



TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU

3. Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet Čačak, 7–9. maj 2010.

TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION

3rd International Conference, Technical Faculty Čačak, 7–9th May 2010.

UDK: 371.3:62-3](075.8)(076.5)

Stručni rad

TEHNIČKO REŠENJE KORIŠĆENJA KONTAKTORSKE OPREME ZA IZVOĐENJE LABORATORIJSKIH VEŽBI IZ ELEKTROMOTORNIH POGONA

Marko Rosić¹, Miroslav Bjekić²

Rezime: *Zadatak ovog rada je predstavljajući izrađenog ormara sa kontaktorskom opremom namenjenog za izvođenje laboratorijskih vežbi iz premeta Elektromotorni pogoni. Ormar koristi poboljšanju načina izvođenja laboratorijskih vežbi koje se odnose na automatizaciju procesa pokretanja, zaustavljanja, promenu smera obrtanja, vremenskog zatezanja, softstart, pokretanje zvezda-trougao kod asinhronog motora. U radu su prezentovane i prednosti koje jedan ovakav način izvođenja laboratorijskih vežbi ima u sticanju praktičnih znanja kod studenata.*

Ključne reči: *elektromotorni pogoni, kontaktorska oprema, laboratorijske vežbe*

TECHNICAL SOLUTION USE OF CONTACTOR EQUIPMENT FOR THE EXECUTION OF LABORATORY EXERCISES IN ELECTRIC MOTOR DRIVES

Summary: *The main task of this paper is to present the cabinet with produced contactor equipment intended to perform laboratory exercises in Electric drives. A cabinet used to improve ways to perform laboratory exercises related to the automation of the process starting, stopping, changing direction of rotation, time-tightening, softstart, star-triangle starting with induction motors. The paper presents the advantages of such a method of conducting laboratory exercises has to gain practical knowledge among student.*

Key words: *electric drives, contactor equipment, laboratory exercises*

1. UVOD

Kod izučavanja tehničko tehnoloških disciplina na fakultetima, uz predavanja i računске vežbe, važan segment sticanja znanja predstavljaju laboratorijske vežbe, kroz koje student stiče nova znanja i neophodne praktične veštine.

Na Tehničkom Fakultetu u Čačku predmet Elektromotorni pogoni se sluša u četvrtoj godini osnovnih studija na smeru Elektroenergetika. Laboratorija za elektromotorne pogone do

¹ Marko Rosić, asistent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, E-mail: rosic@tfc.kg.ac.rs

² dr Miroslav Bjekić, docent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: mbjekic@tfc.kg.ac.rs

skoro je raspolagala sa starom opremom i zastarelim tehničkim rešenjima a nedavno je osavremenjena opremom poslednje generacije koja je omogućila razvijanje novih laboratorijskih vežbi. Napravljen je ormar sa ugrađenom kontaktorskom opremom koja je omogućila izvođenje seta novih laboratorijskih vežbi sa asinhronim motorom [1] i koji je u ovom radu predstavljen.

2. OPIS ORMARA I UGRAĐENA OPREMA

Prvobitna ideja bila je da se oprema postavi na nekoliko nezavisnih panoa od kojih će svaki predstavljati jednu laboratorijsku vežbu upravljanja radom asinhronog motora. Oprema je trebala da bude unapred povezana i da na taj način prezentuje studentima samo princip funkcionisanja vežbe.

Međutim, kasnije, došlo se na ideju da se sva oprema ugradi u jedan ormar prema logičkom rasporedu i izvuku njeni priključni krajevi. Na taj način, studentima je ostavljeno da sami povežu odgovarajuće elemente prema šemi potrebnoj za izvođenje određene laboratorijske vežbe. Time je omogućeno da se više različitih vežbi izvodi sa istom opremom.

Potrebna kontaktorska oprema naručena je od poznate svetske firme *Schneider Electric* [2] koja je vodeći svetski distributer elektro opreme. Oprema je u čačanskoj firmi *Elektrovat* ugrađena u ormar dimenzija 80*100 mm. Sa njegove gornje strane dovedeno je napajanje sa dva voda: trofazno 5*2.5mm² i monofazno 3*2.5mm². Nezavisno monofazno napajanje dovedeno za napajanje mernog instrumenta koji je ugrađen u ormar, da bi se omogućilo njegovo nesmetano funkcionisanje pri sniženim vrednostima napona glavnog (trofaznog) napajanja.

