

Pr. 5-1 Dvostruko delay-off kolo

Zadatak: Jedan ulaz, A, i dva izlaza, B i C. Oba izlaza se uključuju kad i A. Izlaz B se isključuje sa zakašnjenjem od 10s, a C sa zakašnjenjem od 20s u odnosu na A=0.

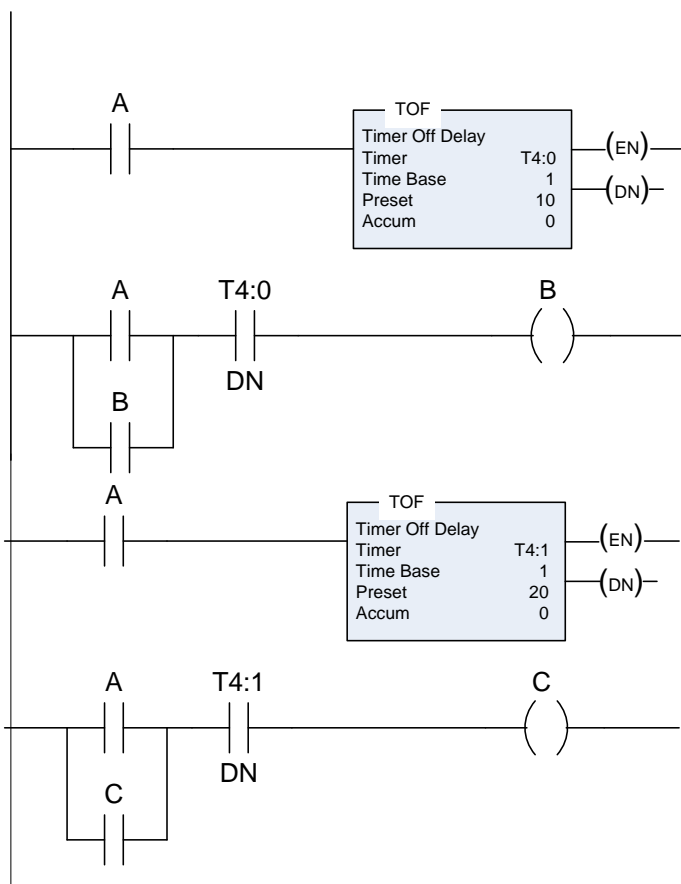
Rešenje: Zadatak možemo rešiti po ugledu na rešenje zadatka iz Pr. 5-4, s tom razlikom što sada treba koristiti dva para TOF tajmer - Start/Stop kolo. Oba tajmera se kontrolišu ulazom A. Tajmer za izlaz B je podešen na 10s, a tajmer za izlaz C na 20s. (Sl. 5-12)

Pr. 5-2 Dvostruko delay-on kolo

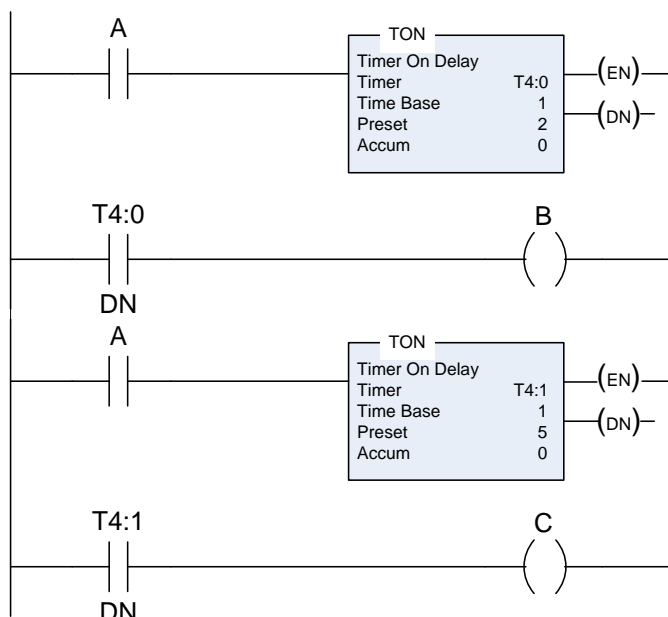
Zadatak: Jedan ulaz, A, i dva izlaza B i C. U odnosu na A, B se uključuje sa zakašnjenjem od 2s, a C sa zakašnjenjem od 5s. A=0, isključuje oba izlaza (B=C=0).

Rešenje: Zadatak možemo rešiti po ugledu na zadatak iz Pr. 5-5. Koristimo dva TON tajmera, jedan koji kontroliše izlaz B, a drugi izlaz C. Tajmer za B je podešen na 2s, a tajmer za C na 5s. (Sl. 5-13)

Drugo rešenje bi bilo da se tajmeri povežu "redno", tako da se tajmer za C omogućava DN bitom tajmera za B. Tajmer za B je podešen na 2s, a tajmer za C na 3s (5s-2s).



