



ELEKTROTEHNIKA



KRMILJENJE SATELITSKE ANTENE



Franc Kamenik, Janez Čebulj



www.bodiprofi.si





Splošne informacije gradiva

Izobraževalni program

Elektrotehnika

Ime modula

Načrtovanje avtomatiziranih postrojev – M16

Naslov učnih tem ali kompetenc, ki jih obravnava učno gradivo:

Krmiljenje koračnih motorjev

Naslov enote učnega gradiva

Programirljivi logični krmilniki



Povzetek

Gradivo vsebuje: besedilo tekmovalne naloge, postopek reševanja in rešitev naloge.

Ključne besede: PLC, koračni motor, krmiljenje

Avtorji: Franc Kamenik, Janez Čebulj

Drugi avtorji (slikovno, multimedijsko gradivo ...):

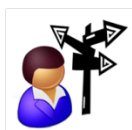
Recenzentka: Maja Azarov Domajnko

Lektorirala: Alenka Zorko

Datum: junij 2012



To delo je ponujeno pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija licenco.



Kazalo

<i>Krmiljenje satelitske antene</i>	<i>0</i>
<i>Predstavitev ciljev enote.....</i>	<i>1</i>
<i>KORAČNI MOTOR.....</i>	<i>1</i>
<i>PROGRAMIRLJIVI LOGIČNI KRMILNIK (plik).....</i>	<i>4</i>
<i>Krmiljenje satelitske antene</i>	<i>5</i>
<i>Vaje za razumevanje delovanja koračnega motorja</i>	<i>10</i>
<i>Ponovimo</i>	<i>19</i>
<i>Medpredmetno povezovanje</i>	<i>20</i>
<i>Literatura in viri</i>	<i>21</i>

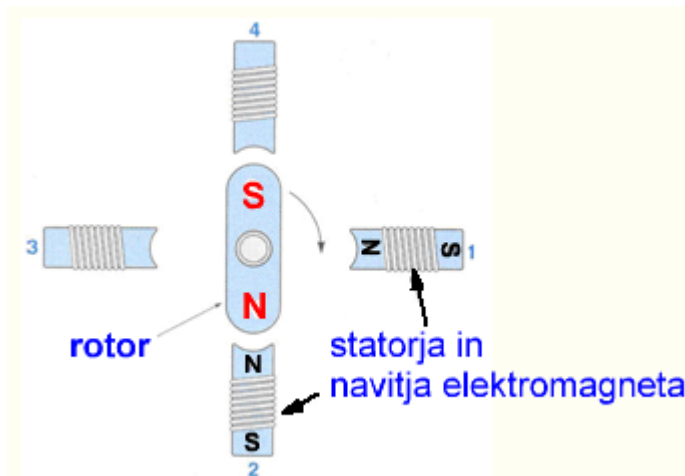
PREDSTAVITEV CILJEV ENOTE

Cilj enote je spoznati, kako deluje koračni motor, kako ga priključiti na mikrokrmilnik, kako ga sprogramirati in za kakšne namene ga lahko uporabimo. Prav tako se naučimo, kakšne so možne uporabe programirljivih logičnih krmilnikov PLK (ang. Programmable Logic Controller – PLC).

KORAČNI MOTOR

Koračni motorji so inkrementalni elektromagnetni aktuatorji, ki pretvarjajo digitalne vhodne impulze v premike osi motorja. Pri tem gre za nize enakih zasukov, ki jih imenujemo koraki. Če motor ustrezno vodimo, je število korakov enako številu vhodnih impulzov. Najbolj enostavni so koračni motorji s trajnim magnetom.

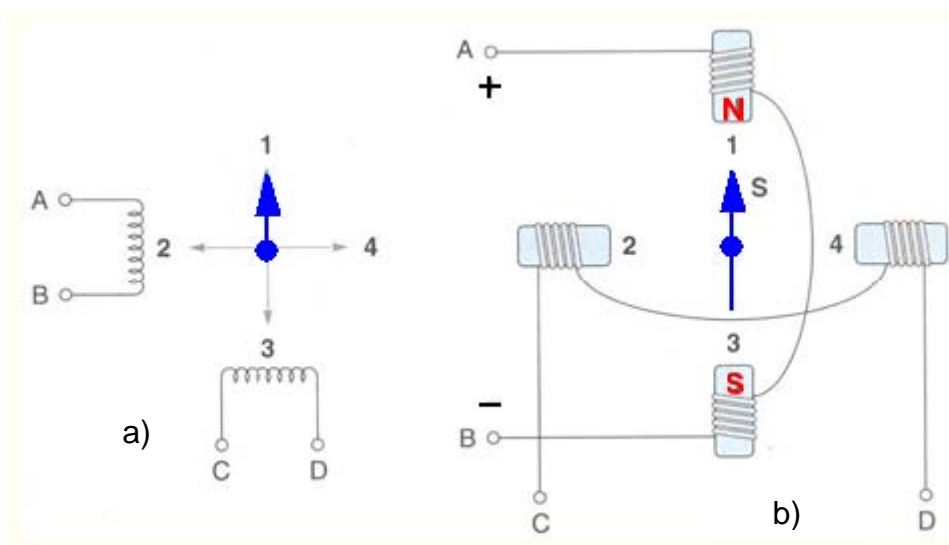
Pri **koračnem motorju s trajnim magnetom** (slika 1) je rotor trajni magnet, na statorjevih polih pa so navitja elektromagneta. Predpostavimo, da je rotor v začetnem položaju kot je prikazano na sliki 1. Če sedaj vzbuja navitje 1, bo tuljava 1 privlačila severni pol rotorja in rotor se bo premaknil v smeri proti navitju 1, to je za 90° v smeri urinega kazalca. Če zapovrstjo vzbuja navitja 1, 2, 3 in 4, se bo motor premikal v desno oziroma v smeri urinega kazalca.



Slika 1: Koračni motor s trajnim magnetom

Velika prednost koračnega motorja je, da ga lahko uporabimo brez povratne zanke s senzorjem za merjenje položaja, saj je položaj rotorja znan oziroma ga lahko določimo iz števila narejenih korakov.

Koračne motorje delimo glede na izvedbo gonilnih tuljav na bipolarni in unipolarni koračni motorje. **Bipolarni koračni motor (slika 1)** ima za vsako fazo po eno tuljavo

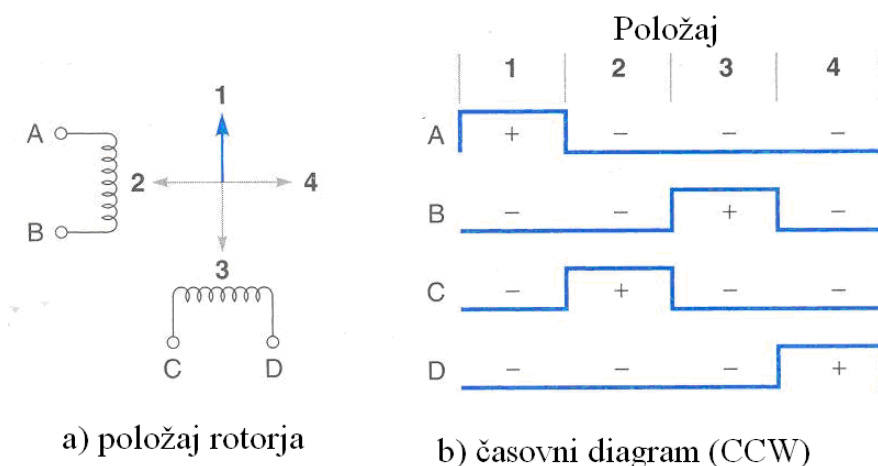


Slika 2: Simbol bipolarnega koračnega motorja (a) in vezava tuljavic (b)

Če hočemo, da se bo motor vrtel v smeri nasproti urinega kazalca (ang. counterclockwise – CCW), potem moramo vzbujati navitja na sledeč način:

Navitje	Položaj
A+ B-	1
C+ D-	2
A- B+	3
C- D+	4

Izmenično vzbujamo navitji AB in CD. Vidimo, da se smer priključene napetosti na posameznem navitju spreminja. S tem se spreminja tudi smer toka skozi navitje. Od tod prihaja tudi ime bipolarni koračni motor.



