

**UNIVERZA V MARIBORU  
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO**

Marjan Jereb

Diplomsko delo

Maribor, april 2009



**UNIVERZA V MARIBORU**



**FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO**  
2000 Maribor, Smetanova ul. 17

Diplomska naloga visokošolskega strokovnega študijskega programa

## **IZDELAVA NAPRAVE ZA SORTIRANJE OJNIC**

Študent: Marjan Jereb

Študijski program: VS - Elektrotehnika

Smer: Avtomatika

Mentor: Doc. dr. Aleš Hace

Maribor, april 2009



Številka: E.0781

Datum in kraj: 02. 03. 2009, Maribor

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 32/2008)

#### SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

1. **Marjanu Jerebu**, študentu visokošolskega strokovnega študijskega programa Elektrotehnika, smer Avtomatika, se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu Avtomatizacija proizvodnih obratov.
2. **MENTOR:**     **doc. dr. Aleš Hace**
3. **Naslov diplomskega dela:**  
**IZDELAVA NAPRAVE ZA SORTIRANJE OJNIC**
4. **Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:**  
**DESIGNING DEVICE FOR THILL SORTING**
5. Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z "Navodili za izdelavo diplomskega dela" in ga oddati v treh izvodih ter en izvod elektronske verzije do 02. 03. 2010 v referatu za študentske zadeve.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.



Obvestiti:

- kandidata,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti arhiv.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju dr. Alešu Hacetu za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem podjetju Unior d.d. in vsem zaposlenim ter družini za pomoč in podporo pri izdelavi diplomske naloge

## IZDELAVA NAPRAVE ZA SORTIRANJE OJNIC

### **Ključne besede:**

Proizvodnja ojníc za motorje, avtomatizirana končna kontrola, avtomatizacija, PLK, krmilna tehnika, meritve

**UDK:** 681.532 (043.2)

### **Povzetek**

*V diplomski nalogi so opisane težave pri pregledovanju ter sortiranju ojníc. Zaradi nenehnih večjih zahtevah kupcev po določenih dodatnih pregledih ojníc je prišlo do realizacije projekta. Podrobneje je predstavljena novogradnja naprave za sortiranje ojníc, z uporabo krmilnega sistema VIPA 115-6BLO01, ter prikazovalnik (poslužitveni panel) VT 155W. Dodatno je opisana tudi programska oprema STEP7, VTWIN, ter frekvenčna regulacija motorja podjetja HITACHI in posamezne komponente, potrebne za delovanje naprave. Na koncu so zapisane še ugotovitve pri samem zagonu.*

## DESIGNING DEVICE FOR CONNECTION ROD SORTING

### **Key words:**

Production of connection rods for motors, automated final inspection, automation, PLC, control technique, measurements

**UDK:** 681.532 (043.2)

### **Abstract**

*In this degree work there are described problems, at inspecting and sorting connection rods for their suitability. The connection rod sorting line project was realized because of costumers higher quality demands. There is more detailed description of making the sorting device, as well as introduction of programmable logic controller VIPA 115-6BLO01, with touch screen VT 155W. In addition there is described programming software STEP7, VTWIN. Introduced are also frequency controller HITACHI and individual components, which are needed for device operation. At end of degree work, there are ascertainments from putting the machine in operation.*

## KAZALO

1.	UVOD.....	1
2.	OPIS IN DELOVANJE NAPRAVE ZA SORTIRANJE OJNIC .....	3
2.1.	Tehnološka shema .....	8
2.2.	Opis stroja.....	9
2.3.	Način delovanja .....	9
2.4.	Delovanje in zagon naprave .....	10
2.5.	Diagram poteka delovanja naprave .....	11
2.6.	Dimenzijski in drugi podatki .....	12
2.7.	Naprava za merjenje s pomočjo vrtilnih tokov (magnetest).....	12
2.7.1	Princip meritve na vrtilni tok .....	13
2.7.2	Možnosti merjenja na vrtilni tok.....	13
2.7.3	Potek meritve.....	14
2.7.4	Diagram avtomatske meritve.....	14
2.8.	Sortirni tehtalni sistem Proteus 08.....	15
2.8.1	Sestava.....	15
2.8.2	Delovanje.....	15
3.	NOVOGRADNJA .....	16
3.1.	Zakaj novogradnja .....	16
3.2.	Predstavitev strojne opreme VIPA .....	17
3.3.	Krmilniki VIPA SYSTEM 500V .....	18
3.4.	Krmilniki VIPA SYSTEM 300V .....	19
3.5.	Krmilniki VIPA SYSTEM 200V .....	20
3.6.	Krmilniki VIPA SYSTEM 100V .....	21
3.7.	Omrežje MPI .....	22
3.8.	Izbira krmilnika VIPA 115-6BL02 .....	25
3.9.	Uporabljene komponente krmilnika .....	26
3.10.	Prikazovalnik ESA VT155W .....	27
3.11.	Tranzistorski rele Murr .....	28
3.12.	Frekvenčni pretvornik SJ200 NFE .....	29
3.13.	Ostali uporabljeni deli .....	33

3.14.	Krmilna blokovna shema naprave .....	34
4.	PROGRAMSKA OPREMA.....	35
4.1.	Programska oprema Simatic Manager.....	35
4.2.	Programska oprema VTWIN.....	40
5.	PLC PROGRAM V KRMILMIKU.....	43
5.1.	Seznam izhodov.....	43
5.2.	Shema programa.....	44
5.3.	Sekvenčni diagram programa.....	46
6.	UGOTOVITVE IN ZAGON NAPRAVE.....	48
7.	SKLEP.....	49
8.	UPORABLJENA LITERATURA.....	50
9.	PRILOGE.....	51
9.1.	Tehnični podatki za krmilnike Vipa.....	51
9.2.	Tehnični podatki za frekvenčne pretvornike.....	52
9.3.	Program naprave.....	53
9.4.	Električna vezalna shema.....	67
9.5.	Izjava o avtorskem delu.....	71
9.6.	Naslov študenta.....	72
9.7.	Kratek življenjepis.....	72



## KAZALO SLIK

Slika 2.1: Primer razpoke materiala .....	4
Slika 2.2: Primer kovaške zagube.....	4
Slika 2.3: Primer kovaške zagube.....	4
Slika 2.4: Tloris postavitve linije.....	5
Slika 2.5: Postavitev linije .....	6
Slika 2.6: Nalagalna naprava .....	7
Slika 2.7: Magnetenje odkovka .....	7
Slika 2.8: UV svetilka s taktnim zalogovnikom .....	7
Slika 2.9: Tuljava za razmagnetenje.....	7
Slika 2.10: Tehnološka shema .....	8
Slika 2.11: Krmilna in komandna omara.....	10
Slika 2.12: Magnetest .....	12
Slika 2.13: Tehtalni sistem .....	15
Slika 3.1: Primer ojnice .....	16
Slika 3.2: Krmilnik VIPA SYSTEM 500V .....	18
Slika 3.3: Krmilnik VIPA SYSTEM 300V .....	19
Slika 3.4: Krmilnik VIPA SYSTEM 200V .....	20
Slika 3.5: Krmilnik VIPA SYSTEM 100V .....	21
Slika 3.6: Povezovalni modul.....	22
Slika 3.7: MPI omrežje.....	23
Slika 3.8: Konektor PROFIBUS.....	24
Slika 3.9: Zgradba priključka .....	24
Slika 3.10: CPE z digitalnimi vhodi in izhod .....	25
Slika 3.11: Blokovni diagram vhodov in izhodov.....	25
Slika 3.12: Razširitveni modul .....	26
Slika 3.13: Prikazovalnik ESA VT155W .....	27
Slika 3.14: Murr rele.....	28
Slika 3.15: Blokovna shema vektorskega pretvornika .....	31
Slika 3.16: Frekvenčni pretvornik .....	32
Slika 3.17: Izgled elektro omare.....	33

Slika 3.18: Blokovna krmilna shema.....	34
Slika 4.1: Osnovno okno .....	36
Slika 4.2: Primer funkcijskega načrta.....	37
Slika 4.3: Primer seznama ukazov.....	38
Slika 4.4: Primer lestvičnega diagrama .....	39
Slika 4.5: Programsko okno .....	40
Slika 4.6: Projektno okno .....	41
Slika 4.7: Seznam elementov .....	41
Slika 4.8: Prevajalnik.....	42
Slika 4.9: Prikaz preverjanje projekta.....	42
Slika 5.1: Seznam vhodov .....	43
Slika 5.2: Seznam izhodov .....	43
Slika 5.3: Izvajanje programa v krmilniku .....	44
Slika 5.4: Shema programa.....	45

## 1. UVOD

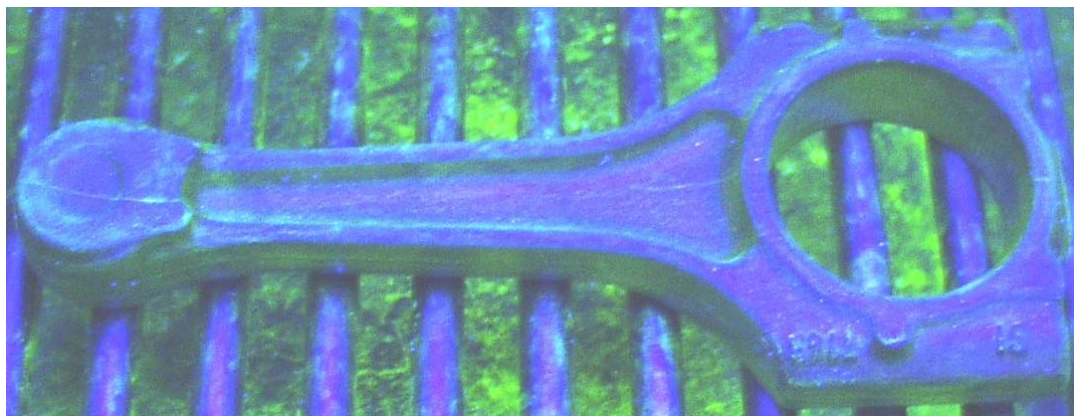
V letu 2009 v podjetju UNIOR d.d. praznujemo 90 letnico svojega obstoja v slovenskem in mednarodnem prostoru. V tej dobi smo si v podjetju pridobili veliko znanja in izkušenj kar, pa je odločilno v tej dobi finančne in gospodarske krize na svetovnem tržišču. S svojimi petimi programi odkovkov, ročnega orodja, strojogradnje, sintra in turistične dejavnosti je družba zavezana visoki ravni kakovosti, doseganju visoke stopnje izkoriščenosti svojih zmogljivosti, povečanju produktivnosti in doseganju optimalne dobičkonosnosti. Zavedamo se, da je kvaliteta izdelava izdelkov, ki zadostujejo standardom ISO, DIN, SI ter mnogih drugih zahtev kupcev glavni ključ do nadaljnega uspeha. Vendar bo zaradi globalizacije svetovnega tržišča ter vse hitrejšega osvajanja tehnologij vzhoda, konkurenca na svetovnem tržišču vedno hujša. Zavedamo se, da ji bo težko konkurirati, zato se moramo pripraviti že danes z vlaganjem v razvoj in modernizacijo, kajti jutri bo prepozno. Modernizacija podjetja prispeva k povečani zmogljivosti proizvodnje, večji zanesljivosti proizvodov, zahtevanim standardom ter zmanjšanju stroškov na enoto proizvodnje. V ta namen družba UNIOR d.d. veliko sredstev namenja za izobraževanje različnih profilov kadrov. Sam sem v družbi zaposlen že petindvajset let, v službi vzdrževanja, katerega prvenstvena naloga je kvalitetno vzdrževanje strojev. Poleg vzdrževanja pa opravljamo modernizacijo obstoječih strojev ter izvajamo tudi novogradnje po željah proizvodnje. Kot vodja elektro oddelka sem uvidel, da imam premalo znanja za reševanje določenih nalog avtomatizacije določenih procesov, zato sem se odločil za nadaljnje šolanje. V družbi se zavedamo, da je delo v kovaški proizvodnji zelo nevarno, zato se s pomočjo avtomatizacije skušamo izogniti delu človeka tam, kjer je to možno. To pa je možno doseči na dva načina: ali kupimo zelo drage namenske stroje ali pa jih izdelamo sami. V podjetju smo se odločili za slednje, res, da v začetku potrebujemo dosti več časa za določene rešitve, vendar se kasneje to bogato obrestuje pri času popravila ob zastoju. Stroj, ki ga sam izdelam, poznaš do potankosti, poznaš problematiko in je popravilo lažje ter učinkovitejše.

Novogradnjo stroja smo izvedli po željah proizvodnje. Novogradnja zajema stroj za sortiranje ojníc. Mehanski del so izvedli v delavnici strojne obdelave, električni del pa sem izvedel sam. Naša prva naloga je bila preučitev zahtev naročnika ter usklajevanja predlogov med strokovnjaki posameznih oddelkov. Naslednja naloga je bila preučitev zamisli projekta s strani strojne obdelave, določitev potrebnega števila vhodov in izhodov, izvedba krmilne omare s pripadajočim krmiljenjem, upravljalnega pulta s stikali in elektroinštalacija stroja.

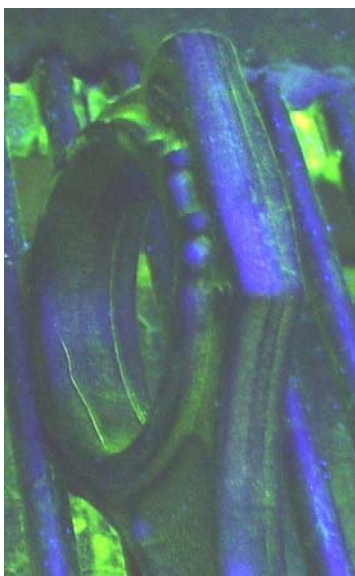
V diplomski nalogi je opisana sama kontrolna linija, opravila na posameznih postajah, ki se na njej opravljajo ter potek novogradnje. V nadaljevanju je tudi podrobneje opisan VIPA krmilnik CPU115 ter panel ESA VT155, kakor tudi uporabljena programska oprema Siemens Step 7 in ESA VT Win ter frekvenčni pretvornik podjetja HITACHI.

## 2. OPIS IN DELOVANJE NAPRAVE ZA SORTIRANJE OJNIC

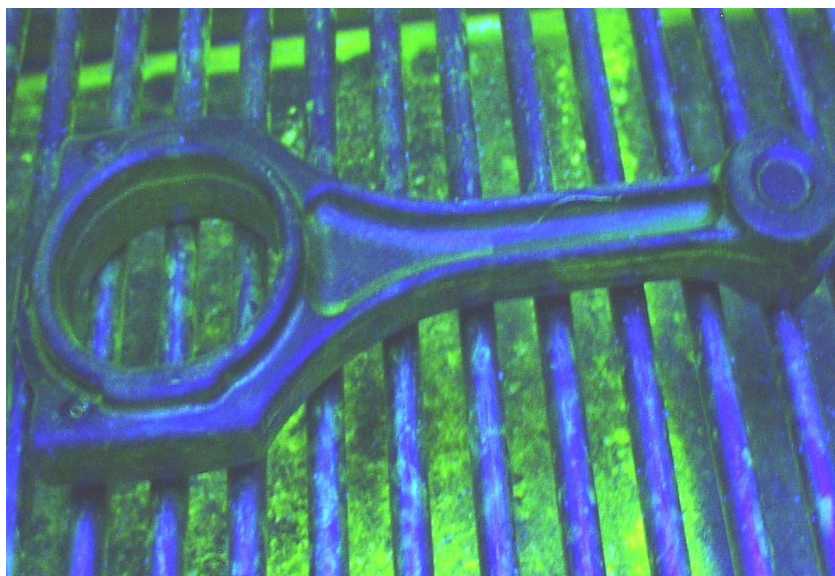
Naprava za sortiranje ojníc je del kontrolne linije za pregledovanje ojníc. Nahaja se v oddelku končne kontrole. Linija je sestavljena iz nakladalne naprave, traka, stroja za magnetenje odkovkov, zalogovnika, demagnetizacijske tuljave, naprave za tehtanje, naprave za meritev s pomočjo vrtilnih tokov v nadaljevanju (magnetesta) ter naprave za sortiranje ojníc. Z nalagalno napravo dvignemo odkovke ter jih stresemo na mizo, kjer jih nato vizualno pregledamo. Dobre komade vstavimo v trak, kateri odkovek odnese v stroj za magnetenje odkovkov. Komade namagnetimo s tako imenovanim vzdolžnim magnetenjem, ki omogoča odkritje vzdolžnih razpok ter z prečnim magnetenjem, ki omogoča odkritje prečnih razpok. Ko stroj magneti odkovek, ga medtem polijemo s testno tekočino, ki vsebuje magnetni prašek, pomešan s fluorescentno barvo. Pod UV lučjo lahko navedene razpoke zlahka odkrijemo, kot v (2.1, 2.2, 2.3). Dobri komadi se odložijo v taktni zalogovnik, ki potisne izdelek na trak, kateri odnese izdelek na tehtnico. Na poti do tehtnice se izdelek razmagnetni zaradi kasnejše strojne obdelave. Izdelki, ki ustrezajo predpisani teži tako potujejo naprej po traku do magnetesta, pretežki se izločijo v košaro in gredo na popravilo, prelahki pa se izločijo v izmet. Magnetest odkrije morebitne strukturne napake materiala. Dobri izdelki potujejo naprej do naprave za sortiranje ojníc, slabi se izločijo v izmet. Omenjena naprava ima nalogo, da pregleda debelino izdelka, krivost in ustrezno porazdelitev čepkov na izdelku, ter na koncu šteje dobrih izdelkov in šteje izmeta. Odkovek, ki uspešno prestane vse teste, potuje v zaboj za odpremo. Odkovek, ki ga naprava izloči, in sicer kot predebelega ali krivega, ga loputa preusmeri za popravilo, odkovek, ki pa ga izloči kot odkovek brez čepka, pa ga izloči v izmet. Na koncu štejemo vse odkovke, tako dobre, kot popravilo ter izmet.



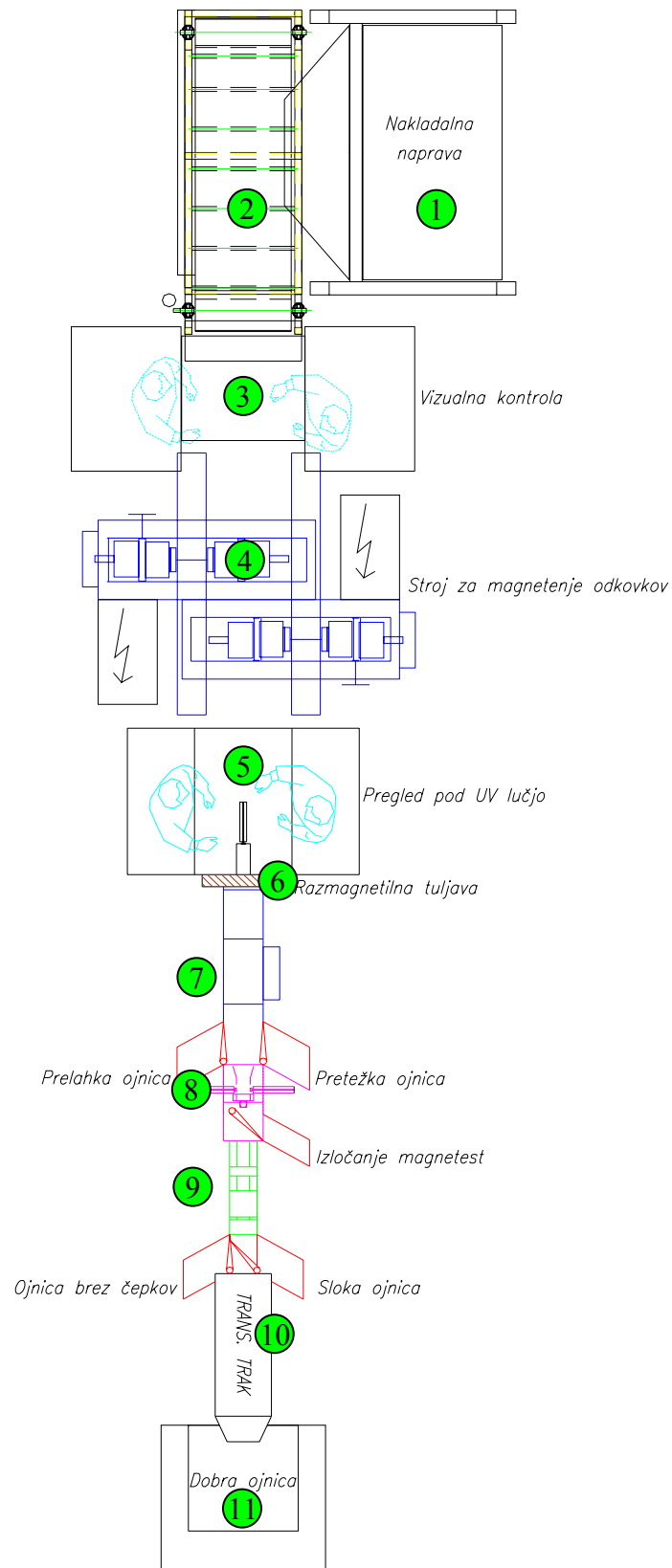
**Slika 2.1: Primer razpoke materiala**



**Slika 2.2: Primer kovaške zagube**



**Slika 2.3: Primer kovaške zagube**



Slika 2.4: Floris postavitve linije

### Sestavni deli naprave za pregledovanje ojníc

1. nalagalna naprava
2. trak za transport ojníc
3. vizualna kontrola
4. naprava za magnetenje odkovkov
5. pregled pod UV lučjo
6. razmagnetilna tuljava
7. naprava za tehtanje z loputami
8. naprava za merjenje s pomočjo vrtničnih tokov z loputami (Magnetest)
9. sortirna naprava z loputami
10. transportni trak
11. zaboj z dobrimi komadi