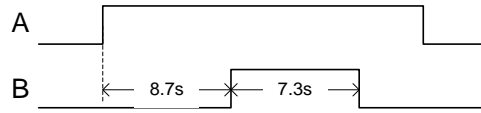
Sl. 5-1 Dvostruko delay-off kolo



Sl. 5-2 Dvostruko delay-on kolo

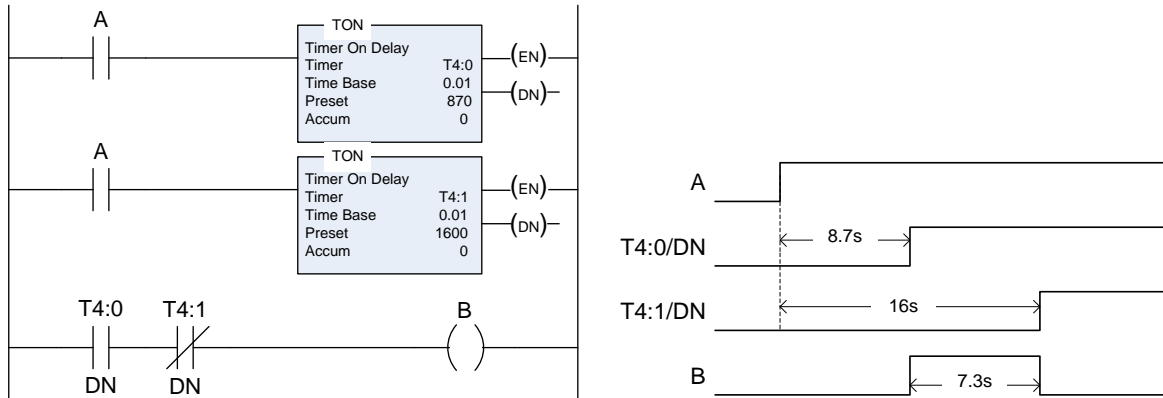
Pr. 5-3 "Pomereni" impuls

Zadatak: Jedan ulaz, A, jedan izlaz, B. $A=0 \Rightarrow B=0$. Za vreme dok je $A=1$, na izlazu B se generiše impuls koji počinje 8.7s nakon $A=1$ i traje 7.3s (Sl. 5-14).



Sl. 5-3 Vremenski dijagram za zadatak iz Pr. 5-8.

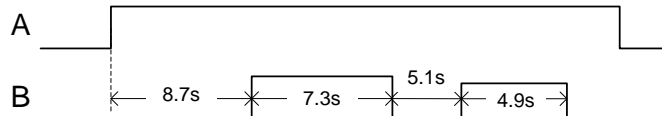
Rešenje: Potrebna su dva TON tajmera, prvi (T4:0) podešen na vreme 8.7s, a drugi (T4:1) na 16s ($8.7 + 7.3$). Oba tajmera se kontrolišu ulazom A (Sl. 5-15). Na vremenskom dijagramu sa Sl. 5-15 vidimo kako se menjaju *Done* bitovi tajmera: T4:0/DN postaje 1 8.7s nakon $A=1$, dok T4:1/DN postaje 1 16s nakon $A=1$. Lako je uočiti da izlaz B ima vrednost 1 kada je $T4:0/DN = 1$ i $T4:1/DN = 0$.



Sl. 5-4 Rešenje zadatak iz Pr. 5-8.

Pr. 5-4 Povorka impusla

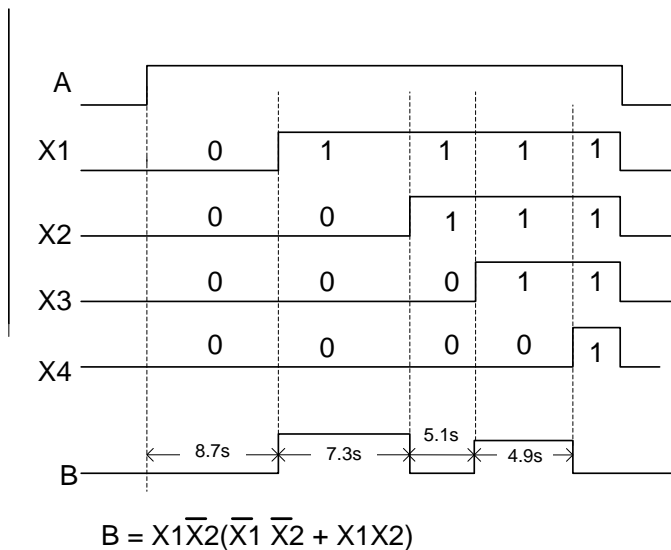
Zadatak: Jedan ulaz, A, i jedan izlaz, B. Za vreme dok je $A=1$, na izlazu B se generiše signal kao na Sl. 5-16.



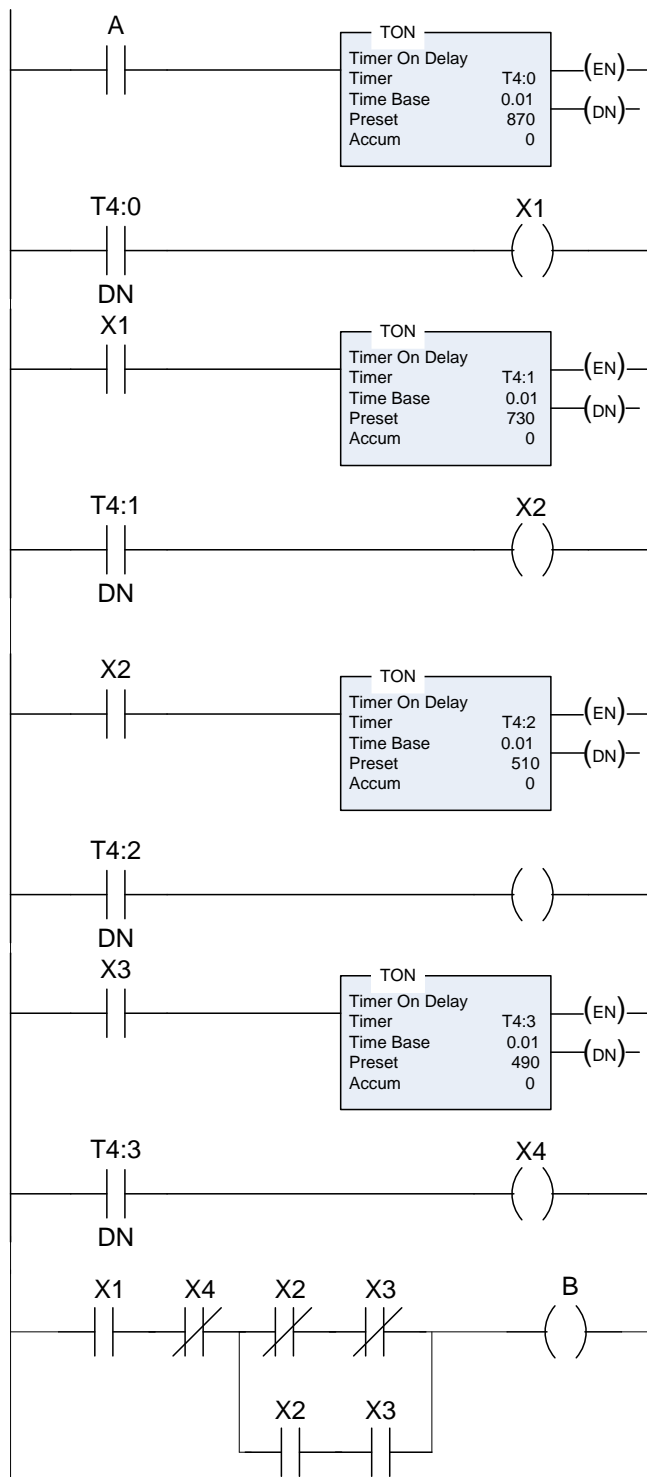
Sl. 5-5 Vremenski dijagram za zadatak iz Pr. 5-9

