TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka

Tutkintotyö

Ville Aaltonen

Punnitusanturin testauslaitteisto

Työn valvoja Harri Joki
Työn teettäjä Bronto Skylift Oy AB, ohjaajana Jouni Törnqvist
Tampere 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka
Aaltonen, Ville
Punnitusanturin testauslaitteisto
Tutkintotyö
Työn valvoja Harri Joki
Työn teettäjä Bronto Skylift Oy AB, ohjaajana DI Jouni Törnqvist
Hakusanat punnitusanturi, testauslaitteisto, automaatio

TIIVISTELMÄ

Bronto Skyliftin valmistamissa nostolaitteissa käytetään työkorin punnitusanturia nostolaitteen painopisteen valvontaan. Kyseisen punnitusanturin Bronto Skylift valmistaa itse.Tämän lopputyön tarkoituksena on tuotekehityksen jatkaminen ja se liittyy nostolavalaitteiden painopisteen valvontaan käytettävän anturin valmistukseen ja testaukseen. Olemassa olevaa punnitusanturin testauslaitteistoa uudistetaan nykyaikaan soveltuvaksi. Tarkoitus on myös suunnitella testilaitteistosta edellistä laitteistoa käyttäjäystävällisempi.

Tarkoituksena on laatia uusi järjestelmä, jonka suunnittelu on aloitettu tyhjästä. Järjestelmän avulla voidaan testata punnitusanturia halutulla tavalla ja näin ollen varmistaa vaatimusten mukaisen anturin valmistaminen.

Vanhan järjestelmän käyttäminen vaati, että anturin testaajan tuli valvoa testausta sen ollessa käynnissä. Uuden järjestelmän avulla tämä vaatimus poistuu, eli järjestelmä on täysin automaattinen ja hoitaa testauksen valvomatta.

Työ on toteutettu käyttämällä hyväksi Unitronicsin ohjelmoitavaa, näytöllistä logiikkaa. Näin saadaan laitteistosta mahdollisimman visuaalinen ja sen myötä laitteiston käyttäjän työ helpottuu, vanhaan järjestelmään verrattuna.

Laitteistoa voidaan haluttaessa laajentaa ohjelmallisesti tai myös fyysisesti, jos näille toimenpiteille tulee tulevaisuudessa tarvetta.

TAMPERE POLYTECHNIC
Electrical Engineering
Automation Engineering
Aaltonen, Ville Weight sensor testing equipment
Engineering Thesis
Thesis Supervisor Harri Joki
Commissioning company Bronto Skylift Oy AB, Supervisor MSC Jouni Törnqvist
Keywords Weight sensor, testing equipment, automation

ABSTRACT

In aerial platforms manufactured by Bronto Skylift, weight sensor is used to monitor the lifts center of gravity. Bronto Skylift manufactures the weight sensor. Purpose of this thesis is to continue the product development, relating to a weightsensors manufacturing and testing. Existing system is to be updated to correspond the challenges of the modern age. The system will be designed to be more user friendly than the older, as a part of the updating.

The system will be build from the beginning. System is to be used to test weight sensors as required. This helps to manufacture weight sensors according various demands.

The old system required that during the testing the process must be observed and controlled by the makers. Applying the new system will remove this requirement, as it is fully automatic and will complete the testing without observation or control.

Task has been carried out using Unitronics programmable logic. This logic includes a visual display which makes the system more visual to the user, making the system more user friendly.

Hardware and software can be updated even further in the future if necessary.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SYMBOLILUETTELO 7
1 JOHDANTO 8
1.2 Bronto Skylift 8
1.3 Punnitusanturin testauksen historia 9
1.4 Työn tavoite 10
2 PUNNITUSANTURI 11
3 TESTAUSLAITTEISTON SUUNNITTELU 15
4 KOMPONENTTIEN VALITSEMINEN 18
4.1 Kotelo 19
4.1.1 Valinta 19
4.1.2 Sopivuus kokonaisuuteen 19
4.2 Virtalähde 20
4.2.1 Valinta 20
4.2.2 Sopivuus kokonaisuuteen 22
4.3 Logiikka 23
4.3.1 Valinta 24
4.3.2 Käytetty kokoonpano 26
4.3.3 Sopivuus kokonaisuuteen 26
4.4 Vahvistinkortti 26
4.4.1 Valinta ja toiminta 27
4.4.2 Sopivuus kokonaisuuteen 30
4.5 Tuuletin 30
4.5.1 Valinta 30
4.5.2 Sopivuus kokonaisuuteen 32
4.6 Painekytkimet 32
4.6.1 Valinta 32
4.6.3 Sopivuus kokonaisuuteen 34
5 TESTAUSLAITTEISTON RUNKO 34

5.1 Rungon ominaisuudet 34
5.2 Ideat 35
5.3 Lopullinen suunnitelma 37
6 HYDRAULIIKKA 38
7 MUUT SÄHKÖOSAT 39
8 KYTKENTÄKAAVIOT 39
8.1 Suunnittelu 39
8.2 Muutokset 40
8.3 Lopullinen versio 41
9 JÄRJESTELMÄN KOKOAMINEN 42
9.1 Osien sijoittelu 42
9.2 Kokoamisen aloittaminen 42
9.3 Muutokset 45
10 OHJELMOINTI 46
10.1 Järjestelmän toiminta 46
10.2 Ohjelmointityökaluun tutustuminen 47
10.3 Ohjelmoinnin aloittaminen 49
10.4 Ohjelmointi 50
10.5 Ohjelmalliset ratkaisut 54
10.5.1 Ethernet kortin alustaminen 55
10.5.2 Ajastimet 56
10.5.3 Laskurit 57
10.5.4 Signaalin skaalaus 58
10.5.5 Siirtyminen aliohjelmasta toiseen 59
10.6 Muutokset 60
10.7 Lopullinen versio 64
11 LAITTEISTON TESTAAMINEN 64
11.1 Käyttökoe 64
11.2 Lämpötilakoe 65
12 TESTIPENKIN KOKOONPANO 66
12.1 Asennus 66
13 JÄRJESTELMÄN TESTAUS 73
13.1 Hydrauliikan testaus ja säädöt 73
13.2 Logiikan ohjauksien testaus 74
13.3 Testauksen aikana tehdyt muutokset 75
13.5 Lopullinen versio 77

14 ULKOPUOLINEN MITTAUS TIETOKONEELLA 78
14.1 Muutokset 78
14.2 Mittauspöytäkirja 79
15 LAITTEISTON LISÄOPTIOT 79
15.1 Elektroniset painekytkimet 79
15.2 Punnitusanturin käyttäytymistä kuvaava mittaus 80
16 TYÖN TARKASTELU 81

Liiteluettelo

1. Kotelon tekniset tiedot
2, 3 Virtalähteen tekniset tiedot
4 – 9 Logiikan tekniset tiedot
10, 11 Painekytkimen tekniset tiedot
12. Rungon piirrustukset (poistettu luottamuksellisuuteen vedoten)
13. Hydrauliikan piirrustukset (poistettu luottamuksellisuuteen vedoten)
14, 15 Muut sähköosat (poistettu luottamuksellisuuteen vedoten)
16 – 20 Kytkentäkaaviot (poistettu luottamuksellisuuteen vedoten)
21 – 53. Ohjelmointi (poistettu luottamuksellisuuteen vedoten)

SYMBOLILUETTELO

F_G = Painovoiman ja massan muodostama voima, joka kohdistuu työkoriin

F_V = Työkorin ja punnitusanturin välillä vaikuttava vetävä (sivusuuntainen) voima

F_P = Työkorin ja punnitusanturin välillä vaikuttava vetävä (sivusuuntainen) voima

l_V = Punnitusanturin materiaalin venymän aiheuttama matka

l_P = Punnitusanturin materiaalin puristuman aiheuttama matka

P1= Painekytkimeen kohdistuva paine

P2= Painekytkimen säädetty painepiste

F_{g1} =Testilevyn aiheuttama voima

F_{g2} =Vastapainon aiheuttama voima

1 JOHDANTO

Bronto Skyliftin valmistamia nostolavalaitteita käytetään sekä henkien pelastamiseen, että urakkatöihin. Ominaista jokaiselle nostolaitteelle on, että työntekijöiden ollessa korissa tulee kyseisten henkilöiden turvallisuudesta varmistua noston aikana. Nykyään nostolavalaitteiden nostokorkeus on jopa 101 metriä (2007).

Korkean nostokorkeuden takia tulee laitteen painopiste ottaa huomioon noston aikana, jotta laite ei pääse kaatumaan kyljelleen työntekijöiden ollessa työkorissa. Työkorissa olevien henkilöiden yhteispaino vaikuttaa suuresti nostolaitteen painopisteeseen. Tästä syystä nostolaitteisiin on kehitetty järjestelmä, jonka avulla voidaan määrittää laitteen painopiste noston aikana. Näin ollen voidaan estää laitteen painopisteen siirtyminen liian kauas laitteen keskipisteestä, mikä aiheuttaisi laitteen kaatumisen. Tämä työ käsittää kyseisen punnitusanturin valmistukseen ja testaukseen tarkoitetun testauslaitteiston suunnittelun ja rakentamisen eri vaiheet.