**Slika 2.5: Postavitev linije**





**Slika 2.6: Nalagalna naprava**



**Slika 2.7: Magnetenje odkovka**

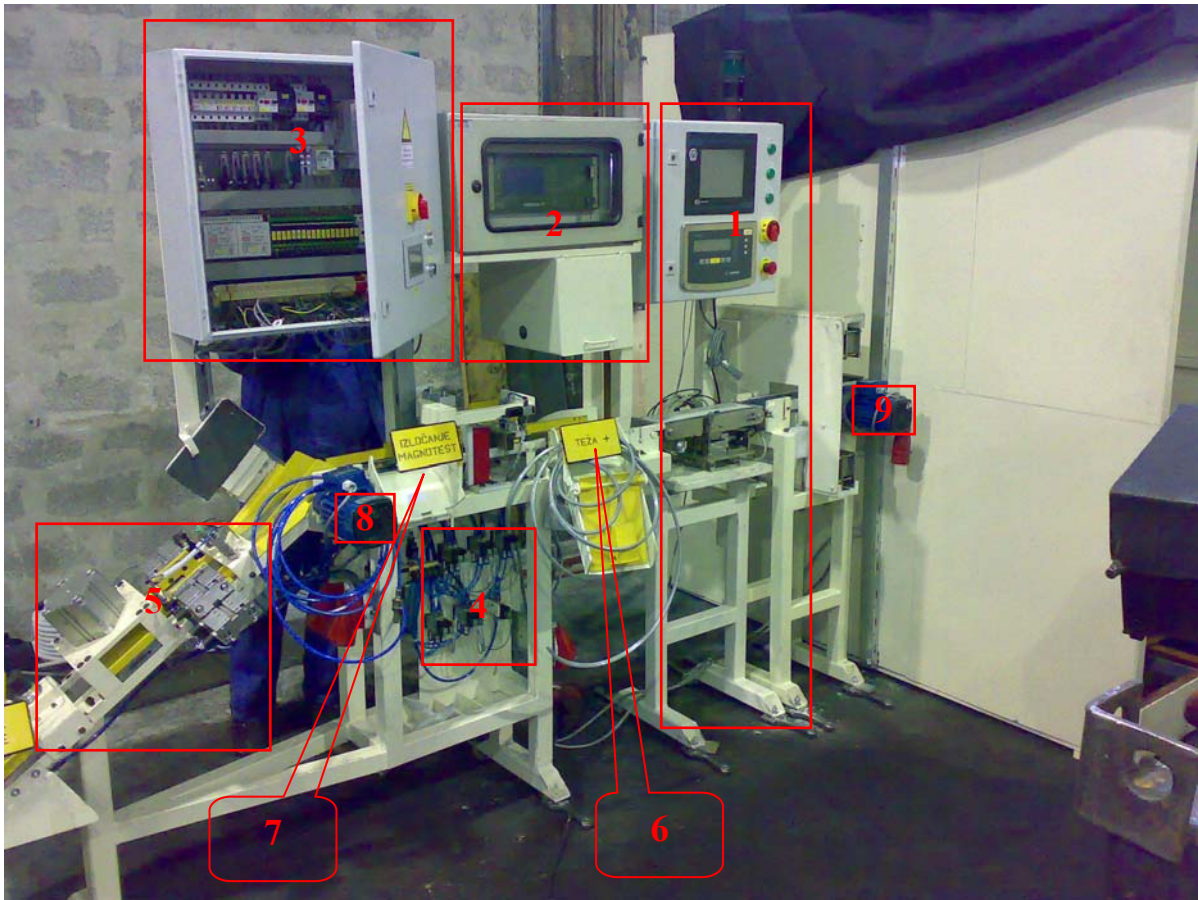


**Slika 2.8: UV svetilka s taktnim zalogovnikom**



**Slika 2.9: Tuljava za razmagnetenje**

## 2.1. Tehnološka shema



Slika 2.10: Tehnološka shema

### Sestavni deli naprave za sortiranje ojníc

1. naprava za tehtanje
2. magnetest
3. krmilna elektro omara
4. pnevmatski ventili naprave
5. sortirna naprava
6. izločanje ojníc glede na težo
7. izločanje ojníc glede na strukturo
8. elektro motor traka 2
9. elektro motor traka 1

## 2.2. Opis stroja

Naprava za sortiranje ojníc je namenjena za pregledovanje različnih tipov ojníc. Delovanje naprave omogočata električna energija ter pnevmatski sistem. Pnevmski sistem uporabljamo za krmiljenje loput in ventilov za izločanje ojníc. Krmiljenje naprave ter pnevmatskih ventilov upravljamo s krmilnikom VIPA CPU 115, v katerem je zapisan uporabniški program. Uporabniški program je napisan v programskem paketu PROGRAM MANAGER S7.

## 2.3. Način delovanja

Naprava ima dva načina delovanja, avtomatsko in nastavitvev. Pretežno je namenjena za delovanje v avtomatskem režimu. Ko vnesemo artikel na operacijskem panelu in postavimo stikalo v avtomatski režim delovanja ter vključimo krmiljenje, naprava čaka na prisotnost ojnice. Ko senzor na zalogovniku zazna zadostno količino ojníc, le-ta sproži podajalno roko, ki potisne ojnico na transportni trak. Trak transportira ojnico preko razmagnetilne tuljave do tehtnice. Tehtnica izloči ojnico, ki ni v toleranci  $\pm 3,5g$ . Ojnico, ki presega predpisano težo, loputa izloči v zaboj za preteške ojnice, medtem ko ojnico, ki je pod predpisano težo, loputa izloči v zaboj za izmet. Ojnice, ki presegajo predpisano težo gredo še enkrat na popravilo. Ojnice, ki so v predpisani meji, trak tehtnice pošlje naprej do magnetesta. Ko senzor pred tuljavo magnetesta zazna ojnico, vključi pridržalo, ki ojnico poravna v merilni tuljavi ter hkrati ustavi trak. Magnetest testira ojnico (strukturo materiala, pomešanost materiala), ko pa je meritev končana, vklopi trak. Ojnice, ki ne ustrezajo meritvi, loputa izloči, druge pa trak nese do naprave za sortiranje ojníc. Ko senzor zazna prisotnost ojnice, naprava pregleda predpisane lastnosti ojnice glede na artikel. Če ne ustreza, pozicionirna loputa spusti ojnico, izločevalna loputa pa jo preusmeri v zaboj za izmet. Kadar ojnica tehnično ustreza predpisanim pogojem, pozicionirna loputa spusti ojnico v kaliber za kontrolo debeline in krivosti. Ojnica, ki se zagozdi v kalibru, ne prispe v predpisanem času do senzorja na izteku kalibra. Posledica tega je, da se kaliber odpre, izločevalna loputa pa jo izloči v zaboj za neustrezno. Te ojnice gredo nazaj na popravilo. Ojnico, ki prestane vse preizkuse, pa izločevalna loputa spusti v zaboj za dobre komade. Nastavitveni režim delovanja se uporablja samo za nastavitvev magnetesta.

## 2.4. Delovanje in zagon naprave

Napravo vklopimo z glavnim stikalom, ki je nameščen na elektro omarici. Na panelu na dotik izberemo številko artikla, pod izbrano številko pa se skriva določen program. Vnos artiklov in tehnoloških parametrov opravlja pooblaščen osebá. Vse izločevalne lopute se postavijo na s programom določena mesta. Prednastavimo lahko želeno število komadov v zaboju in ko dosežemo nastavljeno število, se naprava samodejno izključi in signalizira doseženo število kosov. Na panelu na dotik lahko spreminjamo tudi takt delovanja naprave. Preklopno stikalo postavimo na položaj avtomatskega delovanja ter vklopimo krmilno napetost. Ko senzor na zalogovniku zazna prisotnost kosov se naprava samodejno zažene ter opravlja meritve po nastavljenem taktu.



**Slika 2.11: Krmilna in komandna omara**



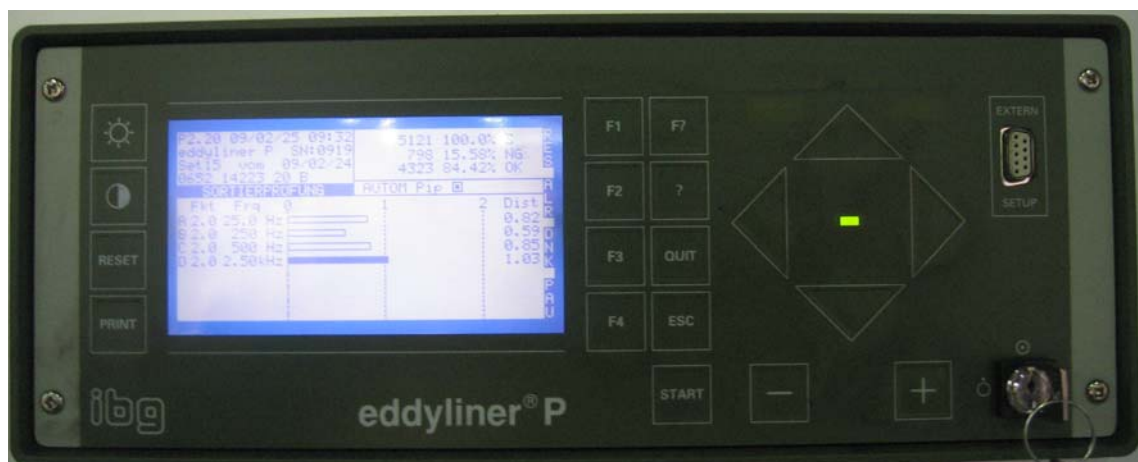


## 2.6. Dimenzijski in drugi podatki

Obratovalna napetost	400 V
Krmilna napetost	24 VDC
Poraba energije	1000 VA

## 2.7. Naprava za merjenje s pomočjo vrtilnih tokov (magnetest)

Magnetest je samostojna naprava za merjenje strukture odkovkov. Lahko se uporablja samostojno ali pa je vključena v nekem avtomatskem procesu, kot je v našem primeru. Naprava je namenjena za testiranje strukture različnih kovinskih delov. Pri nas jo uporabljamo za meritev odkovkov. Napravo lahko po želji nastavimo glede na zelene meritve, čas merjenja, hitrosti meritve, vrste meritve, frekvenčna območja, ki jih želimo testirati in še vrsto drugih nastavitvev, ki pa v našem primeru niso pomembne. Magnetest ima tudi vhodno in izhodno enoto, iz katere dobivamo in ji pošiljamo podatke za meritve.



Slika 2.12: Magnetest

### 2.7.1 Princip meritve na vrtnčni tok

Če na merilno tuljavo pripeljemo izmenični tok, se na tuljavi ustvari magnetno polje. Ko približamo merilni tuljavi merjenec, se v merjencu inducira vrtnčni tok. Velikost vrtnčnega toka je odvisna od kemične sestave, strukture (trdote). S spremembo frekvenc vrtnčnih tokov dobimo v sistemu merilne tuljave odtis strukture materiala. Strukturno lahko z integriranim sistemom zajamemo in izpišemo.

Če se med menjavo merjencev spreminja struktura materiala, ali je merjenec iz napačnega materiala in če je nepravilno kaljen, se spremeni vrtnčni signal. Naprava prepozna signal in ustrezno prikaže spremembo.

Magnetest deluje na metodi preventivnega večfrekvenčnega testiranja (PMFP), ki jo je razvilo podjetje Ibg. Prednost preventivnega večfrekvenčnega testiranja je v veliki natančnosti odkrivanja neznanih napak, na osnovi izbrane širine frekvenčnega pasa.

Za razliko od drugih naprav, uporablja Ibg magnetna polja majhnih moči. To pomeni, da skozi merilno tuljavo tečejo majhni toki, kar je prednost, saj je zaradi majhnega toka zelo majhna možnost, da bi pri feromagnetnih materialih nastala permeabilnost.

### 2.7.2 Možnosti merjenja na vrtnčni tok

Magnetest lahko uporabljamo za vse materiale z električno ali magnetno permeabilnostjo. To so vsi kovinski materiali.

Tabela prikazuje primer meritev na različnih materialih.

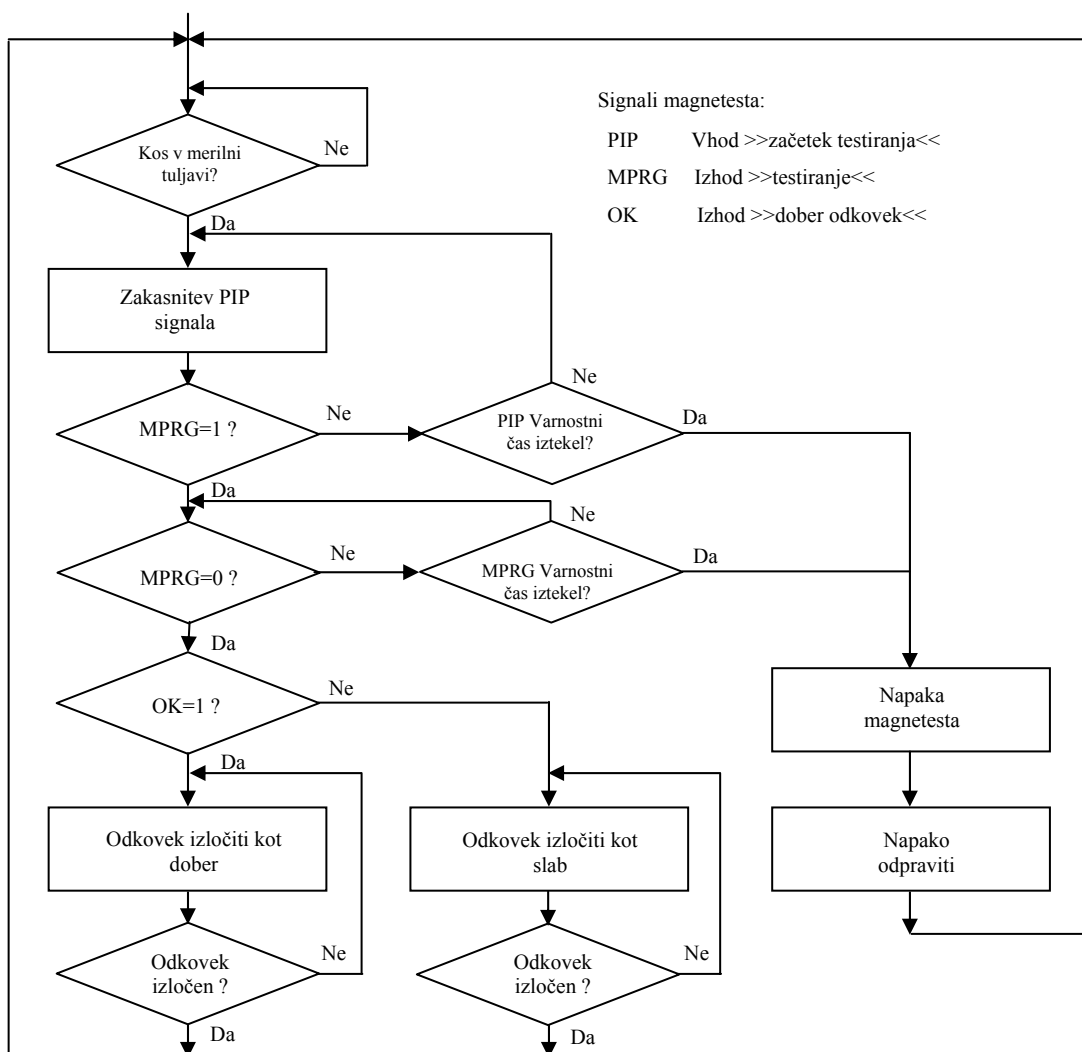
Vrsta materiala	Vrsta meritve
Odkovki	Poboljšanje, pomešanost materialov
Ležajni elementi	Trdota, pomešanost materialov
VA- Cevi	Pomešanost materialov
Vijaki	Poboljšanje
Krogle	Pomešanost materialov

### 2.7.3 Potek meritve

Ko vstavimo odkovek v merilno tuljavo, se odkovek testira z frekvencami, ki potekajo ena za drugo. Meritev se prične z najmanjšo merilno frekvenco. Za vsako merilno frekvenco se povratni vpliv na merilni tuljavi zajame. Zajeti napetostni vektor se nato razstavi na komponento x in komponento y in se nato shrani. Na koncu testiranja se shranjena vrednost primerja z nastavljenim tolerančnim poljem in če je vrednost v tolerančnem polju, se odkovek izloči kot dober.

### 2.7.4 Diagram avtomatske meritve

Naslednji diagram prikazuje avtomatsko meritev ojnice. Pri meritvi je odkovek avtomatsko transportiran v merilno tuljavo in po končani meritvi ustrezno ločen glede na meritev.





## 2.8. Sortirni tehtalni sistem Proteus 08

### 2.8.1 Sestava

Sistem sestavljajo krmilna in nadzorna elektronika s tehtalnim delom ter pogonskim trakom.

### 2.8.2 Delovanje

Po vklopu sistema na napajanje 24V, se vsi programski deli po nekaj sekundah naložijo v spomin tehtnice in sistem je pripravljen za delovanje. Vse spremembe v sistemu je moč izvesti samo preko vnosa uporabniškega imena in gesla. Sistem ima dva nivoja prijave operater in tehnolog.

Tehtalni sistem deluje v statičnem režimu tehtanja tehtanca. Tehtanec prispe preko podajalnega traka na tehtnico. Trak na tehtnici se ustavi, izvrši se tehtanje in odvisno od zahteve, tehtanec nadaljuje pot preko izmetnega traku naprej. Če je tehtanec izven določenih toleranc, ga avtomatika izvrže, ko je na mestu za izmet.

V primeru, ko je tehtnica zasedena (tehtanec na tehtnici), krmilna elektronika signalizira zasedenost (rele K1 v omari tehtnice).

V primeru, da tehtnica ne more (nestabilni pogoji tehtanja) iztehtati tehtanca, le tega izvrže na izmetni progi.



Slika 2.13: Tehtalni sistem

### 3. NOVOGRADNJA

#### 3.1. Zakaj novogradnja

Zaradi zahtev kupcev za pregledovanje določenih podrobnosti na ojnici (različnih čepkov) in večkratnih reklamacijah, ter zelo ozke tolerance pri teži ojnice in tudi zaradi želje, da izločijo človeški faktor pri končni kontroli ojnice, so se odgovorni za končno kontrolo odločili za naročilo stroja. Po iskanju ponudb so se odločili, da stroj izdelamo v službi vzdrževanja. Naprava za sortiranje ojníc nadomešča tudi enega delavca na izmeno.



Slika 3.1: Primer ojnice

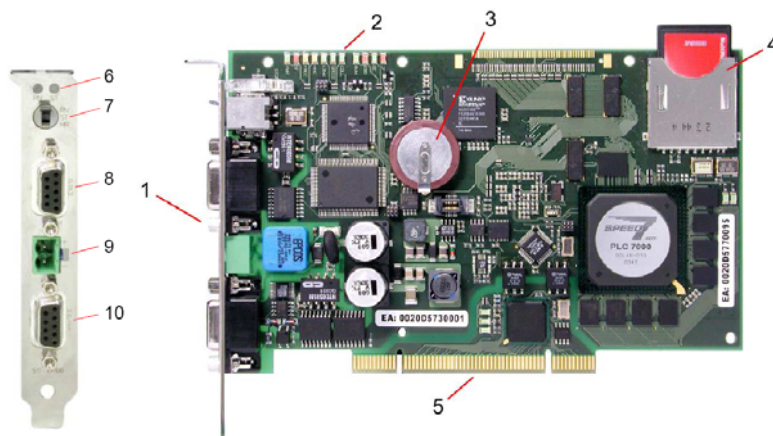
### 3.2. Predstavitev strojne opreme VIPA

#### Podjetje VIPA

Krmilniki VIPA so kakovostni programirljivi krmilniki, ki so na tržišču preko 20 let. Močan razvoj jim omogoča, da se njihovi proizvodi postavljajo ob bok renomiranemu proizvajalcu, kot je SIEMENS. Sedež podjetja je v mestu Herzogenauroch, ki se je preselil iz mesta Erlangen, kjer deluje podjetje SIEMENS. Njihovi prvi proizvodi so bili kompatibilni s Siemensovimi krmilniki serije 5. Tako je bilo mogoče v eno ohišje vstaviti module obeh podjetij. Danes ponudba podjetja temelji na štirih samostojnih družinah krmilnikov VIPA SYSTEM 100V, 200V, 300V, 500V. S Siemensom so obdržali skupni način programiranja, imajo pa svoja lastna programska orodja zasnovana na standardu **IEC 61131-3**. Lastno orodje jim omogoča do popolnosti izkoristiti uporabo krmilnika. Standard IEC 61131-3 je eden najpomembnejših standardov na področju uporabe krmilnikov. Standard predpisuje univerzalni jezik za programiranje krmilnikov različnih proizvajalcev. To pa pomeni, da lahko ob morebitni zamenjavi proizvajalca krmilnika prenesemo prvotni IEC 61131-3 program. Monopolni proizvajalci krmilnikov so nasprotni takšnemu standardu, vendar ga pa ne morejo prezreti zaradi zahtev uporabnikov, ki pa se močno zavedajo pomembnosti tega standarda. Standard uporabnikom omogoča prihranke pri stroških programiranja, vzdrževanju ter nenazadnje, pri dokumentiranju.

