

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

Tutkintotyö

Antti Aaltonen

NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTÖN TUOTTEISTAMINEN

Työn valvoja

Työn teettäjä

Tampere 2008

Yliopettaja Väinö Bergman

Konecranes Standard Lifting Oy,

ohjaajana DI Pasi Paavilainen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

Aaltonen, Antti

Tutkintotyö

Työn valvoja

Työn teettäjä

Nostureiden yhteiskäytön tuotteistaminen

41 sivua

Yliopettaja Väinö Bergman

Konecranes Standard Lifting Oy, ohjaajana diplomi-insinööri

Pasi Paavilainen

Marraskuu 2008

Hakusanat

Nostureiden yhteiskäyttö, nostureiden langaton ohjaus

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyössä tuotteistettiin Konecranes CXT siltanostureiden yhteiskäyttöä. Nostureiden yhteiskäyttösovellusta on toimitettu tähän asti tapauskohtaisesti suunniteltuina tilauksina. Yhteiskäyttösovelluksesta on tarkoitus kehittää vakioitu tuote tämän tutkintotyön pohjalta. Tutkintotyö sisältää nostureiden yhteiskäytön teknisen toteutuksen määrittelyn. Lisäksi pureudutaan tilauksen käsittelyn ongelmakohtiin, kuinka tilaus määritellään tilausvahvistukseen ja sähkösuunnitellaan.

Yhteiskäyttösovelluksessa nosturiohjaaja ohjaa kahta siltanosturia radio-ohjainlähettimellä, jolloin nosturit toimivat samanaikaisesti. Nostureiden välille on myös saatavissa turvallisuutta lisäävä valvonta. Valvonnalla tarkoitetaan pysäyttävien toimintojen ristiinkytkemistä nostureiden välille erillisellä radio-ohjausjärjestelmällä. Näin nosturit saadaan pysähtymään samanaikaisesti, jos toinen nostureista esimerkiksi ohittaa pysäytysrajan.

Tutkintotyön perusteella tehostettiin tilausprosessia laatimalla ohjeistus tilauksen käsittelyyn ja sähkösuunnitteluun. Tämän ansiosta tilauksen käsittelyyn ja sähkösuunnitteluun käytetty aika lyheni ja siten välittömät kustannukset alenivat.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Electrical Power Engineering

Aaltonen, Antti

Engineering thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

The productisation of cranes in tandem use

41 pages

Väinö Bergman

Konecranes Standard Lifting Corporation, Supervisor: Pasi Paavilainen (BSc)

November 2008

Keywords

Cranes in tandem use, Remote control of cranes

ABSTRACT

The subject of the thesis was to produce the special application of cranes in tandem use to closer to a standard product. "Cranes in tandem use," means that two new similar Konecranes CXT cranes are working together. Operator can control two cranes by common transmitter. Direction of the control signals is only one way from the operator's transmitter to receivers, which are situated on both cranes. This means that there is no communication between cranes. It is possible to add safety by crane interlocking feature with FIX-radio system. FIX-radio system transfers status information of travelling limit switches between cranes. Crane interlocking is used for stopping cranes automatically in case of limit switch tripping. A typical crane in tandem use application, which needs interlocking, is moving long and heavy tubes with high travelling speed. The result of this thesis is more effective order process with new instructions for order handling and electrical engineering.

ALKUSANAT

Tutkintotyön alullepanija oli Konecranes Standard Lifting Oy:n Hämeenlinnan tarjoustukiosaston päällikkö Tero Roivainen. Tutkintotyön tarve oli syntynyt usein toistuvista erikoisista nostureiden yhteiskäyttötilauksista. Erikoisten tilausten käsittely vaatii paljon resursseja. Tämän vuoksi nostureiden yhteiskäyttösovelluksen selkeyttämiseksi tarvittiin tutkintotyö, jossa kokonaisuus laitettiin yksiin kansiin.

Tutkintotyön tekemisessä minua on auttanut koko Hämeenlinnan tarjoustukitiimi. Erityisesti sähköasioissa Jukka Käkönen ja Pasi Paavilainen sekä radiotietämyksessä Jukka Lehtinen. Kiitänkin kaikkia niitä, jotka ovat auttaneet tämän tutkintotyön tekemisessä.

Tampereella 17.11.2008

Antti Aaltonen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

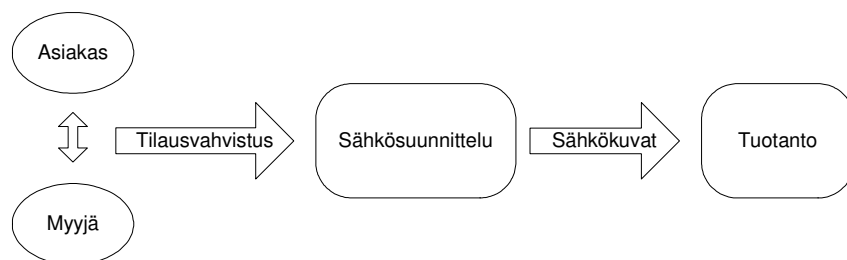
ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
2 CXT SILTANOSTURI.....	7
3 NOSTURIN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ.....	8
3.1 Taajuusmuuttajaohjaus	9
3.2 Kontaktoriohjaus.....	12
3.3 Nostomoottorin ohjauspiiri	13
3.3.1 Noston rajakytkin A-S1	14
3.3.2 Nostomoottorin käämisuoja TR1	15
3.3.3 Nostimen ylikuormasuojaus	16
3.3.4 Nostimen kunnonvalvontayksikkö A-A2	17
3.4 Nosturin ohjaukseen vaikuttavat tekijät.....	18
4 NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTTÖSOVELLUS.....	19
4.1 REMOX516SP-radio-ohjainlähetimet.....	20
4.2 Nostureiden välisen törmäyksenestolaitteiden ohittaminen.....	21
4.3 Yhteiskäyttönostureiden ohjaus ilman valvontaa	22
4.4 Yhteiskäyttönostureiden ohjaus valvonnan kanssa.....	23
4.5 Nostureiden välillä valvottavat asiat.....	24
4.6 Vanhat nostureiden yhteiskäyttötilaukset	25
4.7 Pääkontaktori päällä -signaali.....	26
4.8 Silta ja vaunu kunnossa -signaalit	27
4.9 Vaunu hidastus ja pysäytys -signaalit	27
4.10 Silta hidastus ja pysäytys -signaalit	27
4.11 Nosto / lasku kunnossa -signaali.....	28
4.12 Ristiinkytkentäradiot.....	29
4.13 Ristiinkytkentärelelogiikka.....	30
5 SAKSAN TYÖTURVALLISUUSMÄÄRÄYS	31
6 TUTKINTOTYÖN TULOKSET.....	32
6.1 Kehitetyt tekniset lausekkeet	32
6.1.1 NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTÖN RISTIINKYTKENTÄTASO	33
6.1.2 YHTEISKÄYTTÖPARI.....	34
6.1.3 TANDEM OUTPUT -SIGNAALIN TYYPPI.....	35
6.2 Myyntiohje myyjille	36
6.3 Sähkösuunnitteluohje.....	37
6.4 Nostureiden yhteiskäytön ohjelmoiminen Markman2000-ohjelmaan	38
7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	39
LÄHTEET.....	40

1 JOHDANTO

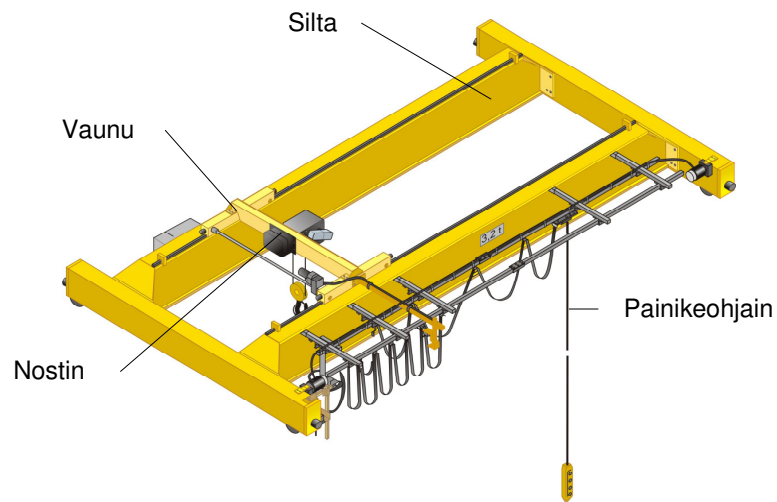
Pitkien kappaleiden nostamiseen ja siirtämiseen voidaan käyttää kahta nosturia. Kahden nosturin sovellus mahdollistaa eri pituisien kappaleiden käsittelyn. Lisäksi nostureita voidaan käyttää yksittäin muissa tuotannon tehtävissä. Kahden nosturin muuttaminen toimimaan yhdessä vaatii erikoisen ohjaus- ja valvontajärjestelmän. Tähän asti Konecranes Standard Lifting Oy on suunnitellut nostureiden yhteiskäyttötilaukset tapauskohtaisesti. Tutkintotyön tavoite onkin tuotteistaa tästä erikoissovelluksesta vakioitu tuote, joka määritellään ja suunnitellaan aina samalla tavalla. Tavallisesti myyjä selvittää asiakkaan tuotantoprosessiin sopivan nosturiratkaisun. Sovitusta nosturisolvelluksesta laaditaan tilausvahvistus, missä ilmenevät tilatut tuotteet ja niiden ominaisuudet. Tehtaalla asiakkaan tilaus suunnitellaan ja valmistetaan tilausvahvistuksen mukaisesti (kuva 1). Tuotteistamisen pohjaksi tutkittiin aikaisempia tilausvahvistuksia ja sähkökuvia.



Kuva 1 Pelkistetty kaavio tilauksen kulusta

2 CXT SILTANOSTURI

Tutkintotyössä tarkastellaan Konecranes CXT siltanostureita. Siltanostureita käytetään yleisesti konepaja-, auto- ja paperiteollisuuden nostotehtävissä. Kyseisten siltanostureiden nostokyky on enimmillään 80 tonnia. Siltanosturi liikkuu tehdashallin seinärakenteisiin kiinnitetyillä kiskoilla. Siltanosturin osat ovat silta, vaunu ja nostin. Siltanosturin liikkeitä ohjataan joko painike- tai radio-ohjaimella (kuva 2).