1.2 Bronto Skylift

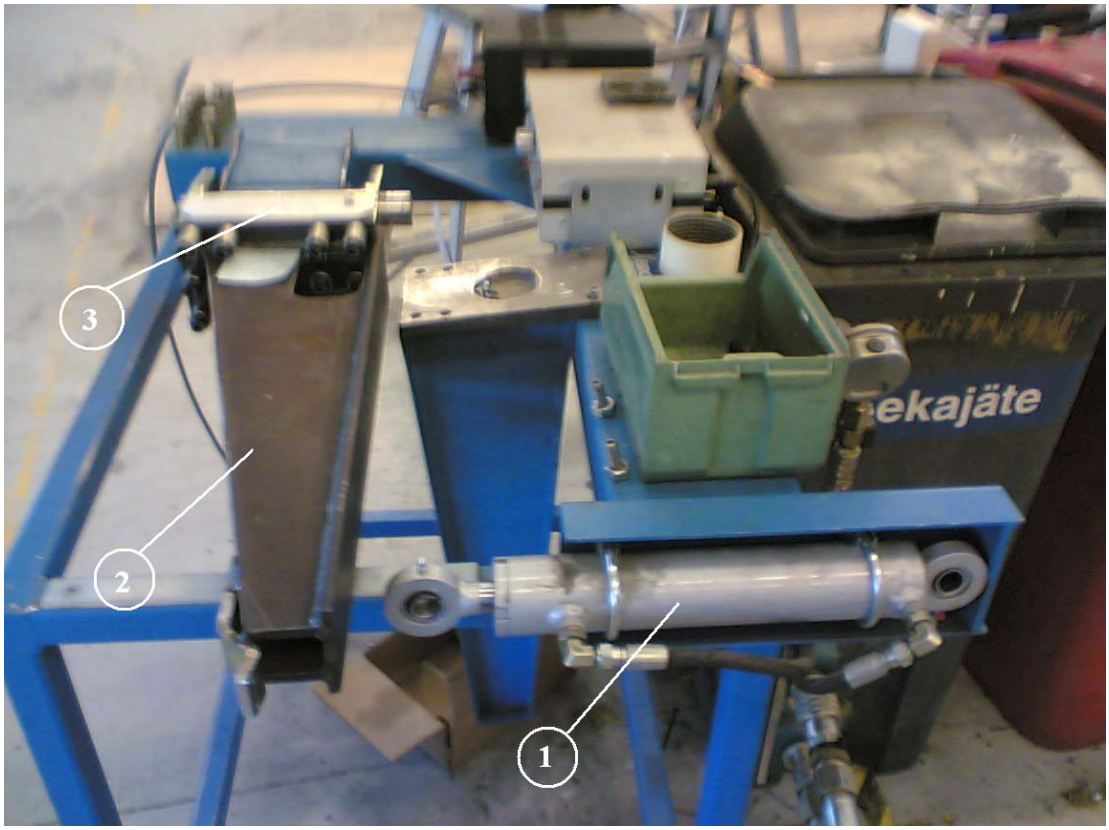
Bronto Skylift Oy Ab on vuonna 1972 perustettu yhtiö, joka sijaitsee Tampereen Raholassa Teerivuorenkadulla. Yhtiö suunnittelee, valmistaa ja huoltaa hydraulisia pelastus- ja palontorjuntanostolavoja sekä työlavalaitteita. Yhtiö on ollut Yhdysvaltalaisen Federal Signal Corporationin omistama vuodesta 1995. Bronto Skyliftin päämarkkina-alueita ovat Eurooppa, Aasia sekä Pohjois- ja Etelä-Amerikka. Vuonna 2003 yhtiön liikevaihto oli noin 59 miljoonaa euroa.Yhtiöllä on työntekijöitä Suomessa noin 270 ja tuotantolaitokset ovat Tampereella ja Porissa. Porissa suoritetaan pääasiassa varsistokokoonpanoa ja Tampereella loppukoontaa. Huoltopisteitä yhtiöllä on Porissa, Tampereella, Kuopiossa, Oulussa, Turussa ja Vantaalla. Bronto Skyliftin tytäryhtiöitä on Ruotsissa, Saksassa ja Sveitsissä, ja lisäksi yhtiöllä on edustajia noin 100 maassa. Tampereelta on toimitettu laitteita noin 110 maahan ympäri maailmaa.

1.3 Punnitusanturin testauksen historia

Ensimmäisen punnitusanturin testauslaitteiston järjestelmä oli yksinkertainen ja sen ohjaukset olivat toteutettu sähköisillä ohjauksilla (releillä jne.), ilman logiikoita. Sähköiset ohjaukset olivat yksinkertaiset ja testilaitetta käytettiin aluksi ainoastaan sähköisellä kytkimellä, jonka avulla kuormitus suoritettiin liike kerrallaan. Myöhemmin järjestelmään lisättiin ajastin, jonka avulla testaus voitiin suorittaa automaattisesti (kuva 1).

Kuva 1 Ajastin

Ajastimen kääntökytkimen avulla voitiin asettaa testauskerrat, eli kuinka monta kertaa hydraulisylinteri kuormitti punnitusanturia.
Testausjärjestelmän toiminnot oli mahdollistettu käyttämällä hyväksi hydrauliikkaa ja rungon rakenne on yksinkertainen, kuten kuvasta 2 voidaan nähdä.



Kuva 2 Vanhan järjestelmän rakenne

Kuvasta 2 voidaan nähdä testauslaitteiston seuraavat osat:

1. Hydraulisylinteri
2. Koestinvarsi
3. Punnitusanturi

Hydraulisylinterin avulla kuormitetaan koestinvartta, joka puolestaan kuormittaa punnitusanturia. Näin saadaan simuloitua työkorin punnitusanturille aiheuttama voima. Koestinvartta kuormitetaan noin 50 baarin (1000 kg) paineella.

1.4 Työn tavoite

Tämän järjestelmän olennainen osa on työkorin varren ja työkorin yhdistävä anturi, jonka avulla mitataan työkorissa olevien henkilöiden paino. Työkorin painon avulla voidaan määrittää varrelle maksimi –

ulottuma. Tämän maksimi ulottuman ylittäminen saattaa kaataa laitteen. Tämä työ käsittelee kyseisen punnitusanturin valmistukseen ja testaukseen käytettävän testauslaitteiston suunnittelua ja valmistusta.

Kyseisen testauslaitteiston valmistamiseen sisältyy kolme eri vaihetta:

- sähköisen ohjausjärjestelmän suunnittelu ja valmistus
- Testauslaitteiston rungon suunnittelu ja valmistus
- Testausjärjestelmän kokoaminen, testaus ja muuttaminen (tarvittaessa)

Tässä työssä käsitellään kaikkia näitä kolmea eri vaihetta. Työn pääasiallinen tarkoitus oli kuitenkin sähköisen ohjausjärjestelmän suunnittelu ja valmistus.

Työn haluttiin kuitenkin olevan kattava koko laitteiston valmistuksen osalta, joten tästä syystä se käsittää kaikki testauslaitteiston valmistumiseen kuuluvat vaiheet.

2 PUNNITUSANTURI

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kappale on poistettu.

3 TESTAUSLAITTEISTON SUUNNITTELU

Testauslaitteiston suunnittelu aloitettiin ideariihellä, joka pidettiin ennen lopputyön aloittamista. Kyseisessä ideariihessä määriteltiin, mitä järjestelmän tulee tehdä ja mitä osia mahdollisesti käytettäisiin. Ideariihessä asetettiin seuraavanlaisia vaatimuksia:

- Korvaa vanhan olemassa olevan järjestelmän

- Järjestelmän tulisi olla suurimmaksi osaksi automaattinen
- Työssä käytettäisiin niin paljon yhtiön omia osia kuin vain mahdollista
- Työ toteutettaisiin ohjelmoitavan logiikan avulla
- Järjestelmän tulee olla visuaalinen ja helppo käyttää
- Järjestelmän tulisi olla kompakti eli mahdollisimman vähän tilaa vievä
- Laitteiston toiminnot toteutetaan sähköhydraulisesti

Näiden vaatimuksien pohjalta oli tarkoitus suunnitella toimiva järjestelmä. Tässä tutkintotyössä on tarkoitus suunnitella ja rakentaa sähköinen ohjausjärjestelmä kyseiseen testauslaitteistoon. Laitteiston runko ja hydrauliikan suunnittelu ulkoistettiin.

Ideariihessä määriteltyjen järjestelmävaatimusten lisäksi käytiin läpi laitteiston rungon muotoon liittyviä vaatimuksia, jotka vaikuttavat sähköisen ohjausjärjestelmän suunnitteluun:

- Anturia kuormitetaan neljällä (4) hydraulisylinterillä
- Hydraulisylinterit kuormittavat erillistä testilevyä, joka simuloi työkorin pohjaa
- Testilevy on kiinnitettynä punnitusanturiin kuormituksen ollessa käynnissä

Kyseiset vaatimukset välitettiin laitteiston rungon suunnittelijoille. Koska rungon muodosta ei ollut vielä tietoa ennen järjestelmän suunnittelun aloittamista, käytiin vielä Porissa tutustumassa vanhaan olemassa olevaan testausjärjestelmään, siitä enemmän kappaleessa 1.3.

Kun vaatimukset testilaitteiston toimivuudesta olivat selvät, määritettiin koko anturin testauksen kattava vuokaavio, josta selviävät järjestelmän kaikki vaiheet käytön aikana (kuva 6).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 6 Anturin kuormituksen kaikki vaiheet

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuvateksti on poistettu.

4 KOMPONENTTIEN VALITSEMINEN

Tässä kappaleessa kerrotaan kaikista projektiin valituista komponenteista; kuinka niiden valintaan päädyttiin ja mitä etuja tai haittoja kyseisillä komponenteilla voi olla järjestelmän toiminnan kannalta. Seuraavia pääkomponentteja on käytetty testauslaitteiston rakentamisessa:

- Kotelo (4.1)
- Virtalähde (4.2)
- Logiikka (4.3)
- Vahvistinkortti (4.4)
- Tuuletin (4.5)
- Painekytkimet (4.6)

4.1 Kotelo

Ensimmäinen valittu komponentti oli kotelo. Tosin kotelo voisi olla myös viimeiseksi hankittava komponentti. Näin tekemällä voitaisiin olla ehdottoman varmoja, että kotelo on juuri oikean kokoinen ja että siihen saisi sisällytettyä kaikki tarvittavat komponentit. Kotelon pinta-alan ollessa liian pieni kaikille järjestelmän komponenteille voi ilmetä ongelmia komponenttien lämpenemisen kanssa. Niin on, jos komponentit yleensä saataisiin sisällytettyä kotelon sisään.

4.1.1 Valinta

Koska Bronto Skylift on useimmissa projekteissaan käyttänyt FIBOX:n koteloita, aloitettiin etsintä kyseisen yrityksen tuotteista. Lopulta FIBOX:lta löytyi sopivalta tuntuva kotelo EURONORD mallistosta (tekniset tiedot, ks. Liite 1) ja kyseisestä kotelosta pyydettiin tarjouspyyntö. Koska FIBOX:lla on pitkä historia Bronton kanssa, tarjoutui FIBOX lähettämään kotelon ilmaiseksi näytteenä.

Tämä on hyvä asia hankkeen kannalta. Koska kyseinen kotelo oli ilmainen, budjetissa olisi varaa valita toinen malli, jos kotelo osoittautuisi liian pieneksi. Kyseistä koteloa ei tietenkään haluttu haaskata, ja kun kotelo saatiin, näytti se juuri oikean kokoiselta.

4.1.2 Sopivuus kokonaisuuteen

Myöhemmin järjestelmän kokoamisvaiheessa osottautui, että kotelo oli kuin yksilöllisesti räätälöity kyseiseen projektiin. Koska kotelo kuitenkin oli hieman kompakti, tulivat komponentit lähelle toisiaan ja siitä syystä

päätettiin järjestelmään sisällyttää tuuletin ilmankierron varmistamiseksi kotelossa. Tuulettimen valinnasta kerrotaan kappaleessa 4.5.

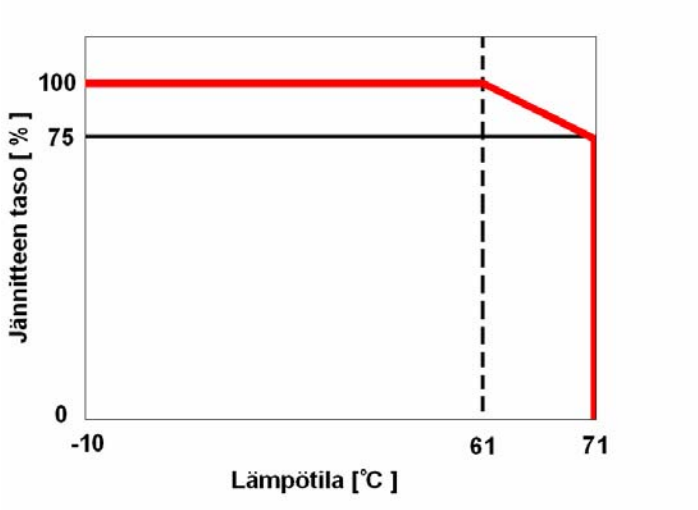
4.2 Virtalähde

Virtalähteen valinta tulee tehdä huolellisesti, jotta se pystyy vastaamaan järjestelmän vaatimuksiin virrankulutuksen osalta. Koska järjestelmän komponentit ovat kotelossa lähekkäin, on valinnassa hyvä ottaa huomioon virtalähteen koko ja virtalähteestä koteloon siirtyvän lämmön määrä, virransyötön pysyessä vaaditulla tasolla. Myöskin itse virtalähteen tuuletus tulee ottaa huomioon, näin vältytään virtalähteen ylikuumenemiselta.

