

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni diplomski studij**

**ODREĐIVANJE I DETEKCIJA VIŠIH HARMONIKA  
EVOLUCIJSKIM ALGORITMOM**

**Diplomski rad**

**Josip Vlahović Babić**

**Osijek, 2015. Godina**

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. UVOD U VIŠE HARMONIKE .....	2
2.1. Uzroci pojava viših harmonika .....	4
2.2. Zasićenja fizikalnog svojstva otpornosti .....	6
2.3. Zasićenja fizikalnog svojstva kapacitivnosti .....	7
2.4. Zasićenja fizikalnog svojstva induktivnosti .....	8
2.5. Uzroci i posljedice viših harmonika .....	9
2.6. Prikaz valnih oblika u frekvencijskoj domeni .....	10
3. PRIRODNA EVOLUCIJA .....	13
3.1. Kromosomi i molekula DNK .....	13
3.2. Vrste evolucionih algoritama .....	15
3.3. Funkcija dobrote .....	16
3.4. Selekcija .....	17
3.5. Križanje .....	18
3.6. Mutacija .....	19
3.7. Algoritmi zasnovani na evoluciji .....	20
4. OPIS ALATA ZA SIMULACIJU .....	21
4.1. Populacija .....	22
4.2. Skaliranje funkcije cilja .....	23
4.3. Selekcija .....	24
4.4. Reprodukcijska funkcija .....	25
4.5. Mutacija .....	25
4.6. Križanje .....	25
4.7. Migracija .....	26
4.8. Ostale postavke algoritma .....	27
4.9. Hibridna funkcija .....	27
5. RAZRADA I DEFINIRANJE OPTIMIZACIJSKOG PROBLEMA ZA ODREĐIVANJE I DETEKCIJU VIŠIH HARMONIKA .....	30
5.1. Kreiranje funkcije cilja u Matlab-u .....	32
5.2. Kreiranje m skripte za pokretanje GA .....	32
5.3. Primjer pisanja koda za pokretanje GA .....	33
5.4. Primjer pisanja koda za izračun funkcije cilja .....	35
6. OBAVLJANJE SIMULACIJE .....	36

6.1.	Testiranje rada genetskog algoritma .....	36
6.2.	Utjecaj promjene parametara na rad GA.....	41
6.3.	Zapis signala kao zbroj sinusa i kosinusa.....	43
6.4.	Određivanje frekvencije osnovnog harmonika pomoću GA .....	45
6.5.	Utjecaj šuma na rad genetskog algoritma .....	49
6.6.	Sposobnost GA kod detekcije harmonika .....	53
6.7.	Utjecaj promjene amplitude harmonika .....	55
6.8.	Utjecaj skokovite promijene amplituda harmonika.....	58
6.9.	Određivanje svih frekvencija harmonika u signalu .....	60
6.10.	Određivanje samo viših harmonika u signalu .....	62
6.11.	Utjecaj određivanja istih harmonika.....	65
6.12.	Određivanje viših harmonika (amplitude i faze).....	69
6.13.	Uzastopno ponavljanje GA radi dobivanja boljih rezultata .....	74
7.	ZAKLJUČAK.....	76
8.	LITERATURA .....	77

## **SAŽETAK**

Kako bi se što bolje uklonile ili ublažile posljedice viših harmonika u sinusoidalnom valnom obliku napona, na električnu opremu i uređaje potrebna je pravilna detekcija i određivanje viših harmonika. Jedan način, na kojem se ovaj rad zasniva, je korištenje genetskog algoritma. Kroz simulacije u programskom paketu Matlab, dobivaju se zadovoljavajući rezultati. Simulirani su utjecaji promjenjive ili konstantne istosmjerne komponente, opisiva ili skokovita promjena amplituda harmonika, utjecaj međuharmonika te šuma u signalu. Rastavljanje ukupnog problema na dva manja problema te pokretanje dva genetska algoritma, po jedan za svaki problem, se pokazalo puno uspješnije nego rješavanje cijelog problema jednim genetskim algoritmom. Najbolji rezultati za ovakav problem pokazali su parametri: turnirska selekcija, adaptivno izvediva mutacija te raspršeno križanje. Harmonijska analiza genetskim algoritmom se isplati koristiti kada se radi o kompliciranim signalima jer je genetski algoritam moguće prilagoditi raznim problemima.

### **Ključne riječi:**

Viši harmonici, genetski algoritam, evolucija, funkcija cilja, nelinearna opterećenja, ukupno harmonijsko izobličenje, operatori genetskog algoritma, frekvencijski spektar, jedinka, broj generacija, dobrota jedinice, strujno-naponska izobličenja, nesinusoidalni oblici, Matlab-ov optimizacijski alat,...

## **SUMMARAY**

In order to eliminate or mitigate the consequences of higher harmonics on the electrical equipment and appliances it is important to conduct proper detection and determination of the higher harmonics in the sinusoidal wave form. This work is based on one particular way of doing this, using genetic algorithm. Satisfactory results were obtained through simulation in Matlab software package. The effects of a variable or a constant DC component, mathematically describable or step changes of the amplitude of harmonics, inter-harmonics and the impact of noise in the signal were simulated. Dismantling of the overall problem into two smaller problems, and running two genetic algorithms, one for each problem, turned out a lot more successful than solving the whole problem with one genetic algorithm. The best results for this kind of problems were obtained using the following parameters: tournament selection, adaptive feasible mutation and scattered crossover. It is worthwhile using genetic algorithm when dealing with complicated signals because the genetic algorithm can be adopted to suit various problems.

### **Key words:**

Higher harmonics, genetic algorithm, evolution, fitness function, non-linear loads, total harmonic distortion, genetic algorithm operators, frequency spectre, individual, number of generations, score of the individual, current and voltage distortions, non-sinusoidal shapes, Matlab optimisation toolbox,...