

Универзитет "Св. Кирил и Методиј" - Скопје
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Институт за електрични машини, трансформатори и апарати



ИСТРАЖУВАЊЕ НА СТОХАСТИЧКИТЕ МЕТОДИ
И РАЗВОЈ НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ
ЗА ОПТИМАЛНО ПРОЕКТИРАЊЕ
НА ЕЛЕКТРИЧНИ МАШИНИ

научноистражувачки проект

Истражувачи

Проф. д-р Милан Чундев
Доц. д-р Гоја Цвешковски
Доц. д-р Влашко Стоилков
Доц. д-р Снежана Чундева
Асист. м-р Василија Шарац

Главен истражувач

Лидија Пејковска
Проф. д-р Лида Пејковска

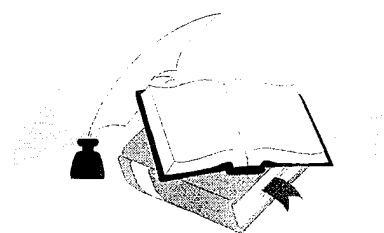
Декан

Владошмир Гламочанин
Проф. д-р Владошмир Гламочанин



Септември 2003

Скопје



Благодарносѝ

Авѝориѝе на научноисѝражувачкиоѝ проектѝ "Исѝражување на сѝохасѝичкиѝе мѝтоди и развој на ѝенеѝски алгоритѝам за оѝѝимално проектѝирање на елекѝтрични машини" искажуваат ѝолема благодарносѝ на Секѝороѝ за наука при Минисѝерсѝвоѝо за образование и наука на Република Македонија за финансискаѝа ѝодршка со која овој проектѝ можеше да се реализира усѝешно



СОДРЖИНА

1.	ПРЕДГОВОР	1
2.	ИСТРАЖУВАЊЕ НА МЕТОДИТЕ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈА	4
2.1.	ДЕТЕРМИНИСТИЧКИ МЕТОДИ	5
2.1.1.	<i>Методи за оптимизација без гранични услови</i>	6
2.1.1.1.	<i>Нјуџнов метод</i>	7
2.1.1.2.	<i>Методи за директно пребарување</i>	9
2.1.1.3.	<i>Градиентни методи</i>	12
2.1.2.	<i>Методи за оптимизација со гранични услови</i>	15
2.1.2.1.	<i>Пребарувачки методи со гранични услови</i>	16
2.1.2.2.	<i>Методи за оптимизација со казнена функција</i>	22
2.2.	СТОХАСТИЧКИ МЕТОДИ	25
2.2.1.	<i>Споредба на робустноста на генетските алгоритми и на традиционалните методи за оптимизација</i>	27
2.2.1.1.	<i>Градиентни методи</i>	27
2.2.1.2.	<i>Нумерички методи</i>	29
2.2.1.3.	<i>Методи на случајно пребарување</i>	30
2.2.1.4.	<i>Генетски алгоритми</i>	30
2.3.	ИЛУСТРАТИВЕН ВОВЕД ВО ГЕНЕТИКАТА	31
2.4.	ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ	36
2.5.	ИЛУСТРАТИВЕН ПРИКАЗ НА РАБОТАТА НА ГЕНЕТСКИТЕ АЛГОРИТМИ	46
2.6.	ОСВРТ КОН НЕКОИ ОД ОБЛАСТИТЕ ЗА ПРИМЕНА НА ГЕНЕТСКИТЕ АЛГОРИТМИ	57
2.6.1.	<i>Подемој на генетските алгоритми</i>	57
2.6.2.	<i>Разни области на примена на генетските алгоритми</i>	57
2.6.2.1.	<i>Беџли и неговиот адаптивен програм за видео игра</i>	57
2.6.2.2.	<i>Розенберг и симулацијата на биолошка клетка</i>	58
2.6.2.3.	<i>Кавичо и прејознавањето на облик</i>	59
2.6.2.4.	<i>Холстин и оптимирање на функција</i>	59
2.6.2.5.	<i>Де Јонг и оптимирање на функција</i>	60
2.6.2.6.	<i>Останати области на примена на генетски алгоритми</i>	61
3.	РАЗВОЈ НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ ЗА ОПТИМАЛНО ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ УРЕДИ И НЕГОВА ПРИМЕНА ЗА ОПТИМИЗАЦИЈА НА СИНХРОН ДИСКОВ МОТОР СО ПЕРМАНЕНТНИ МАГНЕТИ	64
3.1.	ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ КРЕИРАН ЗА ОПТИМАЛНО ПРОЕКТИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ УРЕДИ	65