### 3.3. Krmilniki VIPA SYSTEM 500V

Sistem 500V je zadnja družina krmilnikov, ki so jo razvili v podjetju VIPA. Centralna procesna enota je izdelana kot PCI kartica, ki jo vstavimo v PC računalnik. Napajamo jo z zunanjo napetostjo 24VDC. Napajanje je galvanjsko ločeno od napajanja PC računalnika. Z vgrajenim internim MMC adapterjem, je poskrbljeno za razširitev CPU pomnilnika. Kartica je preko PCI vodila povezana z PC računalnikom, s tem pa opcijsko tudi z OPC serverjem. Preko OPC serverja lahko nadzorujemo potek posamezne aplikacije direktno na PC računalniku. Programiranje kartice lahko izvajamo preko zunanjega MPI priključka, kakor tudi preko samega PC računalnika. Zunanje vhodno / izhodne enote lahko priklopimo na kartico preko Profibus komunikacijskega priključka. Samo programiranje se izvaja z istim programskim orodjem kot pri družini VIPA 300V.

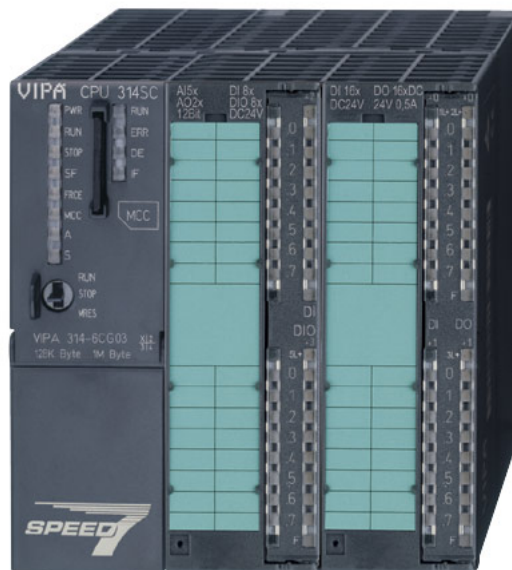


**Slika 3.2: Krmilnik VIPA SYSTEM 500V**

- 1 – Priključki za MPI, Profibus ter 24VDC napajanje
- 2 – Kontrolne LED za prikaz statusa kartice
- 3 – Litijeva baterija za uporabniški program in uro
- 4 – Vmesnik za spominsko kartico MMC
- 5 – Priključki za PCI vodilo
- 6 – Kontrolne LED za prikaz Run/Stop
- 7 – Stikalo za izbiro načina delovanja
- 8 – Profibus priključek
- 9 – Priključek za zunanje 24VDC napajanje
- 10 – MPI priključek

### 3.4. Krmilniki VIPA SYSTEM 300V

Sistem VIPA 300V je kompakten modularen krmilni sistem za centralne in decentralne aplikacije. Procesne enote SYSTEMA 300V so po mehanski ter električni plati kompatibilne s procesnimi enotami Siemensove serije SIMATIC S7-300. S pomočjo standardnega MPI vmesnika, lahko priključimo PG, PC adapter ali poljubni OP proizvajalcev SIEMENS, VIPA ESA, LAUER in ostalih. S pomočjo vgrajene MMC kartice je dodatno poskrbljeno za varnost podatkov. Procesne enote so poleg MPI vmesnika vedno opremljene s Profibus-DP Slave vmesnikom. Kot opcija je lahko Profibus-DP Master ali TCP/IP Ethernet. V tej skupini so štirje različni tipi CPU-jev, z različnimi kapacitetami spomina ter različnimi hitrostmi, kar omogoča uporabo pri različnih aplikacijah. Na voljo so tudi razširitveni moduli kot so: digitalni vhodi, digitalni ali relejni izhodi, razne kombinacije vhodov in izhodov, kakor tudi analogni vhodi in izhodi.



Slika 3.3: Krmilnik VIPA SYSTEM 300V

### 3.5. Krmilniki VIPA SYSTEM 200V

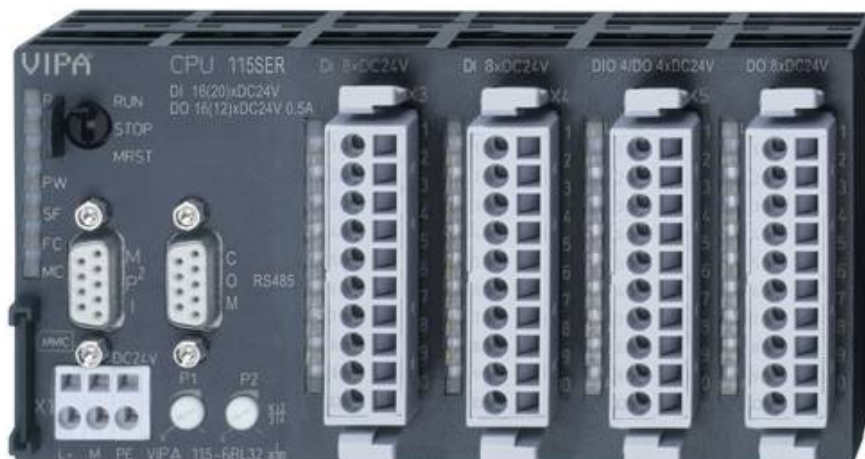
VIPA SYSTEM 200V je modularni kompaktni krmilni sistem za centralne in decentralne aplikacije. Ta sistem odlikujejo majhne dimenzije saj potrebuje le 30% vgradnega prostora glede na System S7-300. Pri konfiguraciji krmilnika lahko izbiramo med 40 različnimi moduli. Preko standardnega MPI vhoda lahko priključimo PG programirno napravo PC adapter ali poljubni terminal različnih proizvajalcev. Procesne enote imajo lahko poleg MPI kot opcijo različne vmesnike kot so: Profibus DP-Slave/Master, TCP/IP Ethernet, 2x RS 232. Program in podatke lahko shranimo v interni flash pomnilnik, medtem ko sta RAM in ura realnega časa napajana iz litijevega akumulatorja. Zunanjo dodatno zaščito projekta lahko zagotovimo s pomočjo MMC spominske kartice, na katero je možno shraniti tudi različno dokumentacijo, navodila ter druge zapiske. System omogoča tudi, da s posebnimi funkcijskimi bloki ter s pomočjo MMC kartice tvoriti tudi DATA LOG. Individuali so vgrajeni direktno na 35 mm DIN glavno vodilo in so spojeni z ostalimi moduli preko zadnjih ravnih BUS konektorjev, ki pa so pritrjeni na vodilo.



**Slika 3.4: Krmilnik VIPA SYSTEM 200V**

### 3.6. Krmilniki VIPA SYSTEM 100V

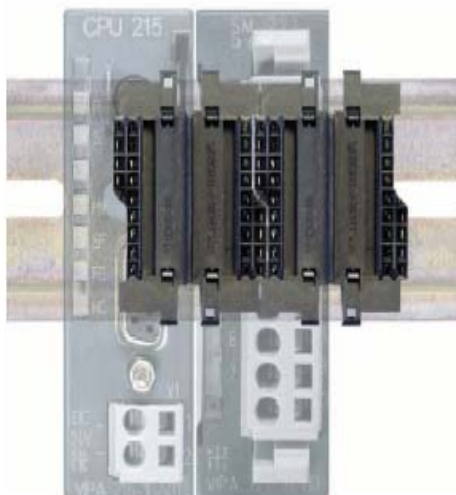
Mikrokrmilnike System 100V proizvajalca VIPA odlikujejo predvsem kompaktna izvedba ter programiranje s pomočjo Step7. Na standardni MPI priključek lahko priključimo poljubni terminal različnih proizvajalcev ESA, VIPA, SIEMENS... Glede na tip imamo lahko različno število vhodov in izhodov, sam sistem pa lahko razširimo še z štirimi poljubnimi moduli sistema 200. Krmilniki so združljivi s Siemensom S7-300. Z VIPA programskim paketom WinPLC7,m ali z drugim orodjem za Step7 od Siemensa lahko programiramo CPU. Program ter podatke lahko shranimo v interni flash pomnilnik, medtem ko sta pa RAM in ura realnega časa napajana preko litijeve baterije. MMC spominska kartica nam služi za dodatno zaščito projekta. VIPA System 100 je primeren za aplikacije, kjer nimamo pretirano število vhodov in izhodov.



Slika 3.5: Krmilnik VIPA SYSTEM 100V

### 3.7. Omrežje MPI

Krmilnik ter vhodne in izhodne module pritrdimo na pritrdilno letev in jih povežemo med seboj s pomočjo povezovalnega modula (bus connector), kot v (3.6).



**Slika 3.6: Povezovalni modul**

Vmesnik za povezavo med programirno napravo in krmilnim sistemom imenujemo večtočkovni vmesnik, oziroma MPI (Multi Point Interface). MPI komunikacijska mreža je ena izmed enostavnih in ekonomičnih metod. MPI nam omogoča komunikacijo z ostalimi procesnimi enotami. Torej se komunikacija lahko izvaja iz več različnih točk, od tod tudi ime. Na vmesnik MPI lahko povežemo naslednje naprave:

- programirane naprave (PC),
- nadzorne naprave (paneli),
- krmilnike.

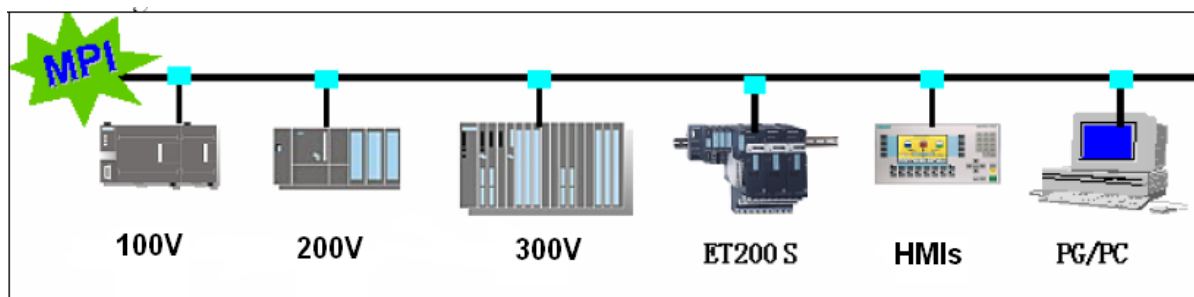
Prenosna hitrost MPI omrežja je 12 Mbit/s, ki jo lahko dosežemo samo, če imamo MPI vmesnik nastavljen kot PROFIBUS. Prenosna hitrost za naš krmilni sistem je avtomatsko nastavljena na 187,5 kbps. Največja komunikacijska razdalja je 50 m z dvaintridesetimi vozlišči. Mrežo je moč razširiti s pomočjo ojačevalcev. Vse naprave, ki jih povežemo v omrežje, se imenujejo vozlišča.



Vmesnik MPI omogoča povezavo zgoraj omenjenih naprav v omrežje MPI. Pri konfiguriranju takih omrežij moramo paziti, da je vsak naslov MPI-ja v omrežju drugačen, pri čemer so naslovi MPI-ja od "0" do "2" rezervirani, sicer je:

- MPI naslov "0" je rezerviran za programirno napravo,
- MPI naslov "1" je lahko rezerviran za OP in
- MPI naslov "2" je rezerviran za CPE.

Komponente omrežja MPI lahko povezujemo med seboj s pomočjo komunikacije PROFIBUS.



**Slika 3.7: MPI omrežje**

Krmilniki, nadzorne plošče, senzorji in programirne naprave lahko komunicirajo ter izmenjujejo podatke preko istega vmesnika, kar uvršča PROFIBUS med najuspešnejša komunikacijska vodila, ki se lahko uporablja v široki paleti aplikacij. Med dve glavni zvrsti PROFIBUS-a štejemo:

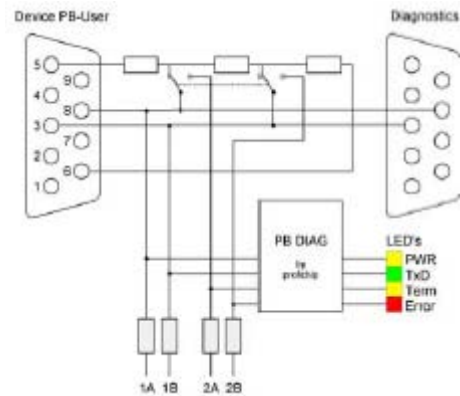
- PROFIBUS-FMS (Field Message Specification). Sem spadajo komunikacijske naloge na višjih nivojih industrijske komunikacijske hierarhije.
- PROFIBUS-DP je na zmogljivosti optimizirana verzija PROFIBUS-a.

Sistem PROFIBUS vsebuje nadzorne (master) in podrejene (slave) naprave. Nadzorne naprave lahko prevzemajo kontrolo nad vodilom in le-te lahko prenašajo sporočila brez potrebe po zahtevi za prenos od katere druge naprave. Podrejene naprave pa so preproste periferne naprave, kot so pretvorniki ali senzorji. Nimajo pravic do aktivnega doseganja do

vodila, ampak lahko sprejeta sporočila le potrdijo ali pa pošljejo kakšno sporočilo na zahtevo nadzorne naprave. Naprave povezujemo preko konektorjev standardnega kabla PROFIBUS, ki ga predstavlja 9 polni konektor in dve odprtini za dvožilni kabel, kot v (3.8). Na konektorju je nameščen tudi končni upor, ki ga vklopimo s pomočjo majhnega stikala na robu konektorja, kadar je ta zadnji v mreži.



**Slika 3.8: Konektor PROFIBUS**



**Slika 3.9: Zgradba priključka**

### 3.8. Izbira krmilnika VIPA 115-6BL02

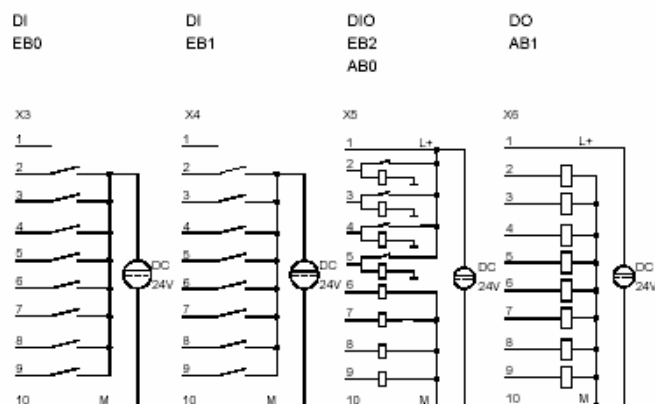
Po določitvi števila vhodov in izhodov, ki jih potrebujemo za delovanje naprave ter za povezljivost z panelom na dotik in določitvi potrebne hitrosti krmilnika, smo se odločili za krmilnik iz družine VIPA. Izbrali smo krmilnik 115-6BL02. Izbrani krmilnik nam nudi optimalno delovanje za zadano nalogo. V podjetju poleg krmilnikov VIPA uporabljamo še krmilnike podjetja SIEMENS. Že več kot deset let nazaj smo začeli vgrajevati v stroje krmilnike VIPA. Ker s temi krmilniki nismo imeli posebnih težav, dosegli pa smo tudi boljše pogoje pri nakupu, smo se odločili za omenjen krmilnik.



Slika 3.10: CPE z digitalnimi vhodi in izhod

#### Mikro-SPS CPU 115

VIPA 115-6BL02, VIPA 115-6BL12, VIPA 115-6BL22, VIPA 115-6BL32,  
VIPA 115-6BL72:  
DI 16(20)xDC 24V / DO 16(12)xDC 24V 0,5A



Slika 3.11: Blokovni diagram vhodov in izhodov

### 3.9. Uporabljene komponente krmilnika

Poleg centralne procesne enote smo za našo napravo uporabili še razširitveni modul VIPA 123-4EH01, z osmimi digitalnimi vhodi in osmimi 0,5A tranzistorskimi izhodi. Modul je 24VDC, ter ima galvanško ločene vhode in izhode.




Slika 3.12: Razširitveni modul

### 3.10. Prikazovalnik ESA VT155W

Za izbiro številko artikla ter za prikazovanje števcov komadov, smo na pročelje elektro omare vgradili prikazovalnik ESA VT155W. Prikazovalnik ESA je nadzorni sistem ter obenem tudi prikazovalnik teksta. Ker je občutljiv na dotik ne potrebujemo dodatnih tipk za vnos parametrov. Za ohranitev podatkov ima nameščen kondenzator, ki obdrži vse podatke še 72 ur po prekinitvi napajanja. Prikazovalnik je s krmilnikom povezan s serijsko povezavo.

Glavne značilnosti prikazovalnika:

- zmožnost prikazovanja sporočil iz PLK-ja,
- za prikaz teksta in rezultatov lahko uporabimo Windows pisavo,
- zmožnost grafičnega prikaza,
- lahko ga zaklenemo s kodo,,
- s premikom grafičnih simbolov lahko ponazorimo delovanje procesa,
- prikazovalnik ima integriran priključek za Profibus-DP in CAN za komunikacijo z napravami,
- resolucijo prikazovanja ima 240 x 128 točk,
- spredaj zaščita IP 65.

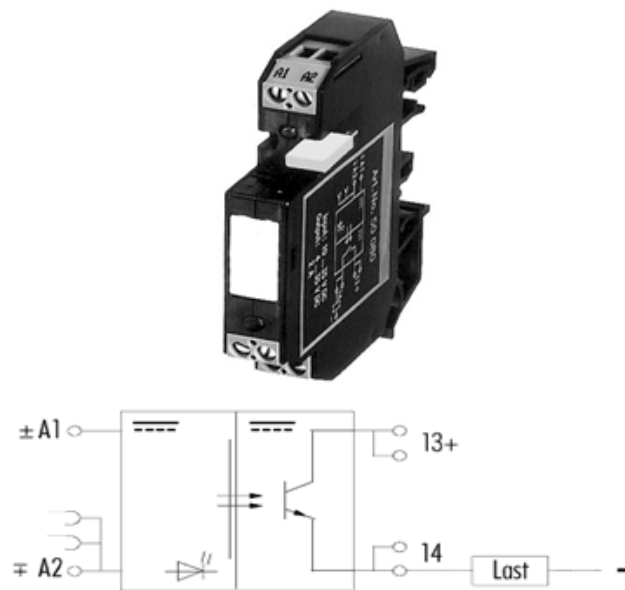


STEVCI	IZBIRA
STEVEC KOSOV 1723	ARTIKEL 19520
NASTAVITEV KOSOV 3000	TAKT 3.2 s

Slika 3.13: Prikazovalnik ESA VT155W

### 3.11. Tranzistorski rele Murr

Za krmiljenje elektromagnetnih ventilov smo uporabili tranzistorske releje proizvajalca Murr elektronik. Vsi elektromagnetni ventili imajo napajanje 24VDC, zato smo se odločili, da jih vključujemo preko relejev. Prednost takega načina krmiljenja je, da, če pride do kratkega stika na tuljavi elektromagnetnega ventila običajno uničimo izhod krmilnika. Pri tej vezavi pa uničimo samo ventil, kar je enostavneje ter ceneje za popravilo. Uporabili smo tranzistorske releje, ki imajo dolgo življenjsko dobo ter so primerni za preklapljanje induktivnih bremen. Vhod in izhod releja je galvanjsko ločen z optičnim spojnikom. Obremenitev izhodnega releja je lahko največ 2A.



Slika 3.14: Murr rele

### 3.12. Frekvenčni pretvornik SJ200 NFE

Frekvenčni pretvornik smo izbrali za pogon transportnega traka, zaradi natančnega pozicioniranja ojnice v merilno tuljavo magnetesta. Za natančno meritev je pomembno, da je ojnica v tuljavi vedno na istem mestu. Če bi se pozicija ojnice spreminjala od meritve do meritve, bi nam po nepotrebem dobre ojnice magnetest izločal. Zato smo za pogon transportnega traka, ki nam transportira ojnico v merilno tuljavo, uporabili frekvenčni pretvornik, saj z njim lahko natančneje izvedemo pozicioniranje kot pa, da motor zaustavimo z izklopom na kontaktor in se nam motor prosto odvrti. Ker pogon nima velikega vztrajnostnega momenta, smo z rampo zaustavitvenega časa na frekvenčnem pretvorniku lahko zadovoljivo pozicionirali ojnico. Hitrost in pozicioniranje traka moramo tudi nastavljanji zaradi različne teže in velikosti ojnice.

Frekvenčni pretvorniki so uporabni pri vsakem elektromotornem pogonu s standardnim trifaznim asinhronskim motorjem. Uporabljamo jih na splošno v proizvodnih obratih, pri manipulaciji materiala, v komunalni infrastrukturi, lesni industriji, strojogradnji ter drugod. Ko se odločamo o izbiri frekvenčnega pretvornika, moramo vedeti kaj bomo poganjali. Ali bo to transportni trak, ventilator, vodna črpalka, pogon stroja. Glede na vrsto pogona se odločamo med dvema kategorijama pretvornikov in sicer:

- vektorski pretvornik za zahtevnejše pogone,
- linearne za lažje pogone kot so ventilatorji, pogon črpalk.

Nadalje se še pretvorniki delijo po priključni napetosti ter po moči.

Kot dodatno opremo štejemo vhodno dušilko, EMC filter in izhodno dušilko ter zaviralne enote in upore.

**Vhodno dušilko** je priporočljivo vgraditi, če je razlika med napetostmi trifaznega sistema nad 3%. To se zgodi, ko je na isti napajalni liniji povezanih več inverterjev ali tiristorskih konverterjev. Nujno jo je pa potrebno vgraditi, ko je kapaciteta napajalnega vira desetkrat večja od nazivne moči frekvenčnega pretvornika.