4.2.1 Valinta

Projektin alussa olleessa ideariihessä päästiin yhteisymmärrykseen siitä, että 10 A:n virtalähde olisi varmasti riittävä sähköjärjestelmän tarpeisiin. Näiden vaatimusten pohjalta etsittiin projektiin soveltuva virtalähde. Valittu malli oli DRA240-24B, hakkurikäyttöinen 240W:n virtalähde. Hakkurillinen virtalähde valittiin siksi, että siitä siirtyvän lämmön määrä ympäristöön on pienempi kuin normaaleissa rautasydämisissä muuntajissa.

Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan virtalähteen syöttämän jännitteen tasoa lämpötilan noustessa (kuva 7):



Kuva 7 Jännitteen muutos lämpötilan funktiona

Kuvasta 7 voidaan nähdä, miten virtalähteen jännitteen taso laskee lämpötilan noustessa. Tosin, jos tällaisiin lämpötiloihin (61 °C) päästäisiin, virtalähteen jännitteen laskemisella ei olisi enää käytännön merkitystä. Myös muita komponentteja varmasti tuhoutuisi lämpötilan nousun vuoksi (lämpötilaraja järjestelmän toiminnalle on 40°C). Muita virtalähteen teknisiä tietoja voi tarkastella liitteestä 2 ja 3.

Hakkurivirtalähteen hyvät puolet:

+ Korkea hyötysuhde
+ Matala hukkateho
+ Pienempi koko ja paino

Näin ollen ympäristöön siirtyvä lämpö on pienempi, mikä mahdollistaa korkean hyötysuhteen, joka taas mahdollistaa matalan hukkatehon. Hakkurillisen virtalähteen paino ja koko ovat myös pienemmät kuin rautasydämisisen virtalähteen. Näin ollen virtalähde vie entistä vähemmän tilaa kotelossa.

Hakkurillisella virtalähteellä on myös huonot puolensa:

- Mahdolliset RF- eli radiotaajuushäiriöt
- Mahdolliset sähköiset häiriöt
- Monimutkaisuus

On siis mahdollista, että virtalähde saattaa aiheuttaa sähköisiä häiriöitä kotelon sisällä. Tähän on kuitenkin varauduttu, siitä kerrotaan lisää kappaleessa 8.2. Muilla huonoilla puolilla ei ole käytännön merkitystä kyseisen projektin kannalta.

4.2.2 Sopivuus kokonaisuuteen

Projektiin valittu virtalähde osoittautui myöhemmin järjestelmän testausvaiheessa osuvaksi vaihtoehdoksi. Kokonsa puolesta virtalähde sopi koteloon täydellisesti (kuva 8), näin ollen kotelon tuuletin oli helppo sijoittaa niin, että se mahdollistaisi raikkaan ilmankierron kotelon sisällä. Tietenkin hakkurin sähköiset häiriöt ovat pieni miinuspuoli, mutta tämän kokoisessa kotelossa normaalin virtalähteen aiheuttamat sähköiset häiriöt (magneettikentän aiheuttama häiriö) saattaisivat olla suuremmat.

Kuva 8 Virtalähde asennettuna koteloon

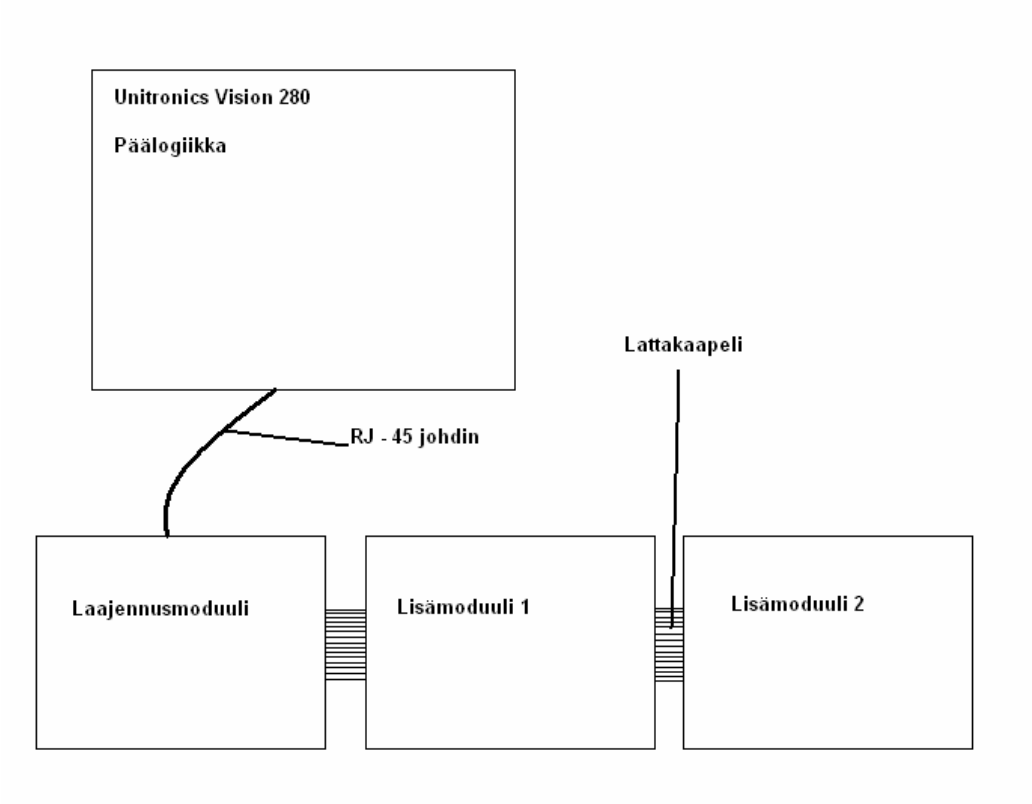
4.3 Logiikka

Logiikkaa käytetään tässä projektissa ohjaamaan punnitusanturia kuormittavia sylintereitä ja helpottamaan testausta tekemällä siitä automaattisen. Logiikalla on myös suuri merkitys järjestelmän visuaalisessa esityksessä.

4.3.1 Valinta

Logiikan valinta ei tässä projektissa aiheuttanut ongelmia. Koska järjestelmästä haluttiin mahdollisimman visuaalinen, oli Unitronicsin logiikka integroidulla kosketusnäytöllä hyvä vaihtoehto. Koska Brontolla oli aikaisemminkin käytetty Unitronicsin logiikoita, päätettiin niitä käyttää myös tässäkin projektissa. Logiikan ohjelmointi voitiin suorittaa käyttämällä Ladder – ohjelmointitapaa. Integroituun näyttöön voitiin helposti tehdä itse piirrettyjä symboleja. Tästä syystä logiikan ohjelmointi oli hyvin helppo oppia ja jos myöhemmin tulevaisuudessa järjestelmää laajennettaisiin ohjelmallisesti, olisi myös jonkun muun helppo toteuttaa nämä muutokset. Itse ohjelmoinnista kerrotaan kappaleessa 10.

Verrattuna muihin logiikoihin, joita Unitronicsin logiikoiden ohella tarkasteltiin, oli kyseinen logiikka muita halvempi. Myös tämä seikka vaikutti keskeisesti logiikan valintaan. Kyseinen logiikka on laajennettavissa niin, että sillä voi ohjata suuriakin prosesseja. Logiikan laajennus on toteutettavissa kuvan 9 mukaisesti:



Kuva 9 Havainnollistus logiikan laajentamisesta

Kuvasta 9 voidaan nähdä logiikan laajennusperiaate. Logiikan kokoonpanon voi tarvittaessa laajentaa maksimissaan 7:ään lisämoduuliin. Päälogiikka on yhteydessä lisämoduuleihin RJ – 45 johtimen kautta, joka on kytketty laajennusmoduuliin. Laajennusmoduulin kautta päälogiikka on yhteydessä lisämoduuleihin. Lisämoduulien lisäksi voidaan päälogiikan I/O – pisteitä laajentaa erillisellä I/O – lisämoduulilla. Tämä lisämoduuli asennetaan osaksi päälogiikkaa.

4.3.2 Käytetty kokoonpano

Testauslaitteiston logiikan ratkaisut on toteutettu kuvan 9 osoittamalla kokoonpanolla:

- Päälogiikka + I/O – lisämoduuli
- Laajennusmoduuli + 2 lisämoduulia

Kyseisellä kokoonpanolla saadaan tarpeeksi I/O – pisteitä kyseisen testausjärjestelmän tarpeisiin.Logiikan komponenttien tekniset tiedot ovat liitteissä 4 - 9.

4.3.3 Sopivuus kokonaisuuteen

Kyseinen logiikka on välttämätön lisä järjestelmään, toimivuutensa ja varmasti myös kestävyytensä vuoksi. Logiikkaan integroidun näytön avulla testauslaitteiston käyttäminen helpottuu. Tämä myös lisää laitteiston visuaalisuutta.

4.4 Vahvistinkortti

Vahvistinkortilla muokataan (vahvistetaan) punnitusanturilta saatavaa jänniteviestiä niin, että nostolaitteissa käytettävät tietokoneet pystyvät vastaanottamaan punnitusanturin signaalia. Vahvistinkortteja päätettiin käyttää myös tässä projektissa. Näin anturin testauksessa voidaan simuloida oikeita olosuhteita, kun anturin signaali viedään vahvistinkorttien kautta tietokoneelle. Nykyisissä suurimmissa nostolaitteissa ei enää ole vahvistinkortteja, tietokoneiden edistyksellisyydestä johtuen. Joissain vanhemmissa malleissa, joita vielä

tuotetaan on edelleen vahvistinkortit. Tästä syystä testauslaitteistossa on myös päätetty käyttää kyseisiä kortteja.

4.4.1 Valinta ja toiminta

Brontolla on jo monta vuotta ollut käytössään Ascorellin valmistamia vahvistinkortteja (kuva 10). Tästä syystä myös testauslaitteistossa käytettiin samoja vahvistinkortteja. Näin tekemällä mahdollistetaan mahdollisimman tarkka todellisten olosuhteiden simuloiminen.

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 10 Vahvistinkortti kytkettynä

Vahvistinkortit päätettiin lisätä testauslaitteistoon myös sen takia, että punnitusanturilta ei yleismittaria käyttämällä saa mitattua sen lähettämää jänniteviestiä. Käytännössä siis venymäliuskat tarvitsevat lähettimen. Tästä syystä mittaus täytyy tehdä vahvistinkortin kautta. Koska signaalia ei pysty punnitusanturilta mittaamaan yleismittarin avulla, on Brontolla olemassa punnitusanturin signaalia jäljittelevä korikuorma - komponentti (kuva 11).