Rešenje:

Zadatak se rešava uvođenjem pomoćnih bitova X1, X2, X3 i X4, Sl. 5-17. Odgovarajući leder dijagram je prikazan na Sl. 5-18



Sl. 5-6 Talasni dijagram sa uvedenim pomoćnim bitovima



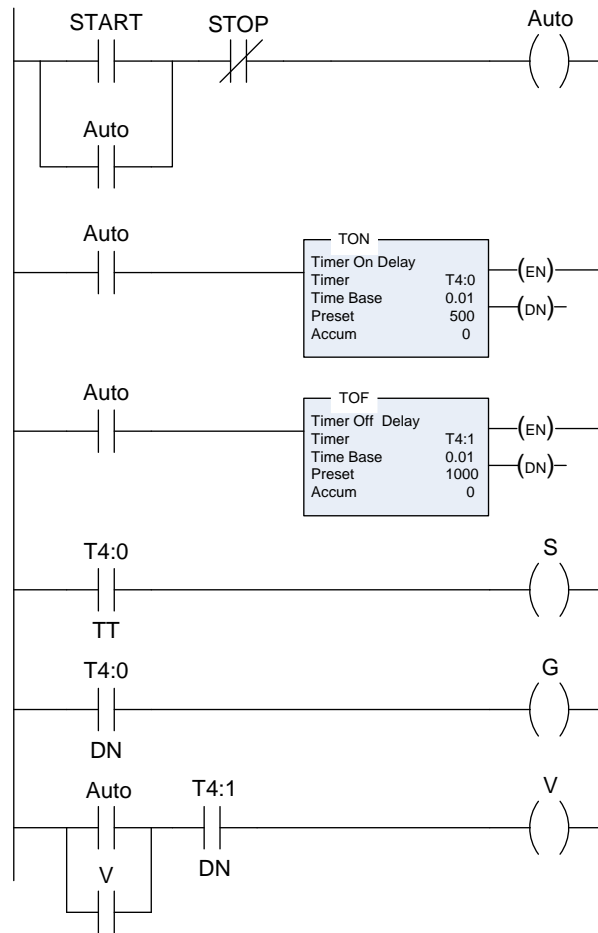
Sl. 5-7 Povorka impulsa

Pr. 5-5: Kontrola zagrevanja pećnice

Zadatak: Sistem čine: grejač, G; ventilator, V; sirena, S; i dva tastera, Start i Stop. Sistem se pušta u rad tasterom Start. Ventilator odmah počinje sa radom, a sirena emituje zvučni signal upozorenja u trajanju

od 5s. Po isteku 5s, uključuje se i grejač. Pritiskom na taster Stop, grejač se isključuje, a ventilator nastavlja da radi još 10s.

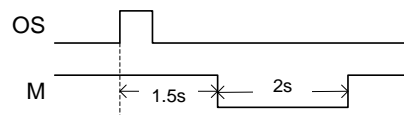
Rešenje: Jasno je da tastere Start i Stop treba povezati u Start/Stop kolo (Sl. 5-19). Neka je *Auto* bit za samodržanje (*Auto* se setuje sa Start, a resetuje sa Stop). U odnosu na bit *Auto*, uključivanje grajača kasni 5s, a isključivanje ventilatora za 10s. To znači da za upravljanje grejačem možemo iskoristiti TON kao u Pr. 5-5, a za upravljanje ventilatorom TOF tajmer, kao u Pr. 5-4. Leder dijagram je prikazan na Sl. 5-19. Uočimo da se sirena pobuđuje bitom TT TON tajmera, jer sirena treba da radi samo u prvih 5s nakon puštanja sistema u rad, tj. samo dok TON tajmer ne završi rad.



Sl. 5-8 Leder dijagram sistema za zagrevanje pećnice.

