



MEHATRONIKA

-PRAKTIKUM ZA LABORATORIJSKE VEŽBE-

Emil Veg
Mladen Regodić
Goran Šiniković
Aleksandra Joksimović

Emil Veg
Mladen Regodić
Goran Šiniković
Aleksandra Joksimović

MEHATRONIKA

-PRAKTIKUM ZA LABORATORIJSKE VEŽBE-

Autori:

Doc. dr Emil Veg

Ass. Mladen Regodić

Prof. dr Goran Šiniković

Aleksandra Joksimović

MEHATRONIKA - PRAKTIKUM ZA LABORATORIJSKE VEŽBE-**Recenzenti:**

Prof. dr Ljubomir Miladinović

Prof. dr Stevan Stankovski

Izdavač:

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

11120 Beograd, Kraljice Marije 16

Telefon: 011 3370350

Telefaks: 011 3370364

Za izdavača:

Prof. dr Radivoje Mitrović

Glavni i odgovorni urednik:

Prof. dr Milan Lečić

Odobreno za štampu:

Odlukom Dekana Mašinskog fakulteta u Beogradu **13/2019** od **26.06.2019.**

Štampa:

Planeta Print, Igora Vasiljeva 33r, Beograd

Tiraž: 300 primeraka**ISBN 978-86-6060-012-9**

©Autori i Mašinski fakultet u Beogradu

Zabranjeno preštampavanje i umnožavanje

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Skraćenice, spisak slika i tabela.....	4
2.1. Skraćenice	4
2.2. Spisak slika.....	4
2.3. Spisak tabela.....	8
3. DCPLC - Hardver	9
3.1. Napajanje.....	10
3.2. Ethernet port.....	11
3.3. Digitalni ulazi	13
3.4. Analogni ulazi	16
3.4.1. Kako se vrši A/D konverzija?	17
3.5. Digitalni izlazi	19
3.6. Otpornici.....	22
3.6.1. Otpornici sa četiri prstena.....	24
3.6.2. Otpornici sa pet prstenova.....	26
4. Didaktička tabla	29
4.1. Tasteri.....	30
4.2. Potenciometri	30
4.3. LE diode	32
5. DCPLC - Softver.....	34
5.1. I komandni red	35
5.2. II komandni red	38
5.3. III komandni red.....	49
5.4. Program settings.....	50
5.5. Vertikalni Meni Alata - VMA.....	52
5.5.1. <i>Add Input</i>	52
5.5.2. <i>Add Functions</i>	56
5.5.3. <i>Variable</i>	79
5.5.4. <i>Outputs</i>	83
5.5.5. <i>Add Constant</i>	85

5.5.6. <i>Show execution order i Sort Function</i>	85
6. Zadaci.....	87
7. Literatura.....	111
PRILOG A	112
PRILOG B	114
PRILOG C	115

1. Uvod

Kurs „Mehatronika“ održava se na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu (MFUB) već deset godina. Tokom ovog perioda nastavni program je konstantno prilagođavan napretku tehnologije u ovoj oblasti.

Neizostavni deo kursa iz mehatronike predstavlja proces programiranja programabilnih logičkih kontrolera (PLC). Zamisao je da se ovaj važan proces studentima približi kroz programiranje u grafičkom okruženju. Na taj način, studenti nisu opterećeni učenjem strogih sintaksi, već bi programski kod nekog mehatroničkog sistema mogli da formiraju kombinovanjem već pripremljenih funkcijskih blokova. S obzirom na to, studenti se mogu posvetiti razvoju logičkog načina razmišljanja, koji je nezaobilazan deo kvalitetnog procesa programiranja.

Laboratorijske vežbe iz Mehatronike izvode se uz pomoć PLC-a koji je proizvod domaće kompanije "Discover Control" iz Kruševca. U ovom udžbeniku, za taj konkretni programabilni logički kontroler, biće korišćena skraćenica DCPLC (Discover Control PLC).

U prvom delu ovog udžbenika (poglavljje 3) opisane su komponente od kojih je DCPLC sastavljen.

U četvrtom poglavlju opisana je didaktička tabla koja se uparuje sa DCPLC-om, predstavlja zamenu za senzore i aktuatora i omogućava da se na vežbama simuliraju realni mehatronički procesi.

U petom poglavlju detaljno je opisan softver pomoću kojeg se vrši programiranje DCPLC-a. Počevši od opisa radnog okruženja i rasporeda komandi u softveru, pa sve do detaljnih uputstava za povezivanje DCPLC-a sa računarnom i uspostavljanja njihove međusobne komunikacije, u ovom poglavlju date su jasne smernice za adekvatno izvođenje procesa programiranja i uspešno pokretanje programskog koda na DCPLC-u.

Šesto poglavljje sadrži zadatke čiji je postupak rešavanja detaljno objašnjen. Cilj ovog poglavlja je da studente, koji su se kroz prethodna poglavlja osposobili za rad sa DCPLC-om, uputi u načine rešavanja konkretnih problema. Od početka, ka kraju ovog poglavlja, kompleksnost zadataka gradualno raste i omogućava **postepeno** usvajanje gradiva.