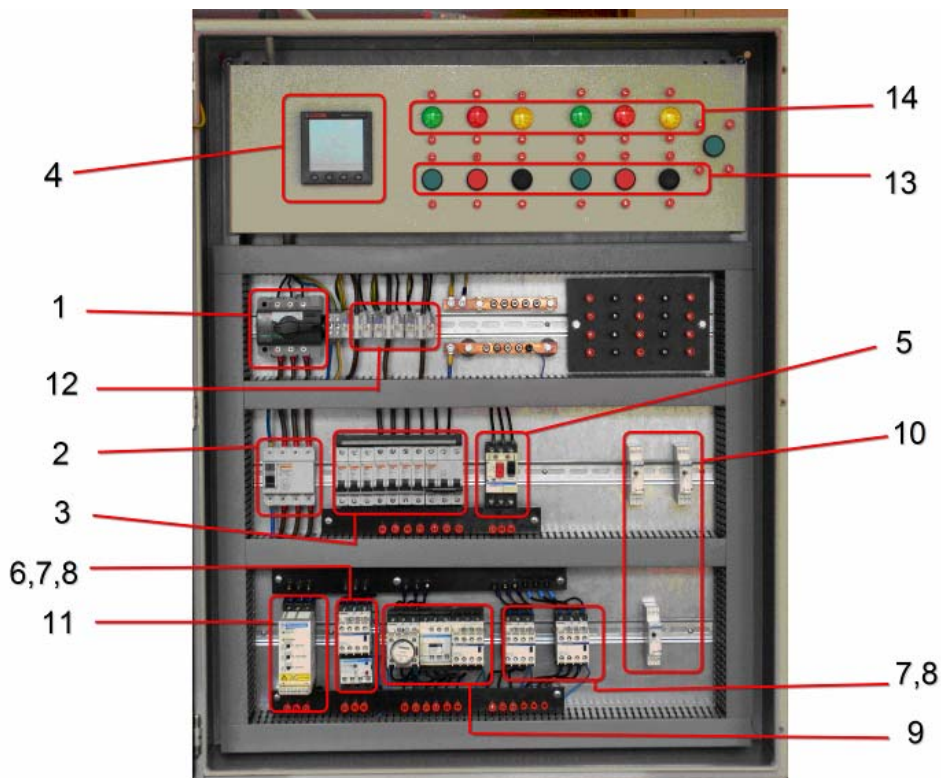
Kada se ormar otvori (slika 1), odmah se uočavaju dva dela koja su i funkcionalno različita, a to su:

- Upravljački panel sa komandom, signalizacijom i mernim instrumentom,
- Deo sa energetske vezama i elementima koji obezbeđuju zaštitu, upravljanje u realizaciji različitih zadataka.

Elementi ormara su tako raspoređeni da je preglednost i pristupačnost elementima zadovoljavajuća.

Spisak elemenata koji se nalaze u ormaru:

1. Glavni prekidač 40A 3p
2. ZUDS (FID sklopka)
3. Automatski osigurači: 3p C60N C20A, 4*1p C60N C16A, 3*1p C60N C4A
4. Multimetar PM 710
5. Motorni zaštitni prekidač 2.5-4A
6. Releji termički (bimetalna zaštita) 2,5-4A D09-38
7. Kontaktori 9A 3p špulna 230V
8. Pomoćni kontakti spreda 2 radna, 2 mirna
9. Kit za ugradnju zvezda-trougao
10. Vremenski releji (višefunkcionalni)
11. Softstarter 1,1 kW
12. Strujni merni transformatori 50/5A
13. Tasteri zeleni crveni i crni
14. Lampice SIG 220V AC LED zelene, crvene, žute



Slika 1: Otvoren ormar

Trofazno napajanje dovedeno je preko glavnog prekidača. Zatim, preko FID sklopke koja obezbeđuje zaštitu delovanjem pri pojavi diferencijalne struje. Sa FID sklopke preko automatskih osigurača napajanje je dovedeno na pristupne tačke koje se nalaze ispod osigurača i sa kojih se vodi napajanje potrebno za realizaciju vežbi.

Trofazni osigurač služi za zaštitu trofaznog potrošača (asinhronog motora). Do njega levo, nalaze se 4 jednofazna osigurača koji preko kojih se vrši napajanje i zaštita upravljačkih kola, a krajnja tri jednopolna osigurača levo obezbeđuju zaštitu mernog instrumenta PM 710. Pored osigurača (desno), nalazi se i motorni zaštitni prekidač ispod koga se takođe nalaze tri fazne pristupne tačke namenjene za napajanje motora.

U donjem delu ormara nalaze se elementi koji omogućavaju upravljanje motorom i upravljačkim procesom kao što su: softstarter, kontaktori, vremenski releji i kit za ugradnju zvezda-trougao. Softstarter i kontaktori imaju izvedene energetske pristupne krajeve (ulazne i izlazne) tako da je njihovo međusobno povezivanje olakšano. Ostale veze sa njihovim pomoćnim kontaktima i vremenskim relejima se pričvršćuju odvijačem. Zaštitni provodnik (povodnik uzemljenja) kao i nulti su već povezani i izvedeni na pristupne tačke u gornjem delu ormara (tačka uzemljenja i nulta tačka ormara).