Se jäljittelee punnitusanturin toimintaa kun ”painoa lisätään”. Painon lisäys tapahtuu potentiometriä kääntämällä. Potentiometrin avulla simuloidaan painoa (voimaa F_G) , joka kohdistuu punnitusanturiin. Korikuorma – komponenttiin syötetään myös 5V:n tasajännitettä kuten punnitusanturiin, ja täten saadaan mitattua punnitusanturin jänniteviesti yleismittaria käyttäen.

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 11 Korikuorma – komponentti

Kuvassa 11 voidaan nähdä kyseisen komponentin rakenne. Käytännössä kyseinen komponentti on siis säätövastus, joka simuloi punnitusanturin jännitesignaalia säädetyn painon mukaan.

Koska punnitusanturin signaali täytyy pystyä mittaamaan, on vahvistinkortin mittausjärjestely seuraavanlainen(kuva 12):

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 12 Vahvistinkortin mittausjärjestely

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuvateksti on poistettu.

4.4.2 Sopivuus kokonaisuuteen

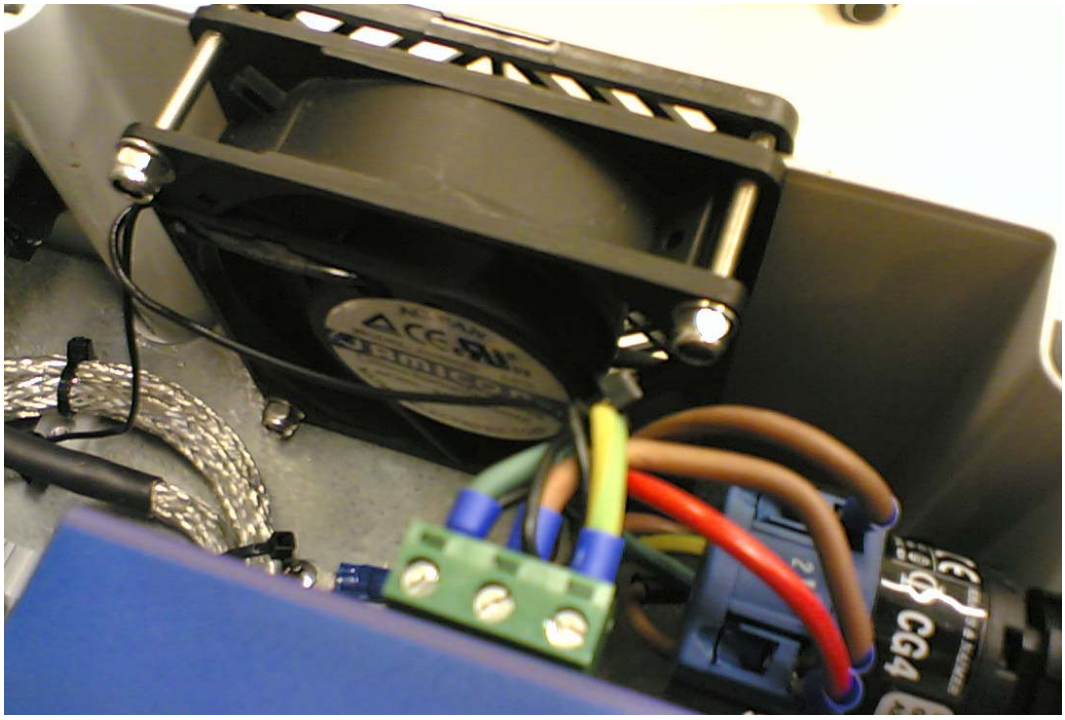
Kuten aiemmin todettu vahvistinkortit on lisättävä järjestelmään, jotta punnitusanturin signaalia voidaan mitata logiikkaa hyväksikäyttäen. Koska vahvistinkortit tekevät kyseisestä järjestelmästä osaksi mittausjärjestelmän, tulee vahvistinkorttien kytkennässä ottaa huomioon mahdolliset sähköiset häiriöt joita järjestelmässä voi esiintyä. Tästä enemmän kappaleessa 8.2**.**

4.5 Tuuletin

Tuuletinta käytetään järjestelmän kytkentäkotelon sisäilman jäähdyttämiseen, jotta kaikki komponentit varmasti toimisivat oikein. Näin vältytään laitteiston komponenttien ylikuumenemiselta ja mahdolliselta tuhoutumiselta. Järjestelmän maksimi toimintalämpötila on 40°C.

4.5.1 Valinta

Koska ei voitu olla varmoja kuinka lämpimänä järjestelmä saattaisi käydä (isoin huolenaihe oli virtalähde), valittiin varmuuden vuoksi Jamicon tehokas 230V tuuletin (kuva 13). Näin varmistettaisiin jatkuva ilmankierto kotelon sisällä.



Kuva 13 Tuuletin asennettuna paikalleen

Koska työpisteen ilma, johon järjestelmä tullaan sijoittamaan, tiedettiin olevan likaista (pölyä, ym.), asennettiin tuulettimen eteen vielä hiukkassuodatin joka estäisi pölyn ja muun lian joutumisen kotelon sisään (periaatteellinen syttymisvaara). Näin varmistetaan, että lika ei missään vaiheessa pääse haittaamaan järjestelmän toimintaa.

Koteloon tehtiin vastakkaiselle puolelle koteloa tuuletusreiät, jotta lämmin ilma pääsisi vapaasti nousemaan ylöspäin. Tuuletusreikien eteen asennettiin myös metalliverkot, jotta järjestelmän sisään ei pääsisi tippumaan mitään pölyhiukkasta isompaa. Näin tehtynä järjestelmä on altis vesivaurioille, mutta koska järjestelmää tullaan käyttämään sisätiloissa ei tästä pitäisi olla vaaraa.

4.5.2 Sopivuus kokonaisuuteen

Järjestelmälle tehty lämpötilatesti (kts. kappale 11) osoitti, että tuulettimen avulla pystytään kotelon sisälle luomaan niin hyvä ilmanvaihto että komponenttien ylikuumenemisesta ei ole huolta. Lisäksi tuuletin on hiljainen mikä lisää käyttömukavuutta laitteen ollessa toiminnassa.

4.6 Painekytkimet

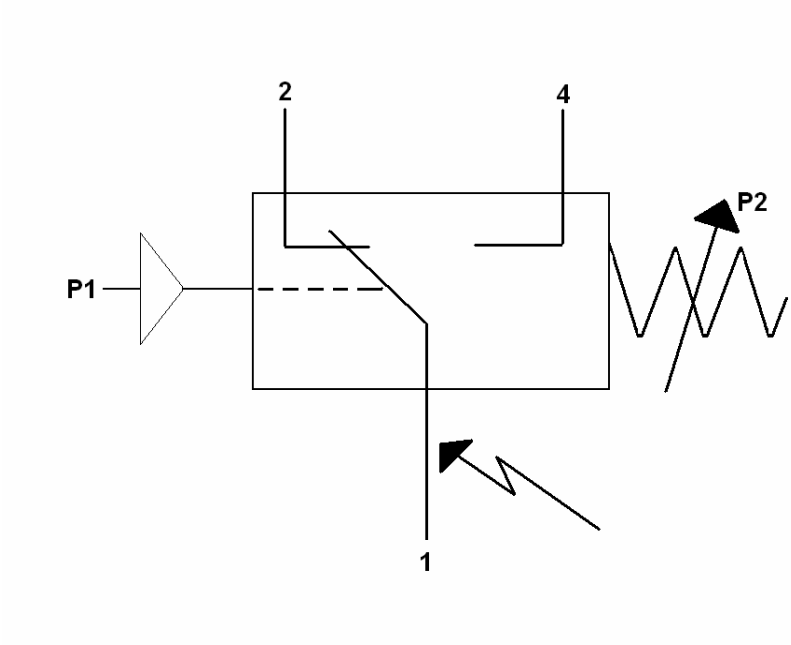
Painekytkimillä mitataan painetta hydraulisylinterin molemmissa päissä. Kytkimeltä tulevaa signaalia (+24V) käytetään kuormituskertojen laskemiseen. Näin tekemällä mahdollistetaan tarkka, käyttäjän asettamien kuormituskertojen suorittaminen. Painekytkimiltä saatava signaali logiikalle vietynä mahdollistaa myös järjestelmän automaattisen toiminnan, jolloin käyttäjän ei välttämättä tarvitse valvoa testausta.

4.6.1 Valinta

Painekytkimien löytäminen ei ollut helppoa. Monella valmistajalla oli tarjolla sähköiseen paineenmittaukseen soveltuvia tuotteita. Nämä tuotteet kuitenkin koettiin turhan mutkikkaisiksi ja kalliiksi kyseiseen järjestelmään. Painemittaukseen soveltuvat anturit käyttävät yleensä jänniteviestiä paineen ilmoittamiseen. Myös standartiviestin (4 – 20 mA) omaavia malleja on markkinoilla. Nämä anturit maksaisivat enemmän kuin yksinkertainen painekytkin. Näin päädyttiin valitsemaan Nordgren:in painekytkin (kuva 14) osaksi kyseistä testausjärjestelmää. Kyseiseen painekytkimeen syötetään 24V tasajännitettä. Tällöin painekytkimen tunnistaessa paineen, se lähettää 24V:n signaalin.

Kuva 14 Painekytkin

Painekytkimen toimintaperiaate voidaan nähdä seuraavasta kuvasta (kuva 15).



Kuva 15 Painekytkimen toimintaperiaate

Kuvasta 15 voidaan nähdä painekytkimen toimintaperiaate. Kun painekytkin ei ole paineen alaisena (P1 < P2), kytkimet 1 ja 2 ovat yhdistetty. Kun paine nousee painekytkimeen asetetun painepisteen yläpuolelle/tasalle (P1 ≥ P2) (kyseisessä järjestelmässä tämä piste on 120 bar) kosketin 1 yhdistyy koskettimeen 4 (koskettimet 1 ja 2 eivät enää ole yhdistettyinä), saadaan tästä 24V:n signaali logiikalle.Tietoja muista painekytkimen teknisistä tiedoista liitteissä 10 ja 11.

4.6.3 Sopivuus kokonaisuuteen

Testauksessa huomattiin (kts kappale 13), että kyseiset kytkimet ovat hyvä lisä kokonaisuuteen. Ainoastaan ajan kuluessa saadaan viitteitä siitä ovatko nämä kytkimet myös kestäviä.

5 TESTAUSLAITTEISTON RUNKO

Runko on koko laitteiston perusta, joten rungon suunnittelu vaikuttaa myös ohjausjärjestelmän suunnitteluun. Kyseisen rungon suunnittelu päätettiin toteuttaa ulkoistetusti, näin voitaisiin keskittyä ainoastaan ohjausjärjestelmän suunnittelemiseen. Tässä kappaleessa kerrotaan rungon ominaisuuksista, mitä ideoita rungon suhteen oli ja lopullinen suunnitelma.

