

Automaattisen vanerinsahauslinjan automaatio- ja sähköseuraus

Ville Hottinen

Opinnäytetyö
Syyskuu 2015
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



Tekijä(t) Hottinen Ville	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 2.10.2015
	Sivumäärä 36	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä
Työn nimi Automaattisen vanerinsahauslinjan automaatio- ja sähkösaneeraus		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Sirpa Hukari		
Toimeksiantaja(t) Pasram Oy		
Tiivistelmä <p>Pasram Oy on automaatio- ja sähkösuunnitteluyritys, jolla on vankka kokemus vaneriteollisuuden eri laitteistoista. Opinnäytetyön tarkoituksena oli vanhan automaattisen vanerisahan automaatio- ja sähkösaneeraus.</p> <p>Teoriaa tutkittiin pääsääntöisesti internet- ja kirjallälhteistä, erilaisista sähköalan oppaista ja oppikirjoista. Työn aikana tutustuttiin myös useiden laitevalmistajien laitemanuaaleihin, sekä useisiin tieteellisiin julkaisuihin.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdytään kontaktori-, servo-, ja taajuusmuuttajaohjattuihin moottorikäyttöihin. Siinä käydään läpi myös vaiheet saneerauksen tarpeesta toteuttamiseen. Työssä kerrotaan myös paljon omakohtaisia kokemuksia eri työn vaiheista.</p> <p>Työn tuloksina saatiin sähköistykseltään uudistettu vanerinsahauslinja, uudet moottorinohjaukset, keskukset ja pulpetit.</p> <p>Saneerauksen myötä jatkettiin myös vanerisahan elinkaarta ja lisättiin sen turvallisuutta sekä tuotantotehokkuutta.</p> <p>Opinnäytetyön aikana saatiin paljon uutta tietoa Siemens Sinamics S120 ja G120 sarjan moottorinohjauksista ja niiden käyttöönotosta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) vaneri, kontaktori, servotekniikka, Siemens, Sinamics, taajuusmuutaja		
Muut tiedot		



Author(s) Hottinen, Ville	Type of publication Bachelor's thesis	Date 2.10.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 36	Permission for web publication: yes
Title of publication Automation and electricity reorganization for automatic plywood saw		
Degree programme Automation Engineering		
Tutor(s) Hukari, Sirpa		
Assigned by Pasram Ltd.		
Abstract <p>Pasram Ltd. is a company that is specified in planning automation and electricity. They have plenty of experience from plywood production machines. The goal of this thesis was to reorganize old automatic plywood saws' electricity and automation.</p> <p>Theory of this thesis comes from internet and book sources, different electricity booklets and study books. During this work I familiarized with several manufacturer device manuals, and many scientific publications.</p> <p>This thesis takes a look at contactor, servo, and frequency converter controlled motor outputs. Work goes thru steps between the need of reorganization and realization. I also go thru some personal experiences from different phases of this work.</p> <p>This work resulted in reorganization of electricity of the automatic plywood saw with new motor controllers, electrical centers and command consoles.</p> <p>Re-organization led to longer lifespan, better security and production efficiency of plywood saw.</p> <p>During this thesis a lot was learned of Siemens Ltd. product Sinamics S120 and G120 series motor controller and assembling them</p>		
Keywords/tags (subjects) 0 Plywood, contactor, servo technology, Siemens, Sinamics, frequency converter		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Opinnäytetyön lähtökohdat	3
1.1	Automaattisen vanerinsahauslinjan toiminta	4
2	Sahalinjan turvallisuus	7
3	Moottorikäytöt ja tekniikat	9
3.1	Kontaktoriohjaus	9
3.2	Servotekniikka	10
3.2.1	Servomoottori	11
3.2.2	Pulssianturi	12
3.2.3	Absoluuttianturi	13
3.3	Modulaarinen moottorinohjausjärjestelmä	14
3.4	Taajuusmuuttajakäyttö	17
4	Työn toteutus	18
4.1	Sähkösuunnittelu	18
4.2	Käyttöönotto	20
5	Työn tulokset	21
6	Pohdinta	23
7	Lähteet	25

Liitteet..... **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Liite 1	Keskus X1
Liite 2	Keskus X2
Liite 3	Keskus X3
Liite 4	Keskus X4
Liite 5	Keskus X13
Liite 6	Pulpetti X31
Liite 7	Pulpetti X33

Kuviot

Kuvio 1. Syöttörullaradat täynnä vaneripinoja	4
Kuvio 2. Alipainesiirtolaite.....	5
Kuvio 3. Poikittaissahan työnnin.....	6
Kuvio 4. Poikittaisoikaisin ja rullarata	6
Kuvio 5. Haarukkavaunu	7
Kuvio 6. Porttikytkin	8
Kuvio 7. Tähti-kolmio-ohjauksen piirikaavio jossa myös suunnanvaihto.	10
Kuvio 8. Tyypillinen servomoottori.....	11
Kuvio 9. Pulssianturi.....	12
Kuvio 10. Pulssianturin signaaliulostulot.....	12
Kuvio 11. Absoluuttianturi ja bittikaavio	14
Kuvio 12. Sinamics S120 booksize -järjestelmä	15
Kuvio 13. Sinamics S120 booksize -topologia.....	16
Kuvio 14. Siemens sinamics S120 -järjestelmä asennettuna.	17
Kuvio 15. G120-sarjan tehoyksiköjä.	18
Kuvio 16. Pulpetti X31	22
Kuvio 17. Uusi keskusrivistö asennettuna	22

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Teollisuuden sähkö- ja automaatiojärjestelmän elinkaari on yleensä noin 20 vuotta. Sähkö- ja automaatio saneerauksella saadaan järjestelmän elinkaari aloitettua alusta, ja nykyisten parempien moottorinohjauksien myötä myös pidemmäksi. Saneerauksen yhteydessä järjestelmä päivitetään modernimpaan versioon. Tällä saavutetaan parempi turvallisuus, ohjattavuus ja energiatehokkuus.

Pasram Oy

Pasram Oy on vuonna 2012 perustettu automaatio- ja sähkösuunnittelutoimisto. Pasramilla on erittäin vahva osaaminen teollisuuden automaatiojärjestelmistä, joista vahvimpana Siemensin logiikkajärjestelmät. Osaamista löytyy myös muiden valmistajien järjestelmistä kuten esimerkiksi Omron, Schneider Electric ja ABB. (Pasram, N.d.)

UPM Kymmene Oy

Asiakkaana toimi UPM Kymmene Oy. UPM on Euroopan suurin vanerin valmistaja. Vaneriliiketoiminnalla on kaikkiaan 7 tehdasta Suomessa ja lähimaissa. Tämän opinnäytetyön vanerinsahauslinja sijaitsee UPM Pellos tehtaalla Ristiinan Pellosniemessä. (Pesonen, N.d.)

Opinnäytetyön lähtökohtana oli automaattisen vanerinsahauslinjan sähkö- ja automaatiojärjestelmän saneeraus, ja sen myötä sähkölaitteistojen osalta käyttöään jatkaminen. Saneeraukseen kuului uudet keskuksset, pulpetit, servomoottorit, tarvittava uusi kaapelointi, selkeämmät ja päivitetyt sähkökuvat ja valvomon uudistus helppokäyttöisemmäksi. Työhön kuului myös sahalinjan turvallisuuden parantaminen. Työssä pyrittiin säilyttämään mahdollisimman paljon vanhoja toimivia kenttälaitteita, jotta saneerauksen kustannukset saataisiin mahdollisimman pieniksi.

Opinnäytetyössä tehtiin uudet moottorinohjaukset, keskuksien ja kaapelointien suunnittelu sekä sähkökäyttöön oton valvonta. Itse asennukset hoiti Pohjois-

Hämeen sähkötyö Oy. Työhön osallistui minun lisäksi Pasram Oy: stä muutamia automaatiosuunnittelijoita, joiden tehtävä oli logiikkaohjelmointi, valvon suunnittelu sekä automaatiokäyttöönnotto. Työn lähtötietoina toimivat vanhat sähkökuvat sekä tieto, jotka saattin käydessä paikanpäällä katso-
massa sahaa käytännössä.

1.1 Automaattisen vanerinsahauslinjan toiminta

Automaattinen vanerinsahauslinja on tullut UPM Pellokseen vuonna 1995, ja sen on toimittanut saksalainen Schelling -osakeyhtiö.

Sahalinjan tehtävänä on tuottaa asiakkaalle valmiiksi oikeaan kokoon leikattuja vanerilevyjä ja jakaa erikokoiset levyt kahdelle eri lavalle käyttäjän määrämällä tavalla.

