

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Daividas Bielskis

Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir
smulkinimo įrangos elektrinės dalies techninis projektas

Bakalauro darbas

Vadovas

dr. A. Grigaitis

ŠIAULIAI, 2014

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. dr. G. Valiulis

2014.06.02

Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir
smulkinimo įrangos elektrinės dalies techninis projektas

Bakalauro darbas

Vadovas

dr.A.Grigaitis

Recenzentas

doc.dr. N. Šulčius

2014.06.02

Atliko

E-10 gr. stud.

Daividas Bielskis

2014.06.02

ŠIAULIAI, 2014

Summary

Bielskis D. Electrical part of the technical project for the sediment capture, transport and crushing process in the sewage treatment plant. Electrical Engineering Bachelor's Thesis / scientific advisor dr. A. Grigaitis ; Šiauliai University, the Faculty of Technologies and Nature science, Electrical Engineering Department. – Šiauliai, 2014. 87p.

In this bachelor thesis the development of wastewater treatment plant sediment capture, transport and crushing plant equipment of the technical design of the system is analyzed and the principle of operation of automation system components selection requirements. Select the system for reliable operation of the necessary switching and protection equipment, as well as the selection of power cables and control devices.

Designed wastewater treatment plant control system, described in detail the principle of operation, either electric schemes.

Posted software management application using the STEP 7 Micro / WIN software package. When writing a program, it was estimated the motor overload and delay time adjustment possibilities, the status and fault indication.

Designed and engineered systems demonstration stand, which is shown by means of a visual simplified system operating principle.

Undergraduate thesis ends with conclusions, references, functional electrical diagram, electrical diagram, component layout of the control cabinet, a demonstration booth electrical diagram.

Santrumpa

Bielskis D. Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinės dalies techninis projektas: Elektros inžinerijos bakalauro baigiamasis darbas, vadovas dr. A. Grigaitis; Šiaulių universitetas, Technologijos ir gamtos mokslų fakultetas, Elektros inžinerijos katedra. – Šiauliai, 2014. – 87 psl.

Baigiamajame bakalauro darbe rengiant nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinės dalies techninį projektą išanalizuotas sistemos veikimo principas ir automatikos sistemos elementų parinkimo reikalavimai. Parinkti sistemos patikimam veikimui reikalingi komutaciniai ir apsaugos aparatai, taip pat parinkti jėgos kabeliai ir valdymo įtaisai.

Suprojektuota nuotekų valyklos valdymo sistema, aprašytas detalus jos veikimo principas, nubraižytos principinės elektrinės schemos.

Parašyta įrangos valdymo programa pasinaudojant STEP 7 Micro/WIN programiniu paketu. Rašant programą buvo įvertintos variklių perkrovos ir laiko užvėlinimo reguliavimo galimybės, būsenos ir gedimų indikacija.

Suprojektuotas ir sukonstruotas sistemos demonstracinis stendas, kuriuo pasinaudojant vizualiai parodomos supaprastintas sistemos veikimo principas.

Bakalauro baigiamojo darbo pabaigoje pateikiamos išvados, naudotos literatūros sąrašas, funkcinė elektrinė principinė schema, elektrinė principinė schema, valdymo spintos komponentų išdėstymas, demonstracinio stendo elektrinė principinė schema.

Turinys

1. Įvadas.....	11psl
2.1 Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavim ir smulkinimo elektrinės dalies projektas.....	12psl
2.1.1. Nuotekų valyklos elektrinės dalies komponentų aprašas.....	12psl
2.1.2. Nuotekų valyklos elektrinės dalies dalių sąrašas.....	29psl
2.1.3. Kabelių parinkimas.....	31psl
2.1.4. Nuotekų valyklos įrangos valdymo spinta.....	35psl
2.2. Nuotekų valyklos elektrinės įrangos valdymo programa.....	36psl
2.2.1. Parašyta įrangos valdymo programa STEP7 Micro/Win programiniu paketu.....	36psl
2.2.2. Komunikacijos.....	41psl
2.3. Įrangos vizualizacija E-designer programiniu paketu.....	43psl
2.4. Programos rašymo metodika ir eiliškumas.....	47psl
2.5. Programos demonstracinis standas.....	51psl
Išvados.....	53psl
Literatūros sąrašas.....	54psl
Priedai.....	55psl

Užduotis

Lentelių sąrašas

1lentelė. Variklių dažnio keitikliai.....	16psl
2lentelė. Valdymo skydo įrangos sąrašas.....	29psl
3lentelė. Variklių skaičiuojamosios srovės.....	31psl
4lentelė. Kabeliai nuo valdymo skydo iki variklių.....	32psl
5lentelė. Kabelis nuo įvadinės spintos iki valdymo skydo.....	32psl
6lentelė. Įtampos nuostolių skaičiavimas.....	34psl
7lentelė. Kabelių sąrašas.....	34psl
8lentelė. Kabelio S7-200 RS232/PPI specifikacijos.....	41psl
9lentelė. Kabelio S7-200 RS232/PPI kontaktų reikšmės.....	42psl

Paveikslukų sąrašas

1pav. Siemens S7-200 CPU 224 modulis.....	12psl
2pav. Valdiklio S7-200 jungimo schema.....	14psl
3pav. Analoginių signalų modulis.....	14psl
4pav. Analoginių signalų modulio EM235 pajungimo schema.....	15psl
5pav. Dažnio keitiklio Siemens micro master 420 išvaizda.....	16psl
6pav. Priėjimas prie dažnio keitiklio Siemens micro master 420 galios grandinės ir variklio pajungimo kontaktų.....	17psl
7pav. Dažnio keitiklio pajungimo schema.....	17psl
8pav. Finder 40.52 DPDT rėlės vaizdas.....	18psl
9pav. Rėlės lizdas Finder 95.55.....	18psl
10pav. Rėlės pajungimo kontaktai.....	19psl
11pav. Maitinimo šaltinis Mean Well.....	19psl
12pav. Saugos kirtiklis ABB OL 63.....	20psl
13pav. Kontaktorius GE CL.....	21psl
14pav. Pasukamas jungiklis.....	22psl
15pav. Avarinio stabdymo mygtukas.....	22psl
16pav. Mygtukas.....	23psl
17pav. Variklių apsaugos aparatas su pareguliuojama šilumine ir magnetine apsauga.....	24psl
18pav. LED lemputės Dialight 556.....	27psl
19pav. Rinklės WAGO Topjobs 2001; 2,5mm ² išvaizda.....	28psl
20pav. Rinklės WAGO Topjobs 2004; 6mm ² išvaizda.....	28psl
21pav. Elektros skydo su montažine STD plokšte vaizdas.....	35psl

22pav. Kabelis S7-200 RS232/PPI.....	41psl
23pav. Kabelis nuo Beijer E1061 ekrano iki valdiklio Siemens S7-200.....	43psl
24pav. Valdiklio ir ekrano komunikacijos.....	43psl
25pav. Valdiklio pasirinkimas.....	44psl
26pav. Momentinio mygtuko aprašymas.....	44psl
27pav. Reikšmių keitimas veikiant programai.....	45psl
28pav. E1061 pirmo lango vaizdas.....	45psl
29pav. E1061 antro lango vaizdas.....	46psl
30pav. E1061 trečio lango vaizdas.....	46psl
31pav. Programos paleidimas.....	47psl
32pav. Variklio srovės stebėjimas, stabdymas ir reversavimas.....	48psl
33pav. Variklio reversavimas.....	49psl
34pav. Variklio reversavimų skaičiaus skaičiuotuvai.....	49psl
35pav. Variklio reversavimo stabdymas ir pakartotinis paleidimas.....	49psl
36pav. Gedimų indikacija.....	50psl
37pav. Surinkto programos demonstracinio stendo vaizdas.....	51psl
38pav. Valdymo mygtukai ir gedimų indikacija.....	52psl
39pav. Būsenos indikacija ir srovės reguliavimas.....	52psl

Priedai

1 Priedas. Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo valdymo įrangos programa.....	55psl
2 Priedas. Programos simbolių lentelė.....	61psl
3 Priedas. Siemens S7-200 charakteristikos.....	62psl
4 Priedas. Dažnio keitiklio Siemens micro master 420 charakteristikos.....	65psl
5 Priedas. Rėles Finder 40.52 charakteristikos.....	67psl
6 Priedas. Saugos kirtiklio ABB OL 63 charakteristikos.....	68psl
7 Priedas. Įrangos funkcinė elektrinė principinė schema.....	69psl
8 Priedas. Įrangos elektrinės principinės schemos.....	71psl
9 Priedas. Valdymo spintos komponentų išdėstymas.....	81psl
10 Priedas. Demonstracinio stendo elektrinė principinė schema.....	86psl

1. Įvadas

Baigiamajame Bakalauro darbe bus atliekamas nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinės dalies techninis projektas. Darbo tema yra aktuali tuom, kad įvairaus pobūdžio įmonėse ar gamylose vis plačiau naudojamos modernizuotos automatinio veikimo sistemos. Automatinės sistemos pagrindas yra programuojamas valdiklis (PV, angl. programmable logic controller – PLC). Nuotekų valyklos elektrinės įrangos automatizavimas bus projektuojamas naudojant Siemens S7-200 valdiklį.

Baigiamojo darbo tikslas sudaryti nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinės dalies techninį projektą bei parašyti valdymo ir atvaizdavimo programą.

Baigiamojo darbo metu buvo išsikelti uždaviniai :

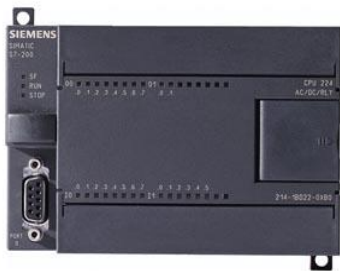
- Parinkti visoms pavaroms dažnio keitiklius.
- Parinkti apsauginę ir komutacinę aparatūrą.
- Parinkti valdymo ir jėgos kabelius.
- Parinkti valdymo grandinės maitinimo šaltinį.
- Parinkti programuojamą loginį valdiklį.
- Parašyti įrangos valdymo programą.
- Atlikti darbo vizualizacija.
- Sukonstruoti programos darbo demonstracinį stendą.

2.1 Nuotekų valyklos nešmenų, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinės valdymo dalies projektavimas

2.1.1 Nuotekų valyklos elektrinės dalies komponentų aprašas

1. Valdiklis Siemens S7-200 CPU 224 214 1BD22-0XB0

Siemens s7-200 tipo valdiklis buvo pasirinktas, dėl turimų skaitmeninių įėjimų ir išėjimų skaičiaus. Taip pat dėl to, kad pasinaudojant šio tipo valdikliu bus galima padaryti supaprastintos sistemos demonstracinį standą. Kadangi demonstravimo metu valdiklis bus jungiamas prie Beijer E1061 liečiamo ekrano pasirenkamas valdiklis privalo turėti RS232 jungtį. Projektuojamoje sistemoje bus naudojamas tik vienas maitinimo šaltinis, kuris bus skirtas tik sistemos valdymui, todėl pasirenkamas valdiklis turi būti maitinamas iš kintamos įtampos tinklo 230V AC. Sistemos valdymas buvo pasirinktas 24V nuolatinės įtampos, todėl šis valdiklis buvo tinkamas, nes jo skaitmeninių įėjimų ir išėjimų įtampa yra 24V DC. Projektuojant sistemą buvo panaudoti 10 skaitmeninių valdiklio įėjimų. Pirmi du valdiklio skaitmeniniai įėjimai panaudoti "start" ir "stop" programos funkcijoms. Keturi skaitmeniniai įėjimai bus panaudoti stebėsenai ar dažnio keitikliai yra įjungti. Likę keturi panaudoti skaitmeniniai įėjimai bus panaudoti apsaugos aparato stebėsenai ar jis yra įjungtas ar išsijungęs. Taip pat buvo panaudoti 8 skaitmeniniai išėjimai valdyti variklių dažnio keitikliams. Projektuojamai sistemai buvo reikalingas analoginių įėjimų modulis, kuris turėtų keturis įėjimus, todėl prie šio valdiklio buvo parinktas vienas papildomas analoginis modulis EM 235 235-0KD22-0XA0, kuris turi 4 analoginius įėjimus ir 1 analoginį išėjimą. Siemens S7-200 valdiklio nuotrauka pateikta 1 pav.



1 pav. Siemens S7-200 CPU 224 modulis.

Valdiklio techninės charakteristikos:

Maitinimo įtampa: 120VAC, 230VAC

Maitinimo tinklo dažnis: iki 63Hz

Techninės įrangos konfigūracija:

- Išplėtimo moduliai: maksimalus išplėtimų modulių skaičius yra 7. Galima naudoti tik S7-22x serijos išplėtimo modulius, kurie yra suderinti su S7-200 valdiklio programiniu paketu.
- Prijungiami programavimo įtaisai: SIMATIC PG, kompiuteris, standartinis kompiuteris.

Išplėtimo moduliai:

- Maksimalus analoginių įėjimų/išėjimų skaičius: 35; 28 įėjimai ir 7 išėjimai.
- Maksimalus skaitmeninių įėjimų/išėjimų skaičius: 168; 94 įėjimai ir 74 išėjimai.
- Maksimalus AS- sąsajos įėjimų/išėjimų skaičius: 31

Skaitmeniniai įėjimai:

- Skaitmeninių įėjimų skaičius : 14
- Įėjimo įtampa: vardinė įtampa 24V DC.
- Įtampa 0 signalui: nuo 0 iki 5 V.
- Įtampa 1 signalui: mažiausiai 15 V.
- Įėjimo srovė 1 signalui: 4mA.

Skaitmeniniai išėjimai:

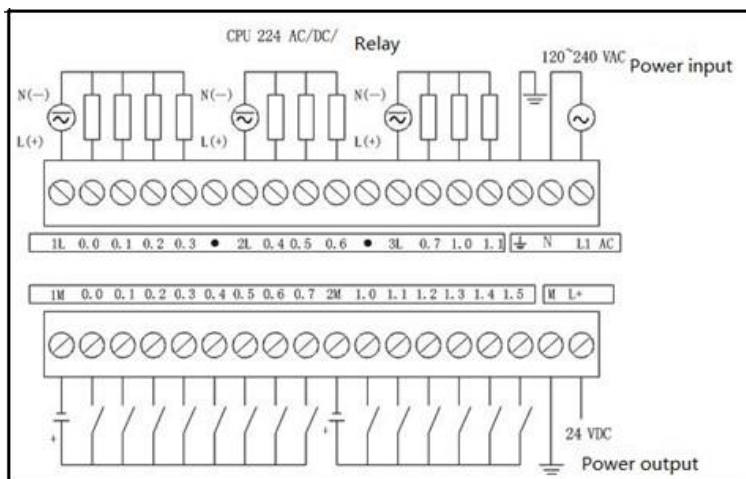
- Skaitmeninių išėjimų skaičius : 10 relinių išėjimų.
- Apsauga nuo trumpųjų jungimų: nėra, bet gali būti pritaikyta.
- Išėjimų perjungimas:
 - * su apkrova daugiausiai : 2A
- Išėjimo įtampa signalui 1: L+/L1
- Išėjimo vardinė srovė signalui 1 : 2A

Apsaugos laipsnis : IP 20

Programavimo kalbos: LAD ; FBD; STL; SCL; GRAPH

Pilna valdiklio S7-200 techninė specifikacija nurodyta 3 priede.

Valdiklio S7-200 jungimo schema pateikta 2 pav.



2pav. Valdiklio S7-200 jungimo schema.