5.1 Rungon ominaisuudet

Koska runko on osa järjestelmää, jonka avulla simuloidaan niitä todellisia olosuhteita, joille punnitusanturi altistuu ollessaan kytkettynä työkorin ja varren väliin, tulee rungon periaatteen olla samanlainen kuin

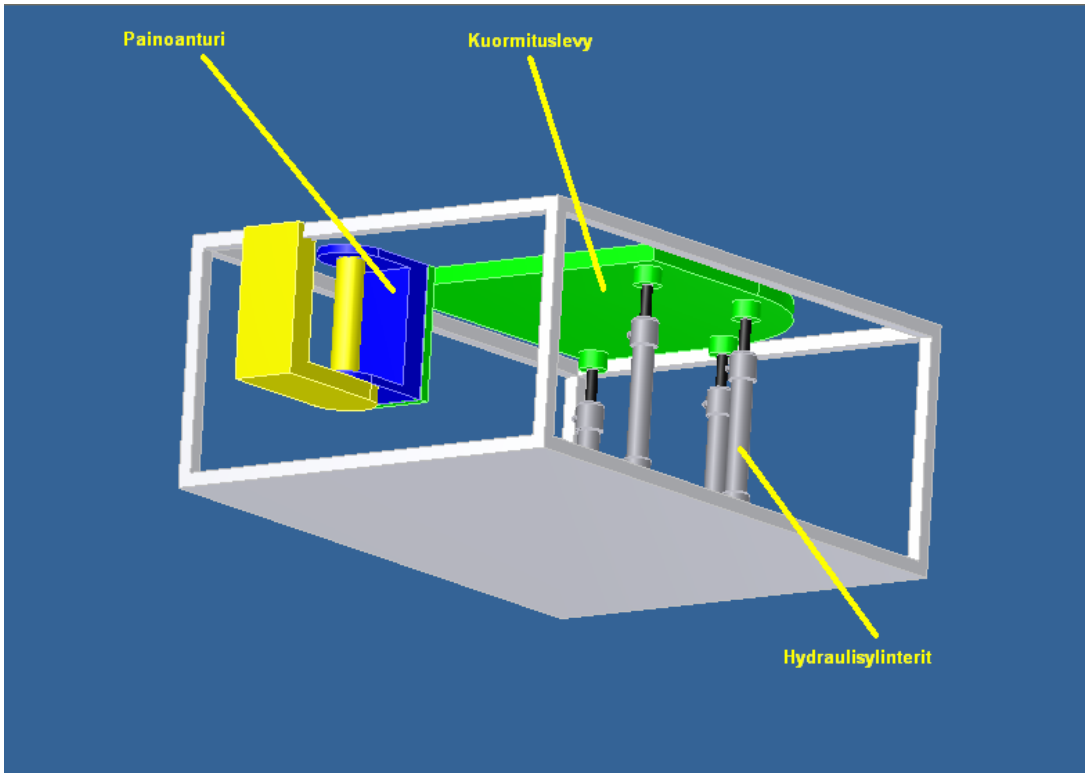
todellisuudessa. Tämä oli rungon suunnittelun pääidea, mutta myös muita vaatimuksia asetettiin rungon rakenteelle:

- Rungon tulee olla vähän tilaa vievä, eli mahdollisimman kompakti.
- Punnitusanturin tulee olla mahdollisimman helppo asentaa runkoon.
- Rungon tulee olla tukeva, jotta se ei liiku testauksen aikana.

Nämä ominaisuudet pitää rungon rakenteen sisältää sen lisäksi, että rungon tulee simuloida todellisia punnitusanturin olosuhteita. Näiden ominaisuuksien pohjalta alettiin muodostaa erilaisia ideoita rungon rakenteen suhteen.

5.2 Ideat

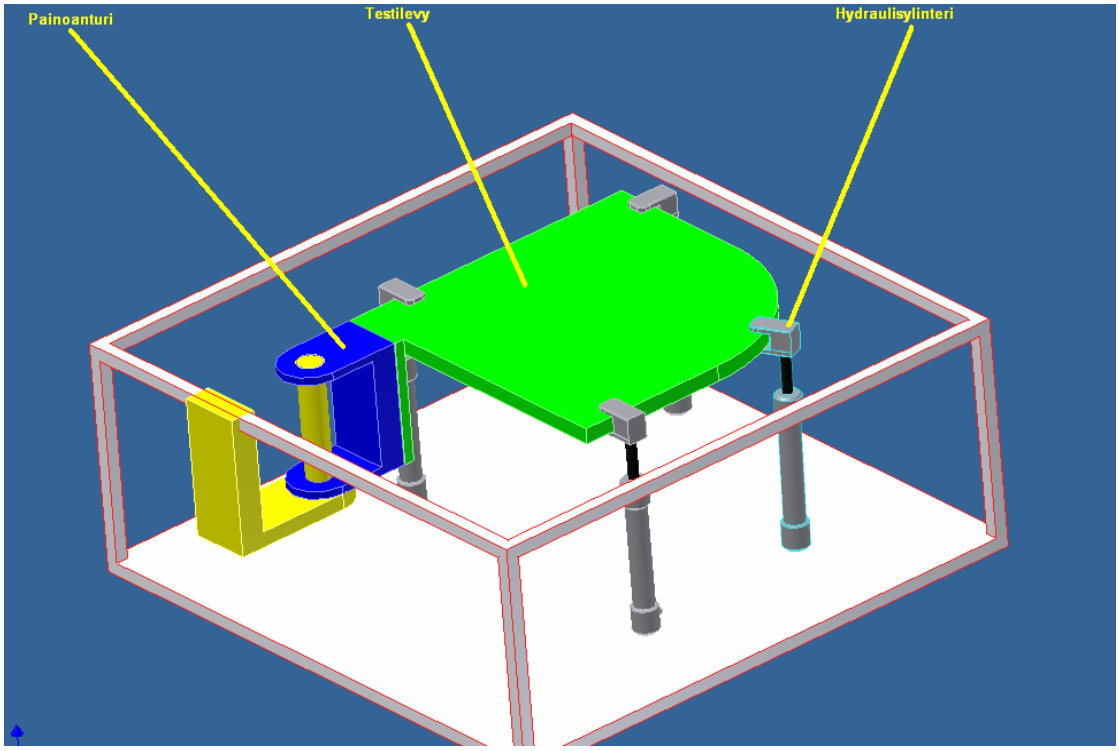
Ensimmäinen idea rungon suhteen oli, että punnitusanturin testaus suoritetaan vaakatasossa (kuva 16).



Kuva 16 Vaakatason testaus

Kuvasta 16 nähdään miten kuormitus voitaisiin tällä kokoonpanolla suorittaa. Ainoa ongelma tässä kokoonpanossa on, että punnitusanturia voidaan kuormittaa ainoastaan ylöspäin, jolloin testaus ei välttämättä toisi parhainta mahdollista tulosta (tasapainoinen kuormittaminen ei ole mahdollista). Tämä on ongelma, koska todellisuudessa työkorissa oleva paino (painovoiman vaikutuksesta) vetää anturia alaspäin, jolloin tällainen testaus ei tulisi kysymykseen. Tosin anturi voitaisiin myös asentaa ylösalaisin runkoon jolloin saataisiin anturia kuormitettua oikeaan suuntaan, mutta koska järjestelmästä tulisi tehdä käyttäjäystävällinen tämä idea hylättiin. Näin ollen oli kehitettävä uusi suunnitelma rungon rakenteen osalta.

Seuraava idea oli edelleen testata punnitus anturia vaakatasossa, mutta tällä kertaa punnitusanturia kuormitettaisiin sekä ylös että alas (kuva 17)



Kuva 17. Vaakatason testaus (uusi idea).

Kuvasta 17 voidaan nähdä kuormituksen periaate. Punnitusanturia kuormitettaisiin hydraulisylintereihin asennettavilla ”kourilla”, joiden avulla anturia voitaisiin kuormittaa kumpaankin suuntaan, ylös sekä alas. Tämä mahdollistaa anturin tasapainoisen testaamisen, myös käyttäjäystävällisyyden kasvaessa (anturia ei tarvitse kääntää ympäri testauksen lomassa). Tämä idea kuitenkin hylättiin järjestelmän mutkikkuuden vuoksi.

5.3 Lopullinen suunnitelma

Kun edelliset ideat oli hylätty, annettiin rungon suunnittelu yhtiön ulkoisen suunnittelutoimiston hoidettavaksi. Lopulta suunnitelmat saatiin ja todettiin kyseisen rungon suunnitelma toimivaksi ja annettiin lupa valmistaa runko. Rungon ominaisuudet ovat seuraavat:

- Anturin kuormitus suoritetaan pystytasossa.
- Anturia kuormitetaan vain yhteen suuntaan.
- Anturi tarvitsee kääntää testauksen lomassa tasapainoisen testauksen varmistamiseksi.

Kun lopullista ideaa tarkastellessa tuntui siltä, että oltiin palattu taaksepäin suunnittelun osalta. Tosin kyseinen suunnitelma on toimiva ja täyttää vaatimukset järjestelmän kompaktista rakenteesta, jota edelliset ideat eivät täyttäneet. Koska testaus suoritetaan pystytasossa, mahdollistaa tämä järjestelmän pienen koon sivusuunnassa, kun taas edellisten ideoiden rungot olisivat vieneet suuremman tilan. Anturin kuormittaminen kahteen eri suuntaan, teki järjestelmästä liian mutkikaan joten anturia kuormitetaan vain yhteen suuntaan. Tällöin anturi täytyy kääntää testauksen lomassa ja tämä otetaan huomioon ohjausjärjestelmää suunniteltaessa. Lopullisen suunnitelman rakenne on liitteessä 12.

6 HYDRAULIIKKA

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kappale on poistettu.

7 MUUT SÄHKÖOSAT

Muut järjestelmässä käytetyt osat ovat yleisiä sähköasennuksissa käytettyjä komponentteja (riviliittimet, sulakkeet, jne.). Näiden komponenttien sijoittelua tullaan käsittelemään kappaleessa 9.1. Teknisiä tietoja näistä komponenteista on liitteessä 14 ja 15.

8 KYTKENTÄKAAVIOT

Tässä kappaleessa kerrotaan kytkentäkaavioiden suunnittelusta: mitä muutoksia piti järjestelmän kokoamisen ohessa tehdä.

8.1 Suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla järjestelmän muodostavien komponenttien teknisiä tietoja. Näin saatiin hyvä kuva siitä, miten komponentit kytketään jotta vältytään komponenttien rikkoutumiselta. Tulee myös ottaa huomioon komponenttien fyysiset mitat, jotta ne saadaan mahtumaan asennuskoteloon. Tämä on varsin tärkeätä kyseisessä työssä koska, kuten aiemmin mainittu, asennuskotelo on juuri sopiva kyseisien komponenttien sijoituksen kannalta. Totta kai komponenttien sijoittelu tehtiin ennen kuin kotelo tilattiin, mutta äkillinen suunnitelmien muuttuminen kokoamisvaiheessa voi tietenkin muuttaa sijoittelua. Tätä ilmiötä ei onneksi tätä työtä tehdessä tapahtunut.