U prilogu, date su fabričke specifikacije delova od kojih je DCPLC sačinjen. Svrha ovog priloga je da omogući studentima da se već u okviru nastave iz predmeta Mehatronika upoznaju sa realnim prikazom fabričkih specifikacija elektronskih komponenti, što će im biti potrebno u njihovoj inženjerskoj praksi.

2. Skraćenice, spisak slika i tabela

2.1. Skraćenice

MFUB – Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

PLC – Programabilni Logički Kontroler

MUX – Multiplekser

DCPLC – Programabilni logički kontroler proizveden od strane kompanije *Discover Control*

ADC – Analogno-digitalni konvertor

DAC – Digitalno-analogni konvertor

A/D – analogno-digitalni

D/A – digitalno-analogni

PC – Personalni računar

LED – *Light Emitting Diode*

VLP – *Visual Logic Programmer*

GKE – Glavni Korisnički Ekran u softveru za programiranje DCPLC-a

LKM – Levi Klik Miša (odnosi se na operaciju u kojoj pritiskamo levi taster na mišu, kada je kursor na željenom mestu)

DKM – Desni Klik Miša (odnosi se na operaciju u kojoj pritiskamo desni taster na mišu, kada je kursor na željenom mestu)

IP – *Internet Protocol*

PIN – *Personal Identification Number*

VMA – Vertikalni Meni Alata

D&D – *Drag&Drop* (Dovuci i ispusti)

DI – *Digital Input* (Digitalni ulaz)

DO – *Digital Output* (Digitalni izlaz)

AI – *Analog Input* (Analogni ulaz)

AO – *Analog Output* (Analogni izlaz)

PWM – *Puls Width Modulation*

2.2. Spisak slika

Slika 3.1. “*Discover Control*” PLC (DCPLC)

Slika 3.1.1. *Power supply* tj. napajanje PLC-a

Slika 3.1.2. Ispravljanje bipolarnog u unipolarno napajanje

Slika 3.2.1. Komunikacijski *Ethernet* port na PLC-u

Slika 3.2.2. *Ethernet* konektor TS8P8C-PCB-TRAF

Slika 3.2.3. *Reset* dugme na DCPLC-u

Slika 3.3.1. Digitalni ulazi u DCPLC

Slika 3.3.2. Razni oblici optokaplera

Slika 3.3.3. Šeme optokaplera

Slika 3.3.4. Optokapleri na DCPLC-u i izdvojen optokapler EL814

Slika 3.4.1. Analogni i odgovarajući digitalizovan signal

Slika 3.4.2. Prikaz rada ADC-a

Slika 3.4.3. Analogni ulazi u DCPLC
Slika 3.5.1. Digitalni izlazi i relejni digitalni izlazi
Slika 3.5.2. Vrste releja
Slika 3.6.1. Otpornici na DCPLC-u
Slika 3.6.2. Otpornici
Slika 3.6.3. Osnovno električno kolo
Slika 3.6.4. Redno vezani otpornici
Slika 3.6.5. Paralelno vezani otpornici
Slika 3.6.6. Otpornik sa četiri prstena, ugrađen u DCPLC
Slika 3.6.7. Otpornik sa četiri prstena
Slika 3.6.8. Otpornik sa pet prstenova, ugrađen u DCPLC
Slika 3.6.9. Otpornik sa pet prstenova
Slika 4.1. Povezivanje DCPLC-a sa didaktičkom tablom
Slika 4.2. Didaktička tabla
Slika 4.1.1. Simboli različitih vrsta prekidača
Slika 4.2.1 Princip rada potenciometra
Slika 4.2.2. Šematski prikaz potenciometra
Slika 4.2.3. Šematski prikaz reostata
Slika 4.2.4. Potenciometar ugrađen u didaktičku tablu
Slika 4.3.1. Simbol LE diode
Slika 4.3.2. Princip rada LE diode
Slika 5.1. Glavni Korisnički Ekran(GKE) u softveru VLP
Slika 5.2. Komande u GKE
Slika 5.1.1. Prozor za otvaranje novog fajla
Slika 5.1.2. Prozor za čuvanje programskog koda
Slika 5.2.1. Komanda *File* i odgovarajući padajući meni
Slika 5.2.2. Padajući meni *Edit*
Slika 5.2.3. Padajući meni nakon DKM na radnu površinu GKE
Slika 5.2.4. Padajući meni *View*
Slika 5.2.5. Prozor koji otvara komanda *Coloring*
Slika 5.2.6. Komande padajućeg menija *Ladder*
Slika 5.2.7. Prozor komande *Select device*
Slika 5.2.8. Padajući meni *Online*
Slika 5.2.9. Padajući meni komande *Functions*
Slika 5.2.10. Izgled padajućeg menija *Tools*
Slika 5.2.11. Izgled prozora komande *Set IP address*
Slika 5.2.12. Izgled padajućeg menija *Help*
Slika 5.2.13. Izgled informativnog prozora *About VLP*
Slika 5.2.14. Izgled prozora komande *Device PIN*
Slika 5.3.1. Izgled pravougaonika za selektovanje većeg broja elemenata
Slika 5.4.1. *Program settings* – komanda i meni
Slika 5.5.1. Padajući meni funkcije *Add Input*
Slika 5.5.2. Izgled funkcijskog bloka AIO
Slika 5.5.3. Poruka pri neuspešnom izvršenju operacije *Create ladder*