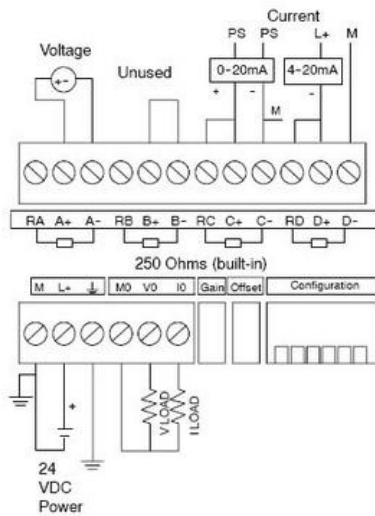
Analoginių jėjimų/išėjimų modulis EM 235 235-0KD22-0XA0 pavaizduotas 3 pav:

- Įėjimų skaičius : 4 analoginiai įėjimai
- Išėjimų skaičius : 1 analoginis išėjimas
- Galios nuostoliai: 2W
- Maksimali įtampa įtampos analoginiam įėjimui: 30 V
- Maksimali srovė analoginiam įėjimui: 32 mA



3pav. Analoginių siganalų jėjimų modulis.

Analoginio modulio pajungimo schema pateikta 4 pav.



4pav. Analoginio modulio EM 235 pajungimo schema.

2. Dažnio keitiklis Siemens micro master 420

Siemens micro master 420 modelio dažnio keitikliai buvo parinkti dėl gamintojo siūlomų plataus įrenginių galių diapazono nuo 0,12 KW iki 11 KW. Dažnio keitiklis kiekvienam varikliui buvo parenkamas atskirai atsižvelgiant į variklio skaičiuojamąją srovę, kuri buvo lyginama su dažnio keitiklio išėjimo srove, tačiau ji turėtų būti didesnė už variklio srovę. Pasinaudojant siūloma įvairovę pasirinkau keturis skirtingų galių dažnio keitiklius, kurie bus naudojami nuotekų valyklos varikliams valdyti. Renkantis dažnio keitiklį buvo atsižvelgta į dažnio keitiklio turimus skaitmeninius įėjimus. Šio tipo dažnio keitikliai turi 3 skaitmeninius įėjimus su galimybe panaudoti analoginį įėjimą kaip 4 skaitmeninį. Projektuojant sistemą bus panaudoti 2 įėjimai, nes jais bus paleidžiami varikliai pirmyn arba atgal priklausomai nuo programos. Kadangi sistemai reikia pastovaus variklių srovės stebėjimo, tad jam reikalingas analoginis išėjimas, kurio pagalba bus sekama variklių srovė, pasirinkto tipo dažnio keitiklis kaip tik turi 1 analoginį išėjimą. Dėl jo patogaus montavimo ant montažinės plokštės, beto jis kaip ir visi kiti panaudoti elementai tvirtinami ant 35 mm standartinio bėgelio (EN 50022). Projektuojamoje sistemoje bus naudojami keturi dažnio keitikliai, kurie reikalingi valdyti keturis skirtingos galios variklius, taip pat visi varikliai turi būti valdomi skirtingai priklausomai nuo valdiklio išduodamo signalo. Varikliams parinkti dažnio keitikliai nurodyti 1 lentelėje.

Variklių dažnio keitikliai

Variklio pav.	Galia, KW	Variklio Isk,A	Cosφ	DK, išėjimo srovė, A	Parinktas dažnio keitiklis
MA1	3,0	5,04	0,86	7,7	Siemens Micro master 420; 3kW
MA2	7,5	12,30	0,87	19	Siemens Micro master 420; 7,5 kW
MA3	4,0	6,64	0,88	10,2	Siemens Micro master 420; 4 kW
MA4	2,2	3,37	0,85	5,9	Siemens Micro master 420; 2,2KW

Dažnio ketiklio išvaizda pateikta 5pav.



5 pav. Dažnio ketiklio Siemens micro master 420 išvaizda.

Pagrindinės dažnio ketiklio Siemens micro master 420 charakteristikos:

- 1 išėjimo rėlė
- 1 analoginis išėjimas (0-20mA)
- 3 izoliuoti ir perjungiami NPN/PNP skaitmeniniai įėjimai
- 1 Analoginis įėjimas, ADC : 0-10V. Šis analoginis įėjimas gali būti panaudotas kaip 4 skaitmeninis įėjimas

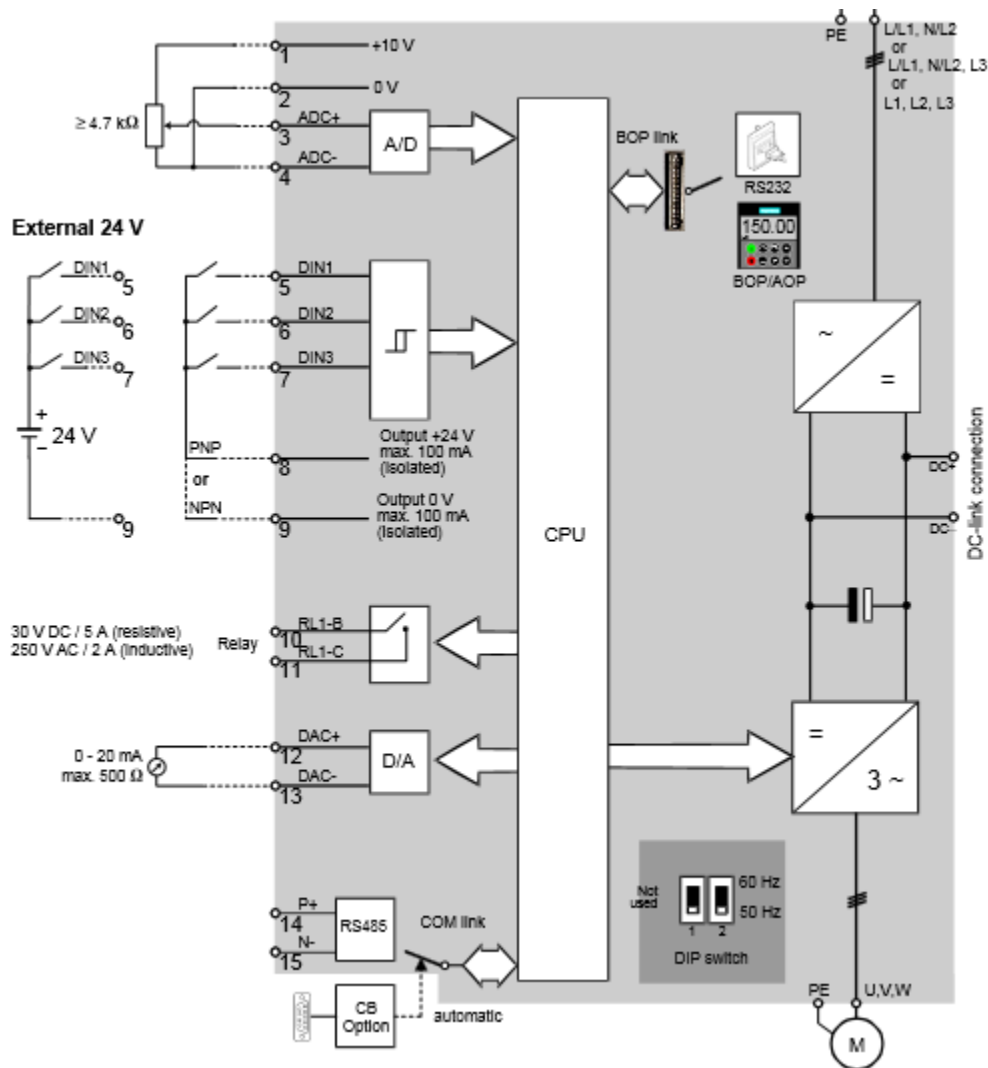
Pilnos dažnio keitiklio Siemens Micro Master 420 techninės specifikacijos nurodytos 4 priede.

Priėjimas prie dažnio keitiklio galios grandinės kontaktų pavaizduotas 6pav.



6pav. Priėjimas prie dažnio keitiklio Siemens micro master 420 galios grandinės ir variklio prijungimo kontaktų.

Dažnio keitiklio pajungimo schema pateikta 7pav.



7pav. Dažnio ketiklio Siemens Micro Master 420 pajungimo schema

3. Finder 40.52 DPDT relė.

Relės Finde 40.52 DPDT buvo pasirinkta atsisžvelgiant į relės ritės įtampą, nes projektuojamoje sistemoje naudosime 24V DC, todėl ir relės ritės įtampa turi būti 24V DC. DPDT kontaktų konfigūracijos relės pasirinkimą lėmė, kad sistemos valdymas turi būti dviejų tipų ir vienas nuo kito nepriklausomas. Relė yra patogī dėl savo montavimo galimybių pasinaudojant lizdu į kurį istačius relę, ją tiesiog galima montuoti ant standartinio 32mm Din bėgelio kartu su visais kitais sistemos elementais. Finder relės išvaizda pateikta 8 pav.



8pav. Finder 40.52 DPDT relės išvaizda.

Relės kontaktai:

- Kontaktų konfigūracija: 2 CO (DPDT)
- Maksimali srovė: 15 A
- Maksimali perjungimo įtampa: 400V

Dėl patogesnio ir paprastesnio relės montavimo pasirenkame relės lizdas Finder 95.55. Relės lizdo vaizdas pateiktas 9pav.

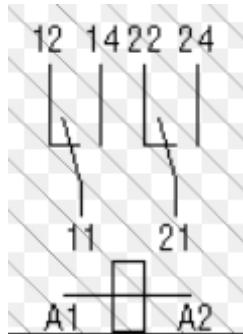


9pav. Relės lizdas finder 95.55.

Relės lizdo techninės specifikacijos:

- Vardinės reikšmės: 10A/250V
- Dielektrinis atsparumas tarp ritės ir kontaktų : 6kV
- Apsaugos laipsnis : IP20

Rėlės Finder DPDT pajungimo kontaktai pavaizduoti 10pav.



10pav. Rėlės pajungimo kontaktai.

Pilnos rėlės ir rėlės lizdo techninės specifikacijos nurodytos 5 priede.

4. Maitinimo šaltinis Mean Well MDR-40-24

Maitinimo šaltinis pasirinktas Mean Well firmos, dėl charakteristikų ir kainos santykio. Maitinimo šaltinis reikalingas, nes sistemos valdymas bus vykdomas 24V nuolatine įtampa, kurią būtent ir išduoda šis maitinimo šaltinis. Šaltinis pasirinktas 40W ir jo išėjimo srovė 1,7A, todėl kad paskaičiavus elementų, kurie gali būti įjungti vienu metu suminė pareikalaujama srovė yra 1,61A. Ši srovė susideda iš 4 rėlių kurioms komutuoti reikalinga 0,1 A srovė, 1 kontaktoriaus kurio komutavimo srovė 0,76 A ir leičiamo ekrano kurio pareikalaujama srovė 0,75A. Taip pat šis maitinimo šaltinis yra patogus, nes jį bus galima montuoti ant Din bėgelio kartu su visais kitais sistemos elementais. Naudojamo maitinimo šaltinio vaizdas pateiktas 11pav.



11 pav. Maitinimo šaltinis Mean Well.

Maitinimo šaltinio charakteristikos:

- Įėjimo įtampa: 85-264V AC
- Išėjimo įtampa: 24 V DC
- Tinklo dažnis 47-63Hz
- Išėjimo srovė: 1,7 A
- Galia: 40W
- Montuojamas ant 35mm Din begelio
- Išėjimu skaičius : 1
- Apsaugos laipsnis: IP 66

5. Saugos kirtiklis ABB OL63.

Saugos kirtiklis ABB OL63 pasirinktas, nes jis yra montuojamas valdymo skydo duryse ir jo pagalba bus įjungiama skydo įtampa. Pasirenkant kirtiklį buvo atsižvelgta į vardinę įtampą, srovę ir galią esant trifaziai apkrovai. Pasirinktas kirtiklis trifaziai apkrovai yra 24KW galios, tačiau bendra sistemos naudojama galia yra apie 18 KW. Didesnis kirtiklis pasirinktas paliekant atsargai ir bus užtikrinta, kad kirtiklis bus pajėgus komutuoti sistemą. Saugos kirtiklio vaizdas pateiktas 12pav.



12pav. Saugos kirtiklis ABB OL63

Techninės specifikacijos:

Vardinė izoliacijos įtampa: 690V

Vardinė darbinė įtampa : 690V

Vardinė terminė srovė: 63A

Vardinė galia esant trifaziai apkrovai:

- 380-440V: 24 KW

Pilną saugos kirtiklio techninę specifikaciją nurodyta 6 priede.

6. Kontaktorius GE CL.

Kontaktorius buvo pasirinktas, nes jis bus naudojamas kartu su avariniu mygtuku, kurį nuspaudus kontaktorius atjungs visus veikiančius 4 variklius su dažnio keitikliais. Sistemoje bus naudojami 4 varikliai, kurių bendra galia yra 17 KW. Kadangi gamintojas siūlo arba 16 KW arba 22 KW buvo pasirinkta naudoti 22KW, nes mažesnės galios kontaktorių naudoti būtų pavojinga ir netikslinga. Kontaktoriaus išvaizdas pateiktas 13pav.



13pav. Kontaktorius GE CL (9A to 105A - AC3)

Techninės specifikacijos:

- Polių skaičius: 3
- Valdymo signalas: AC
- Valdymo įtampos dažnis : 50Hz
- Kontaktų tipas: dvigubi kontaktai
- Neinduktyvios apkrovos AC1: 90A
- Elektrinis atsparumas AC3 :
 $1,8 \cdot 10^6$
- Kontaktai 1NO+1NC
- Tipas: CL-D
- Valdymo įtampa: 24V
- Leistina galia AC3 220V, 230V :
15 KW
- Leistina galia AC3 380V, 400V: 22
KW
- Leistina galia AC3 415V, 440V :
25 KW
- Leistina galia AC3 500V : 30 KW
- Svoris: 1,105 kg
- Ritės srovė: 0,76A

7. Pasukamas jungiklis ABB

Pasirenkant jungiklį buvo atsižvelgta į komutuojamą įtampą, bei srovę. Pasukamas 2 padėčių jungiklis buvo pasirinktas, nes 1 padėtyje mygtukas yra normaliai uždaro tipo, o kitoje padėtyje normaliai atviras. Su šiuo jungikliu bus vykdomas sistemos perjungimas iš automatinio režimo į rankinį valdymą komutuojant rėlių rites. Pasukamas 2 padėčių ABB jutiklis pavaizduotas 14pav.



14pav. Pasukamas jungiklis

Techninės charakteristikos:

Komutuojama įtampa U_n : 12, 24, 36 VDC

Montavimo tipas: skydo duryse

Komutuojama srovė I , A: 1A

Spalva: juoda

Monetažinės skylės dydis: 22mm

8. Avarinio stabdymo mygtukas ABB CE4T-10R-01.

Avarinio stabdymo mygtukas buvo parinktas raudonos spalvos, grybo formos, kaip ir nurodo valdymo sistemų projektavimo normatyviniuose dokumentuose apie avarinio stabdymo įrangą. Pasirinkto mygtuko kontaktai yra normaliai uždari nesuveikusioje būsenoje, nes iškilus avarinei situacijai leidžia vykdyti avarinio stabdymo procedūrą nuspaudžiant mygtuką, kuris nutraukia įtampą į kontaktorių, o šis atjungia visus variklius. Avarinio stabdymo mygtukas pateiktas 15pav.



