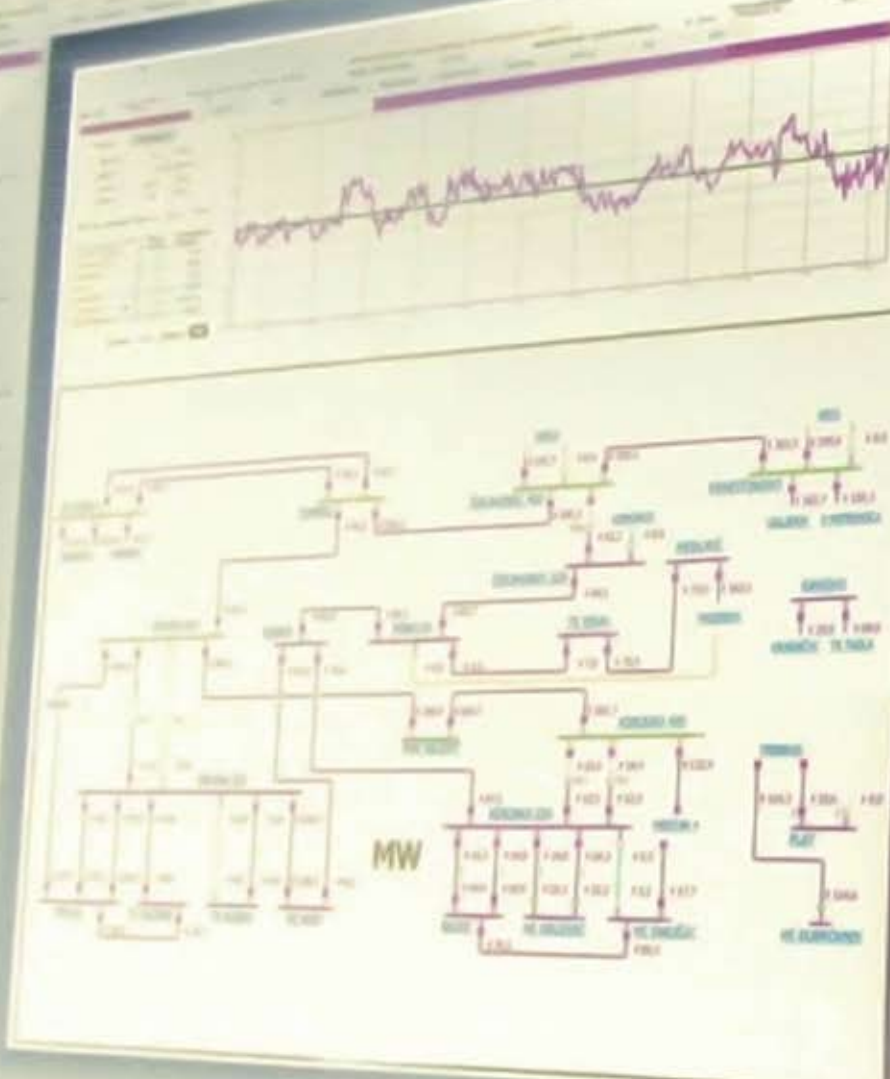
TEMPERATURE RANGE (°C)	
Min	Max
10	20
30	40
50	60
70	80
90	100
110	120
130	140
150	160
170	180
190	200
210	220
230	240
250	260
270	280
290	300
310	320
330	340
350	360
370	380
390	400
410	420
430	440
450	460
470	480
490	500
510	520
530	540
550	560
570	580
590	600
610	620
630	640
650	660
670	680
690	700
710	720
730	740
750	760
770	780
790	800
810	820
830	840
850	860
870	880
890	900
910	920
930	940
950	960
970	980
990	1000

ΔP
15 MW

P0
513 MW

$\int \Delta P$
-1,86 MWh

P
528 MW



9 789536 032952