3.2.	ОПТИМАЛНО ПРОЕКТИРАЊЕ НА СИНХРОН ДИСКОВ МОТОР СО ПЕРМАНЕНТНИ МАГНЕТИ-СДМПМ СО ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ	78
3.2.1.	<i>Опис на објектиот, дефинирање на математичкиот модел и на целната функција на СДМПМ</i>	78
3.2.1.1.	<i>Синхрон дисков мотор со перманентни магнетни-објекти на истражувањето</i>	78
3.2.1.2.	<i>Математички модел на синхрон дисков мотор со перманентни магнети</i>	81
3.2.2.	<i>Избор на бројните вредности на параметрите на генетскиот алгоритам</i>	92
3.3.3.	<i>Оптимально проектирање на СДМПМ и избор на оптимально решение</i>	98
3.3.	МКЕ АНАЛИЗА НА ОПТИМАЛНИТЕ МОДЕЛИ НА СИНХРОН ДИСКОВ МОТОР СО ПЕРМАНЕНТНИ МАГНЕТИ-СДМПМ	103
3.3.1.	<i>Моделирање на СДМПМ за пресметка на магнетното поле</i>	104
3.3.1.1.	<i>Моделирање на геометријата на СДМПМ</i>	104
3.3.1.2.	<i>Дефинирање на граничните услови</i>	106
3.3.1.3.	<i>Дефинирање на особините на магнетните материјали</i>	106
3.3.2.	<i>Магнетно поле во моделите на СДМПМ</i>	108
3.3.2.1.	<i>Процесот на СДМПМ</i>	109
	① Режим на празен од	109
	② Режим на номинално оптоварување	110
3.3.2.2.	<i>Оптимальен модел на СДМПМ</i>	111
	① Режим на празен од	111
	② Режим на номинално оптоварување	112
3.3.3.	<i>Електромагнетен момент на моделите на СДМПМ</i>	113
4.	ПРИМЕНА НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ ЗА ОПТИМАЛНО ПРОЕКТИРАЊЕ НА НИСКОНАПОНСКИ СКЛОПНИК - ННС	114
4.1.	СТОХАСТИЧКИ И ДЕТЕРМИНИСТИЧКИ АЛГОРИТМИ ЗА ОПТИМАЛНО ПРОЕКТИРАЊЕ	115
4.1.1.	<i>Генетски алгоритми</i>	116
4.1.2.	<i>Оптимально проектирање на нисконапонски склопник</i>	119
4.1.3.	<i>Примена на генетските алгоритми за оптимально проектирање</i>	120
4.1.3.1.	<i>Фази во примената на генетските алгоритми во оптимизирањето на нисконапонскиот склопник</i>	120
	① Припремна фаза	121
	② Работна фаза	122
	③ Контролна фаза	127
4.2.	РЕЗУЛТАТИ ОД ПРИМЕНАТА НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ ЗА ОПТИМИРАЊЕ НА НИСКОНАПОНСКИ СКЛОПНИК	129
4.2.1.	<i>Верификација на математичкиот модел</i>	129
4.2.2.	<i>Резултатите од примената на ГА во оптимизирањето на електромагнетниот систем на нисконапонскиот склопник</i>	130
4.2.3.	<i>Споредбена анализа на параметрите на реалниот и оптимизираноот модел на нисконапонскиот склопник</i>	133