Ensiksi vanerisahaan tuodaan iso pino vanerilevyjä syöttäviä rullaratoja pitkin. (ks. kuvio 1).



Kuvio 1. Syöttörullaradat täynnä vaneripinoja

Tämän jälkeen alipaineella toimiva siirtolaite siirtää vanerilevyt yksi kerrallaan rullastolle. (ks. kuvio 2).



Kuvio 2. Alipainesiirtolaite

Rullastolla oleva vaneripinka tasataan joka suunnasta oikaisijoilla, jotta vanerilevyistä tulee kaikista samankokoisia. Rullasto kuljettaa vanerilevyjä hieman eteenpäin lähemmäksi pitkittäissahaa. Pitkittäissahan työnnin ottaa levynipusta kiinni ja vie vaneripinkan pitkittäissahalle oikeaan kohtaan ja pitkittäissaha tekee leikkausliikkeen. Leikkausliikkeen jälkeen pitkittäissahan tarttuu vaneripinoon ja siirtää sen poikittaissahan työntimen luokse (ks. kuvio 3).



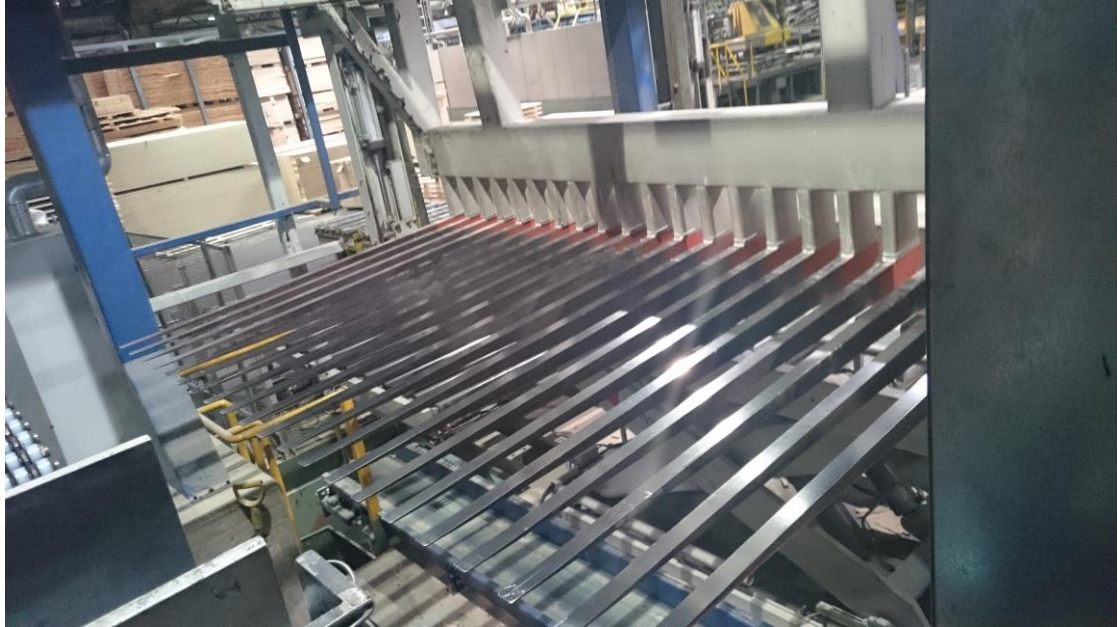
Kuvio 3. Poikittaissahan työnin

Poikittaissahan työntimen luona vaneripinon oikaisee vielä soiron oikaisijat, ennen kuin työnin ottaa siitä kiinni ja tuo pinkan poikittaissahalle sahattavaksi. Poikittaissahauksen jälkeen poikittaissahan vedin vetää vaneripinon pois poikittaissahalta rullaradoille, jotka kuljettavat pinkan poikittaisoikaisijalle, joka oikaisee pinkan viimeisen kerran ennen lavoille ladontaa. (ks. kuvio 4).



Kuvio 4. Poikittaisoikaisin ja rullarata

Lavoille ladonta tapahtuu niin sanotulla haarukkavaunulla, joka ottaa pinon kyytiin ja vie sen oikealle poistolavalle. (ks. kuvio 5.)



Kuvio 5. Haarukkavaunu

2 Sahalinjan turvallisuus

Prosessilaitosten ja prosessien riskejä voidaan vähentää monin tavoin, ensisijaisesti hyvällä prosessi- ja laitossuunnittelulla. Yhtenä riskinvähennyskeinona toimii turva-automaatiojärjestelmä, joka on prosessin tai laitteen normaalista käyttöautomaatiosta erillinen järjestelmä. Turva-automaatio pysäyttää prosessin ja laitteen tai ohjaa sen vakavassa häiriö- tai vaaratilanteessa turvalliseen tilaan. Turva-automaatio toimii, mikäli käyttöautomaatiojärjestelmä tai muu varautuminen pettää. Turva-automaatiojärjestelmä vaikuttaa merkittävästi prosessin tai laitteen turvallisuuteen. Sen virheellisestä toiminnasta tai toimimattomuudesta saattaa olla seurauksena vakavia henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkoja. (Tukes, 2007, 3.)

Sahalinjan turvallinen toiminta on varmistettu turva-aidoilla, valoverhoilla ja porttikytkimillä ja turvalukoilla. Sahan alueelle pääsy tahattomasti on estetty

joka suunnasta. Jos valoverho tai porttikytkin tunnistaa läpi kulkevan ihmisen, koko saha pysähtyy välittömästi. Sahalinjaa ei saada takaisin käyntiin, ennen kuin operaattori on kuitannut pysäytyksen ohjauspulpetissa olevasta painikkeesta.

Porttikytkimet (ks. kuvio 6) on toteutettu normaalisti suljettu -toimisilla kytkimillä, eli sähkö pääsee niistä läpi silloin, kun portti on suljettu. Jos virtapiiri jossain kohdassa katkeaa, esimerkiksi johdinvian tai portin aukaisun takia, niin saha sammuu myös silloin. Tätä kutsutaan lepovirtaperiaatteeksi. Jos porttikytkimien toiminta olisi toteutettu normaalisti auki -toimisilla kytkimillä ja niiden välillä oleva johdin katkeaisi, ei saha pysähtyisi, vaikka portin aukaisisikin. Oikean tyyppisillä kytkimillä taataan turvallinen toiminta myös johdin- tai kontaktivian sattuessa.



Kuvio 6. Porttikytkin

Sahan terät on suojattu turvalukoilla, jotka eivät aukea kuin avaimella ja vasta silloin kun sahan terät ovat pysähtyneet. Tällä taataan se, ettei liikkuvaan sahanterään pääse käsiksi. Avaimella avauksella estetään muiden kuin laitteiston operaattorin pääsy terän luo. Tämä siksi, ettei terän vaihtoa voi tehdä sii-

hen kouluttautumaton henkilö. Operaattorit ovat saaneet terän vaihtoihin koulutuksen.

Toimeksiantona oli myös parantaa sahalinjan turvallisuutta. Sahalinjan turvallisuutta oli tarkoitus parantaa moottorilähtöjen osalta parempaan turvaluokitukseen. Kaikki venttiililähtöjen ohjaukset sijoitettiin Siemens logiikan safety-kortteihin. Turvaloverhoja ei uusittu, koska suurin osa niistä oli uusittu vuonna 2005, ja kaikki laitteet toimivat moitteetta.

3 Moottorikäytöt ja tekniikat

Tässä luvussa perehdytään työssä käytettyihin moottorinohjaustekniikoihin, ja perehdytään servomoottoreihin ja niiden anturointeihin. Lopuksi esitellään myös työssä käytettyä Siemens Sinamics S120 -sarjan moottorinohjausyksikköä.

