



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Naatriumi ja räni veeanalüüsi süsteemi
moderniseerimine. Räni ja naatriumi analüsaatori
kaitsesüsteemi moderniseerimine.**

**Modernization of the system for analyzing water samples for
sodium and silicon. Modernization of the analyzer protection
system for silicon and sodium.**

Telemaatika ja arukad süsteemid ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Maksim Juronen

Üliõpilaskood: 183549EDTR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"...." 20.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

"...." 20.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"...." 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Maksim Juronen (sünnikuupäev: 17.06.1999)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Heitsoojuskatla analüüsisüsteemi moderniseerimine mille juhendaja on Sergei Pavlov,
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Programmijuh:
/allkiri/

"....."..... 20.....a

SISUKORD

EESSÕNA.....	7
Lühendite ja tähiste loetelu	8
SISSEJUHATUS	9
1 PROOVI VÕTMISE SÜÜSTEME KIRJENDUS	10
1.1 Miks on vaja räni- ja naatriumanalüsaatoreid	11
2 AEGUNUD VEE- JA AURU ANALÜÜSI SÜSTEEMID	12
2.1 Aegunud süsteemi töövõimetus	13
3 MODERNISEERIMISE ESIMENE ETAPP.....	15
3.1 Kaasajastatud vee analüüsimise süsteemi kirjeldus	15
3.2 Komponentide valik vee räni- ja naatriumi sisalduse analüüsimise süsteemi moderniseerimiseks	16
3.3 Moderniseerimisel kasutatavad komponendid	17
3.3.1 PLC.....	17
3.3.2 8 channel analog input modules	18
3.3.3 Analog output modules.....	18
3.3.4 Juhtpaneel	21
3.4 Alternatiivne lahendus	21
4 SÜSTEEMI MODERNISEERIMISE TEINE ETAPP.....	22
4.1 Moderniseerimiseks vajalikud komponendid	22
4.2 Temperatuuri mõõtemuunduri seadistamine.....	25
4.3 Elektriskeemi ja ühendusskeemi projekteerimine	27
4.4 Elektriskeemi testimine	29
KOKKUVÕTE	31
SUMMARY	32
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	33

EESSÕNA

Lõputöö teema valik kujunes praktika jooksul ettevõttes Enefit Õlitööstus praktika juhendaja tehnoloogiliste protsesside automatiseerimise juhtivinseneri Eduard Semjonovi initsiatiivil.

Lõputöö autor tänab Eduard Semjonovit ja Sergei Pavlovit kasulike nõuannete eest.

Võtmesõnad: ränianalüsaator, naatriumanalüsaator, temperatuuriandur, temperatuuri mõõtmise muundur, solenoidventiil, diplomitöö.

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

- a) I/O – Input, Output
- b) PLC – Programmable Logic Controller
- c) DIP - dual in-line package
- d) TR – Muundur
- e) CH – Channel
- f) LP – Low pressure

SISSEJUHATUS

Lõputööks valiti oluline ja kaasajastamist vajav vee analüüsimise süsteem räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks, samuti räni- ja naatriumanalüsaatorite kaitstesüsteem ettevõttes Enefit Õlitööstus. Süsteemi kasutatakse räni- ja naatriumi sisalduse analüüsi proovide jaoks. Süsteem vajab kaasajastamist järgmiste asjaolude tõttu: esimeseks asjaoluks on see, et süsteemis kasutatakse defektseid komponente, mis ei täida oma funktsioone. Veeanalüüsi proovide võtmise süsteem ei töötanud mõnda aega. Samuti ei olnud süsteemil üksikasjalikku dokumentatsiooni. Süsteemi töö tagasid kaks tööstuslikku loogikakontrollerit Crouzet Millennium 3, mille programmeerimine nõudis ainulaadseid oskusi tarkvara kasutamiseks, mis tekitas diagnostika ja tõrkeotsingu ajal mõningaid ebamugavusi.

Otsustati, et süsteemis tuleb optimeerida selle üksikute sõlmede funktsioone, samuti asendada defektsed ja turul puuduvad komponendid kättesaadavamate analoogidega. Töös olemasolevate probleemide põhjal otsustati süsteemi kaasajastamiseks rakendada ja seejärel kasutusele võtta ettevõtte SIEMENS komponente. Just nende komponentide kasutamise põhjuseks oli komponentide kättesaadavus turul, need hõivavad automaatika kapis vähe ruumi ja on suure funktsionaalsusega.

Veeanalüüsi proovisüsteemid sisaldavad ka analüsaatorite kaitstesüsteemi. Vanal süsteemil oli mitmeid puudusi, mille tõttu näidud olid ebatäpsed. Temperatuurinäitude täpsuse parandamiseks otsustati termopaar asendada termistoriga Pt100, mis on ühendatud temperatuuri mõõtemuunduriga Mini-MRC-SL-PT100-UI-200. Mille abil saab väljundsignaali andurilt 4-20 mA täpsemate näitude jaoks.

Moderniseerimise peamisteks ülesanneteks on:

- Süsteemi hooldamise lihtsus
- Selle üldise töökindluse parandamine
- Rikete arvu ja nende tagajärgede vähendamine.

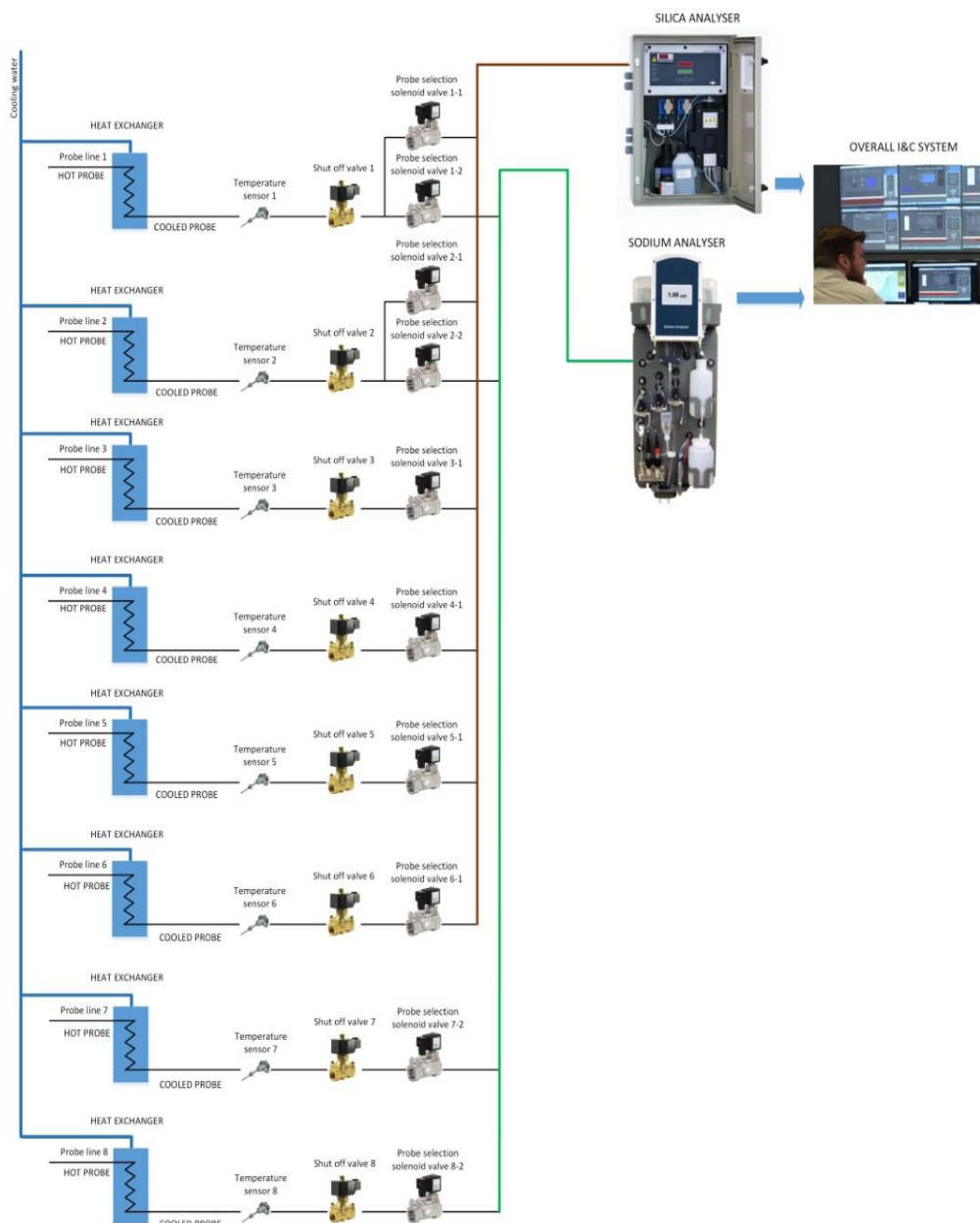
Minu peamisteks tööülesanneteks olid:

- Uute komponentide testimine ja nende seadistamine.
- Uue elektriskeemi koostamine andurite ja muundurite ühendamiseks
- Vanade komponentide asendamine uutega.

1 PROOVI VÕTMISE SÜSTEEMI KIRJENDUS

Enne räni- või naatriumanalüsaatorisse sattumist tuleb proovi jahutada. Proovi jahutamiseks kasutatakse vesisoojusvahetit. Soojusvahetis juhatakse jahutatud vesi torudesse ja tehnoloogiline voog ruumi torude vahel. Jahutatav voog juhatakse sisse läbi soojusvaheti korpuses oleva sisselasketoru. Pärast kuuma proovi kokkupuudet veega jahutatud torude seintega ei tohiks tehnoloogilise voo temperatuur soojusvaheti väljalaskeavas ületada 60°C. Pärast jahutamist läbib proov ohutussüsteemi, kui proovi temperatuur väljundil ületab maksimaalset etteantud väärtust, blokeeritakse proov kaitseklapiga. Räni- ja naatriumanalüsaatorid on ühevoolulised. Proovid suunatakse analüsaatorisse kordamööda proovivõtuklappide abil.

SYSTEM OVERVIEW



Joon. 1.1 Proovi jahutussüsteem

1.1 Miks on vaja räni- ja naatriumanalüsaatoreid

Elektrijaamad kasutavad väga palju vet kõrged temperatuurid, et tekitada auru turbiinid. Tehase juhid peavad veenduma, et boiler ja aurutorud on heas korras ja ei ole vees leiduvate saasteainete poolt kahjustatud. Sööda ja katlavee keemiat jälgitakse ja kohandatakse kahjustuste vältimiseks teatud lisamise kaudu kemikaalid. Kui kasutatakse liiga suurtes kogustes, siis need annused kemikaalid võivad tegelikult kiirendada katla korrosiooni, mis võib põhjustada enneaegset katla või kondensaatori toru rike. Korrosiooni ja katlakivi kogunemise vältimiseks on vajalik katla töötingimuste hoolikas jälgimine, kaitsta taime ja veenduda, et see on koras töökorras. Ränidioksiid on sageli üks peamisi põhjuseidelektrijaama efektiivsuse vähenemisest ja riketest ning seetõttu tuleb seda range kontrolli all hoida.[1]

Eriline probleem on naatriumhüdroksiidi moodustumine (NaOH). Naatriumhüdroksiid moodustub tavaliselt kujul toitevees kasutatava naatriumkarbonaadi kontsentratsioonid töötlemisprotsessi suurenemine boileris kui vesi aurustub. Naatriumkarbonaat läbib selle kogunemisel hüdroolüüs, moodustades naatriumhüdroksiidi, mis seejärel ründab raud katlas. Kui raud lahustub, on naatriumferroaat moodustub, mis samuti läbib hüdroolüüsi, tõhusalt naatriumhüdroksiidi taseme taastamine katlas. Selle tsükli tagajärjeks on boileri haprus komponendid. Mõjutab eriti neete, painutusi ja liigeseid Seal, kus pinged on suurimad, põhjustab metalli rabestumine kaotavad oma elastsuse, muutes selle rabedaks ja suurendades pragunemise või purunemise tõenäosus pinge all. Täiendavad probleemid tekivad seal, kus on naatriumhüdroksiid auruks üle kantud. Auru kondenseerumisel naatrium hüdroksiid võib koguneda kriitilistesse komponentidesse, sealhulgas auruturbiini, kus see võib rünnata turbiini labasid.[2]

2 AEGUNUD VEE- JA AURU ANALÜÜSI SÜSTEEMID

Korenixi jet I/O 6510 8-CH Analog Input nutikas sisend-/väljundseade võtab räni- ja naatriumanalüsaatoritelt vastu signaali 4–20 mA. Kontrollerid töötlevad vastuvõetud analoogsignaali, mille järel edastab Korenixi jet sisend-/väljund 6520 4-CH Analog Output vastuvõetud andmed kontrollerist peajuhtkilbile. Kõik nutikad sisend-/väljundseadmed on ühendatud kommutaatori Ethernet Switch eCon 2050 abil ja neil on erinevad IP-aadressid.

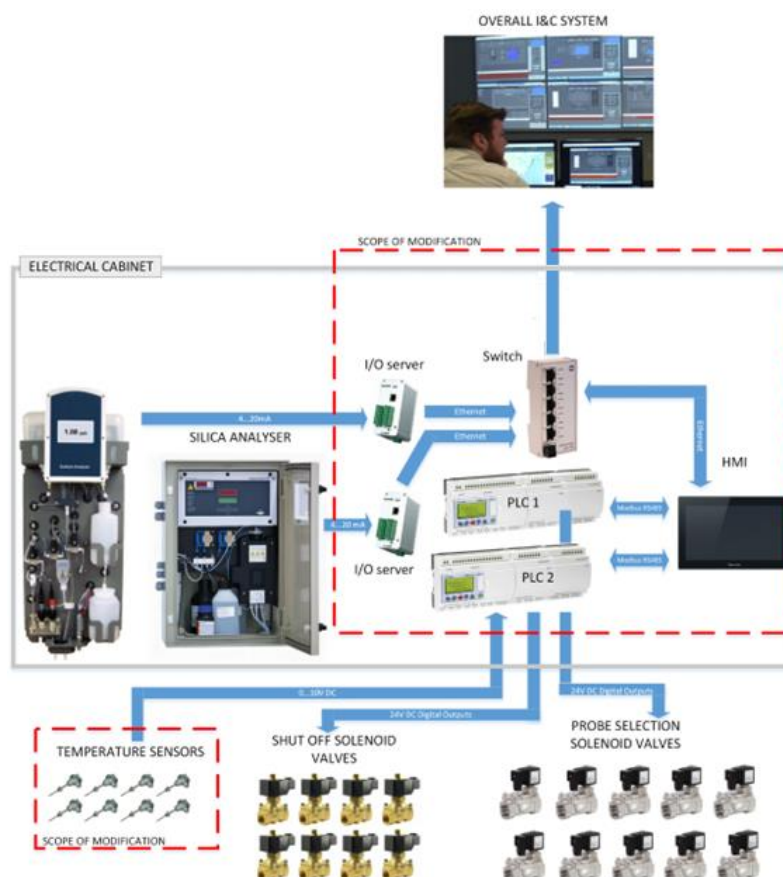
Ülesannete jaotamise eesmärgil töötavad kaks kontrollerit Crouzet Millennium 3 paralleelselt, kuna ühel kontrolleril on ainult 10. digitaalset väljundit, aga süsteemi töötamiseks ja Modbusi protokollil abil suhtlemiseks oli vaja 18. digitaalset väljundit.