5.	ГА ОПТИМИЗАЦИЈА НА ТРАНСФОРМАТОР ЗА ЕЛЕКТРООТПОРНО ТОЧКАСТО ЗАВАРУВАЊЕ - ТРЕОТЗ	134
5.1.	ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕНЕТСКИТЕ АЛГОРИТМИ	137
5.1.1.	<i>Биолошки основи на ГА</i>	138
5.1.2.	<i>Основни принципи на функционирање на ГА</i>	140
5.1.3.	<i>Генетски Алгоритам искористен за оптимизирање</i>	142
5.2.	ДЕФИНИРАЊЕ НА ЦЕЛТА НА ОПТИМИЗАЦИЈАТА	142
5.3.	ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ КРЕИРАН ЗА ОПТИМИЗАЦИЈА НА ПОЈДОВНИОТ ТРЕОТЗ	144
5.4.	ТЕК НА ГЕНЕРИРАЊЕ НА ОПТИМАЛНОТО РЕШЕНИЕ	146
5.4.1.	<i>Основни препорачавања</i>	146
5.4.2.	<i>Постапка на генерирање на оптималното решение за номинална позиција на ТРЕОТЗ</i>	147
5.4.2.1.	<i>Целна функција - интермедијација</i>	147
5.4.2.2.	<i>Целна функција - коефициент на полезно дејство</i>	150
5.4.3.	<i>Генерирање на оптимизираното решение за соседната 7 и останатите позиции</i>	157
5.5.	ПАРАМЕТРИ И ОСНОВНИ ГЕОМЕТРИСКИ ДИМЕНЗИИ НА ТР2	157
5.5.1.	<i>Основни параметри</i>	157
5.5.2.	<i>Основни геометриски димензии</i>	158
5.5.3.	<i>Основни електромагнетни параметри и карактеристики на ТР2</i>	161
5.6.	СПОРЕДБЕНА АНАЛИЗА НА ПОЈДОВНИОТ И ОПТИМИРАНИОТ ТРЕОТЗ	164
5.6.1.	<i>Геометриски димензии на појдовниот и оптимизирано ТРЕОТЗ</i>	164
5.6.2.	<i>Основни работни параметри на појдовниот и оптимизирано трансформатор</i>	165
5.6.3.	<i>Изведба на примарната намотка</i>	166
5.6.4.	<i>Графичка презентација на споредбените резултати</i>	166
5.7.	ПРИМЕНА НА СИМУЛАЦИОНИ И НУМЕРИЧКИ МЕТОДИ НА ОПТИМИРАНИОТ ТРЕОТЗ	168
5.7.1.	<i>SIMULINK модел на ТР2</i>	169
5.7.1.1.	<i>Параметри на SIMULINK моделот на ТР2</i>	169
5.7.1.2.	<i>Внесување на карактеристиката на магнетизирање</i>	169
5.7.1.3.	<i>SIMULINK резултати</i>	170
5.7.2.	<i>PSPICE симулација на ТР2</i>	171
5.7.3.	<i>Предни карактеристики на вклучување на ТР2</i>	173
5.7.4.	<i>МКЕ нумеричка пресметка на ТР2</i>	173
5.7.4.1.	<i>Резултати од МКЕ пресметката на ТР2</i>	174
5.7.5.	<i>Пресметка на стационарните токовни јави во ТР2</i>	180
5.8.	ОЦЕНКА НА ТР2 НИЗ ПРЕСМЕТАНИТЕ ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ	182
5.9.	РЕЗИМЕ НА ПОСТИГНАТИТЕ РЕЗУЛТАТИ	183