**EMC filter** preprečuje motnje, ki jih frekvenčni pretvornik pri delovanju širi v napajalno omrežje. Za popolno zaščito pred motnjami je potrebno upoštevati še druge ukrepe. To je učinkovita ozemljitev, pravilna razporeditev vodnikov, oplaščeni kabli in drugo. Priporočljiva pa je vgradnja pri sistemih, ko imamo opravka z merilno in regulacijsko tehniko.

**Izhodno dušilko** priporočamo pri motorskih kablích dolžine nad 30m, obvezna pa je uporaba pri dolžini motorskega kabla nad 50m.

**Zavorne enote in upori** pridejo v poštev pri pogonih, kjer potrebujemo zaviranje bremena. Frekvenčni pretvorniki SJ200 imajo že v osnovi vgrajeno zavorno enoto, tako, da potrebujemo samo še upor. Upor izberemo glede na potreben zaviralni moment ter na moč pretvornika in sicer do moči 4kW izberemo upor 100 ohmov. Za pretvornike moči nad 100kW pa je že priporočljivo vgraditi naprave za vračanje energije v omrežje, tako imenovane Power Feedback Unit.

**Komunikacija** frekvenčnih pretvornikov je možna preko raznih industrijskih mrež, kot so Profibus-DP, DeviceNet in CANopen. Na voljo so komunikacijske kartice za vgradnjo ali zunanji moduli, preko katerih je pretvornik omrežen. Na voljo je tudi komunikacijski vmesnik RS 485 pri seriji 300 ali RS 422 pri seriji 200.

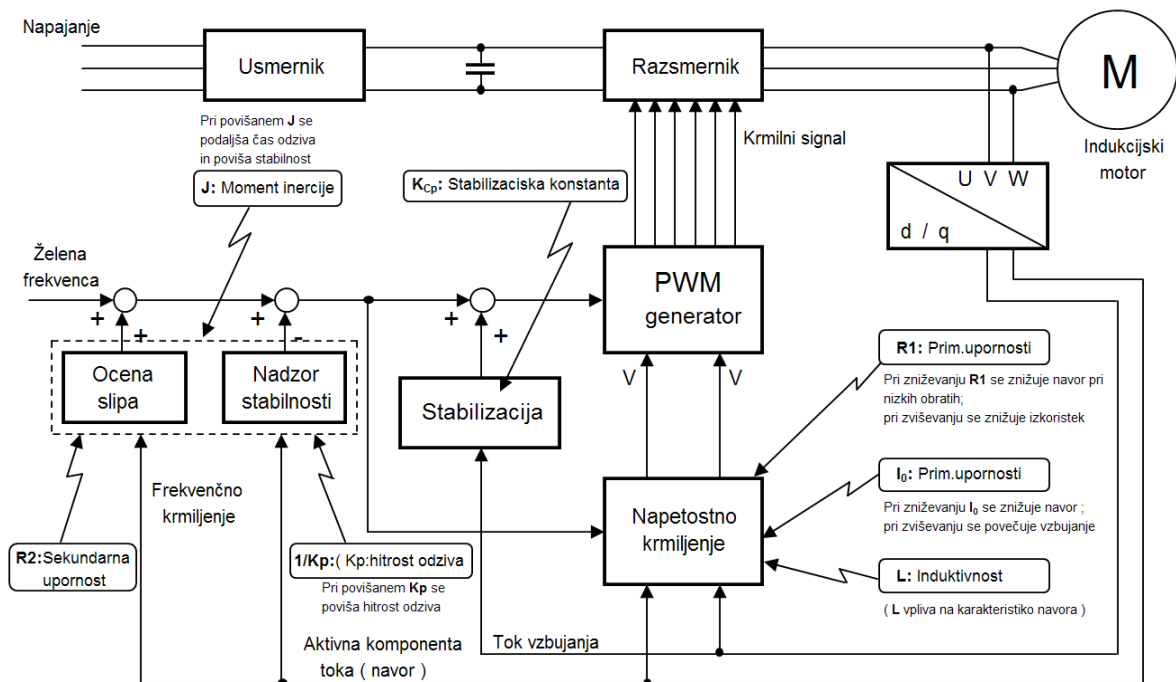
**S programsko opremo ProDrive**, se lahko povežemo s pretvornikom in ga preko menijev v običajnem Windows okolju nastavimo ali preverjamo delovanje preko monitorskega okna. Nastavljene parametre lahko shranjujemo, arhiviramo ter jih kdaj kasneje ponovno naložimo v pretvornik. Za nastavitve, ki so zahtevnejše pa si lahko pomagamo z čarovnikom, npr. nastavitve delovanja PID regulatorja, centrifugalnih bremen in izračun zavornega upora in podobno.

**Izbrani frekvenčni pretvornik** je vektorske izvedbe, glede na potrebo bi lahko bil linearne izvedbe. Zaradi potreb po vektorskem pretvorniku pri drugih aplikacijah imamo na skladišču samo en tip frekvenčnih pretvornikov zato smo se tudi odločili za vgradnjo navedenega pretvornika.



### SLV vektorsko krmiljenje (Sensorless Vector Control)

SVL krmiljenje frekvenčnega pretvornika se od običajnega U/f krmiljenja razlikuje po tem, da omogoča višji navor v območju nizkih vrtljajev pri večji stabilnosti teka motorja. To se izvaja z meritvijo napetosti in toka v navitjih motorja ter z izračunom aktivne (navor) in vzbujalne komponente toka. S pomočjo znanih ali izmerjenih konstant motorja se nadalje krmili frekvenčni pretvornik, da le-ta optimalno poganja breme v danem območju vrtljajev. SLV krmilni algoritem se izvaja v mikroprocesorju, ki je vgrajen v krmilni del frekvenčnega pretvornika. Postopek krmiljenja je razviden (3.15), kjer so prikazane posamezne komponente in konstante.



Slika 3.15: Blokovna shema vektorskega pretvornika



**Slika 3.16: Frekvenčni pretvornik**

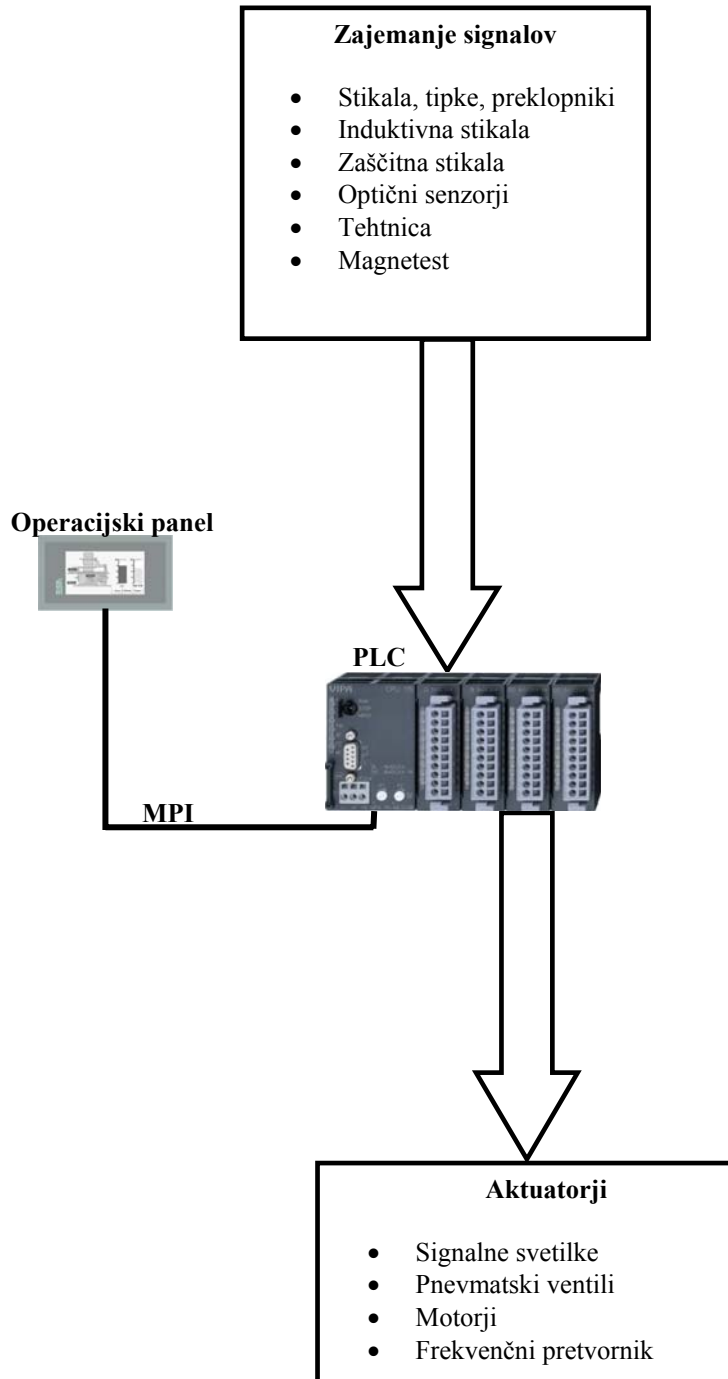
### 3.13. Ostali uporabljeni deli

Zraven že vseh opisanih elementov, smo v elektro omaro vgradili še standardne elemente, ki smo jih izbrali glede na nazivno moč in tok. Ti elementi so varovalke za varovanje posameznih tokokrogov, motorska zaščitna stikala za varovanje elektromotorjev. Uporabili smo tudi kontaktorje za krmiljenje elektromotorjev. Tranzistorski napajalnik izhodnega toka 2A smo uporabili za napajanje krmilnika ter vhodnih signalov. Drugi napajalnik istih karakteristik, smo uporabili za napajanje tuljav na elektromagnetnih ventilih. Nameščena vtičnica nam služi za napajanje programirne naprave, pri morebitni naknadni spremembi uporabniškega programa.



Slika 3.17: Izgled elektro omare

### 3.14. Krmilna blokovna shema naprave



Slika 3.18: Blokovna krmilna shema

## 4. PROGRAMSKA OPREMA

V tem poglavju bomo predstavili programsko opremo, ki smo jo uporabili pri novogradnji naprave za sortiranje ojníc.

### 4.1. Programska oprema Simatic Manager

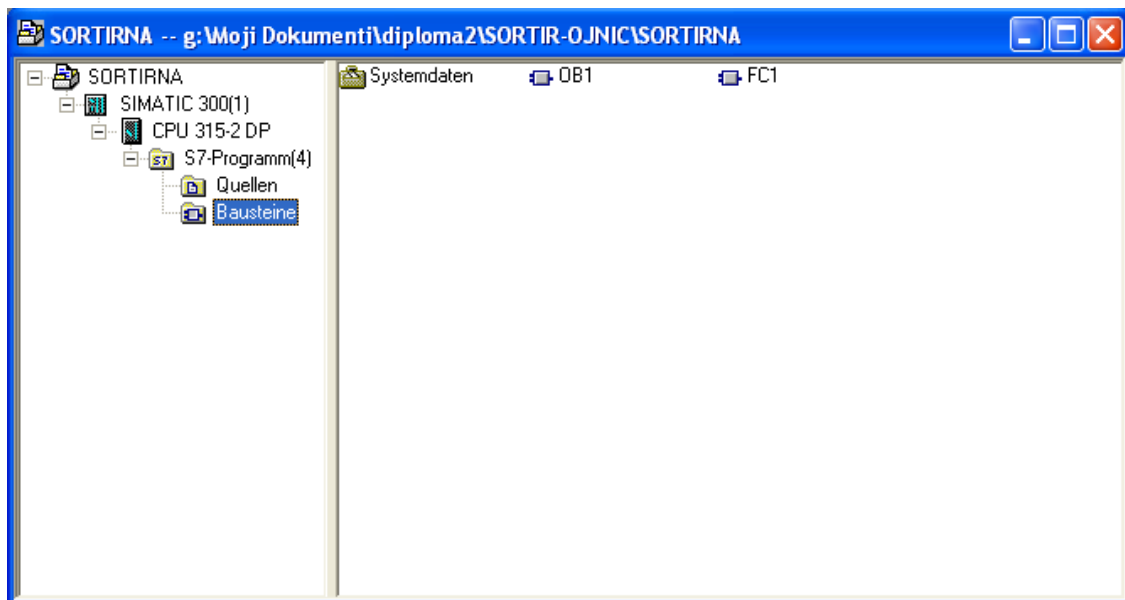
Krmilnik VIPA CPU 115, smo programirali z Siemensovim programom SIMATIC MANAGER Step 7, ki je prvenstveno namenjen Siemensovim krmilnikom. Ker imamo v podjetju veliko Siemensove opreme, imamo zanjo programsko opremo, zato smo jo tudi uporabili, ker ima možnost programiranja VIPA krmilnikov.

SIMATIC MANAGER Step 7 programski paket ima vse funkcije, ki jih potrebujemo za izvedbo nekega avtomatizacijskega procesa. V osnovnem paketu so že programi za izvedbo, konfiguracijo in prevajanje programa, vse ostale programe pa je možno naknadno nadgraditi.

Funkcije SIMATIC MANAGER-ja

- Pisanje programa v različnih jezikih,
- Konfiguracija sistema,
- Konfiguracija omrežja Profibus,
- Nalaganje programov iz in na centralno procesno enoto,
- >>Offline<< ali >>online<< delo na programu,
- Spremljanje in nadzor statusa na procesni enoti,
- Določevanje Profibus naslova napravam.

Program deluje v programskem okolju MS Windows. Ko vpišemo podatek o projektu se odpre osnovno okno SIMATIC MANAGER, ki je razdeljeno na dva dela (slika 4.1). V levem delu okna vidimo strukturo našega projekta, na desni pa vsebino izbrane mape. S klikom na posamezni objekt se zažene program, ki je potreben za urejanje izbranega projekta. Struktura na levem delu je zgrajena tako, kot poteka delo v projektu. Najvišja je mapa z imenom projekta, v katerem se definira postaja v projektu. Poleg tega so tu tudi ikone za ostale naprave, kot so prikazovalniki, OP, industrijski računalniki itd. Posamezna postaja se konfigurira pod ikono >>Hardware<< nato sledi mapa z imenom CPU, v kateri so mape z programskimi bloki, lista vhodov in izhodov, komentarji. V programskih blokih je zapisan program, ki ga potrebujemo za napravo.

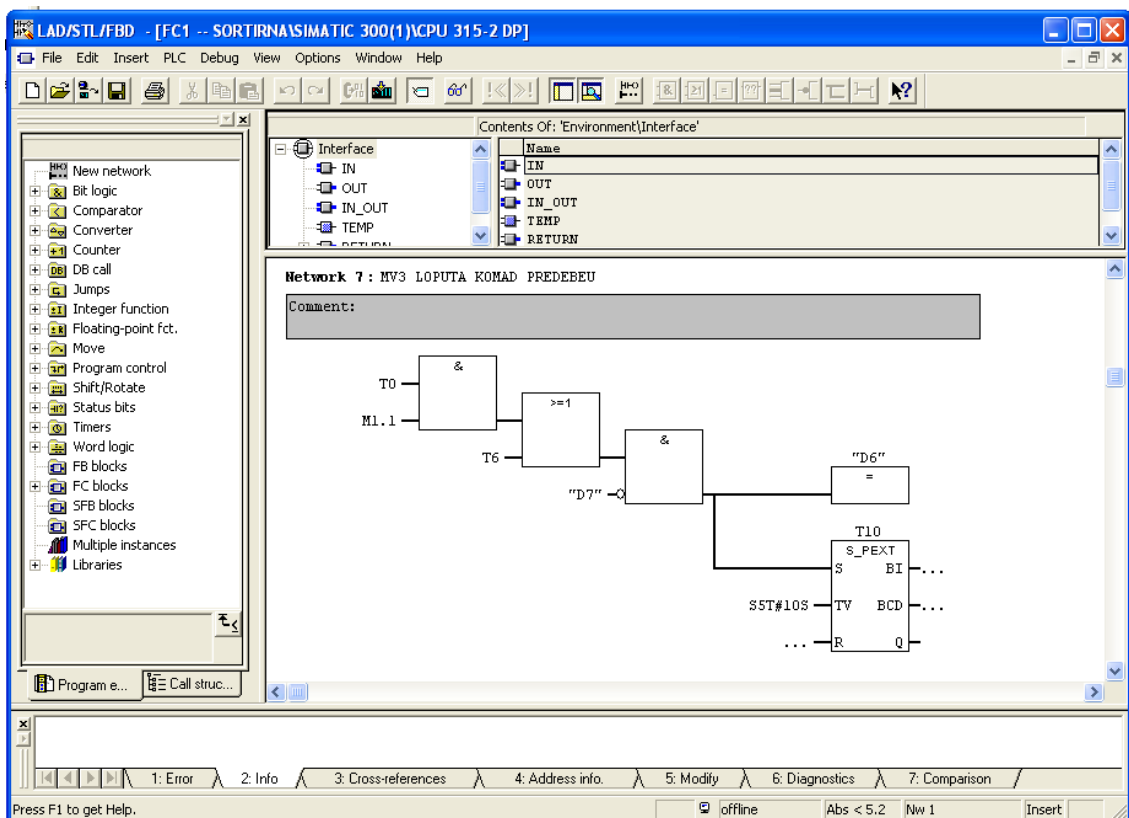


**Slika 4.1: Osnovno okno**

Osnovni program podpira programiranje v treh različnih jezikih:

- **Funkcijski načrt**

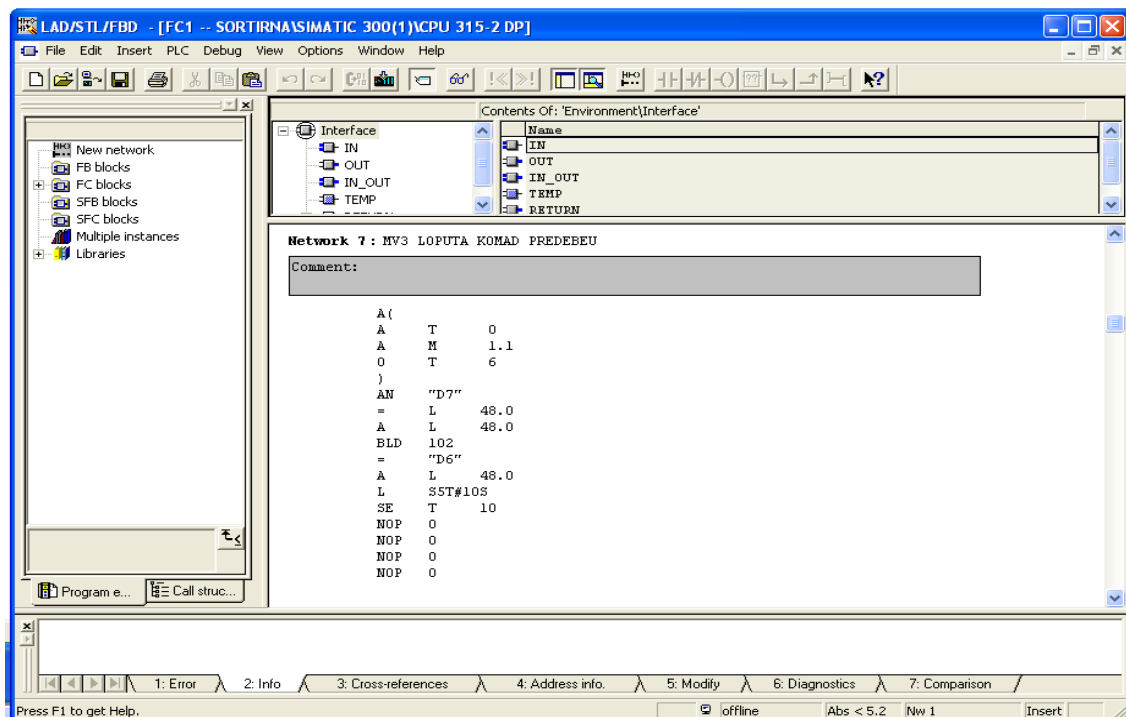
Na sliki vidimo primer programiranja v funkcijskem jeziku. Program je sestavljen iz različnih blokov (in, ali...), bloke povežemo v logične funkcije, ki nam nato aktivirajo izhode glede na vhodne spremenljivke.



Slika 4.2: Primer funkcijskega načrta

- **Seznam ukazov**

Programiranje v ukaznem jeziku, programiramo z naborom ukazov, ki jih pišemo po vrsti in v kombinaciji glede na funkcijo, ki jo želimo imeti. Na (4.3) je prikazan primer programiranja.