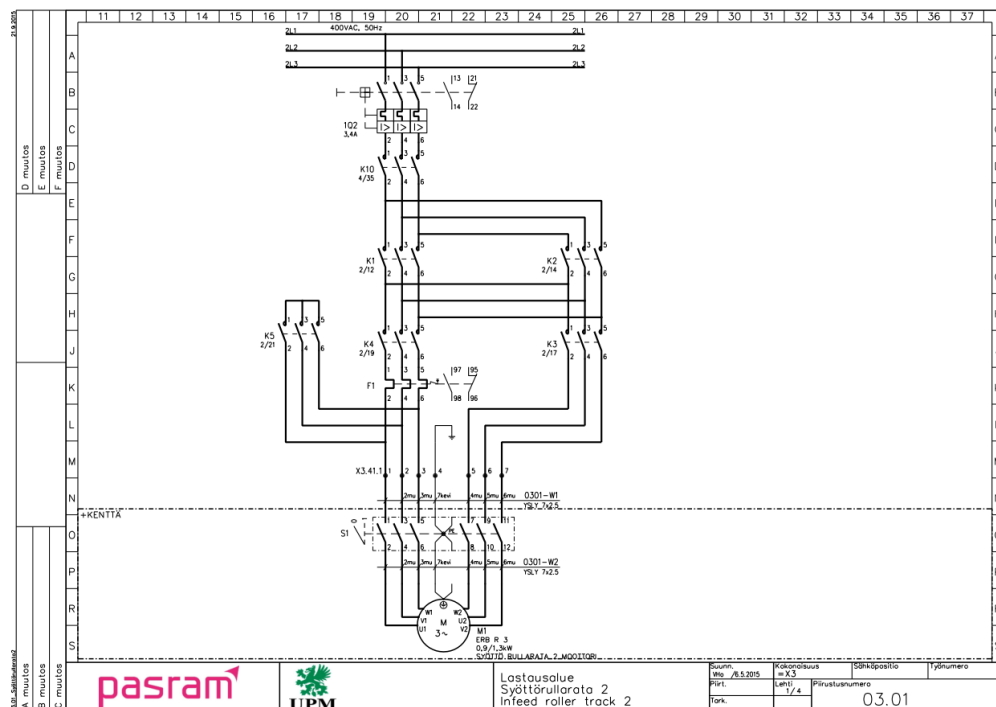
3.1 Kontaktorihjaus

Kontaktorihjaus on yksi teollisuudessa eniten käytössä oleva moottorinohjaustapa. Kontaktorihjauksessa kontaktori kytkee sähkömoottorin suoraan syöttävään sähköverkkoon. Niillä ohjataan yleensä suuria virtoja ja sähkötehoja. Kontaktoreiden toimintaperiaate on samanlainen kuin releillä, mutta avausvälejä on yleensä kaksi vaihetta kohti.

Kontaktorihjausmuodossa ei moottorin momenttia tai pyörimisnopeutta pystytä säätämään. Ohjaustapa on hyvä kohteisiin, joissa moottorin nopeutta tai momenttia ei tarvitse säätää. Vanerinsahauslinjassa kontaktorihjauksia oli käytetty vaneria syöttävissä rullaradoissa.

Tähti-kolmio -kontaktorihjaus

Tähti-kolmio kontaktoriohjaus (ks.kuvio 7) on erityisesti suurien ja suurta käynnistysmomenttia tarvitsevien moottorien ohjaukseen käytetty ohjaustapa. Tähti-kolmiossa käynnistetään sähkömoottori ensin tähdessä, jolloin moottorin momentti on pienempi. Määrätyn ajan jälkeen aikarele vaihtaa kytkennän kolmiokytkentään, jolloin kiihdytys nopeutuu ja momentti suurenee. Tähti-kolmio-ohjausta käytetään esimerkiksi hihnakuljettimissa, joissa enimmillään on useiden satojen kilojen massa. (Mäkinen & Kallio, 2004)



Kuvio 7. Tähti-kolmio-ohjauksen piirikaavio, jossa myös suunnanvaihto

3.2 Servotekniikka

Servojärjestelmän tehtävänä on ohjata haluttuun arvoon esim. kappaleen nopeus ja asema. Toimilaitteena voivat toimia erilaiset sylinterit ja moottorit. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin servomoottoreihin ja niiden ohjauksiin.

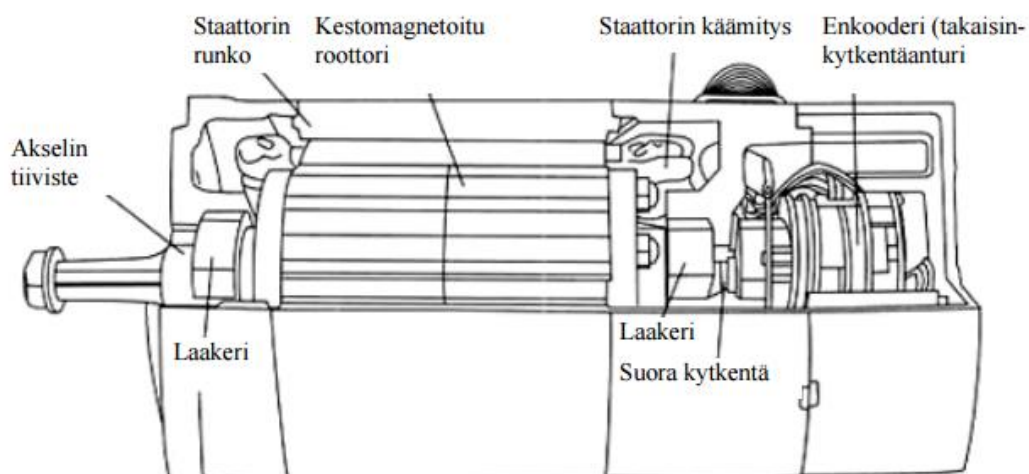
Koneautomaatiossa yleisimpiä ovat nopeus- ja asemaservot. Oleellinen osa servojärjestelmää on takaisinkytkentä. Takaisinkytkennän avulla mitataan kierrosnopeus tai asema, jota verrataan järjestelmän ohjaukseen. Tarkimmissa

servojärjestelmissä takaisinkytkentöjä voi olla useita. (Fonselius, Rinkinen, Vilenius, 1997)

3.2.1 Servomoottori

Sähkömoottorit ja -käytöt ovat levinneet kaikkiin teollisuuden käyttökohteisiin. Prosesseissa, joissa tarvitaan tarkkaa toimintatarkkuutta, voidaan käyttää takaisinkytkettyjä moottorikäyttöjä, eli servokäyttöjä. Takaisinkytkettyjä ja tarkasti asemasäädettyjä moottoriratkaisuja kutsutaan servomoottoreiksi. (VTT, 2005.)

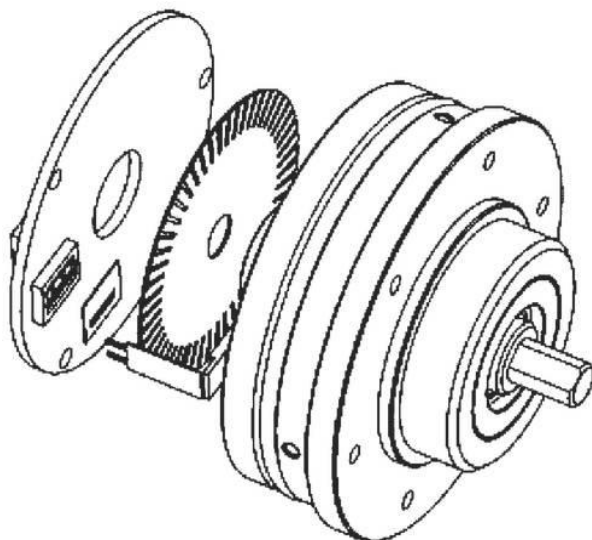
Servomoottorit ovat tasa- tai vaihtojännitemoottoreita. Servomoottori voi olla esimerkiksi normaali oikosulkumoottori, jossa on takaisinkytkentäanturi, jonka avulla ohjataan moottorin pyörimisnopeutta. (Fonselius, Rinkinen, Vilenius, 1997 v.) Nykyään lähes poikkeuksetta servojärjestelmää rakennettaessa valitaan jonkin laitevalmistajan valmis servomoottori (ks. kuvio 8), johon on integroitu takaisinkytkentäanturi.



Kuvio 8. Tyypillinen servomoottori (Kissell, 2004)

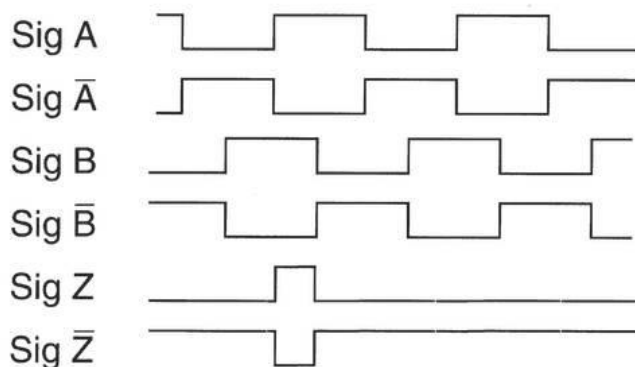
3.2.2 Pulssianturi

Pulssianturi (ks. kuvio 9) on yksinkertainen kääntymis-kulman osoittava anturi. Se koostuu valoa lähettävästä ledistä, valoa vastaanottavasta diodista, sekä niiden välissä olevasta pulssikiekosta.



Kuvio 9. Pulssianturi (OEM Automatic N.d.)