15pav. Avarinio stabdymo mygtukas

Techninės specifikacijos:

Montažinės skylės dydis: 22mm

- 250VAC

Mygtuko dydis: 40mm

- 250VDC

Kontaktai : normaliai uždaras

Srovė: 10A

Mygtuko forma: grybas

Apsaugos laipsnis pagal IEC: IP66

Spalva: raudona

Gylis už panelės: 1,6 coliai

Maksimali įtampa:

Patvirtintas : UL, CSA, CE

Standartai: IEC 60947-1, IEC 60947-5-1, IEC 60947-5-7, IEC 60073, IEC 60529, IEC 50013.

9. Mygtukai sistemos mechaniniam valdymui.

Pasirenkant valdymo mygtuką buvo atsižvelgta į komutavimo įtampa ir tipą. Mygtukai pasirinkti tam, kad būtų galima komutuoti 24VDC įtampą, nes sistemos valdymas yra 24VDC. Taip pat atsižvelgta į mygtuko tipą, kuris yra normaliai atviras ir kontaktai yra uždari tik tada, kai laikomas nuspaustas mygtukas. Dėl netikėto ar klaidingo mygtuko paspaudimo jie yra įleisti į savo korpusą, todėl juos galima nuspausti tik pirštu ar kitu įrankiu, kuris tilptų į korpusą, tačiau atsirėmus kūnu į valdymo skyda nebus paveikiami jokie mygtukai. Mygtuko išvaizda pateikta 16pav.

Techninės specifikacijos:

Spalva: juoda

Montavimo tipas: montuojamas panelėje

Kontaktai: Normaliai atviras, momentinis.

Įtampa:

- 24VAC/ 24VDC
- 110-120 VAC
- 220-240 VAC



16pav. Mygtukas.

10. Variklių apsaugos aparatai su reguliuojama šilumine ir magnetine apsaugomis GE

Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinėje dalyje bus naudojami 4 varikliai skirtingų galių. Atsižvelgiant į kiekvieno variklio galią ir skaičiuojamą srovę, bei gamintojo rekomendacijas yra parenkami apsaugos aparatai, kurie turi galimybę sureguliuoti šiluminės apsaugos suveikimą. Tokios apsaugos aparato parametru reguliavimo galimybės praplėčia panaudojimo sritį ir leidžia tikslingiau pritaikyti aparatą sistemoje. Apsaugos aparato vaizdas pateiktas 17pav



17pav. Variklių apsaugos aparatai su reguliujama šilumine ir magnetine apsauga.

10.1 MA1 variklio apsaugai naudojamas GE GPS1 11-16A

MA1 varikliui apsaugos aparatas parinktas atsisžvelgiant į dažnio ketiklio gamintojo rekomendacijas, kokie turi būti apsaugos aparatai prieš dažnio keitiklius. Kadangi pasirinkti dažnio keitikliai leidžia trumpalaikę 200 % variklio perkrovą. Pagal rekomendacijas, kurios yra gaminio naudojimo instrukcijoje MA1 3KW varikliui parenkamas apsaugos prietaisas turi būti 16A. Atsižvelgus į rekomendacijas ir įvertinus skaičiuojamąją variklio srovę kuri lygi $I_{sk}=5,04A$. Parenkame GE GPS1 11-16A apsaugos aparatą.

Techninės specifikacijos:

- Vardinė galia 3 fazių varikliui, esant 400 VAC: 7,5 kW
- Vardinė srovė: 16A
- Šiluminės srovės nustatymo ribos: 11-16A

10.2 MA2 variklio apsaugai naudojamas GE GPS1 19-25A.

MA2 varikliui apsaugos aparatas parinktas atsižvelgiant į dažnio keitiklio gamintojo rekomendacijas, kokie turi būti apsaugos aparatai prieš dažnio keitiklius. Kadangi pasirinkti dažnio keitikliai leidžia trumpalaikę 200 % variklio perkrovą. Pagal rekomendacijas, kurios yra gaminio naudojimo instrukcijoje MA2 7,5 KW varikliui parenkamas apsaugos prietaisas turi būti 25A. Atsižvelgus į rekomendacijas ir įvertinus skaičiuojamąją variklio srovę kuri lygi $I_{sk}=12,30$. Parenkame GE GPS1 14-20A apsaugos aparatą.

Techninės specifikacijos:

- Vardinė galia 3 fazių varikliui, esant 400 VAC: 11 kW
- Vardinė srovė: 25A
- Šiluminės srovės nustatymo ribos: 19-25A

10.3 MA3 apsaugai naudojamas GE GPS1 14-20A

MA3 varikliui apsaugos aparatas parinktas atsižvelgiant į dažnio keitiklio gamintojo rekomendacijas, kokie turi būti apsaugos aparatai prieš dažnio keitiklius. Kadangi pasirinkti dažnio keitikliai leidžia trumpalaikę 200 % variklio perkrovą. Pagal rekomendacijas, kurios yra gaminio naudojimo instrukcijoje MA3 4,0 KW varikliui parenkamas apsaugos prietaisas turi būti 20A. Atsižvelgus į rekomendacijas ir įvertinus skaičiuojamąją variklio srovę kuri lygi $I_{sk}=6,64$. Parenkame GE GPS1 14-20A apsaugos aparatą.

Techninės specifikacijos:

- Vardinė galia 3 fazių varikliui, esant 400 VAC: 10 kW
- Vardinė srovė: 20A
- Šiluminės srovės nustatymo ribos: 14-20A

10.4 MA4 apsaugai naudojamas GE GPS1 11-16A

MA4 varikliui apsaugos aparatas parinktas atsižvelgiant į dažnio keitiklio gamintojo rekomendacijas, kokie turi būti apsaugos aparatai prieš dažnio keitiklius. Kadangi pasirinkti dažnio keitikliai leidžia trumpalaikę 200 % variklio perkrovą. Pagal rekomendacijas, kurios yra gaminio naudojimo instrukcijoje MA4 2,2 KW varikliui parenkamas apsaugos prietaisas turi būti 16A. Atsižvelgus į rekomendacijas ir įvertinus skaičiuojamą variklio srovę kuri lygi $I_{sk}=3,37$. Parenkame GE GPS1 11-16A apsaugos aparatą.

Techninės specifikacijos:

- Vardinė galia 3 fazių varikliui, esant 400 VAC: 7,5 kW
- Vardinė srovė: 16A
- Šiluminės srovės nustatymo ribos: 11-16A

11. LED lemputė Dialight 556, White

LED lemputės pasirinktos atsižvelgiant į maitinimo įtampą ir montavimo tipą. Kadangi lemputės bus naudojamos indikacijai, nes skyde yra įtampa kurios bus jungiamos prie 230VAC įtampos. Indikacinių lempučių vaizdas pateiktas 18pav.



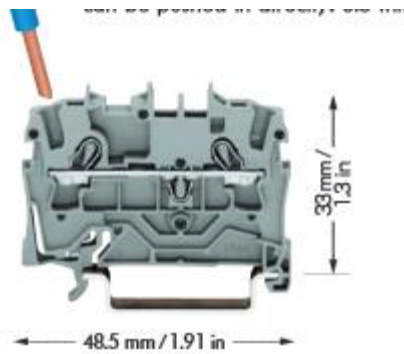
18pav. LED lemputės Dialight 556

Techninės specifikacijos

- Apsaugos laipsnis: IP66
- Maitinimo įtampa: 230VAC
- Montuojama panelėje
- Srovė: 7mA
- Darbinė temperatūra: -30°C iki +85°C
- Laikymo temperatūra: -40°C iki +100°C
- Lęšio tipas: plokščias.

12. Rinklė WAGO Topjobs 2001, 2,5mm².

Pasirenkant rinklę buvo atsižvegiama į vardinę įtampą, srovę, bei kokio skerspjūvio laidus galima sujungti. Šio tipo rinklės bus naudojamos sistemos valdymo procedūroms vykdyti, bei atskira rinklių grupė bus skirta sujungti laidus išeinančius iš dažnio keitiklių su kabeliais iki variklių. Pasirinkimą lėmė patogus jos montavimas ant montažinės plokštės, nes ją galima montuoti ant bėgelio. Be to šio tipo rinklės yra modulinės ir yra galimybė sujungti neribotą jų skaičių. Rinklės vaizdas pateiktas 19pav.



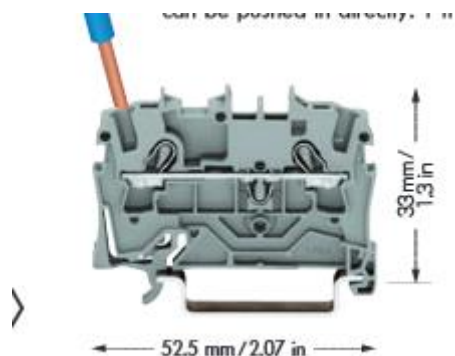
19pav. Rinklės WAGO Topjobs 2001 2,5mm² išvaizda

Techninės specifikacijos

- Galimi laido skerspjūviai: 0,25mm²-2,5mm²
- Maksimali vardinė įtampa: 800V
- Vardinė įtampa: 600V
- Maksimali šuolinė įtampa: 8kV
- Maksimali vardinė srovė: 18A
- Vardinė srovė: 15A
- Laido nužievinimo ilgis: 9-11mm

13. Rinklė WAGO Topjobs 2004, 6mm².

Pasirenkant rinklę buvo atsižvegiama į vardinę įtampą, srovę, bei kokio skerspjūvio laidus galima sujungti. Taip pat pasirinkimą lėmė patogus jos montavimas ant montažinės plokštės, nes ją galima montuoti ant bėgelio. Be to šio tipo rinklės yra modulinės ir yra galimybė sujungti neribotą skaičių. Rinklės vaizdas pateiktas 20pav



20pav. Rinklės WAGO Topjobs 2004, 6mm² išvaizda

Techninės specifikacijos

- Galimi laido skerspjūviai: 0,5mm²-6mm²

- Maksimali vardinė įtampa: 800V
- Vardinė įtampa: 600V
- Maksimali šuolinė įtampa: 8kV
- Maksimali vardinė srovė: 32A
- Vardinė srovė: 30A
- Laido nužievinimo ilgis: 11-13mm/0,47 in

2.1.2 Nuotekų valyklos elektrinės dalies dalių sąrašas

Nuotekų valyklos valdymo skydo įrangos sąrašas pateiktas 2lentelėje.

2lentelė

Valdymo skydo įrangos sąrašas

ELEM.	APIBŪDINIMAS	GAMINT.	TIPAS	TECHNINIAI DUOMENYS	Kiekis	Pastabos
A1.1	Valdiklio maitinimo blokas	Siemens	S7 -200	CPU 224	1	
A1.2	Valdiklio skaitmeninių įėjimų/išėjimų blokas	Siemens	S7 -200	CPU 224,	1	
A1.3	Valdiklio analoginių įėjimų/išėjimų blokas	Siemens	S7 -200	CPU 224	1	
U1	Dažnio keitiklis	Siemens	Micro master 420	3KW	1	
U2	Dažnio keitiklis	Siemens	Micro master 420	7,5KW	1	
U3	Dažnio keitiklis	Siemens	Micro master 420	4KW	1	
U4	Dažnio keitiklis	Siemens	Micro master 420	2,2KW	1	
X01	Rinklė	WAGO	TOP JOBS 2004	6mm	1	
X02,X03	Rinklė	WAGO	TOP JOBS 2001	2,5mm	2	

KV1-KV4	DPDT rėlė	Finder	40.2	8 kontaktai, 24VDC, 8A	4	
	Lizdas rėlėm	Finder	95.55		4	
TA1	Maitinimo šaltinis	Mean Well		230VAC/24V DC; 0,42A	1	
EA1-EA3	Lemputė	Dialight	556	LED 230VAC, balta	3	
Q1	Kirtiklis	ABB	OL63	3P, 63A, 24kW	1	
K1	Kontaktorius	GE	CL	3p; 380V; 22KW	1	
1SF1	Pasukamas jungiklis	ABB	OM	2padėčių	1	
1SF2	Avarinio stabdymo mygtukas	ABB	CE4T-10R-01	NO, raudonas, atleidžiamas pasukant	1	
SF1-SF10	Mygtukas	GE	801701884000 1	Panelinis mygtukas	10	
QF1	Automatinis saugiklis su srovės apsauga	GE	GPS1	3p; 6,3-10A	1	
QF2	Automatinis saugiklis su srovės apsauga	GE	GPS1	3p; 11-16A	1	
QF3	Automatinis saugiklis su srovės apsauga	GE	GPS1	3p; 11-16A	1	
QF4	Automatinis saugiklis su srovės apsauga	GE	GPS1	3p; 4-6,3A	1	

2.1.3 Kabelių parinkimas

Kabelių parinkimo skaičiavimo tikslas – parinkti tokį laidininkų skerspjūvį, kuris užtikrintų tinkamą imtuvų darbą. Parinktas laidų skerspjūvis turi būti toks, kad laidų temperatūra neviršytų pasirinkto tipo laidams ir jų klojimo būdui leistinos temperatūros. Tinkamą imtuvų darbą užtikrina reikiamas juos maitinančios įtampos dydis, kuris taip pat priklauso nuo linijos laidų skerspjūvio.

Dirbant įvairiems aparatams galimos elektrinės, mechaninės ir šiluminės apkrovos, gerokai viršijančios normalaus darbo režimo apkrovas. Tai gali atsitikti dėl normalaus darbo režimo pažeidimo.

Pirmiausia atliekamas skaičiuojamosios srovės skaičiavimas pagal formulę (2.1.3.1) formulę:

$$I_{sk} = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos\phi} \quad (2.1.3.1)$$

čia P_n - nominali variklių galia

U_n - tinklo įtampa

$\cos\phi$ - variklio naudingumo koeficientas

Apkaičiuojame 1 variklio skaičiuojamoji srovė:

$$I_{sk} = \frac{3000}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} = \frac{3000}{595,82} = 5,04A$$

Tolimesni skaičiavimai analogiškai todėl jie pateikiami 3 lentelėje:

3 lentelė

Variklių skaičiuojamosios srovės

Žym	Pavadinimas	Tipas	P_n , W	U_n , V	$\cos\phi$	I_{sk} , A
MA1	CEMER	MS 90 L2-2	3000	400	0,86	5,04
MA2	CEMER	IE1-MS 132 S2- 2	7500	400	0,87	12,30
MA3	CEMER	IE1-MS 112 M- 2	4000	400	0,88	6,64
MA4	CEMER	IE1-MS 90 L1-2	2200	400	0,85	3,37
Bendra			16700		0,865	27,71

Laidų skerspjūvis parenkamas pagal tokią sąlygą (2.1.3.2):

$$I_{sk} \leq I_{kab} \text{ (2.1.3.2)}$$

čia I_{sk} - skaičiuojamoji srovė

I_{kab} - leistina kabelio srovė

Kabelių parinkimas nuo valdymo skydo iki variklių pateiktas 4 lentelėje:

4 lentelė

Kabeliai nuo valdymo skydo iki variklių

Žym	Isk, A	Kabelio tipas	Kabelio leistina srovė, A	Kpak	Kabelio leistina srovė įvertinus Kpak, A
MA1	5,04	4x2,5	25	0,85	21,25
MA2	12,30	4x2,5	25	0,85	21,25
MA3	6,64	4x2,5	25	0,85	21,25
MA4	3,37	4x2,5	25	0,85	21,25

Kpak - kabelių paklojimo būdas (šiuo atveju kabelio paklojimo koeficientas 0,85, nes bus klojamas kiekvienas kabelis atskirai lovyje)

Kabelio parinkimas nuo įvadinės spintos iki valdymo skydo pateiktas 5 lentelėje.