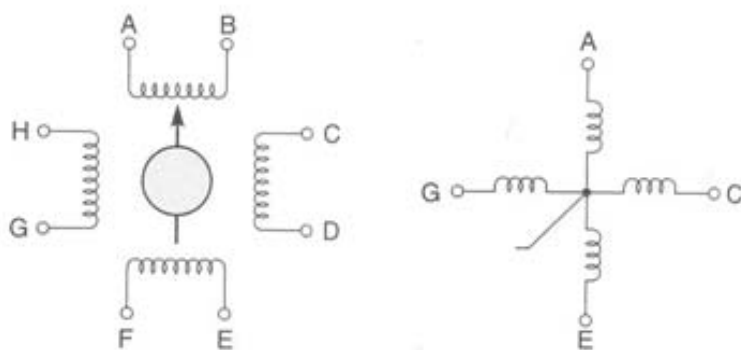
Slika 3: Delovanje bipolarnega koračnega motorja

Lahko pa vzbujamo obe navitji hkrati. V tem primeru rotor privlačita dva pola statorja. Rotor se premakne v vmesni položaj. Moment motorja je večji, kot pri enojnem vzbujanju. Potrebujemo pa večji tok, prav tako je vzbujanje bolj komplicirano. Spodnja tabela prikazuje vzbujanje navitij in položaj rotorja.

Navitje	Položaj
A+ B- in C+ D-	1' med 1 in 2
A- B+ in C+ D-	2' med 2 in 3
A- B+ in C- D+	3' med 3 in 4
A+ B- in C- D+	4' med 4 in 1

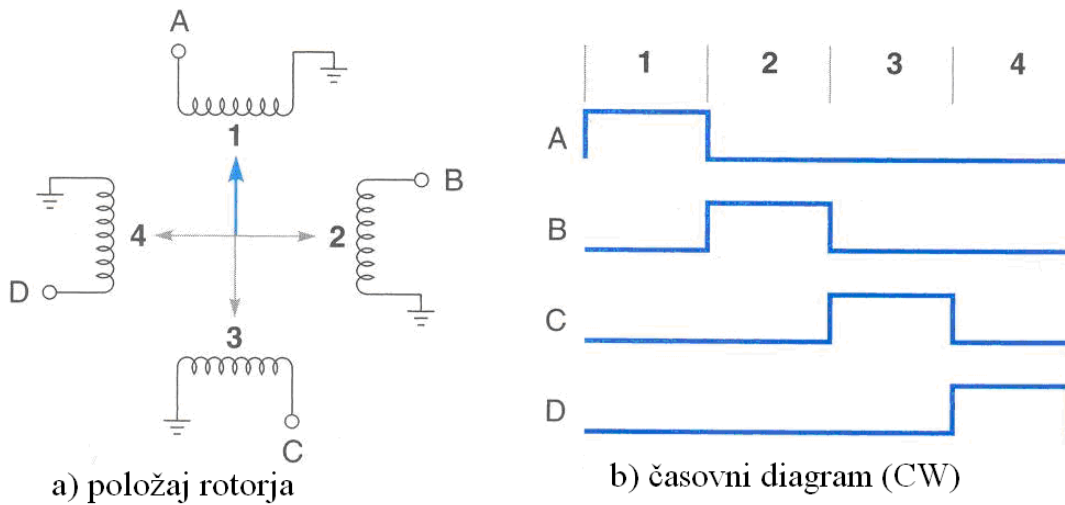
Slika 4: Tabela za vzbujanje navitij in položaj rotorja

Unipolarni koračni motor pa ima dve navitji na en polov par (slika 5). Vsako navitje lahko vzbuja neodvisno od drugih navitij. Najenostavnejši način krmiljenja tega koračnega motorja je, da vzbuja navitja eno za drugim in sicer najprej vzbuja navitje AB potem CD, EF in nazadnje GH. V tem primeru bi se motor vrtel v smeri urinega kazalca. Tok v navitju teče vedno v isto smer, zato se tudi imenuje unipolarni koračni motor. Če pa bi vzbuja dve navitji hkrati (npr. AB in CD), bi se rotor postavil v vmesni položaj



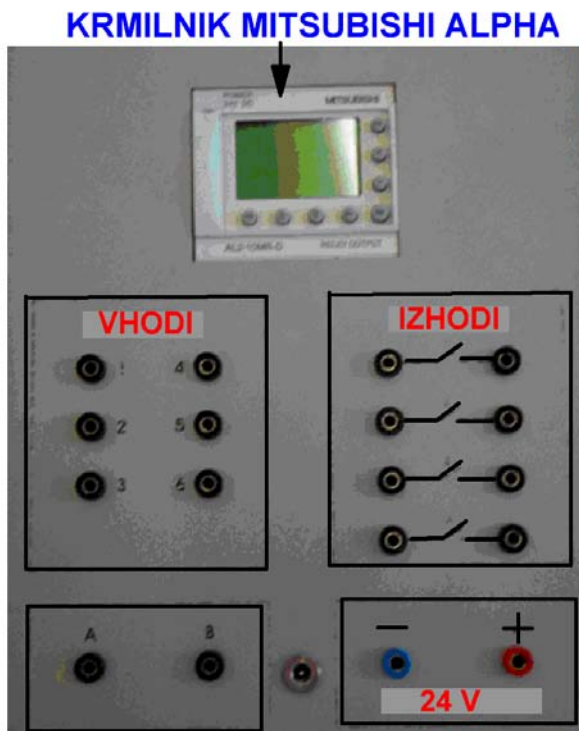
Slika 5: Zgradba in simbol unipolarnega koračnega motorja

Za krmiljenje unipolarnega koračnega motorja je potrebna elektronika bolj enostavna kot v prejšnjem primeru, kajti spreminjanje smeri toka ni potrebno. Slika 6 prikazuje časovni diagram za signale, ki jih potrebujemo za vzbujanje tuljav motorja. Te signale lahko dobimo, podobno kot v prejšnjem primeru, z dvobitnim števcem in dekodirnikom. Potem sledijo darlington tranzistorji, ki zagotavljajo dovolj toka za tuljavice motorja. Izhod dekodirnika, ki je na visokem nivoju, odpre ustrezen tranzistor in pripadajoča tuljavica motorja je vzbuja.



Slika 6: Delovanje unipolarnega koračnega motorja (vrtenje v smeri urinega kazalca-CW)

PROGRAMIRLJIVI LOGIČNI KRMILNIK (PLK)



Slika 7: Krmilnik Mitsubishi Alpha v ohišju

Za krmiljenje smo izbrali programirljivi logični krmilnik (PLK) Mitsubishi Alpha, ker ga imajo vse srednje elektro šole in ga dijaki dobro poznajo. Različica, ki je vgrajena v dodatno ohišje, omogoča enostavno povezovanje vhodnih in izhodnih naprav.

Programiranje je razmeroma preprosto. Prve rezultate lahko dobimo dokaj hitro, omogoča pa nam tudi razvoj kompleksnejših aplikacij. Program za krmiljenje koračnega motorja lahko razvijamo postopoma. Najprej preizkusimo osnovno delovanje, krmilimo lahko le po eno tuljavico, nato nadgradimo program za krmiljenje dveh tuljavic, v načinu delovanja s polnim korakom in nato še s polovičnim. Potem lahko dodamo funkcije, kot so upočasnjevanje gibanja, postavljanje v začetni položaj in krmiljenje z analognim krmilnim signalom.

KRMILJENJE SATELITSKE ANTENE

Koračni motor vrti anteno. Začetno oz. izhodiščno lego in končni legi ugotavljajo optični senzorji (S1, S2, S3). Položaj antene ugotavljamo prek potenciometra P2. Vse digitalne vhodne enote (senzorji, tipka) dajejo na izhodu **prenizko napetost (10 V)** za digitalni vhod, zato jih zajemamo kot analogne vhode.

Uporabimo unipolarni koračni motor. Krmilimo dve tuljavici hkrati. Za krmiljenje motorja uporabimo dva izhoda krmilnika in zunanje relejsko vezje.

Ob **prvem** pritisku na tipko T1 naj motor postavi anteno v izhodiščni položaj, ki ga določa optični senzor S3. Izhodiščni položaj je približno na polovici med senzorjema za končni položaj S1 in S2.