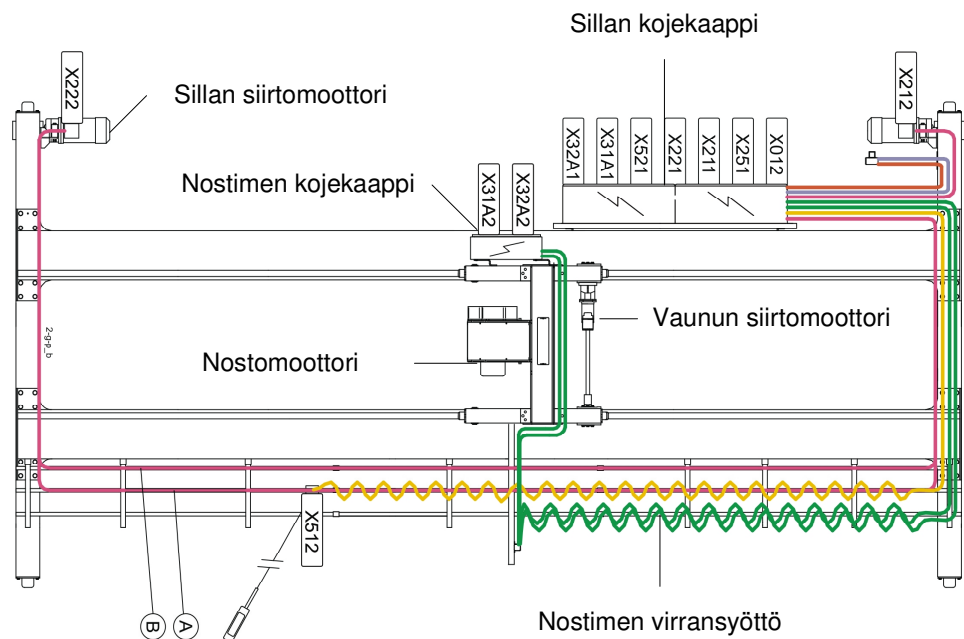
Kuva 2 Kaksipalkkisen CXT siltanosturin rakenne /1/



Kuva 3 CXT nostin kiinnitettyä vaunuun /1/

3 NOSTURIN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

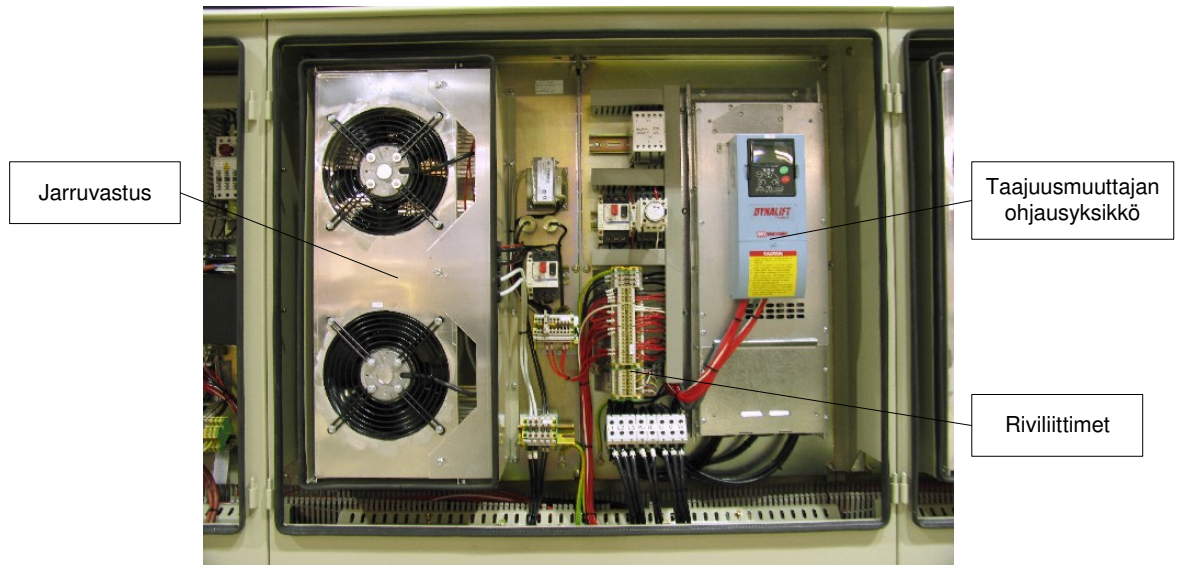
Nosturin sähköjärjestelmä jakautuu kahteen osaan: päävirtapiireihin ja ohjausvirtapiireihin. Päävirtapiirit käsittävät sähkömoottoreiden tehonsyötön. Päävirtapiirejä matalampi ohjausjännite muunnetaan päävirtapiiristä ohjausjännitemuuntajalla. Ohjausvirtapiireissä ohjaimelta tulevat ohjauskäskyt välitetään taajuusmuuttajien ohjauskäskyiksi. Digitaaliset ohjauskäskyt ovat ohjausjännitteen *päällä / pois* -tietoja. Nosturissa on kaksi sähkökeskusta: sillan kojekaappi ja nostimen kojekaappi (kuva 4). Sillan kojekaappi toimii nosturin pääsähkökeskuksena, jonne sähkösyöttö tuodaan ja josta sähkösyöttö jaetaan muualle nosturiin. Sillan kojekaapissa sijaitsee myös ohjausjännitemuuntajapiiri sekä ohjausrelelogiikka. Ohjauskäskyt ja tehon syöttö nostimelle välitetään nostimen virransyötössä. Nostimen virransyöttö on useimmiten toteutettu C-kiskoihin kaapelivaunuilla ripustetuilla lattakaapeleilla.



Kuva 4 CXT sillanosturin kaapeliliitinkaavio /2/

3.1 Taajuusmuuttajaohjaus

Sillan, vaunun ja nostimen moottoreiden tehon syöttöön voidaan käyttää taajuusmuuttajaa. Taajuusmuuttaja mahdollistaa monipuolisen oikosulkumootorin pyörimisnopeuden säädettävyyden, mikä helpottaa nostettavan kuorman hallintaa. Myös käynnistysvirta on lähes nimellisvirran suuruinen, mikä vähentää sähköisten komponenttien tehontarvetta. Taajuusmuuttajan komponentit ovat ohjausyksikkö, riviliittimet ja jarruvastus (kuva 5).

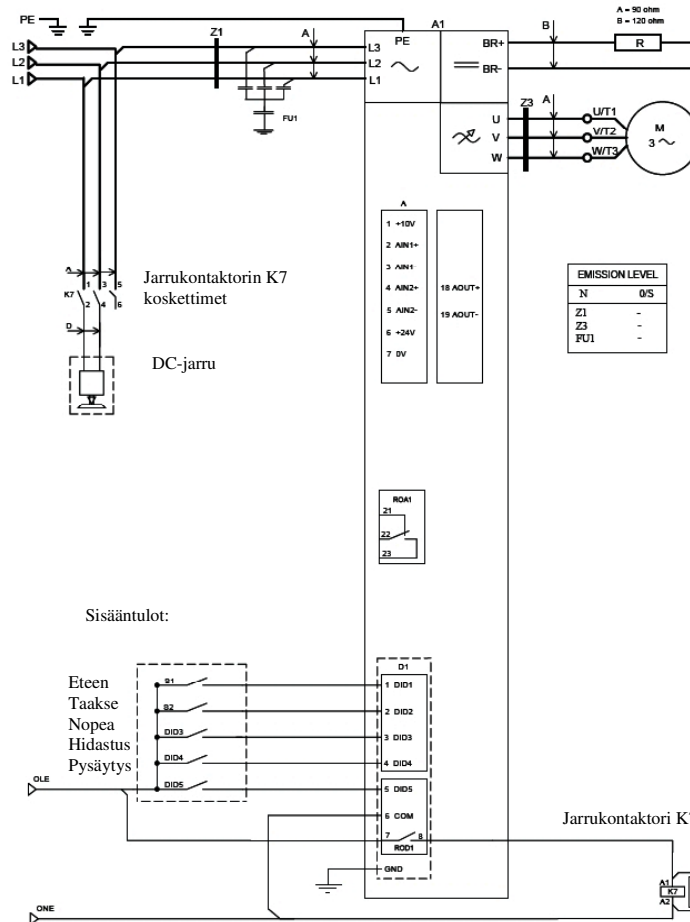


Kuva 5 Taajuusmuuttaja asennettuna sillan kojekaappiin

Taajuusmuuttaja asennetaan kojekaappiin. Taajuusmuuttaja kytketään nosturin sähkömoottorikäyttöihin riviliittimien kautta. Kytkennät ovat esitetty kuvassa 6. Taajuusmuuttajalle tuodaan kolmivaiheinen sähkösyöttö ja digitaaliset ohjauskomennot. Taajuusmuuttajalta lähtee kolmivaiheinen sähkösyöttö moottorille, jarruvastussyöttö ja jarrukontaktorin K7 ohjaustieto.

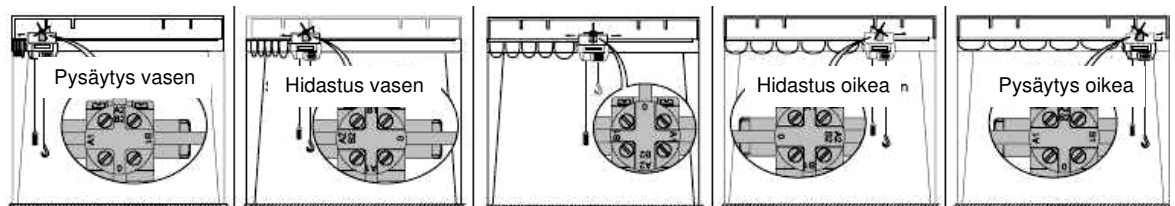
Taajuusmuuttajan digitaaliset ohjauskomennot ovat:

- eteen S1 (ohjain)
- taakse S2 (ohjain)
- nopea DID3 (ohjain)
- hidastus DID4 (rajakytkin)
- pysäytys DID5 (rajakytkin).



Kuva 6 Taajuusmuuttajan periaatteellinen kytkentäkaavio /3/

Eteen, taakse ja nopea ohjauskomennot välittyvät ohjaimelta sen mukaan kuinka nosturiohjaaja ohjaa nosturia. Hidastus- ja pysäytyskomennot välittyvät liikkeen rajoituskytkimeltä. Kuvassa 7 on kuvattu vaunun liikkeen hidastus- ja pysäytysrajat. Ajouradan kummassakin päässä vaunun nopeus ensin hidastetaan ja lopuksi pysäytetään kokonaan automaattisesti.



Kuva 7 Vaunun hidastus- ja pysäytysrajat

Taajuusmuuttajalla voidaan syöttää moottoria vasta kun moottorin syöttöpiiri on toimintavalmiina.

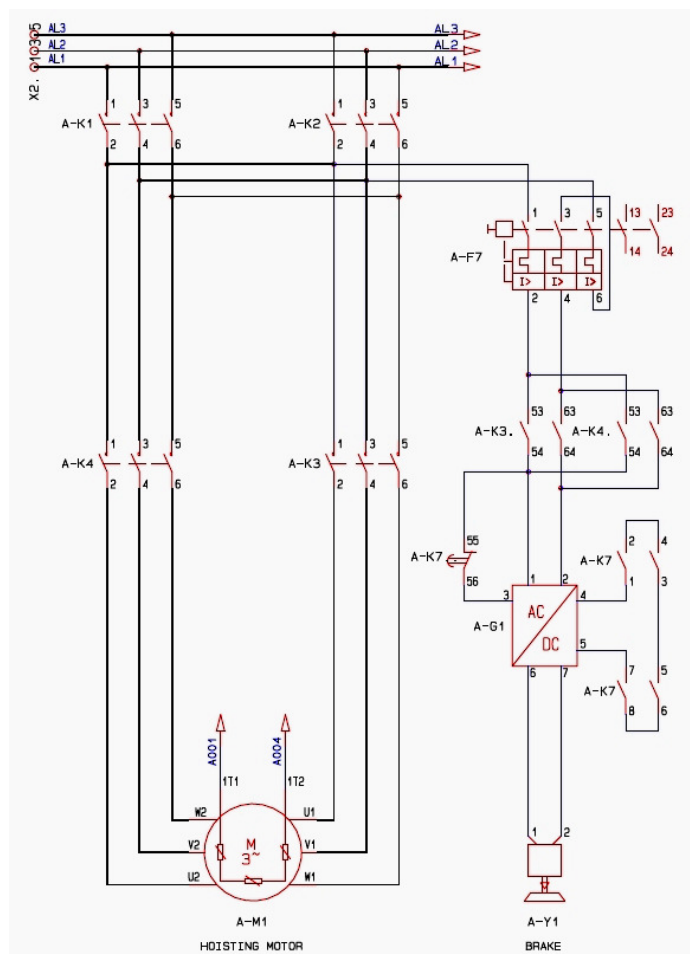
Taajuusmuuttajan ohjausyksikkö valvoo seuraavia ominaisuuksia:

- ylivirtaa
- ylijännitettä
- maasulkua
- lämpötilaa
- ohjainpiirikortin toimintaa
- mahdollisesti moottorikäämien lämpötilaa
- nostomoottorin pyörimisnopeutta.