5 lentelė

Kabelis nuo įvadinės spintos iki valdymo skydo

Pavadinimas	Isk, A	Kabelio tipas	Kabelio leistina srovė, A	Kpak	Kabelio leistina srovė įvertinus Kpak, A
Nuo ĮS iki VS	27,71	5x6	40	0,85	34

Parinktiems kabelių skerspjūviams reikia atlikti įtampos nuostolių skaičiavimą tam, kad isitikinti ar parinkti kabeliai tinkami naudojimui parinktoje vietoje.

Įtampos nuostolių skaičiavimas parinktiems galios kabeliams

Leistini įtampos nuostoliai tinkle pagal elektros įrenginių įrengimo taisykles (EIT) yra $\pm 5\%$. Įtampos nuostoliai skaičiuojami kiekvienos linijos labiausiai nutolusiam įrenginiui pagal (2.1.3.3) formulę :

$$\Delta U = \frac{P_{sk} * l}{U_n} * (r_0 + x_0 * \cos(\varphi)) \quad (2.1.3.3)$$

čia U_n – įtampos nuostoliai, V;

r_0, x_0 – laidininkų aktyvios, reaktyvios varžos (Ω/km) ($x_0 = 2\pi fL_0$)

l – laidininko ilgis.

čia r_0 – laidininko vieno kilometro aktyvi varža.

x_0 – laidininko vieno kilometro induktyvi varža.

l – kabelio ilgis kilometrais, km;

Apskaičiuojame procentinius nuostolius pagal (2.1.3.4) formulę:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U_n * 100\%}{400V} \quad (2.1.3.4)$$

Įtampos nuostolių skaičiavimas 1 kabelio nuo įvadinės spintos iki sistemos valdymo spintos.

Pirmiausia skaičiavimus atliekame pagal 2.1.3.3 formulę:

$$\Delta U = \frac{16700 * 0,019}{400} * (3,08 + 0,104 * 0,865) =$$

$$0,793 * (3,08 + 0,089) = 0,793 * 3,169 = 2,5V$$

Apskaičiavus įtampos nuostolius apskaičiuojame procentinius įtampos nuostolius pagal formulę 2.1.3.4.

$$\Delta U_{\%} = \frac{2,5 * 100}{400} = 0,625\%$$

Atlikus skaičiavimus gauta, kad procentiniai įtampos nuostoliai skaičiuojamo 1 kabelio yra 0,625%, o maksimalios nuostolių reikšmės pagal EIT yra $\pm 5\%$. Galime daryti išvada, kad kabelis yra parinktas teisingai

Tolimesnis įtampos nuostolių skaičiavimas kitiems kabeliams yra analogiškas, todėl skaičiavimų rezultatai pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė

Įtampos nuostolių skaičiavimo rezultatai

Žymuo	Tipas	P_n , kW	$\cos\phi$	L, mH/km	R, Ω /km	Linijos ilgis l, m	U_n , V	$U\%$
1	5x6mm ²	16,7	0,865	0,33	3,08	19,75	2,5	0,625
2	5x2,5mm ²	3	0,86	0,35	7,41	12,30	0,67	0,16
3	5x2,5mm ²	7,5	0,87	0,35	7,41	6	0,85	0,20
4	5x2,5mm ²	4	0,88	0,35	7,41	7,30	0,54	0,14
5	5x2,5mm ²	2,2	0,85	0,35	7,41	8,30	0,33	0,08

Projekte naudojamų kabelių sąrašas pateiktas 7 lentelėje.

7 lentelė

Kabelių sąrašas

Žymuo	Tipas	Ilgis, m	Gaminio kodas	Laidų identifikavimas
1	5x6mm (N)YM-J 300/500V	19,75	NYY-O/-J	Skaitinis, spalvinis žymėjimas
2	4x2,5mm (N)YM-J 300/500V	12,30	H05W-F	Skaitinis, spalvinis žymėjimas
3	4x2,5mm (N)YM-J 300/500V	6	H05W-F	Skaitinis, spalvinis žymėjimas
4	4x2,5mm (N)YM-J 300/500V	7,30	H05W-F	Skaitinis, spalvinis žymėjimas
5	4x2,5mm (N)YM-J 300/500V	8,30	H05W-F	Skaitinis, spalvinis žymėjimas

2.1.4 Nuotekų valyklos įrangos valdymo spinta

Nuotekų valymo sistemos visi naudojami automatikos elementai bus montuojami vienoje valdymo spintoje. Išdėsčius elementus pagal reikiamus atstumus tarp kai kurių elementų ir skydo sienelių. Dažnio keitikliams iš aušintuvo pusės nuo ventiliatoriaus iki skydo sienelės turi būti paliktas mažiausiai 15cm tarpas tam, kad būtų pakankamas dažnio keitiklių aušinimas ir jie neperkaistų. Tarp naudojamų Siemens Micro master 420 dažnio keitiklių korpusų šonų, kuriuose nėra ventiliatorių, tarpas turi būti mažiausiai 5cm. Kadangi visi kiti sistemos elementai yra montuojami ant bėgelio vienoje linijoje tarpas nuo daugiausiai vietos užimančio elemento iki lovelio, kuriame bus klojami laidai yra paliekamas 4cm tarpas tam, kad užtikrinti patogų elementų prijungimą ir priežiūrą eksploataavimo metu. Išdėsčius elementus atsižvelgus į reikalavimus ir patogumą montavimui buvo pasirinktas skydas (21pav), kurio matmenys 1000x900x300mm dydžio. Šio skydo montažinės plokštės ant kurios bus montuojami elementai dydis 980x880mm. Ant šio skydo durelių bus gręžiamos skylės ir montuojamos indikacinės lempučių, mygtukai, kirtiklis ir perjugiklis. Išgręžus skydo duryse skylės į kurias bus montuojami elementai sumažės skydo apsaugos laipsnis IP, tačiau tai neturės įtakos skydo ekplotavimo metu, nes jis bus naudojamas vidaus sąlygomis.



21pav. Elektros skydas su montažine STD plokšte vaizdas

2.2 Nuotekų valyklos elektrinės įrangos valdymo programa.

2.2.1 Įrangos valdymo programa parašyta naudojantis *STEP 7 Micro/WIN* programiniu paketu.

Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo sistemos mechaninę dalį sudaro 4 varikliai, kurie suka skirtingus agregatus. MA1 variklis panaudotas sukti sraigtinį konvėjerį, kuris neša įvairaus pobūdžio atliekas horizontaliai iki atliekų pakėlimo vietos. MA2 variklis panaudotas sukti sraigtinį konvėjerį, kuris atliekas kelia vertikaliai į viršų, kur jos bus susmulkintos. MA3 variklis suka smulkintuvą, kurio pagalba atliekos yra susmulkinamos. MA4 variklis suka sraigtinį konvėjerį, kuris perneša susmulkintas atliekas nuo smulkintuvo iki konteinerių, kurie pripildomi susmulkintomis atliekomis. Rengiant programos veikimą reikia parašyti programą, kurioje būtų įvertintos variklių perkrovos ir užvėlinimo laiko reguliavimo galimybės, būsenos ir gedimų indikacijos.

Sistemos veikimas automatiškai režimu

Sistemos paleidimui įjungiamas kirtiklis Q1 esantis ant valdymo skydo, taip pat ant valdymo panelės persukamas pasakumasis jungiklis ant padeties " Automatinis valdymas". Įjungus Q1 kirtiklį vizualiai parodoma 3 lemputėmis EA1, EA2 ir EA3, kad skyde yra įtampa, taip pat maitinimas tiesiogiai paduodamas į valdiklį ir tuo pat metu yra užmaitinama kontaktoriaus K1 ritė, nes SF4 avarinio atjungimo mygtukas yra su normaliai uždaru kontaktu. Įsijungus kontaktoriui K1 yra įjungiami visi dažnio keitikliai, kurie laukia signalo iš valdiklio. Visi varikliai yra paleidžiami paeiliui su laiko užlaikymu ir pradedami paleidinėti nuo sistemoje esančio paskutinio variklio. Paleidimas nuo paskutinio variklio yra vykdomas, nes norima paleisti visus variklius su neapkrautu velenu.

Programa valdiklyje yra paleidžiama paspaudus SF11 "Start" mygtuką esantį ant valdymo skydo, kuris paduodą +24V į valdiklio I.0 įėjimą. Pasileidus programai pirmiausia paleidžiamas laikmatis_1, kuris skaičiuoja laiką iki MA4 variklio paleidimo. Praėjus nustatytam laikui signalas siunčiamas iš valdiklio Q0.6 į dažnio keitiklio 5 (DIN1) kontaktą ir tuo pat metu paleidžiamas laikmatis_2, kuris pradeda skaičiuoti laiką iki MA3 variklio paleidimo. Į šį kontaktą gavęs signalą U4 dažnio keitiklis paleidžia MA4 variklį pirmyn. Praėjus nustatytam laikui laikmatis_2 išduodą signalą iš valdiklio Q0.4 išėjimo, kuris išduoda signalą į U3 dažnio keitiklio 5 (DIN1) kontaktą ir yra paleidžiamas pirmyn variklis

MA3. Išdavus signalą iš valdiklio į U3 dažnio keitiklį paleidžiamas laikmatis_3, kuris skaičiuoja laiką iki MA2 variklio paleidimo. Praėjus nustatytui laikui laikmatis_2 iš valdiklio Q0.2 išėjimo išduoda signalą į U2 dažnio keitiklio 5 (DIN1) kontaktą ir yra paleidžiamas variklis MA2 pirmyn. Išdavus signalą iš valdiklio į U2 dažnio keitiklį paleidžiamas laikmatis_4, kuris skaičiuoja laiką iki MA1 variklio paleidimo. Praėjus nustatytui laikui laikmatis_4 iš valdiklio Q0.0 išėjimo išduoda signalą į U2 dažnio keitiklio 5 (DIN1) kontaktą ir yra paleidžiamas variklis MA2 pirmyn.

Veikiačioje sistemoje yra nuolatos stebima visų keturių variklių naudoja srovė. Srovė yra fiksuojama dažnio keitikliu ir perduodama analoginiu signalu į valdiklį. MA4 variklio srovės dydis perduodamas iš dažnio keitiklio U4 12(DAC+) ir 13 (DAC-) kontaktų į valdiklio analoginio išsiplėtimo modulio 11 (D+) ir 12 (D-) kontaktus. MA3 variklio srovės dydis perduodamas iš dažnio keitiklio U3 12(DAC+) ir 13 (DAC-) kontaktų į valdiklio analoginio išsiplėtimo modulio 8 (D+) ir 9 (D-) kontaktus. MA2 variklio srovės dydis perduodamas iš dažnio keitiklio U2 12(DAC+) ir 13 (DAC-) kontaktų į valdiklio analoginio išsiplėtimo modulio 5 (D+) ir 6 (D-) kontaktus. MA1 variklio srovės dydis perduodamas iš dažnio keitiklio U1 12(DAC+) ir 13 (DAC-) kontaktų į valdiklio analoginio išsiplėtimo modulio 2 (D+) ir 3 (D-) kontaktus.

Sistemai veikiant normaliu režimu, kai neiškyla nesklandumų sistema, tai taip ir veikia kol nepaspaudžiamas mygtukas SF12, kuris sustabdo programą paduodamas signalą į valdiklio DI.1 kontaktą.

Sistemos veikimas automatinio režimu atsiradus gedimui ar avarijai

Išaugus variklio MA4 srovei, kuris yra paskutinis variklis sistemoje, yra stabdoma visa sistema, kad apsaugoti sistemą nuo užsikimšimo ir visų variklių užsikirtimo. Sustabdžius sistemą pasileidžia laikmatis, kuris skaičiuoja laiką iki MA4 variklio reversavimo. Praėjus nustatytam laikui iš valdiklio išduodamas signalas iš Q0.1 į U4 dažnio keitiklio 6 (DIN2) kontaktą, kuris paleidžia variklį atbuline eiga. Paleidus variklį atbuline eiga paleidžiamas laikmatis, kuris skaičiuoja laiką iki variklio atbulinės eigos stabdymo. Praėjus nustatytam laikui signalas iš Q0.1 yra nutraukiamas ir variklis MA4 yra stabdomas ir programa paleidžiama iš naujo, paleidžiant nuo MA4 variklio visus variklius paėiliui kaip programos paleidimo procedūroje. Jei Variklis MA4 vėl užsikerta sistema vėl yra stabdoma ir vykdoma ta pati procedūra ir taip tris kartus. Trečią kartą atlikus reversavimą MA4 varikliui sistema yra stabdoma signalizuojama apie gedimą sistemoje.

Išaugus variklio MA3 srovei, kuris suka atliekų smulkintuvą, yra stabdoma MA3, MA2 ir MA1 varikliai, o variklis MA4 paliekamas suktis. Sustabdžius 3 variklius pasileidžia laikmatis, kuris skaičiuoja laiką iki MA3 variklio reversavimo. Praėjus nustatytam laikui iš valdiklio išduodamas signalas iš Q0.3 į U3 dažnio keitiklio 6 (DIN2) kontaktą, kuris paleidžia variklį atbuline eiga. Paleidus variklį atbuline eiga paleidžiamas laikmatis, kuris skaičiuoja laiką iki variklio atbulinės eigos stabdymo. Prėjus nustatytam laikui signalas iš Q0.3 yra nutraukiamas ir variklis MA4 yra stabdomas. Sustabžius varikli MA3 suktis atbuline eiga programa vėl paleidžiamas su laiko užlaikymu paleisti visus 3 sustabdytus variklius. Jei Variklis MA3 vėl užsikerta, sistema vėl yra stabdoma ir vykdoma ta pati procedūra ir taip tris kartus. Trečią kartą atlikus reversavimą MA3 varikliui sistema yra stabdoma signalizuojama apie gedimą sistemoje.

Išaugus variklio MA2 srovei, kuris suka sraigtinį konvėjerį, kuris vertikaliai kelia atliekas prie smulkintuvo stabdoma MA2 ir MA1 varikliai, o varikliai MA4 ir MA3 paliekami suktis. Sustabdžius 2 variklius pasileidžia laikmatis, kuris skaičiuojamą laiką iki MA2 variklio reversavimo. Praėjus nustatytam laikui iš valdiklio išduodamas signalas iš Q0.5 į U2 dažnio keitiklio 6 (DIN2) kontaktą, kuris paleidžia variklį atbuline eiga. Paleidus variklį atbuline eiga paleidžiamas laikmatis, kuris skaičiuoja laiką iki variklio atbulinės eigos stabdymo. Prėjus nustatytam laikui signalas iš Q0.5 yra nutraukiamas ir variklis MA4 yra stabdomas. Sustabžius variklį MA2 suktis atbuline eiga programa vėl paleidžiamas su laiko užlaikymu paleisti visus sustabdytus variklius. Jei Variklis MA2 vėl užsikerta sistema vėl yra stabdoma ir vykdoma ta pati procedūra ir taip tris kartus trečia karta atlikus reversavimą MA2 varikliui sistema yra stabdoma, signalizuojama apie gedimą sistemoje.