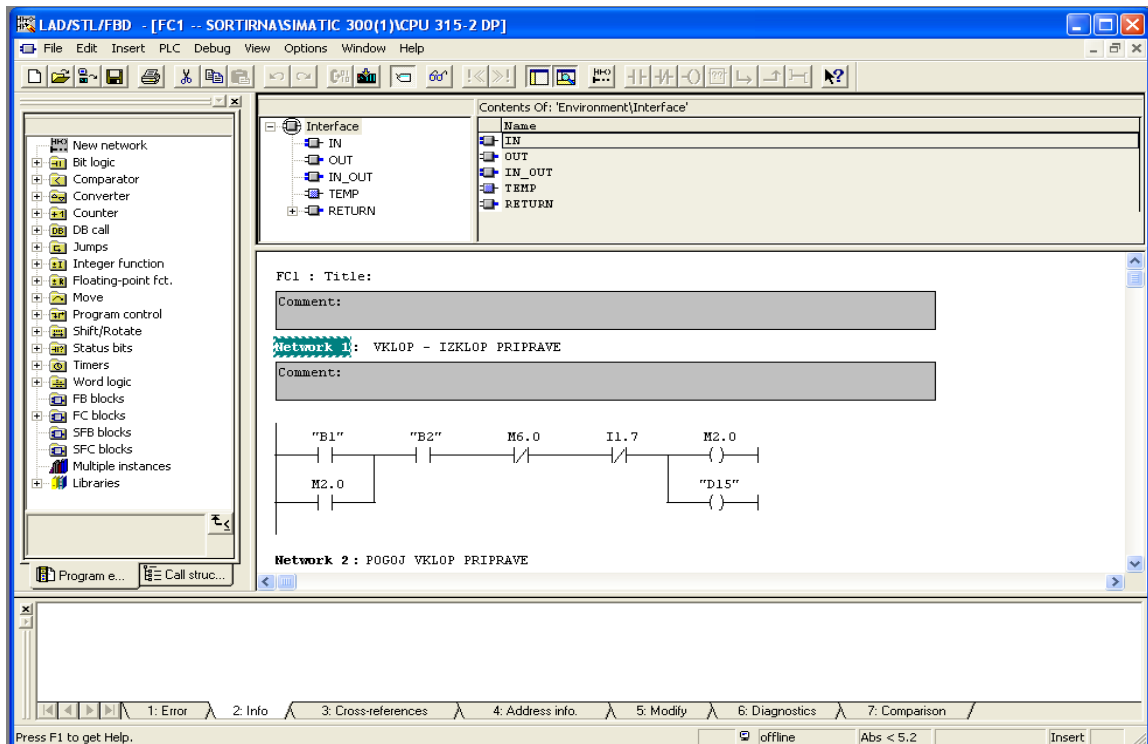


**Slika 4.3: Primer seznama ukazov**



- **Lestvični diagram**

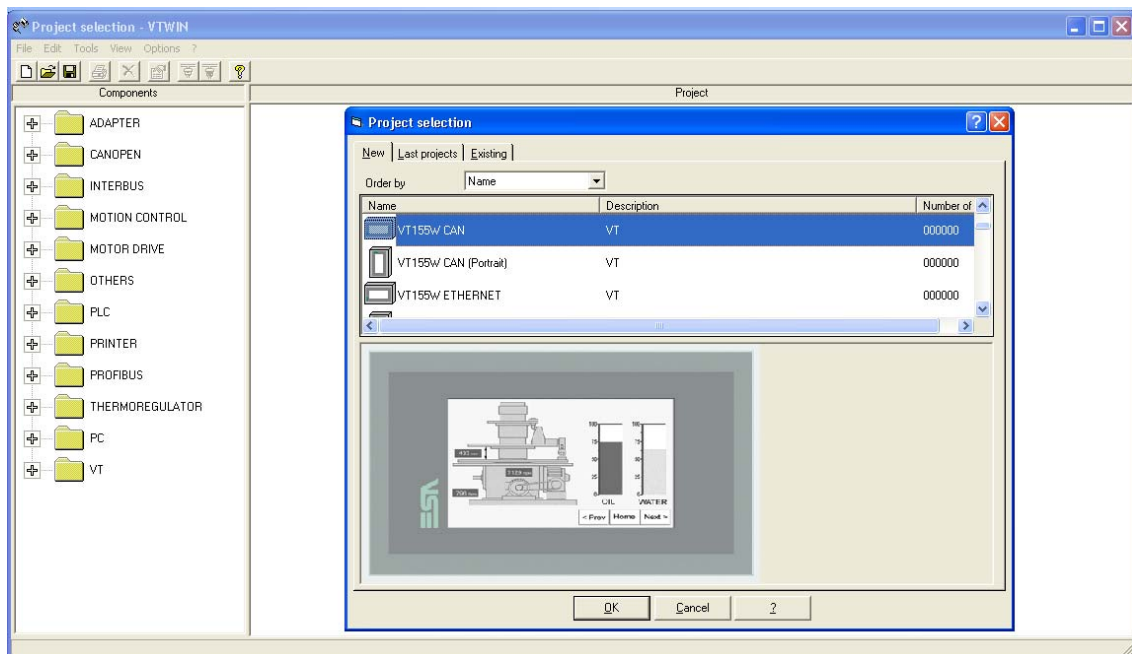
Pri našem projektu smo uporabili lestvični programski jezik, ki je enostaven za uporabo, saj izvira iz relejske logike. Na sliki je prikazano okno za programiranje z lestvičnim programom.



**Slika 4.4: Primer lestvičnega diagrama**

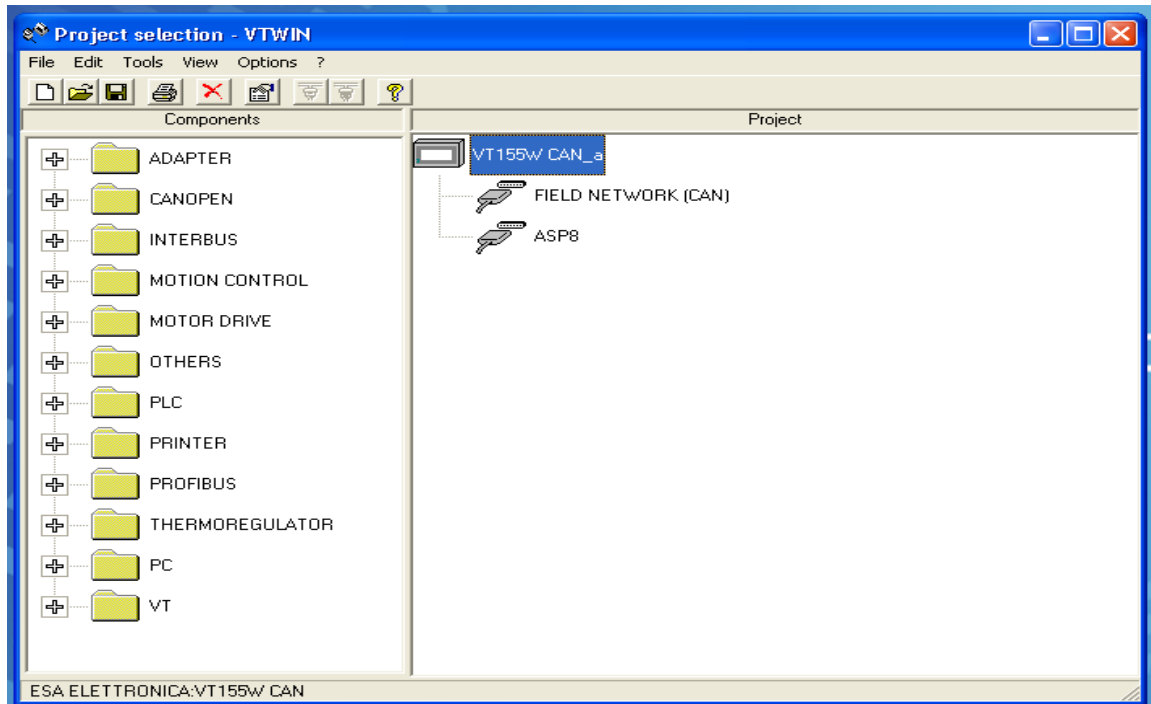
## 4.2. Programska oprema VTWIN

Programski paket VTWIN dobimo skupaj z prikazovalnikom občutljivim na dotik. Omogoča nam programiranje različnih tipov operacijskih panelov ESA elektronik. S programskim paketom VTWIN, smo nastavili in sprogramirali prikazovalnik za komunikacijo z krmilnikom. Na prikazovalnik se povežemo z računalnikom preko RS232. Ko program zaženemo, se nam odpre okno Projekt Selection, v katerem lahko začnemo z novim projektom ali pa izberemo enega že obstoječih projektov. Projekt smo začeli, da smo izbrali prikazovalnik tipa VT155W



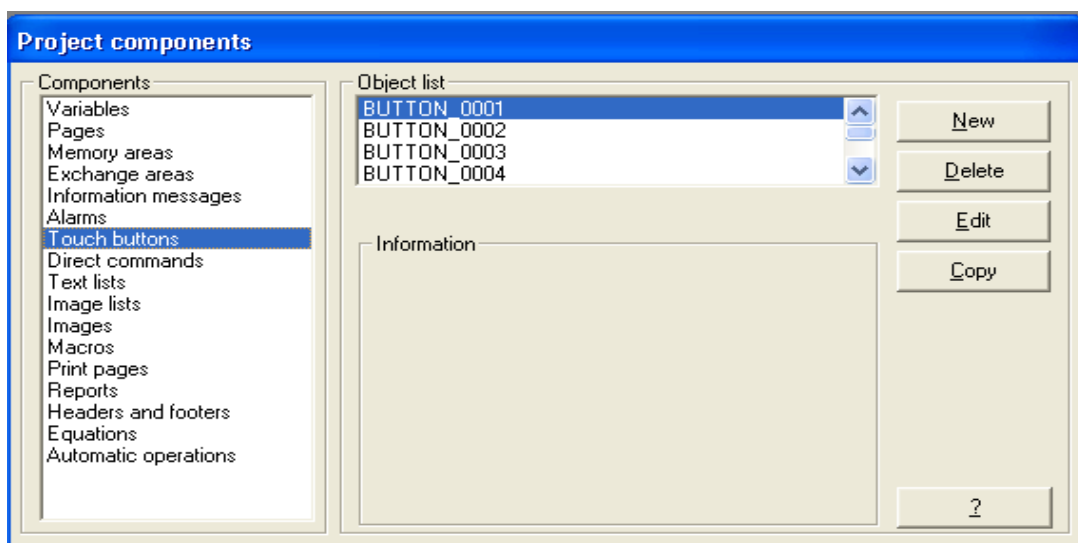
Slika 4.5: Programsko okno

Prikaže se nam konfiguracijski zaslon, ki ima dve polji. Levo polje predstavlja seznam komponent, ki jih lahko povežemo z našim prikazovalnikom. Vsak seznam ima še svoje podskupine. Izberemo izbrani tip in ga prenesemo v desno polje kot ( 4.6).



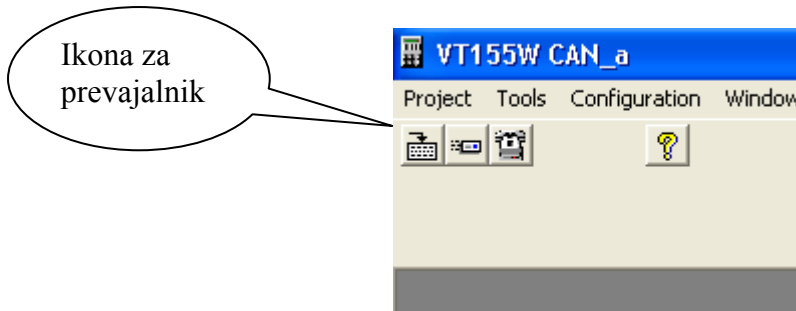
Slika 4.6: Projektno okno

Z dvoklikom na simbol VT155W se nam odpre okno (Projekt components). V seznamu (Components) se nahajajo elementi, ki smo jih vstavili v program, medtem ko se v seznamu (Objekt list) nahaja seznam imen elementov, ki smo jih že uporabili v programu. Z dvoklikom na spremenljivko pa lahko spreminjamo njene lastnosti kot v (4.7).



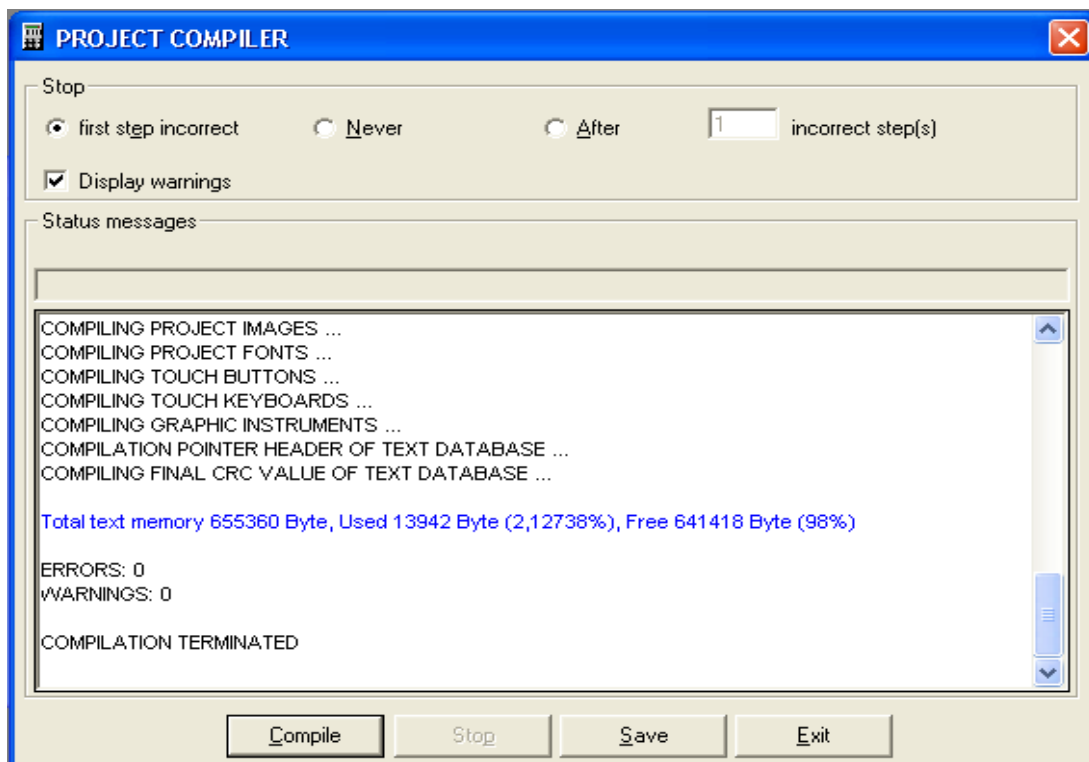
Slika 4.7: Seznam elementov

Vsebino strani urejamo in ustvarjamo v podskupini elementov strani (Pages). Preden smo naš projekt naložili v prikazovalnik, smo ga morali prevesti v ustrezní uporabniški program. Za to nalogo smo si pomagali s prevajalnikom, ki je priložen v programu.



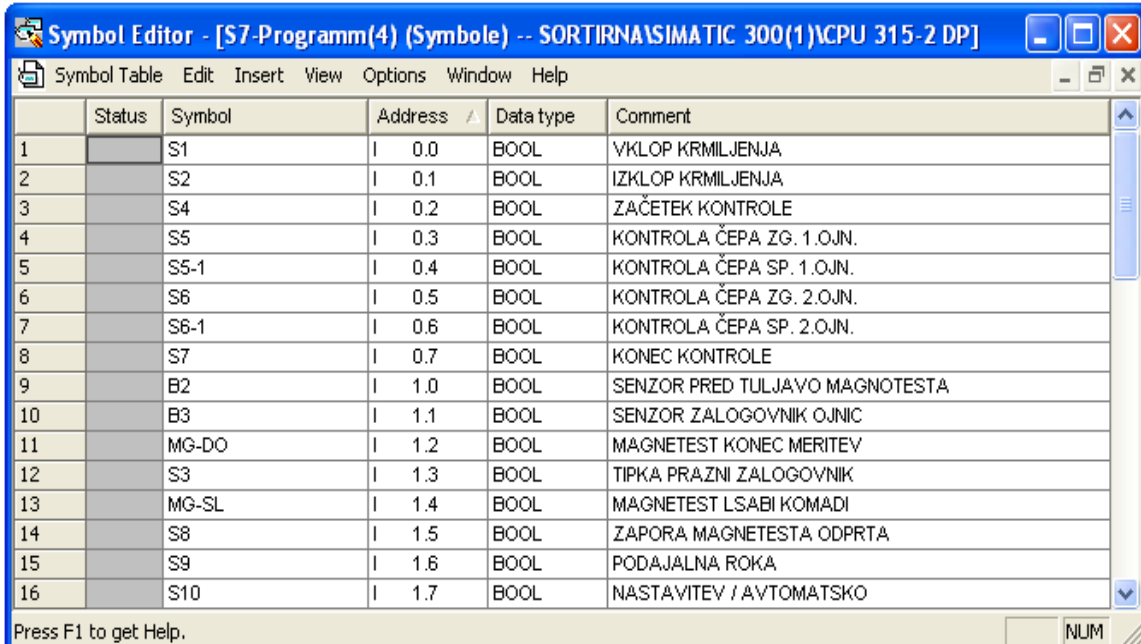
**Slika 4.8: Prevajalnik**

Z njim smo preverjali morebitne napake, ki so nastale pri programiranju. Če projekt uspešno prestane prevedbo programa, ga lahko prenesemo iz PC na prikazovalnik. V primeru, da pa prevajalnik zazna napake, nam projekt prevede in nam javi napake.



**Slika 4.9: Prikaz preverjanje projekta**

## 5. PLC PROGRAM V KRMILMIKU



Symbol Editor - [S7-Programm(4) (Symbole) -- SORTIRNA\SIMATIC 300(1)\CPU 315-2 DP]

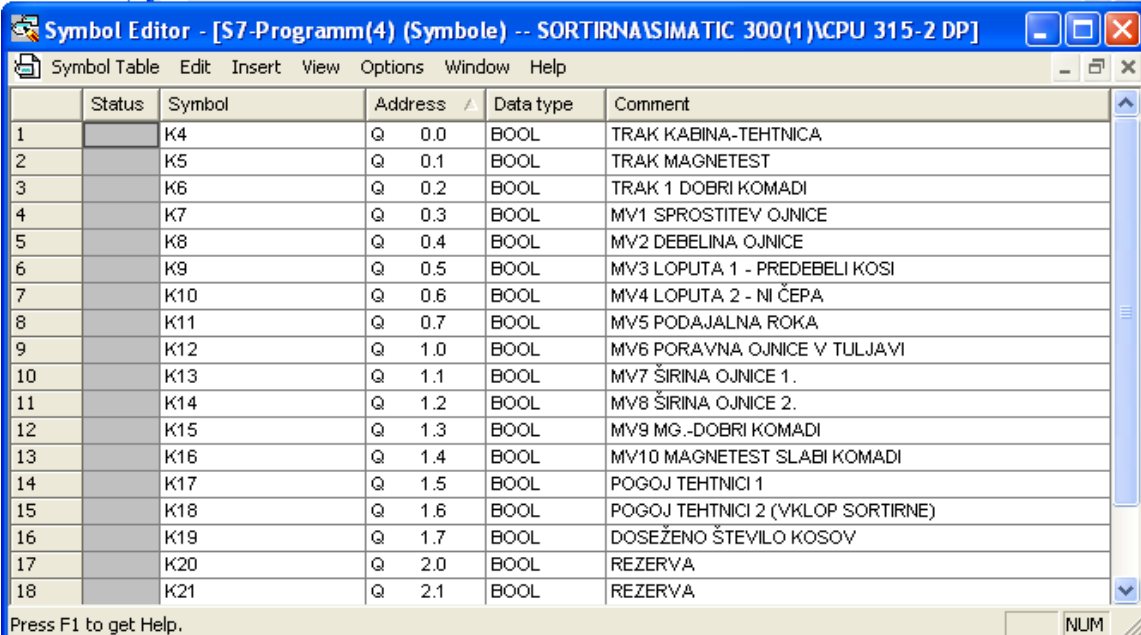
Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		S1	I 0.0	BOOL	VKLOP KRMILJENJA
2		S2	I 0.1	BOOL	IZKLOP KRMILJENJA
3		S4	I 0.2	BOOL	ZAČETEK KONTROLE
4		S5	I 0.3	BOOL	KONTROLA ČEPA ZG. 1.OJN.
5		S5-1	I 0.4	BOOL	KONTROLA ČEPA SP. 1.OJN.
6		S6	I 0.5	BOOL	KONTROLA ČEPA ZG. 2.OJN.
7		S6-1	I 0.6	BOOL	KONTROLA ČEPA SP. 2.OJN.
8		S7	I 0.7	BOOL	KONEC KONTROLE
9		B2	I 1.0	BOOL	SENZOR PRED TULJAVO MAGNETESTA
10		B3	I 1.1	BOOL	SENZOR ZALOGOVIK OJNIC
11		MG-DO	I 1.2	BOOL	MAGNETEST KONEC MERITEV
12		S3	I 1.3	BOOL	TIPKA PRAZNI ZALOGOVIK
13		MG-SL	I 1.4	BOOL	MAGNETEST LSABI KOMADI
14		S8	I 1.5	BOOL	ZAPORA MAGNETESTA ODPRTA
15		S9	I 1.6	BOOL	PODAJALNA ROKA
16		S10	I 1.7	BOOL	NASTAVITEV / AVTOMATSKO

Press F1 to get Help. NUM

Slika 5.1: Seznam vhodov

### 5.1. Seznam izhodov



Symbol Editor - [S7-Programm(4) (Symbole) -- SORTIRNA\SIMATIC 300(1)\CPU 315-2 DP]