Suunnittelu aloitettiin siis komponenttien sijoittelulla. Tämän jälkeen oli vuorossa johdotuksen suunnitteleminen. Johdotuksen kanssa tulee olla

tarkkana järjestelmässä syntyvien kuormituksien kanssa (komponenttien virtavaatimukset), jotta ei valita liian ohutta johtoa.

Tämä valinta voisi pahimmillaan aiheuttaa tulipalon kotelon sisällä ja tuhota koko järjestelmän. Tässä työssä esitellyssä järjestelmässä ei ole komponentteja, jotka vaatisivat korkeita virtoja (paitsi tietenkin virtalähde). Näin ollen johdotukset voitiin tehdä käyttämällä 1 ja 1,5 mm johtimia. Virtalähde johdotettiin erikseen 3 G 1,5 johtimella.

Monet komponentit vaativat oman virransyötön, joten on viisasta käyttää riviliittimiä tähän tarkoitukseen (tekevät järjestelmästä myös siistimmän). Oikosulkujen varalta tulee järjestelmään asentaa sulakkeet, jotka estävät virtalähteen ylikuormittumisen oikosulun sattuessa.

Näiden tietojen pohjalta aloitettiin kytkentöjen suunnittelu. Kytkentäkaaviot liitteissä 16 - 20.

8.2 Muutokset

Järjestelmän kytkentäkaavioita ei tarvinnut muuttaa juuri ollenkaan asennusvaiheen aikana. Ainoastaan virtalähteelle lisättiin 2,2 A verkkosulake. Tämä siksi että virtalähteen hajotessa tai oikosulun sattuessa, virtalähde ei kuormita verkkoa ja sitä voidaan käyttää turvallisesti.

Toinen muutos tehtiin vahvistinkorteilta vietäviin johtimiin. Asennusvaiheessa huomattiin että kyseiset johdot kulkevat läheltä virtalähdettä. Koska kyseisessä tapauksessa on kyse mittauspiiristä, päätettiin nämä johtimet valita niin, että ne voisi maadoittaa valmiina olevan armeerauksen kautta maihin. Tällöin johtimet olisivat turvassa ulkoisilta sähköhäiriöiltä.

Kolmas muutos oli että, punnitusanturin kanavien (CH1 ja CH2) resistanssia tulisi voida mitata kun punnitusanturia tasapainotetaan, joten kytkentäkotelon kanteen lisättiin alunperin pieni yleismittari, jonka avulla voitaisiin mitata näiden kahden kanavan resistanssit. Piiriin lisättiin vielä kytkin, jonka avulla voitaisiin valita kumpaa kanavaa mitattaisiin. Tämä ominaisuus helpottaisi punnitusanturin tasapainottamista.

Kun yleismittaria kokeiltiin, se ei pystynyt mittaamaan kanavien resistanssia. Tämä johtuu vuotovirrasta, jonka yleismittari aiheutti kyseisessä piirissä. Vuotovirta aiheutui siitä, että yleismittari sai jännitesyöttönsä logiikalta kuten vahvistinkorttikin. Tästä johtuen yleismittari muodosti oman virtapiirinsä vahvistinkortin kanssa ja näin ollen yleismittari meni sekaisin. Jotta tämä voitaisiin korjata, tulisi yleismittari ja vahvistinkortti erottaa toisistaan galvaanisesti. Näin ollen mittauspiiristä tulisi liian monimutkainen. Tämän vuoksi jouduttiin yleismittari hylkäämään ja kanteen asennettiin mittauspisteet, joiden avulla voitaisiin yleismittaria käyttäen mitata kummankin kanavan resistanssi ilman, että yleismittari olisi osa mitattavaa piiriä.

Viimeinen muutos oli, että järjestelmään lisätään Ethernet – valmius. Tällöin on mahdollista ottaa tietokoneella yhteys logiikkaan ja saada ulos mittaustietoja. Johdotus kulki jälleen virtalähteen vierestä, joten valmis ethernet –kaapeli suojattiin sähköisiä häiriöitä vastaan. Varsinkin Ethernet – johtimessa joka on herkkä sähköisille häiriöille, tämä on välttämätön toimenpide jos yhteyden halutaan pysyvän häiriöttömänä.

8.3 Lopullinen versio

Lopullinen versio on testeissä todettu toimivaksi ja luotettavaksi. Ainoastaan aika voi näyttää onko järjestelmä suunniteltu niin, että se

kestäisi vuosia jatkuvassa käytössä. Lopullisia versioita kytkentäkaavioista voi tarkastella liitteistä 16 – 20.

9 JÄRJESTELMÄN KOKOAMINEN

Tässä kappaleessa kerrotaan komponenttien sijoittelusta, niiden asennuksesta, sekä mitä muutoksia järjestelmään tehtiin asennusvaiheessa.

9.1 Osien sijoittelu

Osien sijoittelu koteloon tehtiin suunnitelman mukaan (kts. liite 18). Sijoitteluvaiheessa todettiin, että osat sopivat koteloon niin kuin oli tarkoitus. Läpiviennit kotelon ulkoisille komponenteille saatiin tehtyä ilman ongelmia. Lopuksi todettiin, että osien sijoittelu saatiin tehtyä suunnitelmien mukaan ja että osat saatiin järjestettyä niin, että kotelon sisäinen ilmankierto ei esty.

9.2 Kokoamisen aloittaminen

Kun osien sijoittelu saatiin valmiiksi ja komponenttien paikat määrättyä, aloitettiin niiden asennus. Suurin osa komponenteista (logiikan osat, virtalähde ja riviliittimet) asennettiin koteloon käyttämällä EN 50022–standardin mukaista DIN 35 – kiskoa. Muut osat kuten vahvistinkortit asennettiin kotelon kytkentälevyyn 3mm ruuveja käyttäen.

Sähköiset asennukset tehtiin liitteissä 16 -20 olevien kytkentäkaavioiden mukaan. Venttiilien ja painekytkimien sähköjohdot vedettiin kotelon ulkopuolelle käyttämällä hyväksi läpivientiholkkeja. Päälogiikalle tehtiin kotelon kanteen reikä uppoasennusta varten. Kotelon päälle ja alle tehtiin tuuletusaukot, joiden kautta kotelon ilmankierto tapahtuu. Kotelon kanteen

asennettiin myös hätä-seis – nappi sekä punnitusanturin resistanssin mittauspisteet. Kotelon alle tuulettimen viereen asennettiin myös Ethernet läpivienti, jonka avulla voidaan ottaa tietokoneella yhteys logiikkaan. Johtoniput sidottiin kytkentälevyyn käyttämällä muovisia ankkureita.Seuraavissa kuvassa valmiiksi kytketty järjestelmä (kuvat 18 ja 19).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 18 Valmiiksi kytketty järjestelmä

Kuvasta 18 voidaan nähdä kotelon päätyihin tehdyt tuuletusaukot ja alle asennettu tuuletin, jotka mahdollistavat ilmankierron kotelon sisällä. Tuuletin on asennettu niin, että suurin osa ilmankierrosta johdetaan suoraan virtalähteen läpi koska tämä komponentti luovuttaa lämpöä huomattavasti muita enemmän.

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 19 Järjestelmän kokoonpano

Kuvasta 19 voidaan nähdä että järjestelmän johdotuksia ei ole sidottu tiukkoihin nippuihin, tämä siksi jotta paksut johtoniput eivät estäisi ilmankiertoa kotelon sisällä. Liian tiiviiksi niputetut johdotukset voisivat rajoittaa ilmankiertoa kotelon sisällä, johtuen kotelon tiiviistä sovituksesta. Kuvasta voidaan nähdä myös armeerauksella varustetut johtimet, jotka muodostavat mittauspiirin jota tulee suojella ulkoisilta häiriöiltä, varsinkin kun on kyse millivolteista (mV).

9.3 Muutokset

Koska sähköasennuksia alettiin tekemään vielä sähkösuunnittelun ollessa hieman kesken (viimeisimpiä muutoksia ei vielä oltu tehty), tuli asennuksen aikana muutama muutos asennuksiin. Nämä muutokset olivat Ethernet – yhteyden lisääminen koteloon sekä punnitusanturin mittapisteiden lisääminen kanteen (kuva 20).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 20 Punnitusanturin kanavien mittauspisteet

Kuvasta 20 nähdään mittauspisteet. Kummankin kanavan (CH1 ja CH2) resistanssi voidaan selvittää kanteen asennetuista mittauspisteistä.

Ohjausjärjestelmään halutaan myös kytkeytyä järjestelmän ulkopuolelta, käyttäen hyväksi tietokonetta. Tästä syystä koteloon asennettiin lopuksi Ethernet - yhteys, joka mahdollistaa yhteyden tietokoneen ja logiikan välillä.

Tämän vuoksi täytyi logiikkaan tilata erillinen ethernet – kortti. Sen tilaus tehtiin logiikan tilauksen yhteydessä. Myös hieman ohjelmointia vaadittiin tämän ethernet – kortin valmistelemiseen, siitä myöhemmin kappaleessa 10.5.1.

10 OHJELMOINTI

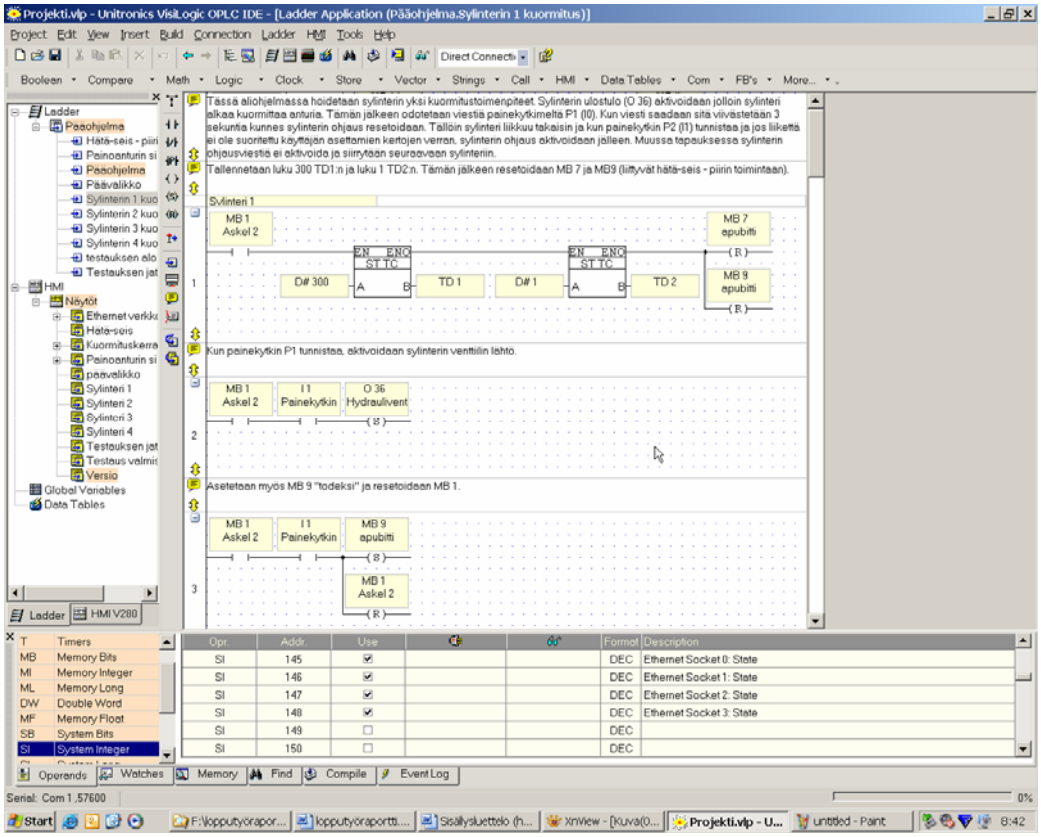
Tässä kappaleessa tarkastellaan ohjelmoinnin tekoa. Kappaleessa tutustutaan hieman myös kyseiseen ohjelmistoon, jonka avulla ohjelma on luotu. Kappaleessa käydään myös läpi erilaisia muutoksia, joita ohjelmointiin tehtiin.