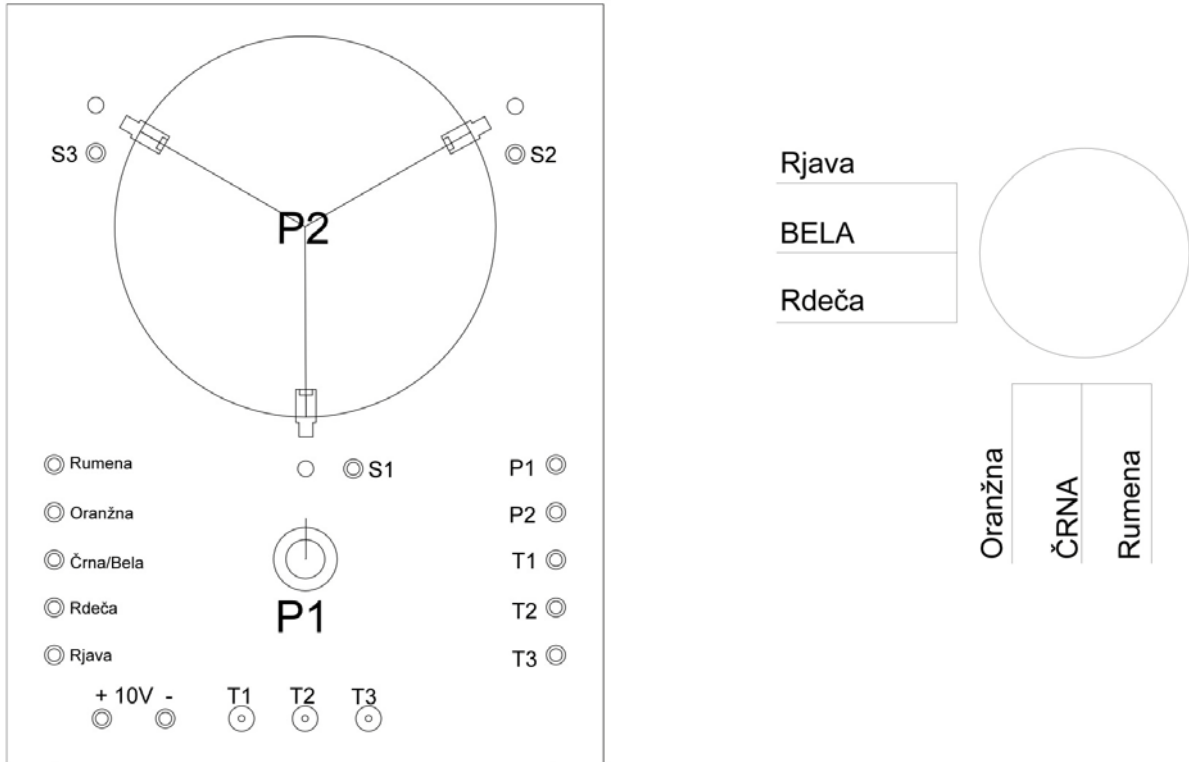
Ob **drugem** pritisku na tipko T1 naj motor postavi anteno v zeleni položaj, ki ga določimo s potenciometrom P1. Želena vrednost primerjamo z dejansko vrednostjo položaja antene, ki jo ugotavlja potenciometer P2.

Koračni motor vrti anteno s polno hitrostjo do približno 75% zelenega položaja. Zadnji del poti naj se vrti s polovično hitrostjo. Mikrokrmilnik v prvi vrstici izpiše "Približujem". Ko doseže zeleni položaj, mikrokrmilnik v prvi vrstici izpiše "Nastavljeno".

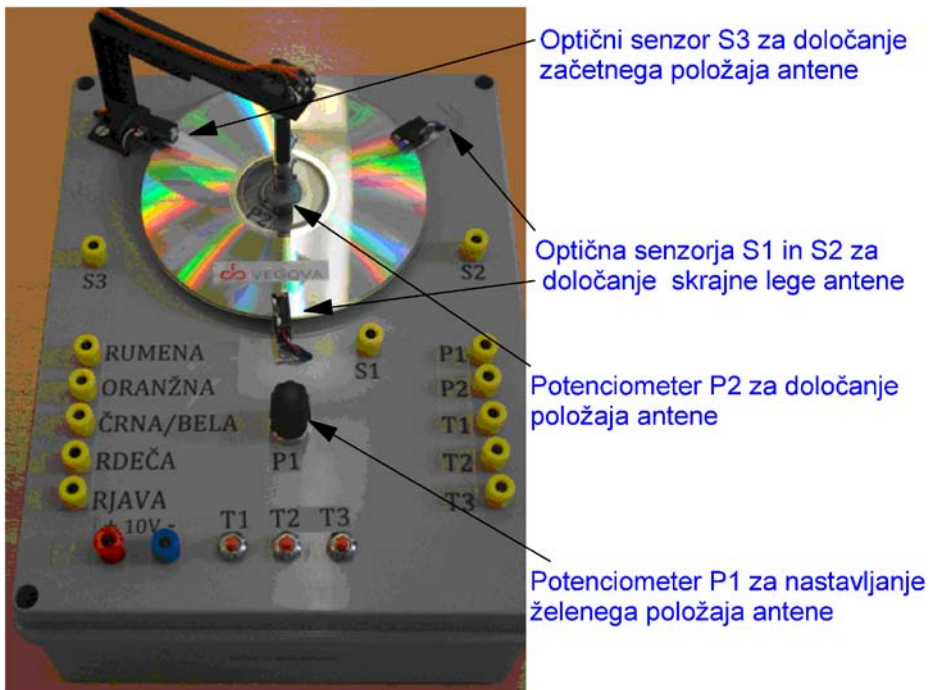
Če doseže motor končno levo ali desno lego, se mora ustaviti, sicer lahko uničimo potenciometer.

Izpis položaja antene

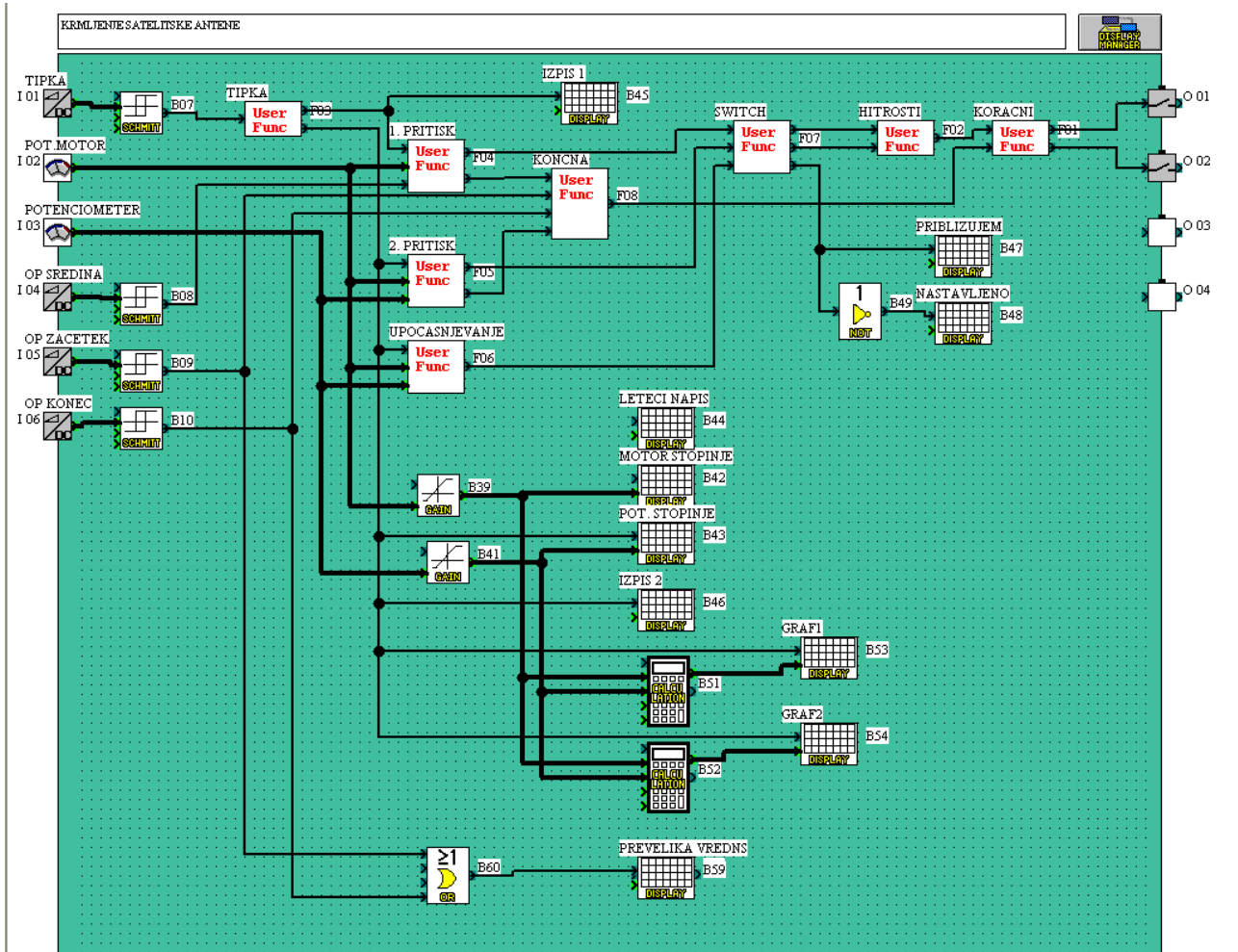
V prvi vrstici naj se na zaslonu mikrokrmilnika izpiše "Nastavljeno" ali "Približujem", v drugi vrstici zaslona se ob prvem pritisku na T1 izpisujeta vrednost potenciometra P2 in začetni položaj v kotnih stopinjah, ob drugem pritisku na T1 pa se izpisujeta vrednosti potenciometrov P1 in P2 v kotnih stopinjah, v tretji vrstici zaslona se izriše grafični prikaz odstopanja od zelene lege, v četrti vrstici zaslona se izpisujejo imena tekmovalcev, leteči izpis.