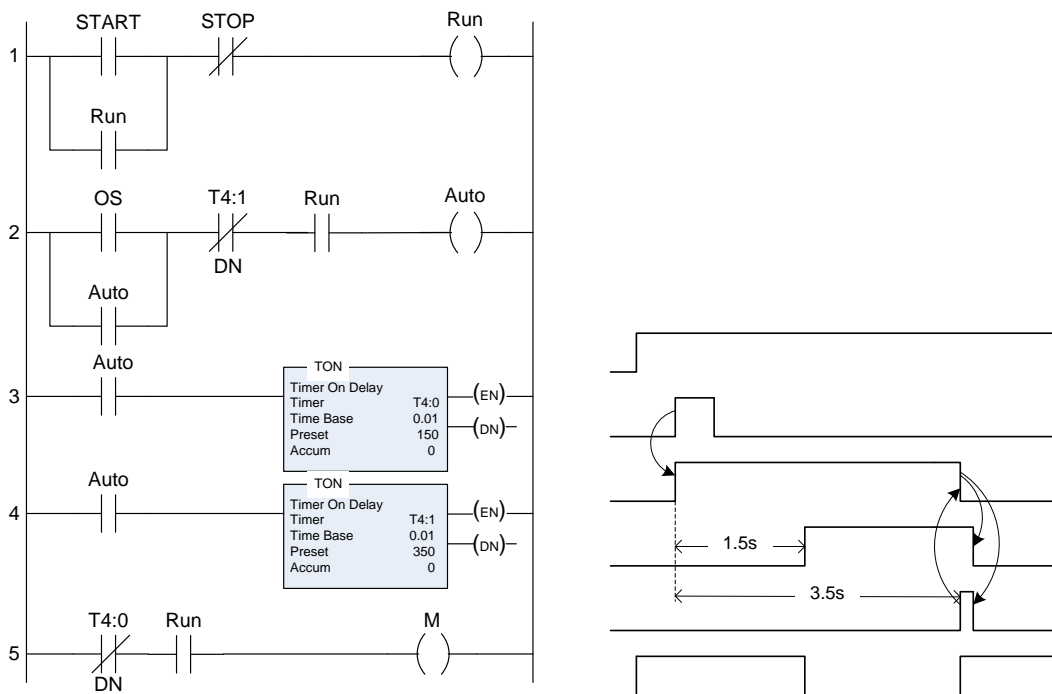
Pr. 5-6: Pozicioniranje predmeta na pokretnoj traci

Zadatak: Pokretna traka se pokreće motorom M. Motor se uključuje Start, a isključuje Stop tasterom. Za pozicioniranje predmeta koji se prenosi trakom koristi se optički senzor, OS. Traka se zaustavlja 1.5s nakon što OS detektuje prolazak predmeta, ostaje zaustavljena 2s i ponovo se pokreće (slika).



Sl. 5-9 Vremenski dijagram za zadatak Pr. 5-11

Rešenje: Koriste se dva TON tajmera, koja su slično kao u primeru "Pomereni impuls", podešeni na vremena 1.5s i 3.5s (1.5+2). Uvedena su dva pomoćna bita, Run i Auto. Bit Run, koji se postavlja Start/Stop kolom koje formiraju ulazi Start i Stop (rang 1), predstavlja dozvolu rada sistema. Bit Auto se postavlja Start/Stop kolom u rang 2. Auto se setuje signalom senzora OS, sa OS=1, a resetuje kada tajmer T4:1 odmeri zadato vreme (tj. nakon 3.5s). Auto se koristi kao dozvola rada tajmera i dodatno je uslovljen Ran bitom, tako da dok je sistem stopiran (Run=0) i Auto ostaje 0, a tajmeri su onemogućeni. Kada se na ulazu OS javi 1, tajmeri počinju da rade (zbog Auto=1). T4:0/DN postaje 1 nakon 1.5s, a T4:1/DN posle 3.5s. Pojava T4:1/DN=1 resetuje bit Auto (u rang 2), što ima za posledicu da se već u sledećem sken ciklusu resetuju i onemogućuje oba tajmera. Na taj način su pripremljeni uslovi za novi ciklus rada. Na osnov u vremenskih dijagrama lako je uočiti da izlazni signal M treba da ima vrednost 0 kada je T4:0/DN = 1 uz dodatni uslov Run=1 - sistem je startovan (rang 5).

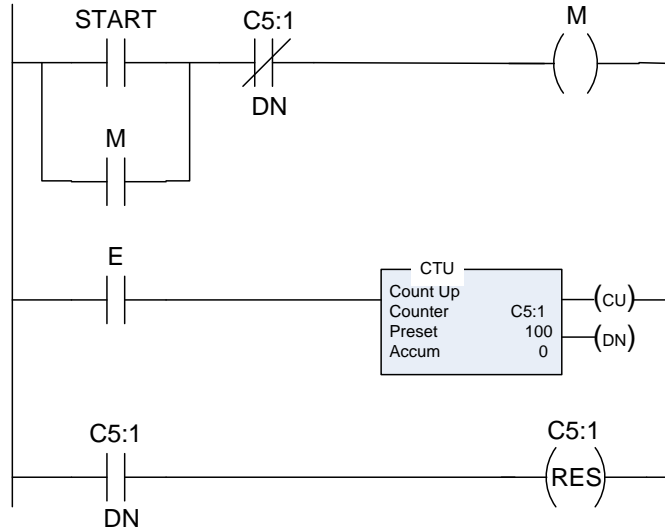


Sl. 5-10 Vremenski dijagram za zadatak iz Pr. 5-11

Pr. 5-7 Zadati broj okretaja motora

Zadatak: Pritiskom na taster Start pokreće se motor M. Nakon 100 rotacija motor se zaustavlja. Na osovini motora je ugrađen tzv. enkoder, E, koji registruje obrtaje i za svaki obrtaj daje jedan impuls.

Rešenje: Motorom se upravlja pomoću Start/Stop kola (prvi rang), kod koga taster Start setuje, a Done bit brojača resetuje izlazni bit M. Brojač broji impulse sa enkodera, a njegova preset vrednost je 100. Nakon 100 impulsa C5:1/DN postaje 1, što kao posledicu ima isključene motora (prvi rang) i resetovanje brojača (treći rang), čime je ujedno sistem pripremljen za novo startovanje.

