



# *Krmilni sistemi (poglavje: Koračna krmilja)*

## *Delno gradivo za predavanja*

*Vanja Ambrožič*

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko,*

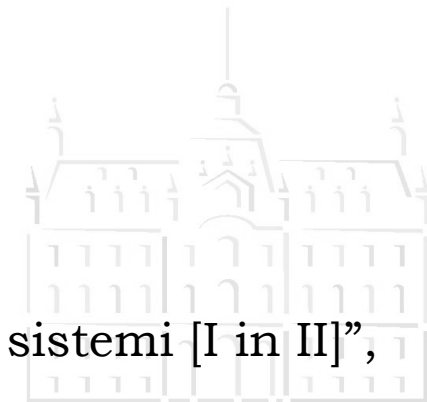
*Tržaška 25, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA*

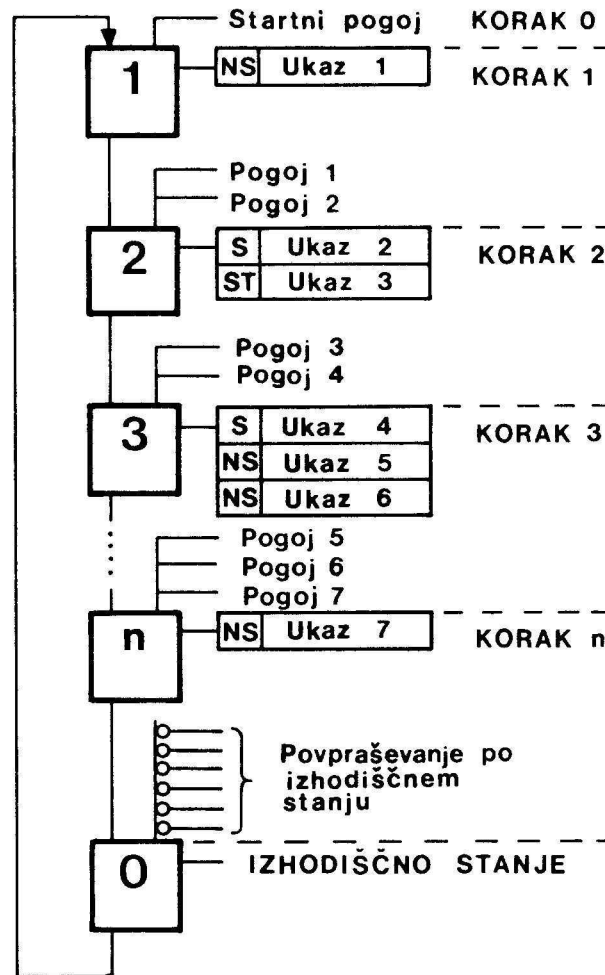
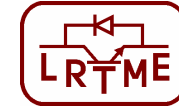
*e-mail: [vanjaa@fe.uni-lj.si](mailto:vanjaa@fe.uni-lj.si)*

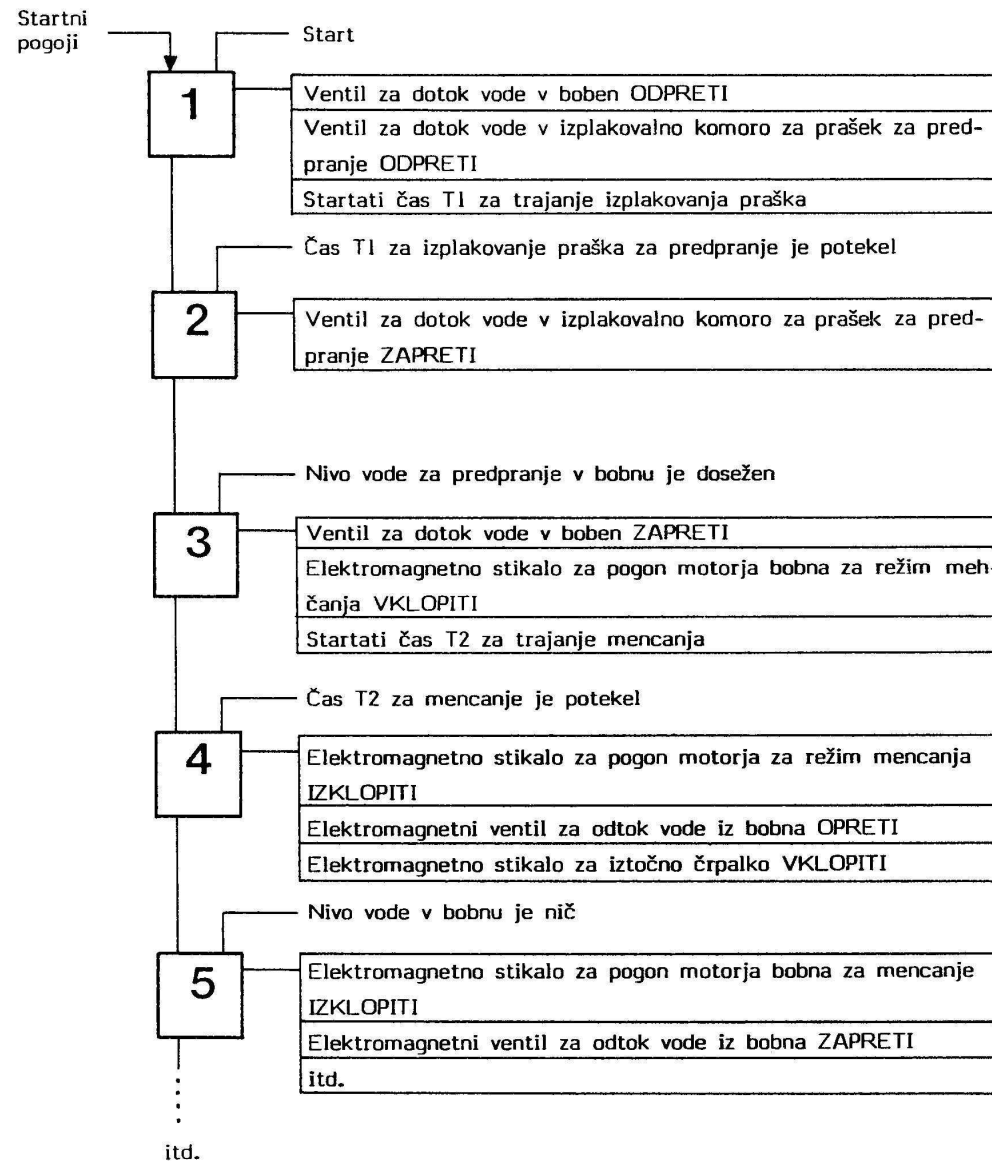
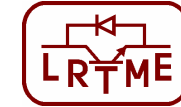
*<http://lrt2.fe.uni-lj.si>*

Vir: Rafael Cajhen, “Pomnilniško programirljivi krmilni sistemi [I in II]”,  
založba FE, 1989

z dovoljenjem avtorja

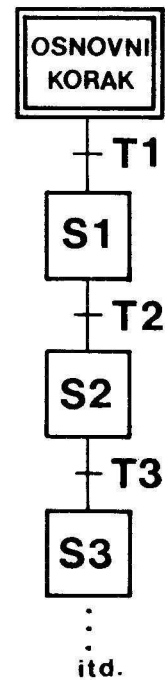




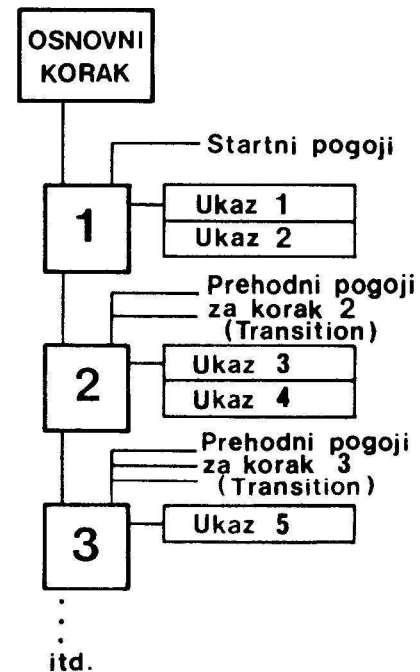




IEC SC65A/WG6



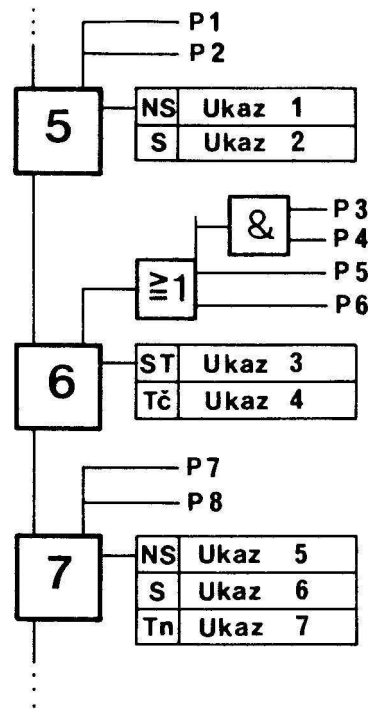
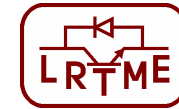
DIN 40719, Teil 6