Taajuusmuuttaja käynnistyy, kun siihen kytketään ohjausjännite ja kolmivaiheinen tehonsyöttö. Taajuusmuuttaja käynnistää moottorin, kun nosturiohjaajan ohjauskäsky välittyy eteen tai taakse sisääntuloon. Ensin taajuusmuuttaja ohjaa mekaanisen jarrun auki jarrukoskettimen K7 avulla. Tämän jälkeen taajuusmuuttaja kiihdyttää moottorin kiihdytysrampin mukaisesti valittuun pyörimisnopeuteen. Nosturiohjaaja pysäyttää nosturin liikkeen katkaisemalla ohjausjännitteen eteen tai taakse sisääntulosta. Taajuusmuuttaja pysäyttää tällöin moottorin pysäytysrampin mukaisesti. Moottorin pysähdettyä jarrukosketin K7 sulkee mekaanisen jarrun takaisin päälle.

3.2 Kontaktoriohjaus

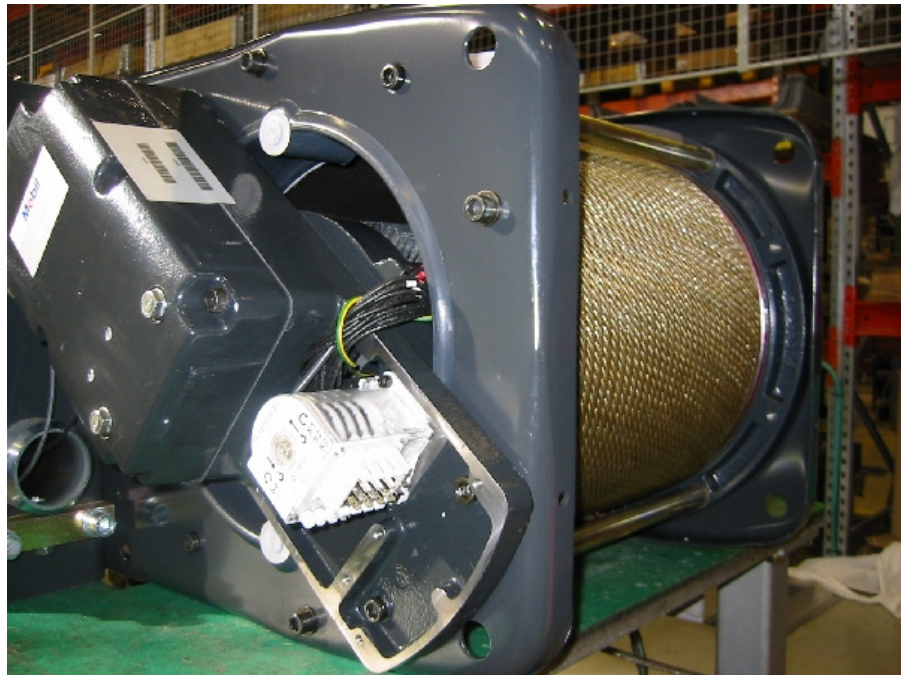
Kontaktoriohjausta käytetään vielä paljon nostomoottorin ohjauksessa. Nostomoottorina on tällöin napavaihtomoottori. Kontaktorit ovat kustannuksiltaan edullisempia ja kestävätkä vaativampia olosuhteita kuin taajuusmuuttaja. Nostokoneiston mekaanisilta ja sähköisiltä osilta vaaditaan suurta luotettavuutta, koska nostettava taakka on näiden komponenttien varassa. Huonona puolena kontaktoriohjauksessa on moottorin pyörimisnopeuden säädettävyyden puuttuminen. Napavaihtomoottoria voidaan ohjata pyörimään vain kahdella eri pyörimisnopeudella. Napavaihtomoottorin staattorissa on käämitykset hitaalle ja nopealla pyörimisnopeudelle. Suuntakontaktoreilla A-K1 ja A-K2 ohjataan napavaihtomoottorin pyörimissuuntaa. Napavaihtomoottorin hidasta pyörimisnopeutta ohjataan kontaktorilla A-K3 ja nopeaa nopeutta kontaktorilla A-K4. Nostomoottorin DC-jarrun avautumista ja sulkeutumista ohjataan jarrukontaktorilla A-K7 (kuva 8).



Kuva 8 Napavaihtomoottorin tehosityöttökaavio /4/

3.3.1 Noston rajakytkin A-S1

Nosturiohjaaja voi ajaa koukkuja ylös ja alas vain asetellulla alueella, koukun ala- ja ylärajan välillä. Alarajalla estetään nosturiohjaajaa laskemasta koukkuja lattialle niin, että köydet pääsevät löystymään köysitelalla ja hyppäämään pois telan urilta. Yläraja estää nostamasta koukkuja nostimen telalle asti, mikä rikkoo koko nostimen. Koukun liikkeen ylä- ja alaraja on toteutettu pyörivällä rajakytkimellä. Se pyörii köysitelan mukana ja näin mittaa koukun korkeutta (kuva 10).



Kuva 10 Nostokoukun pyörivä rajakytkin A-S1 /1/

3.3.2 Nostomoottorin käämisuoja TR1

Moottori voi ylikuumentua, jos moottoria ajetaan pitkään hitaalla nopeudella. Tällöin tuuletin ei viilennä moottoria tarpeeksi tehokkaasti. Jos moottoria käytetään raskaammassa prosessissa kuin mihin se on mitoitettu, tällöin moottorin lämpötila ei ennätä laskea tarpeeksi pysähdyksissä olon aikana. Moottorin ylikuumentuminen tuhoaa moottorin käämityksen eristysrakenteet. Ylikuumentumisen estämiseksi on nostomoottorissa käämisuoja. Bi-metallisuoja asennetaan nostomoottoriin (kuva 11). Käämisuoja on kytketty sarjaan ohjauspiiriin. Normaalisessa käyttölämpötilassa käämisuoja on sulkeutuneena ja ohjaukset välittyvät edelleen. Tietyn lämpötilan jälkeen käämisuoja avaa koskettimensa eivätkä ohjaukset enää välity moottorille. Ohjaukset alkavat välittyä vasta sen jälkeen moottoreille, kun moottorin lämpötila on laskenut halutun arvon alapuolelle. Tätä ennen moottorin ohjaaminen on estetty. Myös sillan ja vaunun siirtomoottoreihin on saatavissa käämisuojat. Käämisuoja kytketään taajuusmuuttajan sisääntulojen T1 ja T2 välille. Ohjausjännite vaikuttaa näiden sisääntulojen välillä, kun kaikki on kunnossa, mutta jos käämisuoja katkaisee ohjausjännitteen sisääntulojen väliltä, lopettaa taajuusmuuttaja moottoreiden ohjaamisen niin kauaksi aikaa, että käämisuoja palautuu normaalitilaan.



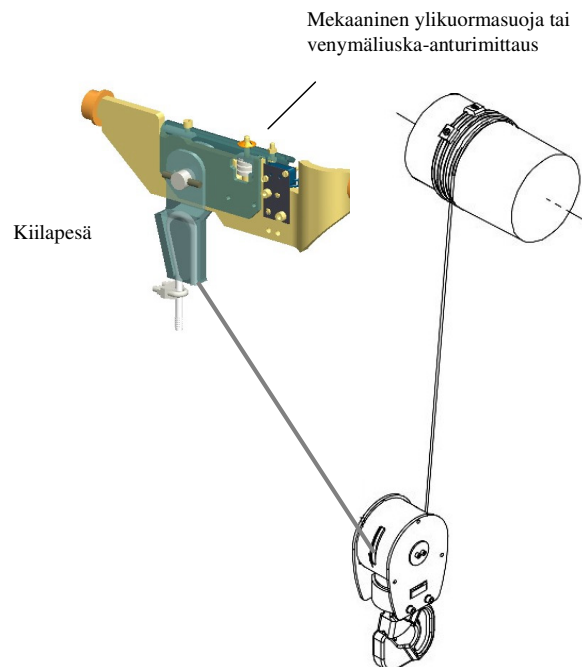
Kuva 11 Bi-metalli käämisuoja /5/

3.3.3 Nostimen ylikuormasuojaus

Nosturi on mitoitettu vain tietylle kuormalle. Ylikuorman nostaminen on esitetty ylikuormasuojauksella. Nostimen ylikuormasuojaus voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla. Yksinkertaisin tapa on mekaaninen ylikuormasuojakytkin. Tässä köyden kiilapesän tukirakenne taipuu kuorman vaikutuksesta ja tietyn pisteen ylityttyä sähkömekaaninen kytkin laukeaa ja katkaisee noston ohjauskäskyn (kuva 12).

Mekaanista ylikuormasuojauksista vastaava, mutta tarkempi tapa toteuttaa ylikuormasuojaus on venymäliuska-anturimittaus. Venymäliuska-anturin avulla mitataan taakan aiheuttamaa vääntömomenttia köyden kiilapesään. Mittaustieto käsitellään nostimen kunnonvalvontayksiköllä. Jos kunnonvalvontayksikkö havaitsee liian suuren kuorman, pysäyttää se nostoliikkeen.

Ylikuormasuojaus voi olla myös toteutettu mittaamalla nostomoottorin virtaa, jännitettä ja lämpötilaa. Tällöin kunnonvalvontayksikkö laskee mitattujen arvojen perusteella nostomoottorin ottotehon, jos teho nousee liian suureksi katkaisee se nostoliikkeen (kuva 13).



Kuva 12 Nostimen ylikuormasuojaus /1/

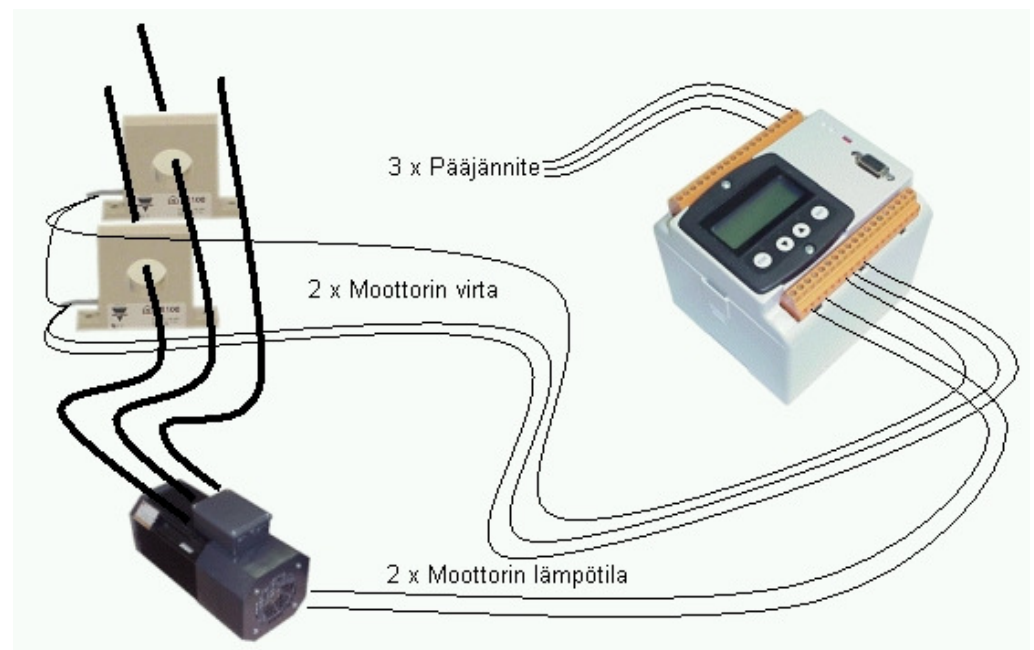
3.3.4 Nostimen kunnonvalvontayksikkö A-A2

Nostimen kunnonvalvontayksikkö on elektroninen laite, joka on suunniteltu valvomaan ja suojaamaan nostinta. Kunnonvalvontayksikkö valvoo nostimen kuormitusta ja käytön vaativuutta. Nostimen kunnonvalvontayksikkö tallentaa nostimen käyttökerrat ja kuormitukset. Näiden tietojen perusteella lasketaan jäljellä olevia käyttötunteja (Safe Work Period). Nostin on mitoitettu kestäämään vain tiettyä käyttöprosessia FEM ja ISO standardien mukaisesti.