Juhtpaneel on andmete kohapeal väljastamise eesmärgil ühendatud kontrolleritega ja kommutaatoriga Ethernet Switch eCon 2050.

Juhtpaneel suhtleb kõigi võrgus olevate seadmetega järgmiste protokollide abil: Modbus RS-485 sideliini kaudu PLC ja nutikate sisend-/väljundseadmetega Modbus TCP/IP abil.

Süsteemi komponentide side füüsilisel tasandil - Ethernet. Ethernet on standard, mis määratleb juhtmega ühendused ja elektrilised signaalid füüsilisel tasandil.

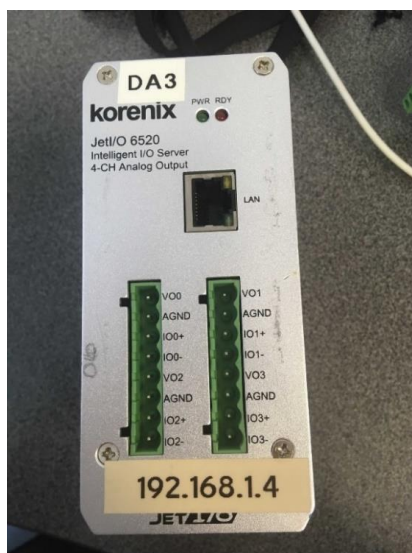
Süsteemi komponentide side füüsilisel tasandil - Ethernet. Ethernet on standard, mis määratleb juhtmega ühendused ja elektrilised signaalid füüsilisel tasandil.



Joon. 2.1 Aegunud vee analüüsimise süsteem räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks

2.1 Aegunud süsteemi töövõimetus

Vee analüüsimise süsteem räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks ei töötanud mõnda aega selle üksikute, süsteemi üldist tööd mõjutavate, komponentide rikete tõttu. Alguses oli vaja teha diagnostika komponentidele, mis olid korrast ära ja segasid vana süsteemi normaalset tööd. Diagnostika käigus tuvastati süsteemi mittetoimivad komponendid. Sellised, nagu nelja kanaliga ja kaheksa kanaliga analoogsisendiga ja väljundiga tööstuslik Etherneti moodul (server), mille nimetuseks on korenix jet sisend-/väljund 6520 4-CH Analog Output (vt Joon. 2.2).) ja korenix jet sisend-/väljund 6510 8-CH Analog Input (vt Joon. 2.3).



Joon. 2.2 Korenix jet I/O 6520 4-CH Analog Output



Joon. 2.3 Korenix jet I/O 6510 8-CH Analog Input

Vana vee analüüsimise süsteem töötas kahe tööstusliku programmeeritava loogikakontrolleri Crouzet Millennium 3 (Joon. 2.4) abil. Nende kontrolleri oluliseks puuduseks oli see, et programmeerimine ja diagnostika nõudsid vajalikke teadmisi ja oskusi tarkvara kasutamiseks, mis tekitas raskusi nendega töötamisel.

Vanal kontrollerial on piiratud arv digitaalseid väljundeid, ainult 10. väljundit, kuid solenoidklappe oli rohkem - 18. tükki, seega otsustasid projekterijad ühe kontrolleri asemel kasutada 2. kontrolleri. Kaks kontrolleri süsteemis – algset vale otsus, see tegi süsteemi töö vaid keerulisemaks.



Joon. 2.4 Cruzet millennium 3

Samuti töötas kõigi süsteemi komponentide side Ethernet Switch eCon 2050 (vt Joon. 2.5) abil, mistõttu selle Etherneti Switch rikke korral kaotavad kõik komponendid omavahel ühenduse ja süsteem lakkab töötamast.



Joon. 2.5 Ethernet Switch eCon 2050

Vana vee analüüsimise süsteem töötas raskesti leitavate või puuduvate komponentidega. Komponentide või nende kergesti kättesaadavate analoogide puudumise tõttu turul otsustati uuendada vana mittetoimiv süsteem.