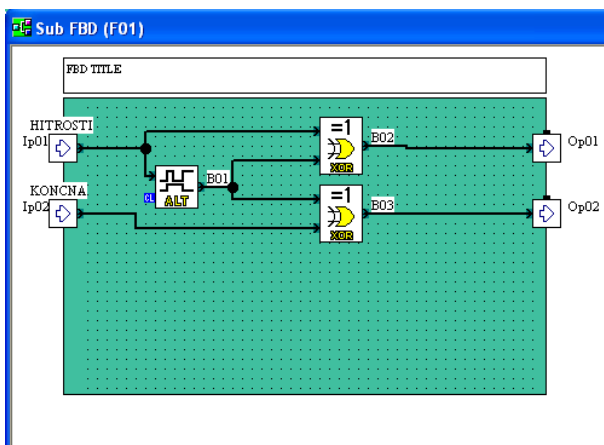
Slika 8: Testna plošča in priključki motorja



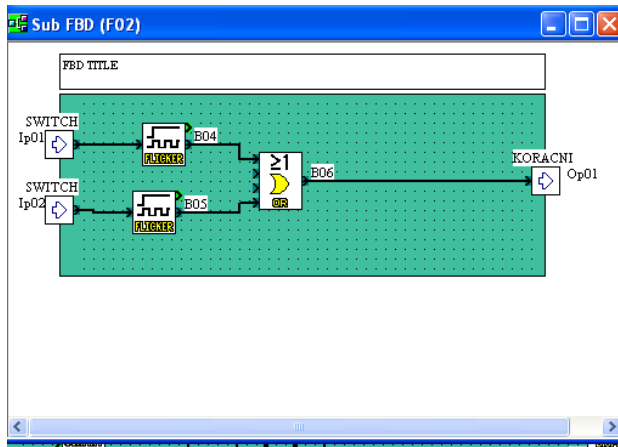
Slika 9: Model, ki smo ga izdelali na šoli



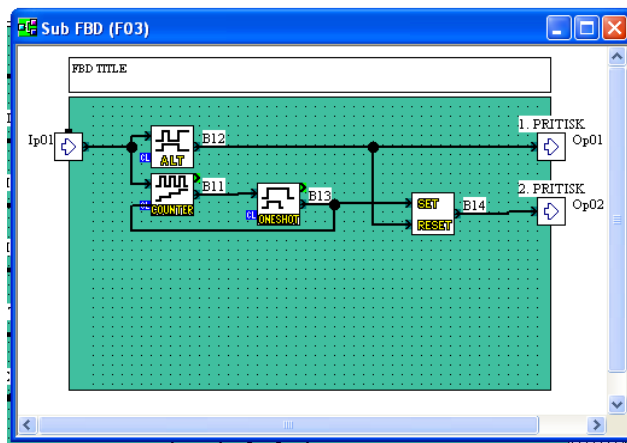
Slika 10: Ena od rešitev (avtorja Cvetko, Turšič)



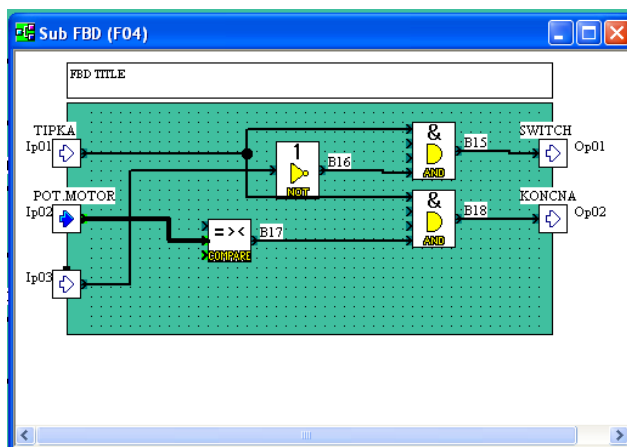
Slika 11: Pomik motorja (korak in smer)



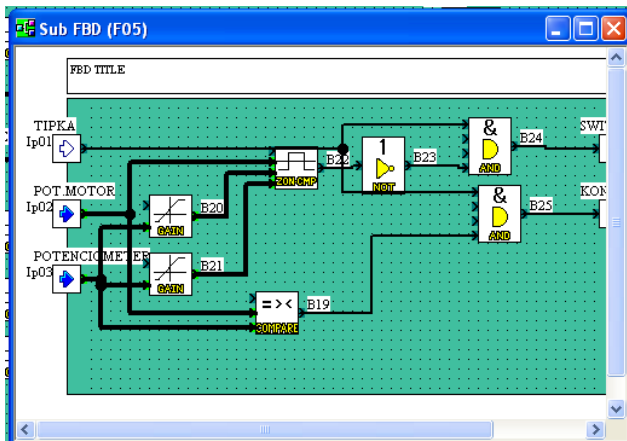
Slika 12: Hitrost motorja



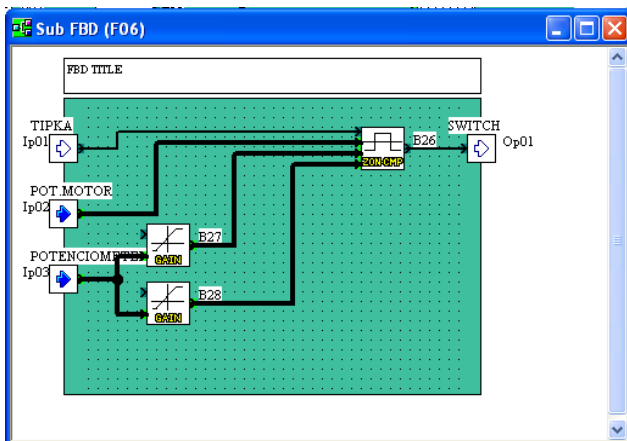
Slika 13: Tipka (pritisk na tipko prvič, drugič ...)



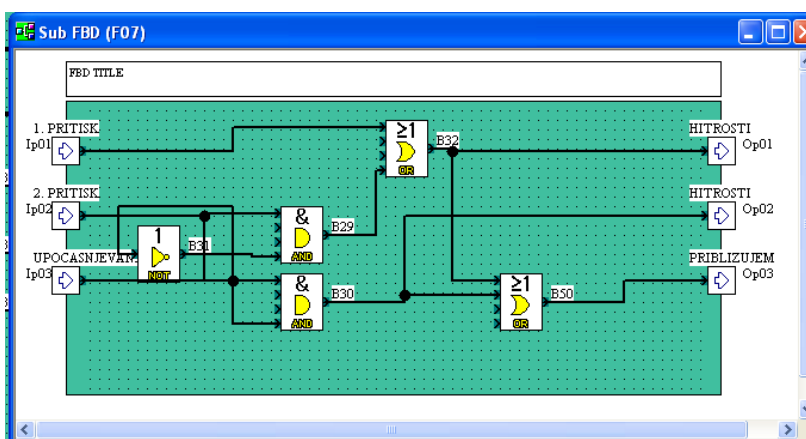
Slika 14: Izhodiščni položaj (1. pritisk)