Kunnonvalvontayksikkö mittaa nostimesta seuraavia asioita:

- nostimen ylikuormaa
- nostimoottorin käämien lämpötilaa
- nostimoottorin syöttövirtaa ja -jännitettä
- nostimoottorin käynnistyksiä
- nostimoottorin käyntiaikaa.

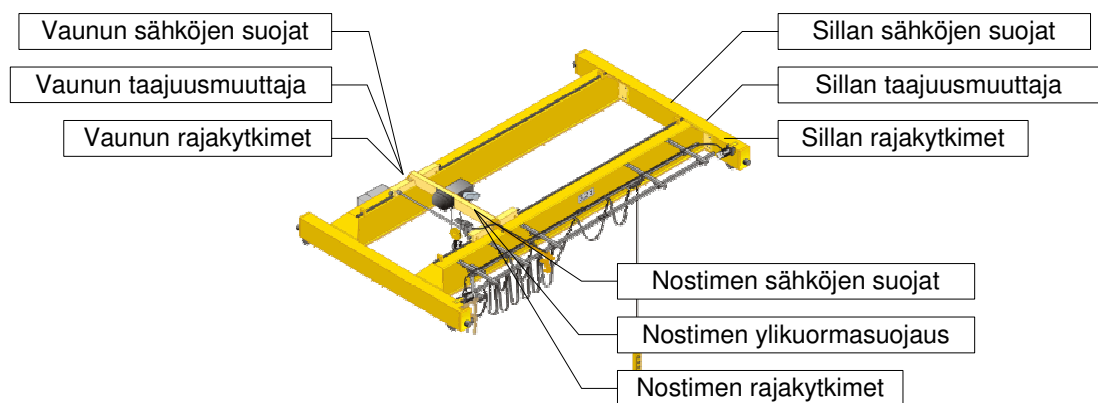
Mikäli nostimen kunnonvalvontayksikkö havaitsee vaaratilanteen, pysäyttää se nosto- tai laskuliikkeen. /6/



Kuva 13 Kunnonvalvontayksikkö mittaa nostimoottorin virtaa, jännitettä ja lämpötilaa /1/

3.4 Nosturin ohjaukseen vaikuttavat tekijät

Nosturiohjaaja ohjaa nosturia ohjaimella. Nosturin turvallisen käytön takaamiseksi on myös monia valvontalaitteita, jotka vaikuttavat nosturin ohjaamiseen. Näitä valvontalaitteita ovat sähköpiirien suojat, taajuusmuuttajat, ylikuormasuojat, sillan, vaunun ja nostimen liikkeiden rajakytkimet (kuva 14). Nämä asiat eivät varsinaisesti ohjaa nosturia, mutta voivat pysäyttää nosturin liikkeen ja näin estää käyttäjää rikkomasta nosturia ja aiheuttamasta vaaraa ympäristölle. Valvontalaitteet eivät varsinaisesti näy ulospäin nosturin käyttäjälle, mutta voivat katkaista nosturiohjaajan ohjauskäskyt.



Kuva 14 Nosturin ohjaukseen vaikuttavat valvontalaitteet

4 NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTTÖSOVELLUS

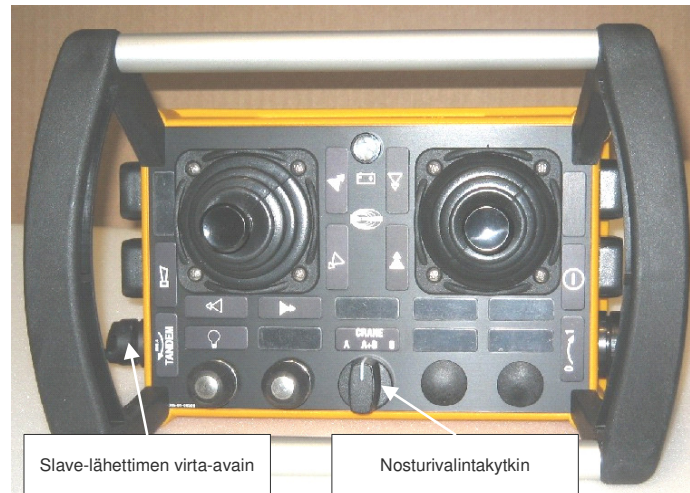
Nostureiden yhteiskäyttösovellus käsittää kahden siltanosturin ohjaamisen samalla radio-ohjainlähettimellä. Yhteiskäyttösilta-nosturit toimivat samalla ajoradalla samanaikaisesti. Tyypillisesti tällaista käyttösovellusta tarvitaan pitkien kappaleiden käsittelyyn, kuten esimerkiksi kuvassa 15 kontin nostamiseen.



Kuva 15 Kaksi siltanosturia nostaa samaa konttia

Langallinen ohjausjärjestelmä ei ole järkevä toteutustapa, koska kaapeleiden asentaminen pitkälle ajoradalle on kallista ja työlästä. Lisäksi jännitteen alenema voi heikentää ohjaussignaali viestejä pitkissä johdoissa. Myös kahden eri jännitepotentiaalın yhdistäminen johtimella voi aiheuttaa häiriövirtoja.

Radio-ohjainlähettintä, jolla voidaan ajaa useampaa nosturia samanaikaisesti sanotaan master-lähettimeksi (kuva 16). Toisen nosturin lähettintä, millä voidaan ohjata vain nosturia yksittäiskäytössä sanotaan slave-lähettimeksi. Radio-ohjainvastaanottimet sijaitsevat kummassakin nosturissa. Master-ohjainlähettimessä on nosturivalintakytkin, jolla voidaan valita halutaanko ohjata nosturia A, kumpaakin nosturia A ja B vai vain nosturia B (kuva 16). Kun on valittu kahden nosturin yhteisajo eli A + B, nosturit tekevät kaikki toiminnot samanaikaisesti. Ennen kuin nostureiden yhteiskäyttö on mahdollista, täytyy slave-lähettimestä irrottaa virta-avain ja kytkeä se master-lähettimeen. Näin estetään etteivät lähettimet toimi samaan aikaan ja sekoita ohjausta (kuva 16).



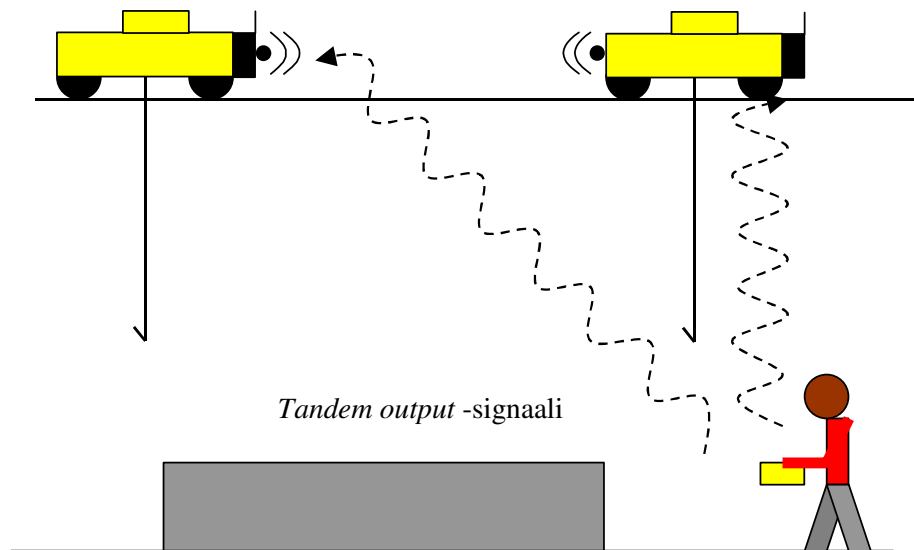
Kuva 16 Master-lähetin

4.1 REMOX516SP-radio-ohjainlähetimet

Master- ja slave-lähetimet ovat tyyppimerkiltään REMOX516SP ohjainradiota. Lähettimellä voidaan lähettää yhteensä 16 digitaalista ohjauskomentoa. Lähettimessä on kaksi ohjaussauvaa nosturin liikkeiden ohjaamiseen ja lisäksi kytkimet muille toiminnoille. Euroopassa nämä radiot toimivat yleisillä lyhyen kantaman laitteiden (Short Range Devices) radiotaajuuksilla. Käytössä on 434 MHz ja 869 MHz radiotaajuuskaistat. Maakohtaisesti riippuu mitkä taajuudet kyseisistä taajuuskaistoista on käytössä. Radiolähetimet voidaan ohjelmoida toimimaan 400...475 MHz ja 869...928 MHz taajuuksilla. Radiolähettimien enimmäislähetysteho on alle 10 mW. Toimintaetäisyys on enimmillään n. 150 metriä, riippuen vallitsevista ympäristöolosuhteista. Radio-ohjausjärjestelmä on EN 13557 standardin mukainen. Standardissa vaaditaan, että radio-ohjausjärjestelmän on pysäytettävä kaikki nosturin liikkeet, jos hyväksytyä signaalia ei vastaanoteta 500 ms kuluessa. Lisäksi pysäytystoiminnan on oltava EN 954-1 standardissa määritellyn luokan 3 mukainen. Luokan 3 mukaisten turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmien osien on oltava suunniteltu siten, ettei yksittäinen vika johda turvatoiminnon menettämiseen. Yksittäinen vika on havaittava mahdollisuuksien mukaan silloin, kun turvatoimintoa tarvitaan seuraavan kerran tai ennen sitä. /13, 14, 15/