Pulssikiekossa on vuorotellen sekä läpinäkyviä että läpinäkymättömiä viivoja, joiden lukumäärä vastaa anturin resoluutiota. Kun kiekko pyörii, valo vuorotellen näkyy ja ei näy vastaanottimelle. Tästä saadaan analogin signaali, joka vahvistetaan ja siitä saadaan kanttiaallon muotoista pulssia (ks. kuvio 10).



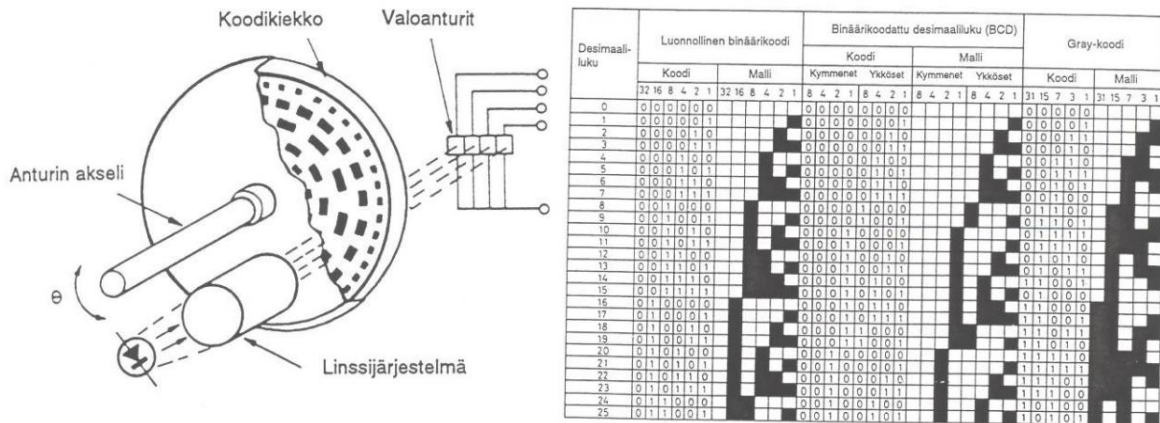
Kuvio 10. Pulssianturin signaaliulostulot (OEM Automatic N.d.)

Jotta pyörimissuunta saadaan selville, on kiekossa kaksi 90:n asteen vaihe-siirrossa olevaan pulssiekikkoa, tai viivakehää, joilla saadaan aikaiseksi kaksi kanttiaaltoa, signaalit A ja B. Jos pyörimissuunta on akselin suuntaisesti kat-sottuna myötäpäivään, tulee A-signaalin nouseva reuna B-signaalin ollessa myös päällä. Jos pyörimissuunta on vastainen, tulee A-signaalin nouseva reu-na B-signaalin ollessa pois päältä. (OEM Automatic N.d.)

3.2.3 Absoluuttianturi

Absoluuttiantureilla (Kuvio 11) voidaan todeta absoluuttisen tarkka moottorin akselin asento. Absoluuttianturin perusidea on sama kuin pulssianturilla mutta absoluuttianturin pulssiekikossa on monta vyöhykettä. Eri vyöhykkeillä on vuo-rotellen valoa läpäisemättömiä ja läpäiseviä sektoreita, joista muodostuu 6—20 kanttipulssista ulostuloa. Näistä useista kanttiaaltopulsseista muodos-tuu binäärinen esitys akselin absoluuttisesta asemasta.

Tavallisimmat käytetyt koodit ovat luonnollinen binäärikoodi, Gray-koodi ja binääridesimaalikoodi (ks. kuvio 11). Binäärikoodia käytetään lähinnä yksin-kertaisuutensa takia. Käytettäessä normaalia binäärikoodia monta bittiä vaih-taa tilaa samanaikaisesti, joka lisää valoanturin virheen mahdollisuutta. On olemassa myös toinen koodi, gray-koodi, joka on rakennettu siten, että luke-man muuttuessa vain yksi bitti kerrallaan voi muuttua. Siten Gray-koodi on luotettavampi käytössä kuin binäärikoodi. (Teknillinen korkeakoulu, 2008)



Kuvio 11. Absoluuttianturi ja bittikaavio (Teknillinen korkeakoulu, 2008)

3.3 Modulaarinen moottorinohjausjärjestelmä

Nykyään moottorinohjauksissa voidaan käyttää myös erilaisia modulaarisia moottorinohjausjärjestelmiä, joissa on tarvittavan moottorikoon mukaan vaihtuva teho-osa. Järjestelmissä älyosa on erillään tai kiinnitettävissä teho-osasta, jolloin se ei vaihdu eri moottorikokojen mukaan. Modulaarisuutta voidaan lisätä entisestään lisäämällä teho-osan lisäksi myös erillisiä moottorinohjausmoduuleita, jotka saavat energiansa teho-osalta.

Siemens Sinamics S120 -moottorinohjausjärjestelmä

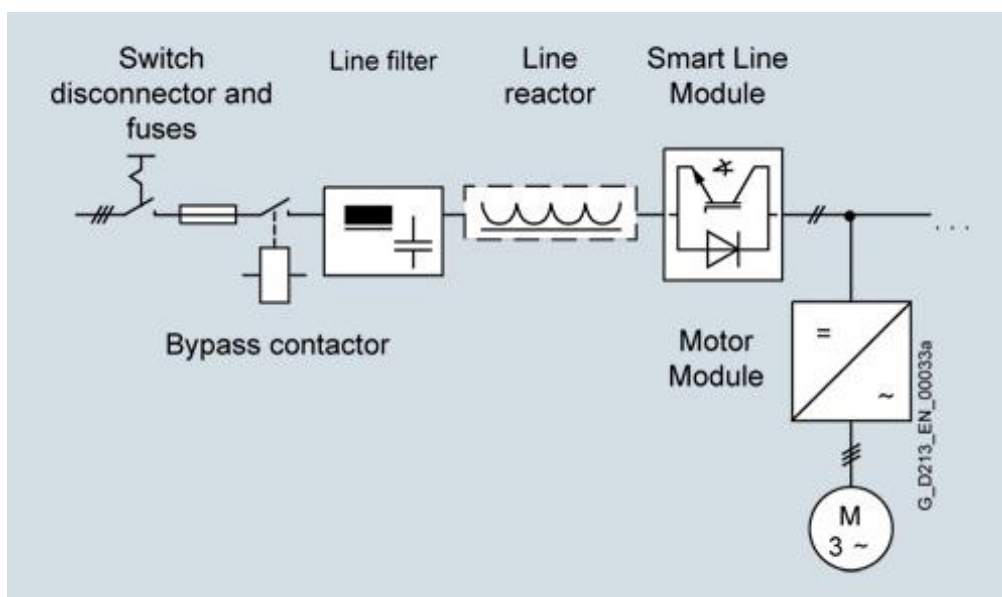
Sinamics S120 (ks. kuvio 12) on Siemensin suunnittelema modulaarinen moottorinohjausjärjestelmä. Yksikön koko määräytyy tarvittavan kokonaistehon ja moottorien määrän mukaan, laitteistoja on saatavilla 0,12 kilowatin tehosta aina 1,2 megawattiin asti.



Kuvio 12. Sinamics S120 booksize –järjestelmä (Siemens, N.d.)

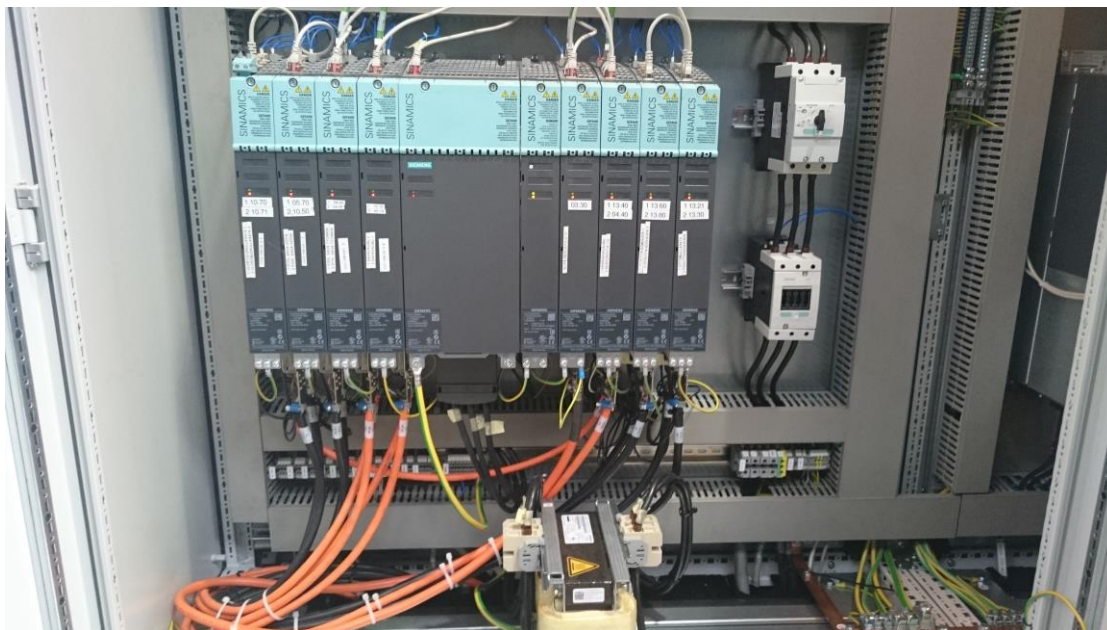
Sinamics S120 soveltuu teollisuuden erilaisiin tarpeisiin, erityisen hyvin moniakselisiin sovelluksiin. Se mahdollistaa vektori- ja servokytkennät. Käyttäjä voi valita halutut ominaisuudet, kuten esimerkiksi synkronoinnin tai sähköisen vaihteen. Sinamics S 120 -käytön komponentit kommunikoivat keskenään DriveCliqu-liitäntätekniiikan avulla.

