

Практична реализација и моделовање енергетског дијела станице за микропроцесорско управљање електромоторним погонима

Горан Вуковић

Одсјек за електроенергетику
Електротехнички факултет Источно Сарајево
Источно Сарајево, РС, БиХ
goranvukovic@etf.unssa.rs.ba

Садржај— У раду је приказана практична реализација енергетског дијела лабораторијске станице за микропроцесорско управљање електромоторним погонима. Описан је тип мотора, оптерећење, исправљач, једносмјерно међуколо, инвертор, енкодер и коло меки старт.

Кључне ријечи— асинхрони мотор; оптерећење; енкодер; исправљач; једносмјерно међуколо; инвертор;

I. УВОД

У овом раду извршен је опис практичне реализације енергетског дијела лабораторијске станице за микропроцесорско управљање електромоторним погонима. У области електромоторних погона постоји низ развојних ријешења али су веома скупа и ниску флексибилна тј. није могућ приступ одређеним дијеловима хардвера а такође у случају кvara тешко је замијенити компоненту. Због тога је направљена самостално лабораторијска станица за микропроцесорско управљање електромоторним погонима у Лабораторији за електромоторне погоне Електротехничког факултета Источно Сарајево. Основни захтјеви који су постављени за пројектовање лабораторијске станице су : поузданост, флексибилност тј. лако доступни дијелови хардвера, затим коришћење компонената које се користе у масовној производњи за сличне уређаје. Енергетски дио станице обухвата : асинхрони мотор, оптерећење, инкрементални оптички енкодер, исправљач, коло меки старт, једносмјерно међуколо, трофазни инвертор и даваче струје. Реализација лабораторијске станице самосталним развојем у лабораторији омогућено је да се може корисити за развој и истраживање свих типова електромоторних погона са асинхроним и синхроним мотором са сталним магнетима, а према техничкој спецификацији и реализацији то је и омогућено. У раду су описани горе наведени енергетски дијелови станице и дата

два експериментална резултата снимљена на енергетском дијелу лабораторијске станице.

II. ЕЛЕМЕНАТИ ЕНЕРГЕТСКОГ ДИЈЕЛА СТАНИЦЕ

У овом одељку ће бити описани елементи енергетског дијела лабораторијске станице. На Сл. 1 приказана је блок шема енергетског дијела блок станице.

A. Електрични мотор

Коришћени мотор је за наизмјеничну струју . Може да буде асинхрони или синхрони мотор са сталним магнетима. Максималан снага мотора може да буде 3(kW). У зависности од напона једносмјерног међукола може да буде повезан у звијезду или троугао. Повезивање у звијезду одговара напону једносмјерног међукола од $V_{dc}=564$ (V) а повезивање у троугао напону од $V_{dc}=311$ (V). Напајање мотора је импулсно али то не смета мотору јер импулси садрже приближно исту количину енергије као аналогни сигнал[1].