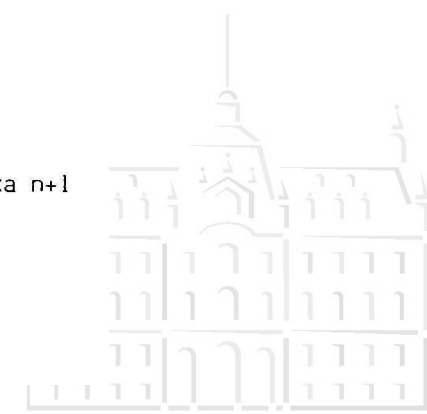
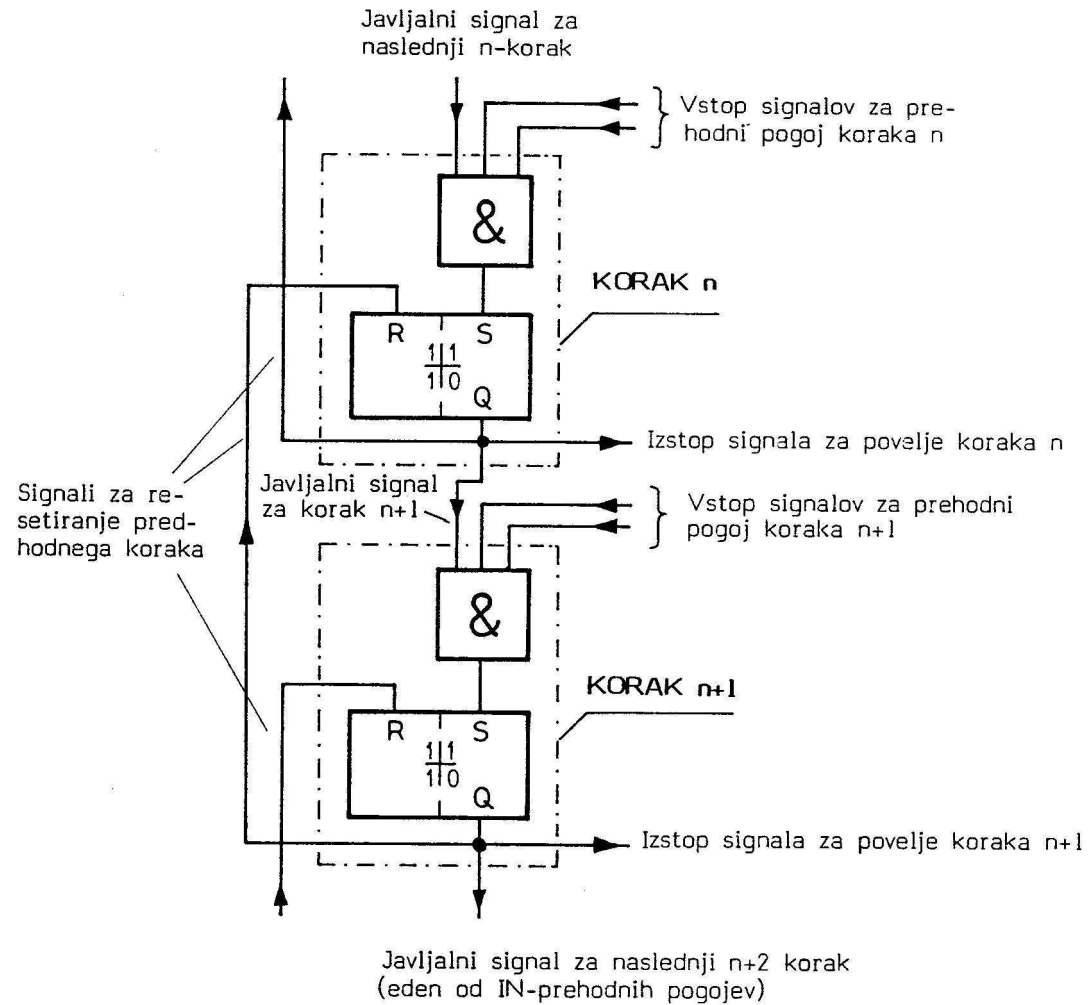
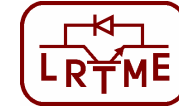


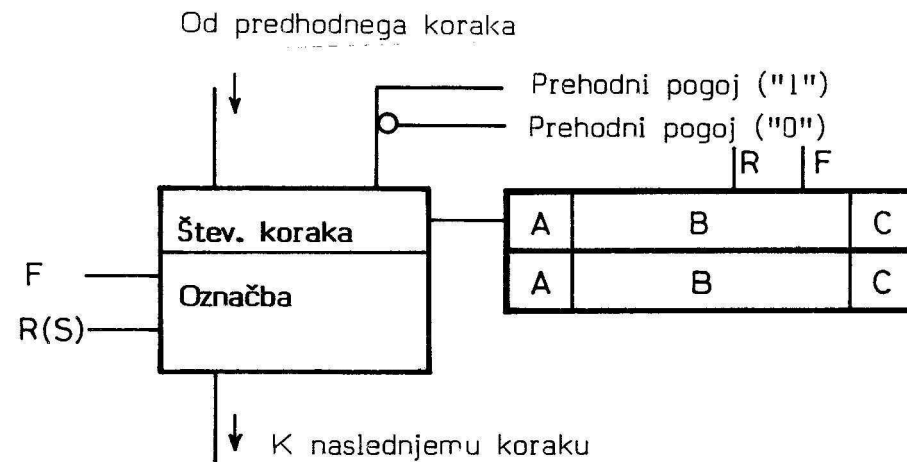
S1, S2, S3 ... programski koraki

T1, T2, T3 ... prehodni pogoji (angl. Transition)



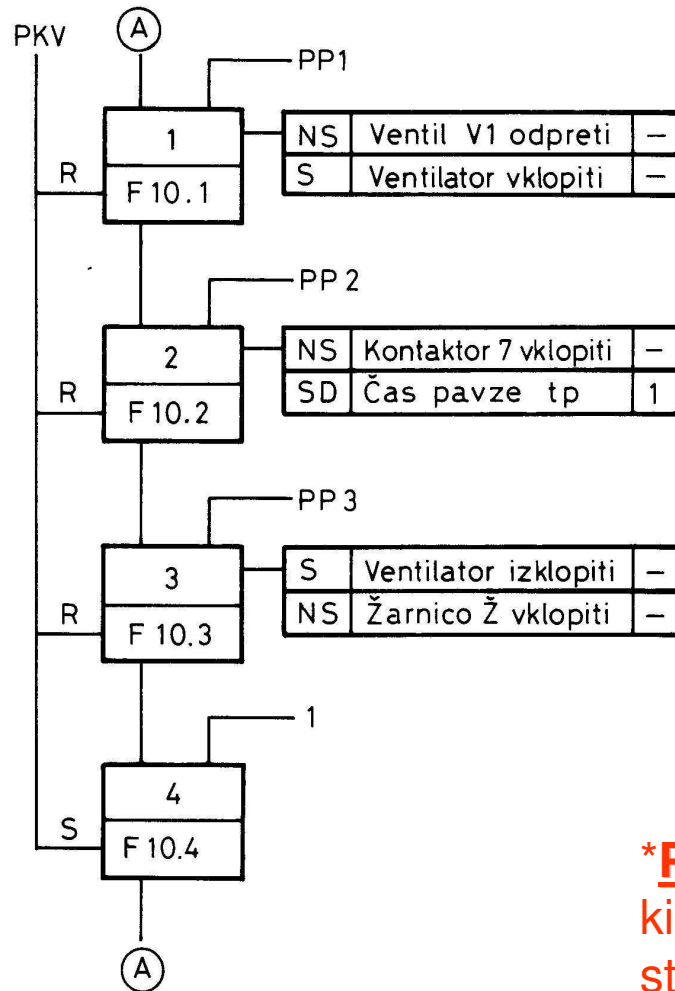
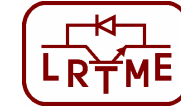






- F - signal za sprostitvev
- R - signal za resetiranje
- S - signal za setiranje
- A - vrsta ukaza
- B - opis ukaza (skrajšano!)
- C - zaporedna številka ukaza (lahko odpade!)

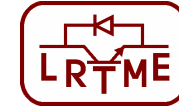




- PP1, PP2, PP3 - prehodni pogoji
- 1 - prehodni pogoj, ki se nanaša na izpolnitev ukaza "številka 1" (pri koraku 2)
- F 10.0... F 10.4 - navedba internih (pomožnih) pomnilnikov iz CPU, s katerimi bomo (oz. smo) realizirali koračno verigo
- PKV - signal za postavitev koračne verige v izhodiščno stanje ("smerni impulz").

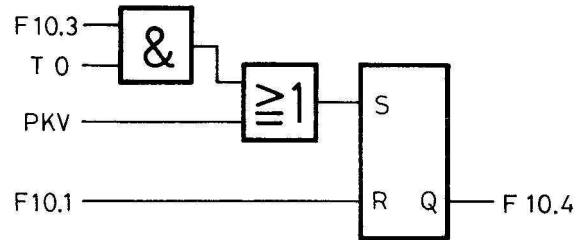
\***Pripomba** (velja za vse slike): "F" (flag), oznaka, ki je veljala v trenutku izdaje vira slik, velja za starejše inačice Simaticovih krmilnikov. Pri krmilnikih serije S7 je F področje preimenovano v M področje.





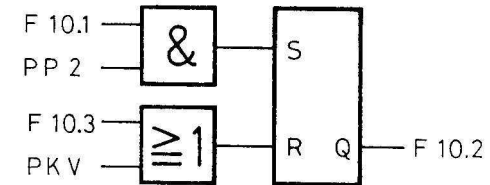
Segment 4:

Korak 4



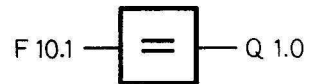
Segment 2:

Korak 2



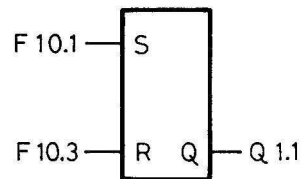
Segment 5:

Povelje NS za ventil V 1



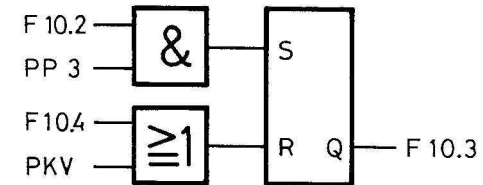
Segment 6:

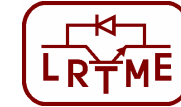
Povelje S za ventilator



Segment 3 :

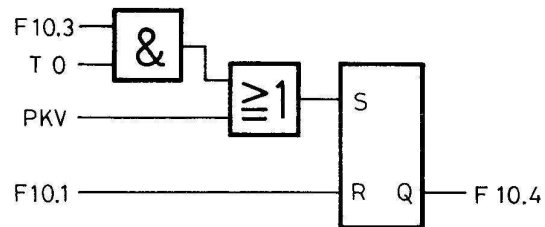
Korak 3





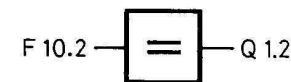
Segment 4:

Korak 4



Segment 7:

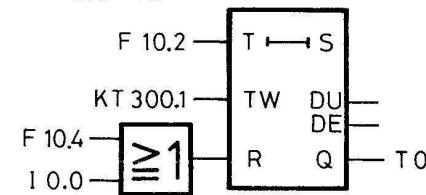
Povelje NS za kontaktor 7



Segment 8:

Povelje SD za čas  $t_p$  (= 30 sekund)

**Pripomba:** Vloga signala I 0.0 je opisana na str. 104.



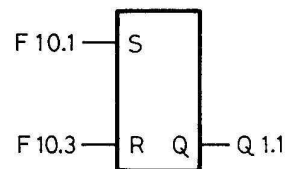
Segment 5:

Povelje NS za ventil V 1



Segment 6:

Povelje S za ventilator



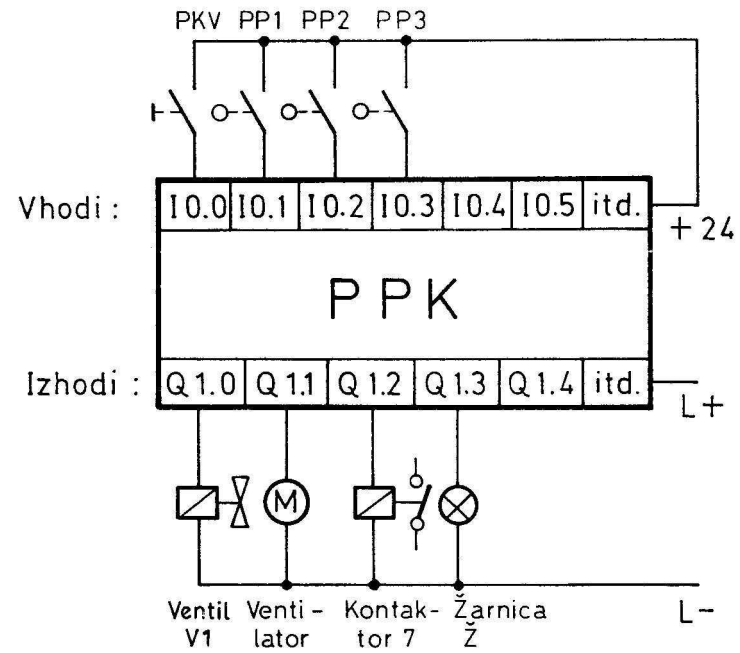
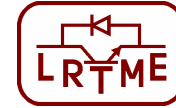
Segment 9:

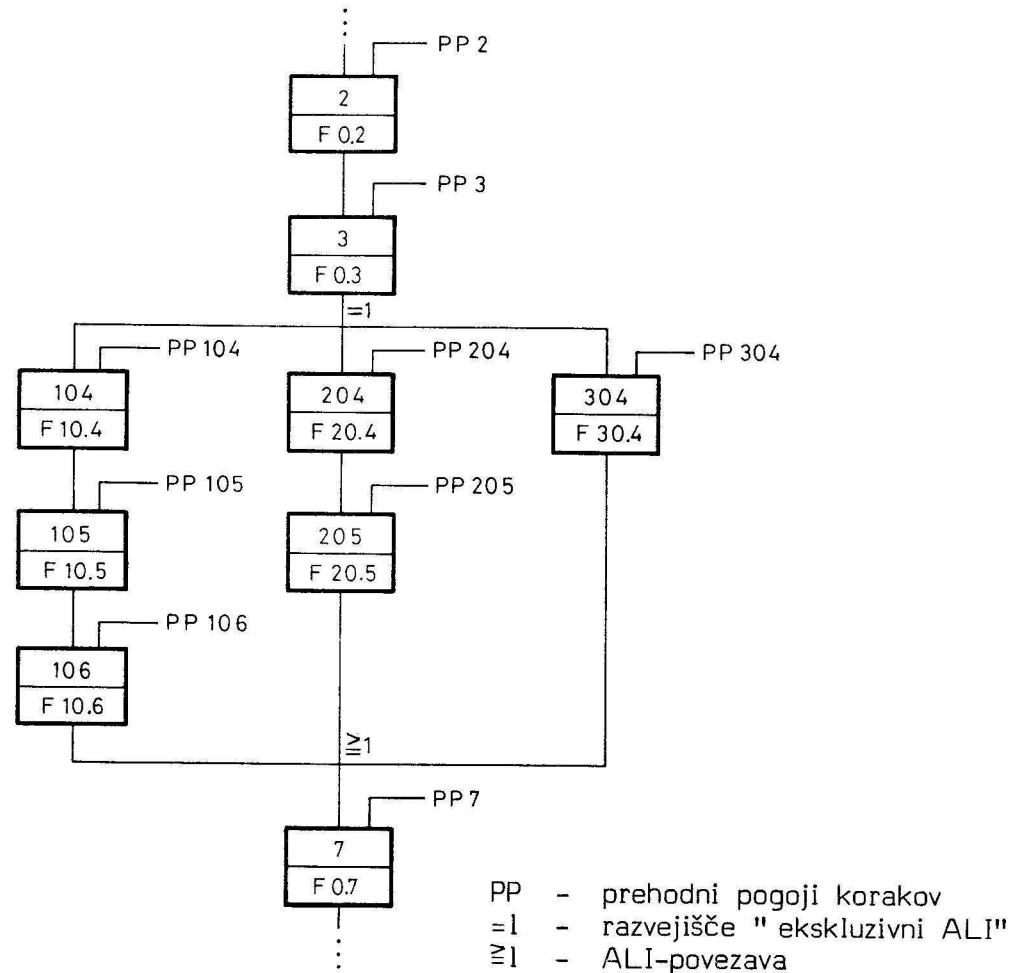
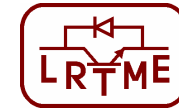
Povelje NS za žarnico Ž

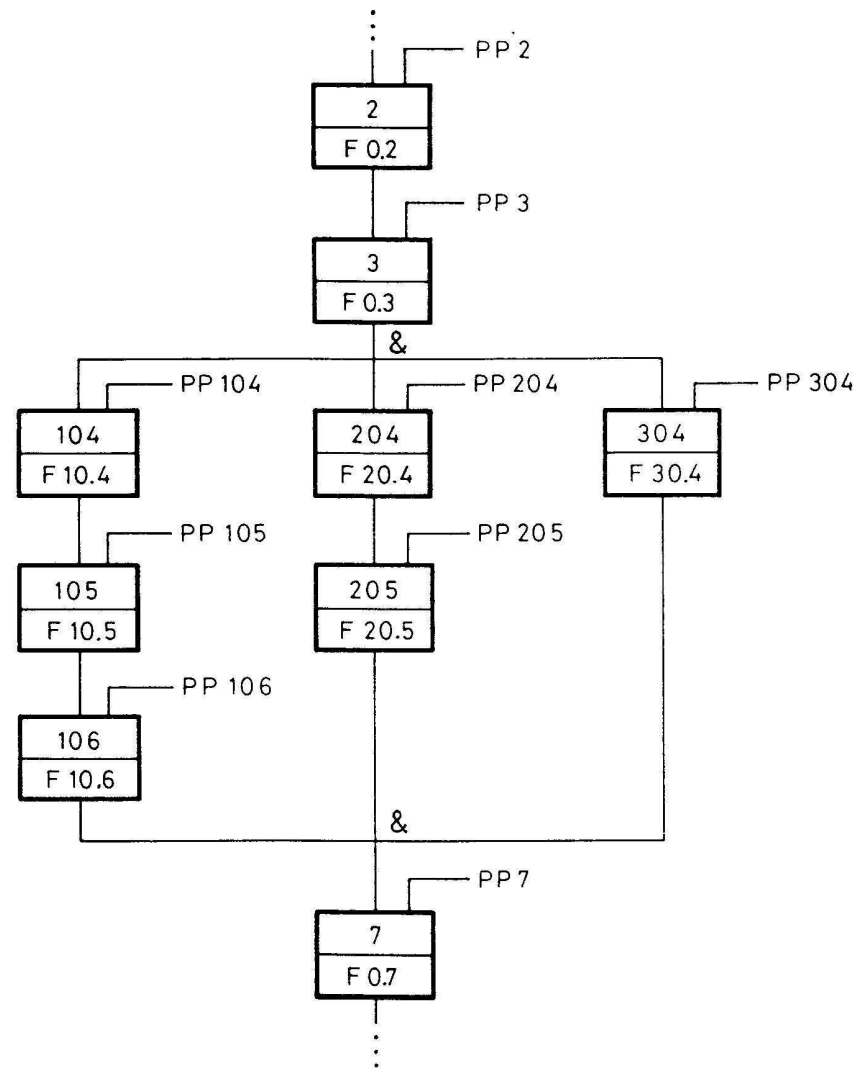


**Pripomba:** Ker peljemo povelja (tj. signale "1") ven iz PK (razen povelja štev. 1), moramo oblikovati signale na izhodnih modulih, npr. Q 1.0 do Q 1.3 (sl. 4.4).



