

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Sveučilišni studij

Mjerna nesigurnost karakteristike nelinearne zavojnice

Diplomski rad

Ivan Biondić

Osijek, 2014.

Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Osijek, 2014.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Ime i prezime studenta:	Ivan Biondić
Studij, smjer:	Sveučilišni diplomski studij elektrotehnike, smjer Elektroenergetika
Mat. br. studenta, godina upisa:	D-596
Mentor:	Izv.prof.dr.sc.Kruno Miličević
Sumentor:	
Predsjednik Povjerenstva:	Izv.prof.dr.sc. D. Pelin
Član Povjerenstva:	
Naslov diplomskog rada:	Mjerna nesigurnost karakteristike nelinearne zavojnice
Primarna znanstvena grana rada:	Elektrostrojarstvo
Sekundarna znanstvena grana (ili polje) rada:	-
Zadatak diplomskog rada:	Odrediti parametre karakteristike nelinearne zavojnice na temelju mjerenja. Procijeniti utjecaj nesigurnosti izmjerenih veličina na karakteristike nelinearne zavojnice.
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 boda Razina samostalnosti: II. razina

Potpis sumentora:

Potpis mentora:

Dostaviti:

1. Studentska služba

U Osijeku, 2014. godine

Potpis predsjednika Odbora:

IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 2014.

Ime i prezime studenta:	Ivan Biondić
Studij :	Sveučilišni diplomski studij elektrotehnike, smjer Elektroenergetika
Mat. br. studenta, godina upisa:	D-596

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom:

Mjerna nesigurnost karakteristike nelinearne zavojnice

izrađen pod vodstvom mentora

Izv.prof.dr.sc.Krune Miličevića

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.

Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. TEORIJSKI UVOD U IZRAČUN MJERNE NESIGURNOSTI	1
1.1.1. Normalna (Gaussova) razdioba	1
1.1.2. Izračun mjerne nesigurnosti na temelju modela s jednim ulazom i jednim izlazom	4
1.1.3. Izračun mjerne nesigurnosti na temelju modela s više ulaza i jednim izlazom	6
1.1.4. Izračun mjerne nesigurnosti na temelju modela s više ulaza i više izlaza	7
2. MATEMATIČKI MODEL NELINEARNE ZAVOJNICE	10
2.1. OPIS MJERENJA	12
2.2. KARAKTERISTIKA OTPORA	13
2.2.1. Prvi odsječak karakteristike otpora	13
2.2.2. Drugi odsječak karakteristike otpora.....	14
2.2.3. Poopćenje izračuna karakteristike otpora.....	16
2.3. KARAKTERISTIKA INDUKTIVITETA	18
2.3.1. Prvi odsječak karakteristike induktiviteta	18
2.3.2. Drugi odsječak karakteristike induktiviteta.....	20
2.3.3. Poopćenje izračuna karakteristike induktiviteta.....	22
3. MJERNA NESIGURNOST KARAKTERISTIKA	25
3.1. Analitički izračun mjerne nesigurnosti karakteristike otpora i induktiviteta	25
3.1.1 Analitički izračun faktora utjecajnosti (osjetljivosti)	28
3.1.2 Numerički izračun faktora utjecajnosti (osjetljivosti)	29
3.2. Primjer izračuna mjerne nesigurnosti krivulje magnetiziranja transformatora	30
4. ZAKLJUČAK	36

Sažetak

Nelinearna zavojnica modelira se otporom i induktivitetom čije su karakteristike linearne po odsječcima. Parametri karakteristika se određuju na temelju mjerenja napona, struje i snage. Kako sva mjerenja posjeduje mjernu nesigurnost promatra se njihov utjecaj na parametre karakteristika otpora i induktiviteta. Procjena mjerne nesigurnosti parametara karakteristika temelji se na pretpostavkama da se mjerne pogreške izmjerenih veličina mogu opisati normalnom razdiobom i da se može primijeniti linearizirani matematički model. Na temelju provedene analize uočeno je kako dolazi do znatnog povećanja mjerne nesigurnosti karakteristika s porastom napona. Najveći doprinos mjernoj nesigurnosti karakteristika dolazi od mjerne nesigurnosti izmjerenog napona.

Ključne riječi: širenje pogrešaka, procjena mjerne nesigurnosti, modeliranje nelinearne zavojnice, područja pouzdanosti

Measurement uncertainty of the instantaneous characteristics of nonlinear coil

Abstract

Nonlinear coil model is defined by piecewise characteristics of resistance and inductance. The characteristics of coil are obtained by measurements: RMS coil voltage, RMS coil current and coil losses. Since every measurement has uncertainties, it is investigated how measurement uncertainties reflect on coil characteristics. Estimation of coil characteristics uncertainties is based on following assumptions: all measurement errors have normal distribution and linearized model is sufficiently accurate approximation of nonlinear coil model. Results show that uncertainty of coil characteristics is growing for higher amplitudes of voltage. Highest contribution to coil characteristics uncertainty has uncertainty of measured RMS voltage.

Key words: error propagation, uncertainty estimation, nonlinear coil model, confidence regions