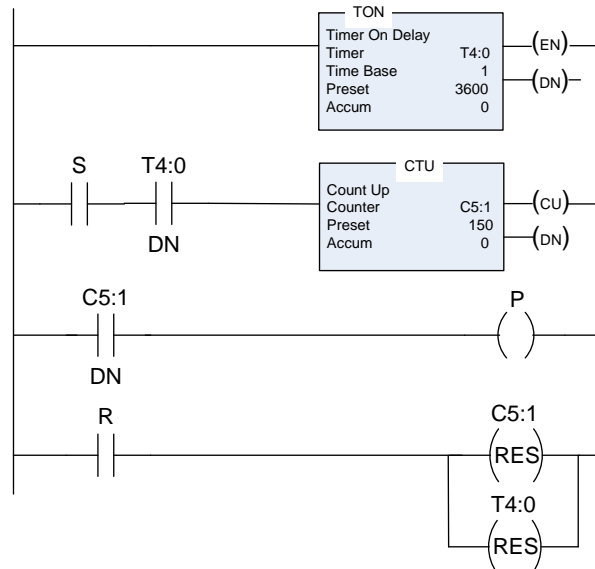


Sl. 5-11 Rešenje zadatka iz Pr. 5-14.

Pr. 5-8 Tajmer i brojač (2)

Zadatak: Brojanje impulsa koji potiču sa senzora S počine 1h nakon startovanja sistema. Nakon izbrojanih 150 impulsa, aktivira se izlaz P. Taster R služi za resetovanje sistema.

Rešenje: U datom rešenju (slika), u rangu koji sadrži tajmer na postoji uslov. To znači da tajmer radi neprekidno (uslov je uvek tačan) i može se resetovati samo naredbom RES.



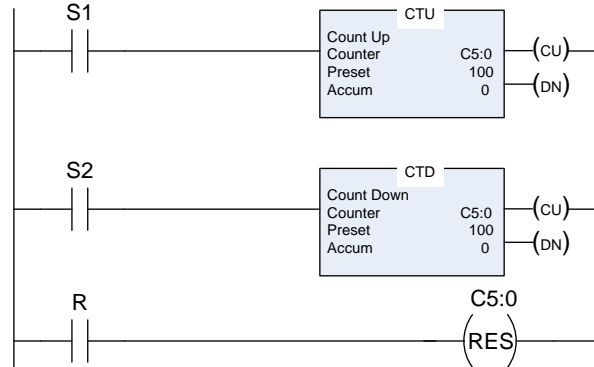
Sl. 5-12 Rešenje zadatka iz Pr. 5-16.

Pr. 5-9 Brojanje proizvoda na pokretnoj traci

Zadatak: Potrebno je doći do informacije o broju proizvoda koji se trenutno nalaze na pokretnoj traci. Postavljena su dva senzora za detekciju prolaska proizvoda: prvi, S1, na početku i drugi, S2, na kraju trake. S1 registruje proizvode koji se stavljaju na traku, a S2 proizvode koji napuštaju traku. Informacija koju tražimo je $P = N(S1) - N(S2)$, gde je $N(Si)$ broj proizvoda koje je registrovao senzor Si . Kako će ta informacija dalje biti korišćena nije problem koji treba rešavati u ovom zadatku.

Rešenje: Koristimo dva brojača: jedan tipa CTU (broji napred) koji broji impulse sa senzora S1 i drugi tipa CTD (broji unazad) koji broji impulse sa senzora S2 (slika). Treba zapaziti da oba brojača dele isti element iz datoteke brojača, C5:0. To znači da će oba brojača ažurirati isti registar (ACC) kada odbrojavaju impulse. Svaki impuls sa senzora S1 uvećaće vrednost u C5:0.ACC za jedan, dok će svaki impuls sa senzora S2 umanjiti ovu vrednost za 1. Dakle, tražena informacija je prisutna u registru C5:0.ACC.

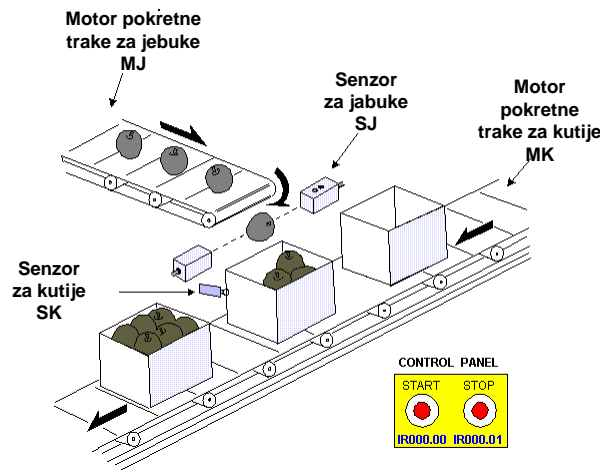
Napomenimo da u konfiguraciji "preklopljenih" brojača kao sa slike (kada dva brojača koriste istu adresu), preset vrednosti moraju biti iste, a DN bit se postavlja na 1 kada $ACC \geq PRE$ (tj. kao da se radi o CTU brojaču). U konkretnom primeru, DN bit se ne koristi, pa iz tog razloga preset (PRE) vrednost nije od značaja.



Sl. 5-13 Rešenje zadatka iz Pr. 5-17.