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

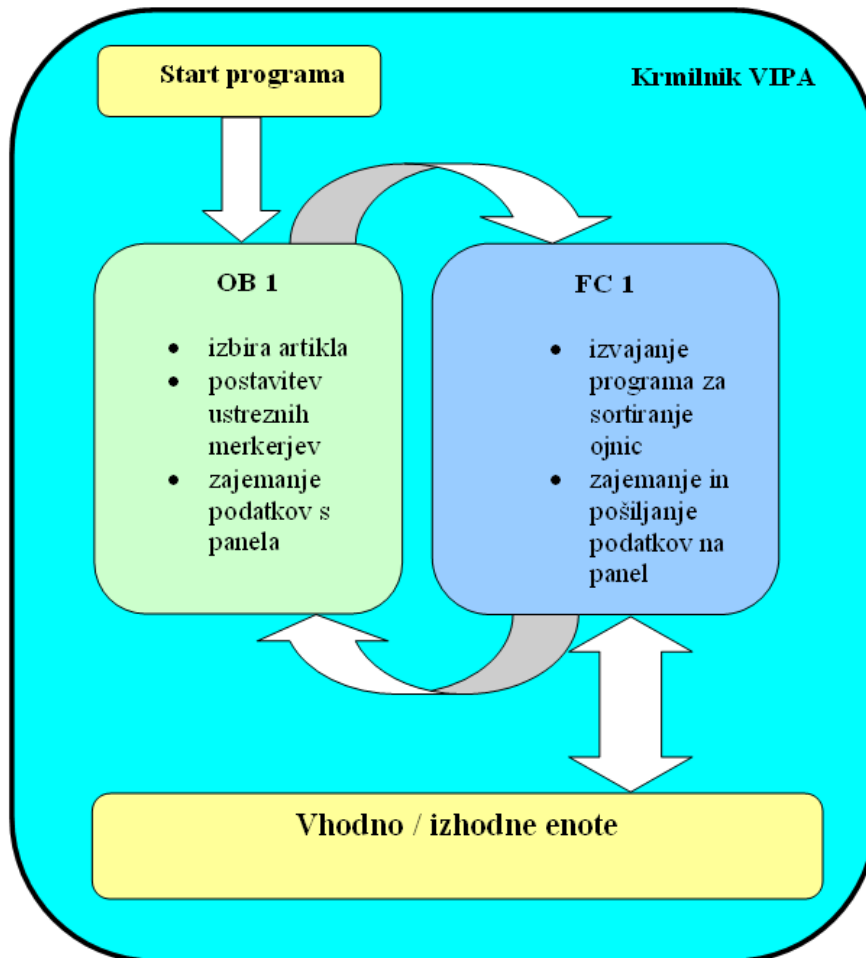
	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1		K4	Q 0.0	BOOL	TRAK KABINA-TEHTNICA
2		K5	Q 0.1	BOOL	TRAK MAGNETEST
3		K6	Q 0.2	BOOL	TRAK 1 DOBRI KOMADI
4		K7	Q 0.3	BOOL	MV1 SPROSTITEV OJNICE
5		K8	Q 0.4	BOOL	MV2 DEBELINA OJNICE
6		K9	Q 0.5	BOOL	MV3 LOPUTA 1 - PREDEBELI KOSI
7		K10	Q 0.6	BOOL	MV4 LOPUTA 2 - NI ČEPA
8		K11	Q 0.7	BOOL	MV5 PODAJALNA ROKA
9		K12	Q 1.0	BOOL	MV6 PORAVNA OJNICE V TULJAVI
10		K13	Q 1.1	BOOL	MV7 ŠIRINA OJNICE 1.
11		K14	Q 1.2	BOOL	MV8 ŠIRINA OJNICE 2.
12		K15	Q 1.3	BOOL	MV9 MG.-DOBRI KOMADI
13		K16	Q 1.4	BOOL	MV10 MAGNETEST SLABI KOMADI
14		K17	Q 1.5	BOOL	POGOJ TEHTNICI 1
15		K18	Q 1.6	BOOL	POGOJ TEHTNICI 2 (VKLOP SORTIRNE)
16		K19	Q 1.7	BOOL	DOSEŽENO ŠTEVILO KOSOV
17		K20	Q 2.0	BOOL	REZERVA
18		K21	Q 2.1	BOOL	REZERVA

Press F1 to get Help. NUM

Slika 5.2: Seznam izhodov

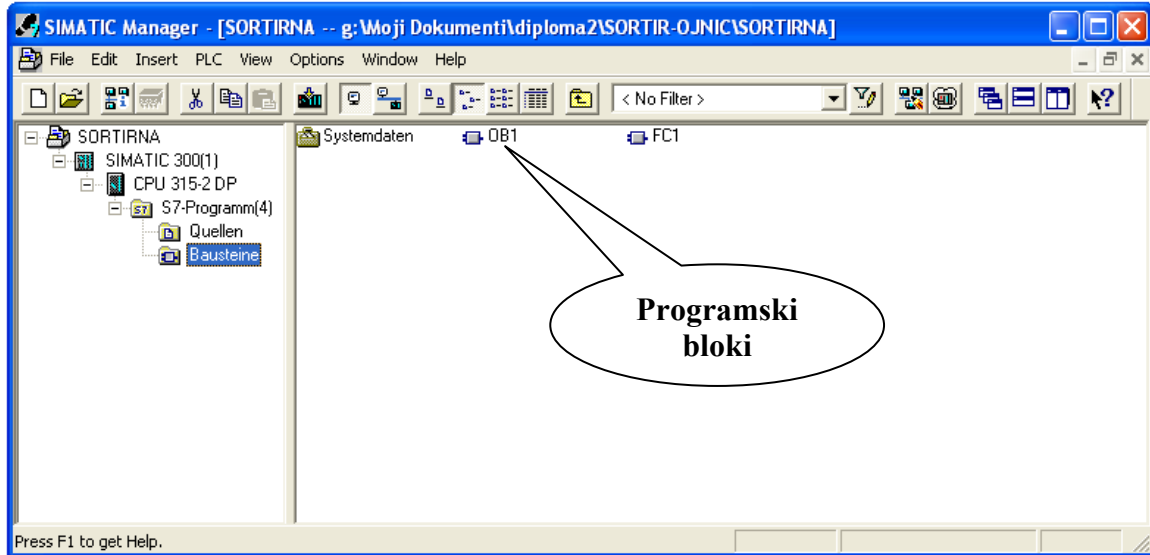
## 5.2. Shema programa

Program na napravi za sortiranje ojníc je sestavljen iz dveh blokov (OB1 in FC1), kot prikazuje slika. Blok OB1 je glavni blok, iz katerega so nato klicani vsi ostali bloki, v našem primeru FC1. V OB1 zapišemo vrstni red obdelave vseh ostalih blokov, ter časovni potek klicanja ostalih blokov. V bloku FC1, je zapisan del programske kode za določen gib, oziroma funkcije stroja. Najpogosteje v funkcijskih blokih uporabljamo vhodne in izhodne spremenljivke, merkerje, časovnike in ostali nabor logičnih funkcij, ki jih program omogoča.



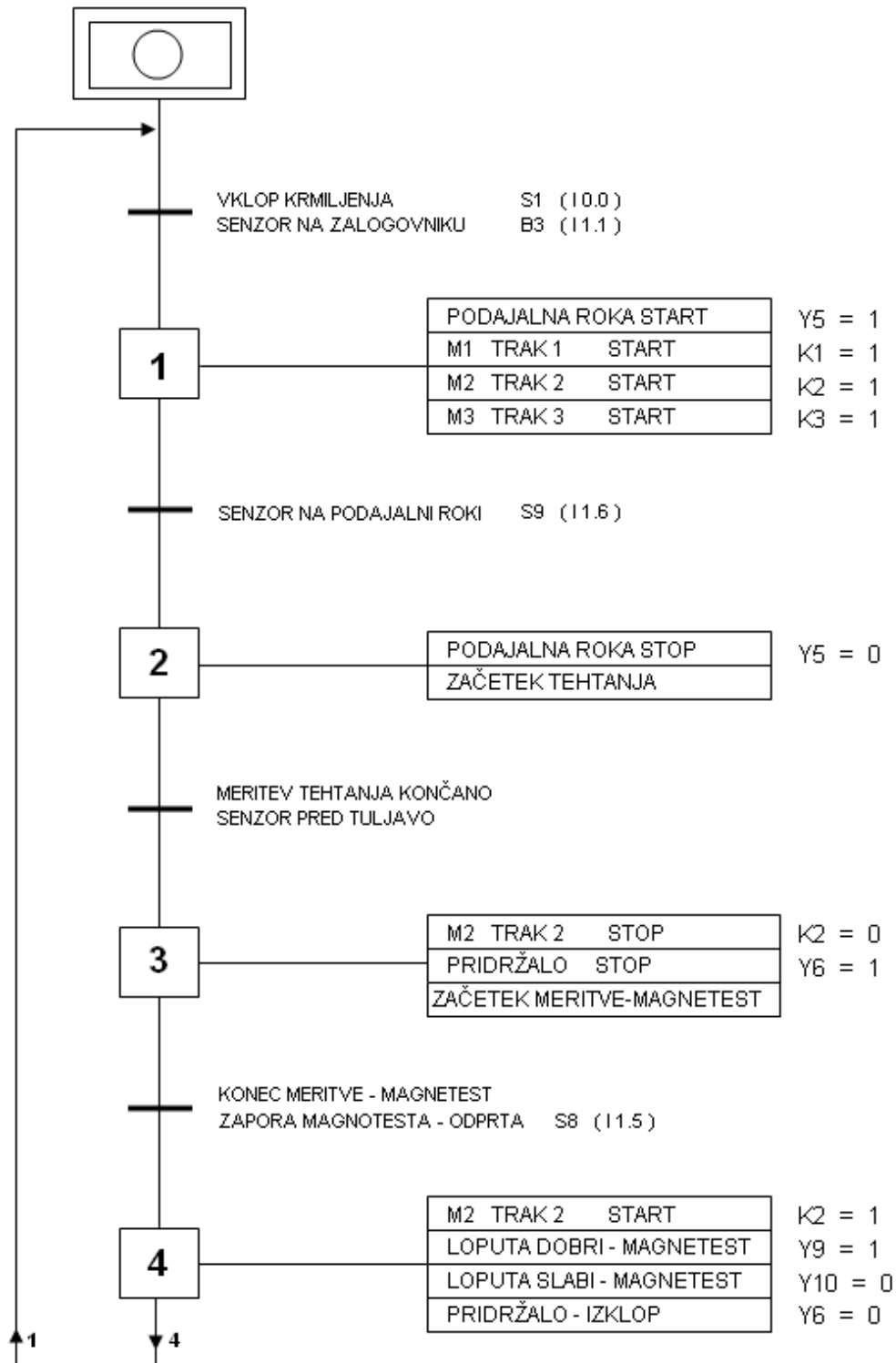
Slika 5.3: Izvajanje programa v krmilniku

V samem programu krmilnika, ki ga izdelamo s programskim orodjem, sta bloka OB1 in FC1 vidna kot je prikazano na (5.4).

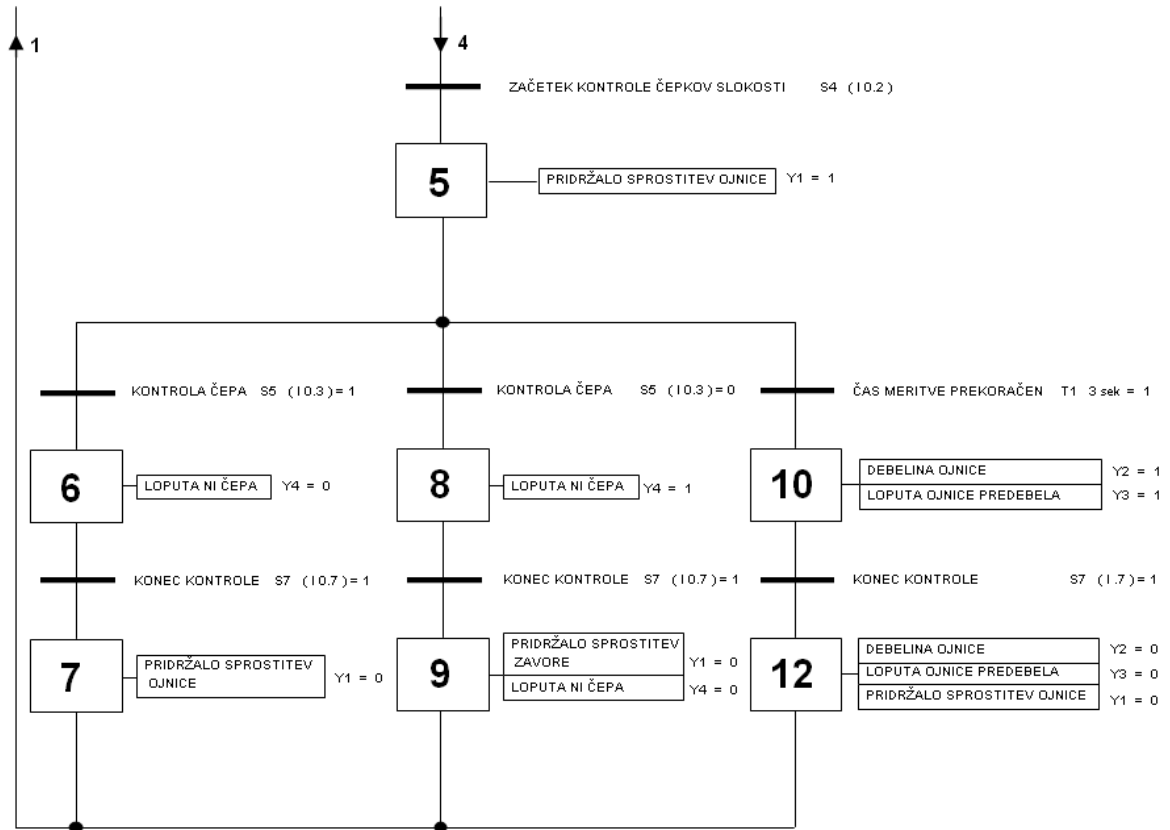


**Slika 5.4: Shema programa**

### 5.3. Sekvenčni diagram programa







## 6. UGOTOVITVE IN ZAGON NAPRAVE

Poskusni zagon stroja smo opravili že v delavnici. Tam smo preverili pravilno smer vrtenja elektromotorjev ter nastavili pravilni položaj vseh senzorjev. Z aktiviranjem posameznih elektromagnetnih ventilov smo preverili pravilen položaj loput. Opravili smo tudi mehanske nastavitve loput. Nastavili smo termične zaščite za elektromotorje. Nastaviti smo morali tudi parametre na frekvenčnem pretvorniku, kot so čas zagona, čas ustavitve motorja hitrost motorja, ter tehnične podatke elektromotorja. Po postavitvi na linijo nismo imeli večjih težav pri zagonu, saj smo le-te predhodno odpravili v delavnici. Ker se ob vsaki novogradnji pojavijo še določene napake, ki jih pri projektiranju ne moremo predvideti, smo jih morali ob zagonu odpraviti. Edini večji problem nam je predstavljal transportni trak, ki je bil nameščen v merilni tuljavi magnetesta. Trak je ustvarjal statično napetost ob drgnjenju s podporno pločevino. Statična energija je povzročala nepravilne meritve magnetesta. Ko smo odkrili vzrok nepravilnih meritev, smo ga zlahka odpravili in to z zamenjavo materiala za podporo traka.

Krmiljenje smo izvedli s pomočjo krmilnika, zato smo zlahka odpravili težave, ki so se pojavile ob zagonu napravi. Uporaba krmilnika nam omogoča hitrejšo prilagajanje funkcije stroja, učinkoviteje odkrivanje napak, lahko tudi spremljamo izvrševanje programa ter lažje nadgradimo napravo. Za napravo smo morali projektirati in tudi narisati novi električni načrt. Pri projektiranju smo s pomočjo izračunavanj določili električne elemente, kot so glavno grebenasto stikalo, kontaktorji, zaščitna motorska stikala ter varovalke in kabli.

Izbrani krmilnik smo izbrali glede na predvideno število vhodov in izhodov, hitrosti, ki jo potrebujemo za izvajanje procesa ter možnosti povezave z operacijskem panelom. Možnost pa ima tudi dograditev vhodnih in izhodnih enot, če bi se kasneje pojavila še želja po dodatnih opravih na napravi. Strojno opremo smo izbrali, ker je bila cenovno ugodna in je ustrezala pričakovanim potrebam.

## 7. SKLEP

Namen diplomske naloge je bil predstavitev in opis celotnega projekta novogradnje. Moja naloga pri novogradnji sortirne naprave je bila najprej pri zasnovi koncepta linije, potem pa konstruiranje elektro načrtov in pisanje programa. Izdelavo elektro omare ter ožičenje naprave so opravili monterji v elektro delavnici. Kasneje sem sodeloval pri nastavitvah in zagonu stroja. Ker sem v projektu sodeloval od same zasnove do izvedbe ter pisanja programa, mi ni bilo težko spremeniti določene detajle, ki so se pokazali kot neprimerni pri poskusnem obratovanju naprave.

Menim, da smo napravo pravilno projektirali, ter pravilno izbrali vse komponente, saj naprava deluje nemoteno in smo z njo dosegli pričakovane rezultate. S postavitvijo naprave v kontrolno linijo smo povečali produktivnost linije, ob enem pa smo močno zmanjšali riziko neugotovljenih napak pri pregledu ojnice. S postavitvijo naprave v linijo smo prav tako zmanjšali število ljudi na liniji. Naprava je sposobnejša natančneje kontrolirati vse podrobnosti izdelka, kot človek, ki je odvisen od razpoloženja ter dela dneva (dopoldan, popoldan, ponoči).

## 8. UPORABLJENA LITERATURA

1. Interni zapiski, UNIOR, d.d.,
2. VIPA\_Systeme\_-\_auf\_einen\_Blick.pdf, [online],  
<http://www.vipa.de>, [10.02. 2009],
3. Systemuebersicht\_de.pdf, [online],  
<http://www.vipa.de>, [10.02. 2009],
4. 200708\_produkabkuendigungen.pdf, [online],  
<http://www.vipa.de>, [10.02. 2009],
5. Doc1.pdf, [online],  
<http://www.murrelektronik.com>, [15.02. 2009],
6. Regelsysteme.htm, [online],  
<http://www.siemens.de/index.jsp>, [10.02. 2009],
7. Techn\_controller.htm, [online],  
<http://www.siemens.de/index.jsp>, [10.02. 2009] ,
8. ESACatalogue2009\_ENG.pdf, [online],  
<http://www.esahmi.it/>, [14.02. 2009],
9. Data-sj200-sl.pdf, [online],  
<http://www.hitachi-ds.com/>, [30.01. 2009].

## 9. PRILOGE

### 9.1. Tehnični podatki za krmilnike Vipa

Features / VIPA Systeme	100V	200V	300V	300S	500S
VIPA SPEED7-Technologie (High-speed-CPU)				•	•
VIPA SPEED-Bus (für High-speed Baugruppen/Applikationen)				•	
Bauform	kompakt / erweiterbar	kompakt / modular-erweiterbar	wie S7-300 von Siemens	wie S7-300 von Siemens	PC-PCI-Karte
Mit STEP7 von Siemens programmierbar	•	•	•	•	•
Integrierter Arbeitsspeicher (von bis) (je nach CPU-Variante)	8 - 32kByte	32 - 128kByte	96 - 256kByte	64kByte - 2MByte	1MByte - 2MByte
Erweiterbarer Arbeitsspeicher bis max.				8192kByte *2	8192kByte *2
Integrierter Flash-Speicher (zum dauerhaften Speichern von Programm und Daten in der CPU)	•	•	•	•	•
Integrierter akkugeduffterter RAM-Speicher (zum temporären Speichern von Programm und Daten in der CPU)	•	•	•	•	•
MMC-Karten-Slot (zum Speichern von Programm und Daten auf einer handelsüblichen MMC-Karte)	•	•	•	•	•
Betrieb ohne zusätzliche Speicherkarte (der Arbeits-/Ladespeicher ist in den CPUs von VIPA bereits integriert)	•	•	•	•	•
MPI-Schnittstelle	•	•	•	•	•
Profibus-DP-Master-Schnittstelle *1			•	•	•
Profibus-DP-Slave-Schnittstelle *1	•	•	•	•	•
ProP-Schnittstelle *1	•	•	•	•	•
CANopen-Master-Schnittstelle *1		•		•	
CANopen-Slave-Schnittstelle *1	•	•			
INTERBUS-Master-Schnittstelle *1				•	
INTERBUS-Slave-Schnittstelle *1		•			
DeviceNet-Slave-Schnittstelle *1		•			
Integrierte Ethernet-Schnittstelle (RJ45) (zum Programmieren über Netzwerk - DP/PS-Kommunikation - 2 Verbindungen)				•	•
Integrierter Ethernet-Kommunikationsprozessor *1		•	•	•	•
Integrierte Echtzeituhr	•	•	•	•	•
Integrierte digitale I/Os (bei 300S - CPU 313SC/314SC/314ST)	•			•	
Integrierte analoge I/Os (bei 300S - CPU 313SC/314SC/314ST)				•	
Anzahl steckbarer Module (zentral- mit und ohne zusätzliche Zellenanschaltung - je nach Platzverhältnis)	4 100V und 200V Module	32	32	32	
Inklusive Frontstecker	•	•			
Inklusive Programmiersoftware (VIPA WinPC7 Lite)	•				
Inklusive OPC-Server					•
Inklusive Rückwandbus	•		•		
Montage	Normschiene 35mm	Normschiene 35mm	Profilschiene (wie Siemens)	Profilschiene (wie Siemens)	PCI-Steckplatz
Durch UL zertifiziert	•	•	•	•	•

\*1 je nach CPU-/System-Typ - Integrierte Schnittstelle oder separates Interface-Modul  
\*2 erweiterbar via VIPA MCC (MicroConfigurationCard)