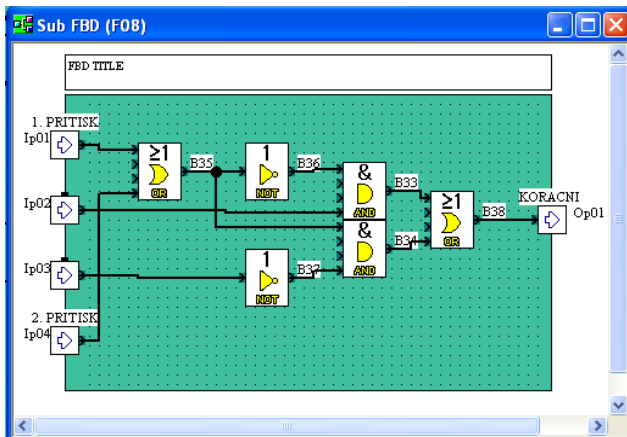
Slika 15: Želeni položaj (2. pritisk)



Slika 16: Upočasnjevanje



Slika 17: Preklop med načini (Switch)

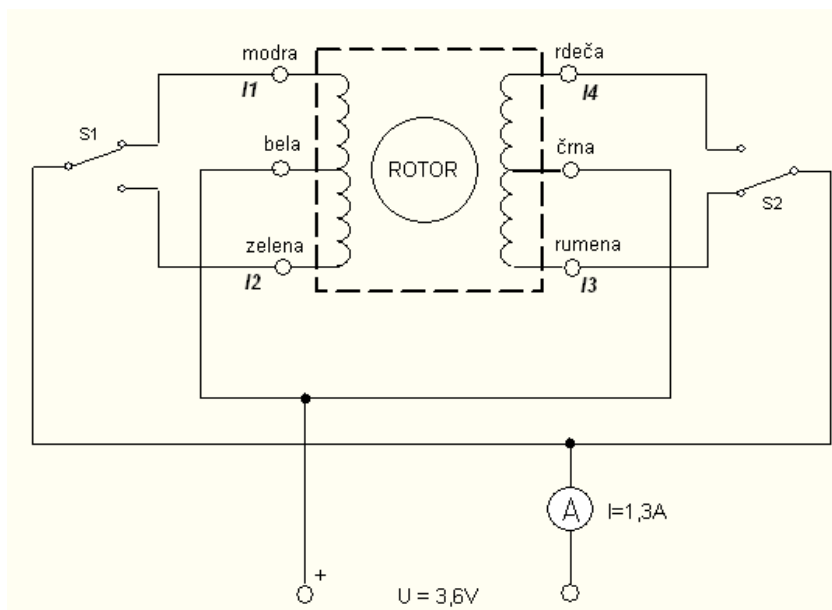


Slika 18: Smer (Končni - oznaka v programu)

Če je na izhodu ALI vrat B38 logična 1, se spremeni smer vrtenja koračnega motorja.

VAJE ZA RAZUMEVANJE DELOVANJA KORAČNEGA MOTORJA

Krmiljenje koračnega motorja z dvema stikaloma

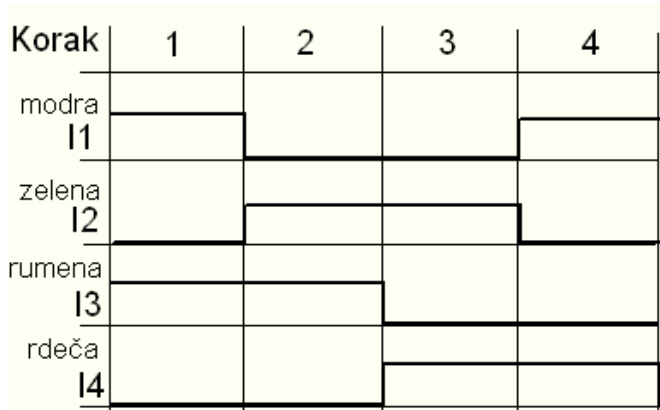


Slika 19: Električna shema priključenih elementov

Opomba: V tem primeru je uporabljen drugačen koračni motor (druge barve priključkov, druga nazivna napetost, tok).

Najprej preizkusimo delovanje koračnega motorja z ročnim krmiljenjem z dvema stikaloma. Seveda ta rešitev v praktičnih izvedbah nima pomena, je pa bistvena za dobro razumevanje delovanja koračnega motorja.

S pravilnim zaporedjem ročno preklaplajte stikali tako, da bo motor počasi korakal naprej ali nazaj.



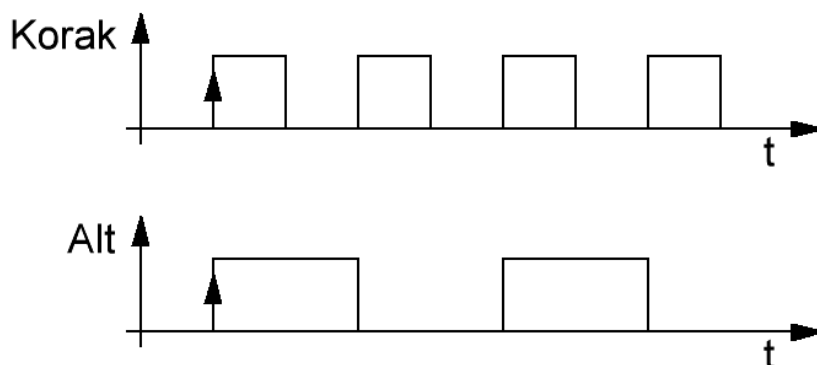
Korak	I1 modra	I2 = $\overline{I1}$ zelena	I3 rumena	I4 = I3 rdeča
1	1	0	1	0
2	0	1	1	0
3	0	1	0	1
4	1	0	0	1

Slika 20: Časovni potek (časovni diagram in tabela)

Krmiljenje koračnega motorja z enim stikalom

Uporabite funkciji Alt in EXOR tako, da bomo dobili želeno zaporedje na izhodih samo s preklapljanjem enega stikala.

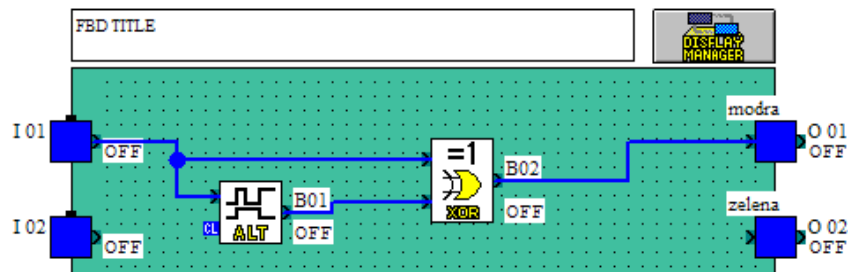
Upoštevajte časovni diagram za funkcijo ALT:



Slika 21: Časovni diagram za funkcijo ALT

Če pogledamo le en izhod (modra), vidimo, da se ravna po funkciji XOR. Vhoda v tabeli sta signal s stikala in signal iz ALT.

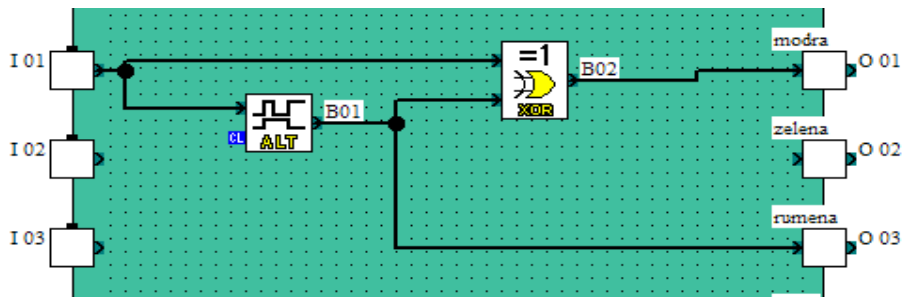
ALT	stikalo	modra
0	0	0
1	1	0
1	0	1
0	1	1



Slika 22: Uporaba funkcije ALT in EXOR

Dodajmo izhod rumena, ki je enak ALT.