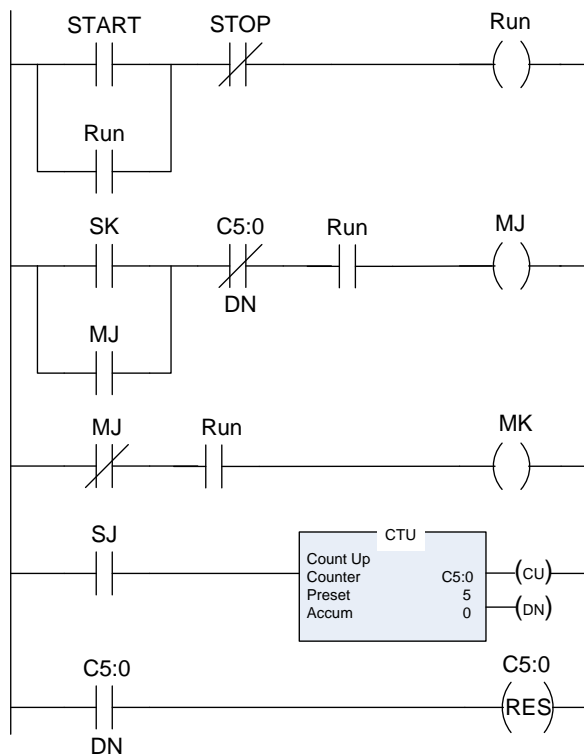
Pr. 5-10 Sistem za pakovanje jabuka u kutije

Zadatak: Na Sl. 5-28 je prikazan sistem za pakovanje jabuka u kutije. Sistem se pušta u rad tasterom Start, a zaustavlja tasterom Stop. Pokretna traka za kutije se pokreće motorom MK, a traka za jabuke motorom MJ. Prisustvo kutije na mestu za punjenje detektuje se senzorom SK, dok se za detekciju jabuka koristi senzor SJ. Kada se na mestu za punjenje detektuje kutija, traka za kutije se zaustavlja, a pokreće traka za jabuke. Nakon izbrojanih 5 jabuka, traka za jabuke se zaustavlja, a traka za kutije ponovo pokreće.



Sl. 5-14 Sistem za pakovanje jabuka u kutije

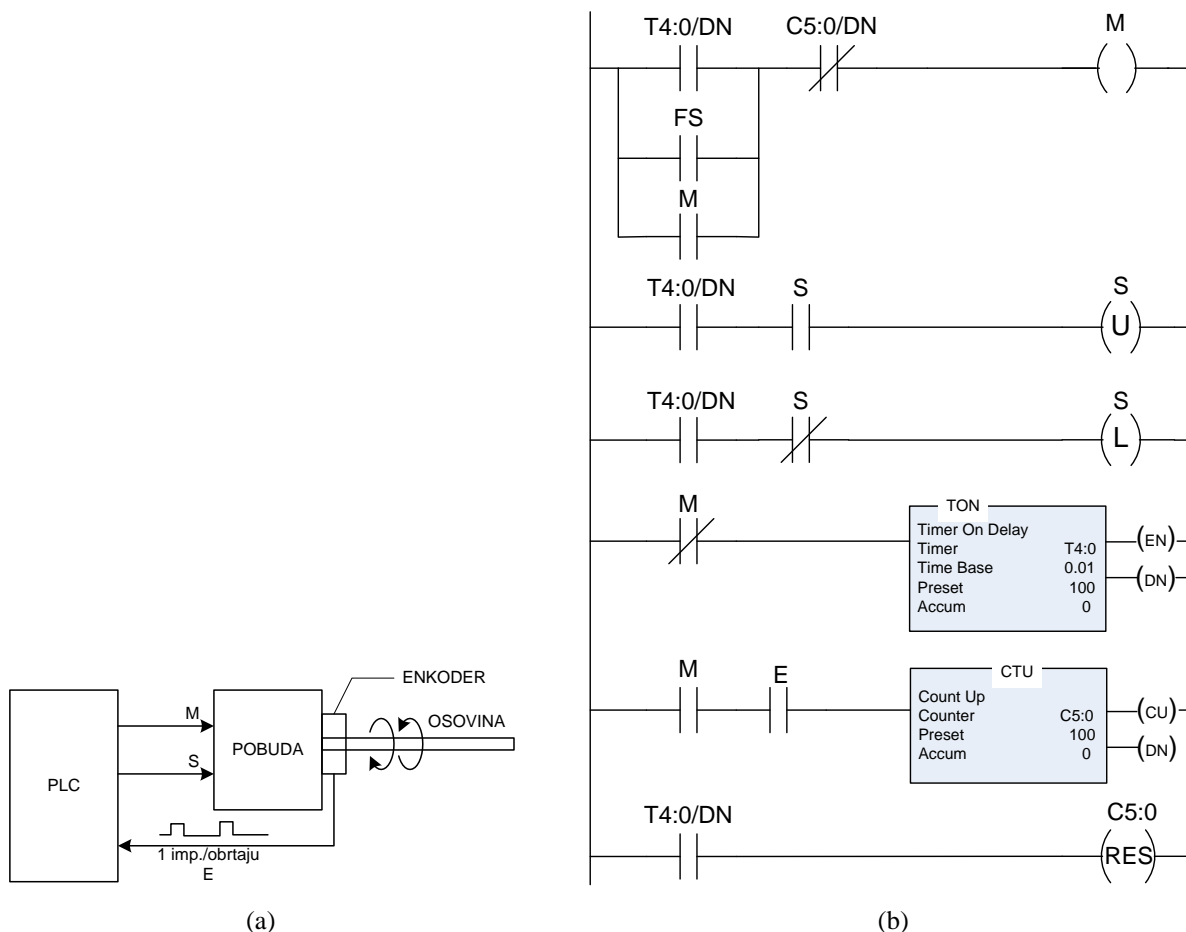
Rešenje: Jasno je da za brojanje jabuka treba koristiti brojač koji se taktuje signalom SJ. Takođe je jasno da dok radi MK ne radi MJ i obrnuto. Motorom MJ se može upravljati start/stop kolom kod koga će SK imati ulogu start, a *Done* bit brojača ulogu stop bita. Izlaz MK će biti komplement bita MJ. Naravno, Start i Stop tastere treba povezati u start/stop kolo, a pomoćni bit koji se koristi za samodržanje upotrebiti kako dodatni uslov za pobudu motora. Uz to, brojač jabuka treba resetovati uvek nakon izbrojanih 5 jabuka (*Done* bitom brojača) (Sl. 5-29).