Pored nulte tačke i tačke uzemljenja u ormaru nalaze se izvedene i kratkospojene pristupne tačke (kratkospojenih pet kontakata u četiri reda) koje služe za lakše sticanje više veza u jednu tačku.

3. LABORATORIJSKE VEŽBE I PRIPREMA STUDENTA

Student pre dolaska u laboratoriju ima obavezu da pročita praktikum laboratorijskih vežbi [1] i pripremi se za izvođenje vežbi. Priprema studenta olakšana je sadržajem CD-a koji je sastavni deo praktikuma. Na njemu se nalaze različite slike, aplikacije, apleti i programi koji omogućavaju lakše razumevanje principa funkcionisanja opreme kao i simulaciju vežbi koje student treba da izvede.

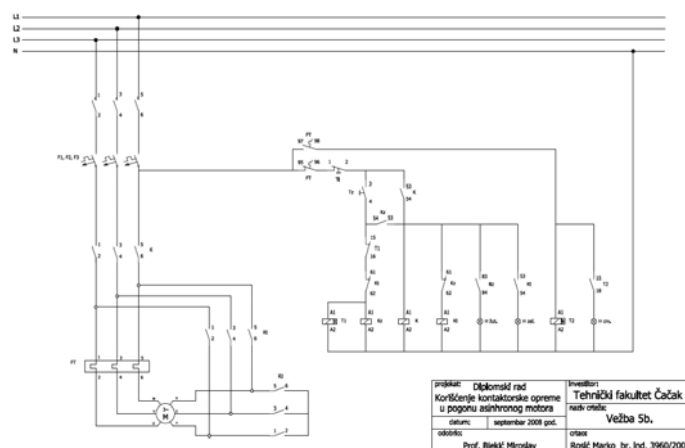
Praktikum je predvideo izvođenje sledećih sedam vežbi:

- upoznavanje sa elementima ormara i provera njihove ispravnosti,
- povezivanje asinhronog motora na mrežu, startovanje i zaustavljanje,
- startovanje i zaustavljanje motora sa vremenskim kašnjenjem,
- puštanje u rad asinhronog motora sa izborom smera obrta,
- puštanje u rad asinhronog motora preko prebacivača zvezda-trougao izvedenog preko tri kontaktora,
- puštanje u rad asinhronog motora preko automatskog prebacivača zvezda-trougao LAD912GV,
- puštanje u rad asinhronog motora pomoću softstartera.

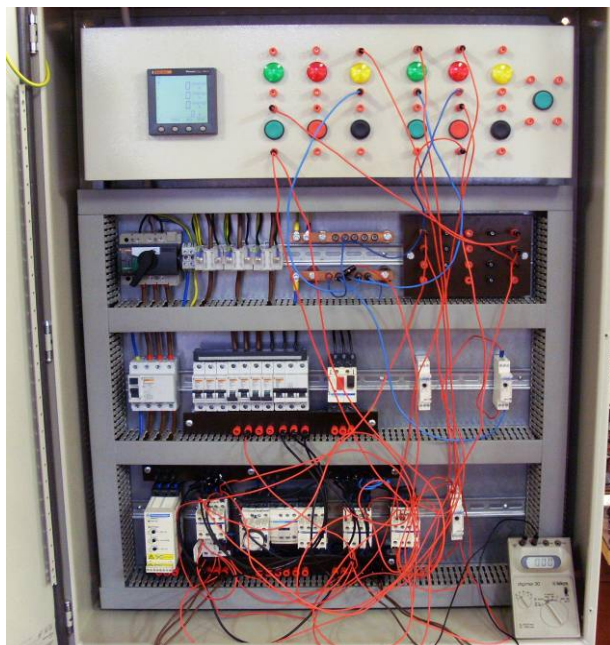
Primer laboratorijske vežbe

Kao primer biće predstavljena vežba broj 5, zadatak pod b. Zadatak vežbe 5b predviđa puštanje (delovanjem na taster) u rad asinhronog motora sa automatizovanim prebacivanjem statorskih namotaja motora iz zvezde u trougao posle predviđenog vremena zaletanja. Takođe, zadatak treba da obezbedi treperuću signalizaciju delovanja zaštite motora kao i taster koji će omogućiti isključivanje procesa u svakom trenutku rada.