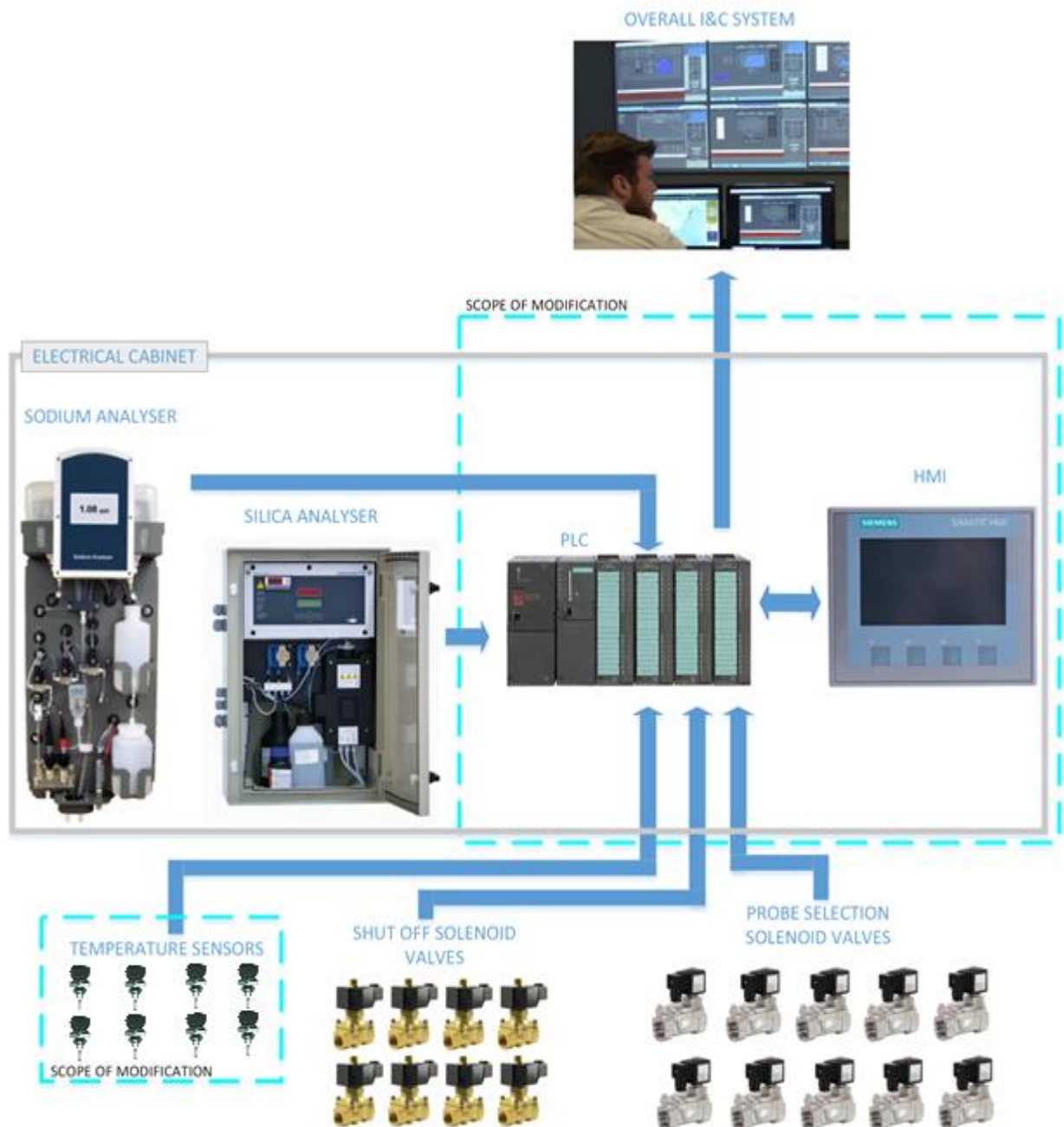
3 MODERNISEERIMISE ESIMENE ETAPP

3.1 Kaasajastatud vee analüüsimise süsteemi kirjeldus

Vee keemilise analüüsimise süsteemi töö seisneb selles, et räni ja naatriumi analüsaatorite abil saadakse andmeid räni või naatriumi sisalduse kohta veeproovides. Enne proovi sattumist räni- või naatriumanalüsaatorisse tuleb veenduda selles, et proovi temperatuur ei väljuks lubatud minimaalse ja maksimaalse temperatuuri vahemikust, süsteem peab töötama vahemikus 0°C kuni 100°C. Juhul, kui proovi temperatuur ületab maksimaalset temperatuuri 60°C või minimaalset lubatud temperatuuri 0°C, blokeeritakse proov kaitseklapiga, vältides sellega räni või naatriumi analüsaatori võimalikku kahjustamist.

Süsteem analüüsib nelja naatriumi proovi ja kuut räni proovi. Räni- ja naatriumanalüsaatorid on ühevoolulised, mistõttu süsteem toimib järgmiselt: klappide süsteemi abil suunatakse proovid kordamööda analüsaatorisse, tänu millele satuvad proovid analüsaatorisse eraldi. Iga proovi analüüsimiseks on vaja kulutada üks minut, selle minuti jooksul saame andmed naatriumi või räni sisalduse kohta vees. Räni või naatriumi analüsaatori väljundsignaal on vahemikus 4 mA kuni 20 mA.

Pärast vee analüüsimist tuleb naatrium- või ränianalüsaatorist analoogsignaali 4–20 mA analoogsisendi kaheksa kanaliga kaardile (8 Channel Analog Input Module Siemens Simatic S7 6ES7 331-7KF02-0AB0). Seejärel töötleb kontrolleri Siemens Simatic S7-300 312-5BE03-0AB0 (vt Joon. 3.2) seda signaali, et saada lõpptulemus 0–100 µg. Pärast seda edastatakse PLC-st teisendatud andmed peajuhtkilbile ja juhtpaneelile Siemens KTP700 Basic DP 6AV2 123-2GA03-0AX0 (vt Joon. 3.7).



Joon. 3.1. Kaasajastatud vee analüüsimise süsteem räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks

3.2 Komponentide valik vee räni- ja naatriumi sisalduse analüüsimise süsteemi moderniseerimiseks

Komponentide valikul vee räni- ja naatriumi sisalduse analüüsimise süsteemi moderniseerimiseks olid kõige olulisemateks teguriteks:

- Komponentide hooldamise lihtsus;
- Üldine töökindlus ja vastupidavus;
- Komponentide lihtne kättesaadavus;
- Levinud tarkvara.

Ettevõtte Siemens valiti selleks, et tagada töökindel ja usaldusväärne vee analüüsimise süsteem räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks. Ettevõtte Siemens toodang on ettevõttes väga hästi juurdunud ja seda kasutatakse paljudes automaatse juhtimise süsteemides. See on osutunud usaldusväärseks ja kergesti diagnoositavaks. Kuna ettevõttes on palju Siemensi seadmeid, siis programmeerimise ja diagnostika tarkvaraga probleeme ei teki. Oluliseks teguriks on see, et Siemensi komponendid võtavad elektrikilbis vähe ruumi.

3.3 Moderniseerimisel kasutatavad komponendid

3.3.1 PLC

Programmeeritava loogikakontrollerina võeti kasutusele Siemens Simatic S7-300 (312-5BE03-0AB0) (Joon. 3.2). Teabe kohaselt ametlikult veebilehelt on see kontrollerite sari saadaval kuni 2033. aastani ning sellel on ka rida meie eesmärkide jaoks vajalikke eeliseid:

- Lai valik mooduleid maksimaalseks kohandamiseks mis tahes ülesande lahendamiseks;
- Võimalus kasutada hajutatud sisend-/väljund struktuure ja hõlpsasti integreeritav erinevat tüüpi tööstusvõrkudesse;
- Hooldamiseks mugav konstruktsioon ja töö loomuliku jahutusega;
- Võimaluste vaba laiendamine süsteemi moderniseerimisel; [3]
- Oli ettevõttes kohapeal olemas.



Joon. 3.2 Siemens Simatic S7-300 (312-5BE03-0AB0) [4]

3.3.2 8 channel analog input modules

Süsteemis kasutatakse kahte kaheksa kanaliga analoogsisendiga moodulit (vt Joon. 3.3).

Esimene kaheksa kanaliga analoogsisendiga moodul on mõeldud 4–20 mA analoogsignaali vastuvõtmiseks temperatuuri mõõtemuundurilt Mini-MRC-SL-PT100-UI-200.

Teine analoogsisendiga kaheksa kanaliga moodul on mõeldud 4–20 mA analoogsignaali vastuvõtmiseks räni- või naatriumanalüsaatoritelt.



Joon. 3.3 Siemens Simatic S7 6es7 331-7kf02-0ab0 [5]

3.3.3 Analog output modules

Antud nelja kanaliga analoogmoodul (vt Joon. 3.4) on mõeldud järgmiste proovide näitude väljastamiseks:

- Na in superheated steam (ülekuumutatud aur)
- Na in saturated steam (küllastunud aur)
- Na in saturated steam condensate (küllastunud auru kondensaat)
- Na in LP (aur)



Joon. 3.4 Siemens Simatic S7 322-5hd01-0ab0 [6]

See kaheksa kanaliga dinitaalväljundmoodul (vt Joon. 3.5) on mõeldud järgmiste proovide näitude väljastamiseks:

- Si in superheated steam (ülekuumutatud aur)
- Si in saturated steam (küllastunud aur)
- Si in saturated steam condensate (küllastunud auru kondensaat)
- Si in feed water (toitevesi)
- Si in LP steam (aur)
- Si in demineralised water (demineraliseeritud vesi)



Joon. 3.5 Siemens Simatic S7 6es7 322-5hf00-0ab0 [7]

See kolmekümne kahe kanaliga dinitaalväljundmoodul (vt Joon. 3.6) on mõeldud proovi võtmise klappide ja kaitseklappide juhtimiseks.