## 9.2. Tehnični podatki za frekvenčne pretvornike

FP tip	napajalna napetost (VAC)	izhodni tok (A)	max moč (standardni 4-polni motor) (kW)	Dimenzije (mm)			masa (kg)
				Š	V	G	
SJ200-002 NFEF2	200-10% ~ 240+5% 50 – 60 Hz	1,4	0,2	80	140	110	0,8
SJ200-004 NFEF2		2,6	0,4			124	
SJ200-005 NFEF2		3,0	0,5				
SJ200-007 NFEF2		4,0	0,7	110	155	146	1,3
SJ200-011 NFEF2		5,0	1,1			173	2,2
SJ200-015 NFEF2		7,1	1,5				2,8
SJ200-022 NFEF2		10,0	2,2				
SJ200-004 HFEF2		380-10%~ 460+10% 50-60 Hz	1,5	0,4	110	155	146
SJ200-007 HFEF2	2,5		0,7				
SJ200-015 HFEF2	3,8		1,5	173			1,7
SJ200-022 HFEF2	5,5		2,2		2,8		
SJ200-030 HFEF2	7,8		3,0				
SJ200-040 HFEF2	8,6		4,0				
SJ200-055 HFEF2	13		5,5	180	250	162	5,5
SJ200-075 HFEF2	16		7,5				5,7

### 9.3. Program naprave

SIMATIC OB1 2.4.2009 13:47:58

#### OB1 - <offline>

```

""
Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
                                      Block version: 2
Time stamp Code:                    26.2.2009 7:35:56
                                      Interface: 15.2.1996 16:51:12
Lengths (block/logic/data): 00296 00158 00022

```

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMER	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Block: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Network: 1

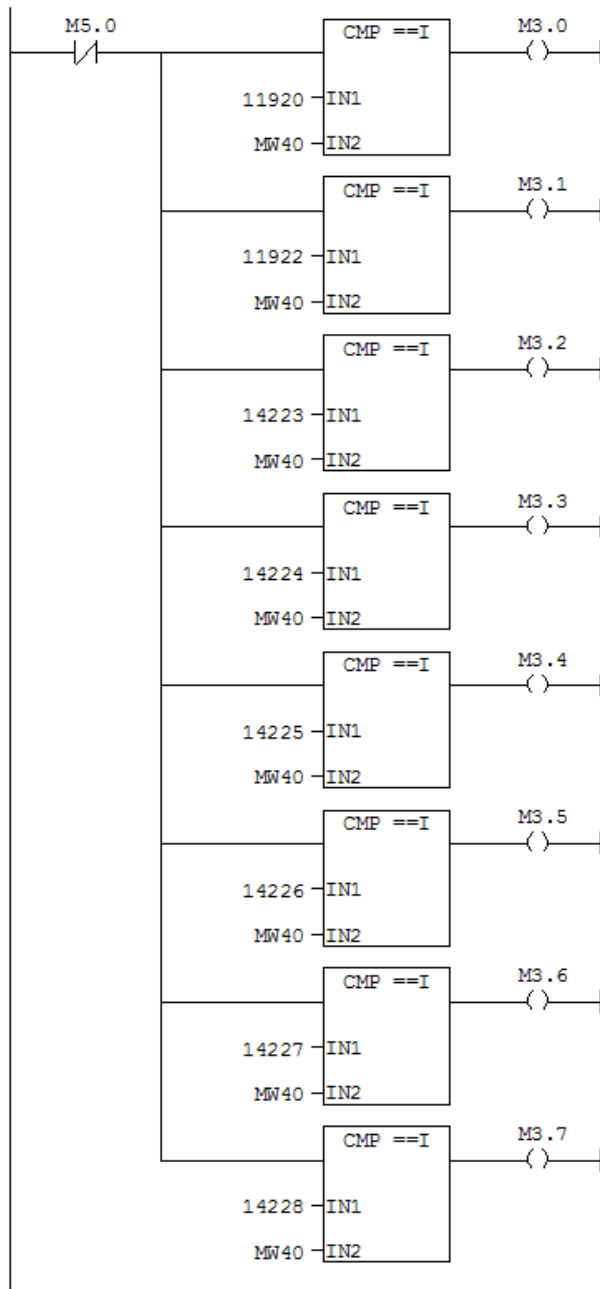
FC1  
(CALL)

SIMATIC

OB1

2.4.2009 13:48:15

Network: 2 VKLOP ARTIKLA 1





SIMATIC FC1 2.4.2009 13:48:39

**FC1 - <offline>**

```

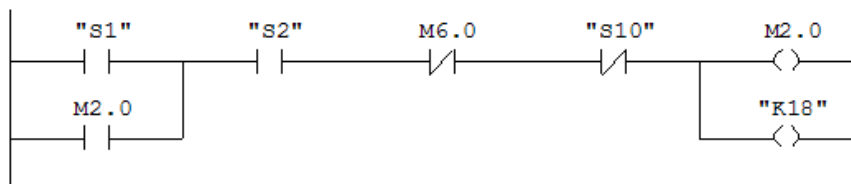
""
Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
                                      Block version: 2
Time stamp Code:                    2.4.2009 12:52:19
                                      Interface: 17.2.2004 10:48:05
Lengths (block/logic/data): 00824 00660 00050

```

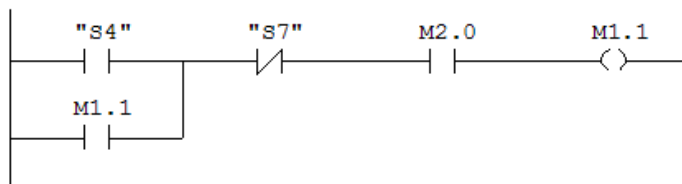
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC1

Network: 1 VKLOP - IZKLOP PRIPRAVE



Network: 2 POGOJ VKLOP PRIPRAVE

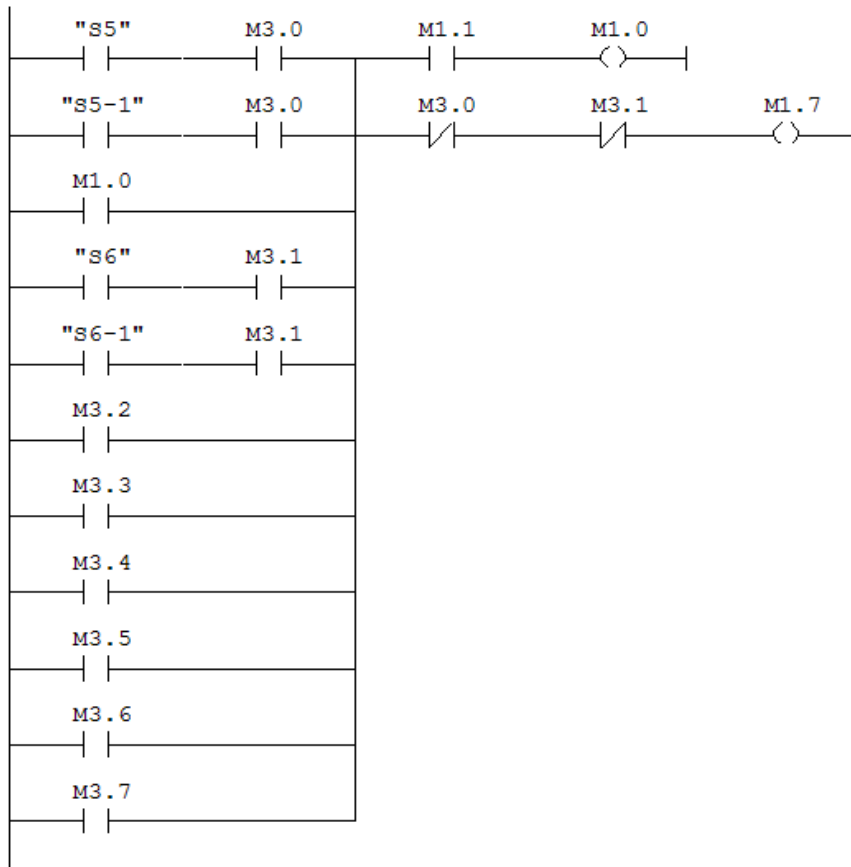


SIMATIC

FC1

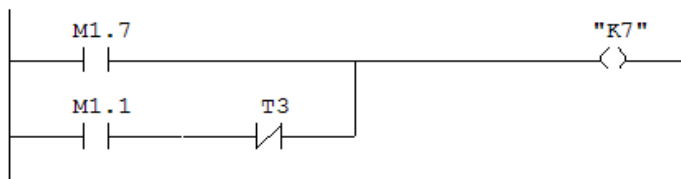
2.4.2009 13:48:57

Network: 3 POGOJ DOBRA OJNICAOL



Network: 4 MV1 SPUSTI OJNICO - ZAČETEK KONTROLE

T3 ZAKASNITEV SPUSTI OJNICO



SIMATIC

FC1

2.4.2009 13:49:12

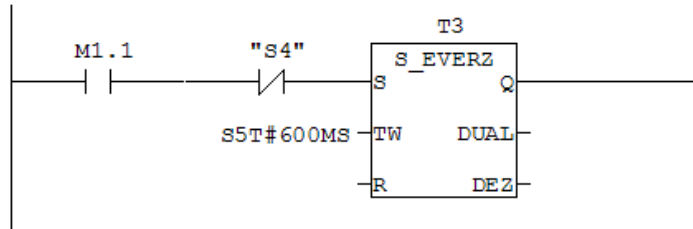
---

 Network: 5      MV1 SPUSTI OJNICO - ZAČETEK KONTROLE
 

---

 T3 ZAKASNITEV SPUSTI OJNICO
 

---



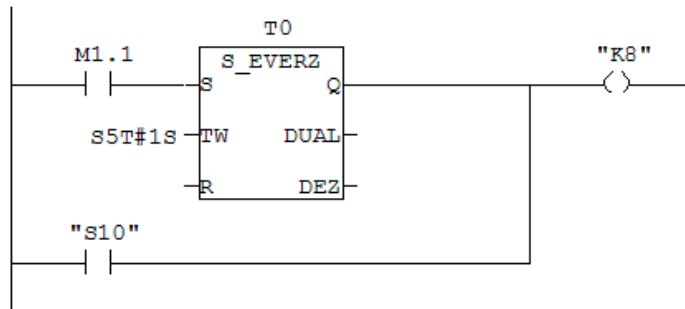

---

 Network: 6      MV2 DEBELINA OJNICE
 

---

 T0 ZAKASNITEV SPUSTI OJNICO
 

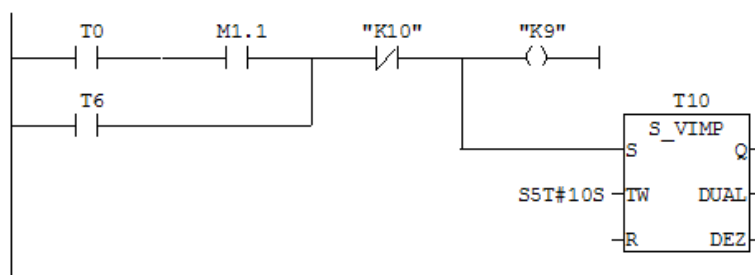
---




---

 Network: 7      MV3 LOPUTA KOMAD PREDEBEL
 

---



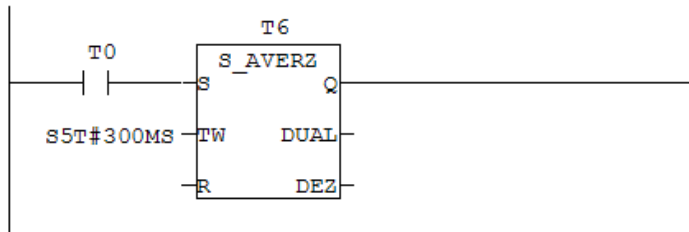
SIMATIC

FC1

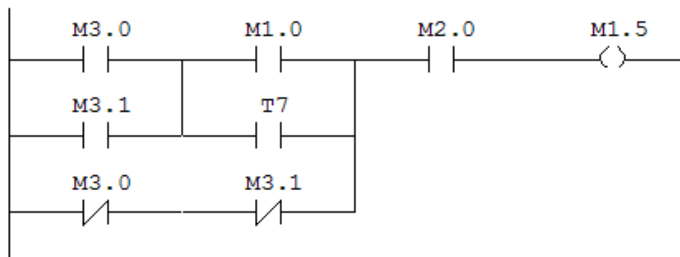
2.4.2009 13:49:23

Network: 8 POGOJ ZAKASNITEV LOPUTE

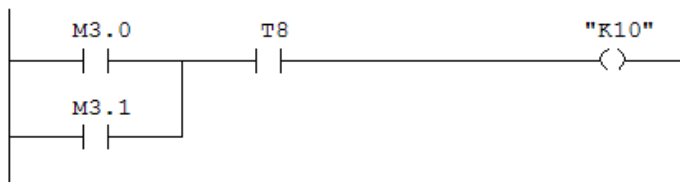
T6 ZAKASNITEV IZKLOP LOPUTE



Network: 9 MV4 VKLOP LOPUTE NI ČEPA



Network: 10 MV4 VKLOP LOPUTE NI ČEPA



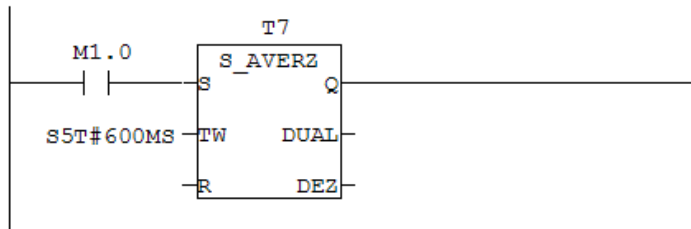
SIMATIC

FC1

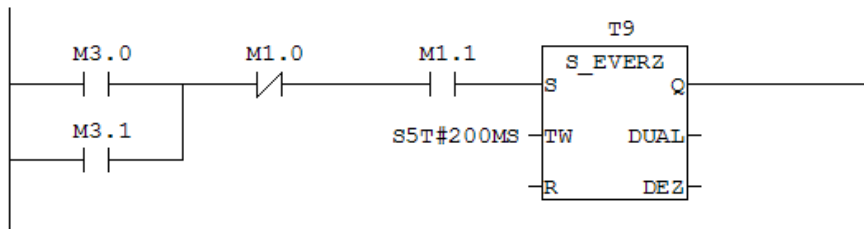
2.4.2009 13:49:33

Network: 11 POGOJ ZAKASNITEV LOPUTE

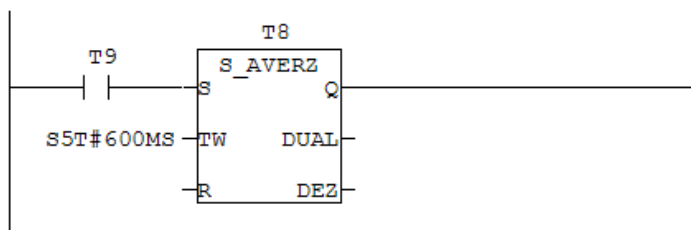
T6 ZAKASNITEV IZKLOP LOPUTE



Network: 12 MV4 VKLOP LOPUTE NI ČEPA



Network: 13

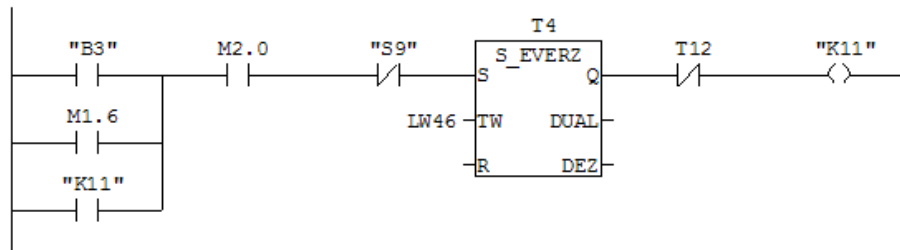


SIMATIC

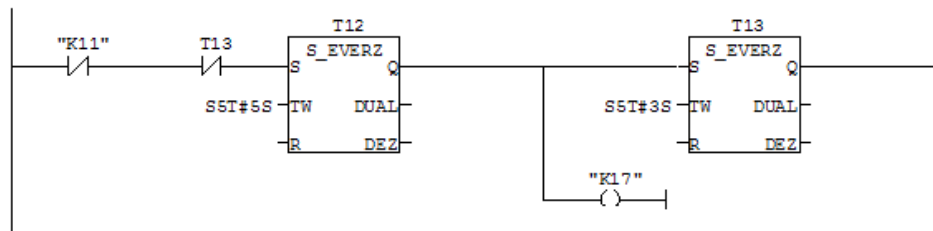
FC1

2.4.2009 13:49:43

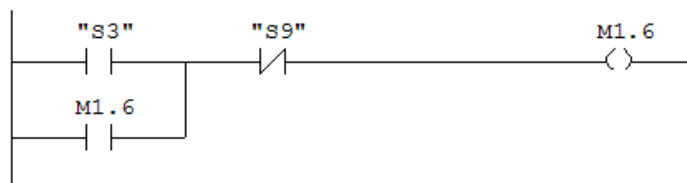
Network: 14 MV 5 PODAJALNA ROKA



Network: 15 SIGNAL ZA TEHTNICO



Network: 16 POGOJ PRAZNI ZALOGOVNIK

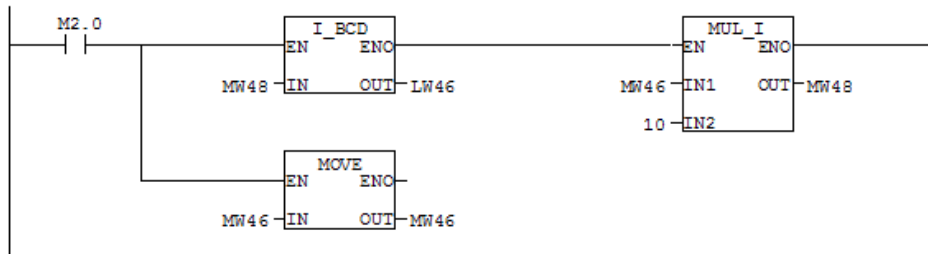


SIMATIC

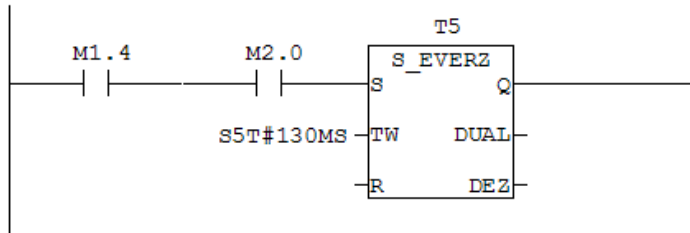
FC1

2.4.2009 13:49:55

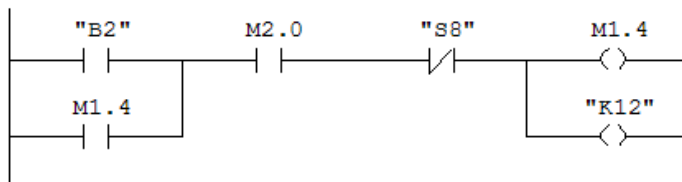
Network: 17 NASTAVITEV VREDNOSTI ZA TAKT



Network: 18 PORAVNA OJNICO V TULJAVI



Network: 19 POGOJ PORAVNA OJNICO V TULJAVI



SIMATIC

FC1

2.4.2009 13:50:06

---

**Network: 20**    MV 7 ŠIRINA OJNICE - 1

---



---

**Network: 21**    MV 8 ŠIRINA OJNICE - 2

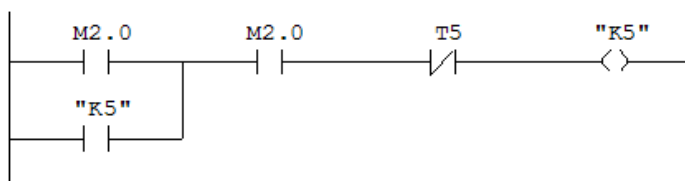
---



---

**Network: 22**    TRAK 1 TULJAVA MAGNETEST

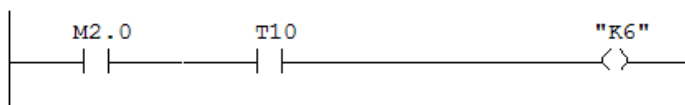
---



---

**Network: 23**    TRAK 3 DOBRI KOMADI

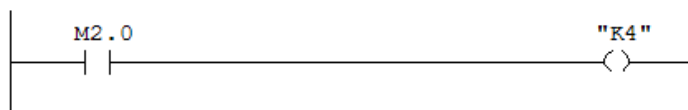
---





SIMATIC FC1 2.4.2009 13:50:18

Network: 24 TRAK 1 SLABI KOMADI

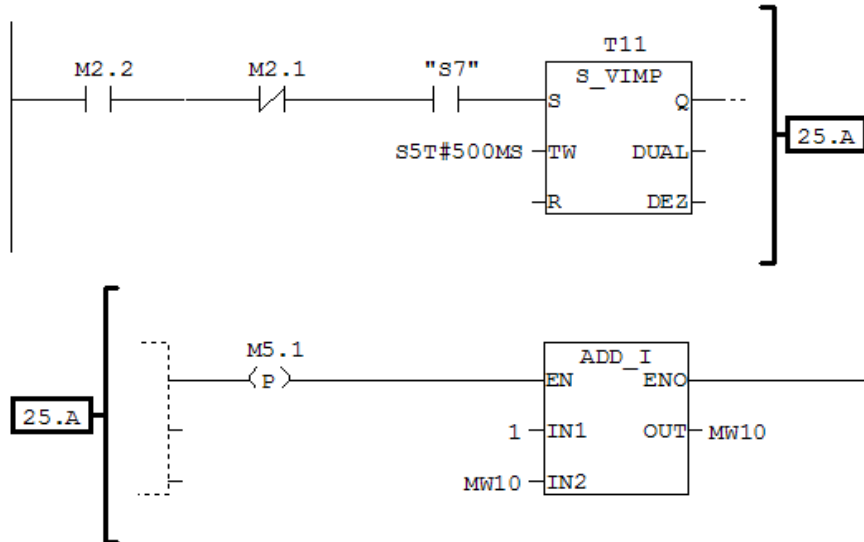


SIMATIC

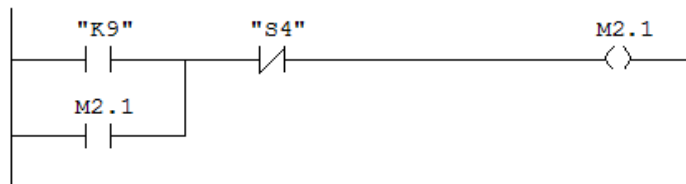
FC1

2.4.2009 13:50:29

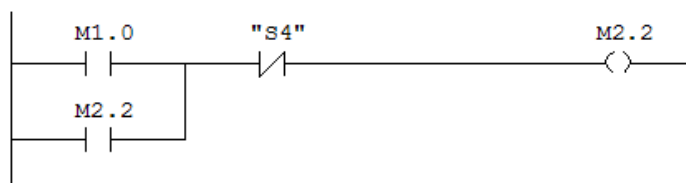
Network: 25 STEVEC KOŠOV - PRIKAZ NA DISPLEJU