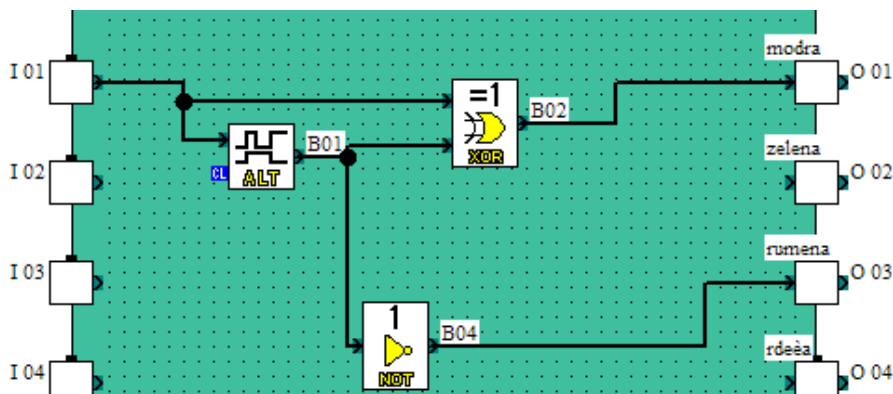
ALT	stikalo	modra	rumena
0	0	0	0
1	1	0	1
1	0	1	1
0	1	1	0



Slika 23: Dodamo še en izhod (rumena)

Če želimo vrtenje v drugo smer, pri rumeni negiramo ALT.

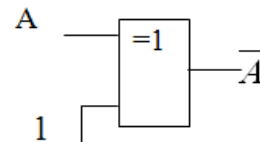
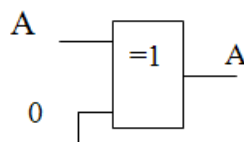
ALT	stikalo	modra	rumena
0	0	0	1
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0



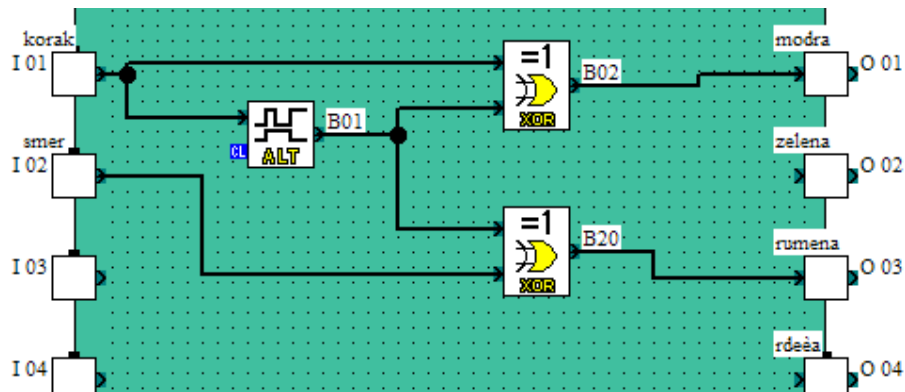
Slika 24: Sprememba smeri vrtenja

Dodajmo stikalo za izbiro smeri vrtenja. Vrata XOR negirajo ALT, če je na drugem vhodu logična 1 (izbirno stikalo = 1), ali prepustijo enak signal, če je na drugem vhodu logična 0. XOR deluje torej kot stikalo za vklop oz. izklop negatorja.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

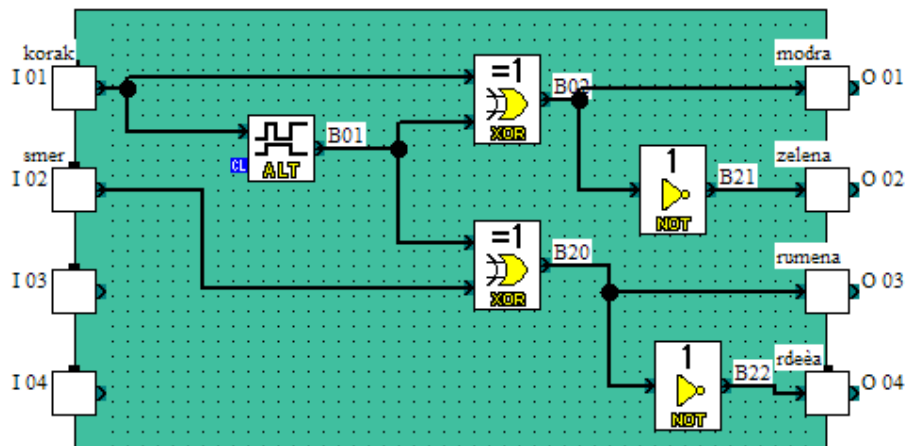


Slika 25: Pravilnostna tabela za XOR vrata in komplementiranje vhodne spremenljivke z XOR vrati