Klapid naatriumi proovi jaoks:

- Na probe selection - solenoid valve (superheated steam/ ülekuumutatud aur)
- Na probe selection - solenoid valve (saturated steam/ küllastunud aur)
- Na probe selection - solenoid valve (saturated steam condensate/ küllastunud auru kondensaat)
- Na probe selection - solenoid valve (LP steam/ LP aur)

Klapid räniproovi jaoks:

- Si probe selection - solenoid valve (superheated steam/ ülekuumutatud aur)
- Si probe selection - solenoid valve (saturated steam/ küllastunud aur)
- Si probe selection - solenoid valve (saturated steam condensate/ küllastunud auru kondensaat)
- Si probe selection - solenoid valve (feed water/ toitevesi)

- Si probe selection - solenoid valve (LP steam/ LP aur)
- Si probe selection - solenoid valve (demineralised water/ demineraliseeritud vesi)

Kaitseklapid:

- Shut off solenoid valve (feed water/ toitevesi)
- Shut off solenoid valve (boiler water/ katlavesi)
- Shut off solenoid valve (saturated steam/ küllastunud aur)
- Shut off solenoid valve (superheated steam/ ülekuumutatud aur)
- Shut off solenoid valve (saturated steam condensate/ küllastunud auru kondensaad)
- Shut off solenoid valve (LP steam/ LP aur)
- Shut off solenoid valve (turbine condensate/ turbiini kondensaad)
- Shut off solenoid valve (LP condensate/ LP kondensaad)



Joon. 3.6 Siemens Simatic S7 6es7 322-1b100-0aa0 [8]

3.3.4 Juhtpaneel

Juhtpaneel (vt Joon. 3.7) peab visualiseerima kohapeal selliseid näitusid, nagu naatriumi ja räni sisaldus vees ning soojusvahetist väljuva vee proovi temperatuur. Juhtpaneel suhtleb seadmetega järgmiste protokollide abil: Modbus RS-485 sideliini kaudu PLC.



Joon. 3.7 Siemens ktp700 basic DP (6AV2 123-2GA03-0AX0).

3.4 Alternatiivne lahendus

Tulevikus, pärast seda, kui tootja Siemens Simatic S7-300 ei toeta, on võimalik hõlpsasti üle minna Siemens Simatic S7-1500 või PLC uemale versioonile.



Joon 3.8 Simatic S7-1500 [9]

4 SÜSTEEMI MODERNISEERIMISE TEINE ETAPP

Moderniseerimise teiseks etapiks sai räni- ja naatriumi analüsaatorite kaitsesüsteem. Vanal räni- ja naatriumi analüsaatori kaitsesüsteemil olid järgmised puudused:

- Vanad andurid on töötanud pikka aega, mille tõttu anduritele tekkis oksüdatsioon.
- Andurite jaoks koostati ajutine ühendusskeem, kasutades takisteid, mis on vajalikud töövahemiku 0–100 °C seadistamiseks.
- Andurid töötasid 0-10 V väljundpingega.
- Kuna temperatuuri mõõteandurid olid termopaarid võis elektriseadmete häirete tõttu esineda ebatäpseid näituseid.

Moderniseerimise eesmärkideks olid:

- Süsteemi hooldamise lihtsus.
- Üldine töökindlus ja vastupidavus.
- Temperatuurinäitude täpsus.
- Väljundsignaal 4–20 mA.

4.1 Moderniseerimiseks vajalikud komponendid

Komponentide valimisel vee analüüsimise räni- ja naatriumi sisalduse määramise süsteemi kaitsesüsteemi moderniseerimiseks oli üheks peamiseks teguriks nende töökindlus. Komponendid peaksid olema üldlevinud ja kergesti kättesaadavad, samuti kergesti asendatavad sarnaste analoogidega.

- Temperatuuri mõõtjana võeti ettevõtte Jumo GmbH & Co.KG kahekontaktiline temperatuuriandur Pt 100 (vt Joon. 4.1).

Selle tööpõhimõtte põhineb plaatinast elementidel, mille takistus nulltemperatuuril on 100 oomi. Plaatina on positiivse koefitsiendiga, st temperatuuri tõustes suureneb ka selle takistus. Süsteemi jaoks on nõutud vahemik 0 kuni +100. See andur on mõeldud töötamiseks vahemikus -50 kuni +270 °C. [10]



Joon. 4.1 Jumo GmbH & Co.KG Pt 100 (90/00523613)

- Temperatuuri mõõtemuundurina võeti ettevõttes Phoenix Contact toodetud Mini-MRC-SL-PT100-UI-200 (vt Joon. 5). See temperatuuri mõõtemuundur on mõeldud Pt 100 takistustermomeetrite ühendamiseks 2-, 3-, 4-juhtmeline ühendusega. Sellel on väike mõõtevahemik -50 kuni +200 °C. Tänu sellele on sellel suurem täpsus. Ühildub hästi meie Pt 100 temperatuurianduriga ja sobib püstitatud ülesandega. [11]



Joon. 4.2 Mini-MRC-SL-PT100-UI-200

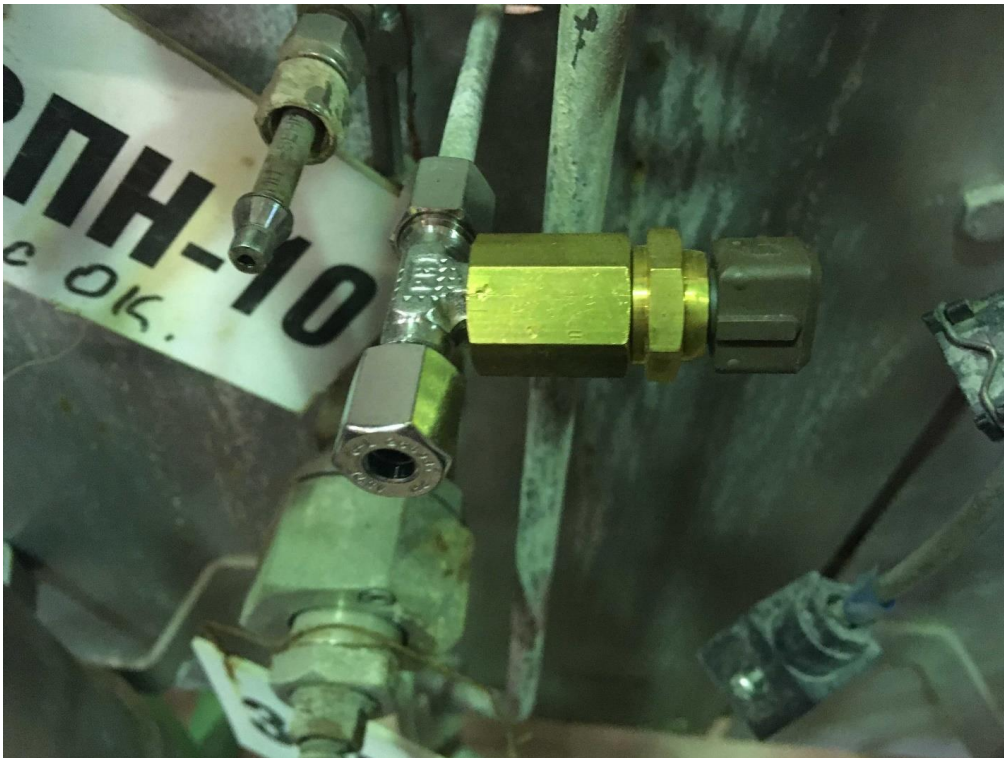
- Andurite paigaldamise käigus selgus, et anduri ühendamiseks vee analüüsivahendi ja naatriumi sisalduse määramise süsteemi kaitse süsteemiga on vaja üleminekuelemente. Vajalikud üleminekuelemendid olid: kindla diameetriga torukolmik (vt Joon. 4.3) veeproovide torude ühendamiseks ja anduri ühendamiseks torukolmikuga otsustati kasutada üleminekumuhvi (vt Joon. 4.4). Tulemuseks on tugev ja töökindel liitmik (vt Joon. 4.5), mis võimaldab anduri rikke korral seda lihtsalt ja kiiresti välja vahetada.