Slika 5.5.4. Funkcijski blokovi AIO i DIO na radnoj površini
Slika 5.5.5. Padajući meni *Functions*
Slika 5.5.6. Funkcije iz kategorije *Logic*
Slika 5.5.7. Funkcijski blok *AND2*
Slika 5.5.8. Funkcijski blok *AND3*
Slika 5.5.9. Funkcijski Blok *OR2*
Slika 5.5.10. Funkcijski blok *OR3*
Slika 5.5.11. Funkcijski blok *NO*
Slika 5.5.12. Funkcijski Blok *XOR*
Slika 5.5.13. Funkcijski Blok *NOR*
Slika 5.5.14. Funkcijski blok *NAND*
Slika 5.5.15. Funkcijski blok *DMUX4*
Slika 5.5.16. Funkcijski blokovi iz kategorije *Aritmetic*
Slika 5.5.17. Funkcijski blok *SUM2*
Slika 5.5.18. Funkcijski blok *SUM3*
Slika 5.5.19. Funkcijski blok *SUB*
Slika 5.5.20. Funkcijski blok *MUL2*
Slika 5.5.21. Funkcijski blok *MUL3*
Slika 5.5.22. Funkcijski blok *DIV*
Slika 5.5.23. Funkcijski blok *COUNTER*
Slika 5.5.24. Funkcijski blok *MOD*
Slika 5.5.25. Funkcijski blokovi iz kategorije *Selector*
Slika 5.5.26. Funkcijski blok *SELECT2*
Slika 5.5.27. Funkcijski blok *SELECT3*
Slika 5.5.28. Funkcijski blok *SELECT4*
Slika 5.5.29. Funkcijski blok *MAX2*
Slika 5.5.30. Funkcijski blok *MAX3*
Slika 5.5.31. Funkcijski blok *MIN2*
Slika 5.5.32. Funkcijski blok *MIN3*
Slika 5.5.33. Funkcijski blokovi iz kategorije *Relational*
Slika 5.5.34. Funkcijski blok *CMP*
Slika 5.5.35. Funkcijski blok *GT*
Slika 5.5.36. Funkcijski blok *LT*
Slika 5.5.37. Funkcijski blok *EQAL*
Slika 5.5.38. Funkcijski blokovi iz kategorije *State*
Slika 5.5.39. Funkcijski blok *RSFF*
Slika 5.5.40. *Rising Trigger* – uzlazni okidač
Slika 5.5.41. *Falling Trigger* – silazni okidač
Slika 5.5.42. Funkcijski blokovi iz kategorije *Regulation*
Slika 5.5.43. Dijagram impulsne širinske modulacije (*PWM*)
Slika 5.5.44. Funkcijski blokovi iz kategorije *Regulation*
Slika 5.5.45. Izgled funkcijskog bloka *TON*
Slika 5.5.46. Vremenska sekvenca funkcijskog bloka *TON*
Slika 5.5.47. Izgled funkcijskog bloka *TP*

Slika 5.5.48. Vremenska sekvenca funkcijskog bloka *TP*
Slika 5.5.49. Padajući meni funkcije *Variable*
Slika 5.5.50. Dijalog prozor *New Variable*
Slika 5.5.51. Prikaz liste formiranih promenljivih
Slika 5.5.52. Odabir funkcije nove promenljive
Slika 5.5.53. Izgled promenljive „*read*“
Slika 5.5.54. Izgled promenljive „*assign*“
Slika 5.5.55. Padajući meni funkcije *Outputs*
Slika 5.5.56. Izgled funkcijskog bloka DO0 (*Digital Output 0*)
Slika 5.5.57. Prozor funkcije *Add Constant*
Slika 5.5.58. Izgled funkcijskog bloka koji nosi konstantnu vrednost
Slika 5.5.59. Izgled jednog programskog koda
Slika 5.5.60. Prikaz redosleda izvršenja funkcija
Slika 5.5.61. Prikaz koda sa jasno definisanim redosledom izvršavanja funkcija
Slika 6.1. Zadatak 1
Slika 6.2. Didaktička tabla - Zadatak 1
Slika 6.3. Zadatak 2
Slika 6.4. Didaktička tabla - Zadatak 2
Slika 6.5. Zadatak 3
Slika 6.6. Didaktička tabla - Zadatak 3
Slika 6.7. Zadatak 4
Slika 6.8. Didaktička tabla - Zadatak 4
Slika 6.9. Zadatak 5
Slika 6.10. Didaktička tabla - Zadatak 5
Slika 6.11. Zadatak 6
Slika 6.12. Didaktička tabla - Zadatak 6
Slika 6.13. Zadatak 7
Slika 6.14. Didaktička tabla - Zadatak 7
Slika 6.15. Zadatak 8
Slika 6.16. Didaktička tabla - Zadatak 8 (a)
Slika 6.17. Didaktička tabla - Zadatak 8 (b)
Slika 6.18. Zadatak 9
Slika 6.19. Didaktička tabla - Zadatak 9
Slika 6.20. Zadatak 10
Slika 6.21. Zadatak 11
Slika 6.22. Didaktička tabla - Zadatak 11
Slika 6.23. Zadatak 12
Slika 6.24. Didaktička tabla - Zadatak 12 (a)
Slika 6.25. Didaktička tabla - Zadatak 12 (b)
Slika 6.26. Zadatak 13
Slika 6.27. Didaktička tabla - Zadatak 13 (a)
Slika 6.28. Didaktička tabla - Zadatak 13 (b)
Slika 6.29. Zadatak 14
Slika 6.30. Didaktička tabla - Zadatak 14