10.1 Järjestelmän toiminta

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kappale on poistettu.

10.2 Ohjelmointityökaluun tutustuminen

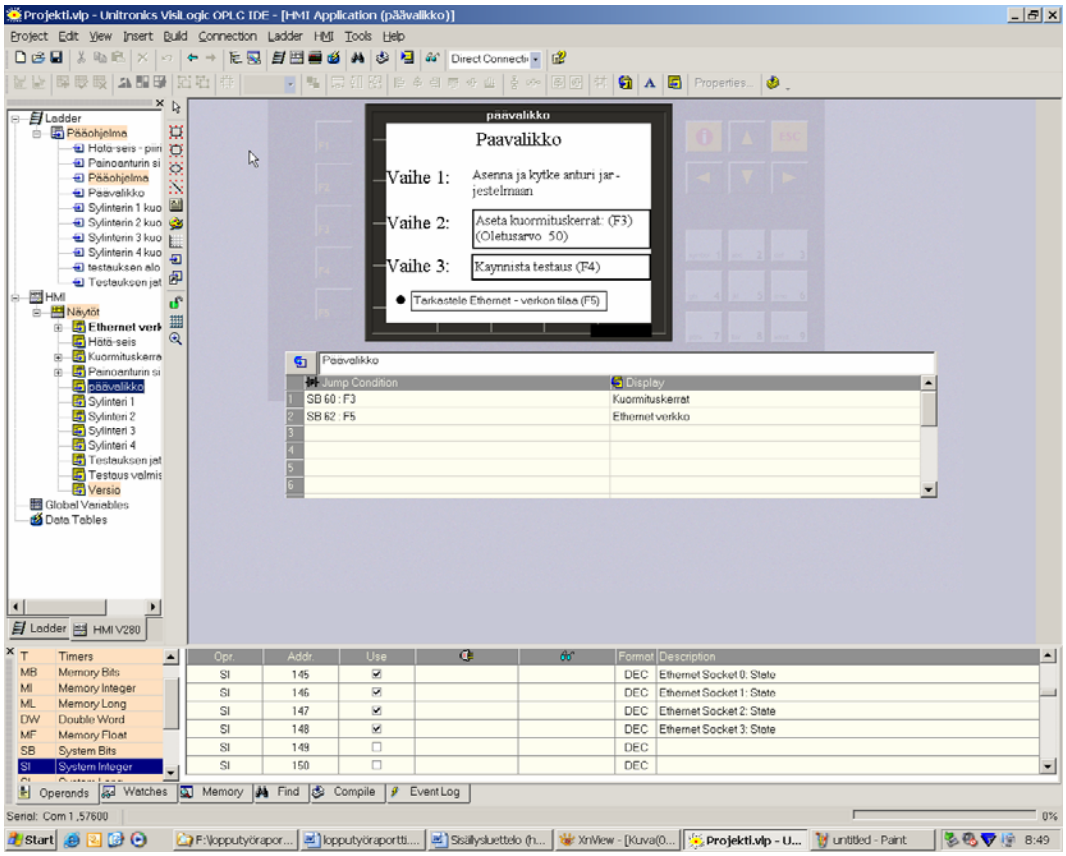
Ohjelmoinnin tekemiseen käytetään Unitronicsin lanseeraamaa Visilogic -ohjelmistoa. Tämä ohjelmiston avulla luodaan ohjelma käyttämällä hyväksi tikapuu (ladder) – ohjelmointia. Ohjelman tekeminen suoritetaan siis sekvenssittäin, joka helpottaa ohjelman muokkaamista haluttuun muotoon (kuva 21). Ohjelman tekoa ei tässä raportissa tulla yksityiskohtaisesti käsittelemään.



Kuva 21 Visilogic – ohjelmointityökalu

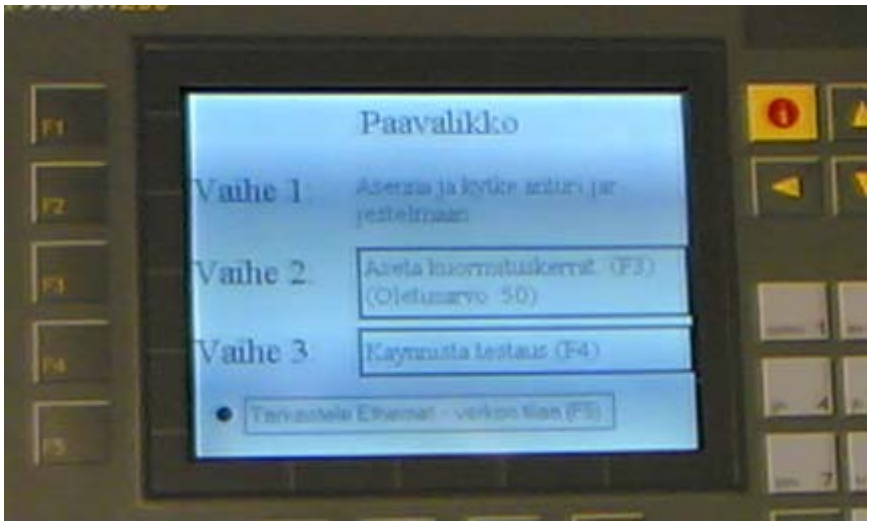
Kuvasta 21 voidaan nähdä ohjelmointityökalun rakenne. Ohjelmalla voi helposti tehdä tikapuu – ohjelmointia.

Yksi ohjelman parhaista puolista on, että sen avulla ohjelmoija voi itse valmistaa näytöt osaksi ohjelmaa (kuva 22). Näin ei näyttöjä tarvitse tehdä erikseen millään muulla ohjelmointikielellä (esim. visual basic). Tämä helpottaa ohjelman yhdistämistä ja näin ollen varmistaa ohjelman yhteensopivuuden.



Kuva 22 Näyttöjen tekeminen Visilogic – ohjelmalla

Kuvasta 22 nähdään, että ohjelman avulla voidaan tehdä yksityiskohtaisia näyttöjä. Tässä raportissa ei käsitellä kyseisten näyttöjen tekoa. Ohjelmalla tehdyt näytöt näyttävät logiikan näytössä seuraavanlaisilta (kuva 23):



Kuva 23 Logiikan näyttö

Kuvasta 23 voidaan nähdä miten kuvassa 22 tehty näyttö tulostuu logiikan näytölle. Kyseisen logiikan näyttö ei pysty tulostamaan värejä, jonka myötä kuvat tulostuvat musta-valkoisina. Koska logiikan näyttö pystyy tulostamaan tehdyt näytöt tarkasti, on tässä työssä hyödynnetty tätä ominaisuutta ja tehty yksityiskohtaiset ohjeet laitteiston käyttöön, jotka tulostuvat logiikan näytölle. Tämä lisää käyttäjäystävällisyyttä ja vähentää aikaa, joka järjestelmän käyttämisen oppimiseen menee.

Visilogic – ohjelma on hyvin yksinkertainen ja se sisältää kattavat ohjeet ohjelmien tekemiseen. Tosin aivan ongelmaton kyseinen ohjelma ei ole. Tämä asia kävi selväksi ohjelmoinnin tekovaiheessa, siitä myöhemmin kappaleessa 10.4.

10.3 Ohjelmoinnin aloittaminen

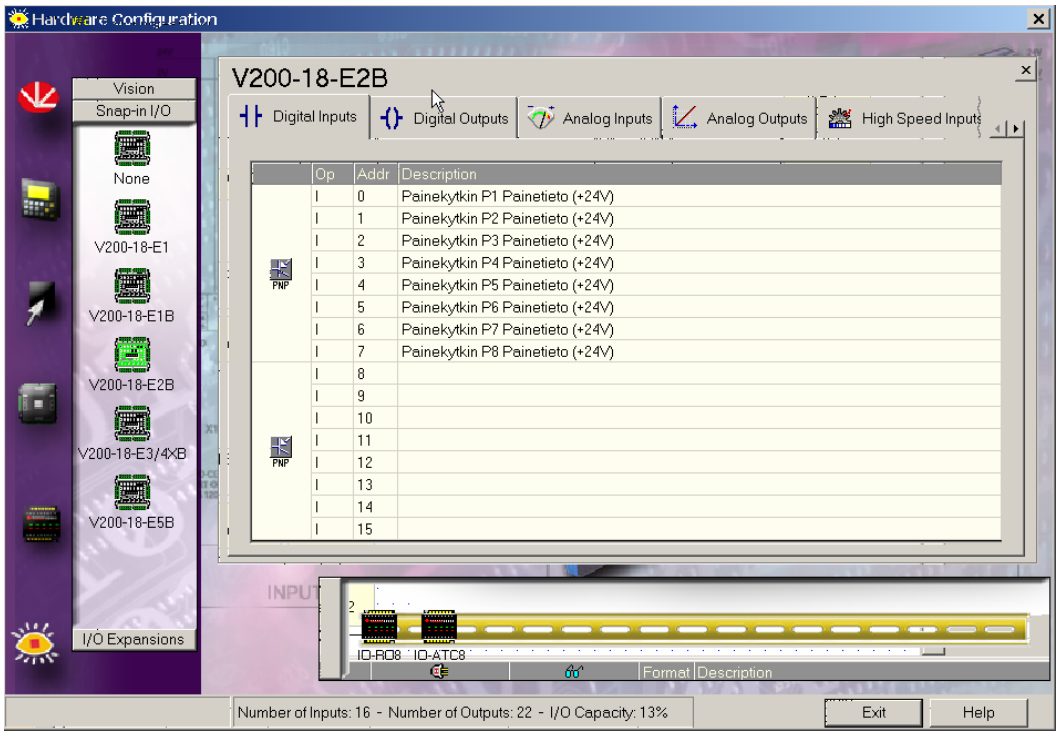
Ohjelmoinnin teko aloitettiin kun suurin osa järjestelmän sähköisistä kytkennöistä oli saatu toteutettua. Näin tekemällä voidaan ohjelmaa testata jo tekovaiheessa ja korjata viat, kun niitä esiintyy. Ohjelman teko

aloitettiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa koska tiedossa oli, että tässä osa-alueessa tulisi varmasti ongelmia.