4.2 Nostureiden välisen törmäksenestolaitteiden ohittaminen

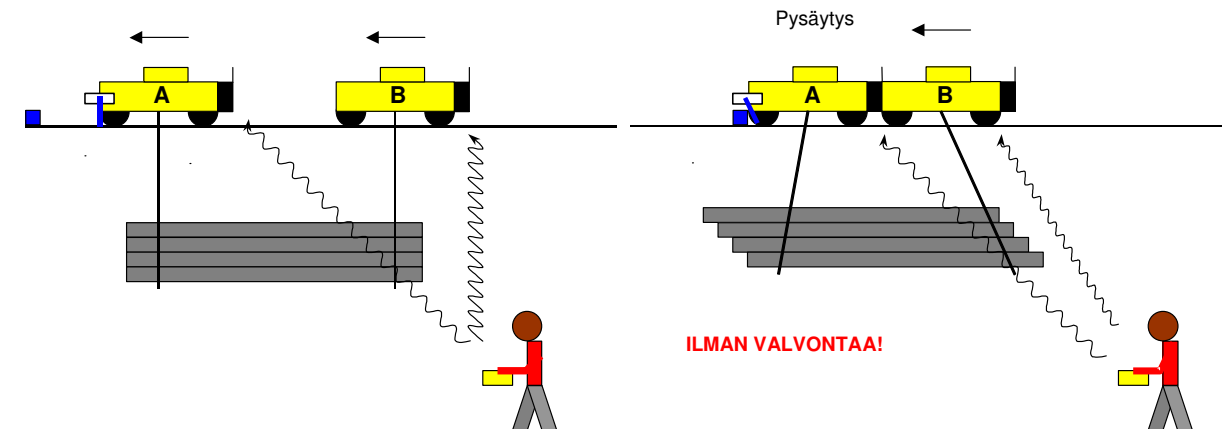
Samalla radalla toimivat nosturit on usein varustettu nostureiden välisellä törmäyksen estolaitteistolla, joka estää nostureita törmäämästä toisiinsa yksittäiskäytössä (kuva 17). Tämä kuitenkin estää nostureita toimimasta toistensa lähellä ja voi haitata nostureita käsittelemästä yhteistä kuormaa yhteiskäytössä. Jos törmäyksen estotoiminto on pysäyttävä, ei nostureita pystytä ajamaan tarpeeksi lähelle toisiaan, jotta yhteisen kuorman nostaminen onnistuisi. Jos taas törmäyksen estotoiminto on hidastava, eivät lähelle ajettut nosturit pysty toimimaan kuin hitaalla ajonopeudella. Nostureiden yhteiskäytön mahdollistamiseen tarvitaan usein nostureiden välisen törmäyksenestolaitteiden ohittaminen. Radiolähtimestä tarvitaan *tandem output* -signaali, jonka avulla sillan kojekaapissa ohitetaan törmäyksenestolaitteiden kytkennät. *Tandem output*-signaalia käytetään myös käynnistämään ristiinkytkentäradiot, joilla toteutetaan nostureiden välinen valvonta. /7/



Kuva 17 Nostureiden välisen törmäyksenestolaitteiston ohitus

4.3 Yhteiskäyttönostureiden ohjaus ilman valvontaa

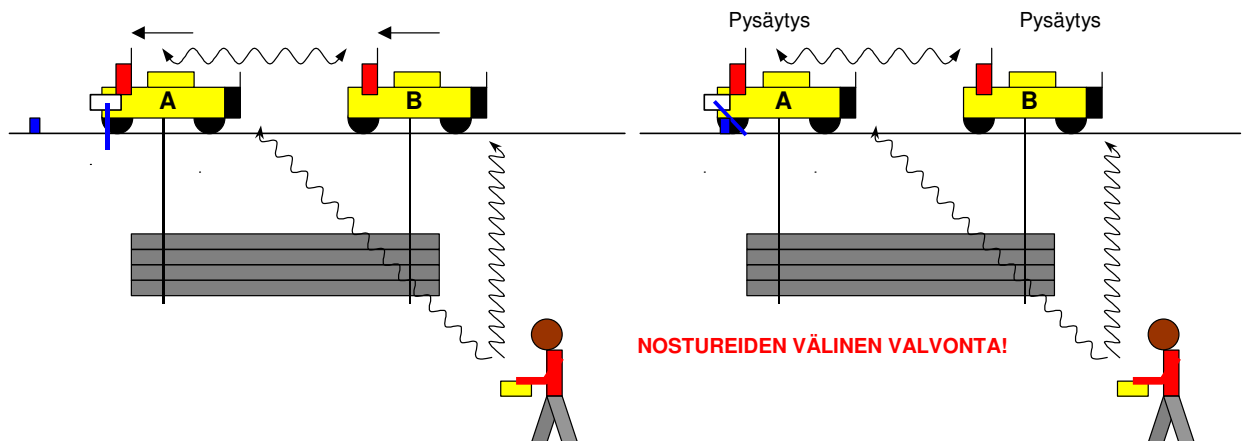
Tavallisessa nostureiden yhteiskäyttöohjauksessa radio-ohjauskäskyt kulkevat vain yhteen suuntaan, lähettimestä vastaanottimiin. Järjestelmässä ei tällöin ole valvontaa nostureiden välillä, mikä tarkoittaa ettei toinen nosturi tiedä onko toinen nosturi liikkeessä vai pysähtynyt. Esimerkiksi nosturi A pysähtyy ohitettuaan pysäytysrajan ja nosturi B jatkaa edelleen matkaa nopealla nopeudella (kuva 18). Tällöin nostureiden ohjaajan tulisi reagoida välittömästi ja pysäyttää nosturi B. Muuten on mahdollista, että nosturi B törmää nosturiin A ja pahimmassa tapauksessa nostureiden nostama kuorma saattaa epävakautua ja pudota alas. Ilman valvontaa toteutettu nostureiden yhteiskäyttö soveltuu lähinnä sellaisiin käyttökohteisiin, joissa yhteiskäyttöä tarvitaan hyvin harvoin, siirtonopeudet ovat matalat ja kuormat helposti käsiteltäviä.



Kuva 18 Nostureiden yhteiskäyttö ilman nostureiden välistä valvontaa

4.4 Yhteiskäyttönostureiden ohjaus valvonnan kanssa

Jos nostureiden yhteiskäyttöä tarvitaan toistuvasti ja nostureilla siirretään epävakaita kuormia suurilla ajonopeuksilla tarvitaan turvallisuutta lisäävä valvonta. Valvonnalla tarkoitetaan, että nosturit pysähtyvät ja hidastuvat aina samanaikaisesti, kun toinen nostureista saavuttaa hidastus- tai pysäytysrajan. Kuvassa 19, nosturi A tulee sillan siirron päätyrajalle ja pysähtyy. Nostureiden välisen valvonnan ansiosta nosturi B pysähtyy samanaikaisesti nosturin A kanssa. Vaikka nosturin ohjaaja yrittäisikin ajaa nostureita epähuomiossa pysäytysrajasta eteenpäin, valvonta pysäyttää kummatkin nosturit automaattisesti ja näin välttyään mahdolliselta vaaratilanteelta.



Kuva 19 Nostureiden yhteiskäyttö nostureiden välisellä valvonnalla

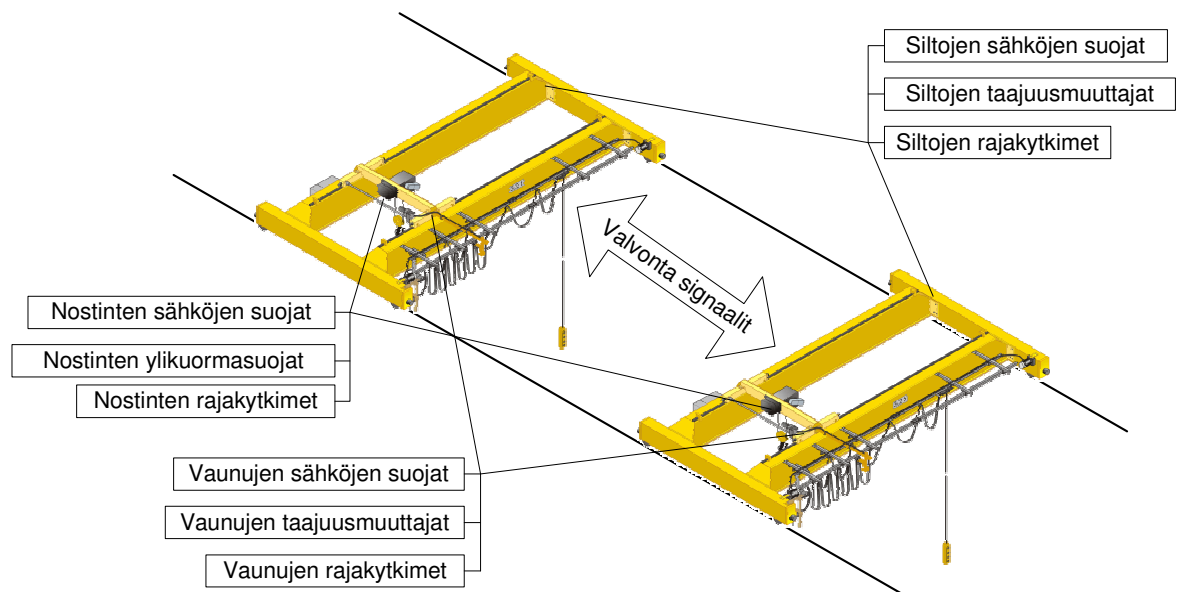
4.5 Nostureiden välillä valvottavat asiat

Nostureiden välisellä valvonnalla tarkoitetaan nosturiohjauksen turvatoimintojen ristiinkytkemistä nostureiden välille. Yksittäinen nosturi seuraa sekä omia valvontalaitteitaan että toisen yhteiskäytössä olevan nosturin valvontalaitteita. Jos toisessa nostureista yksittäinen valvontalaite katkaisee ohjauksen, katkaistaan kyseinen ohjaus toisestakin nosturista samanaikaisesti.

Nostureiden välille ristiinkytkettäviä asioita voivat olla esimerkiksi:

- eri liikkeiden rajakytkimet
- taajuusmuuttajien toiminta
- ylivirtasuojat
- ylikuormasuojat
- moottorikääninsuojat.

Ristiinkytkettävät tiedot välitetään nostureiden välillä erillisellä FIX-radio-ohjausjärjestelmällä.



Kuva 20 Nostureiden yhteiskäyttö valvonnan kanssa

4.6 Vanhat nostureiden yhteiskäyttötilaukset

Jotta vakioitu nostureiden yhteiskäyttötuote vastaisi mahdollisimman hyvin asiakkaiden tarpeita, kartoitettiin vanhoista tilauksista asiakkaiden tarvitsemia valvontaominaisuuksia. Työssä tarkasteltiin vuosien 2006 - 2007 tilauksien tilausvahvistuksia ja sähköpiirustuksia.

Vanhoista tilauksista kerättiin seuraavat tiedot:

- tilausnumero
- radioiden tyypit
- sillan ja vaunun rajakytkinten toiminnot
- sillan, vaunun ja nostimen ohjaustavat
- tilatut ristiinkytkentäominaisuudet
- suunnitellut valvontasignaalit.

Juuri valvottavien ominaisuuksien määrittely oli tilauksissa vähäistä. Koska yhteiskäyttö oli monesti tilattu varsin laveasti, oli valvottavien ominaisuuksien määrittäminen jäänyt sähkösuunnittelijan tehtäväksi. Tilausvahvistuksissa nostureiden yhteiskäyttöön oli viitattu vapaalla tekstillä esimerkiksi seuraavasti:

”Eli tämä nosturi on master ja vanha nosturi K14006 on slave. Valokennot väliin ja Tandem output. FIX-radiot välittävät rajat. Kaikki rajatiedot välitetään FIX:llä molempiin suuntiin tämän työnumeron kanssa. Valokennot ovat nostureiden välissä, joten Tandem output toiminto tarvitaan.” /8/

Yhteensä tietoja kerättiin 60:stä eri master /slave -nosturilauksesta. Tilauksien tarkastelussa havaittiin, että jotkut valvontatietosignaalit olivat käytössä useammin kuin toiset ja osaa signaaleista oli käytetty vain johonkin tiettyyn erikoistarkoitukseen.

Sähkökuvissa yleisimmin esiintyneet ristiinkytkentäsignaalit olivat:

- Pääkontaktori päällä
- Silta kunnossa
- Silta hidastus
- Silta pysäytys
- Vaunu kunnossa
- Vaunu hidastus oikealle
- Vaunu hidastus vasemmalle
- Vaunu pysäytys oikealle
- Vaunu pysäytys vasemmalle
- Nosto kunnossa
- Lasku kunnossa.

4.7 Pääkontaktori päällä -signaali

Yleisemmin käytetty ristiinkytkentäsignaali oli *pääkontaktori päällä* -signaali. Tämä signaali valvoo pääkontaktorin vetäneenä / ei vetäneenä -tietoa.