Po dolasku u laboratoriju studentu je za vežbu na rapolaganju oprema u ormaru, veze i šema energetske i upravljačke dela kola. U prvom koraku student uz pomoć asistenta analizira i tumači šemu veze. Prateći šemu student treba da identifikuje i poveže elemente u ormaru tako da ona ostvaruje predviđeni upravljački zadatak (slika 2 i slika 3). Pri povezivanju opreme student treba da poštuje pravila rada u laboratoriji od kojih najznačajnije glasi da se oprema povezuje u beznaponskim stanju.



Slika 2: Šema povezivanja



Slika 3: Izgled ormara povezanog za vežbu 5b (desno)

Po završetku povezivanja veze se još jednom prekontroliraju od strane asistenta. Oprema se potom pušta u rad i proverava uspešnost izvršenja upravljačkog zadatka. Instrument PM710 omogućava praćenje karakterističnih mernih veličina. Ukoliko je zadatak uspešno izvršen oprema se razveže i kao takva spremna je za povezivanje sledeće vežbe.

Ukoliko student ima ideju za poboljšanje, pojednostavljenje ili drugi način izvođenja zadatog upravljačkog zadatka, predlaže je asistentu i zajedno se u grupi diskutuju karakteristike (prednosti i mane) predloženog rešenja. Takođe, student može da predloži potpuno novi upravljački zadatak i način za njegovo realizovanje sa opremom sa kojom se raspolaže. Ukoliko se predloženo rešenje prihvati, upravljački zadatak se prvo simulira na računaru u programu CONSTRUSTOR [3], a potom praktično realizuje na ormaru sa raspoloživom opremom.

4. ZAKLJUČAK

Rezultat ovog rada je predstavljanje jednog od mogućih rešenja za izvođenje dela laboratorijskih vežbi iz elektromotornih pogona. Izradom jednog ovakvog ormara sa kontaktorskom i pratećom opremom postignute su sledeće prednosti u izvođenju laboratorijskih vežbi:

- potrebno je značajno manje elemenata za izvođenje vežbi, jer se sve vežbe izvode na jednom mestu,
- omogućeno je da student sam povezuje elemente ormara, tumači principe rada i na taj način stiče kvalitetnija praktična znanja,
- lako povezivanje i razvezivanje opreme ostavlja prostora za istraživanje i realizaciju novih rešenja upravljačkih zadataka i laboratorijskih vežbi,

- program CONSTRUCTOR koji čini sastavni deo laboratorijskih vežbi sa izrađenim ormarom omogućava simulaciju postojećih i potencijalnih, novih, predloženih rešenja i proveru uspešnosti upravljačkog zadatka pre nego se on izvede na ormaru. Na taj način student se osposobljava za inženjerski pristup u rešavanju problema.

Mogućnosti primene izrađenog oramara su raznovrsne. Nabrojane vežbe, u obimu predviđene laboratorijskim praktikumom [1], već se izvode na Tehničkom Fakultetu i Visokoj školi tehničkih strukovnih studija u Čačku, kao deo laboratorijskih vežbi koje prate predmet Elektromotorni pogoni. Elementi ormara se koriste i za druge laboratorijske vežbe. Neke od njih baziraju, se na mernom instrumentu PM 710 koji sa svojim bogatim menijem pored osnovnih veličina kao što su liniski i fazni naponi i struje omogućava merenje i: potrošnje električne energije po fazama i tipu snage (P,Q i S), faktora snage, THD (*total harmonic distortion*) analizu veličina, merenje vršnih vrednosti, itd. Takve karakteristike instrumenta PM710, koji ima i port za komunikaciju sa računarom, omogućavaju jednostavnije izvođenje vežbi određivanja parametara transformatora i asinhronih mašina oledima kratkog spoja i praznog hoda.

Pravci daljeg razvoja ormara usmereni su ka dodavanju još nekih potrebnih elemenata koji će proširiti spektar njegovih mogućnosti. Osim nabrojanih elemenata u ormar je ugrađen i frekventni regulator tipa ALTIVAR 31 koji znatno proširuje mogućnosti ormara u izvođenju laboratorijskih vežbi. Nedostatak ormaara ogleda se u ograničenom prostoru i nemogućnosti dodavanja novih elemenata. Iz tog razloga u laboratoriji za elektromotorne pogone TF-a u Čačku pokrenuti su projekti izrade novih laboratrijskih rešenja zasnovanih na sofisticiranijim, računarskim metodama upravljanja kao što su PLC kontroleri i SCADA sistemi.

5. LITERATURA

- [1] M. Bjekić, M. Rosić: Kontaktorska oprema u pogonu asinhronog motora – laboratorijski praktikum, Tehnički fakultet Čačak, 2008
- [2] Schneider Electric. Dostipno na <http://www.schneider-electric.com/sites/corporate/en/home.page>
- [3] Program CONSTRUCTOR. Dostupno na: <http://www.emhsoftware.com/orderconstr.htm>