

Joško Dvornik

SIMULACIJSKO MODELIRANJE BRODSKIH TURBINSKIH POGONA SINKRONIH GENERATORA

Doktorska disertacija *Simulacijsko modeliranje brodskih turbinskih pogona sinkronih generatora* izrađena je pod mentorstvom dr. sc. Enca Tirelia, red. prof. i dr. sc. Tibora Poganja, red. prof., a obranjena je 22. 05. 2006. godine pred Povjerenstvom u sastavu: dr. sc. Vladimir Medica, red. prof. – predsjednik Povjerenstva, dr. sc. Enco Tireli, red. prof. – mentor i član, dr. sc. Tibor Poganj, red. prof. – komentor i član i dr. sc. Vinko Tomas, doc. – član.

Pristupnik je u svojoj disertaciji prikazao učinkovitu primjenu sustav-dinamičke metodologije simulacijskog modeliranja pri istraživanju dinamike ponašanja nelinearnih tehničkih sustava s ciljem temeljitijeg istraživanja ponašanja za vrijeme prijelaznih pojava koje nastaju tijekom raznih eksploatacijskih opterećenja. Nakon postavljanja problema, svrhe i ciljeva istraživanja, autor je definirao metodologiju te je dao i pregled dosadašnjih relevantnih istraživanja.

Disertacija je napisana na 159 stranica standardne grafičke obrade teksta. Pojedine cjeline označene su dekadskim sustavom označavanja. Disertacija sadrži 80 slika i 3 tablice. U popisu literature navedeno je 70 bibliografskih jedinica koje su aktualne i primjerene tematici koja se obrađuje u doktorskoj disertaciji.

Rezultati znanstvenog istraživanja doktorske disertacije podijeljeni su u sedam dijelova:

1. UVOD
2. MATEMATIČKI MODELI BRODSKIH PLINSKIH I PARNIH TURBINA
3. MATEMATIČKI MODEL BRODSKOGA SINKRONOG GENERATORA
4. REGULACIJA BROJA OKRETAJA BRODSKIH TOPLINSKIH TURBINA
5. SUSTAV-DINAMIČKO-SIMULACIJSKO MODELIRANJE BRODSKIH TURBINSKIH POGONA SINKRONIH GENERATORA
6. ISTRAŽIVANJE DINAMIKE PONAŠANJA MODELA TURBINSKOG POGONA SINKRONOG GENERATORA S PRIMJENOM HEURISTIČKE OPTIMIZACIJE
7. ZAKLJUČAK
LITERATURA

POPIS SLIKA POPIS TABLICA

U prvom dijelu je postavljen problem, funkcija cilja i osnovne hipoteze, a također je dan osvrt na dosadašnja znanstvena istraživanja i metode znanstvenog istraživanja.

U drugom dijelu predstavljene su osnovne karakteristike brodskih plinskih i brodskih parnih turbina. Također su dani matematički modeli brodskih plinskih i parnih turbina, odnosno jednadžbe promjena stanja (skup nelinearnih običnih diferencijalnih jednadžbi). Prikazane su jednadžbe promjene broja okretaja i drugih parametara kod plinske turbine te dodatno, promjene akumulirane mase pare u prostoru parne turbine.

U trećem dijelu dan je matematički model broskog sinkronog generatora. Koristeći se već determiniranim modelom broskog sinkronog generatora (trofaznoga samouzbudnog broskog sinkronog generatora) predstavljen je eksplicitni oblik skupa diferencijalnih jednadžbi koje u potpunosti determiniraju dinamiku ponašanja sinkronoga generatora. Isti generator napaja brodsku elektroenergetsku mrežu, te će poslužiti kao dinamičko promjenjivo opterećenje brodskih plinskih i parnih turbina za različite slučajeve mogućih pogonskih stanja.

U četvrtom dijelu prikazane su teorijske karakteristike brodskih regulatora broja okretaja, počevši od najjednostavnijih do najsloženijih te su determinirani njihovi sustavi putem dinamičkih simulacijskih modela. Model univerzalnoga PID-a je implementiran u glavni model u obliku Macro funkcija što omogućuje njihov opis unutar programskog paketa te njihovo višestruko korištenje i aktiviranje.