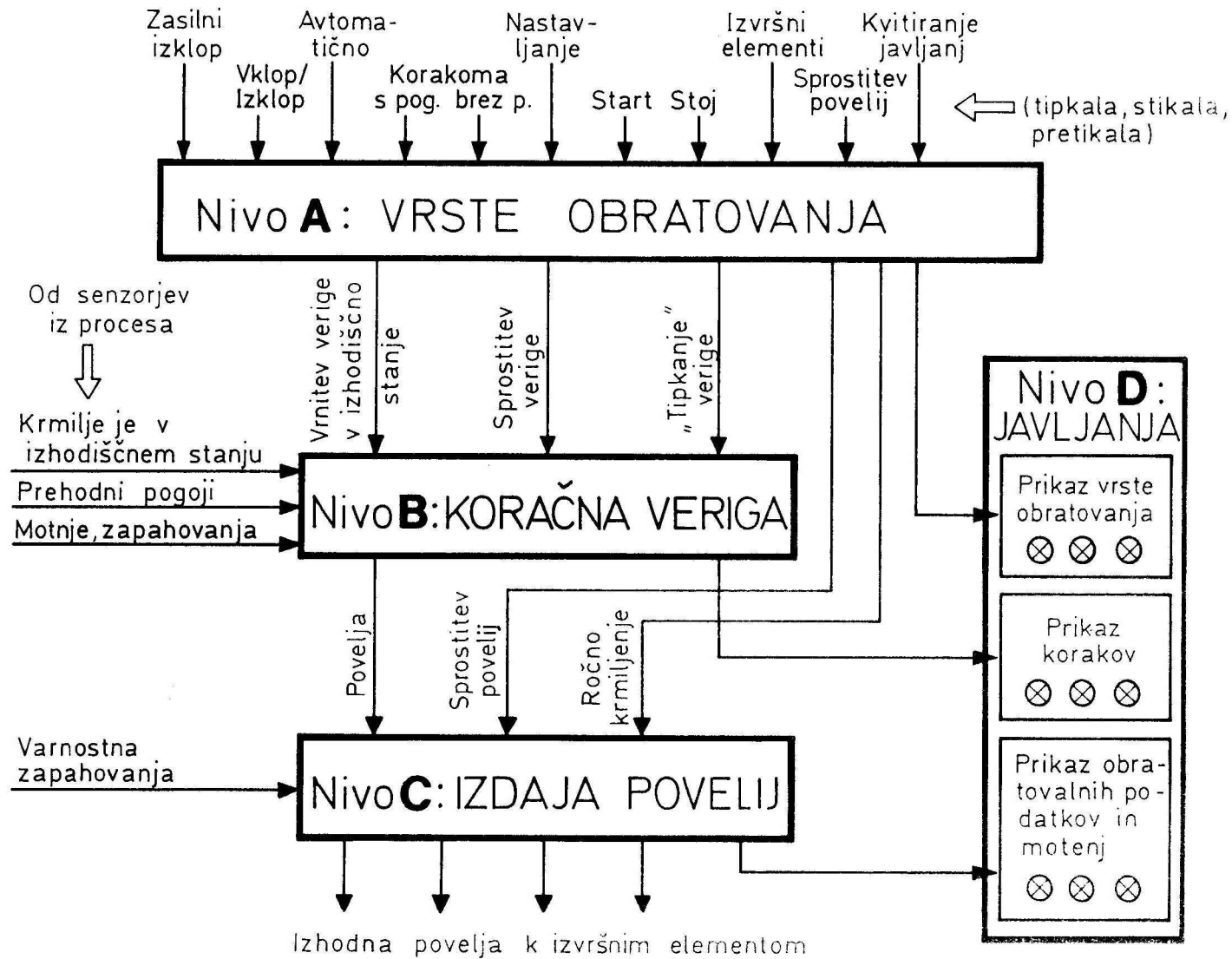


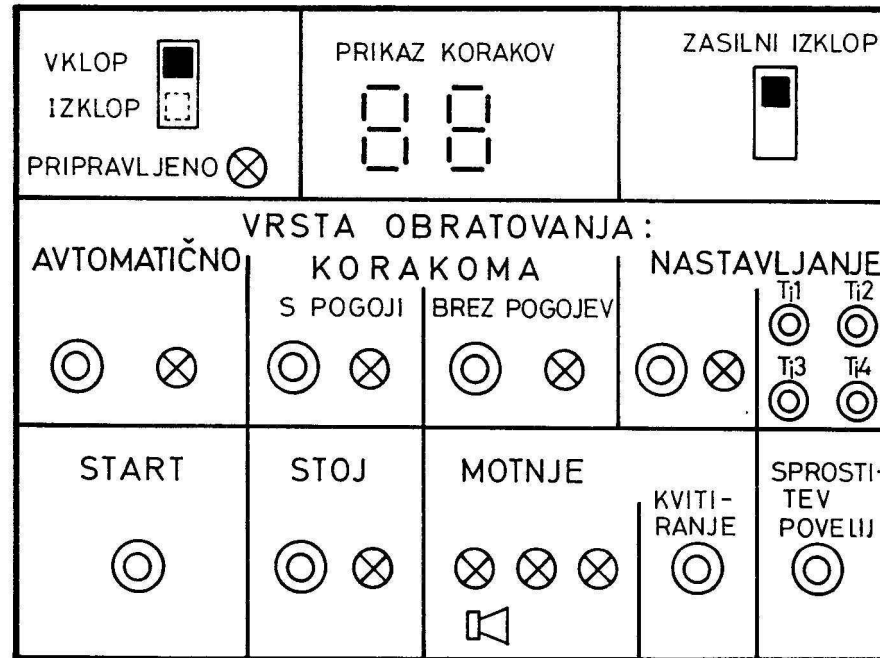
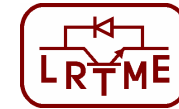




PP - prehodni pogoji korakov  
& - IN razvejišče oz. IN-povezava

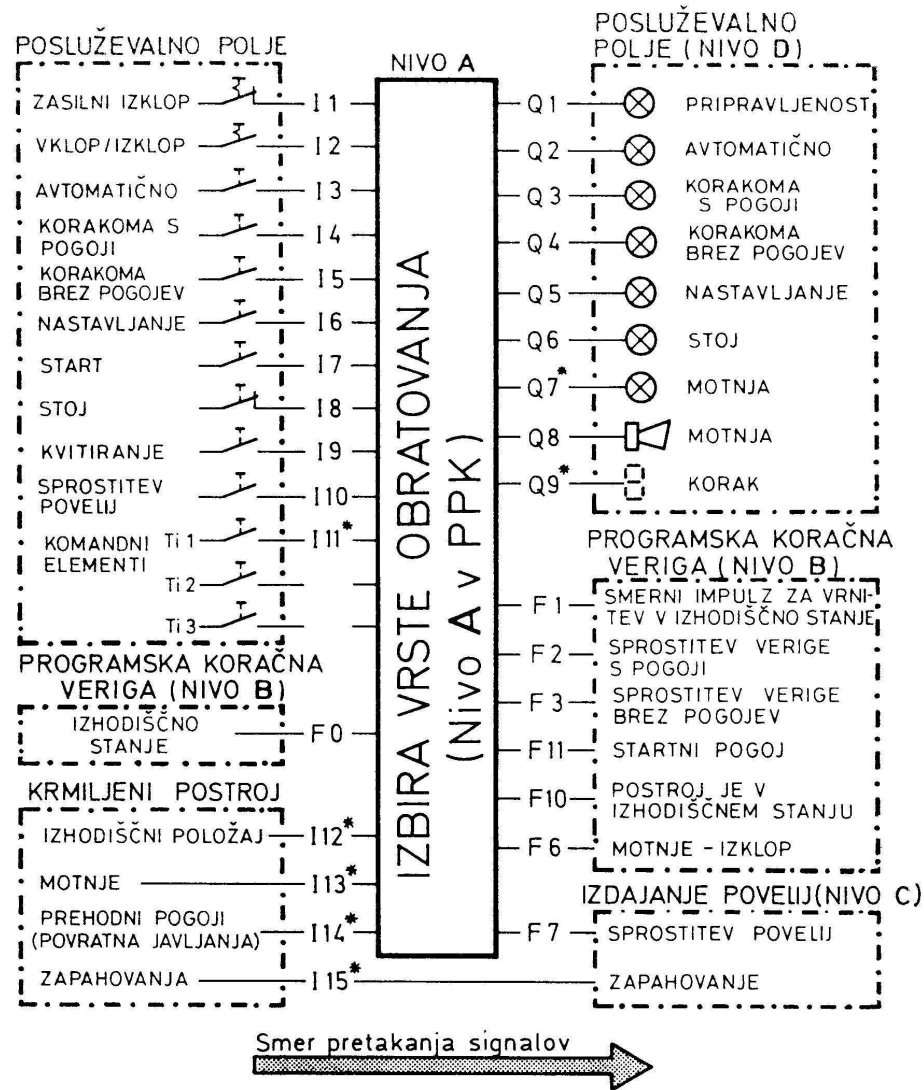
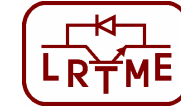




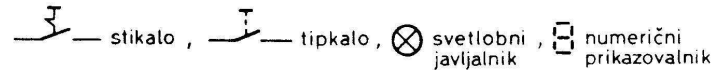


Legenda: - tipkalo, - stikalo, - žarnica, - troblja

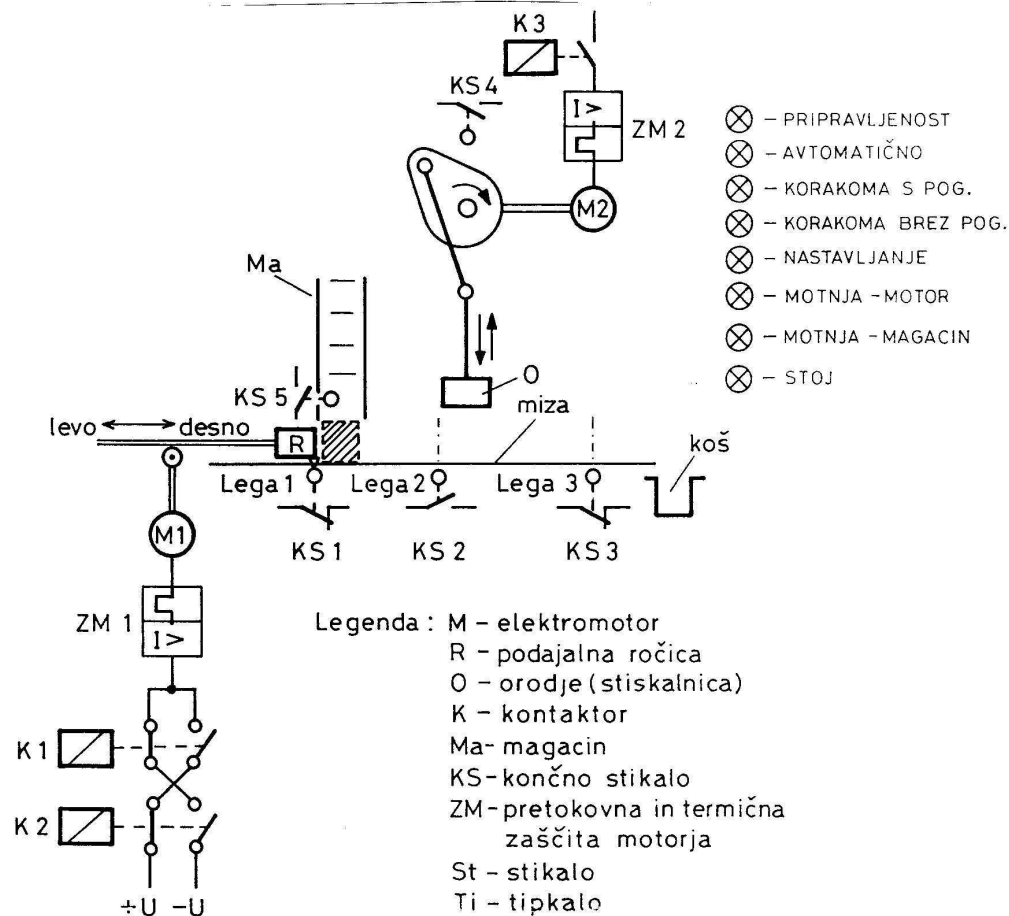
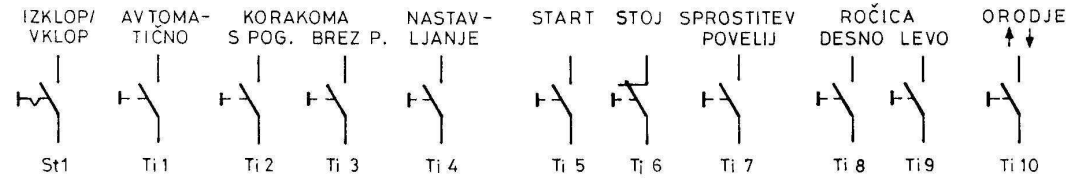
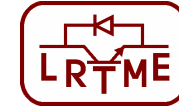