Joon. 4.3 Torukolmik



Joon. 4.4 Üleminekumuhv



Joon. 4.5. Pt100 anduri ühendamine proovivõtu liiniga.

4.2 Temperatuuri mõõtemuunduri seadistamine

Temperatuuri mõõtemuundur Mini-MRC-SL-PT100-UI-200 (vt Joon. 4.2), tootjalt Phoenix Contact. Korpuse küljel on DIP-lülitid (vt Joon. 4.7) ja võimaldab seadistada järgmisi parameetreid:

- Ühendusmeetod;
- Temperatuuri mõõtmise vahemik;
- Väljundsignaal;
- Meetod vigade analüüsimiseks.

Vee analüüsimise räni- ja naatriumi sisalduse määramise süsteemi kaitsesüsteemi jaoks oli vaja valida vajalikud DIP-lülite seadistused.

DIP-lülite seadistused dokumentatsioonis on järgmised (vt Joon. 4.6):

Configuration table

Connection method		Output signal range OUT			Start temperature	
1	2	3	4	5	6	7 8 [°C] [°F]
	2-wire					0 32
•	2-wire	•			•	-5 23
•	3-wire	•	•		•	-10 14
•	4-wire	•	•		•	-15 5
		•	•	•	•	-20 -4
		•	•	•	•	-30 -22
		•	•	•	•	-40 -40
		•	•	•	•	-50 -58

Final temperature						
1	2	3	4	5	6	[°C] [°F]
						0 32
•						5 41
•	•					10 50
•	•	•				15 59
			•			20 68
•	•					25 77
•	•	•				30 86
•	•	•	•			35 95
			•			40 104
•	•					45 113
•	•	•				50 122
•	•	•	•			55 131
				•		60 140
•	•	•				65 149
•	•	•	•			70 158
•	•	•	•	•		75 167
				•		80 176
•	•					85 185
•	•					90 194
•	•	•				95 203
				•		100 212
•	•	•				105 221
•	•	•	•			110 230
•	•	•	•	•		115 239
				•		120 248
•	•					125 257
•	•	•				130 266
•	•	•	•			135 275
				•		140 284
•	•					145 293
•	•	•				150 302
•	•	•	•			155 311
				•		160 320
•	•					165 329
•	•					170 338
•	•	•				175 347
				•		180 356
•	•					185 365
•	•	•				190 374
•	•	•	•			195 383
				•		200 392

7	8	Cable break	Measuring range overrange	Measuring range underrange	Short circuit
A		Measuring range final value +5%	Measuring range final value +2.5%	Measuring range start value	Measuring range start value
B	•	Measuring range final value +5%	Measuring range final value +2.5%	Measuring range start value -12.5%	Measuring range start value -25%
C	•	Measuring range final value +5%	Measuring range final value	Measuring range start value	Measuring range final value +5%
D	•	Measuring range start value	Measuring range final value	Measuring range start value	Measuring range start value

1	2	OUT
•		0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 20 ... 0 mA, 20 ... 4 mA
•		0 ... 10 V, 10 ... 0 V, 0 ... 5 V, 1 ... 5 V

• | ON
| OFF

Joon. 4.6 Konfiguratsioonitabel [11]

DIP-lülitite asukohad reaalsel muunduril (Joon. 4.7).

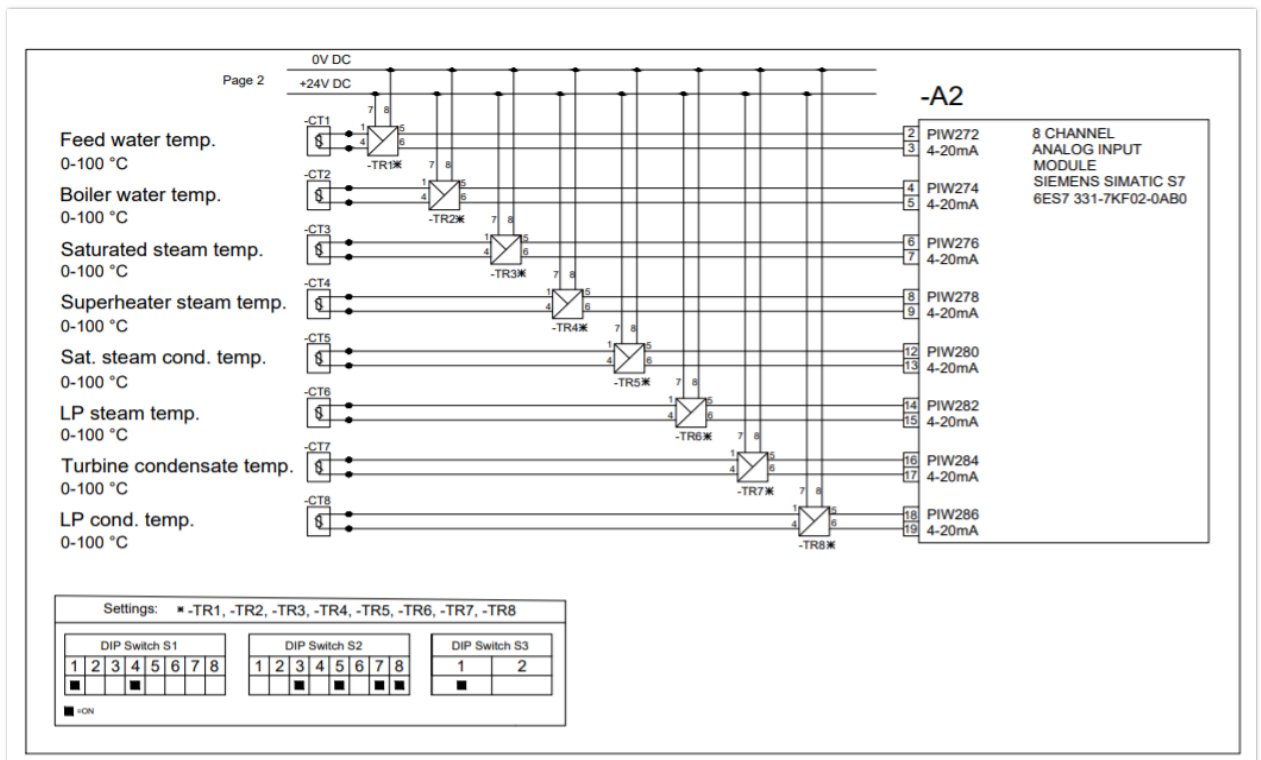


Joon. 4.7 DIP switches

Kõigepealt peab kindlaks määrama DIP-lülitite S1 seadistused, seda DIP-lülitit kasutatakse ühendusviisi, väljundsignaali vahemiku ja mõõtepiirkonna algväärtuse seadmiseks. Süsteemis hakatakse kasutama Jumo GmbH & Co.KG (vt Joon. 4.1) kahekontaktilist temperatuuri mõõteandurit Pt 100 (vt Joon. 4.1), mistõttu tuleb valida esimene ühendusviis, kuna andur on kahekontaktiline. Kuna töö eesmärgiks on anduri väljundsignaali teisendamine 0-10V-ilt 4-20 mA-le, siis tuleb valida variant - väljundsignaali vahemik 4...20 mA. Järgmiseks punktiks on mõõtevahemiku algväärtuse valimine, kuna skeem töötab veeproovidega, ei tohiks proovi temperatuur langeda alla 0 kraadi Celsiuse järgi. Sellega seoses on vaja valida mõõtevahemiku algväärtuseks 0 °C, kuna sellest temperatuurist madalama temperatuuriga proov on mõttetu.