Pääkontaktori putoaa pois päältä, jos

- kolmivaiheinen syöttö nosturille katoaa
- pääsulakkeet palavat
- ohjausjännitepiiri vikaantuu
- noston sulakkeet palavat.

Signaalin tilatieto otetaan toisen nosturin pääkontaktorin apukoskettimesta ja viedään toiseen nosturin pääkontaktorin pitopiiriin. Näin nosturi saa tiedon toisen nosturin sähköjen päällä olosta. Jos toisen nosturit sähköt katkeavat, katkeavat ne myös toisestakin nosturista. Nostureita käynnistettäessä yhteiskäytössä on huomioitava toiselta nosturilta tulevan *pääkontaktori päällä* -signaalin viive. Pääkontaktoripiirin ohjaukseen on lisättävä aikalohkon avulla viivettä ennen kuin varsinaisesti toisen nosturin pääkontaktoritietoa aletaan seurata. Yksittäiskäytössä toisen nosturin pääkontaktorin tilatieto on ohitettu, koska yksittäiskäytössä ei tarvitse tietää onko toisessa nosturissa sähköt päällä vai poissa.

4.8 Silta ja vaunu kunnossa -signaalit

Silta kunnossa -signaalilla valvotaan sillan siirron taajuusmuuttajien toimintatilaa. *Silta kunnossa* -signaali otetaan taajuusmuuttajan jarrukoskettimesta K7 ja viedään toisessa nosturissa sillan taajuusmuuttajan eteen ja taakse käskyjen ohjauspiiriin. Taajuusmuuttaja ei ohjaa jarrua auki K7 koskettimella, elleivät kaikki taajuusmuuttajan valvomat asiat ole kunnossa.

Silta kunnossa -signaalilla seurataan taajuusmuuttajaa, joka valvoo

- sillan sähköjä
- ylivirtaa
- ylijännitettä
- maasulkua
- lämpötilaa
- ohjainpiirikorttia
- moottoreiden käämien lämpötilaa, mikäli käämisuojat on kytketty taajuusmuuttajaan.

Vaunu kunnossa -signaali on vastaavanlainen kuin *silta kunnossa* -signaali ja sillä seurataan vaunun siirron taajuusmuuttajan toimintaa.

4.9 Vaunu hidastus ja pysäytys -signaalit

Vaunu hidastus -signaalilla saadaan kummankin nosturin vaunu(t) hidastamaan nopeutta samanaikaisesti, jos yksi vaunuista ohittaa hidastusrajan. *Vaunu pysäytys* -signaalilla saadaan kummankin nosturin vaunu(t) pysähtymään samanaikaisesti jos yksi vaunuista saavuttaa pysäytysrajan. Signaaleissa on käytetty suuntatietoa, esimerkiksi *vaunu hidastus oikea* -signaalia. Suuntatiedon avulla saadaan vaunut lähtemään vastakkaiseen suuntaan nopealla nopeudella, jos taajuusmuuttajassa ei ole suuntaa muistavaa sisääntuloa.

4.10 Silta hidastus ja pysäytys -signaalit

Silta hidastus -signaalilla saadaan kummatkin nosturit hidastamaan nopeutta samanaikaisesti toisen ohitettua hidastusrajan. Samoin *silta pysäytys* -signaalilla saadaan nosturit pysähtymään samanaikaisesti. Näissä ei tarvita erillistä suuntatietoa, koska nosturi ei voi ohittaa kuin omalla puolellaan olevan hidastus- tai pysäytysrajan.

4.11 Nosto / lasku kunnossa -signaali

Nosto / lasku kunnossa -signaalilla valvotaan nosto- ja laskuliikettä. *Nosto / lasku kunnossa* -signaali otetaan nostimen jarrukontaktorin K7 koskettimesta ja viedään toisessa nosturissa ylös ja alas käskyjen ohjauspiireihin. Jarrukontaktori K7 ohjaa nostomoottorin jarrun avautumista. Jarrun avaamisen jälkeen nostettava kuorma on sähkömoottorin varassa, joten ennen mekaanisen jarrun avaamista on varmistettava, että kaikki nostimessa valvottavat asiat on kunnossa.

Nosto / lasku kunnossa -signaalilla valvotaan:

- Nostimen sähköjä
- Nostimen ylikuormaa
- Noston ja laskun rajakytkimiä
- Nostomoottorin käämien lämpötilaa
- Jarrupiirin ylivirtasuojaa
- Taajuusmuuttaja nostossa nostomoottorin pyörimisnopeutta.

Jos toisen nosturin noston jarrukontaktori K7 ei avaudu tai se sulkeutuu kesken ohjauksen, katkaistaan kummastakin nosturista nosto- ja laskuliike välittömästi.

4.12 Ristiinkytkentäradiot

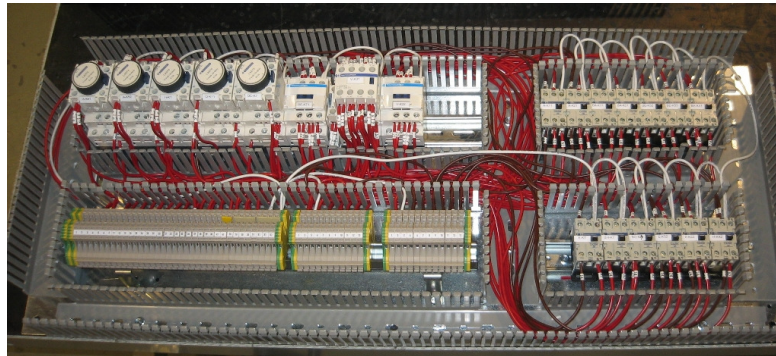
Nostureiden väliseen viestintään käytetään REMOX FIX -radiota (kuva 21). Käytössä on kahdenlaisia radioita: FIX707:llä voidaan lähettää ja vastaanottaa kahdeksan digitaalista ohjaukaskäskyä ja FIX716:lla 16 ohjaukaskäskyä. Nämä kantaalatoradiot varaavat taajuuskaistan koko toiminta-ajaksi käyttöönsä, eli samalla taajuudella voi toimia vain yksi radiolähetin-vastaanotin pari. Jokainen tiedonsiirtosuunta tarvitsee oman radiotaajuuden.



Kuva 21 FIX707-radiolähetin ja -vastaanotin

4.13 Ristiinkytkentärelelogiikka

FIX-radiovastaanottimelta digitaaliset komennot välittyvät sillan kojekaappiin, jossa ne käsitellään relelogiikalla. Relelogiikalta ohjaukset siirretään taajuusmuuttajien ohjauksiksi. Ohjauksien siirtäminen radiosignaali- viesteissä lähettimestä vastaanottimeen kestää 30 - 70 ms, mikä sisältää signaalin käsittelemisen radioiden mikropiireissä. Lisäksi viiveitä tulee mekaanisista osista, kuten kontaktoreiden toiminta-ajoista. Kun kaksi nosturia käynnistetään yhteiskäytössä, odotetaan ensin 0,3 s ennen kuin aletaan seuraamaan toisen nosturin tilatietoja, jottei signaali viiveitä luultaisi vikatilaksi. Kuvassa 22 on esitetty ristiinkytkentärelelogiikka johdotettuna. Kun nostureita käytetään yksittäiskäytössä täytyy valvontareleet olla ohitettuna, koska tällöin ei seurata toisen nosturin valvontatietoja.



Kuva 22 Ristiinkytkentärelelogiikka

5 SAKSAN TYÖTURVALLISUUSMÄÄRÄYS

Saksan työturvallisuuslaitoksen alainen koneenrakennuksen-, metalli-, rautatehdas- ja valssaamoammattiyhdistysliitto on tehnyt nostureiden ja vaunujen yhteiskäyttöä koskevan työturvallisuusmääräyksen (Tandembetrieb von Kranen/Katzen, Rundschreiben: Krane SV 11-2, Fachausschuss Maschinenbau, Hebezeuge, Hütten- und Walzwerksanlagen MHHW). Määräyksen pohjalta kaavaillaan myös lisäystä EN-standardiin.

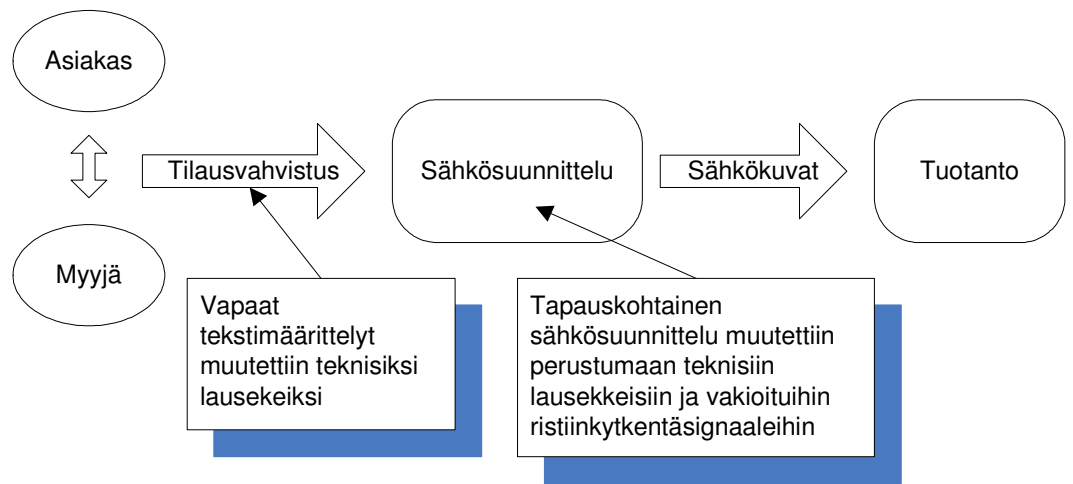
Määräyksessä nosturien ja vaunujen yhteiskäytön on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- Kun nostureita tai vaunuja käytetään yhdessä siirtämään kuormaa yhteisellä ohjausjärjestelmällä, pitää niiden toimia kuin yksi laite.
- Pääperiaatteena pidetään sitä, että nostureiden ja vaunujen ohjausjärjestelmän täytyy varmistaa, että kaikki vaaralliset liikkeet, jotka voivat johtaa ylikuormitukseen tai kuorman puutoamiseen, on estetty.
- Ohjausjärjestelmän täytyy pysäyttää kaikki nosturit tai vaunut, kun siirtoliikkeen rajoittimet on kohdattu tai kuormanrajoitin on lauennut.
- Käyttövalintakytkin pitää olla merkitty yksiselitteisesti.
- Käyttöohjeiden pitää sisältää yksiselitteinen ohjeistus yhteiskäytöllisestä kuorman siirrosta nostureilla tai vaunuilla.
- Yhteiskäytön ei kuitenkaan tarvitse edellyttää synkronista ajoa, jos riskianalyysi näyttää ettei sille ole tarvetta. Tämä edellyttää yhteiskäyttölaitteilta identtisiä komponentteja, joten vanhempia nostureita tai vaunuja ei tule yhteiskäyttää uudempien nostureiden tai vaunujen kanssa.
- Siirtoliikkeiden nopeus on rajoitettu enimmillään 63 metriä minuutissa ja nostoliikkeen nopeus on enimmillään 20 metriä minuutissa. /9, 10/

Edellä kerrotun määräyksen noudattaminen on erittäin tärkeää Saksaan toimittavissa nosturitilauksissa, muuten vakuutukset eivät korvaa mahdollisia vahinkoja. Vastaavanlaisia määräyksiä on muissakin Euroopan maissa, jokaisen nosturimyyjän onkin otettava selvää kyseisen maan määräyksistä ja vaatimuksista.