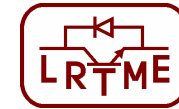


Legenda :



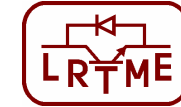






VKLOP <input type="checkbox"/>		PRIPRAVLJENOST <input checked="" type="checkbox"/>					
IZKLOP <input type="checkbox"/>							
VRSTA OBRATOVANJA							
AVTOMATIČNO		KORAKOMA		NASTAVLJANJE			
		S POGOJI		BREZ POG.			
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Roč. DESNO	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Roč. LEVO	
<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> ORODJE ↑↓	
START		STOJ		MOTNJA		SROSTITEV POVELIJ	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> MOTOR		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> MAGACIN		<input type="checkbox"/>	



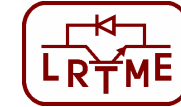


**PRIPREDITVENA TABELA**

**Legenda:** DK = delovni kontakt, MK = mirovni kontakt

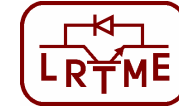
Št.	Element ime	Oz- nač- ba	Pri- ključna sponka (adresa)	Prirejen lo- gični signal	Komentar
<b>VHODNI ELEMENTI:</b>					
1.	Stikalo VKLOP/IZKLOP	St 1	I 0.0	VKLOP = 1 IZKLOP = 0	
2.	Tipkalo AVTOMATIČNO	Ti 1	I 0.1	VKLOP = 1	DK
3.	Tipkalo KORAKOMA S POGOJI	Ti 2	I 0.2	VKLOP = 1	DK
4.	Tipkalo KORAKOMA BREZ POGOJEV	Ti 3	I 0.3	VKLOP = 1	DK
5.	Tipkalo NASTAVLJANJE	Ti 4	I 0.4	VKLOP = 1	DK
6.	Tipkalo START	Ti 5	I 0.5	Start = 1	DK
7.	Tipkalo STOJ	Ti 6	I 0.6	Stoj = 0	MK
8.	Tipkalo "Sprostitev povelij"	Ti 7	I 0.7	Sprostitev = 1	DK
9.	Tipkalo "Ročica DESNO"	Ti 8	I 2.0	Desno = 1	DK
10.	Tipkalo "Ročica LEVO"	Ti 9	I 2.1	Levo = 1	DK
11.	Tipkalo "orodje ↑↓"	Ti 10	I 2.2	Pogon orodja=1	DK
12.	Merilnik lege 1	KS 1	I 2.3	Ročica je v legi 1 = 0	MK
13.	Merilnik lege 2	KS 2	I 2.4	Ročica je v legi 2 = 1	DK
14.	Merilnik lege 3	KS 3	I 2.5	Ročica je v legi 3 = 0	MK
15.	Merilnik zgornje lege orodja	KS 4	I 2.6	Orodje je zgo- raj = 1	DK
16.	Merilnik izpraznje- nosti magacina	KS 5	I 2.7	Magacin ni prazen = 1	DK
17.	Javljalnik motnje v motorjih M 1 in M 2	ZM 1 ZM 2	I 5.0	Motnja = 0	Oba javljalnika z mirovnima kon- taktoma sta el. vezana zaporedno





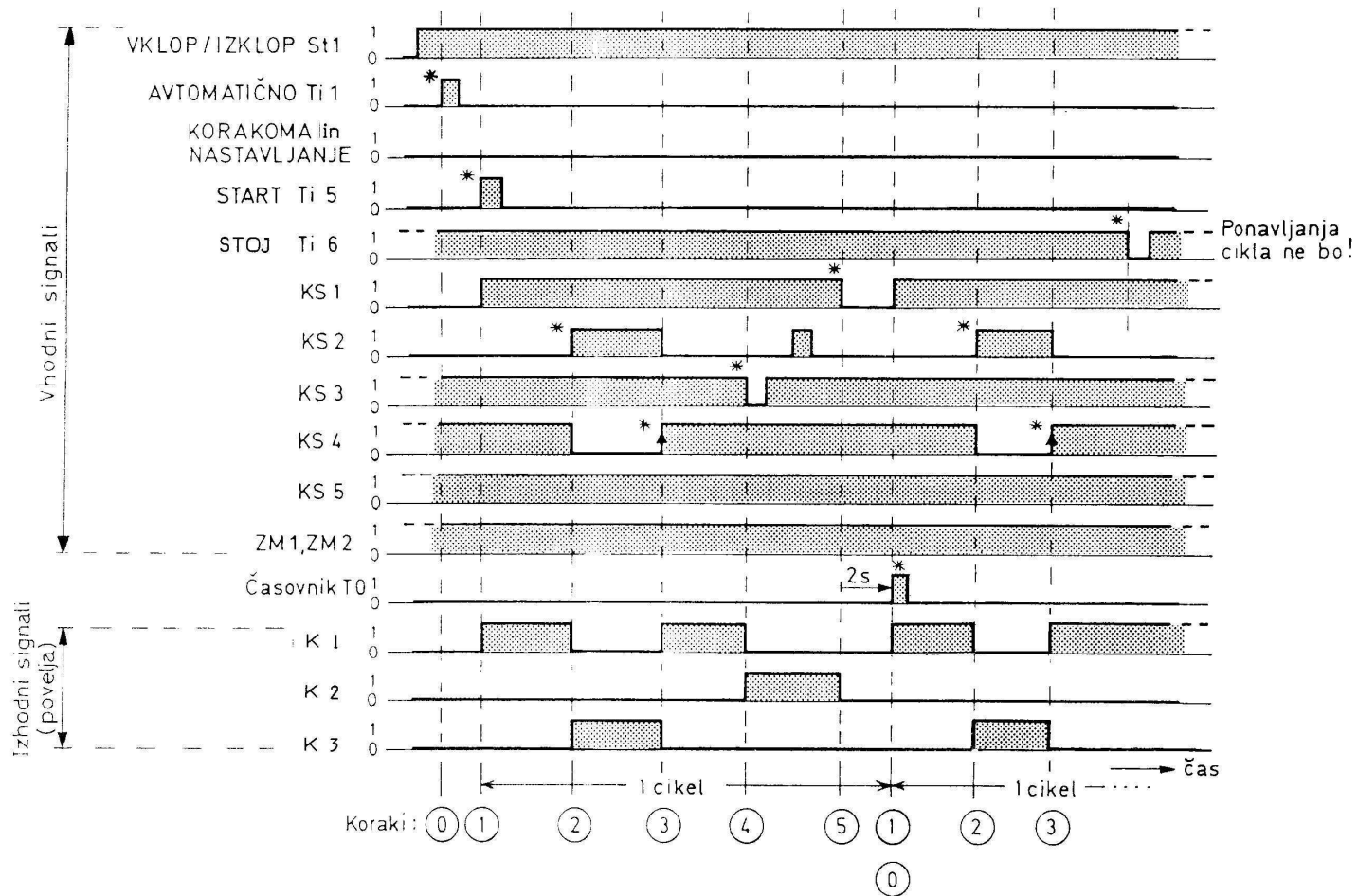
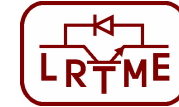
Št.	Element ime	Oz- nač- ba	Pri- ključna sponka (adresa)	Prيره logični signal	Komentar																																																					
<b>IZHODNI ELEMENTI:</b>																																																										
1.	Kontaktor za M 1 (desno)	K 1	Q 1.0	Vklop = 1	Izvršni elementi																																																					
2.	Kontaktor za M 1 (levo)	K 2	Q 1.1	Vklop = 1																																																						
3.	Kontaktor za M 2	K 3	Q 1.2	Vklop = 1																																																						
4.	Signalizacija PRIPRAVLJENOST	-	Q 1.3	Vklop = 1	Signalni elementi (svetila)																																																					
5.	Signalizacija AVTOMATIČNO	-	Q 1.4	Vklop = 1																																																						
6.	Signalizacija KORAKOMA S POGOJI	-	Q 1.5	Vklop = 1																																																						
7.	Signalizacija KORAKOMA BREZ POGOJEV	-	Q 1.6	Vklop = 1																																																						
8.	Signalizacija NASTAVLJANJE	-	Q 1.7	Vklop = 1																																																						
9.	Signalizacija STOJ	-	Q 3.0	Vklop = 1																																																						
10.	Signalizacija MOTNJA - MOTOR	-	Q 3.1	Vklop = 1																																																						
11.	Signalizacija MOTNJA - MAGACIN	-	-	-		Motorska zaščita se je aktivirala. Magacin je prazen. Signal "0" iz KS 5 <b>direktno</b> vklopi to signalno žarnico (je izvedeno "hardversko").																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UPORABLJENI ELEMENTI V CPU 100</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Časovnik za pavzo 2 sekundi</td> <td>T 0</td> <td></td> <td></td> <td rowspan="2">Vrsta obratovanja "zakasnitev vklopa"</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Pomožni pomnilniki:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Signalizacija na:</td> <td></td> <td rowspan="6">Programska koračna veriga</td> </tr> <tr> <td>Korak 0</td> <td>F 0.0</td> <td>Q 4.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Korak 1</td> <td>F 0.1</td> <td>Q 4.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Korak 2</td> <td>F 0.2</td> <td>Q 4.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Korak 3</td> <td>F 0.3</td> <td>Q 4.3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Korak 4</td> <td>F 0.4</td> <td>Q 4.4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Korak 5</td> <td>F 0.5</td> <td>Q 4.5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						UPORABLJENI ELEMENTI V CPU 100						Časovnik za pavzo 2 sekundi		T 0			Vrsta obratovanja "zakasnitev vklopa"	Pomožni pomnilniki:								Signalizacija na:		Programska koračna veriga	Korak 0	F 0.0	Q 4.0			Korak 1	F 0.1	Q 4.1			Korak 2	F 0.2	Q 4.2			Korak 3	F 0.3	Q 4.3			Korak 4	F 0.4	Q 4.4			Korak 5	F 0.5	Q 4.5		
UPORABLJENI ELEMENTI V CPU 100																																																										
Časovnik za pavzo 2 sekundi		T 0			Vrsta obratovanja "zakasnitev vklopa"																																																					
Pomožni pomnilniki:																																																										
			Signalizacija na:		Programska koračna veriga																																																					
Korak 0	F 0.0	Q 4.0																																																								
Korak 1	F 0.1	Q 4.1																																																								
Korak 2	F 0.2	Q 4.2																																																								
Korak 3	F 0.3	Q 4.3																																																								
Korak 4	F 0.4	Q 4.4																																																								
Korak 5	F 0.5	Q 4.5																																																								