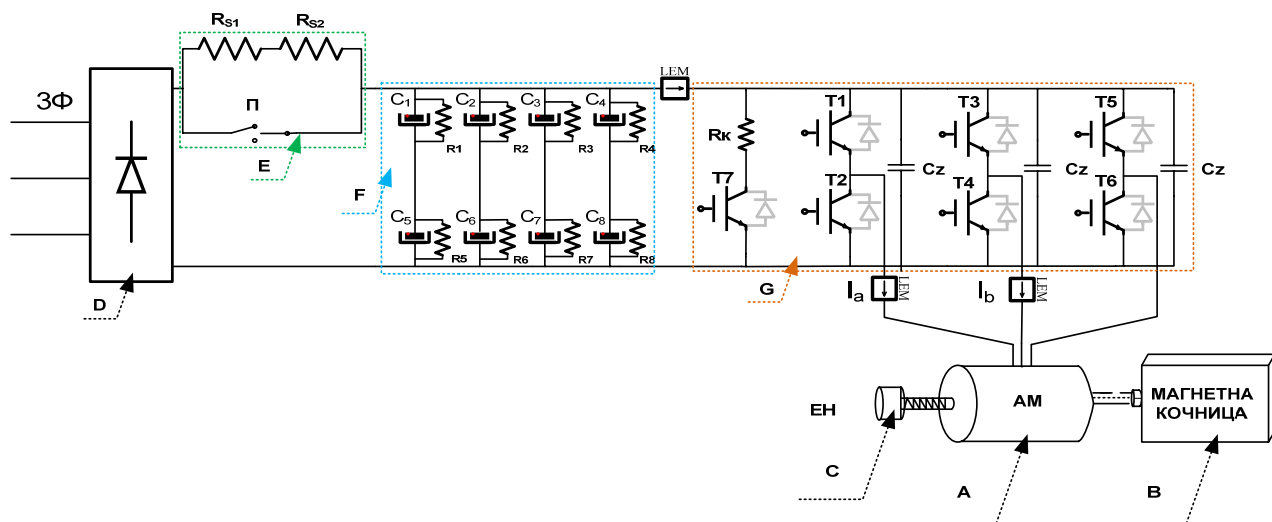
B. Оптерећење

Оптерећење је реализовано у виду магнетне кочнице произвођача WUEKRO Њемачка.

Следећих карактеристика:

- Максимални момент оптерећења 5Nm
- Максимална брзина обртања 3000 ob/min
- Максимална снага 300W

Момент оптерећења задаје се потенциометром, а брзина и задати момент оптерећења читају се са два аналогна дисплеја. Оптерећење и мотор су повезани преко канцасте спојнице.



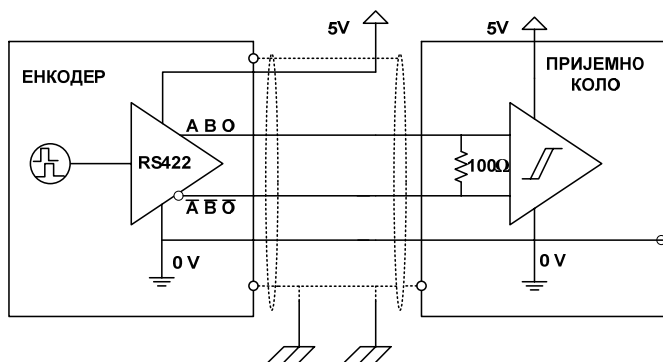
Слика 1 Блок шема енергетског дијела станице за микропроцесорско управљање електромоторним погонима

С. Енкодер

Енкодер коришћен у лабораторијској станици је оптички инкрементални енкодер произвођача Шнајдер Електрик (Schneider Electric). Основни подаци о енкодеру [3]:

- Резолуција 1024 тачке
- Напон напајања 5(V)
- Излаз енкодера 5(V) и RS422 компатибилан
- Максимална фреквенција 100 (kHz)
- Максимални напон галванске изолације 1 (kV)

На Сл. 2 приказана је шема спајања излаза енкодера са пријемним колом.



Слика 2. Шема спајања енкодера са пријемним колом

Д. Исправљач

За добијање једносмјерног напона коришћен је трофазни диодни исправљач ознаке В6U. Реализован је у виду једног модула произвођача АЕГ (AEG).

Е. Меки старт

Између исправљача и једносмјерног међукола налази се коло меки старт. Ово коло служи за ограничење струје пуњења кондензатора при укључењу. Наиме, када би директно без овог кола пунили кондензаторе појавиле би се велике струје пуњења, пошто је унутрашња отпорност кондензатора мала. Проблем пуњења кондензатора ријешавамо тако што убацимо отпорник снаге. Конкретно у нашем случају одабрали смо два отпорника снаге ознаке WH50 отпорности по 50 (Ω) тако да имамо укупни отпорник снаге[2].

$$R_S = 100\Omega \quad (1)$$

Струја пуњења кондензатора је :

$$I_{MAX} = \frac{V_{DC}}{R_S} = \frac{564}{100} = 5.64(A) \quad (2)$$

Снага која се изгуби на отпорницима је дата сл. изразом :

$$P_{gub} = I^2 \cdot R_S = 31.8 \cdot 100 = 3180(W) \quad (3)$$

Ово је много већа снага од снаге отпорника али траје мало времена и отпорник може да је поднесе. Ово вријеме се рачуна по сл. формули :

$$\tau = R_s \cdot C = 100(\Omega) \cdot 0.94(\text{mF}) = 0.094(\text{s}) \quad (4)$$

Минимално вријеме које треба да протекне да би могли да укључимо прекидач П и тиме кратко спојимо једносмјерно међуколо са исправљачем износи 5 τ .

F. Једносмјерно међуколо

Једносмјерно међуколо представља коло за складиштење енергије. У нашем случају изведено је са 8 електроличких кондензатора. Кондезатори имају сл. податке : капацитивност $C=470$ (μF) и напон 450 (V). Везани су серијски по два. Овако серијски везани по два кондезатора, да би се повећао укупни капацитет једносмјерног међукола, везују су паралелно тако да се добије укупни капацитет од $C=940$ (μF).

