

# Karakteristike odabranih energetskih pretvarača prikazanih s pomoću didaktičko-multimedijalne opreme

---

**Brandis, Andrej**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:608218>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



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

**Sveučilišni studij**

**KARAKTERISTIKE ODABRANIH ENERGETSKIH  
PRETVARAČA PRIKAZANIH S POMOĆU  
DIDAKTIČKO-MULTIMEDIJALNE OPREME**

**Diplomski rad**

**Andrej Brandis**

**Osijek, 2015.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. DIDAKTIČKO-MULTIMEDIJALNA OPREMA UNITRAIN-I</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Sučelje s pripadajućim eksperimentatorima</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2. Set eksperimentalnih kartica</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3. Računalni program LabSoft</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ISTOSMJERNI PRETVARAČI</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1. Jednokvadrantni silazni istosmjerni pretvarači</b> .....	<b>7</b>
3.1.1. Vježba 1: Radno opterećenje.....	11
3.1.2. Vježba 2: Radno-induktivno opterećenje.....	16
3.1.3. Vježba 3: Utjecaj frekvencije sklapanja na valne oblike struje i napona.....	20
3.1.4. Vježba 4: Utjecaj vremenske konstante $\tau$ na valne oblike struje i napona.....	23
3.1.5. Načini upravljanja naponom trošila.....	28
3.1.6. Vježba 5: Upravljačka karakteristika.....	30
3.1.7. Vježba 6: Utjecaj frekvencije sklapanja na valovitost struje.....	32
<b>3.2. Četverokvadrantni istosmjerni pretvarači</b> .....	<b>37</b>
3.2.1. Vježba 1: Radno-induktivno opterećenje.....	42
3.2.2. Vježba 2: Upravljačka karakteristika.....	45
3.2.3. Vježba 3: Istosmjerne i izmjenične komponente struje i napona.....	47
3.2.4. Vježba 4: Faktor oblika.....	51
3.2.6. Vježba 6: Energetska bilanca (radno-induktivno opterećenje).....	56
<b>4. IZMJENJIVAČI</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1. Jednofazni naponski izmjenjivači</b> .....	<b>59</b>
4.1.1. Neupravljivi naponski izmjenjivač.....	60
4.1.2. Pulsno-širinska modulacija.....	65
4.1.3. Bipolarna sinusna pulsno-širinska modulacija.....	68
<b>4.2. Trofazni naponski izmjenjivači</b> .....	<b>75</b>
4.2.1. Vježba 1: Pravokutna modulacija.....	79
4.2.2. Vježba 2: Sinusna pulsno-širinska modulacija.....	81
4.2.3. Vježba 4: Trapezna modulacija.....	85
4.2.4. Modulacija prostornog vektora.....	88
4.2.5. Vježba 5: Analiza baznih vektora.....	93
4.2.6. Vježba 6: Upravljanje modulacijom prostornog vektora napona.....	98
4.2.7. Vježba 7: Analiza valnih oblika izlaznih napona.....	100

<b>5. ANALIZA FREKVENCIJSKOG SPEKTRA .....</b>	<b>106</b>
<b>5.1. Vježba 1: Frekvencijski spektar izlazne struje.....</b>	<b>106</b>
<b>5.2. Vježba 2: Usporedba raznih vrsta modulacija trofaznog izmjenjivača .....</b>	<b>110</b>
<b>5.3. Vježba 3: Određivanje modulacijskog indeksa <math>m_a</math> .....</b>	<b>117</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>121</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>122</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>123</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>124</b>
<b>ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>125</b>

## SAŽETAK

U ovom diplomskom radu obrađena je tema karakteristike energetskih pretvarača prikazanih pomoću didaktičko-multimedijalne opreme. *UniTrain-I* dio je asortimana proizvođača *Lucas Nuelle* predviđen za usavršavanje i usvajanje novih znanja iz područja elektrotehnike. Tečaj iz energetskih pretvarača sadrži teme: jednokvadrantni istosmjerni pretvarači napona, četverokvadrantni istosmjerni pretvarači napona, jednofazni izmjenjivači, trofazni izmjenjivači te spektralna analiza. Vježbe su odrađene kroz teorijska i praktična razmatranja. U radu su navedena i najčešća područja primjene obrađenih energetskih pretvarača. Također, dane su i usporedbe istih energetskih pretvarača s drugim režimima rada te su navedene prednosti i nedostaci za svaki energetski pretvarač u određenom režimu rada. Rezultati mjerenja su valni oblici napona i struje trošila, a kod trofaznog izmjenjivača obrađena je i spektralna analiza. Iza svake vježbe dani su najvažniji zaključci rezultata mjerenja. Također, kroz vježbe su objašnjena određena podešavanja energetskog pretvarača preko računalnog programa *LabSoft*, te su dane kratke upute korištenja mjerne opreme i računalnog programa.

**Ključne riječi:** Jednokvadrantni istosmjerni pretvarač napona, četverokvadrantni istosmjerni pretvarač napona, jednofazni izmjenjivač, trofazni izmjenjivač, FFT analiza, PWM modulacija, okretno magnetsko polje, *LabSoft*, *UniTrain-I*, *Lucas Nuelle*.

## ABSTRACT

This thesis deals with the characteristics of power converters represented by didactic and multimedia equipment. *UniTrain-I* is part of a range of manufacturer *Lucas Nuelle* and it is designed for training and acquiring new knowledge in the field of electrical engineering. The course include topics: Single quadrant DC choppers, four quadrant DC choppers, AC converters, three-phase power inverters and FFT analysis. The exercises were carried out through theoretical and practical considerations. The thesis listed the most common areas of application of power converters. Also, the comparisons of power converters with other modes are given, as well as the advantages and disadvantages of each power converter in a particular mode. The measurement results are voltage and current waveforms of load as well as FFT analysis. After each course, the most important conclusions of the measurement results are given. Also, there are explanations how to adjust power converter through the PC software. The brief instructions how to use measuring equipment and software were also given.

**Keywords:** single quadrant DC choppers, four quadrant DC choppers, AC converters, three-phase power inverters, FFT analysis, PWM modulation, rotating magnetic field, LabSoft, UniTrain-I, Lucas Nuelle.