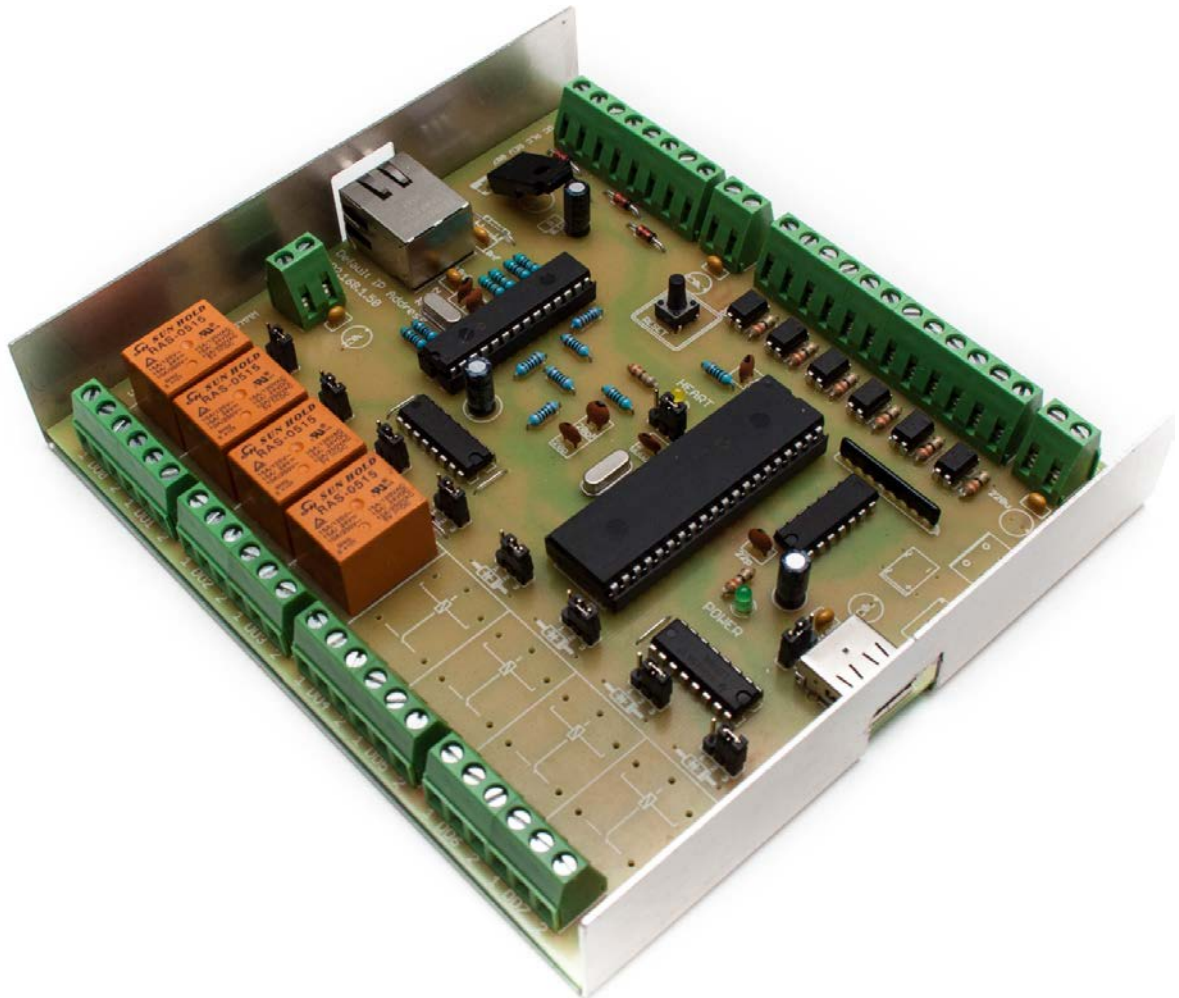
Slika 6.31. Zadatak 15
Slika 6.32. Didaktička tabla - Zadatak 15 (a)
Slika 6.33. Didaktička tabla - Zadatak 15 (b)
Slika 6.34. Zadatak 16
Slika 6.35. Zadatak 17
Slika 6.36. Zadatak 18
Slika 6.37. Zadatak 19
Slika 6.38. Zadatak 20

2.3. Spisak tabela

Tabela 3.1. Šifarnik boja – otpornici sa četiri prstena
Tabela 3.2. Šifarnik boja – otpornici sa pet prstenova
Tabela 5.1. Logika funkcijskog bloka *AND2*
Tabela 5.2. Logika funkcijskog bloka *AND3*
Tabela 5.3. Logika funkcijskog bloka *OR2*
Tabela 5.4. Logika funkcijskog bloka *OR3*
Tabela 5.5. Logika funkcijskog bloka *NO*
Tabela 5.6. Logika funkcijskog bloka *XOR*
Tabela 5.7. Logika funkcijskog bloka *NOR*
Tabela 5.8. Logika funkcijskog bloka *NAND*
Tabela 5.9. Logika funkcijskog bloka *RSFF*

3. DCPLC - Hardver

Programabilni logički kontroler (PLC) koji se koristi na vežbama iz Mehatronike proizvod je kompanije *Discover Control* iz Kruševca. Namera osnivača kursa Mehatronika bila je da se kurs osloni na domaćeg proizvođača, čiji proizvod u potpunosti zadovoljava potrebe kvalitetnog izvođenja praktičnih vežbi. Na sledećoj slici prikazan je izgled DCPLC-a.