Išaugus variklio MA1 srovei, kuris suka sraigtinį konvėjerį, kuris horizontaliai perneša atliekas stabdomas tik MA1 variklis, o varikliai MA4, MA3 ir MA2 paliekami suktis. Sustabdžius MA1 variklį pasileidžia laikmatis, kuris skaičiuojamą laiką iki MA1 variklio reversavimo. Praėjus nustatytam laikui iš valdiklio išduodamas signalas iš Q0.7 į U1 dažnio keitiklio 6 (DIN2) kontaktą, kuris paleidžia variklį atbuline eiga. Paleidus variklį atbuline eiga paleidžiamas laikmatis, kuris skaičiuoja laiką iki variklio atbulinės eigos stabdymo. Prėjus nustatytam laikui signalas iš Q0.7 yra nutraukiamas ir variklis MA1 yra stabdomas. Sustabžius variklį MA1 suktis atbuline eiga programa vėl paleidžia MA1 variklį suktis pirmyn su užlaikymu kaip paleidimo metu. Jei Variklis MA1 vėl užsikerta sistema vėl yra stabdoma ir vykdoma ta pati procedūra ir taip tris kartus. Trečią kartą atlikus reversavimą MA1 varikliui sistema yra stabdoma, signalizuojama apie gedimą sistemoje.

Sistemos veikimas mechaniniu režimu

Norint, kad sistema būtų valdoma mechaniškai mygtukais esančiais ant skydo pasukamasis jungiklis yra persukamas į padėtį "Mechaninis valdymas". Persukus į šią padėtį yra perjungiami rėlių KV1, KV2, KV3 ir KV4 kontaktai ir valdymas pasidaro nepriklausomas nuo valdiklio signalų. Dabar valdymas galimas tik su mygtukais esančiais ant skydo. Tokiu režimu valdymas yra vykdomas paduodant signalus tiesiogiai į dažnio ketiklio diskretinius įėjimus.

Norima patikrinti ar MA1 variklis veikia tinkamai ar gali sukintis į abi puses ir ar nėra užstrigęs jo sukamas mechanizmas. MA1 variklio paleidimui pirmyn ant skydo nuspaudžiamas SF1 mygtukas "Pirmyn" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U1 5(DIN) kontaktą ir variklis pradeda sukintis. Jis sukasi tol kol yra nuspaustas mygtukas SF1 jį atleidus variklis sustoja. Norint variklį reversuoti nuspaudžiamas mygtukas SF2 "Atgal" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U1 6 (DIN2) kontaktą ir variklis pradeda sukintis kita kryptimi. Jis sukasi kita kryptimi kol laikomas nuspaustas SF2 mygtukas.

Norima patikrinti ar MA2 variklis veikia tinkamai ar gali sukintis į abi puses ir ar nėra užstrigęs jo sukamas mechanizmas. MA2 variklio paleidimui pirmyn ant skydo nuspaudžiamas SF5 mygtukas "Pirmyn" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U2 5(DIN) kontaktą ir variklis pradeda sukintis. Jis sukasi tol kol yra nuspaustas mygtukas SF5 jį atleidus variklis sustoja. Norint variklį reversuoti nuspaudžiamas mygtukas SF6 "Atgal" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U2 6 (DIN2) kontaktą ir variklis pradeda sukintis kita kryptimi. Jis sukasi kita kryptimi kol laikomas nuspaustas SF6 mygtukas.

Norima patikrinti ar MA3 variklis veikia tinkamai ar gali sukintis į abi puses ir ar nėra užstrigęs jo sukamas mechanizmas. MA3 variklio paleidimui pirmyn ant skydo nuspaudžiamas SF7 mygtukas "Pirmyn" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U3 5(DIN) kontaktą ir variklis pradeda sukintis. Jis sukasi tol kol yra nuspaustas mygtukas SF7 jį atleidus variklis sustoja. Norint variklį reversuoti nuspaudžiamas mygtukas SF8 "Atgal" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U3 6 (DIN2) kontaktą ir variklis pradeda sukintis kita kryptimi. Jis sukasi kita kryptimi kol laikomas nuspaustas SF8 mygtukas.

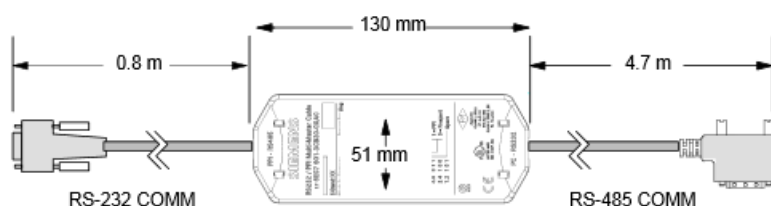
Norima patikrinti ar MA4 variklis veikia tinkamai ar gali sukintis į abi puses ir ar nėra užstrigęs jo sukamas mechanizmas. MA4 variklio paleidimui pirmyn ant skydo nuspaudžiamas SF9 mygtukas "Pirmyn" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U4

5(DIN) kontaktą ir variklis pradeda sukstis. Jis sukasi tol kol yra nuspaustas mygtukas SF1 jį atleidus variklis sustoja. Norint variklį reversuoti nuspaudžiamas mygtukas SF10 "Atgal" tada signalas yra paduodamas į dažnio ketiklio U4 6 (DIN2) kontaktą ir variklis pradeda sukstis kita kryptimi. Jis sukasi kita kryptimi kol laikomas nuspaustas SF10 mygtukas.

Sistemai veikiant, bet kuriuo režimui, tai yra arba automatinio režimu arba mechaniniu režimu jos avarinis stabdymas vykdomas vienodai nuspaudžiant grybo formos mygtuką esantį ant valdymo skydo. Nuspaudus avarinio stabdymo mygtuką SF4 atsidaro šio mygtuko normaliai uždari kontaktai ir nutraukiama grandinė per kontaktoriaus K1 ritę ir kontaktorius K1 atsijungia atjungdamas visus 4 dažnio ketiklius nuo tinklo. SF4 mygtukas yra su fiksacija ir jį nuspaudus norint pakartotinai įjungti sistemą, mygtuką reikia pasukti rodyklių nurodyta kryptimi, tada mygtukas atšoks ir bus galima iš naujo paleisti sistemą.

2.2.2 Komunikacijos

Rengiant nuotekų valyklos elektrinės įrangos projektą automatiniams sistemoms buvo programuojamas Siemens S7-200 valdiklis. Programavimui ir programos siuntimui į valdiklį buvo naudojamas S7-200 RS232/RS485 kabelis (22pav), kuris skirtas Siemens S7-200 valdiklio programavimui, naudojant programą STEP 7-MICRO Win. Kabelis RS232/RS485 gali būti konfiguruojamas pasinaudojant ant jo esančiais 6 jungikliais. Norint pritaikyti jį prie įvairių programos STEP 7-MICRO Win versijų, tokios kabelio konfigūravimo galimybės praplėčia jo panaudojimo sritis.



22pav. Kabelis S7-200 RS232/PPI.

Komunikacinio kabelio specifikacijos pateiktos 8 lentelėje.

8 lentelė

Kabelio S7-200 RS232/PPI specifikacijos

Pagrindinės charakteristikos	
Maitinimo įtampa	14,4-28,8 VDC
Maitinimo srovė esant 24 VDC maitinimo įtampa	60mA
Izoliacija	500V
Elektrinės charakteristikos RS485 pusėje	
Paprasto režimo įtampos ribos	-7V iki +12V
Gavėjo įėjimo varža	5,5 kΩ
Gavėjo jautrumas	+/- 0,2V; 60mV tipinė histerizė

Komunikacinio kabelio S7-200 RS232/PPI kontaktų reikšmės nurodytos 9 lentelėje.

9 lentelė

Kabelio S7-200 RS232/PPI kontaktų reikšmės

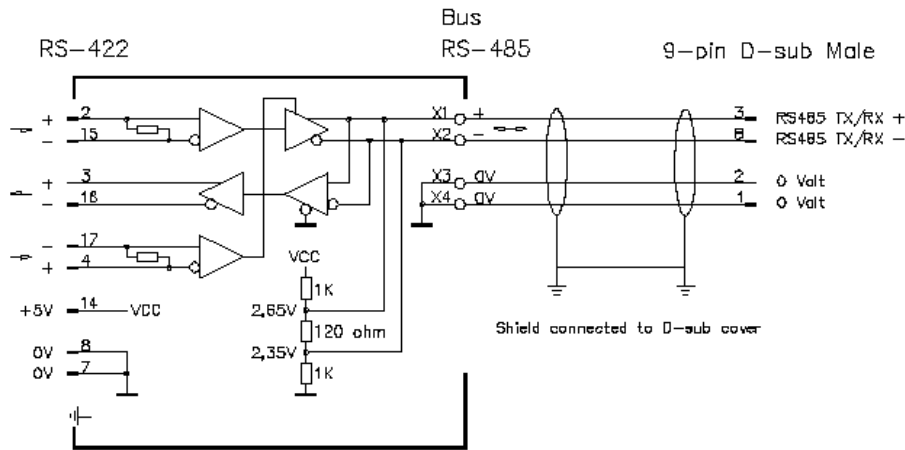
RS485 kontaktai		RS232 kontaktai	
Kontakto nr.	Signalų aprašymas	Kontakto nr.	Signalų aprašymas
1	Neprijungtas	1	Duomenų perdavimo aptikimas (DCD)
2	RS-485 loginė žemė	2	Gaunami duomenys
3	Signalas B	3	Siunčiami duomenys
4	RTS	4	Duomenų terminalas pasirengęs
5	Neprijungtas	5	RS232 loginė žemė
6	Neprijungtas	6	Duomenų paruošimas
7	24V maitinimas	7	Užklauso signalo siuntimui
8	Signalas A	8	Duomenų siuntimas
9	Protokolo parinkimas	9	Ryšio indikatorius

2.3 Įrangos vizualizacija *E-designer* programiniu paketu.

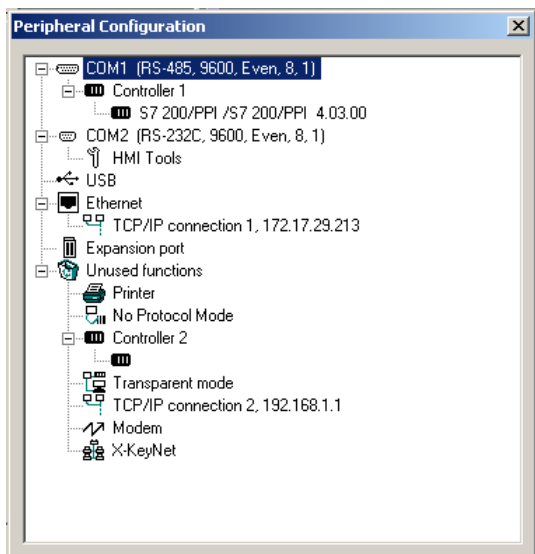
E-designer programinis paketas leidžia greitai ir paprastai sukurti ar pataisyti valdymo projektus E1000 kartos liečiamuose ekranuose. Programoje galima rasti pilną įvairaus tipo simbolių, kurie gali būti naudojami sistemos veikimo atvaizdavimui, o jei reikia yra galimybė įsikelti savo grafinį simbolį.

Programa E-designer buvo naudojama sukurti supaprastintą pjektuojamos nuotekų valyklos sistemos svarbiausių mazgų atvaizdavimui. Su šia programa buvo kuriamas vaizdas Beijer E1061 liečiamam ekranui. Beijer ekranas buvo jungiamas kabeliu (23pav.) su programuojamu loginiu valdikliu Siemens S7-200.

CAB20

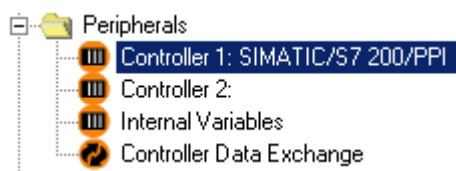


23pav. Kabelis nuo Beijer E1061 ekrano iki valdiklio Siemens S7-200.



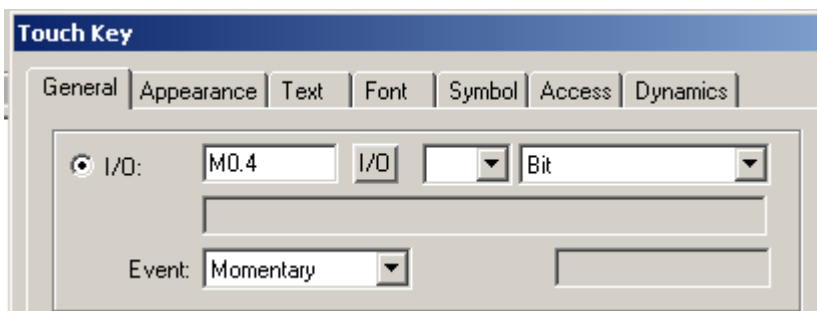
24pav. Valdiklio ir ekranu komunikacijos.

24 paveiksle pavaizduota kokie turi būti komunikacijų adresai, kad būtų galimybė nusiųsti programa į ekraną ir tuo pačiu per jį ryšio kabeliu valdyti valdiklį. Naudojant mūsų pasirinktą ryšio kabelį šalia COM1 būtina nustatyti RS-485 sąsaja, kad būtų perduodama informacija iš ekrano į valdiklį ir atvirkščiai. Kadangi programa į ekrana siunčiama per internetą yra įvedamas ekrano internetinis adresas ties "TCP/IP connection" eilute.



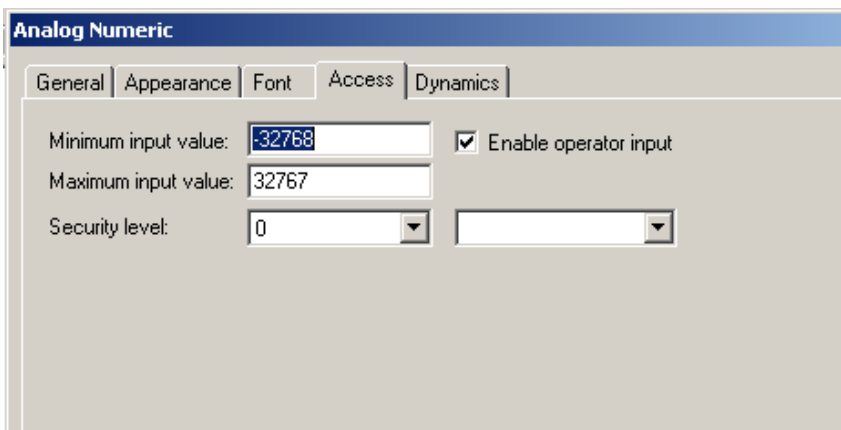
25pav. Valdiklio pasirinkimas.

25 paveiksle pavaizduotas "Peripherals" aplankas kuriame yra psirenkamas koks valdiklis bus naudojamas su liečiamu "Beijer" ekranu. Šalia užrašo "Controller 1" pasirenkame valdiklį šiuo atvėju "Simatic/S7 200".



26pav. Momentinio mygtuko aprašymas.

26 paveikle pavaizduota kaip yra aprašomas momentinis mygtukas naudojamas liečiamame ekrane. Šalia I/O simbolio įvedamas kontakto esančio valdiklio programoje adresas. Prie "Event" pasirenkamas mygtuko tipas gali būti momentinis arba su fiksacija.



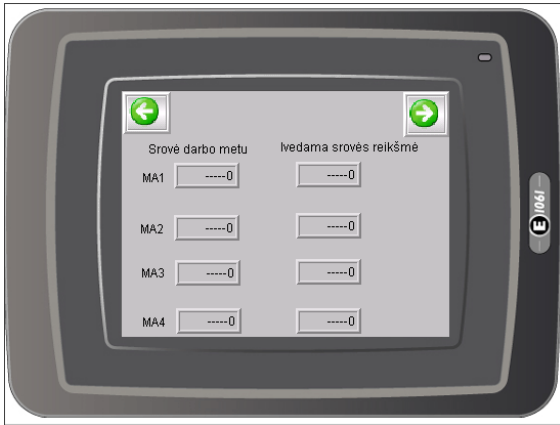
27pav. Reikšmių keitimas veikiant programai.