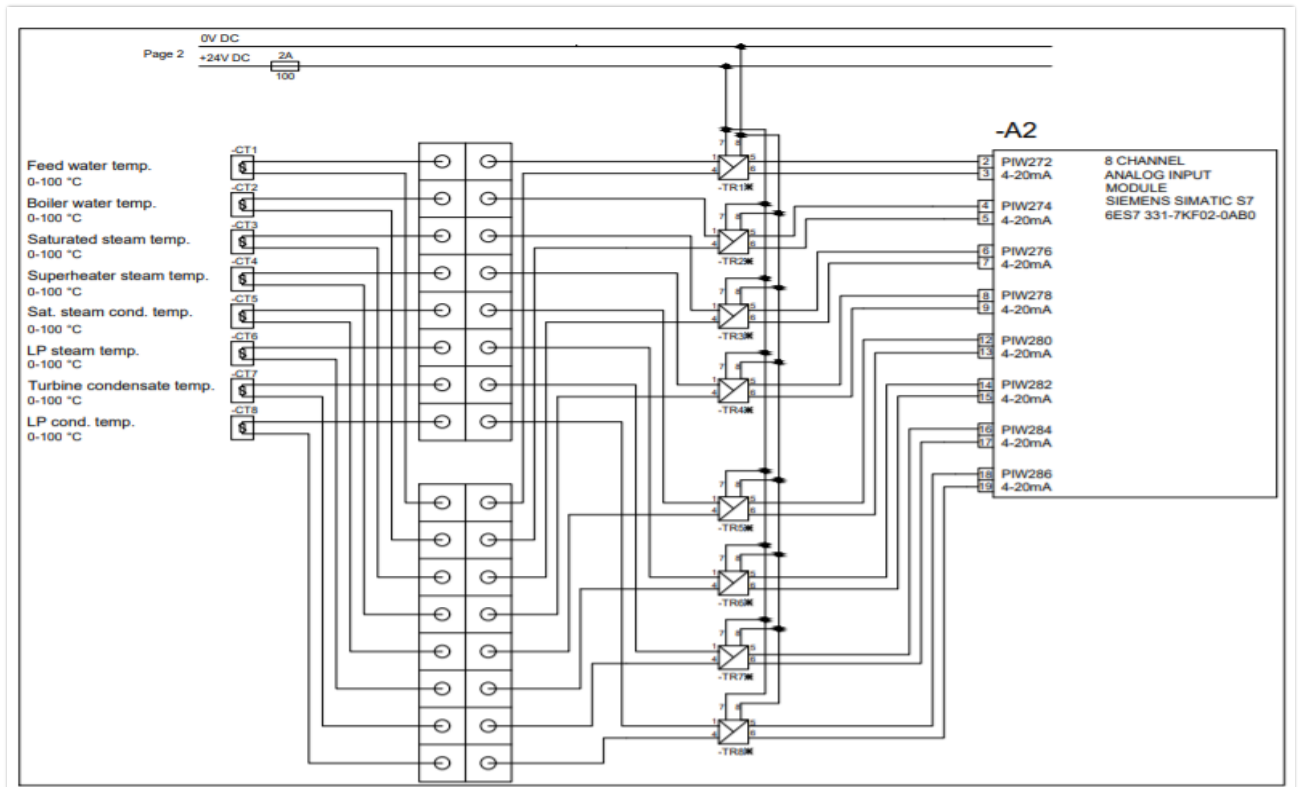
DIP-lüliti S2, seda DIP-lülitit kasutatakse mõõtepiirkonna lõppväärtuse näitamiseks ja vea hindamiseks. Süsteemil on olemas kaitseiskamise funktsioon, kui proovi temperatuur ületab maksimaalset lubatud temperatuuri väärtust, siis kaitseklapp lülitab proovi võtmise välja. Seda tehakse selleks, et kaitsta analüsaatoreid vigastuste või võimalike kahjustuste eest. Seetõttu tuleb mõõtepiirkonna lõppväärtuseks seada 100 °C.

DIP-lüliti S3, seda DIP-lülitit kasutatakse väljundpinge või -voolu valimiseks. Kuna süsteem tuli teisendada väljundpingelt voolule, siis tuli valida DIP-lüliti S3 seadistamiseks esimene variant.



Joon. 4.9 Elektriskeem

See elektriskeem (Joon. 4.9) projekteeriti paigaldamise korral vanade elementide uute elementidega asendamise lihtsustamiseks.

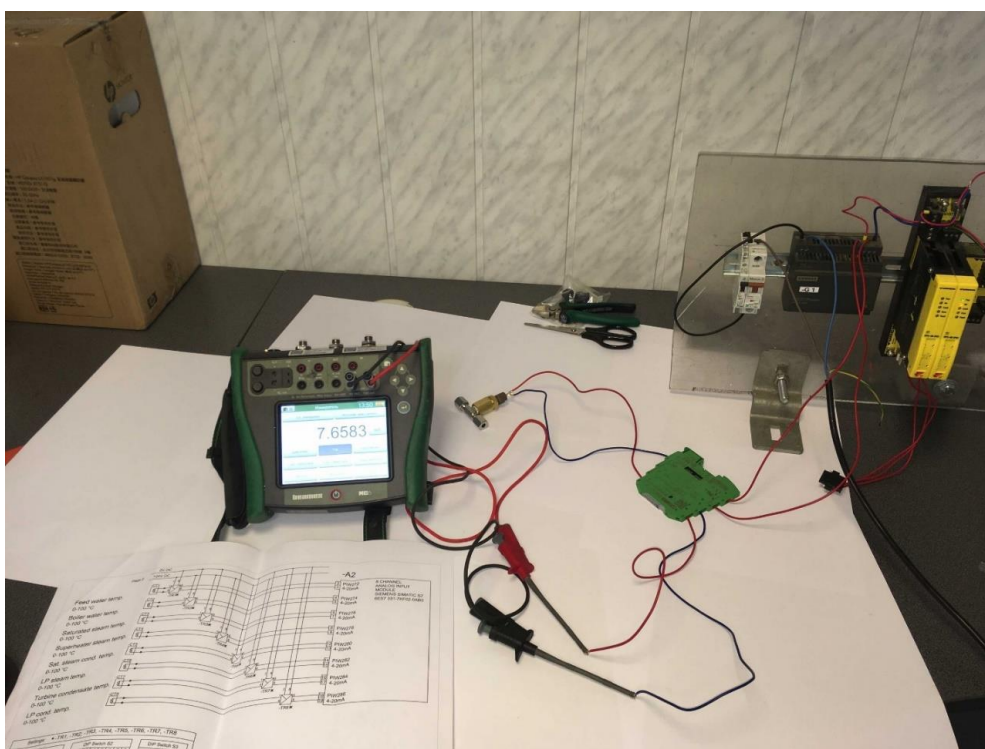


Joon. 4.10 Ühendusskeem

4.4 Elektriskeemi testimine

Elektriskeemi testimiseks oli meil vaja Beamex MC6 multifunktsionaalsed kalibraatorit ja kommunikaatorit.

Ettevõttes Phoenix Contact toodetud temperatuuri mõõtemuundurite Mini-MRC-SL-PT100-UI-200 (vt Joon. 4.7) töö kontrollimiseks ja veendumiseks selle seadistuste õigsuses oli vaja ühendada süsteemi komponendid vastavalt elektriskeemile. Selleks oli vaja võtta 24V alalisvoolu toiteplokk ja ühendada see temperatuuri mõõtemuundurite toitesisenditega. Järgmisena on vaja ühendada temperatuuriandur temperatuuri mõõtemuunduriga. Seejärel on vaja ühendada temperatuuri mõõtemuundurite väljundid multifunktsionaalse kalibraatoriga ja kommunikaatoriga Beamex MC6, mille abil on võimalik andurilt andmeid vastu võtta analoogsignaali kujul 4–20 mA.