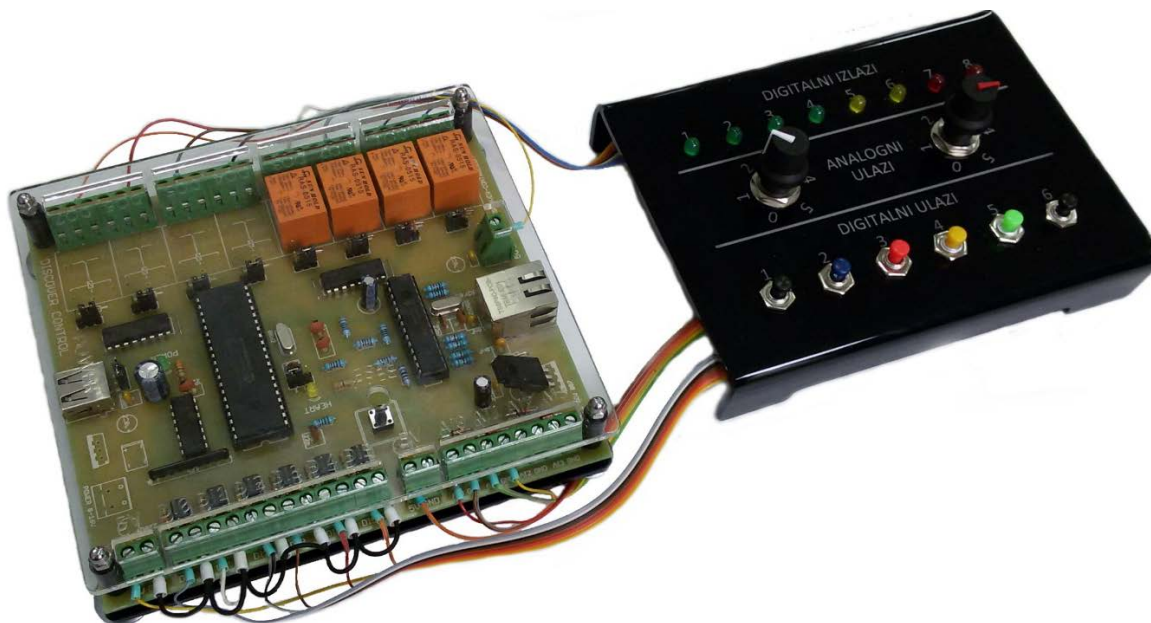


Slika 3.1. “Discover Control” PLC (DCPLC)

U nastavku, opisane su komponente od kojih je sačinjen DCPLC.

4. Didaktička tabla

Kako bi se proverilo da li DCPLC izvršava zadatke koji su programiranjem pred njega postavljeni, neophodno je simulirati neke ulaze u DCPLC, kao i izlaze iz DCPLC-a.



Slika 4.1. Povezivanje DCPLC-a sa didaktičkom tablom

Kod realnih mehatroničkih sistema ulaz u PLC najčešće predstavljaju signali sa raznih vrsta senzora. S druge strane, izlaz iz PLC-a su signali kojima se kontroliše rad odgovarajućih aktuatora. Na laboratorijskim vežbama iz predmeta Mehatronika koristi se didaktička tabla, pomoću koje je moguće poslati analogne i digitalne signale na ulaze DCPLC-a, i koja može da prikaže digitalne signale koji izlaze iz DCPLC-a