Št.	Element ime/pomen	Označba	Pri- ključna sponka (adresa)	Komentar
	Impulz ob vklopu St 1	F 64.0		Segment 1
	Zaustavitev krmilja	F 64.1		Segment 7
	Izklop krmilja	F 64.2		Segment 14
	Smerni impulz PKV	F 64.3		Segment 8
	Impulz START	F 64.4		Segment 9
	Sprostitev verige ob pogojih	F 64.5		Segment 10
	Sprostitev verige brez pogojev	F 64.6		Segment 11
	Startni pogoj za korak 1	F 64.7		Segment 12
	Sprostitev povelj na K1, K2, K3	F 65.0		Segment 13
	Prehodni pogoj koraka 0	F 65.1		Segment na str. 155
	Izhodiščna lega stroja	F 65.2		Segment 12
	Prehodni pogoj koraka 3	F 65.3		Korak 3
	Vmesni pomožni pomnilniki:	F 7.0		Segment 1, remanentni pomnilnik
		F 70.1		Segment 8, neremanentni pomnilnik
		F 70.2		Segment 9, neremanentni pomnilnik
		F 70.3		Segment 12, neremanentni pomnilnik
		F 70.4		Korak 3, neremanentni pomnilnik
		F 70.5		Memoriranje vrnitve orodja O v zgorjnjo lego, neremanentni pomnilnik

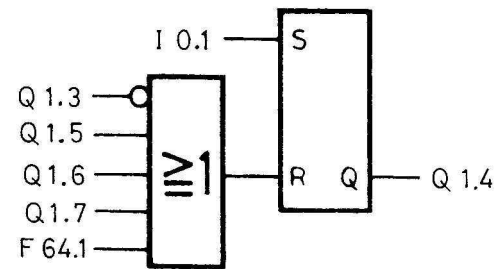




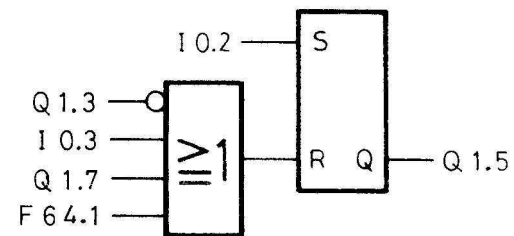


**Segment 3:** Signalizacija vrste obratovanja AVTOMATIČNO

**Komentar:** Pomen F 64.1 glej pri segmentu 7.



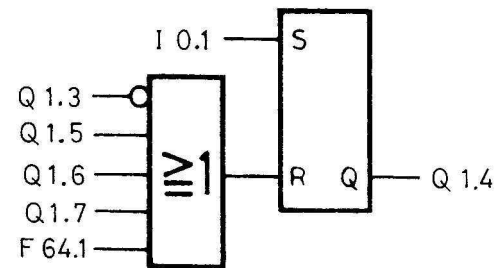
**Segment 4:** Signalizacija vrste obratovanja KORAKOMA S POGOJI



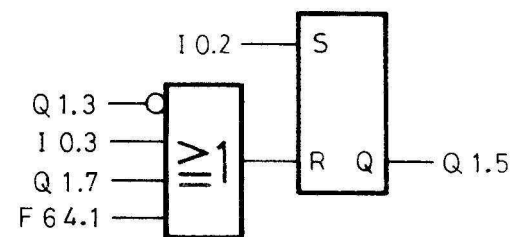


**Segment 3:** Signalizacija vrste obratovanja AVTOMATIČNO

**Komentar:** Pomen F 64.1 glej pri segmentu 7.



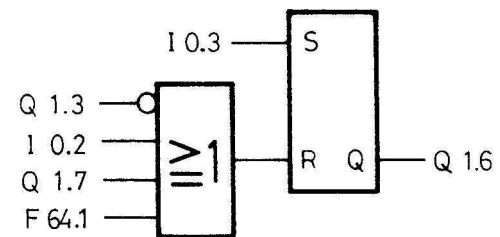
**Segment 4:** Signalizacija vrste obratovanja KORAKOMA S POGOJI



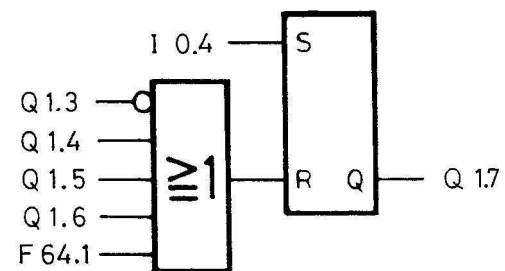


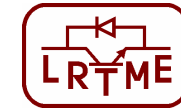


**Segment 5:** Signalizacija vrste obratovanja KORAKOMA BREZ POGOJEV

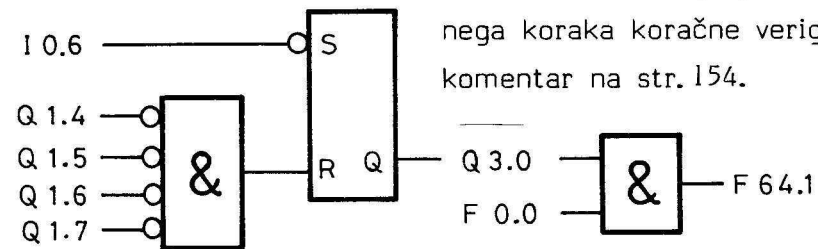


**Segment 6:** Signalizacija vrste obratovanja NASTAVLJANJE



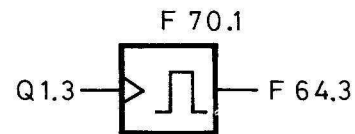


**Segment 7:** Signalizacija povelja STOJ (Q 3.6) ter oblikovanje ukaza za zaustavitev krmilja (F 64.1)



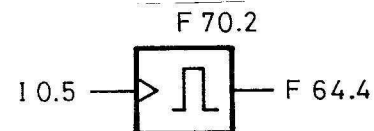
**Komentar:** F 0.0 je pomnilnik osnovnega koraka koračne verige. Glej tudi komentar na str. 154.

**Segment 8:** Oblikovanje smernega impulza za postavitev programske koračne verige v izhodiščno stanje (PKV)

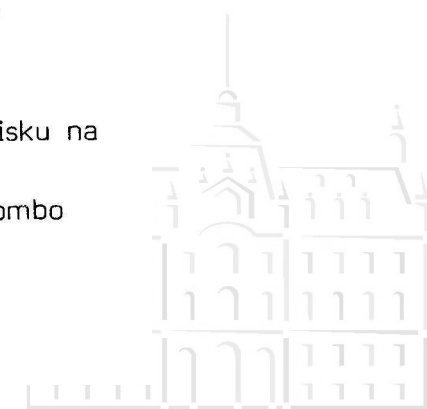


**Pripomba:** F 70.1 je pomožni vmesni pomnilnik za realizacijo dinamične logične funkcije (/10/, str. 196).

**Segment 9:** Oblikovanje kratkotrajnega impulza ob vsakokratnem pritisku na tipko START

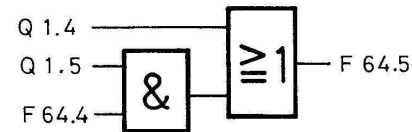


**Pripomba:** Za F 70.2 glej pripombo pri segmentu 8!

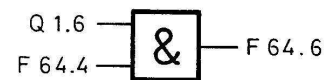




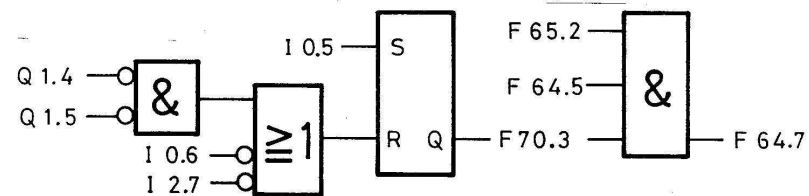
**Segment 10:** Signal za sprostitvev koračne verige za prehode ob izpolnjenih prehodnih pogojih



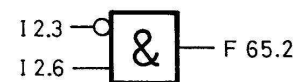
**Segment 11:** Signal za sprostitvev koračne verige za prehode brez upoštevanja prehodnih pogojev



**Segment 12:** Oblikovanje startnega pogoja za programsko koračno verigo (za korak 1)

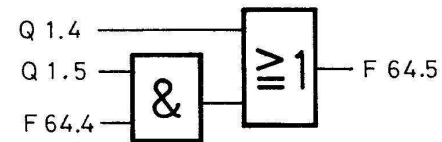


**Pripomba:** F 65.2 je signal, ki javlja (z "1"), da je postroj (krmilje) v izhodni položaju. V našem primeru je to: ročica R v legi 1 (I 2.3 = 0) in orodje O zgoraj (I 2.6 = 1):