6 TUTKINTOTYÖN TULOKSET

Nostureiden yhteiskäytön tilausprosessin selkeyttämiseksi kehitettiin nostureiden yhteiskäytön tilaamiseen kolme teknistä lauseketta. Tekniset lausekkeet korvaavat aikaisemmin tilausvahvistuksissa olleet vapaat tekstimäärittelyt. Tällöin kaikki tilauksen osapuolet: myyjät, tilauksen käsittelijät, tilauksen käsittelyohjelmat ja sähkösuunnittelijat käsittävät tilatun asian yksiselitteisesti eikä vapaata tekstiä tarvita.



Kuva 23 Tilausprosessin eri kehityskohdat.

6.1 Kehitetyt tekniset lausekkeet

Nostureiden yhteiskäytön tilaamiseen kehitettiin kolme teknistä lauseketta:

- 1 NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTÖN RISTIINKYTKENTÄTASO
- 2 YHTEISKÄYTTÖPARI
- 3 TANDEM OUTPUT -SIGNAALIN TYYPPI.

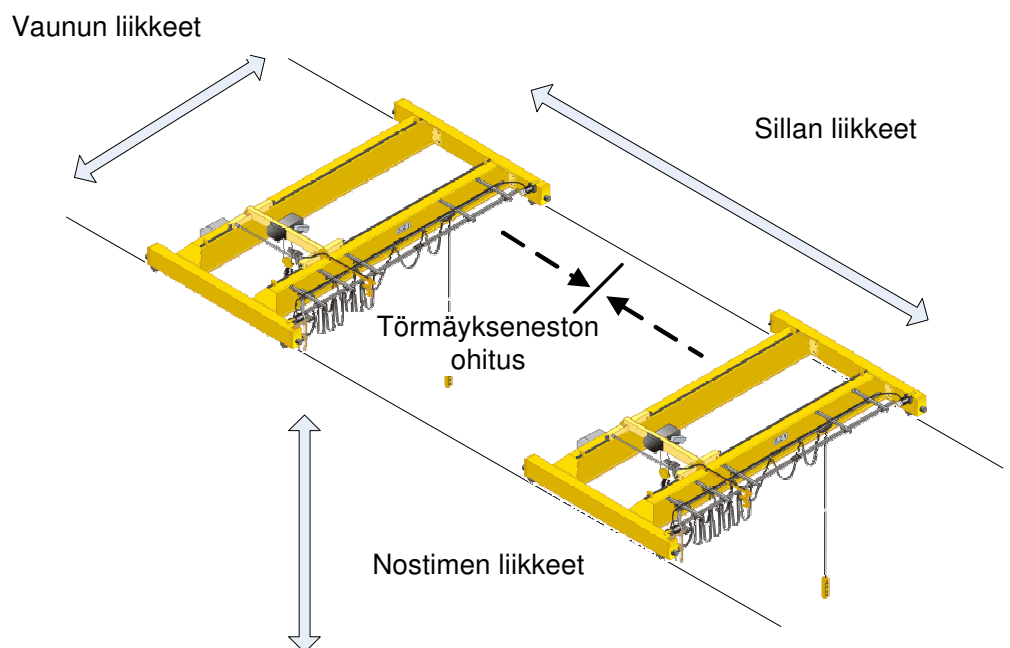
Näiden teknisten lausekkeiden avulla pystytään tilausvahvistuksessa määrittämään nostureiden yhteiskäyttö yksiselitteisesti.

6.1.1 NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTÖN RISTIINKYTKENTÄTASO

NOSTUREIDEN YHTEISKÄYTÖN RISTIINKYTKENTÄTASO -tekninen lauseke.
Tämän teknisen lausekkeen avulla tilaukseen määritellään nostureiden välille tarvittavat valvontaominaisuudet. Matalin taso on 0 ja korkein taso on 3. Nostureiden välille ristiinkytkettävien asioiden määrä lisääntyy mitä korkeammasta tasosta on kyse. Mitä enemmän tarvitaan ristiinkytkentäsignaaleita, sitä enemmän tarvitaan tiedonsiirtokykyä radiolta ja tiedon käsittelykykyä sillan kojekaapilta. Kun ristiinkytkentätasot on vakioitu, voidaan jokaiselle tasolle määritellä oma hinta. /11/

Nostureiden yhteiskäytön ristiinkytkentätasot:

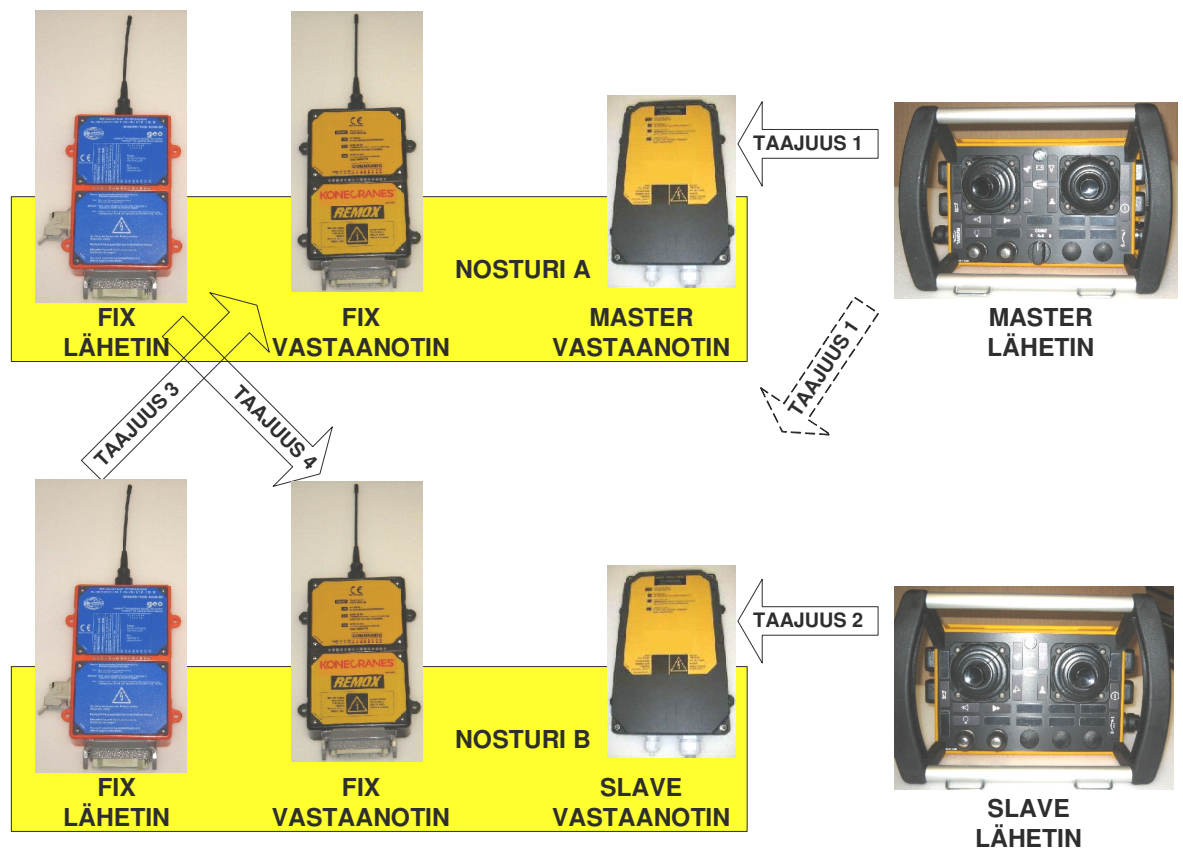
- | | |
|---------------|--|
| Taso 0 | Nostureiden välisen törmäykseneston ohitus. |
| Taso 1 | Nostureiden välisen törmäykseneston ohitus.
Sillan liikkeen valvonta. |
| Taso 2 | Nostureiden välisen törmäykseneston ohitus.
Sillan liikkeen valvonta.
Vaunun liikkeen valvonta. |
| Taso 3 | Nostureiden välisen törmäykseneston ohitus.
Sillan liikkeen valvonta.
Vaunun liikkeen valvonta.
Nostimen liikkeen valvonta. |



Kuva 24 Ristiinkytkettävät toiminnot

6.1.2 YHTEISKÄYTTÖPARI

Yksi tilausvahvistus sisältää yhden nosturin tiedot. Jokaisella tilausvahvistuksella on oma tilausnumerosa. Nosturitilausten välille tarvitaan ristiviittaus, jotta tiedetään mitkä kaksi nosturitilausta ovat yhteiskäytössä. YHTEISKÄYTTÖPARI -teknisen lauseen arvo on toisen nosturitilauksen tilausnumero. YHTEISKÄYTTÖPARI -teknisen lauseen avulla saadaan kaikkiin radiolähettimiin valittua eri taajuuudet, niin etteivät taajuuudet ole päällekkäin ja häiritse toisiaan. Nykyinen nostureiden yhteiskäyttösovellus tarvitsee yhteensä 4 eri taajuutta (kuva 25). Lisäksi ristiviittauksella saadaan ristiinkytkennän relelogiikka samanlaiseksi kummassakin tilauksessa. /11/



Kuva 25 Master/slave - käytössä tarvittavat radiotaajuuudet

6.1.3 TANDEM OUTPUT -SIGNAALIN TYYPPI

Jos nostureiden välinen törmäyksen estolaitteisto halutaan ohittaa, tarvitaan master-lähettimestä *tandem output* -signaali. Tämä signaali voidaan kytkeä päälle master-lähettimestä kahdella eri tavalla. Tämän takia tilausvahvistukseen tarvittiin tekninen lauseke TANDEM OUTPUT -SIGNAALIN TYYPPI, jonka arvo on joko hidastus tai pysäytys. Tämän avulla saadaan tilattavaan master-lähettimeen oikeat sisäiset kytkennät. /7, 11/

Tandem output -signaalin tyyppi voi olla:

- Hidastus** Hidastava toiminto sallii nostureiden ajamisen toistensa lähelle hitaalla nopeudella, mutta estää nostureita toimimasta nopealla nopeudella yhteiskäytössä. Hidastava toiminto ohitetaan, kun slave-lähettimeen virta-avain on kiinnitetty master-lähettimeen ja valittu yhteiskäyttö A+B nosturivalinta kytkimestä.
- Pysäytys** Pysäyttävä toiminto ohitetaan, kun slave-lähettimeen virta-avain on kytketty master-lähettimeen. Master-lähettimeellä voidaan tällöin ohjata nosturi yksittäiskäytössä lähelle toista nosturia.

6.2 Myyntiohje myyjille

Tutkintotyön pohjalta tehtiin myyntiohje myyjille. Myyntiohje selvittää yhteiskäyttösovelluksen sisältävät ominaisuudet, yhteiskäyttöä rajoittavat tekijät ja tarvittavat lisäominaisuudet. Myyntiohjeessa myös kerrotaan uudet tekniset lausekkeet, joilla yhteiskäyttö määritellään tilausvahvistukseen.

Tuotteistettu nostureiden yhteiskäyttösovellus käsittää:

- FIX-radiojärjestelmä: 2 x lähetin, 2 x vastaanotin
- Kaapelit sillan kojekaapista lähettimeen ja vastaanottimeen
- Lähetin- ja vastaanotinyksikkö sisältävät antennit
- Relelogiikka asennettuna kojekaappiin
- Sähkösuunnittelu.