Прорачун потребног капацитета једносмјерног међукола може да се приближно одреди помућу сл израза[2] :

$$C \geq \frac{I_{DC}}{2 \cdot f \cdot \Delta V} \quad (5)$$

Гдје је :

- I_{DC} струја једносмјерног међукола
- f фреквенција мреже
- ΔV дозвољена таласалост напона

За усвојену струју једносмјерног међукола $I_{DC}=5$ (A) и таласалост напона $\Delta V=10\%$ добије се следећа вриједност капацитета једносмјерног међукола:

$$C \geq \frac{I_{DC}}{2 \cdot f \cdot \Delta V} = 886(\mu\text{F}) \quad (6)$$

Да би се обезбједила одговарајућа динамика и резерва у напону, напон једносмјерног међукола треба да је доста виши у односу на максималну вријеност напона која се добије исправљањем напона градске мреже.

За вријеме животног доба кондезатори губе капацитивност па се и о томе мора водити рачуна приликом прорачуна. Да би се омогућило равномјерна расподјела напона на оба кондезатора, добро је паралелно кондезаторима додати отпорнике. Бирају се тако да кроз њих протиче веома мала струја тзв. струја цурења. Произвођач компоненти ЕПКОС (EPCOS) препоручује сл. израз за прорачун отпорника[4].

$$R_D \geq \frac{50 \cdot 10^6}{C(\mu\text{F})} \geq 92.5(\text{k}\Omega) \quad (7)$$

Ми смо одабрали отпорнике од :

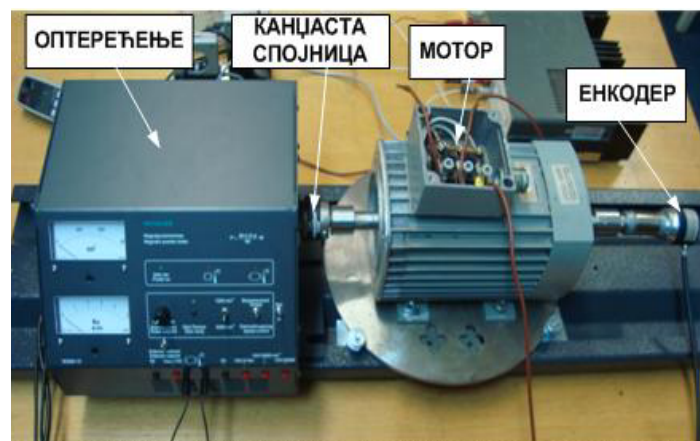
$$R_D = 270(\text{k}\Omega)$$

Штампана плоча на којој су полемљени кондезатори направљена је у виду двослојне штампе . Горња страна штампане плоче је минус а доња плус. На овај начин сама штампана плоча представља кондезатор па се и на тај начин могу да смање пикови напона који настају због постојања расипних индуктивности.

G. Напонски струјно регулисани инвертор

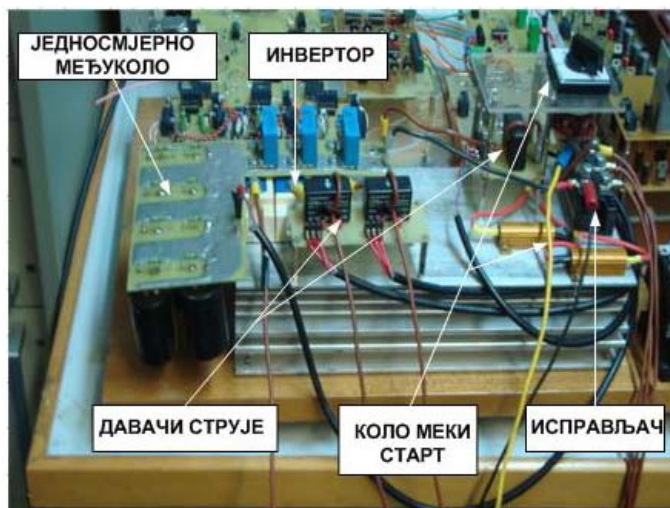
Састављање трофазног напонског инвертора поједностављено је коришћењем IGBT модула који у себи обједињују цијелу грану моста. IGBT модули су произвођача SEMIKRON и носе ознаку SKM75GB123D. Број 75 у ознаци модула означава максималну струју коју модул може да поднесе у амперима уз предвиђено хлађење. Број 12 означава максимални напон колектор емитер који износи 1200V [5]. Струјни капацитет коришћених модула је значајно предимензионисан јер је погон у лабораторији реализован за снаге до 3 (kW). Као пренапонска заштита од пикова напона који могу да се појаве на транзисторима коришћени су кондезатори произвођача ЕПКОС (EPCOS). Параметри ових кондезатора су : $C=0.47$ (μF) и $V=1000$ (V).