Projektin tarpeisiin soveltuivat parhaiten booksize-koko. Laitteisto on sopivan pieni, mutta silti tehoreserviä jäi muutostarpeisiin vähintäänkin riittävästi. Päävirtapiiri koostuu moottorinsuojakytkimestä (circuit breaker), pääkontaktorista (line contactor), verkkosuotimesta (line filter), tehoyksiköstä (smart line module) sekä moottorimoduuleista (Motor module). Lisäksi ohjausvirtapiiriin kuuluu ohjausyksikkö (control unit). (ks. kuvio 13)



Kuvio 13. Sinamics S120 booksize –topologia (Siemens, N.d.)

Sähkönsyöttö järjestelmään tuodaan moottorinsuojakytkimen, pääkontaktorin ja verkkosuotimen kautta tehoyksikköön. Tehoyksikkö muuttaa 230-voltin vaihtojännitteen 600-voltin tasajännitteeksi ja jakaa sen laitteiston edessä olevan tasajännitekiskon kautta moottorimoduuleille. Lisäksi laitteiston etuosassa on myös 24-voltin ohjausjännitekisko. Ohjausyksiköillä ohjataan moottorilähtöjä ja tehoyksikköä. Yksi ohjausyksikkö pystyy käsittelemään 6 moottorilähtöä yhtäaikaaisesti. Kiskotot vähentävät kaapeloinnin tarvetta, jolloin käyttöönotto nopeutuu. S120 asennus (ks.kuvio 14) ja huoltotoimenpiteet on tehty helpoiksi, koska moottorikaapelit kytketään järjestelmään pikaliittimillä.



Kuvio 14. Siemens Sinamics S120 -järjestelmä asennettuna

3.4 Taajuusmuuttajakäyttö

Taajuusmuuttaja on moottoreiden ohjaukseen suunniteltu laite, jota käytetään vaihtovirtaverkossa. Taajuusmuuttajalla muodostetaan kolmivaiheinen jännite, jonka taajuutta voidaan säätää. Normaalisti taajuuden säätöalue on 0—100 Hz. Taajuusmuuttajalla saadaan moottorille nouseva käynnistysmomentti, jolloin moottorin akselille ei aiheudu suurta momenttipiikkiä. Kun moottoria ohjataan taajuusmuuttajalla, eri prosessien hallinta moottorilla on helpompaa. Lisäksi taajuusmuuttajalla ohjaus säästää sähköä, koska moottorin ei tarvitse koskaan pyöriä liian lujaa tai tuottaa prosessiin tarpeetonta momenttia. (Mäkinen, Kallio, 2004.)

Opinnäytetyössä käytettiin taajuusmuuttajaa moottorinohjaukseen monissa paikoissa, esimerkiksi sahojen vetimissä, sahan terissä, poikittais- ja pitkittäistasaimissa. Siemens Sinamics G120-sarjan taajuusmuuttajia käytettiin sahan terien ohjaukseen ja S120-sarjaa muiden laitteiden ohjaukseen. Kaikki ohjaukset olisi toteutettu S120-sarjalla, mutta alkuperäisissä suunnitelmissa sahojen terät oli vielä ohjattu tähti-kolmio -kontaktiohjauksella. Helpointa tässä tilanteessa oli lisätä omat G120-sarjan moottorinohjausyksiköt kullekin sahan terälle.

Sinamics G120-sarjassa (ks. kuvio 15) koostuu tehoyksiköstä (power module), äly-yksiköstä (control unit) sekä mahdollisesta ohjauspaneelista (control panel). Hyvää tässä eri osista koostuvassa sarjassa on se, että tehoyksikön koko vaihtelee ohjattavan moottorin tehon mukaan, mutta äly-yksikkö ja ohjauspaneeli pysyvät aina samoina.



Kuvio 15. G120-sarjan tehoyksiköjä (Siemens, N.d.)

4 Työn toteutus

4.1 Sähkösuunnittelu

Opinnäytetyössä käytettiin Kyndata Oy:n Cads planner -ohjelmistoa, joka on sähkökuvien piirtoon tarkoitettu sovellus. Cads planner -ohjelmistossa on eri sovelluksia erilaisiin suunnittelutarpeisiin. Tässä työssä käytettiin Cads planner electric -sovellusta. Cads electric soveltuu laajasti teollisuuden erilaisiin sähkö- ja automaatio-suunnittelutarpeisiin, kuten teollisuussähköistykseen, instrumentointiin sekä koneautomaatio- ja logiikkasuunnitteluun.

Työ aloitettiin tutustumalla vanhoihin sähkökuviin, ja käymällä paikan päällä katsomassa sahalinjaa UPM Pelloksella Ristiinassa. Saatujen lähtötietojen perusteella merkattiin kansioon huomattavat muutoksia vaativat kohdat. Vanhoista sähkökuvista löytyi käyttöönotossa puutteita. Sähkökuvia oli kuudessa eri kansiossa, joista meille oli toimitettu yksi lähtötiedoiksi. Osaan sähkölaitteista oli tehty muutoksia, jotka oli kirjattu eri kansioihin.

Uusien sähkökuvien piirto aloitettiin suunnittelemalla keskuslayout -kuvat eli kuvat joiden perusteella komponentit asetellaan kaapistoihin. Layout-kuvia päivitettiin koko sähkösuunnitteluprosessin ajan.

Piirikaavioiden piirto aloitettiin helpoimmista moottorilähdöistä eli yksinkertaisista kontaktoriohjauksista.

Kontaktoriohjauksien jälkeen tutustuttiin sahalinjan jännitteenjakokuvaan, ja vertailtiin niitä vanhoista keskuksista otettuihin kuviin. Näiden tietojen perusteella saatiin mielikuva, kuinka jännitteenjako kannattaisi toteuttaa järkevästi. Jännitteenjako toteutettiin niin, että saha jaettiin eri alueisiin. Ensin kuviin laitettiin pääsulakkeet, sitten aluekohtaiset oikosulkusuojaukset ja niiden jälkeen moottorilähtökohtaiset suojaukset. Suojalaitteiden selektiivisyys voitiin todeta silmämääräisesti, koska aluekohtaisten suojalaitteiden arvot olivat huomattavasti korkeammat kuin niiden perässä olevien moottorilähtöjen suojaukset. Selektiivisyyden silmämääräinen arviointi riitti, koska suojalaitteiden kokoja ei muutettu alkuperäisistä suunnitelmista.

Jännitteenjaon piirtämisen jälkeen tutustuttiin sahalinjan hätäseis- ja pysäytyspiireihin. Pysäytys- ja hätäseispiirit eroavat toisistaan niin, että hätäseis-painiketta painamalla koko sahalinja pysähtyy kerralla ja turvallisesti. Pysäytyspiirit pysäyttävät taas vain sen alueen laitteet, jotka on määritetty ohjelmassa sille piirille.

Hätäseispiiriin ei tullut suuria muutoksia, koska piiri oli jo alkuperäisissä suunnitelmissa kahdennettu. Lisäsin sahan ympäristöön vain muutaman hätäseis-painikkeen.

Pysäytyspiiri ja sen kuittaus oli sitten hieman monimutkaisempi kuin hätäseispiiri. Saha oli jaettu neljään eri pysäytysalueeseen. Pysäytyspiirit kestivät juuri samanlaisina kuin alkuperäisissä suunnitelmissa. Pelkkiin alueiden pysäytyksiin ei kuitenkaan oltu tyytyväisiä, niin laitekohtaiset pysäytyspainikkeet lisättiin pulpetteihin.