Norint, kad sistemos darbo metu būtų galima keisti tam tikras signalų reikšmes reikia uždeti varnelę šalia "Enable operator input".



28pav. E1061 pirmo lango vaizdas.

Pirmame Beijer ekrano lange sukuriame sistemos paleidimo, stabdymo ir variklių būsenos vaizdą. Lange sukuriami virtualūs momentiniai mygtukai: "START" , "STOP", kuriais bus vykdomas sistemos paleidimas ir stabdymas. Taip pat įdedamos indikacinės lemputės, kurios simbolizuos variklių sukimosi kryptis.



29pav. E1061 antro lango vaizdas.

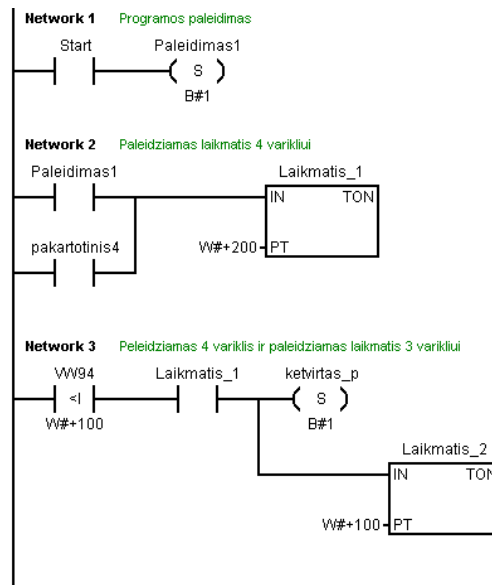
Antrajame Beijer ekrano lange bus vaizduojamas sistemos darbo metu esančias variklių srovės. Esama variklių srovė bus vaizduojama kairėje pusėje esančiame stulpelyje. Dešinėje esančio stulpelio langeliuose bus galima įvesti maksimalias srovės reikšmes.



30pav. E1061 trečio lango vaizdas.

Trečiame Beijer ekrano lange bus vaizduojamas sistemos laikmačiai, kurie paleidimo metu su laiko užvėlinimu, išduodą komandą paleisti variklį. Kairėje pusėje bus vaizduojamas paleidimo metu skaičiuojamas laikas, o dešinėje pusėje bus keičiamas paleidimo užvėlinimo laikas.

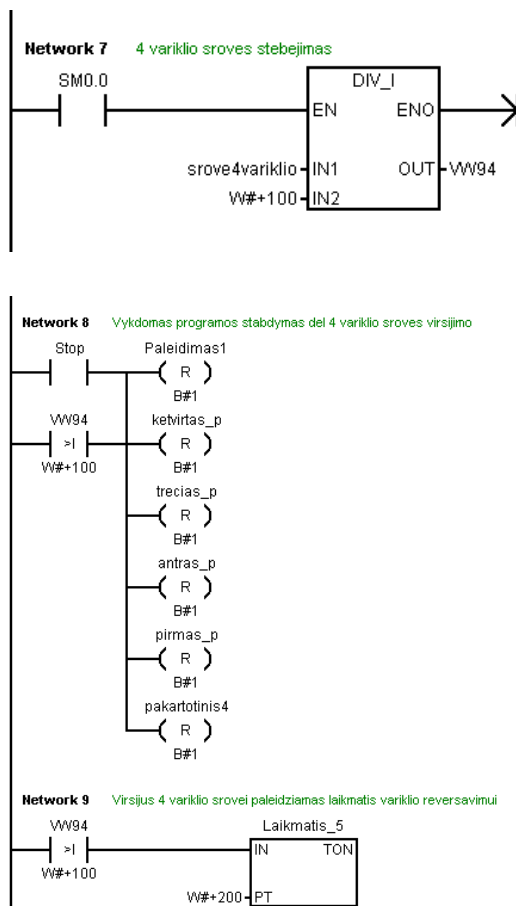
2.4 Programos rašymo metodika ir eiliškumas



31pav. Programos paleidimas

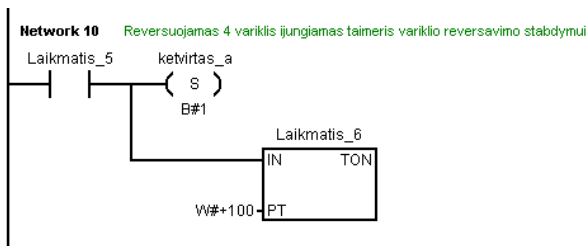
Nuspaudus ant stendo esantį mygtuką "START" yra paveikiamas kontaktas, kuris užmaitina ritę pavadinimu "paleidimas1". Programos paleidimas pradamas nuo 4 variklio, kuris yra paskutinis, nes norima paleisti visus variklius paeiliui su neapkrautu velenu. Gavusi maitinimą ritė "paleidimas1" uždaro savo kontaktą, kuris paleidžia Ton tipo laikmatį "Laikmatis_1", kuris uždelsia ketvirto variklio paleidimą. Ton tipo laikmatis vykdo uždelsimą priklausomai nuo įvestos reikšmės, kuri yra įvedama ties "PT" simboliu. Praėjus įvestam laikui laikmatyje "Laikmatis_1" uždaro savo kontaktus ir vykdomas ketvirto variklio paleidimas pirmyn ir tuo pat metu paleidžiamas laikmatis "Laikmatis_2", kuris skaičiuoja laiką iki trečio variklio paleidimo, tačiau ši komanda yra vykdoma tik tada jei kontaktas WV94 yra suveikęs. WV94 būna suveikęs visad, kai ketvirto variklio srovė yra mažesnė nei nustatyta maksimali leistina variklio srovė. Esant srovei didesnei už įvestą reikšmę 4 variklio paleidimas pirmyn yra neleidžiamas, o kartu ir blokuojamas visų kitų variklių paleidimas

Laikmatisiui "Laikmatis_2" baigus skaičiuoti laiką yra paleidžiamas 3 variklis pirmyn su tokiomis pat sąlygomis kaip 4 variklis, kad srovė negali viršyti nustatytos vertės. Visų sistemos variklių paleidimas vykdomas taip pat kaip 4 variklio skiriasi tik kontaktai.



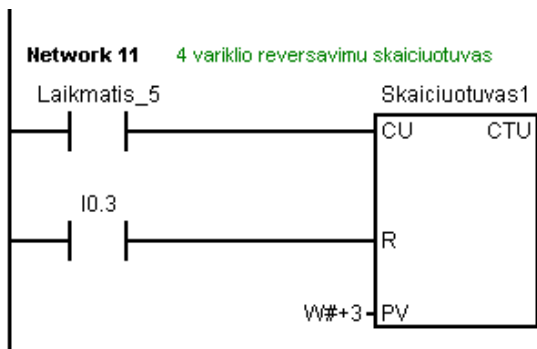
32pav. Variklio srovės stebėjimas, stabdymas ir reversavimas.

SM0.0 kontaktas yra specialios atminties ir jis nuolatos yra suveikęs, todėl yra vykdomas nuolatinis variklio srovės stebėjimas pasinaudojant DIV_I bloku. Šio bloko pagalba yra stebima analoginio įėjimo reikšmė, kuri yra paduodama į IN1 kontaktą, o kadangi šį signalą būtų lengviau apdoroti prie IN2 užrašo vertė iš kurios norima padalinti IN1 įėjimą. Bloko išėjime gaunama reikšmė VW94, kurią galime prilyginti kokiai tik norime reikšmei. Šiuo atveju, tai maksimali 4 variklio srovė. Kai srovė yra mažesnė kontaktas yra nepaveiktas ir sistema dirba, tačiau apkrovus per daug veleną variklio srovė gali pasiekti maksimalią ribą, o tada kontaktas VW94 suveikia ir sustabdo visą sistemą, nes tai yra paskutinis sistemos variklis ir tuo pat metu yra paleidžiamas laikmatis "Laikmatis_5", kuris skaičiuoja laiką iki 4 variklio atbulinės eigos įjungimo.



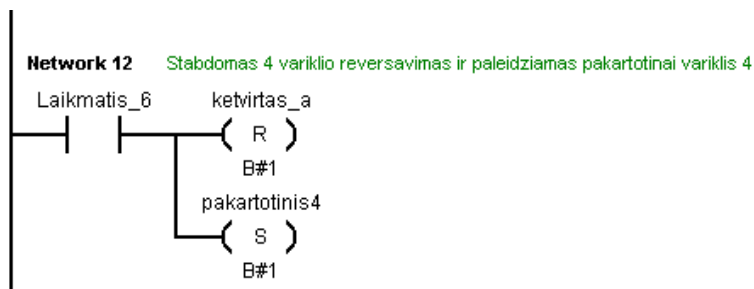
33pav. Variklio reversavimas

Baigus laikmačiui "Laikmatis_5" skaičiuoti laiką yra uždaromas jo kontaktas ir paleidžiamas 4 variklis atbuline eiga ir tuo pat metu yra paleidžiamas laikmatis "Laikmatis_6", kuris skaičiuoja laiką iki 4 variklio atbulinės eigos išjungimo.



34pav. Variklio reversavimų skaičiaus skaičiuotuvai.

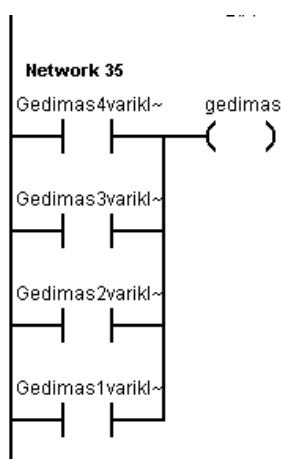
Tuo pat metu, kai laikmatis "Laikmatis_5" paleidžia 4 variklį atbuline eiga signalą gauna skaičiuotuvai "Skaiciuotuvai1", kuris skaičiuoja variklio reversavimų skaičių, dėl srovės padidėjimo. Prie skaičiuotuvo kontakto "PV" yra įvedama reikšmė iki kiek skaičiuotuvai turi skaičiuoti, kad išduotų komandą savo darbiniam kontaktui. Prie skaičiuotuvo kontakto "R" yra prijungiamas mygtuko kontaktas, kurio pagalba bus pašalinama skaičiuotuvo suskaičiuotas reversavimų skaičius ir tolimesnis skaičiavimas vyks vėl nuo 0.



35pav. Variklio reversavimo stabdymas ir pakartotinis paleidimas.

Baigus laikamačiui "Laikamatis_6" skaičiuoti laiką yra stabdomas 4 variklio sukimas atbuline eiga ir tuo pat yra paveikiama ritė "pakartotnis4", kuri uždariusi savo kontaktus, jei srovė nėra viršijama, vėl paleidžia sistemą nuo pradžių.

Visų kitų 3 variklių reversavimas ir pakartotinis paleidimas vykdomas analogiškai kaip ir 4 variklio, tik skiriasi kontaktai ir stabdomų variklių skaičius. Padidėjus 3 variklio srovei yra stabdomi 3, 2 ir 1 varikliai, o 4 variklis paliekamas sukis pirmyn. Sustabdžius 3, 2 ir 1 variklius yra vykdomas 3 variklio reversavimas ir pasibaigus reversavimui, jei srovė yra neviršijama paleidimas vykdomas nuo 3 variklio su užvėlinimu. Padidėjus 2 variklio srovei yra stabdomi 2 ir 1 varikliai, o 4 ir 3 varikliai paliekami sukis pirmyn. Sustabdžius 2 ir 1 variklius yra vykdomas 2 variklio reversavimas ir pasibaigus reversavimui, jei srovė yra neviršijama paleidimas vykdomas nuo 2 variklio su užvėlinimu. Padidėjus 1 variklio srovei yra stabdomas 1 variklis, o 4, 3 ir 2 varikliai paliekami sukis pirmyn. Sustabdžius 4, 3 ir 2 variklius yra vykdomas 1 variklio reversavimas ir pasibaigus reversavimui, jei srovė yra neviršijama paleidžiant, tada vykdomas 1 variklio paleidimas.



36pav. Gedimo indikacija.

Keturi lygiagrečiai susjungti jungikliai yra skaičiuotuvų, kurie skaičiuoja variklių reversavimų skaičių. Jei bent vienas skaičiuotuvus suskaičiuoja iki 3 variklio reversavimų uždaro savo kontaktą ir yra paveikiama ritė "gedimas". Padavus maitinimą į šią ritę visa sistema yra automatiškai stabdoma, tai yra stabdomi visi varikliai ir kartu ant valdymo skydo užsidega lemputė signalizuodama apie gedimą. Radus sistemoje gedimo ar konvėjerių užkimšimo priežastį, norint sistemą paleisti iš naujo reikia paspausti mygtuką "reset", kuris išvalo skaičiuotuvus ir paspausti mygtuką "start".

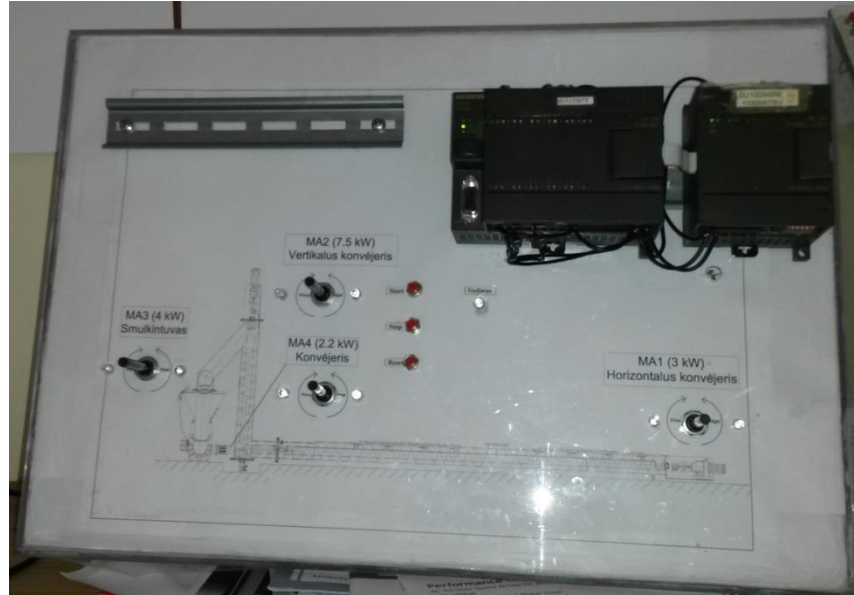
Pilna nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos programa pateikta 1 priede.

2.5 Programos demonstracinis stendas

Nuotėkų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo sistemos veikimo vizualizacijai buvo nuspręsta sukonstruoti demonstracinį stendą. Šio stendo tikslas pavaizduoti supaprastintą sistemos programinės įrangos veikimo principą, kuriame bus atvaizduojama 4 variklių būsenos ir gedimų indikacija. Surinktas demonstracinis stendas pateiktas 31 paveiksle.

Demonstraciniame stende panaudotų medžiagų sąrašas:

- Valdiklis Siemens S7-200
- Analoginių įėjimų modulis EM 235
- 9 LED lemputės 24V DC
- 4 potenciometrai B4K7; 4,7kΩ
- 9 varžos; 1W, 1kΩ
- Laidai 0,5mm² ~ 7m
- 2 bėgeliai 20cm ilgio
- Organinis stiklas "hobbyglas" 1000x500x4mm



37pav. Surinkto programos demonstracinio stendo vaizdas.



38pav. Valdymo mygtukai ir gedimo indikacija.