U petom dijelu predstavljena je znanstvena metodologija sustavne dinamike zajedno s karakterističnim definicijama sustavne dinamike, koje se odnose na kvalitativno i kvantitativno simulacijsko modeliranje tehničkih, prirodnih i organizacijskih sustava. Također je predstavljena konkretna primjena sustav-dinamičke metodologije pri izradi kvalitativnih mentalno-verbalnih, strukturno-dijagramskih simulacijskih modela te kvantitativnih, tj. matematičkih i računalnih simulacijskih modela brodskih plinskih i parnih turbina te broskog sinkronog generatora. Determinirani su i dominantni krugovi povratnoga djelovanja (KPD), kojima protječu mnogobrojni materijalni i informacijski tokovi između relevantne "okoline" i promatranoga sustava. Na kraju su predstavljeni dijagrami toka informacija u DYNAMO simbolici, odnosno u POWERSIM programskom simulacijskom paketu za brodski plinsko-turbinski i parno-turbinski agregat sa sinkronim električnim generatorom.

U šestom dijelu predstavljeni su primjeri i rezultati sustav-dinamičkih numeričkih simulacija te optimiranje predloženih modela i provedena je tzv. "heuristička optimizacija", tj. optimirani su parametri regulatora broja okretaja brodskih plinskih i parnih turbina.

U posljednjem, sedmom dijelu, zaključku, istaknuti su najvažniji rezultati znanstveno utemeljenih istraživanja ovoga kompleksnog sustava.

Doktorska disertacija dr. sc. Joška Dvornika daje doprinos tehnologiji prometa i transporta u sljedećem:

1. U literaturi je poznat matematički model dinamike PTP-a u slučaju lineariziranog ponašanja postrojenja, što je linearna diferencijalna jednačina po relativnoj promjeni kutne brzine. Diskusijom te jednačine dobiven je zaključak: „*ako brzina pomaka osovine eksponencijalno ovisi o kutnoj brzini, tada je relativna promjena prirasta temperature plina u turbini opisana funkcijom oblika (7)*“, što je značajan doprinos i proširenje dosadašnjih publiciranih spoznaja u ovoj oblasti;
2. Došlo se do novih saznanja o dinamici ponašanja složenih brodskih turbogeneratorskih sustava, definirale su se sve relevantne uzročno-posljedične veze kao i relevantni krugovi povratnog djelovanja koji dominiraju unutar turbogeneratorskog sustava;
3. Izrada dinamičkog simulacijskog modela brodskih turbogeneratorskih sustava omogućava dijagnosticiranje, prognozu stanja i kvalitetnije donošenje odluka u svrhu sigurnog upravljanja radom brodske električne mreže kao cjeline;
4. U procesu edukacije današnjih i budućih visokoškolskih strojarskih i elektrotehničkih inženjera u području simulacijskog modeliranja složenih organizacijskih, prirodnih i tehničkih sustava;
5. Omogućava se studentima, tehničarima i inženjerima da “osjete” dinamiku ponašanja turbogeneratorskog sustava kao cjeline u svakom trenutku;
6. Omogućava projektantima novih brodskih pogonskih sustava i procesa da u fazi projektiranja, primjenom sustavno-dinamičke znanstvene metode simulacije modela na računalu, dobiju potrebne podatke te da ne čekaju na rezultate eksperimentalnih ispitivanja;
7. Stvaranju osnove za daljnja znanstvena istraživanja dinamike ponašanja brodskih pogonskih sustava kao cjeline te sustava vođenja broda s gledišta dugoročnog razvojnog projekta “inteligentnog” vođenja broda.

Razvijeni sustav-dinamički simulacijski modeli, u doktorskoj disertaciji, višestruko su podobni za:

1. znanstvena istraživanja dinamike ponašanja broskog plinskog i parnog turbogeneratorskog sustava u fazi dizajniranja, projektiranja, ispitivanja i eksploatacije,
2. edukativno trenažiranje studenata i diplomiranih inženjera (srodnih tehničkih profila),
3. ekspertnu primjenu simulacije analognih nelinearnih složenih dinamičkih sustava,
4. kompletiranje globalnog sustav-dinamičkog simulacijskog modela “*broda budućnosti*”- GSDSMBB-a.