Network: 26



Network: 27

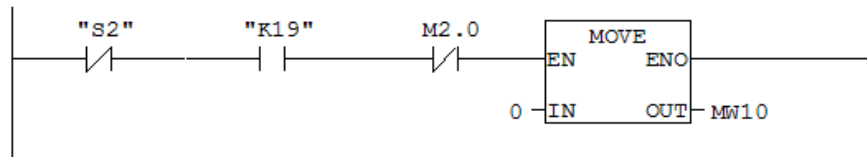


SIMATIC

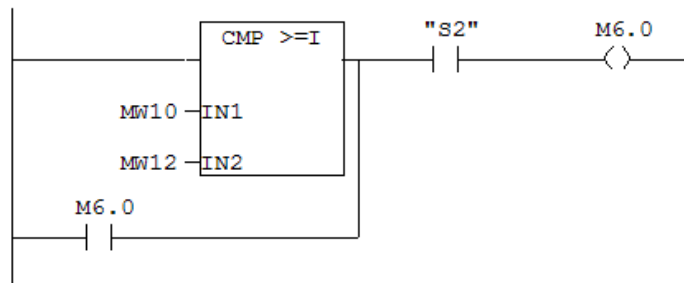
FC1

2.4.2009 13:50:39

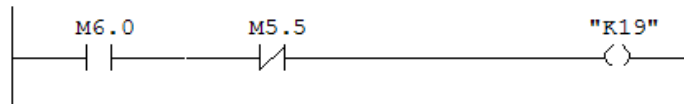
Network: 28      RESET STEVCA



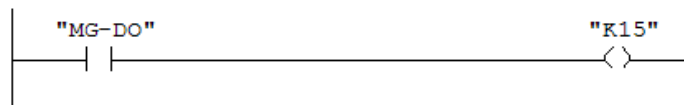
Network: 29      ŠTEVILO KOSOV V ZABOJU



Network: 30      ZABOJU POLN



Network: 31      LOPUTA MAGNOTEST DOBRI

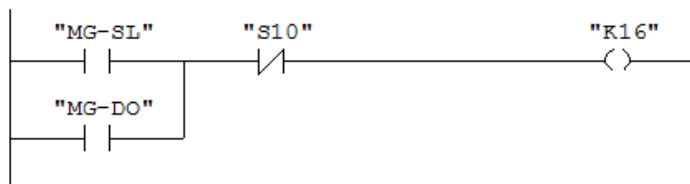


SIMATIC

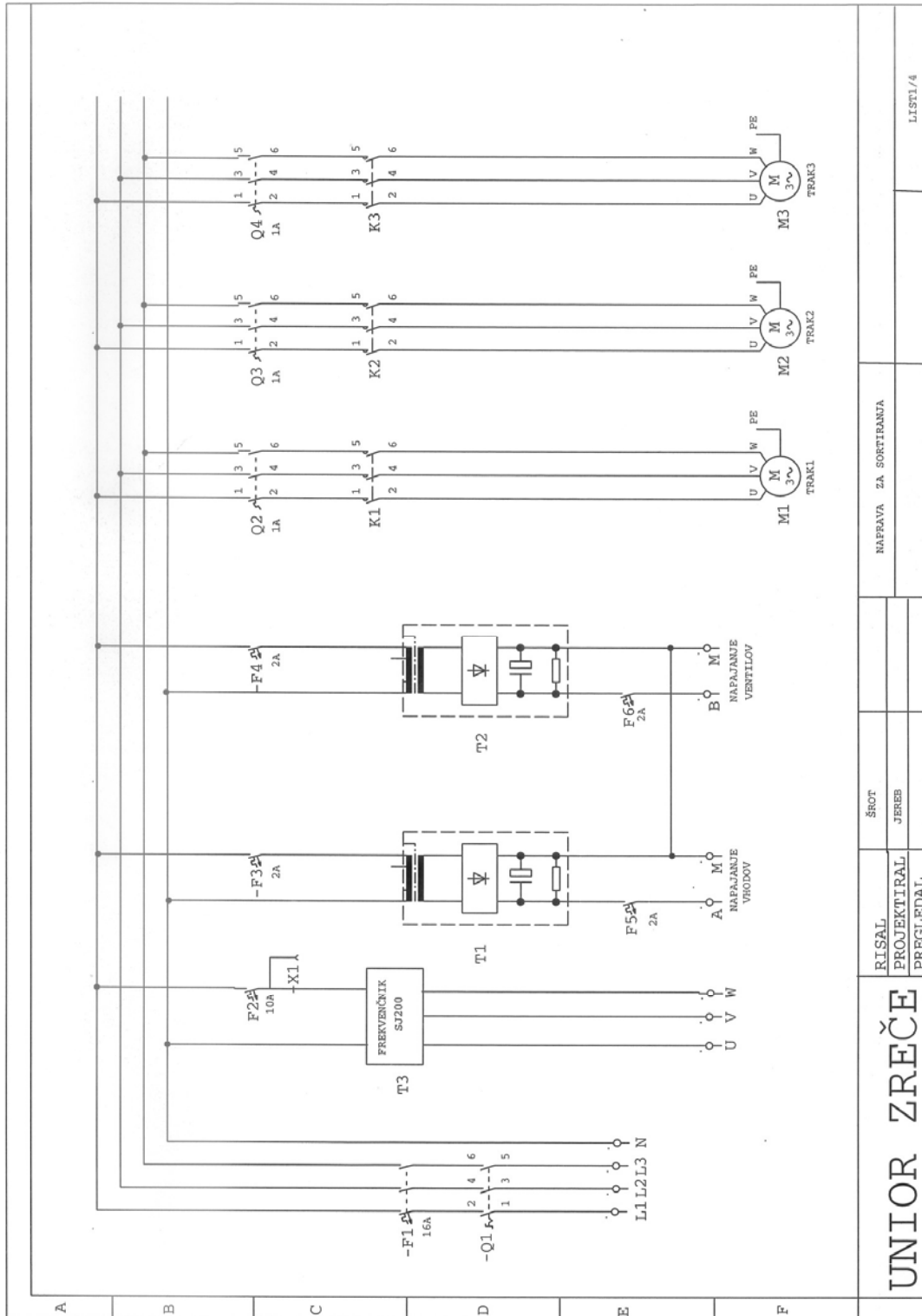
FC1

2.4.2009 13:50:47

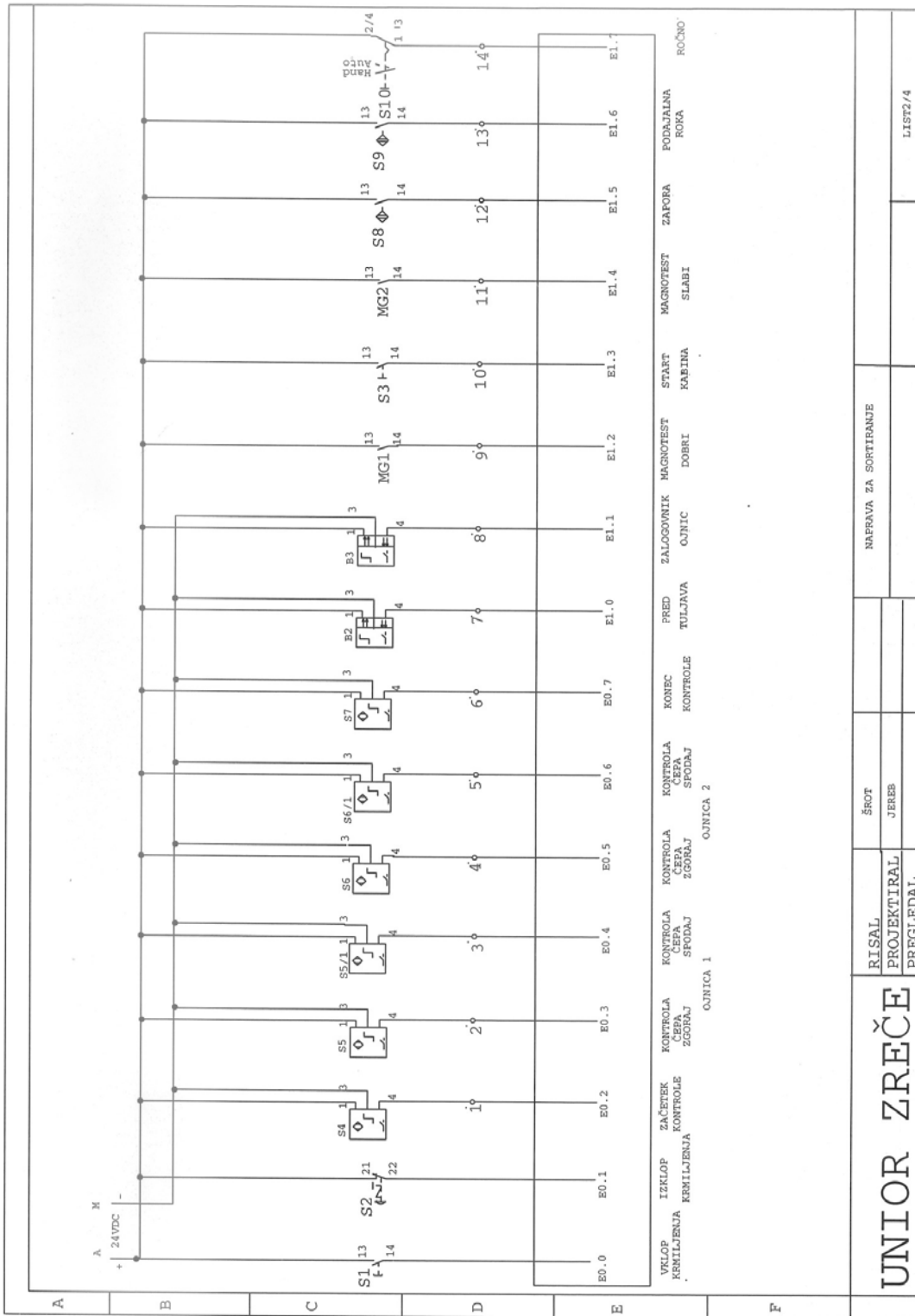
Network: 32 LOPUTA MAGNOTEST SLABI KOSI



### 9.4. Električna vezalna shema



<b>UNIOR ZREČE</b>	RISAL	ŠROT	NAPRAVA ZA SORTIRANJA	LISTI/4
	PROJEKTIRAL PREGLEDAL	JEREB		



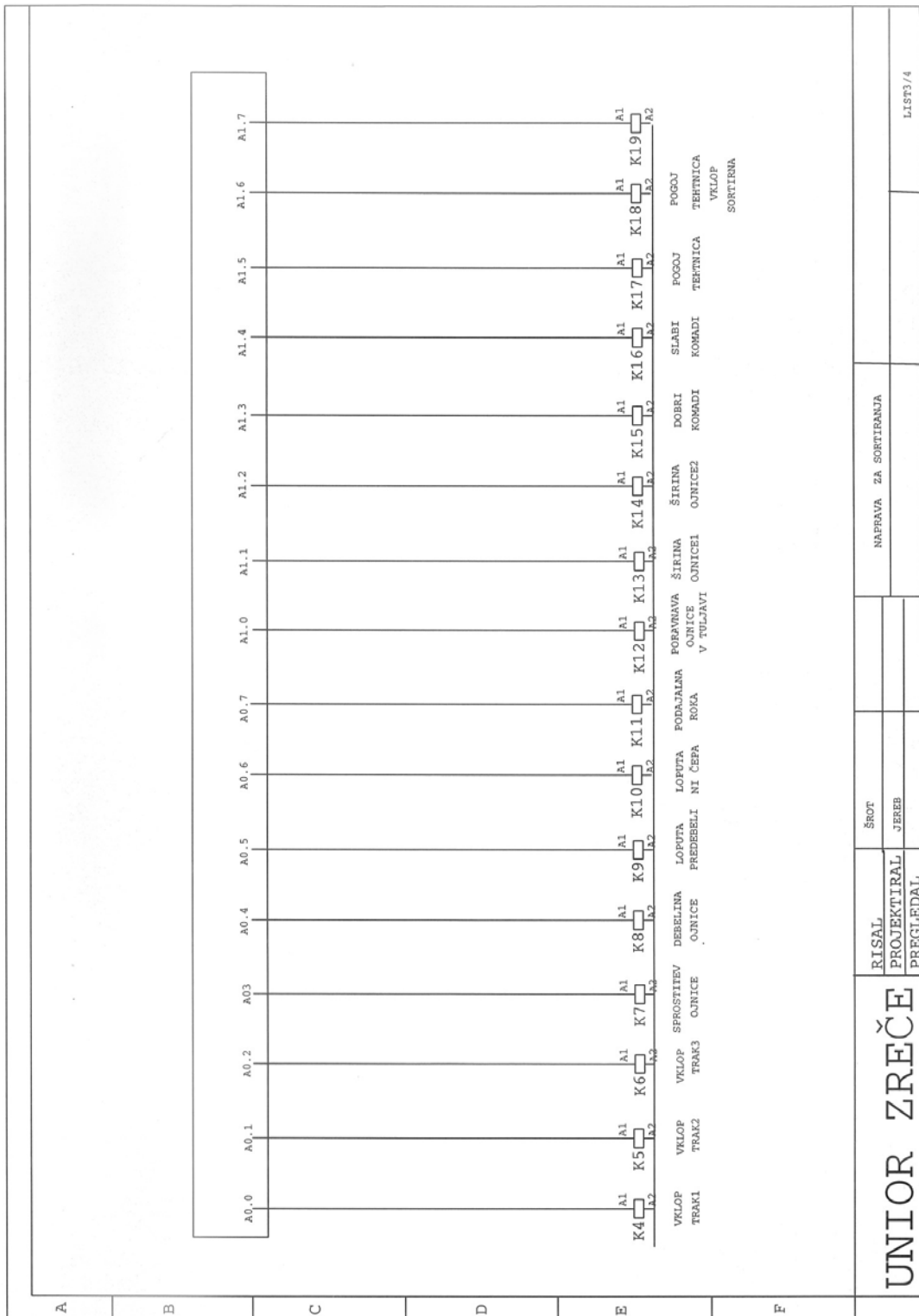
**UNIOR ZREČE**

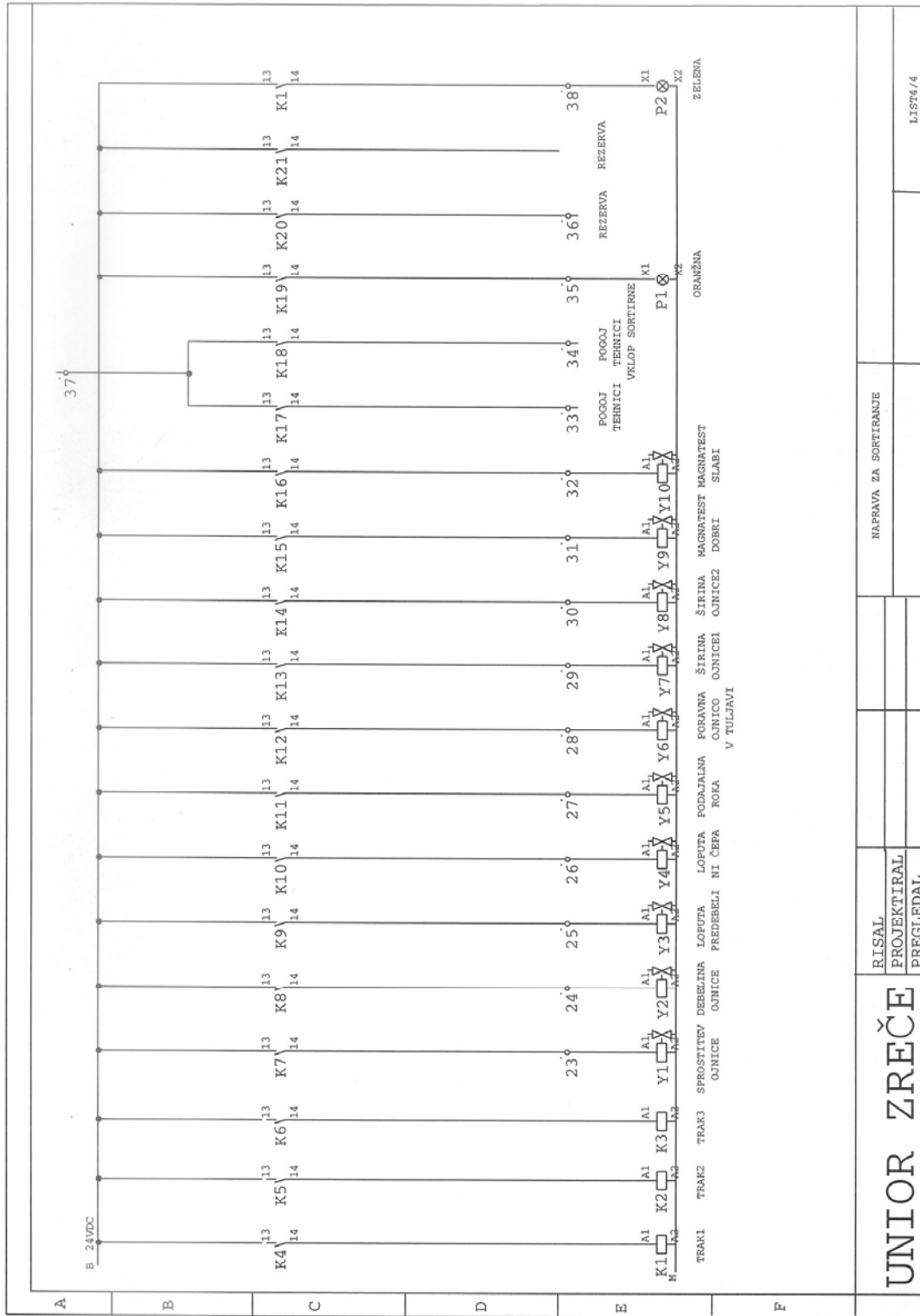
RISAL  
PROJEKTIRAL  
PREGLEDAL

ŠROT  
JEREB

NAPRAVA ZA SORTIRANJE

LIST 2/4





UNIOR ZREČE

NAPRAVA ZA SORTIRANJE

LISTA/4



## 9.5. Izjava o avtorskem delu

UNIVERZA V MARIBORU  
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko  
(ime fakultete)

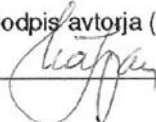
IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE VERZIJE ZAKLJUČNEGA DELA IN  
OBJAVI OSEBNIH PODATKOV AVTORJA

Ime in priimek avtorja (avtorice): Marjan Jereb  
Vpisna številka: 93531417  
Študijski program: VS, elektrotehnika - avtomatika  
Naslov zaključnega dela: Diplomska naloga  
Izdelava naprave za sortiranje ojníc  
Mentor: Doc. dr. Aleš Hace  
Somentor: \_\_\_\_\_

Podpisani-a Marjan Jereb izjavljam, da sem za potrebe arhiviranja oddal-a elektronsko verzijo zaključnega dela v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru. Zaključno delo sem izdelal-a sam-a ob pomoči mentorja. V skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 16/2007) dovoljujem, da se zgoraj navedeno zaključno delo objavi na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Mariboru.

Tiskana verzija zaključnega dela je istovetna elektronski verziji, ki sem jo oddal-a za objavo v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru. Podpisani-a izjavljam, da dovoljujem objavo osebnih podatkov, vezanih na zaključek študija (ime, priimek, leto in kraj rojstva, datum zagovora, naslov zaključnega dela) na spletnih straneh in v publikacijah UM.

Kraj in datum:  
Slovenske Konjice, 8.4.2009

Podpis avtorja (avtorice):  


## **9.6. Naslov študenta**

Marjan Jereb

Toneta Melive 4

3210 Slovenske Konjice

Tel.: 041 677 152

e-mail: [jereb.marjan@gmail.com](mailto:jereb.marjan@gmail.com)

## **9.7. Kratek življenjepis**

Rojen: 17.11 1964 v Resniku 16

Šolanje: Osnovna šola štiri leta Resnik, štiri leta Zreče,

Opravljena: 1979

Srednja šola elektrotehniške in računalniške usmeritve Maribor,

Smer obratovni električar,

Opravljena: 1982

Srednja tehniška šola Celje,

smer elektrotehnik - elektronik,

Opravljena: 1987

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,

visokošolski strokovni študij,

smer elektrotehnika avtomatika

Od leta 1983 sem zaposlen v podjetju UNIOR d.d., v oddelku Vzdrževanje. V začetku sem opravljal splošna elektro dela. Pozneje sem opravljal dela na področju elektronike. Od leta 1996 pa sem vodja elektro oddelka v podjetju.