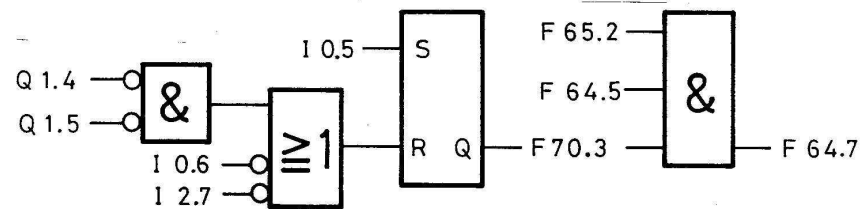
**Segment 10:** Signal za sprostitvev koračne verige za prehode ob izpolnjenih prehodnih pogojih



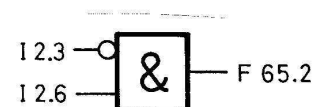
**Segment 11:** Signal za sprostitvev koračne verige za prehode brez upoštevanja prehodnih pogojev

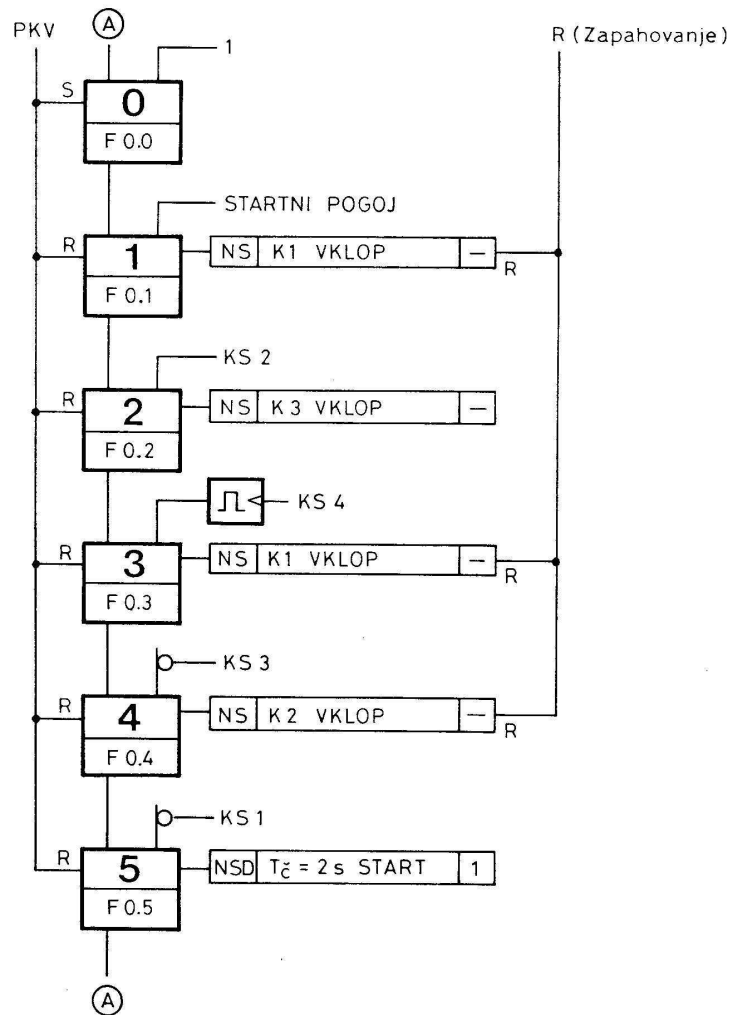
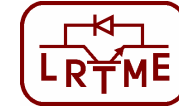


**Segment 12:** Oblikovanje startnega pogoja za programsko koračno verigo (za korak 1)



**Pripomba:** F 65.2 je signal, ki javlja (z "1"), da je postroj (krmilje) v izhodni položaju. V našem primeru je to: ročica R v legi I ( $I 2.3 = 0$ ) in orodje O zgoraj ( $I 2.6 = 1$ ):

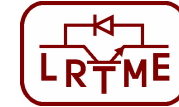




**Legenda:** PKV - vrnitev programske koračne verige v izhodiščno (osnovno) stanje

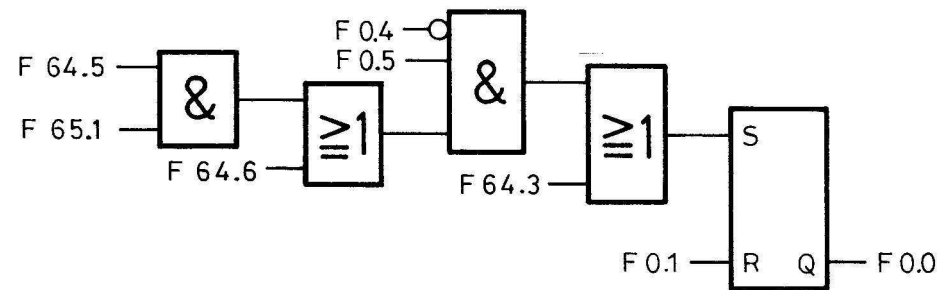
(A) - (A) označuje povezavo (zanko)



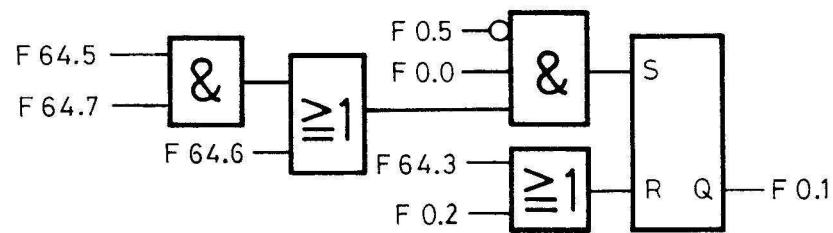


**Korak 0:**

**Pripomba:** F 65.1 je signal, ki ga generira T 0 (glej str.158)

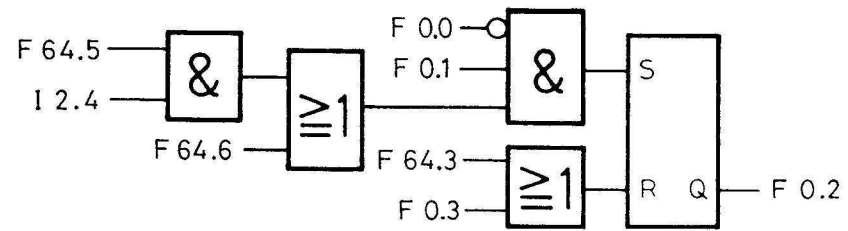


**Korak 1:**

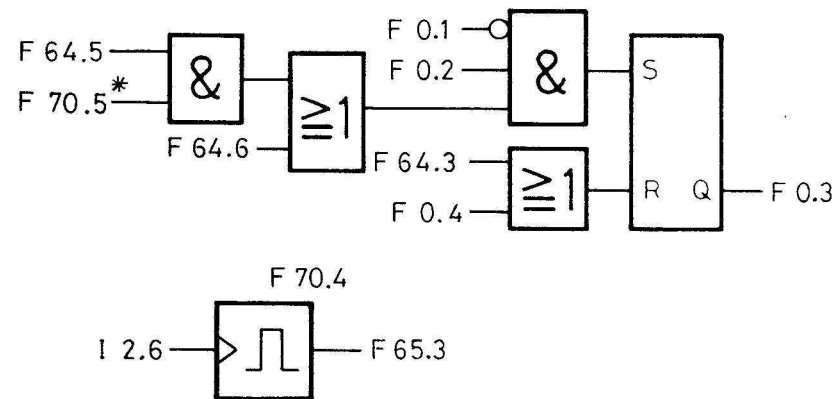




**Korak 2:**

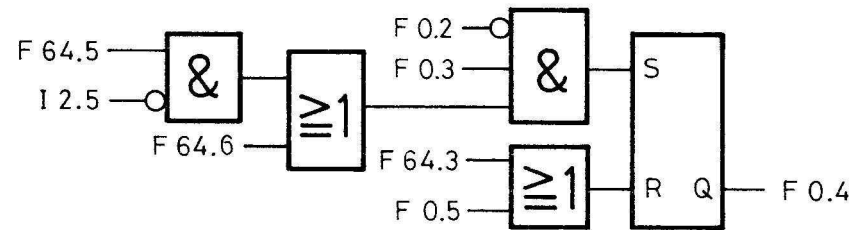


**Korak 3:**

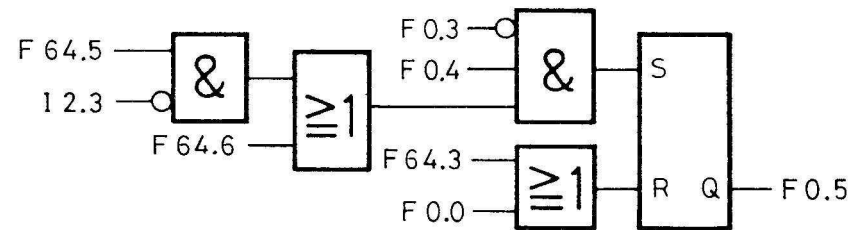




**Korak 4:**



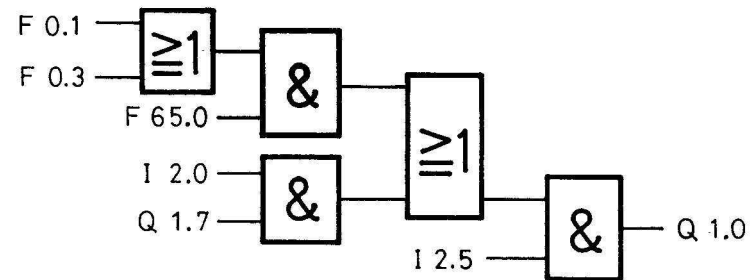
**Korak 5:**







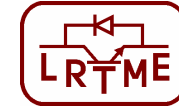
Izdaja povelja na K 1: Ročica v DESNO



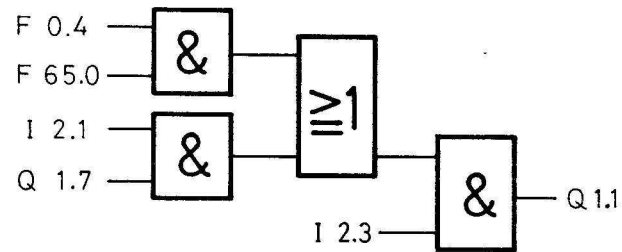
**Pripomba:** I 2.5 = 0 je signal za varnostno zapahovanje.