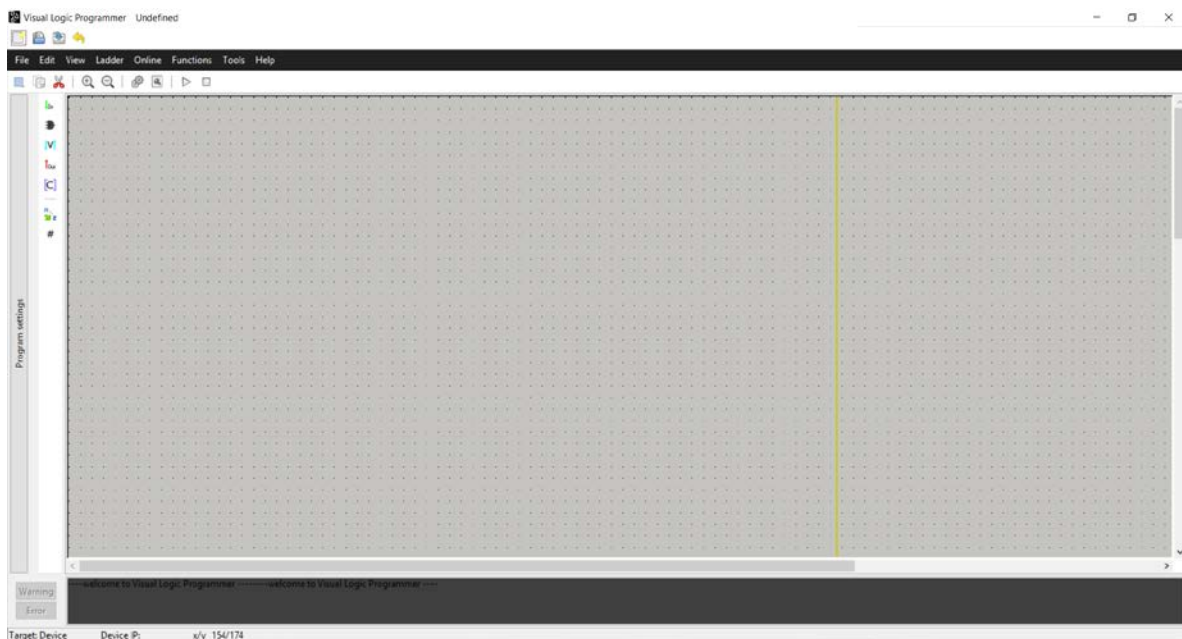
Slika 4.2. Didaktička tabla

5. DCPLC - Softver

Studenti na MFUB imaju mogućnost da na internet stranici kompanije *Discover Control* (<http://www.discover-control.com/downloads.html>) besplatno preuzmu softver za programiranje DCPLC-a. Naziv programa je *VLP*, što je akronim od *Visual Logic Programmer*.

Instalacija softvera je jednostavna i zahteva samo prihvatanje uslova korišćenja softvera od strane proizvođača.

Kada se softver pokrene, pojavljuje se Glavni Korisnički Ekran (GKE).



Slika 5.1. Glavni Korisnički Ekran(GKE) u softveru VLP

Primetno je da su komande i operacije pozicionirane u gornjem levom uglu GKE. Svaka od njih detaljno će biti objašnjena u nastavku.

6. Zadaci

Zadatak br. 1. Formirati programski kod koji će omogućiti da se LE dioda broj 3 uključi pritiskom na taster broj 1.

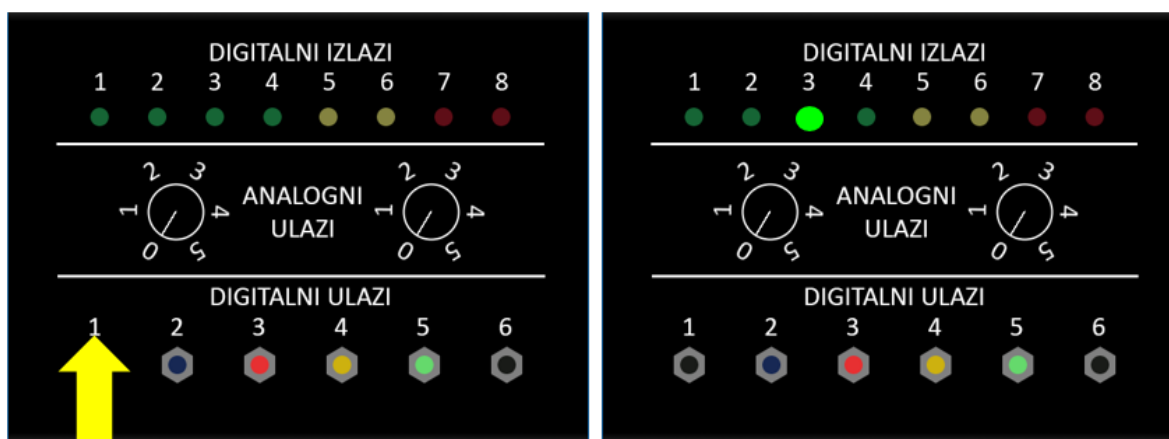
Šema zadatka



Slika 6.1. Zadatak 1

Analiza zadatka

Funkcijski blok DI0 zadužen je da prati stanje tastera pod rednim brojem 1. To stanje biće preneto na funkcijski blok DO2. Funkcijski blok DO2 povezan je na LE diodu broj 3.



Slika 6.2. Didaktička tabla - Zadatak 1

7. Literatura

- [1] Veg A., Šiniković G., Veg E., Regodić M.: Mali rečnik Mehatronike, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2015.
- [2] Jeffrey J., Philip P.: Designing Intelligent Machines - Concept in Artificial Intelligence, The Open University, England, UK 1994.
- [3] Carryer J., Ohline R., Kenny T.: Introduction to Mechatronic Design, Mechanical Engenering Stanford University, New Jersey 2011.
- [4] George R.: Designing Intelligent Machines – Perception, Cognition and Execution, The Open University, England, UK 1994.
- [5] Alciatore D., Histan M.: Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, Department of Mechanical Engineering Colorado State University, Singapore, 2007.
- [6] Gibilisco S.: The Illustrated Dictionary of Electronics, McGraw-Hill Companies, United States of America, 2001.