Lopuksi piirsin myös uusista pulpeteista layout-kuvat. Pulpetteihin tuli Siemensin intouch -kosketusnäyttöpaneeli, jokaiselle laitteelle oma pysäytys-painike, hätäseispainikkeet sekä jokaisen laitteen käsiajoon käytettävät nuoli-painikkeet. Kun sähkökuvat oli saatu valmiiksi, alkoi keskuksien valmistus.

4.2 Käyttöönotto

Keskuksien ja pulpettien valmistuksen hoiti Insta Automation Oy. Keskuksset ja pulpetit valmistettiin Muuramen toimipisteellä. Kysymyksiä ja korjausehdotuksia Insta Automationilla oli paljon, sillä kuvista löytyi useita virheitä. Nämä kuitenkin korjattiin suunnitelmiin ja uudet suunnitelmat toimitettiin keskusvalmistukseen.

Keskuksset olivat valmiit ja asennukset alkoivat. Käyttöönotto aloitettiin kaapeleiden merkkauksella. Sahalinjan alueelta otettiin pois kaikki vanhat ylimääräiset kaapelit, joista suurin osa oli logiikkojen välisiä kommunikointikaapeleita. Nykyään kommunikointi logiikkojen välillä tapahtuu Profinet-väylän kautta. Kun vanhat kaapelit saatiin purettua, vaihdettiin servomootorit uusiin ja vaihdettiin taajuusmuuttajakäyttöihin uudet kaapelit ja EMC-suojatut turvakytkimet. Taajuusmuuttajakäytöt kaapeloitiin turvakytkimelle asti MCCMK-kaapelilla. Turvakytkimen jälkeen oli energiansiirtoketju, johon tarvittiin siihen soveltuvaa kaapelia. Kaapeliksi valittiin Ölflex servo FD 796 CP-kaapeli. Energiansiirtoketjukaapeleiden eli Ölflex servon mitoitukseen vaikutti myös moottorinohjauksyksiköiden verkkoon jarrutus. Verkkoon jarruttaessa jännite saattaa kohota yli 500:n voltin. Verkkoon jarruttavien moottorikäyttöjen kaapeloinnilla täytyy olla yli 1000:n voltin jännitteenkesto.

Vanhat kaapit ja pulpetit purettiin pois kaapeleiden merkkauksen jälkeen. Uudet pulpetit ja keskuksset saapuivat ajallaan ja ne saatiin asennettua melko kivuttomasti. Keskuksien kytkennän jälkeen tehtiin viimeistelytyö, eli siistittiin kaapelihyllyjä ja laitettiin kaapelihyllyihin kannet päälle. Kun sahalinjan sähkö oli saatu valmiiksi, toimeksiantajan automaatioinsinöörit tulivat käyttöön ottamaan sahalinjan automaation.

Ensimmäisenä keskuksiin kytkettiin sähköt päälle ja aloitettiin logiikan tulojen eli tietoa lähettävien kenttälaitteiden tarkistus linjan alkupäästä loppupäähän. Tässä ilmeni muutamia pieniä kytkentävirheitä, joita korjasin samaan aikaan kun automaation käyttöönottajat jatkoivat tarkistusta. Tulojen jälkeen testattiin lähdöt ja moottorikäytöt, näissä ei montaa virhettä ollut. Muutaman kontakto-riohjatun moottorin pyörimissuunnan jouduin vaihtamaan. Servo- ja taajuusmuuttajakäytöt saatiin testattua ilman ongelmia.

5 Työn tulokset

Työn tuloksina saatiin sähköiltään ja automaatioltaan uudistettu vanerinsa-
hauslinja. Uusien servomoottoreiden, energiansiirtoketjun kaapelointien ja uu-
sien moottorinohjausyksiköiden ansiosta sahalinjalle saatiin arvioilta 20 vuotta
lisää käyttöikä. Uusien moottorinohjauksien ansiosta saavutettiin myös pa-
rempi energiatehokkuus. Uusi sahalinja on myös huomattavasti turvallisempi,
koska moottorilähtöjen turvallisuusluokitusta nostettiin sekä valoverhojen ja
turvaovien toimintaa parannettiin. Lisäksi turvallisuutta kohentamaan raken-
nettiin uutta turva-aitaa, niin että alueelle ei enää tahattomasti pääse kuin tur-
vaportin tai valoverhon läpi.

Sahalinjan keskellä sijaitseva valvomo sai uudet pulpetit (ks. liitteet 6 & 7),
joiden käytettävyyttä oli paranneltu. Operaattoreilta pyydettiin ohjeita ja neuvo-
ja, millaiseksi pulpetit kannattaa kanneltaan rakentaa. Operaattorit halusivat
jokaiselle laitteelle oman pysäytysnappinsa ja yksinkertaisen käyttöliittymän.



Kuvio 16. Pulpetti X31

Saha-alueelta vähennettiin kaapelointia noin 700 metriä, jolloin sahan palo-kuorma ja vikaherkkyys vähenivät. Kaapeleita poistui paljon, koska vanhat logiikkalaitteiden väliset ristikytkentäkaapelit poistuivat. Toinen syy on, että pulpettiin asennettiin oma logiikan hajautus. Logiikan oman hajautuksen vuoksi kaikki vanhat kaapelit pulpentin ja X1-X4 keskusten väliltä poistuivat. Keskusrivistö (ks. kuvio 17) lyheni yli metrillä, kun servo- ja taajuusmuuttajakäytöt siirrettiin Sinamics S120- ja G120 -sarjan moottorinohjauksiin ja ristikytkentä keskusten välillä poistui. Uudet keskukset ovat siistit ja viimeistellyn näköiset (ks. liitteet 1-5).



Kuvio 17. Uusi keskusrivistö asennettuna

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli uusia vanerinsahauslinjan sähkö ja automaatiojärjestelmä, tuottaa uusitusta sähköjärjestelmästä uudet sähkökuvat, parantaa linjan turvallisuutta ja tuotantotehokkuutta.

Sähkösuunnittelussa alkuun pääseminen oli todella hankalaa, koska en ikinä ennen ollut piirtänyt teollisuuden sähkökuvia. Aikaisemmin olin piirtänyt kiinteistöjen sähkökuvia, mitkä ovat huomattavasti yksinkertaisempia kuin teollisuuden sähkökuvat. Alun vaikeuksien jälkeen piirtäminen alkoi sujua, Aikaa kontaktoriohjattujen moottorilähtöjen piirtämiseen valmiiksi asti meni noin kuukausi.

Tuloksina saatiin sähkö- ja automaatiojärjestelältään uudistettu vanerinsahauslinja, jonka käyttöikä oli jatkettu muutama vuosikymmen. Uudistusten myötä saatiin myös päivitetty sähkökuvat, joihin on kirjattu kaikki aikaisemman kahdenkymmenen vuoden aikana tehdyt muutokset on kirjattu mahdollisimman tarkasti. Ohjauspaneelit saivat myös uuden ilmeen saneerauksen myötä, kun vanhat vaikeakäyttöiset ja likaiset pulpetit vaihdettiin täysin uusiin.

Opinnäytetyötä tehdessä ei suuria epäonnistumisia tapahtunut, ainoastaan muutama pieni mitoituserhe. Mitoituserheet tapahtuivat huolimattomuuden takia. Yhteen kontaktorilähtöön valitsin liian pienellä virta-arvolla olevan kontaktorin, joka jouduttiin vaihtamaan käyttöönnotossa. Pääasiallisesti työ oli onnistunut. Paljon oppia tuli asiakkaalle ja saneerauksen toteuttajille.

Tästä työstä on todella paljon apua tulevaisuudessa, jos tulevaisuudessa saataisiin tehdä lisää samanlaisten sahojen saneerauksia. Saman alkuperäistointajan sahalinjoja on Suomessa kymmeniä, ja ne on toimitettu 1990–2000 luvulla. Lähitulevaisuudessa on siis tulossa vastaavia saneerauksia.

7 Lähteet

Fonselius, J, Rinkinen, J. & Vilenius, M. 1997. Koneautomaatio - servotekniikka. Helsinki: Edita Oy.