Povelje Q 1.0 = 1 izdajata korak 1 in korak 3!



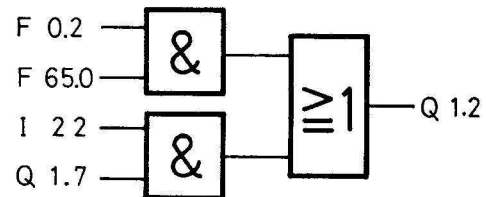


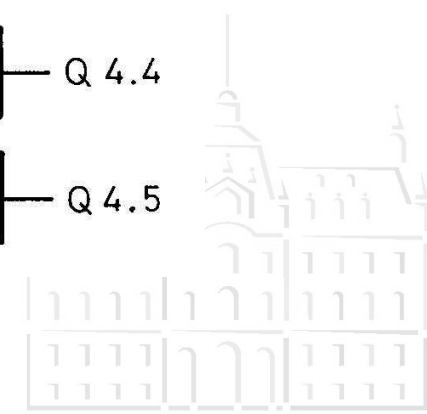
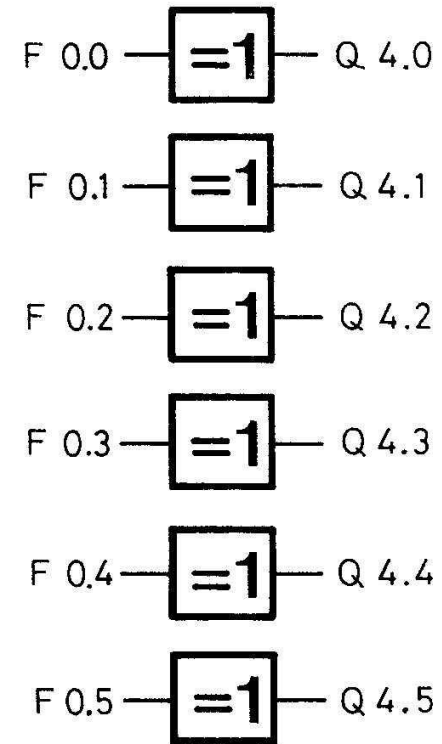
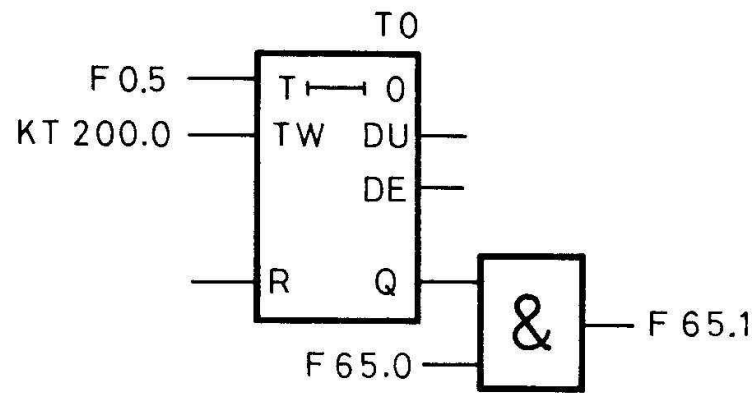
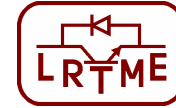
Izdaja povelja na K 2: Ročica v LEVO

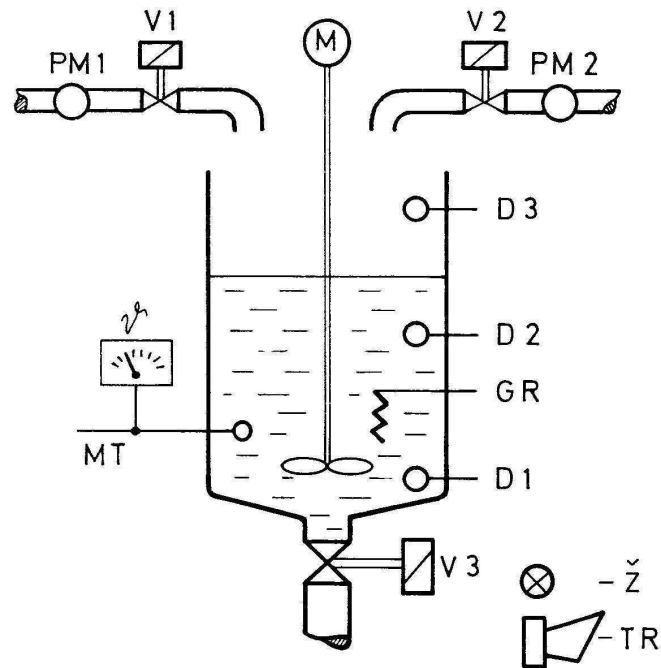


Pripomba: I 2.3 = 0 je signal za varnostno zapahovanje.

Izdaja povelja na K 3: Orodje  $\updownarrow$



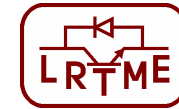




**Legenda:**

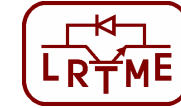
- V 1, V 2, V 3 - elektromagnetni ventili
- D 1, D 2, D 3 - merilni dajalniki za nivoje tekočine
- MT - merilni dajalnik za maksimalno temperaturo
- M - mešalni motor
- PM 1, PM 2 - pretočna merilnika (glej pogl. 4.7.3.3)
- GR - grelnik
- TR - troblja
- Ž - žarnica





VKLOP IZKLOP PRIPRAVLJENOST	  		ZASILNI IZKLOP	
VRSTA OBRATOVANJA				
AVTOMATIČNO	KORAKOMA		NASTAVLJANJE	
	S POGOJI	BREZ POG.		V1 V2 V3
				 M GR
START	STOJ	MOTNJA KVIT.		SPROSTITEV POVELJ



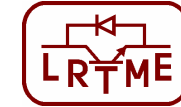


PRIREĐITVENA TABELA

Legenda: DK - delovni kontakt, MK - mirovni kontakt

Št.	Element ime	Oz- nač- ba	Pri- ključna sponka adresa	Prirejeni signal	Komentar
<b>VHODNI ELEMENTI:</b>					
1.	Stikalo ZASILNI IZKLOP	/	I 0.0	IZKLOP = 0	
2.	Stikalo VKLOP/IZKLOP	/	I 0.1	VKLOP = 1	
3.	Tipkalo AVTOMATIČNO	/	I 0.2	VKLOP = 1	DK
4.	Tipkalo KORAKOMA S POGOJI	/	I 0.3	VKLOP = 1	DK
5.	Tipkalo KORAKOMA BREZ POGOJEV	/	I 0.4	VKLOP = 1	DK
6.	Tipkalo NASTAVLJANJE	/	I 0.5	VKLOP = 1	DK
7.	Tipkalo START	/	I 0.6	START = 1	DK
8.	Tipkalo STOJ	/	I 0.7	STOJ = 0	MK
9.	Tipkalo za ventil V 1	V 1	I 2.0	Odpreti = 1	DK
10.	Tipkalo za ventil V 2	V 2	I 2.1	Odpreti = 1	DK
11.	Tipkalo za ventil V 3	V 3	I 2.2	Odpreti = 1	DK
12.	Tipkalo za motor M	M	I 2.3	Pogon = 1	DK
13.	Tipkalo za grelnik GR	GR	I 2.4	Vklop = 1	DK
14.	Tipkalo SPROSTITUTEV POVELIJ	/	I 2.5	Sprostitev = 1	DK
15.	Tipkalo KVITIRANJE	/	I 2.6	Kvitiranje = 1	DK
16.	Merilnik spodnjega nivoja	D 1	I 5.0	Nivo pod spo- dnjim=posoda prazna=0	DK
17.	Merilnik srednjega nivoja	D 2	I 5.1	Nivo nad sre- dnjim=1	DK
18.	Merilnik zgornjega nivoja	D 3	I 5.2	Nivo nad zgo- rnjim=1	DK
19.	Merilnik temperature	MT	I 5.3	Temperatura $V \geq V_{max} = 1$	DK

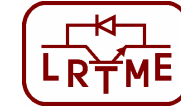




PRIREDITVENA TABELA (1. nadaljevanje)

Št.	Element ime	označba	Priključna sponka (adresa)	Prirejeni signal	Komentar
	<b>IZHODNI ELEMENTI</b>				
1.	Ventil V 1	V 1	Q 1.0	Odprt = 1	
2.	Ventil V 2	V 2	Q 1.1	Odprt = 1	
3.	Ventil V 3	V 3	Q 1.2	Odprt = 1	
4.	Grelnik GR	GR	Q 1.3	Vklopljen=1	
5.	Motor M	M	Q 1.4	Pogon = 1	
6.	Troblja	TR	Q 1.5	Aktivna = 1	
	Svetila:				
7.	PRIPRAVLJENOST	-	Q 1.6	Sveti = 1	
8.	AVTOMATIČNO	-	Q 1.7	Sveti = 1	
9.	KORAKOMA S POGOJI	-	Q 3.0	Sveti = 1	
10.	KORAKOMA BREZ POGOJEV	-	Q 3.1	Sveti = 1	
11.	NASTAVLJANJE	-	Q 3.2	Sveti = 1	
12.	STOJ	-	Q 3.3	Sveti = 1	
13.	MOTNJA ( $t > t_n = 30 \text{ s}$ )	-	Q 3.4	Sveti = 1	
	Signalizacija vklopljenosti korakov programske koračne verige				Vnašati sproti pri programiranju !





PRIREDITVENA TABELA ( 2.nadaljevanje)

Št.	Element ime	Oz-nač-ba	Priključna sponka (adresa)	Prirejen signal	Komentar
	<b>UPORABLJENI ELEMENTI V CPU:</b> <b>POMOŽNI POMNILNIKI:</b> Za koračno verigo: od F 0.0 dalje. Za realizacijo vrste obratovanja: od F 70.0 dalje. Vmesni pomožni pomnilniki: od F 90.0 dalje. <b>ČASOVNIKI:</b> Časovnik za pavzo $t_{\check{c}1} = 10$ sekund. Časovnik za pavzo $t_{\check{c}2} = 5$ sekund. Časovnik za nadzor $T_n = 30$ sekund.	        T 0  T 1  T 2			Vnašati sproti pri programiranju!