PRILOG A



4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR AC INPUT PHOTOCOUPLER

EL814 Series

Features:

- AC input response
- Current transfer ratio
(CTR: Min. 20% at $I_f = \pm 1\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$)
- High isolation voltage between input and output ($V_{iso} = 5000\text{ V rms}$)
- Wide Operating temperature range
-55~110°C
- High collector-emitter voltage $V_{CEO} = 80\text{V}$
- Compact dual-in-line package
- Pb free and RoHS compliant.
- UL approved (No. E214129)
- VDE approved (No. 132249)
- SEMKO approved (No. 716108)
- NEMKO approved (No. P06206474)
- DEMKO approved (No. 313924)
- FIMKO approved (No. FI 22807)
- CSA approved (No. 1143601)

Description

The EL814 series of devices each consist of two infrared emitting diodes, connected in inverse parallel, optically coupled to a phototransistor detector.

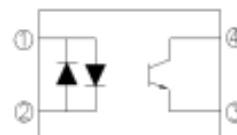
They are packaged in a 4-pin DIP package and available in wide-lead spacing and SMD option.

Applications

- AC line monitor
- Programmable controllers
- Telephone line interface
- Unknown polarity DC sensor



Schematic



Pin Configuration

1. Anode / Cathode
2. Cathode / Anode
3. Emitter
4. Collector

4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR AC INPUT PHOTOCOUPLER

EL814 Series

Absolute Maximum Ratings ($T_a=25^{\circ}\text{C}$)

Parameter		Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	± 50	mA
	Peak forward current ($t = 10\mu\text{s}$)	I_{FM}	1	A
	Power dissipation	P_D	70	mW
	Derating factor (above 100°C)		2.9	mW/ $^{\circ}\text{C}$
Output	Power dissipation	P_C	150	mW
	Derating factor (above 100°C)		5.8	mW/ $^{\circ}\text{C}$
	Collector-Emitter voltage	V_{CEO}	80	V
	Emitter-Collector voltage	V_{ECO}	6	V
Total power dissipation		P_{tot}	200	mW
Isolation voltage ^{*1}		V_{iso}	5000	V rms
Operating temperature		T_{opr}	-55--+110	$^{\circ}\text{C}$
Storage temperature		T_{stg}	-55--+125	$^{\circ}\text{C}$
Soldering temperature ^{*2}		T_{sol}	260	$^{\circ}\text{C}$

Notes

*1 AC for 1 minute, R.H.= 40 ~ 60% R.H. In this test, pins 1 & 2 are shorted together, and pins 3 & 4 are shorted together.

*2 For 10 seconds.

PRILOG B



RAS SERIES

ORDERING INFORMATION

RAS-□□□□

Nil : Standard
 L1 : 1 Coil Latching Type
 L2 : 2 Coils Latching Type

Nil: 1 Form C (SPDT)
 A : 1 Form A (SPST-NO)
 B : 1 Form B (SPST-NC)
 M : Automobile Relay

10:10A 03:DC 3V
 15:15A 05:DC 5V
 20:20A(M type) 06:DC 6V
 09:DC 9V
COIL VOLTAGE 12:DC 12V
 18:DC 18V
 24:DC 24V
 36:DC 36V
TYPE 48:DC 48V

FEATURES:

- UL, CUL & TUV safety approval.
- Heavy current up to 15 amps available, and special 20 amps for automobile industry.
- Epoxy seal type and flux free.
- Satisfying all requirements for car use and household electronic appliances.
- RoHS 2011/65/EU compliant

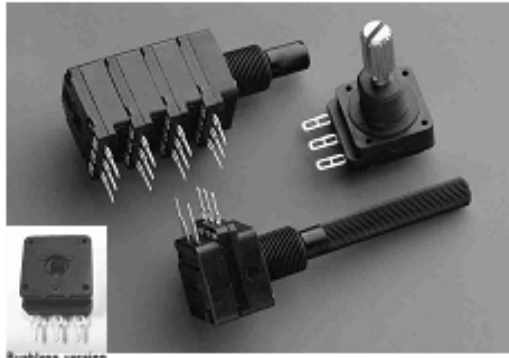
COIL RATING(at 20°C)

NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE (Ω)(±10%)	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)(±10%)	PULL IN VOLTAGE (VDC)	DROP OUT VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
3V	25 Ω	0.36W	120mA	75% MAX.	10% MIN.	130%
5V	69 Ω		72mA			
6V	100 Ω		60mA			
9V	225 Ω		40mA			
12V	400 Ω		30mA			
18V	900 Ω		20mA			
24V	1600 Ω		15mA			
36V	3600 Ω		10mA			
48V	4500 Ω	0.51W	10.6mA	65%	8%	110%
12V (M type)	225 Ω	0.64W	53.3mA			

L1	NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE (Ω)(±10%)	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)(±10%)	SET/RESET VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
	5V	69 Ω	0.36W	72mA	75% MAX.	130%
	6V	100 Ω		60mA		
	9V	225 Ω		40mA		
	12V	400 Ω		30mA		
	18V	900 Ω		20mA		
	24V	1600 Ω		15mA		