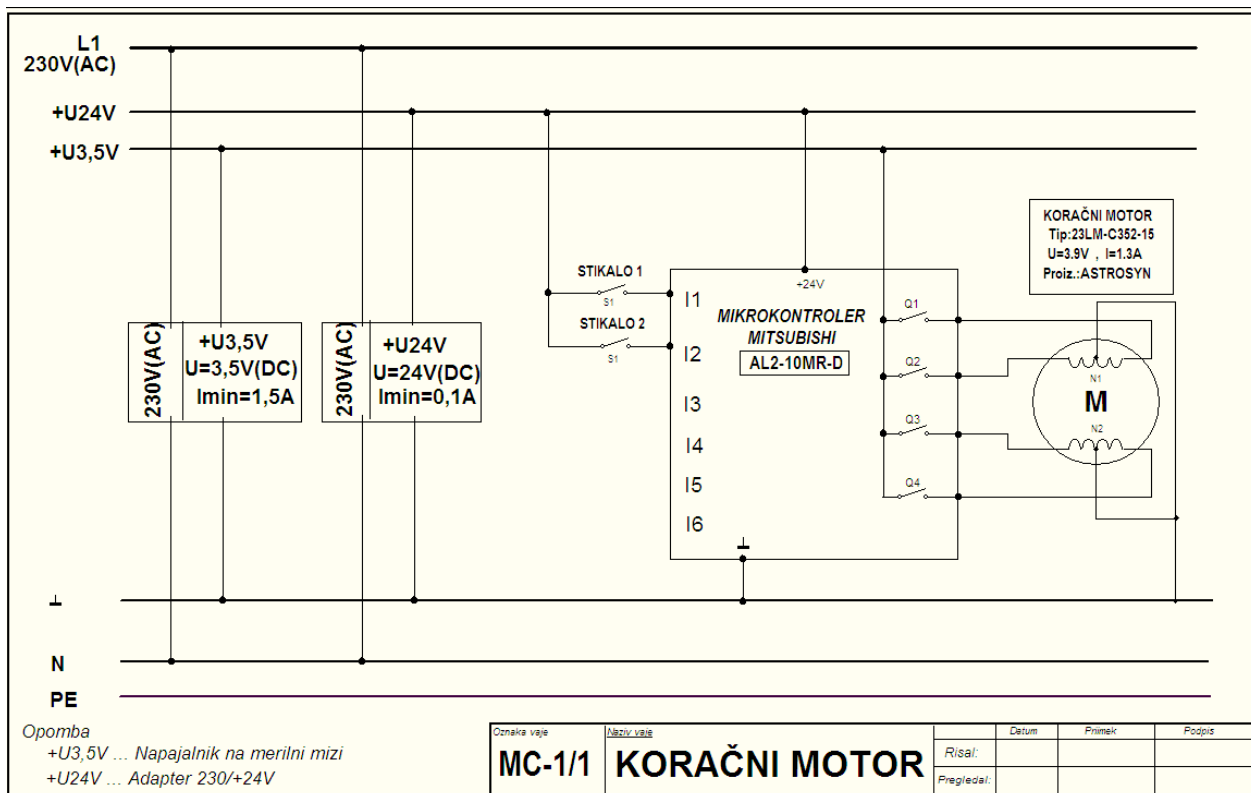


Slika 26: Dodano stikalo za izbiro smeri

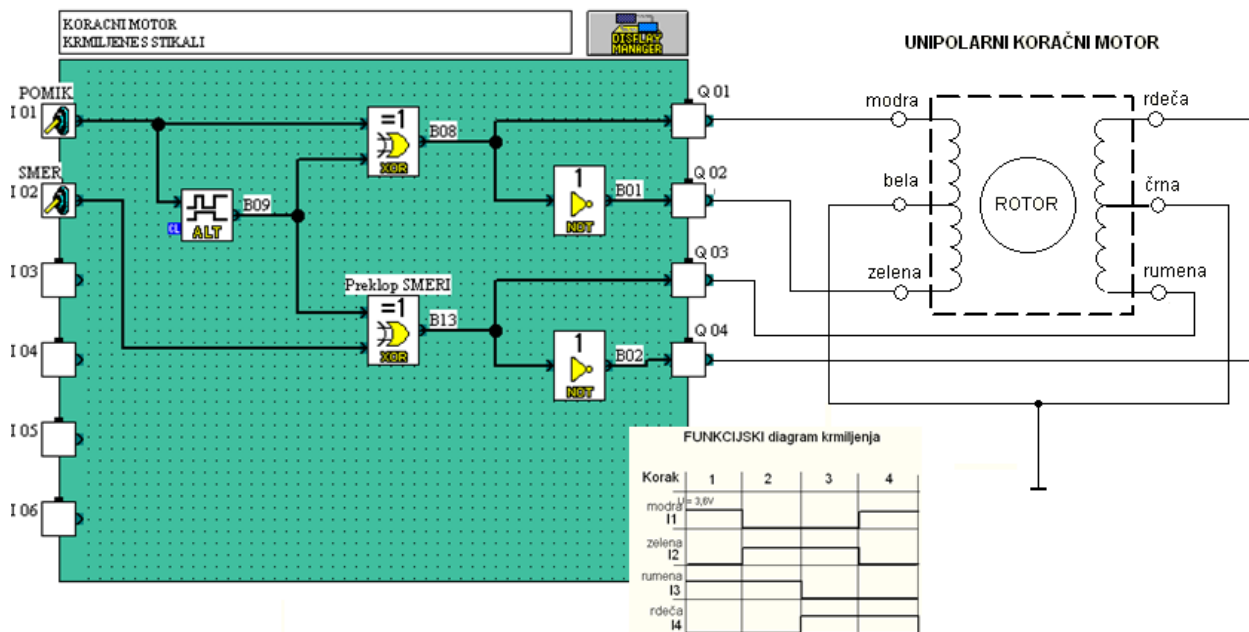
Dodajmo še negirana izhoda (zelena, rdeča).



Slika 27: Dodana še negirana izhoda za zeleno in rdečo



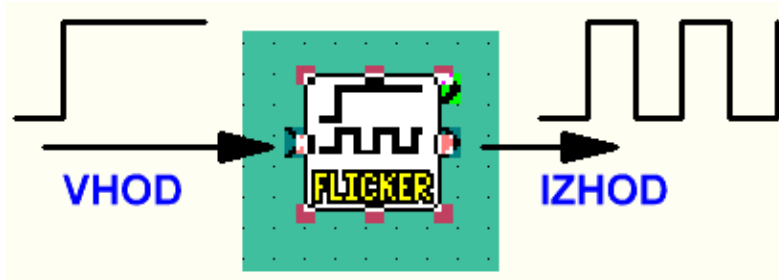
Slika 28: Električni načrt priključitve koračnega motorja na krmilnik



Slika 29: Priključitev koračnega motorja na krmilnik

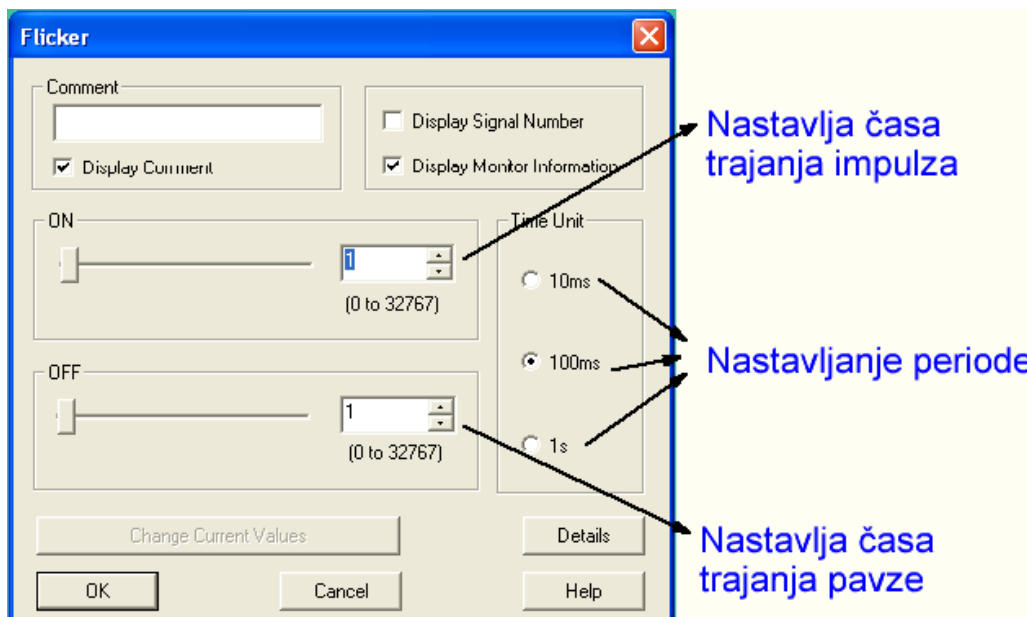
Krmiljenje koračnega motorja s funkcijo Flicker

Namesto ročnega preklapljanja uporabite funkcijo Flicker.

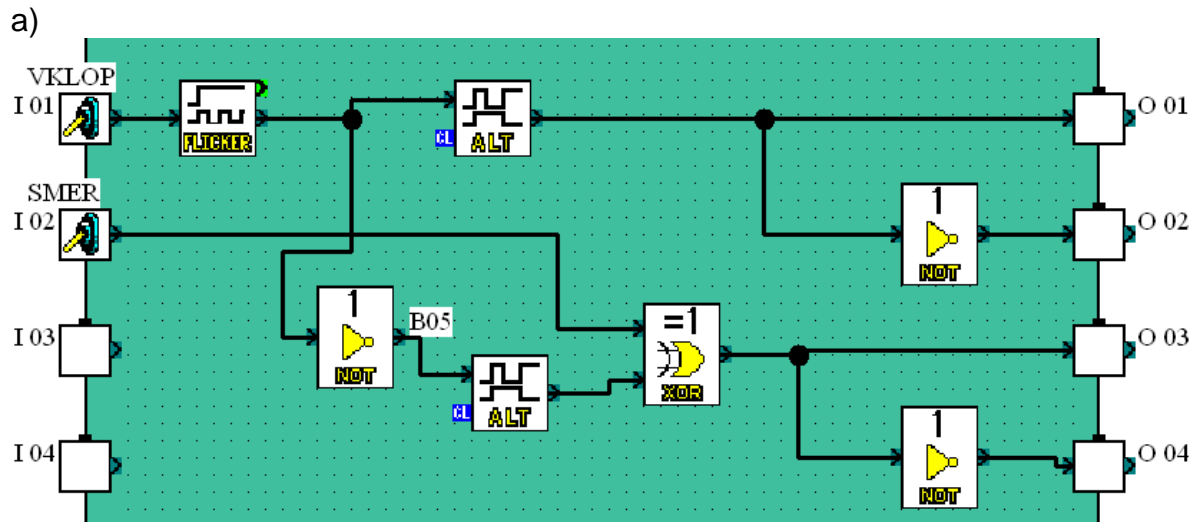


Slika 30: Simbol funkcije Flicker

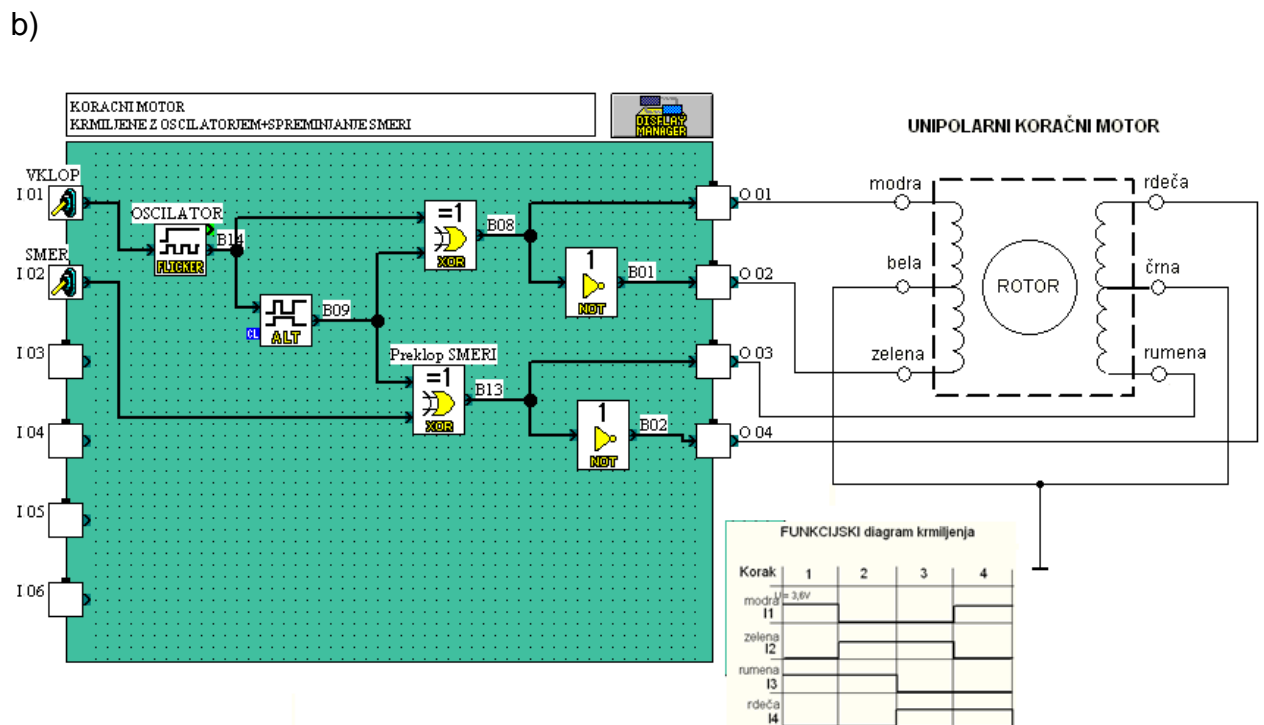
Če damo na vhod logično 1, dobimo na izhodu pravokotne impulze. Pravokotnim impulzom lahko nastavljamo periodo in s tem frekvenco ter čas trajanja impulza in pavze (slika 31).