Halme J & Parikka R. 2005. AC-servomoottori – rakenne, vikaantuminen ja havainnointimenetelmät. Tutkimusraportti. VTT tuotteet ja tuotanto. Viitattu 18.9.2015. http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/prognos/prognos/pdf/servomoottori_rakenne_vikaantuminen&havainnointi.pdf

Kissell, T. 2004. National Instruments. Servomotors. Internet-osoite <http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/0b12f0c5c73b63008625680a004951cd>. Viitattu 30.9.2015

Kymdata, N.d. Tietoja Cads plannerista. Internet-osoite. Viitattu 16.9.2015 <http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/K%C3%A4ytt%C3%B6tarkoitus/Teollisuuden%20s%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatiosuunnittelu/>

Mäkinen, M. J.J, Kallio, R. 2004. Teollisuuden sähköasennukset. Helsinki: Otava.

OEM Automatic. N.d. Pulssianturien teoriaa, internet-osoite. Viitattu 30.9.2015 http://www.oem.fi/Tuotteet/Anturi/Pulssianturit/Yleista/Pulssianturien_teorial/825723-526144.html.

Pasram, N.d. Tietoja yrityksestä. Internet-osoite. Viitattu 11.9.2015. <http://www.pasram.fi/yritys/tietoa-meista/>

Pesonen. J. UPM lyhyesti. 2015. Tietoja yrityksestä. Internet osoite. Viitattu 15.9.2015. <http://www.upm.com/FI/UPM/UPM-Lyhyesti/Pages/default.aspx>

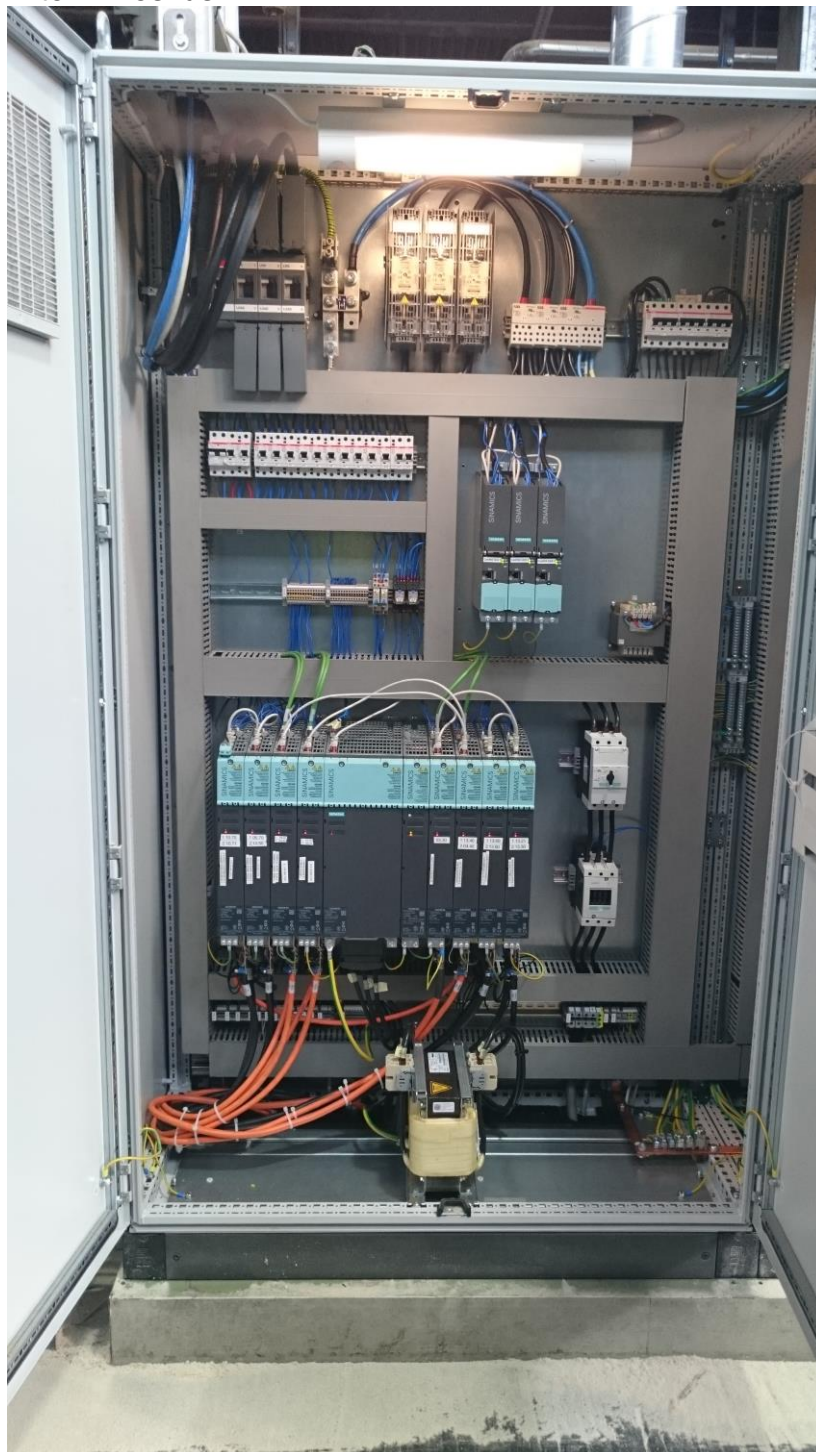
Siemens S120, N.d. Tietoja Siemensin laitteistoista. Käyttöohje. Viitattu 11.9.2015. https://cache.industry.siemens.com/dl/.../IH1_112011_eng_en-US.pdf?

Teknillinen korkeakoulu, 2008. servojärjestelmän viritys.Työohje. Viitattu 21.9.2015. http://automation.tkk.fi/attach/AS-0-2230/Labratyo4_2008.pdf

Turvatekniikan keskus, N.d. Julkaisu. Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. Viitattu 16.9.2015. http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf

Liitteet

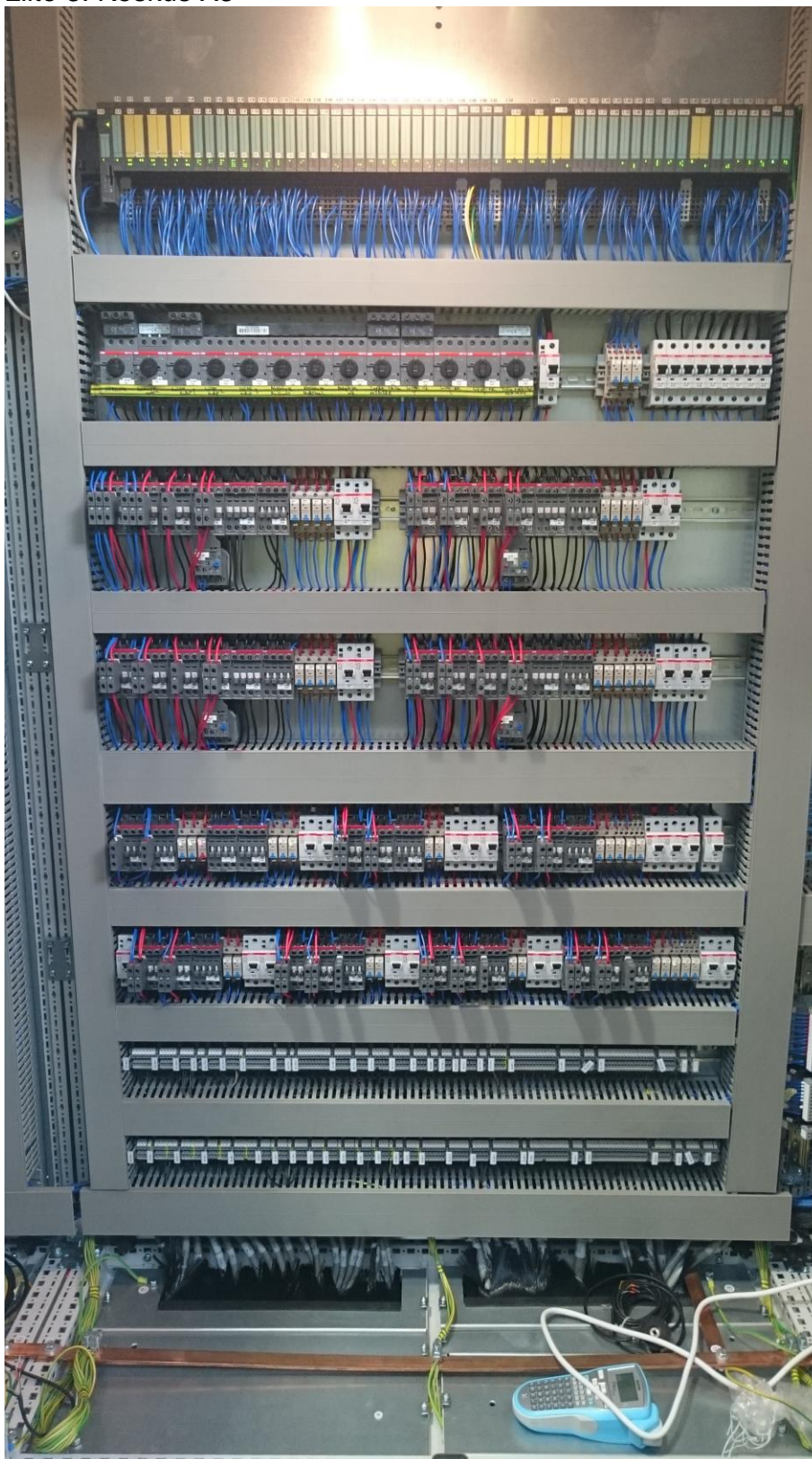
Liite 1. Keskus X1



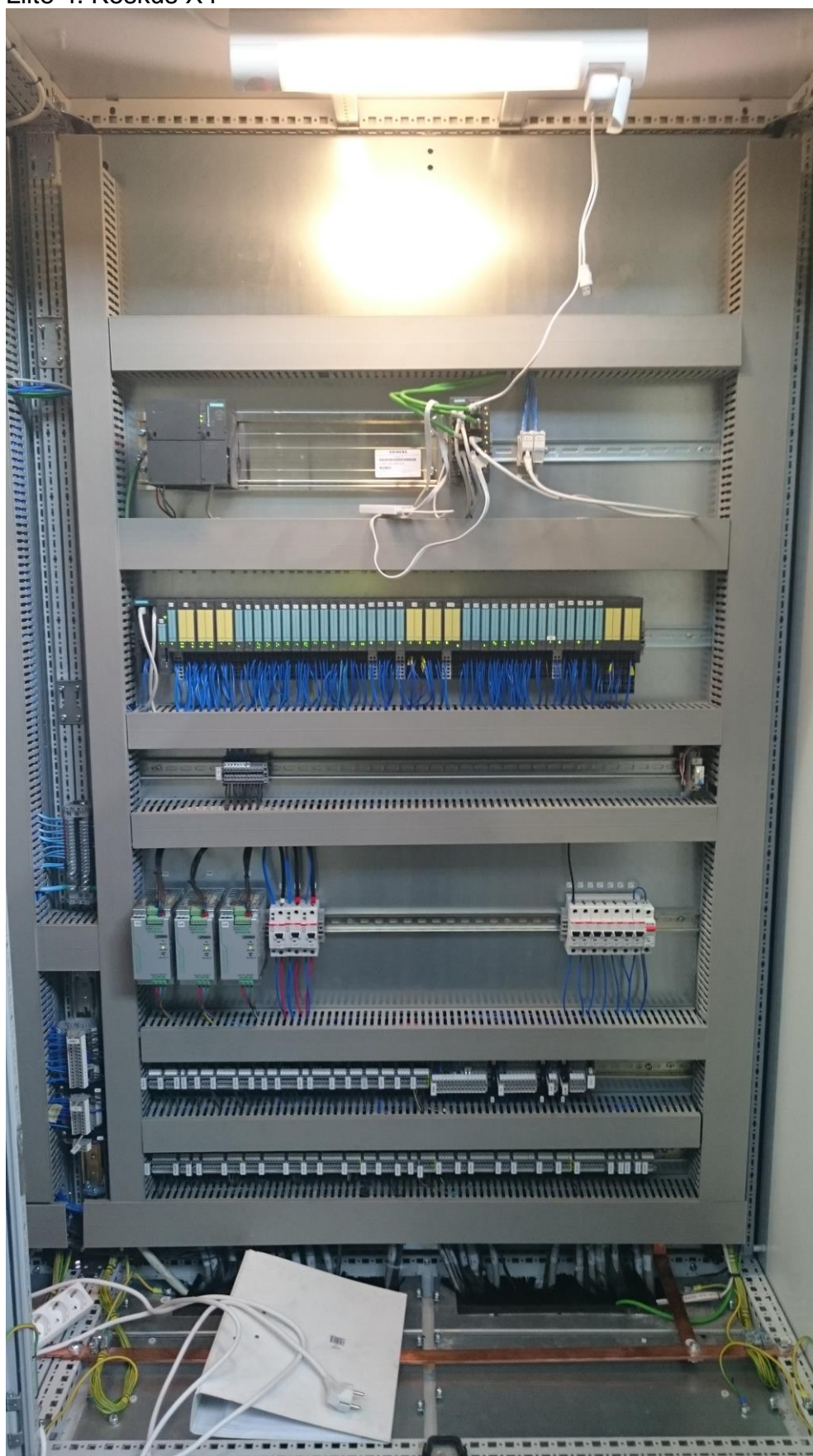
Liite2. Keskus X2



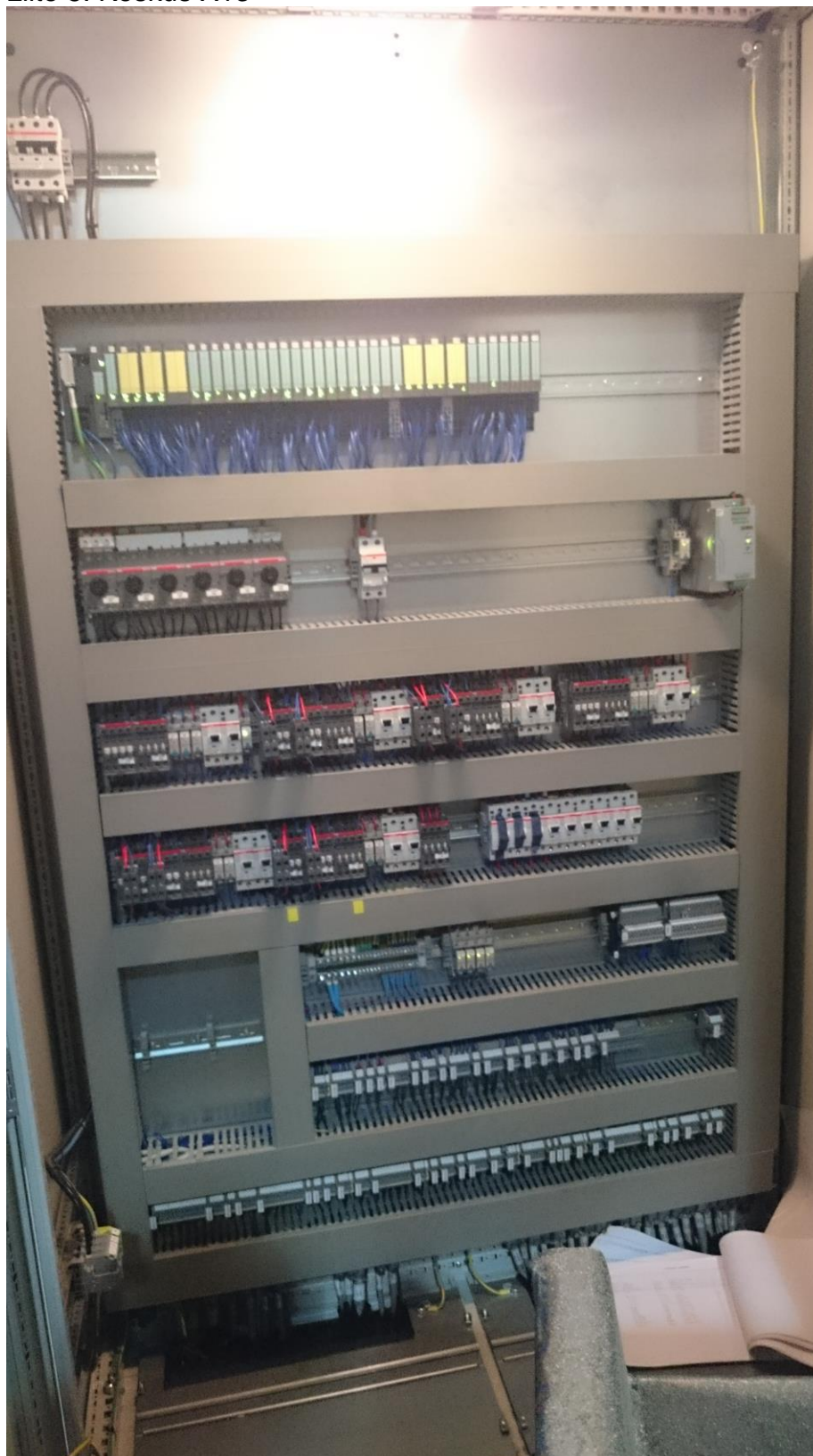
Liite 3. Keskus X3



Liite 4. Keskus X4



Liite 5. Keskus X13



Liite 6. Pulpetti X31



Liite 7. Pulpetti X33