L2	NOMINAL VOLTAGE (VDC)	COIL RESISTANCE (Ω)(±10%)	POWER CONSUMPT -ION(W)	NOMINAL CURRENT (mA)(±10%)	SET/RESET VOLTAGE (VDC)	MAX. ALLOWABLE VOLTAGE (VDC)
	5V	55 Ω	0.45W	90mA	75% MAX.	130%
	6V	80 Ω		75mA		
	9V	180 Ω		50mA		
	12V	320 Ω		37.5mA		
	18V	720 Ω		25mA		
24V	1280 Ω	18.8mA				

PRIOLOG C



Bushless version

PC-16 16 mm Carbon Potentiometer

FEATURES

- Carbon resistive element
- Dust proof enclosure
- Polyester substrate
- Modular gang type (up to 4)
- Self extinguishable material UL 94-V0
- Upon request:
 - Metallic support
 - Stereo matching
 - Switch
 - Nut & washer
 - Bushless option available

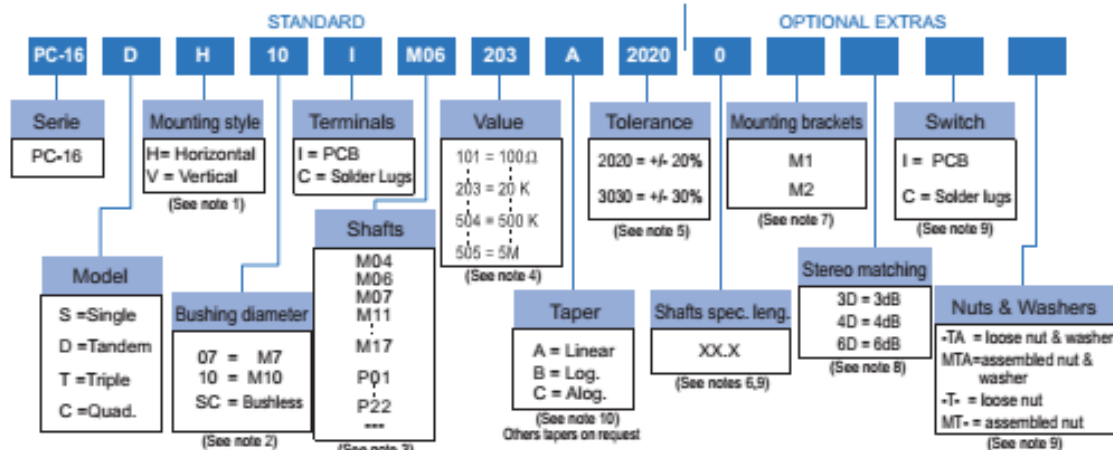
MECHANICAL SPECIFICATIONS

- Mechanical rotation angle: $300^\circ \pm 5^\circ$
- Electrical rotation angle: $280^\circ \pm 20^\circ$
- Torque: 0.5 to 1.5 Ncm. (0.7 to 2.1 in-oz)
- Stop torque: > 40 Ncm. (> 56 in-oz)
- Max. torque nut (binding out): < 80 Ncm. (112 in-oz)
- Thrust and pull in the shaft: > 25 N

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

- Range of values (*) $100\Omega \leq R_n \leq 5$ M (Decad. 1.0 - 2.0 - 2.2 - 2.5 - 4.7 - 5.0)
 - Tolerance (*): $100\Omega \leq R_n \leq 1M\Omega$ $\pm 20\%$
 $1M\Omega < R_n \leq 5M\Omega$ $\pm 30\%$
 - Max. Voltage: 250 VDC (lin) 125 VDC (no lin)
 - Nominal Power 50°C (122°F) (see power rating curve)
 0.2 W (lin) 0.1 W (no lin)
 - Taper (*) (Log. & Alog. only $R_n > 1K$) Lin ; Log; Alog.
 - Residual resistance: $\leq 0.1\%$ R_n (2Ω min.)
 - Equivalent Noise Resistance: $\leq 3\%$ R_n (3Ω min.)
 - Operating temperature**: $-25^\circ\text{C} + 70^\circ\text{C}$ ($-13^\circ\text{F} + 158^\circ\text{F}$)
- * Others upon request ** Up to 85°C depending on application

HOW TO ORDER



- NOTES:
- (1) Mounting style: Type "V" is only available in model "S" potentiometer and with printed circuit terminals.
 - (2) Bushings: Type "10" has two parallel flat surfaces for avoiding rotation. Bushless option only available for single model.
 - (3) M07 shaft is only available with M10 bushing. --- = no shaft
 - (4) Value:
 - Code: 10 1 100 Ω → Number of zeros
 - In models "D", "T", "C", with different values, they will be asked by drawings.
 - (5) Tolerance (non standard), upon request. Example: +7% Code: 07 05 → negative tolerance
 -5% → positive tolerance
 - (6) Shaft special length:
 - Only for special length and plain shafts (not knurled). Example: Shaft $\varnothing 6.35$ L= 24.5 M07 → 24.5 → special length shafts
 - NOTE: Maximum length recommended: L = 45
 - (7) Mounting brackets: Only applicable for model "S", mounting "H" and without switch.
 - (8) Stereo matching: not available for single models. Maximum will be: •3dB for model "D" •4dB for model "T" •6dB for model "C"
 - (9) Not available for Bushless version.
 - (10) Switch option not available with antilog taper.

NOTE: The information contained here should be used for reference purposes only.

QS 9000 ISO 14001
 Certificate N° 72037 Certificate N° 65662