6.	МЕТОД НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ ПРИМЕНЕТ НА ОПТИМИЗАЦИЈА НА ЕДНОФАЗЕН АСИНХРОН МОТОР СО ЗАСЕЧЕНИ ПОЛОВИ - ЕАМЗП	185
6.1.	ОБЈЕКТ НА ОПТИМИЗАЦИЈА	186
6.2.	ПРОЦЕДУРА НА ГА ОПТИМИЗАЦИЈАТА	187
6.2.1.	<i>Дефинирање на целнаџа функција</i>	187
6.2.2.	<i>Дефинирање на променливите и нивните граници на варијации</i>	188
6.2.3.	<i>Мајематички модел на моторот применет во програмот за оптимизација со генетски алгоритам</i>	188
6.3.	ГЕНЕРИРАЊЕ НА ПОЈДОВНИОТ МОДЕЛ	191
6.3.1.	<i>Дефинирање на границиите на варијација на променливите</i>	191
6.3.2.	<i>Генерирање на излезниот сеј на параметри и нивно поврзување со програмската пресметка во FORTRAN</i>	192
6.4.	ГЕНЕРИРАЊЕ НА ОПТИМИЗИРАН МОТОР ВО ОДНОС НА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИОТ МОМЕНТ - МОДЕЛ 1	193
6.4.1.	<i>Прво дефинирање на границиите на варијација на параметриите - Модел 1</i>	193
6.4.2.	<i>Прво генерирање на излезниот сеј од програмот на генетски алгоритам - Модел 1</i>	194
6.4.3.	<i>Прва пресметка на излезните параметри и карактеристики со помош на FORTRAN - Модел 1</i>	194
6.4.4.	<i>Втора пресметка на параметриите и карактеристиките во FORTRAN со коригирана густина на стругања - Модел 1</i>	195
6.4.5.	<i>Второ дефинирање на границиите на варијација на параметриите во програмот на генетски алгоритам - Модел 1</i>	196
6.4.6.	<i>Второ генерирање на излезниот сеј на параметри на програмот на генетски алгоритам - Модел 1</i>	197
6.4.7.	<i>Трета пресметка на карактеристиките и параметриите во FORTRAN - Модел 1</i>	197
6.4.8.	<i>Четврта пресметка на карактеристиките и параметриите во FORTRAN со коригирана густина на стругања - Модел 1</i>	197
6.5.	ГЕНЕРИРАЊЕ НА ОПТИМИЗИРАН МОТОР ВО ОДНОС НА КОЕФИЦИЕНТОТ НА ПОЛЕЗНО ДЕЈСТВО - МОДЕЛ 2	199
6.5.1.	<i>Дефинирање на границиите на варијација на параметриите - Модел 2</i>	199
6.5.2.	<i>Прво генерирање на излезниот сеј од програмот на генетски алгоритам - Модел 2</i>	199
6.5.3.	<i>Прва пресметка на излезните параметри и карактеристики со помош на FORTRAN - Модел 2</i>	199
6.5.4.	<i>Втора пресметка во FORTRAN со коригирана густина на стругања - Модел 2</i>	201
6.5.5.	<i>Второ дефинирање на границиите на варијација на параметриите во програмот на генетски алгоритам - Модел 2</i>	201
6.5.6.	<i>Второ генерирање на излезниот сеј на параметри на програмот на генетски алгоритам - Модел 2</i>	202
6.5.7.	<i>Трета пресметка на карактеристиките и параметриите во FORTRAN - Модел 2</i>	202
6.5.8.	<i>Четврта пресметка на карактеристиките и параметриите во FORTRAN со коригирана густина на стругања - Модел 2</i>	203
6.6.	КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА	204

7.	ОПТИМИЗАЦИЈА НА ПРИГУШНИЦА СО ПРИМЕНА НА ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ - ГА	214
7.1.	ГА- ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈА НА ПРИГУШНИЦА	216
7.1.1.	<i>Математички модел и целна функција за оптимизација на пригушницата</i>	216
	<i>7.1.1.1. Целна функција на оптимизацијата</i>	217
	<i>7.1.1.2. Константни влезни параметри и димензии</i>	219
	<i>7.1.1.3. Зависно-променливи излезни параметри и димензии</i>	220
	<i>7.1.1.4. Независно-променливи влезни параметри и димензии</i>	223
7.1.2.	Имплементација на ГА за оптимизација на пригушницата	224
	<i>7.1.2.1. Дефинирање на оптимизационото проблем</i>	224
	<i>7.1.2.2. Бројни вредности на примарните генетски оператори</i>	224
	<i>7.1.2.3. Бројни вредности на секундарните генетски оператори</i>	225
7.1.3.	Генерирање на оптимизирано решение на пригушницата	225
	<i>7.1.3.1. Избор на оптимизирано решение</i>	226
	<i>7.1.3.2. Изведбени модели на пригушницата</i>	227
	<i>7.1.3.3. Анализа на селектираниите оптимизирани модели</i>	230
	<i>7.1.3.4. Дијаграми на параметриите на ГА оптимизацијата</i>	230
7.2.	ИЗБОР НА ОПТИМИЗИРАНИ МОДЕЛИ НА ПРИГУШНИЦА ТИП BS-125	233
7.3.	ВЕРИФИКАЦИЈА НА РЕЗУЛТАТИТЕ	235
	<i>7.3.1. Магнетно поле и неговата распределба</i>	235
	<i>7.3.1. Параметри и карактеристики</i>	235
8.	ЗАКЛУЧОК	240
	РЕФЕРЕНЦИ	244