38 paveiksle pavaizduoti valdymo mygtukai esantys ant demonstracinio stendo. Nuspaudus mygtuką "Start" yra paduodamas maitinimas į valdiklio I0.0 įėjimą, kuris paleidžia valdiklio programą ir pradėdami paleidinėti varikliai su laiko uždelsimu. Nuspaudus mygtuką "Stop" yra paduodamas signalas į valdiklio I0.1 įėjimą ir tuomet programa yra stabdoma ir visi varikliai atjungiami vienu metu. Mygtukas "Reset" yra naudojamas išvalyti programos skaitikliams, kurie skaičiuoja variklių reversavimo skaičių. Nuspaudus šį mygtuką signalas yra paduodamas į valdiklio I0.3 įėjimą.



39pav. Būsenos indikacija ir srovės reguliavimas.

39 paveiksle pateikta pirmojo variklio MA1 būsenos indikacija ir variklio srovės reguliavimas. 1 ir 2 skaičiais pažimėta yra indikacinės lemputės, kurios signalizuoja apie to variklio esamą būseną. 1 lemputė signalizuoja apie tai, kad variklis sukasi atbuline eiga ji įsijungia, kai variklis yra reversuojamas. 2 lemputė signalizuoja apie tai, kad variklis sukasi pirmyn. 3 skaičiumi pažymėtas prietaisas keičiamos varžos prietaisas, kitaip dar vadinama spotenciometras. Sukant jį keičiasi varža ir keičiasi jo išėjimo signalo vertė, kurią pasinaudojant imituojame analoginį signalą valdiklio analoginiui įėjimų moduliui.

Išvados

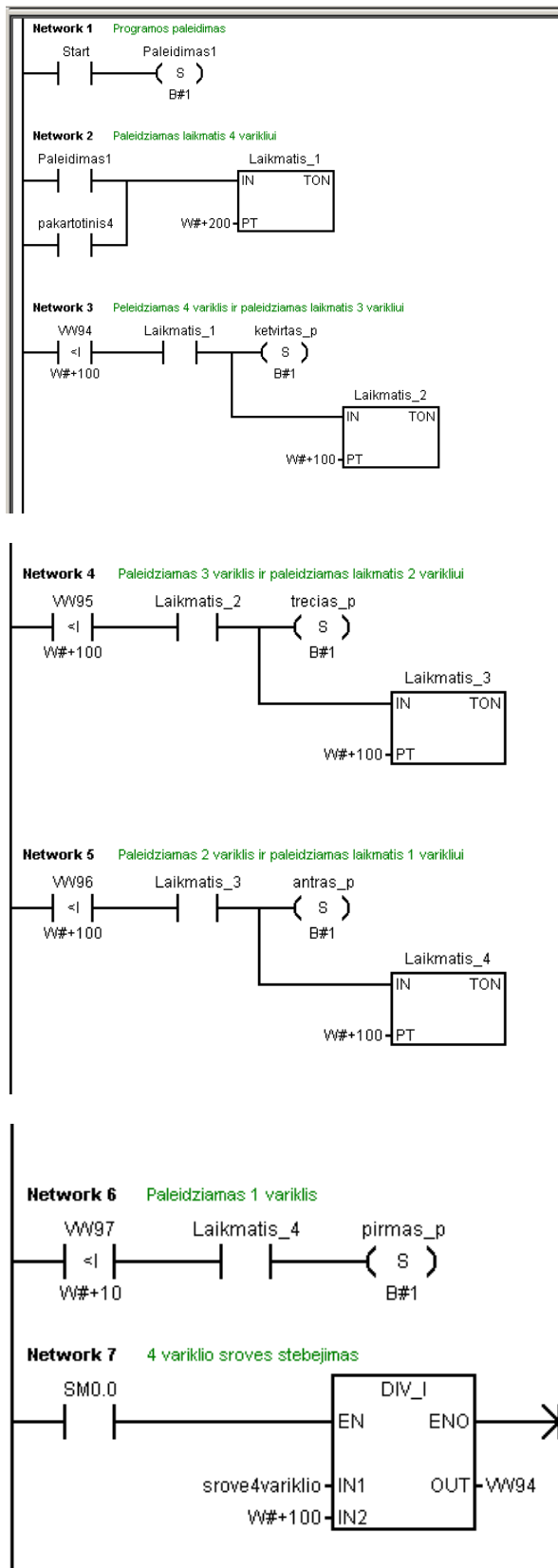
Baigiamojo bakalauro darbo metu buvo atliekamas nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos elektrinės ir valdymo dalies projektavimas. Projektavimo metu buvo parinkti dažnio keitikliai naudojamoms pavaroms, taip pat parinkta apsauginė ir komutacinė aparatūra. Užtikrinant, kad sistema veiktų be didelių įtampos nuostolių, buvo parenkami kabeliai atsižvelgiant į skaičiuojamąją srovę, bei įtampos nuostolius. Projektuojant valdymo sistemą buvo nuspresta sistemos valdymui naudoti 24V nuolatinę įtampą, todėl buvo parenkamas papildomas maitinimo šaltinis, kuris būtų reikiamo galimumo valdyti visą komutacinę įrangą. Atsižvelgiant į turimą įrangą ir jos galimybes buvo parinktas programuojamas loginis valdiklis, kuris pajėgus atlikti reikiamas funkcijas. Visi baigiamajame darbe esantys brėžiniai buvo nubraižyti pasinaudojant AutoCad 2012 Electrical programa.

Parašyta įrangos valdymo programa naudojanti STEP 7 Micro/Win programiniu paketu, kuris yra tiesiogiai suderintas su pasirinktu valdikliu. Programa parašyta "Ladder" programavimo kalba. Baigiamajame darbe pateikiama programos rašymo metodika ir eiliškumas, taip pat paaiškinti svarbiausi programoje naudojami blokai. Programos veikimo principo vizualizacijai buvo sukonstruotas demonstracinis standas. Pasinaudojant demonstraciniu stendu vizualiai atvaizduojamos pagrindinės programos atliekamos funkcijos.

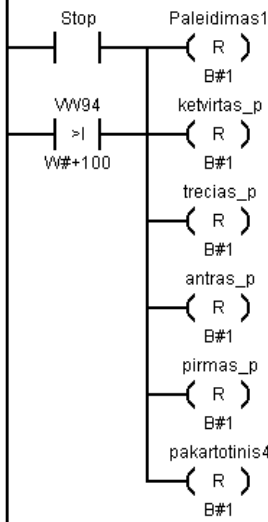
Literatūros sąrašas

1. Elektros Įrenginių Įrengimo bendrosios taisyklės. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 19d.) Prieiga per internetą <<http://www.elektroauga.lt/Elektroaugos-laboratorija/Publikacijos-ir-norminiai-aktai/Elektros-irenginiu-irengimo-bendrosios-taisykles>>.
2. Elektros Įrenginių Relinės Apsaugos Ir Automatikos Įrengimo Taisyklės. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 19d.) Prieiga per internetą <<http://www.elektroauga.lt/Elektroaugos-laboratorija/Publikacijos-ir-norminiai-aktai/Elektros-irenginiu-relines-apsaugos-ir-automatikos-irengimo-taisykles>>
3. General Electric komponentų katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą:
<http://products.geindustrial.com/IndustrialProducts/Dispatcher?CATALOG=PP&lang=en_GB>
4. Siemens komponentų katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą: <<http://www.siemens.com/entry/cc/en/>>.
5. Finder komponentų katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą: <<http://www.carrel-electrade.co.nz/relays/pdf/finder-40.pdf>>
6. ABB komponentų katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą: <<http://www.abb.com/>>
7. WAGO komponentų katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą: <<http://www.wago.us/>>
8. Mean Well komponentų katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą: <<http://www.meanwell.com/webnet/search/seriessearch.html>>
9. Kabelių katalogas. (Interaktyvus). 2012. (žiūrėta 2014 m. Balandžio 5d.) Prieiga per internetą: <http://www.concab.de/data/pdf/products/en/cc_808.pdf>

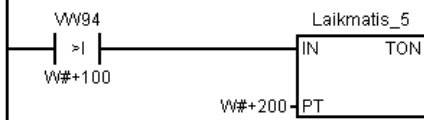
1 Priedas. Nuotekų valyklos nešmenų surinkimo, transportavimo ir smulkinimo įrangos programa.



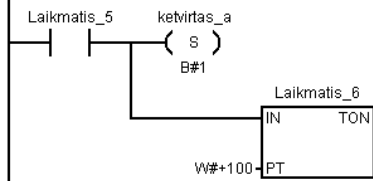
Network 8 Vykdomas programos stabdymas dėl 4 variklio srovės virsijimo



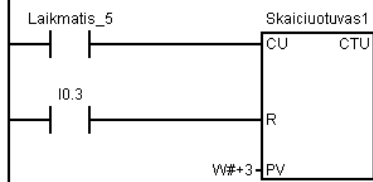
Network 9 Virsijus 4 variklio srovei paleidziamas laikmatis variklio reversavimui



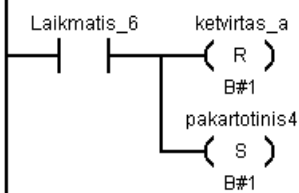
Network 10 Reversuojamas 4 variklis iungiamas taimeris variklio reversavimo stabdymui



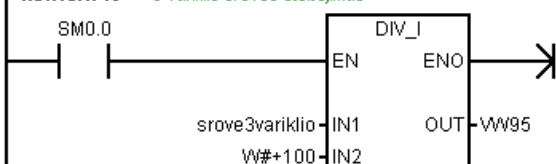
Network 11 4 variklio reversavimu skaiciuotuvus



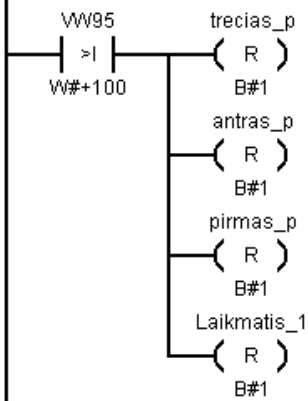
Network 12 Stabdomas 4 variklio reversavimas ir paleidziamas pakartotini variklis 4



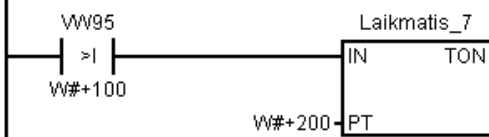
Network 13 3 variklio srovės stebėjimas



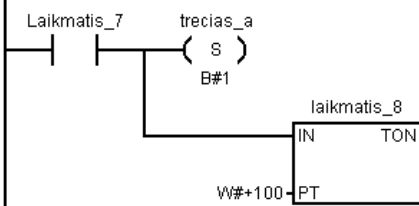
Network 14 padidejus 3 variklio srovei atsjungiami 3 2 ir 1 varikliai o 4 palekamas sukstis



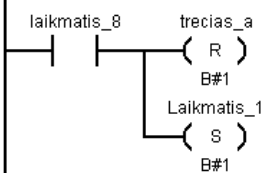
Network 15 Atjungus 3,2 ir 1 variklius paleidziamas laikmatis 3 variklio reversavimui



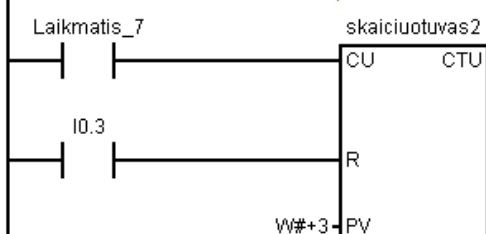
Network 16 Ijungiamas 3 variklio reversavimas ir paleidziamas laikmatis 3 variklio reversavimo pabaigai

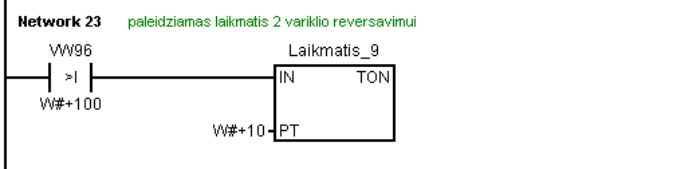
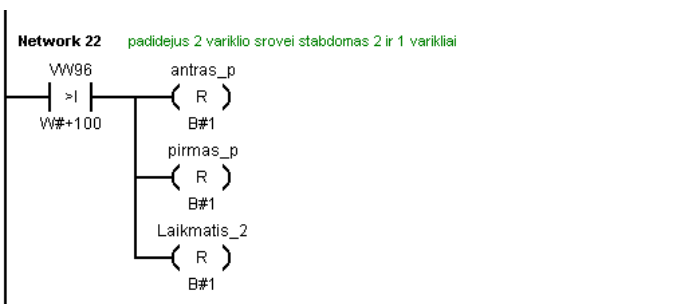
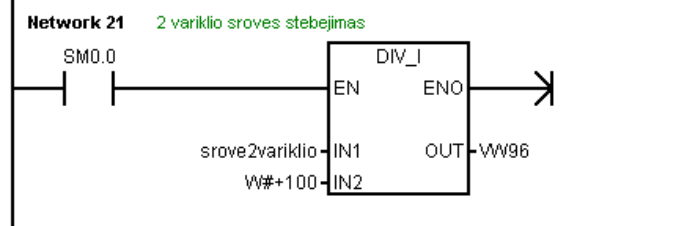
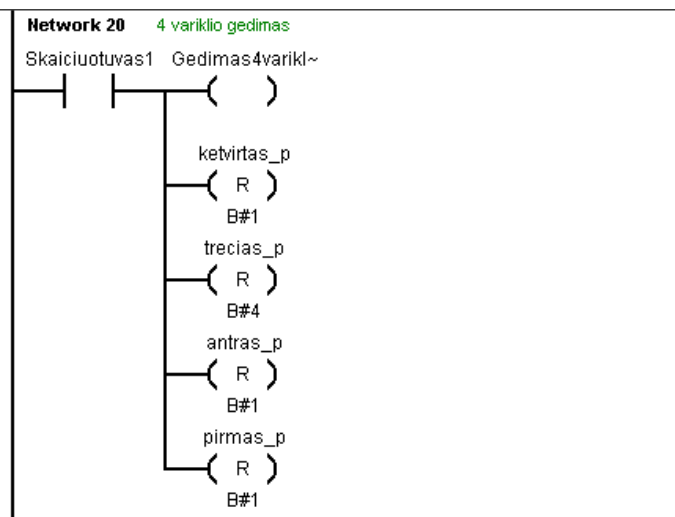
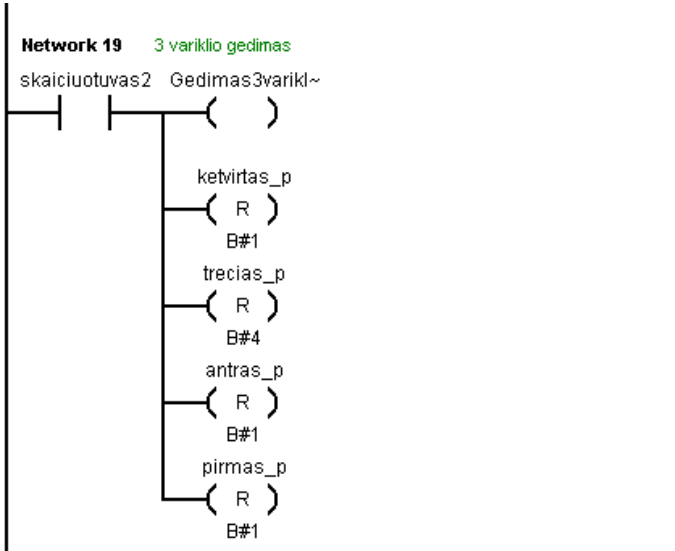