Sl. 5-15 Leder dijagram za Pr. 5-18.

Pr. 5-11 Upravljanje rotacijom osovine

Zadatak: Na Sl. 5-30(a) prikazan je sistem za upravljanje rotacijom osovine koja je deo nekog složenijeg elektro-mehaničkog sistema. Blok POBUDA, koji sadrži motor i prateću elektroniku, okreće osovinu u zadanom smeru. Za $M=0$, osovina miruje; za $M=1$ i $S=0$, osovina se okreće u jednom, a za $M=1$ i $S=1$ u drugom smeru. Blok ENKODER registruje obrtaje osovine i generiše jedan impuls, E, za svaki obrtaj. Realizovati leder program za PLC kontroler koji će omogućiti da osovina naizmenično rotira po 100 obrtaja u oba smera sa pauzom od 1s pri svakoj promeni smera.



Sl. 5-16 Sistem za upravljanje rotacijom osovine: (a) blok dijagram sistema; (b) leder dijagram.

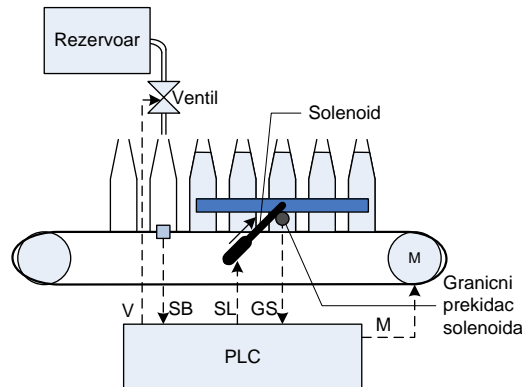
Rešenje: Sistem ne poseduje tastere za startovanje i zaustavljanje. Zato ćemo pretpostaviti da odmah nakon uključanja napajanja sistem počinje sa svojim normalnim radom. Za realizaciju leder dijagrama iskoristićemo brojač, za brojanje obrtaja, i tajmer za omeravanje pauze nakon završene rotacije u jednom smeru. Izlaz M, koji uključuje/isključuje motor, može se pobuđivati start/stop kolom, kod koga će Done bit tajmera imati ulogu start, a Done bit brojača ulogu stop uslova. (Kada brojač odbroji 100 obrtaja, motor se zaustavlja; kada tajmer odmeri 1s, motor se pokreće.) Da bi smo obezbedili da odmah po uključenu napajanja motor počne da se okreće, dodatni uslov za setovanje izlaza M biće "first scan" bit, FS. Izlazni bit S se menja pri svakom novom uključenu motora, odnosno uvek kada Done bit tajmera postane 1. Uslov za rad tajmera je "motor isključen", a uslov za dozvolu brojanja "motor uključen". Uslov za resetovanje brojača, kao i za promenu smeru, Done bit tajmera je 1.

Leder dijagram je prikazan na Sl. 5-30(b). Primitimo da $T4:0/DN=1$ traje tačno jedan sken ciklus. Da to nije tako, setovanje i resetovanje izlaznog bita S ne bi bilo regularno.

Studentima se predlaže da ovaj zadatak reše primenom metoda konačnih automata.

Pr. 5-12 Sistem za punjenje boca

Zadatak: Na Sl. 5-36 prikazan je sistem za punjenje boca. Sistem čine: (a) pokretna traka koja se pokreće motorom M; (b) rezervoar iz kojeg se tečnost ispušta ventilom sa ON/OFF upravljanjem, V; (c) senzora SB koji detektuje prisustvo boce na mestu za punjenje; (d) elektro-mehaničkog mehanizma za sklanjanje napunjenih boca sa trake, koji se pokreće jednosmernim solenoidom, SL, i (e) PLC kontrolera. Kada boca stigne na mesto za punjenje, traka se zaustavlja i ventil rezervoara otvara. Punjenje traje 2s, a zatim se ventil zatvara. Na svakih 5 napunjenih boca, pokreće se mehanizam koji uklanja napunjene boce sa trake. Kreirati odgovarajući lader dijagram.



Sl. 5-17 Sistem za punjenje boca.

Rešenje: Detaljan opis rada sistema, u vidu ASM dijagrama, prikazan je na Sl. 5-37(a). PLC koristi tajmer za odmeravanje vremena punjenja i brojač za brojanje napunjenih boca. TMR je bit koji omogućava rad tajmera, a TDN Done bit tajmera. N je tekuća vrednost brojača boca. Sistem ostaje u stanju ST0 u kojem se traka kreće (M=ON) sve do aktiviranja senzora boce (SB). Kada senzor detektuje prisustvo boce (SB=ON), brojač boca se uvećava za jedan i sistem prelazi u stanje ST1. U ovom stanju dozvoljen je rad tajmera (TMR=1), a ventil rezervoara je otvoren (V=1). Po isteku zadatog vremena punjenja (TDN=1), proverava se broj napunjenih boca. Ako je napunjeno manje od 6 boca, sistem se vraća u početno stanje, ST1, gde se traka ponovo pokreće. Inače, ako je izbrojano 6 boca, tada se brojač boca resetuje (N=0) i sistem prelazi u stanje ST2. U ovom stanju aktivna je pobuda solenoida (SL=1). Kada je solenoid izvučen do kraja (aktivan je granični prekidač - GS=1), sistem se vraća u početno stanje.