На Сл. 3 и Сл. 4 приказан је реализовани енергетски дио станице. На Сл. 3 приказан је дио који врши претварање електричне у механичку енергију.



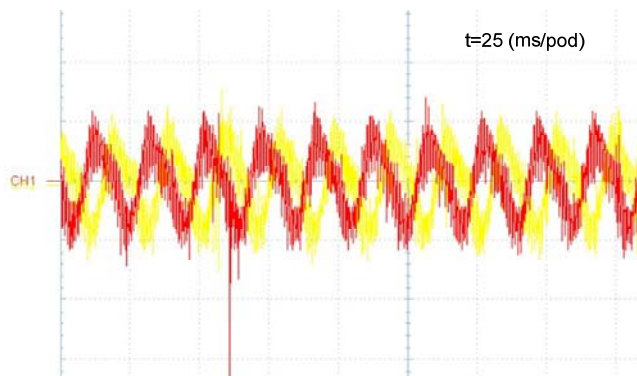
Слика 3 Енергетски дио који претвара електричну у механичку енергију

На Сл. 4 приказан је дио који претвара параметре електричне енергије из једног облика у други.



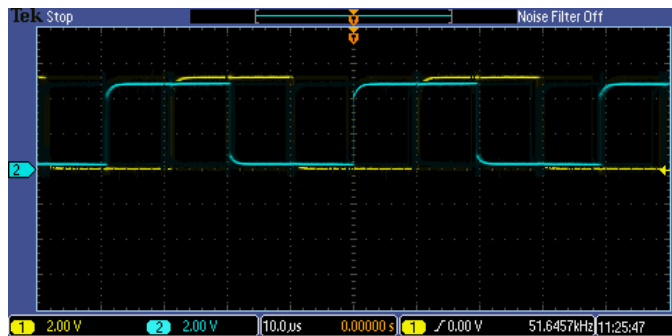
Слика 4 Енергетски дио који претвара параметре електричне енергије из једног облика у други

На Сл. 5 приказан је таласни облик струје којим се напаја мотор мјерен са давача струје. Таласни облик струје мотора је мјерен директно са давача струје без филтрације струје.



Слика 5 Таласни облик струје мотора мјерен са два давача струје

На Сл. 6 приказан је таласни облик сигнала са инкременталног оптичког енкодера.



Слика 6 Таласни облик сигнала са оптичког инкременталног енкодера

III. ЗАКЉУЧАК

У раду је представљен опис практичне реализације енергетског дијела лабораторијске станице за микропроцесорско управљање електромоторним погонима. Предност оваквог начина прављења лабораторијске станице у односу да смо већ купили готово развијено окружење је што је омогућено приступање свим значајним тачкама на хардверу. Лака замјена ако шта се поквари као и једно практично искуство које се стекне. Основни захтјеви који су се поставили пред почетак пројектовања и реализације станице су испоштовани.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] С. Н. Вукосавић, Практикум из дигиталног управљања погонима и претварачима, Електротехнички факултет Београд
- [2] Е. Аџић, Управљање пуно- управљивим претварачем у погону ветроелектрана у случају пропада мрежног напона, магистарски рад, ФТН Нови Сад.
- [3] Opto electronic rotary encoders OsiSense XCC, www.schneider-electric.com
- [4] Metallized Polypropylene Film Capacitor (MKP), www.epcos.com
- [5] SKM75GB123D, www.semikron.com
- [6] С. Н. Вукосавић, Дигитално управљање електричним погонима, Академска мисао Београд ,2003.

ABSTRACT

This paper presents a practical implementation power part the laboratory stations for microprocessor control of electric drives. We describe a type of motor, load, rectifier, DC link, inverter, encoder and soft start.

THE PRACTICAL REALIZATION POWER PART THE LABORATORY STATIONS FOR MICROPROCESSOR CONTROL OF ELECTRIC DRIVES

Goran Vuković