Slika 31: Nastavljanje parametrov funkciji Flicker

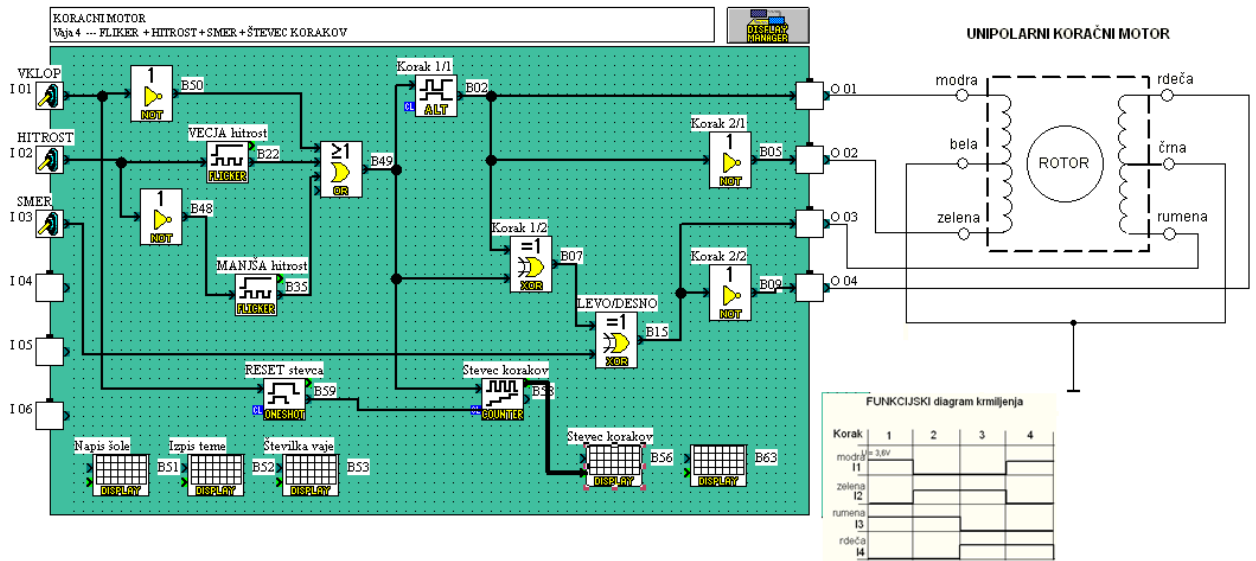


Slika 32: Uporaba funkcije Flicker



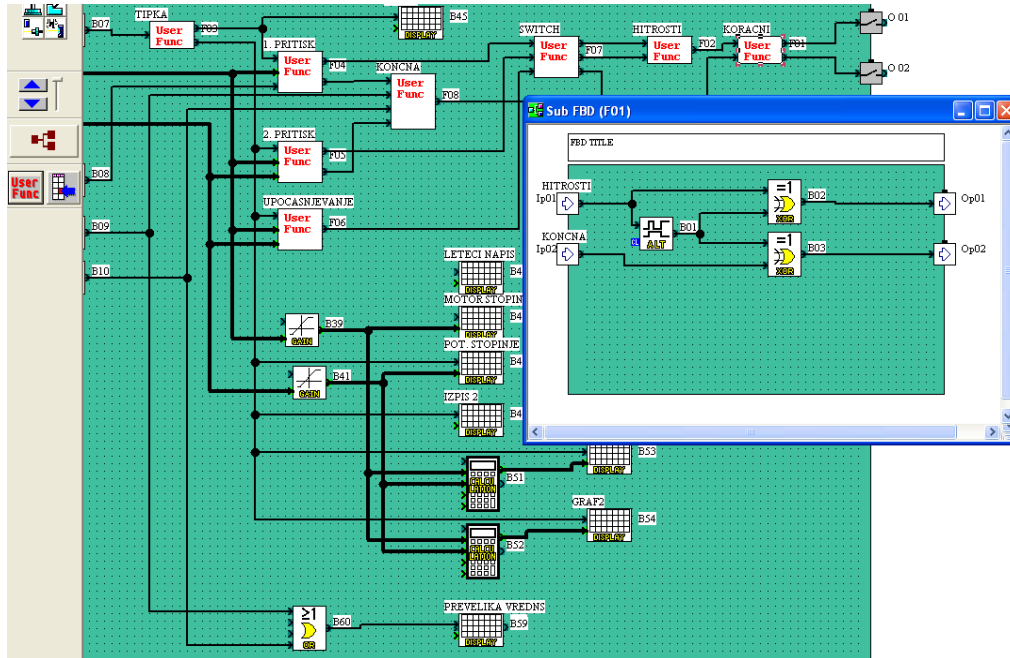
Slika 33: Uporaba funkcije Flicker in izbira smeri vrtenja

Dodajmo stikalo za izbiro hitrosti vrtenja in izpise.



Slika 34: Izbira hitrosti vrtenja in izpisovanje

Uporabite **funkcijski blok** za tisti del programa, ki je osnoven za krmiljenje koračnega motorja (izberite ustrezne elemente, desni klik, Create User Function).



Slika 35: Uporaba funkcijskega bloka

Dodajte dva zunanja releja, da bomo na krmilniku porabili le dva izhoda.

PONOVIMO

Narišite in opišite princip delovanja koračnega motorja ter navedite primere uporabe. Kako spreminjamo smer vrtenja in kako krmilimo koračni motor?

Narišite vezje s koračnim motorjem in dvema stikaloma za ročno krmiljenje ter fizično preizkusite model.

Narišite vezje s koračnim motorjem in krmilnikom Alpha in napišite funkcijski blokovni diagram. Preizkusite model. Uporabite štiri izhode iz krmilnika. Korak povzročite s preklapljanjem stikala "korak".

Dodajte stikalo za izbiro smeri in preizkusite delovanje.

Dodajte element "Flicker" za preklapljanje. Preizkusite delovanje.

Dodajte vezju dva zunanja releja in popravite program tako, da bomo za krmiljenje motorja uporabili le dva izhoda.

MEDPREDMETNO POVEZOVANJE

Povezava s tujim jezikom: izdelava slovarja strokovnih izrazov; iskanje spletnih dokumentov s pomočjo ključnih besed, zapisanih v tujem jeziku; izdelava projektne naloge s koračnim motorjem, ki jo dijaki predstavijo v tujem jeziku.

Povezava s fiziko, osnovami elektrotehnike: ponovitev elektromagnetike, delovanja motorjev.

Projektno delo, delo v skupinah: izdelava projektne naloge s koračnim motorjem, DC- ali AC-motorji.



LITERATURA IN VIRI

Hugh Jack (2009): *Automating Manufacturing Systems with PLCs*.
Pridobljeno 20. 1. 2011 iz <http://engineeronadisk.com/>

Nebojša Matič (2003): *PLC controllers*.
Pridobljeno 20. 1. 2011 iz <http://www.mikroe.com/old/books/plcbook/plcbook.htm>

Splet: Pridobljeno 17. 11. 2011 iz <http://www.technologystudent.com/elec1/digg3.htm>