ASM dijagram sa Sl. 5-37(a) je specifičan po tome što sadrži "zaobljene pravougaonike", tj. blokove uslovnog izlaza. Kao što znamo, na ovaj način se predstavljaju tzv. Milijevi izlazi konačnog automata, tj. izlazni signali koji zavise ne samo od tekućeg stanja automata, već i od nekog dodatnog uslova. U konkretnom slučaju, inkrementiranje brojača se inicira kada je sistem u stanju ST0, ali samo pod uslovom ako je SB=ON. Slično, brojač se resetuje kada je sistem u stanju ST1 i pri tome je tajmer odmerio zadato vreme (TDN=1) i brojač odbrojao do zadatog broja.

Izvedimo, napre, jednačine izlaza. U sistemu postoje tri fizička izlaza, M, V i SL, i tri "virtuelna" izlaza: uslov za omogućavanje tajmera, TMR, uslov za taktovanje (inkrementiranje) brojača (označimo ga sa CNT_INC), i uslov za resetovanje brojača (uslov ćemo označiti sa CNT_RES, a Done bit brojača sa CDN). Na osnovu ASM dijagrama sledi:

$$M = ST0$$

$$V = TMR = ST1$$

$$SL = ST2$$

$$CNT_INC = ST0 \cdot SB$$

$$CNT_RES = ST2 \cdot TDN \cdot CDN$$

Uočimo da uslovni (tj. Milijevi) izlazi, CNT_INC i CNT_RES, traju tačno jedan sken ciklus, što je svakako dovoljno da obave svoju funkciju.

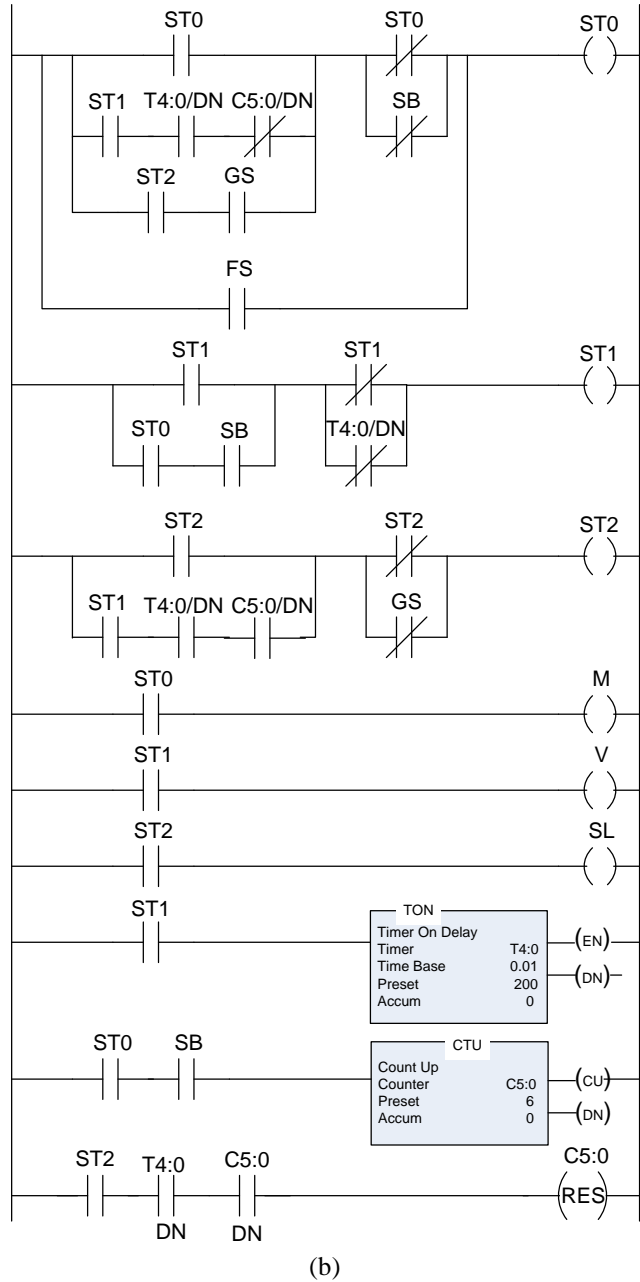
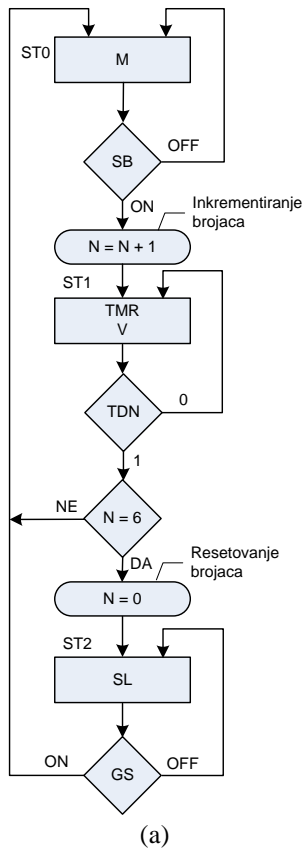
Jednačine stanja su:

$$ST0 = (ST0 + ST1 \cdot TDN \cdot \overline{CDN} + ST2 \cdot GS) \cdot \overline{ST0} \cdot \overline{SB}$$

$$ST1 = (ST1 + ST0 \cdot SB) \cdot \overline{ST1} \cdot TDN$$

$$ST2 = (ST2 + ST1 \cdot TDN \cdot CDN) \cdot \overline{ST2} \cdot GS$$

Leder dijagram je prikazan na Sl. 5-37(b). Primetimo da dijagram može pojednostaviti ako se umesto bitova stanja ST0, ST1 i ST2 koriste bitovi M, V i SL, respektivno (s obzirom na M=ST0, V=ST1 i SL=ST2). Takođe, primetimo da u leder dijagramu nisu predviđeni posebni bitovi za uslove TMR, CNT_INC i CNT_RES već su oni realizovani direktno u rangovima gde se koriste.



Sl. 5-18 Rešenje zadatka iz Pr. 5-22 : (a) ASM dijagram; (b) leder dijagram