Yhteiskäyttöä koskevat rajoitukset:

- Enintään 2 nosturia yhteiskäytössä.
- Enintään 2 nostinta sillalla.
- Painike on vain varaohjain yhdelle nosturille.
- Ainoastaan CXT nosturit.
- Ei saatavissa aluerajoituksen kanssa.
- Ei saatavissa DMCS 007F taajuusmuuttajan kanssa (ei K7 ulostuloa.
- Ei saatavissa heilunnanestojärjestelmää nostureiden välille, koska standardi FIX -radiojärjestelmä ei sisällä mahdollisuutta analogiasignaalin siirtämiseen.

Tarvittavat lisäominaisuudet:

- Sillan liikkeiden rajat.
- Vaunun liikkeiden rajat.
- 2-portainen sillan ja vaunun liikkeiden ohjaustapa.
- Siirtomootoreiden suojaukseen erilliset käämisuojat.

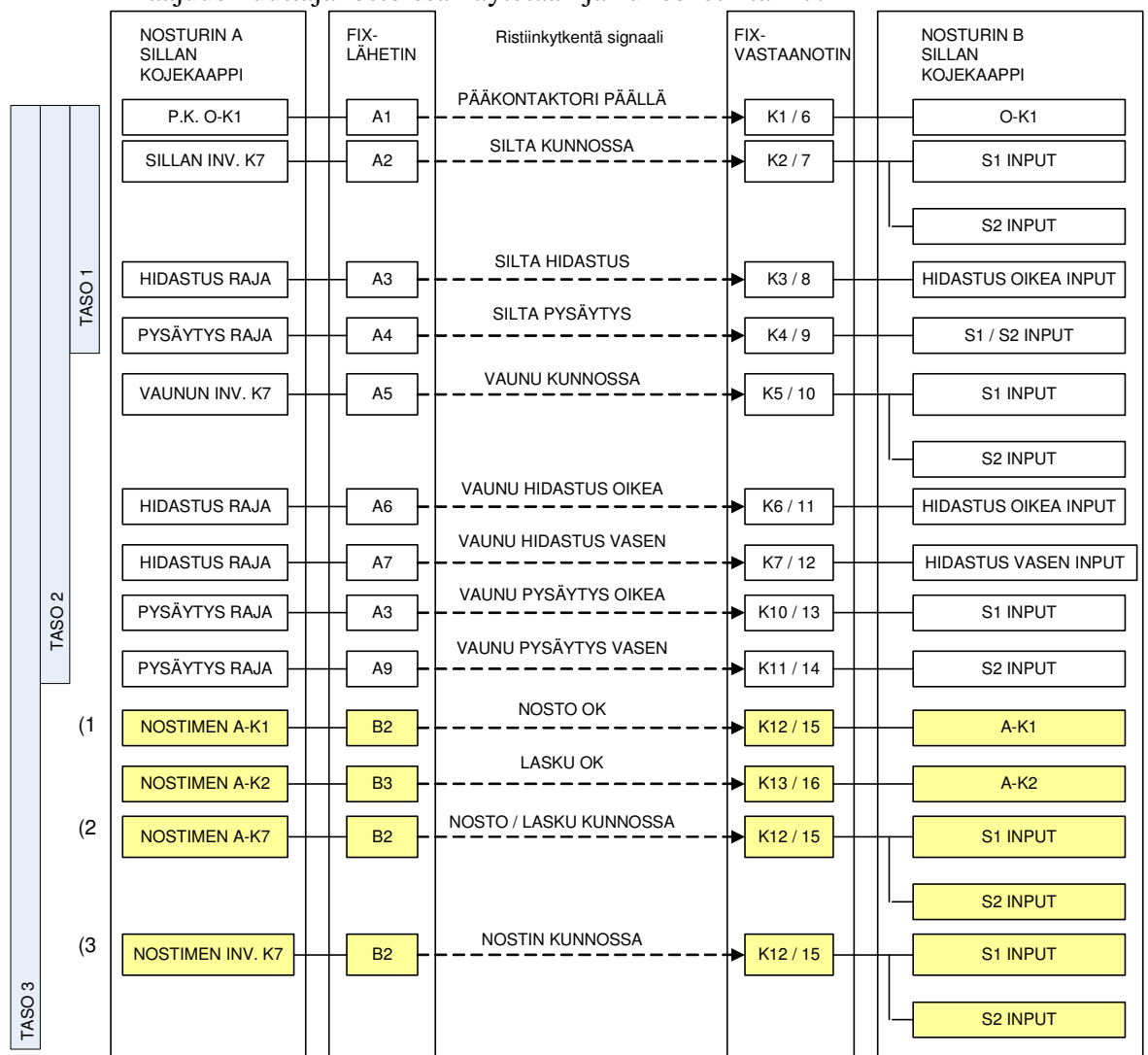
Edellä mainitut asiat koskevat tuotteistettua nostureiden yhteiskäyttösovellusta.

6.3 Sähkösuunnitteluohje

Sähkösuunnitteluohje kertoo sähkösuunnittelijalle mitä ristiinkytkentäsignaaleita tilaukseen tulee suunnitella. Tilausvahvistuksessa on kerrottu ristiinkytkentätaso 1, 2 tai 3. Tasoja vastaavat ristiinkytkentäsignaalit on kuvattu sähkösuunnitteluohjeessa (kuva 26). Ristiinkytkentäsignaalien vakioimiseksi täytyi rajoittaa pienin taajuusmuuttaja DMCS007F pois, koska siinä ei ole saatavissa jarruohjauksen K7 releulostuloa.

Noston / lasku kunnossa -signaali voidaan suunnitella kolmella eri tavalla:

- ⁽¹⁾ Pienempien nostomoottoreiden kontaktorihjauksessa käytetään pelkästään suuntakontaktoreita A-K1 ja A-K2.
- ⁽²⁾ Suurempien nostomoottoreiden kontaktorihjauksessa on jarrukontaktori K7.
- ⁽³⁾ Taajuusmuuttajanostoissa käytetään jarrukosketinta K7.



Kuva 26 Eri tasojen ristiinkytkentäsignaalit

6.4 Nostureiden yhteiskäytön ohjelmoiminen Markman2000-ohjelmaan

Tarjouksien tekemisessä myyjillä on apuna myyntityökalu Markman2000 (kuva 27). Myyntiohjelma sisältää luku- ja piirustusohjelmat, siirtokoneistoiden- ja moottoreiden mitoitusohjelmat. Myyjä syöttää ohjelmaan asiakkaan tarpeiden mukaiset lähtötiedot ja ohjelma laskee nosturi-tarjouksen ja tarjouskuvan. Hyväksytty tarjous siirretään tilauksen käsittely-järjestelmään. /12/

Tutkintotyön selvitysten perusteella myyntiohjelmaan lisätään nostureiden yhteiskäyttö-tarjouksen määrittelyä varten tarvittavat valikot.

Valikkojen lisäämisen lisäksi myyntiohjelmassa on huomioitava:

- radioiden tyyppikoodit
- sillan kojekaapin koko
- nostimen virransyötön signaalijohtimien määrä
- nostureiden sähkönsyötön mitoitus kahden nosturin käynnistys-virrälle
- hinnoittelu.

Kun nostureiden yhteiskäyttö on saatu lisättyä myyntiohjelmaan, tilaus tulee automaattisesti oikein teknisesti ja hinnallisesti tilausjärjestelmään.

Kuva 27 Näkymä Markman2000-myyntiohjelma

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkintotyön tulokset on otettu käyttöön osittain jo tutkintotyön tekemisen aikana. Tilaukset on määritelty uusilla teknisillä lausekkeilla ja tilauksen eri osapuolet; asiakas, myyjä, tilauksen käsittelijä, tilauksen käsittelyohjelmat sekä sähkösuunnittelija tietävät yksiselitteisesti mitä yhteiskäyttötilaus pitää sisältää. Sähkösuunnittelun vakioimisen ansiosta suunnittelijoiden ei tarvitse enää pohtia mitä valvontoja tarvitaan. Tämä on vähentänyt suunnittelu-aikaa ja virheitä. Myös sillan kojekaappien testaaminen helpottuu, kun tilaukset toteutetaan samalla tavalla. Lopulliset hyödyt voidaan mitata vasta kun yhteiskäyttö on saatu lisättyä myyntiohjelmaan. Hinnoittelukin selkeytyi, kun tuotetun yhteiskäyttösovelluksen kaikki kustannukset voidaan laskea yhteen ja muuttaa edelleen myyntihinnaksi. Tulevaisuudessa myyntihintaa voidaan alentaa, koska vakioidun tuotteen valmistamiseen tarvitaan vähemmän työtunteja. Myös nostureiden yhteiskäyttöön tarvittavien radiotaajuuksien määrää voitaisiin vähentää duplex-radioilla. Toisaalta, jos siirrettävän tiedon määrä lisääntyy, tarvitaan tehokkaampia järjestelmiä kuten väylätekniikkaa ja ohjelmoitavia logiikoita. Kuitenkin niin, että laitteiston tulisi täyttää vaadittavat turvallisuusmääräykset. Henkilökohtaisesti tutkintotyö lisäsi tietämystä nostureiden sähköjärjestelmistä ja antoi kokemusta projektityöskentelystä. Mielestäni tutkintotyö oli tarpeellinen, koska siinä ratkaistiin todellista ja ajankohtaista ongelmaa. Työssä aikaansaadut tulokset ja positiivinen palaute myös osoittavat työn onnistuneen monelta osin.

LÄHTEET

Painamattomat lähteet

- 1 Partanen, Petri, Product Training Seminar Level 1,2 ja 3 - koulutusmateriaali. Konecranes Standard Lifting Oy. Hämeenlinna 18.12.2006.
- 2 Complete Assembly Instruction For Cranes. Konecranes Standard Lifting Oy. Hämeenlinna 7.6.2007.
- 3 Service Manual For Frequency Control System. Konecranes Standard Lifting Oy. Hämeenlinna 2.1.2007.
- 4 Sähköpiirustus KS9693B0. KCI Konecranes Components Corp. 92/23.
- 5 Tuoteinfo. Klixon 9700-käämisuoja. Oy T. Stenbacka AB. Helsinki 02/00.
- 6 Complete Owner's Manual For Hoist Control Device, Control Pro. Konecranes Standard Lifting Oy. Hämeenlinna 3.3.2006.
- 7 Lehtinen, Jukka, Tandem Systems / Tandem Outputs. KCI Konecranes Group. Hämeenlinna 31.5.2004.
- 8 Tilausvahvistus 718265. Konecranes Standard Lifting Oy. Hämeenlinna 16.1.2007.
- 9 Rudolph, W. Tandembetrieb Von Kranen/Katzen, Rundschreiben, Krane SV 11-2. Fachausschuss Maschinenbau, Hebezeuge, Hütten- und Walzwerksanlagen (MHHW). Düsseldorf.
- 10 Lindfors, Hannu, Tandem-käytön standardit. Sähköpostiviesti 16.8.2007.
- 11 Lehtinen, Jukka. Käkönen, Jukka. Paavilainen, Pasi. Roivainen, Tero. Lopputyöpalaverit 2007-2008. Konecranes Standard Lifting Oy. Hämeenlinna.
- 12 Nurmio, Susanna, Tarjousprosessin kehitys nosturi- ja komponenttiapplikaatioille. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Tuotekehityksen koulutusohjelma. Hämeenlinna 16.5.2007.

Painetut lähteet

- 13 SFS-EN 13557. Nosturit. Ohjauslaitteet ja ohjauspaikat. Suomen standardisoimisliitto SFS. 16.8.2004 48 s.
- 14 SFS-EN 954-1. Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet. Suomen standardisoimisliitto SFS. 25.8.1997. 65 s.
- 15 Määräys 4 radiotaajuuksien käytöstä sekä määräyksen liite radiotaajuuksien käyttösuunnitelma (taajuustaulukko) taajuusväliltä 9 kHz - 400 GHz. Viestintävirasto. Radiohallinto 19.4.2002