Joon. 4.11 Elektriskeemi testimine

Testiga kontrolliti kogu mõõtmise temperatuurivahemikku. Elektriskeemi testimise tulemused näitasid, et ettevõttes Phoenix Contact toodetud temperatuuri mõõtemuundurite Mini-MRC-SL-PT100-UI-200 (vt Joon. 4.7) ühendamise ja reguleerimise vastavalt elektriskeemile on tehtud õigesti.

Kui ühendada temperatuuri mõõtemuunduri sisendiga anduri asemel Beamex MC6, on võimalik simuleerida andurit Pt100, seadistades sellega temperatuuri Beamex MC6 (Joon. 4.12), on võimalik kontrollida kogu temperatuuri mõõtmise temperatuurivahemikku.



Жoon. 4.12. Beamex MC6

KOKKUVÕTE

Räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks ettenähtud vee analüüsimise süsteemi ning räni- ja naatriumi analüsaatorite kaitsesüsteemi moderniseerimiseks tehtud töö tulemusena võib esile tõsta mitu kõige olulisemat püstitatud ülesannet, nimelt vee analüüsimise süsteemi töövõime saavutamine räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks. Alguses oli vaja diagnoosida süsteemi rikkeid. Süsteemi vanade komponentide diagnostika toimus kasutades ainulaadset tarkvara, mis tekitas üsna palju probleeme, kuna diagnostika programm nõudis teatud oskusi selle tarkvaraga töötamisel. Diagnostika tulemusena selgus, et süsteemi üksikud komponendid on rivist välja läinud. Süsteemi nõrkus seisnes selles, et kui üks süsteemi komponentidest läheb rivist välja, siis lakkab töötamast suurem osa süsteemist. Kuna süsteem oli üsna aegunud ja oli moderniseerimise momendil juba üle 10 aasta vana, ei olnud võimalik defektseid komponente välja vahetada. Saadud andmete põhjal otsustati, et räni- ja naatriumi sisalduse määramiseks ettenähtud vee analüüsimise süsteem vajab kiiresti kaasajastamist. Ettevõttes Enefit Õlitööstus põhinevad paljud süsteemid Siemensi komponentidel ja varuosad on alati saadaval. Ettevõtte SIEMENSi komponendid on end tõestanud oma töökindluse ja kasutuse lihtsuse poolest. Sellega seoses otsustati moderniseerida süsteemi just selle ettevõtte komponentidega. Tulemuseks on lihtne ja arusaadav süsteemi kaasajastamise lahendus, milles hakatakse kasutama tuttavaid ja kergesti vahetatavaid komponente. Kõige olulisem on see, et süsteemi töö loogika on jäänud samaks, muutunud on vaid programmeeritav loogikakontroller, sisend- ja väljundmoodulid ning juhtpaneel.

Moderniseerimise järgmiseks etapiks oli vee- või auruproovide räni- ja naatriumi analüsaatorite kaitsesüsteemid. Vanal süsteemil oli mitmeid puudusi, mille tõttu ei olnud näidud piisavalt täpsed. Kuna andurid töötasid juba pikka aega, tekkisid neile oksiidid, mille tõttu näitude täpsus langes. Üheks moderniseerimise peamiseks faktoriks oli see, et termopaari väljundsignaal oli 0-10V, mis võis olla moonutatud automaatika kapis olnud elektriseadmete poolt tekkivate häirete tõttu. Temperatuuri näitude täpsuse parandamiseks otsustati andur asendada Pt100 termistoriga, mis on ühendatud Mini-MRC-SL-PT100-UI-200 temperatuuri mõõtemuunduriga. Mille abil saab 4-20 mA andurilt väljundsignaali täpsemate näitude saamiseks. Probleemiks oli samuti ka Pt100 anduri ühendamise proovivõtu liiniga, selleks otsustati teha töökindel ja tugev liitmik torukolmiku ja üleminekumuhvi abil. Mille abil oli lihtne asendada rivist välja läinud andurit. Tulemuseks saadi töökindel ja täpne süsteem, mis vastab antud püstitatud ülesandele.

SUMMARY

The aim of this thesis was the modernization of the water analysis system for silicon and sodium, as well as the modernization of the analyzer protection system for silicon and sodium. To achieve all the goals of this project, work was carried out to study the logic of the analysis system for silicon and sodium, as well as the components that were included in the old and new analysis system.

The aim of the work was to replace outdated inoperative components, simplify the system, and improve the accuracy of temperature readings in the protection system.

During the modernization of the analysis system for silicon and sodium, old components were replaced with new components from SIEMENS. SIEMENS components are very common in the enterprise and are used in many automatic control systems. They have proven to be reliable and easy to diagnose. Since the enterprise has a lot of Siemens equipment, there will be no problems with the software for programming and diagnostics. An important factor is that Siemens components take up little space in the electrical cabinet.

During the modernization of the protection system, the analyzer for silicon and sodium. Work was done on studying the documentation of the temperature measuring transducer and the Pt100 temperature sensor, designing the electrical circuit and wiring diagram. And testing this circuit using a multifunctional calibrator and Beamex MC6 communicator. The test checked the entire temperature range. The results of testing the wiring diagram showed that the connection and adjustment of the temperature measuring transducer was performed correctly.

As a result, it turned out to achieve a simple and understandable system that fully corresponds to the tasks set.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Optimizing power plant performance through silica monitoring. [Online]
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=AD/ANAINST/014-EN&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> (16.05.2022)
2. Controlling sodium concentrations through on-line analysis. [Online]
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=AD/ANAINST/017-EN&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> (16.05.2022)
3. Korenix JetI/O 6520 Industrial Intelligent Ethernet I/O Server User Manual. [Online]
https://www.plcsystems.ru/catalog/korenix/doc/JetIO6520_Manual_v1.5.pdf (15.09.2021)
4. Программируемые контроллеры S7-300 manual. [Online]
https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-300/S7-300_CPU_r.pdf (15.09.2021)
5. Siemens Simatic S7-300 (312-5BE03-0AB0). [Online]
https://www.automation.siemens.com/bilddb/search.aspx?objkey=P_ST70_XX_00909 (16.05.2022)
6. Siemens Simatic S7 6es7 331-7kf02-0ab0. [Online]
https://www.automation.siemens.com/bilddb/search.aspx?objkey=P_ST70_XX_00026 (16.05.2022)
7. Siemens Simatic S7 322-5hd01-0ab0. [Online]
https://www.automation.siemens.com/bilddb/search.aspx?objkey=P_ST70_XX_00028 (16.09.2022)
8. Siemens Simatic S7 6es7 322-1bl00-0aa0. [Online]
https://www.automation.siemens.com/bilddb/search.aspx?objkey=P_ST70_XX_00212 (16.09.2022)
9. SIMATIC S7-1500. [Online]
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500.html> (16.05.22)
10. JUMO. Технические характеристики термометров ввинчивающихся. [Online]
https://jumo.nt-rt.ru/images/manuals/90_2040_2044.pdf
11. Data Sheet DB EN MINI MCR-SL-PT100-UI-200. [Online]
<https://datasheet.octopart.com/2864370-Phoenix-Contact-datasheet-95109.pdf> (15.09.2021)
12. Beamex MC6 User Manual. [Online]
<https://www.beamex.com/wp-content/uploads/2016/06/MC6-User-Manual.pdf> (15.09.2021)