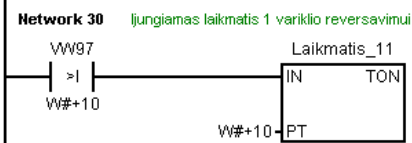
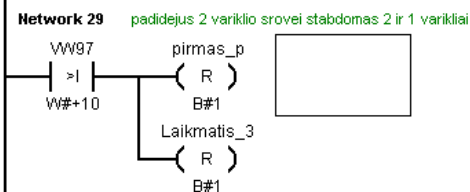
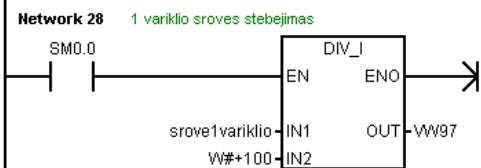
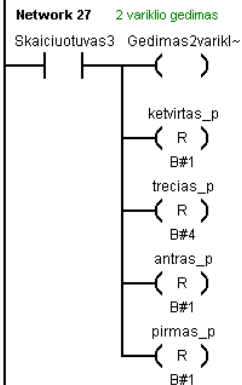
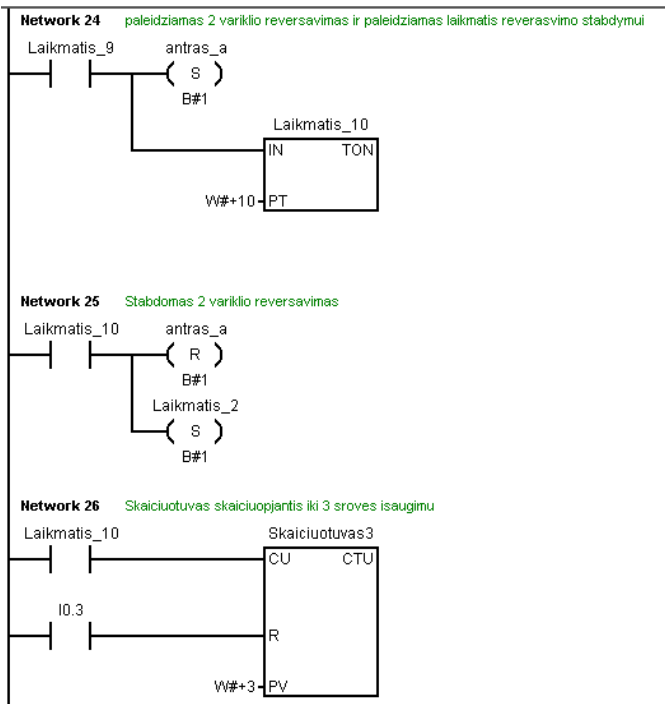
Network 17 Stabdomas variklio reversavimas



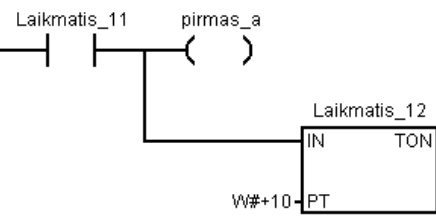
Network 18 skaiciuotuvas skaiciuojantis iki 3 variklio sroves isaugimu



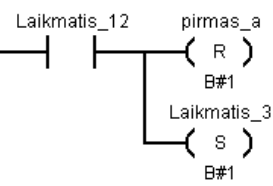




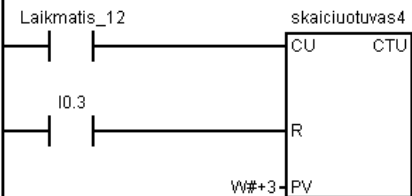
Network 31 reversuojamas variklis ir paleidziamas taimeris reversavimo stabdymui



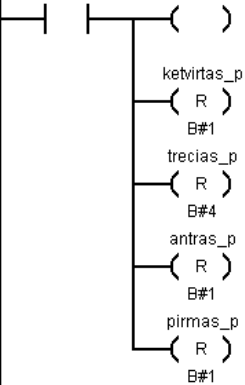
Network 32 stabdomas 1 variklio reversavimas



Network 33 skaiciuotuvas skaiciuojantis iki 3 pirmo variklio reversavimu



Network 34 1 variklio gedimas
skaiciuotuvas4 Gedimas1varikl~



2 Priedas. Programos simbolių lentelė

Symbol Table			
	Name	Address	Comment
1	Start	I0.0	Paleidimas
2	Stop	I0.1	Stabdymas
3	pirmas_p	Q0.0	pirmyn
4	pirmas_a	Q0.1	atgal
5	antras_p	Q0.2	pirmyn
6	antras_a	Q0.3	atgal
7	trecias_p	Q0.4	pirmyn
8	trecias_a	Q0.5	atgal
9	ketvirtas_p	Q0.6	pirmyn
10	ketvirtas_a	Q0.7	atgal
11	Laikmatis_1	T33	
12	Laikmatis_2	T34	
13	Laikmatis_3	T35	
14	Laikmatis_4	T36	
15	Paleidimas1	Q1.5	
16	srove4variklio	AM0	ketvirto variklio srove
17	srove3variklio	AM2	trecio variklio srove
18	Laikmatis_5	T97	
19	Laikmatis_6	T98	
20	Laikmatis_7	T99	
21	Skaiciuotuvus1	C1	
22	gedimas	Q1.0	
23	laikmatis_8	T100	
24	pakartotinis4	Q1.6	
25	skaiciuotuvus2	C2	
26	Gedimas1variklio	M0.0	
27	paleidimas2	Q1.4	

28	srove2variklio	AM4	antro variklio srove
29	Laikmatis_9	T101	
30	Laikmatis_10	T102	
31	pakartotinis2	Q1.3	
32	Skaiciuotuvus3	C3	
33	Gedimas2variklio	M0.1	
34	srove1variklio	AM6	pirmo variklio srove
35	Laikmatis_11	T103	
36	Laikmatis_12	T104	
37	skaiciuotuvus4	C4	
38	Gedimas3variklio	M0.2	
39	Gedimas4variklio	M0.3	
40	pakartotinis3	Q1.7	

3 Priedas. Siemens S7-200 charakteristikos.

Valdiklio techninės charakteristikos:

Maitinimo įtampa: 120VAC, 230VAC

Maitinimo tinklo dažnis: iki 63Hz

Apkrovos įtampa L+ :

- Vardinė įtampa : 24V DC
- Leistina minimali įtampa : 5V DC
- Leistina maksimali : 30V DC

Apkrovos įtampa L1 :

- Vardinė įtampa : 100V AC, 100V AC iki 230V AC
- Leistina minimali įtampa: 5V AC
- Leistina maksimali įtampa: 250 V AC
- Leistinas minimalus dažnis : 47 Hz
- Leistinas maksimalus dažnis : 63 Hz

Įėjimo srovė:

- Maksimalus srovės šuolis: 20A esant 264 V
- Tiekiamai įtampai iš tinklo maksimali srovė: 200mA; nuo 30 iki 100mA esant 240V AC .
Nuo 60 iki 200mA esant 120V AC. Išeinanti srovė išplėtimo moduliui 600mA esant 5 V DC

Atmintis: vienas prijungiamas atminties modulis.

Duomenų ir programos atmintis:

- Maksimali duomenų atmintis: 5kb
- Maksimali programos atmintis: 8kb

Procesoriaus sparta:

- Maksimali procesoriaus sparta bitų operacijoms: 0,37μs

Skaičiuotuvai ir laikmačiai:

- S7 skaičiuotuvai: skaičius 256

Techninės įrangos konfigūracija:

- Išplėtimo moduliai: maksimalus išplėtimų modulių skaičius yra 7. Galima naudoti tik S7-22x serijos išplėtimo modulius kurie yra suderinti su S7-200 valdiklio programiniu paketu.
- Prijungiami programavimo įtaisai: SIMATIC PG, kompiuteris, standartinis kompiuteris.

Išplėtimo moduliai:

- Maksimalus analoginių įėjimų/išėjimų skaičius: 35; 28 įėjimai ir 7 išėjimai.
- Maksimalus skaitmeninių įėjimų/išėjimų skaičius: 168; 94 įėjimai ir 74 išėjimai.
- Maksimalus AS- sąsajos įėjimų/išėjimų skaičius: 31

Skaitmeniniai įėjimai:

- Skaitmeninių įėjimų skaičius : 14
- Įėjimo įtampa: vardinė įtampa 24V DC.
- Įtampa 0 signalui: nuo 0 iki 5 V.
- Įtampa 1 signalui: mažiausiai 15 V.
- Įėjimo srovė 1 signalui: 4mA.
- Įėjimo užlaikymas: minimalus 0,2 ms maksimalus 12,8 ms.
- Šarvuoto kabelio ilgis: standartiniam įėjimam 500m, didelė greitaveikos skaičiuotuvam 50m.
- Nešarvuoto kabelio ilgis: standartiniam įėjimam 300m.

Skaitmeniniai išėjimai:

- Skaitmeninių išėjimų skaičius : 10 relinių išėjimų.
- Apsauga nuo trumpųjų jungimų: nėra, bet gali būti pritaikyta.
- Išėjimų perjungimas:
 - * su apkrova daugiausiai : 2A
- Išėjimo įtampa signalui 1: L+/L1
- Išėjimo vardinė srovė signalui 1 : 2A
- Išėjimo srovė signalui 0 : 0mA
- Išėjimo užlaikymas su varžine apkrova: nuo 0 iki 1 apie 10ms; nuo 1 iki 0 apie 10 ms.

Reliniai išėjimai:

- Maksimalus persijungimų skaičius : machaninia perjunginėjimui 10 000 000 kartų ; su vardine apkrova 100 000kartų .

Skaiteminių išėjimų kabelio ilgiai:

- Šarvuotam kabeliui: 500m
- Nešarvuotam kabeliui: 150m

Analoginiai įėjimai:

- analoginių potenciometrų skaičius: 2 analoginiai potenciometrai su 8 bitu geba.

Sąsaja:

- sąsajos tipas: integruota RS 485.

Apsaugos laipsnis : IP 20

Aplinkos temperatūra darbo metu:

- Horizontaliam tvirtinimui minimali temperatūra : 0°C
- Horizontaliam tvirtinimui maksimali temperatūra : 55°C
- Vertikaliam tvirtinimui minimali temperatūra : 0°C
- Vertikaliam tvirtinimui maksimali temperatūra : 45°C

Oro slėgis:

- Leistina minimali riba: 860hPA
- Leistina maksimali riba: 1080hPA

Santykinė drėgmė:

- minimali : 5%
- maksimali: 95 %; RH pagal klase 2 su IEC 1131-2.

4 Priedas. Dažnio ketiklio Siemens Micro Master 420 charakteristikos

- Lengvai montuojamas
- Švelnus paleidimas
- Tvirtos konstrukcijos
- Greitas pakartotinis atsakas į valdymo signalą
- Išsamus parametrų aprašymas leidžia lengvai prijungti daugelį įtaisų
- Paprastas kabelio prijungimas
- 1 išėjimo rėlė
- 1 analoginis išėjimas (0-20mA)
- 3 izoliuoti ir perjungiami NPN/PNP skaitmeniniai įėjimai
- 1 Analoginis įėjimas, ADC : 0-10V. Šis analoginis įėjimas gali būti panaudotas kaip 4 skaitmeninis įėjimas
- Bico technologijos
- Modulinis dizainas su labai plačiomis konfigūracijos galimybėmis
- Didelis persijungimo dažnis mažo triukšmo variklio operacijomis

Darbinės charakteristikos:

- V/f valdymas
- Automatinis restartas
- Slidimo kompensavimas
- Greitas srovės ribojimas
- Variklio laikymas sustabdytoje padėtyje
- Papildomas stabdymas pagerinti stabdymui
- Nustatymai perduodami:
 - * Analoginiu įėjimu
 - * Komunikacinių kabelių
 - * JOG funkcija
 - * Motorizuotu potenciometru
 - * Fiksuotais dažniais

- Uždaros kilpos valdymas su proporcinio integruojančio valdymo funkcijomis (PI)

Apsaugos charakteristikos:

- Įtampos šuolio/ įtampos dingimo apsauga
- Temperatūrinė apsauga nuo inverterio perkaitimo
- Apsauga nuo trumpojo jungimo
- Terminė variklio apsauga
- PTC relė variklio apsaugai
- Apsauga nuo įžeminimo dingimo

Priėjimas prie dažnio keitiklio galios grandinės kontaktų pavaizduotas 6 pav.

5 Priedas. Relės Finder 40.52 charakteristikos

Techninės specifikacijos

- Kontaktų konfiguracija: 2 CO (DPDT)
- Maksimali srovė: 15 A
- Maksimali perjungimo įtampa: 400V
- Darbinė apkrova AC1: 2VA

Ritės parametrai:

- Nominali įtampa (U_n) :
 - * V AC (50Hz/60Hz) : 6-12-24-48-60-110-120-230-240 V
 - * V DC: 5-6-7-9-12-14-18-21-24-28-36-48-60-90-110-125 V
- Vardinė galia AC/DC/sens.DC VA (50HZ)/W/W: 1,2/0,65/ 0,55
- Veikimo ribos:
 - * AC: (0,8-1,1) U_n
 - * DC: (0,73-1,5) U_n
- Laikymo įtampa AC/DC : 0,8 U_n / 0,4 U_n

Techninės specifikacijos:

- Persijungimų skaičius AC/DC ciklais: $10 \cdot 10^6$ / $20 \cdot 10^6$
- Elektrinis atsparumas esant vardinei apkrovai AC1 ciklais: $100 \cdot 10^3$
- Izoliacija tarp ritės ir darbinių kontaktų (1,2/5 μ s) kV : 6(8mm)
- Dielektrinis atsparumas tarp atvirų kontaktų V AC : 1

Relės lizdo techninės specifikacijos:

- Vardinės reikšmės: 10A/250V
- Dielektrinis atsparumas tarp ritės ir kontaktų : 6kV
- Apsaugos laipsnis : IP20
- Aplinkos temperatūrinės ribos °C : -20-+70
- Laido nužievinimo ilgis: 8mm
- Naudojamas laidų skerspjūvis prijungimui prie relės lizdo: monolitiniui kabeliui : 2x(0,2-1,5) mm² , daugiagysliui kabeliui 2x(0,2-1,5)mm².

6 Priedas. Saugos kirtiklio ABB OL63 charakteristikos.

Charakteristikos:

Impulsinė maksimali įtampa: 6 kV

Vardinė izoliacijos įtampa: 690V

Vardinė darbinė įtampa : 690V

Vardinė terminė srovė: 63A

Vardinė operacinė srovė: 63A

- AC1 400V : 63A
- AC21 400V: 63A
- AC11 220-240V: 15A
- AC11 380-440V : 10A
- AC11 500V : 12A
- AC22 : 220-500V: 63A
- AC22 660-690V: 63A

Vardinė galia esant trifaziai apkrovai:

- 380-440V: 24 KW
- 500V: 24 KW
- 220-240V: 16 KW
- 660-690V : 26 KW

Vardinė galia esant vienfaziai apkrovai:

- 110V: 2,5 KW
- 220-240V : 5 KW
- 400V : 7,5 K

Maksimalus kabelio skersmuo: 16mm²

7 Priedas. Įrangos funkcinė elektrinė principinė schema.

8 Priedas. Įrangos elektrinės principinės schemos.

9 Priedas. Valdymo spintos komponentų išdėstymas.

10 Priedas Demonstracinio stendo elektrinė principinė schema.