Tietenkin myös uuden ohjelman opettelu veisi aikaa ohjelmoinnin teosta. Ohjelman käytön oppiminen kesti noin viikon, jonka jälkeen ohjelman teko sujui jo luontevasti.

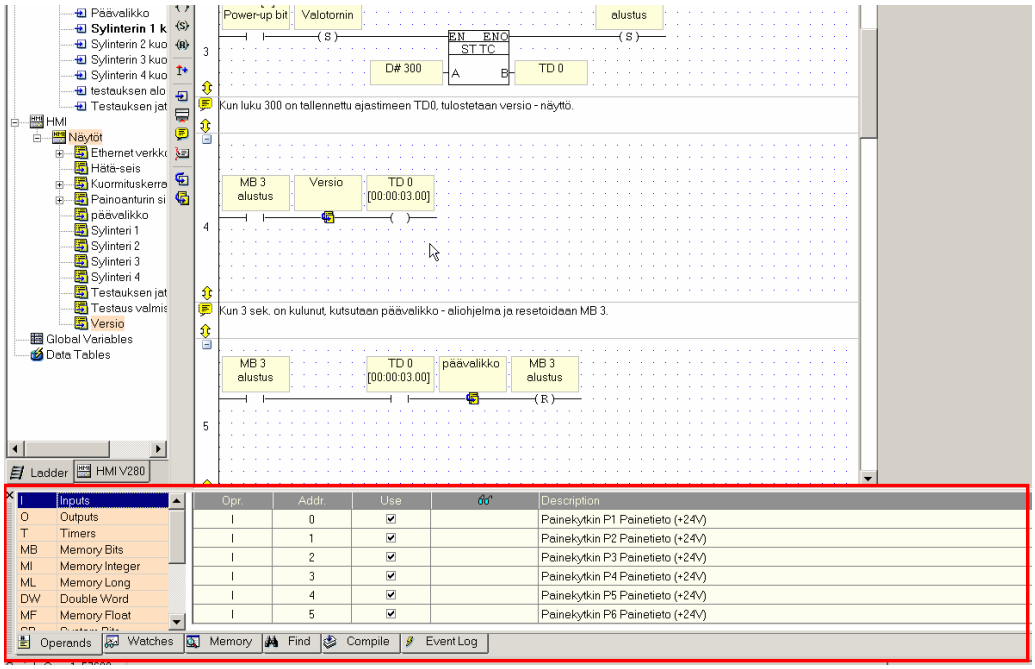
10.4 Ohjelmointi

Ohjelman teko aloitettiin luomalla I/O – lista kaikista sähköisistä kytkennöistä, jotka liittyivät prosessin ohjaamiseen (venttiilit, painekytkimet, jne.). Tämän listan avulla olisi helpompi lähteä luomaan ohjelmaa toisin kuin, että päivittäisi I/O – listaa ohjelman teon aikana. I/O – listan luonti oli helppoa, Visilogic – ohjelman ansiosta. Visilogic – ohjelma antoi käyttäjän määrittää mitä tarvitsee. Tekijän tarvitsee ainoastaan tietää mihin porttiin on minkäkin laitteen kytkenyt (kuva 24).



Kuva 24 I/O – listan luonti

Visilogic – ohjelman avulla käyttäjä voi määrittää laitteistokokoonpanon jonka pohjalta ohjelma luo osoitteet kaikille kytkennöille. Laitteistokokoonpanon määrityksessä tulee olla tarkkana, koska jos kokoonpanon järjestys on määritetty erilaiseksi kuin on käytännössä kytketty, osoitteet määräytyvät väärin ja laitteiston on mahdotonta toimia kokonaisuutena. Kuvassa 24 on kokoonpano luotu (huomaa kuvan alareunassa olevien moduulien järjestys, joka tulee olla määritetty oikein). Tärkeää on myös tietää kokoonpanoa määrittäessä mikä lisämoduuli on kyseessä. Tämä siksi että ohjelma antaa eri laitevaihtoehtoja ja käyttäjän tulee asettaa kokoonpanoon myös oikeat laitteet tai laitteiston toiminta on epävarmaa. Kuvasta 24 voidaan nähdä osa I/O – listaa. Kyseessä on logiikan lisämoduuli – kortin määrittäminen ja kuten kuvasta voidaan nähdä, painekytkimien jänniteviestit on kytketty kyseiselle kortille jolloin ohjelma määrittää näille osoitteet automaattisesti. Joka laitteelle joka laitteistokokoonpanoon kuuluu, määritetään nämä laitteiden kytkennät erikseen joka laitteelle. Näiden tietojen pohjalta ohjelma luo I/O – listan, joka on nähtävissä ohjelmointia tehdessä (kuva 25).



Kuva 25 Ohjelman luoma I/O- lista

Kuvasta 25 nähdään ohjelmiston luoma I/O – lista (kuvan alareunassa) laitteistokokoonpanon pohjalta. I/O – lista sisältää sisääntulojen (inputs) ja ulostulojen (outputs) lisäksi ajastimia (T), muistibittejä (MB), integerejä (MI), tuplasanoja (DW) ja paljon muita. Näiden avulla ohjelmoija voi pysyä ajan tasalla esim. ajastimien tai muistibittien käytöstä. Käyttäjä voi myös muuttaa I/O – listassa olevien esim. muistibittien tai ajastimien sisältöä, joka mahdollistaa järjestelmän käyttäytymisen simuloinnin testaustilanteessa.

I/O – listan valmistuttua, voidaan aloittaa ohjelmointi. Ohjelmointi suunniteltiin toteuttaa niin, että jokainen vaihe jonka järjestelmä suorittaa (esim. sylinterien kuormitukset) tulisi sijoittaa omaan aliohjelmaansa. Näin saadaan ohjelma tehtyä niin että isoja aliohjelmia ei pääse syntymään.

Näin tekemällä saavutetaan modulaarisuutta ohjelmaan, jolloin sitä on helppo laajentaa tai tarkistaa virheiden varalta myös tulevaisuudessa. Ohjelman suorituskin varmasti toimii paremmin logiikan osalta, kun ohjelma pidetään yksinkertaisena.

Ohjelman suoritus siis toteutetaan sekvenssiluonteisesti. Seuraavassa kuvassa (kuva 26) esitetään ohjelman toimintajärjestys:

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 26 Loogisen ohjelman suoritusjärjestys

**) Kuvassa 27 näytetään kyseiseen lohkoon sisällytetty hätä-seis – piiri.

Kuvasta 26 voidaan nähdä aliohjelmien suoritusjärjestys. Ohjelma itsessään on jatkuva silmukka niin kauan kunnes laitteistosta sammutetaan virrat. Seuraavassa kuvassa (kuva 27) nähdään myös ohjelmistoon määritetty hätä-seis – piiri, joka pysäyttää ohjelman tiettyjen ehtojen toteutuessa.

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 27 Hätä-seis – piirin toiminta

Kuvasta 27 voidaan nähdä hätä-seis – piirin ohjelmallinen toiminta. Kyseinen piiri on sisällytetty kaikkien neljän sylinterin kuormituksen ohjelmaan.

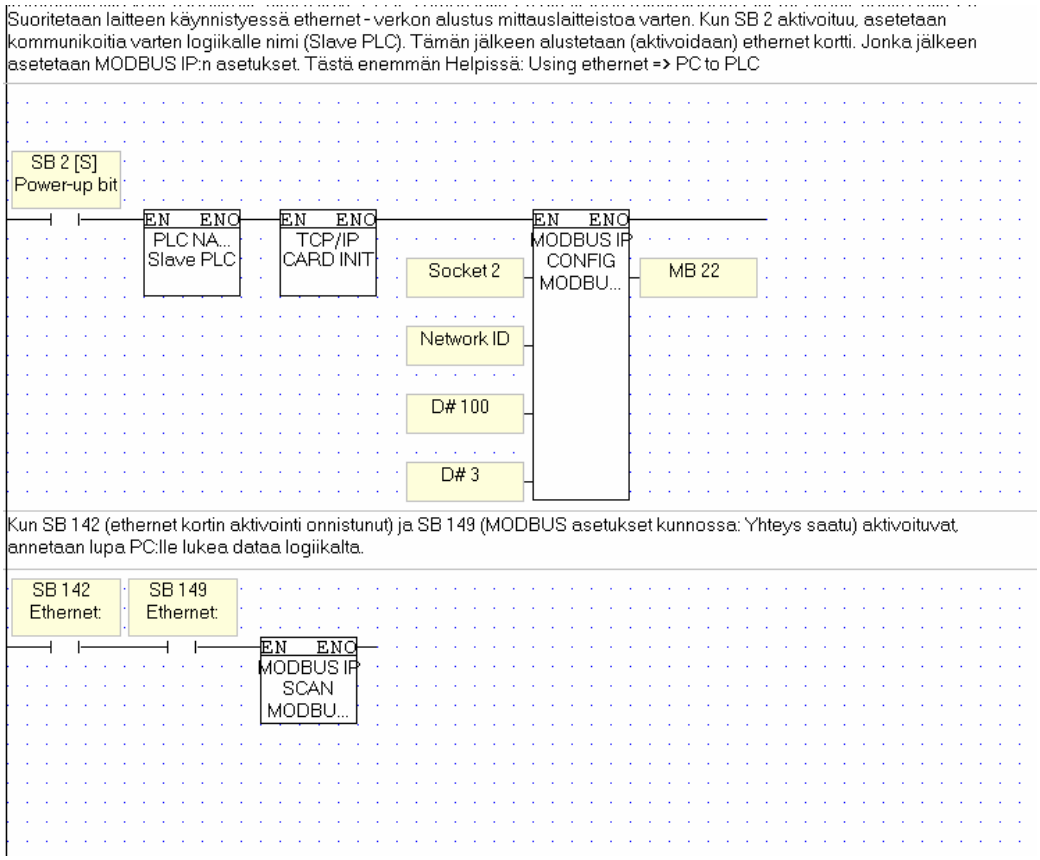
10.5 Ohjelmalliset ratkaisut

Kuten jo aikaisemmin todettu, ohjelman tekoa itsessään ei tässä raportissa käsitellä. Sen sijaan tässä kappaleessa tullaan esittämään niitä ohjelmallisia ratkaisuja, joita logiikan ohjelmassa on käytetty. Esitettyjen ratkaisujen tekoa ei myöskään tulla tässä raportissa kommentoimaan, ainoastaan niiden periaate ja toiminta. Kyseisten ratkaisujen katsotaan olevan normaalista ohjelmoinnista poikkeavia toimenpiteitä, jotka tulee suorittaa jotta ohjelma toimisi oikein. Näitä ratkaisuja ovat:

- Ethernet kortin alustaminen (10.5.1)
- Ajastimet (10.5.2)
- Laskurit (10.5.3)
- Signaalin linearisointi (10.5.4)
- Siirtyminen aliohjelmasta toiseen (10.5.5)

10.5.1 Ethernet kortin alustaminen

Jotta logiikkaan voidaan ottaa yhteyttä järjestelmän ulkopuolelta tulee Ethernet – kortti alustaa. Tämä alustus suoritetaan ensimmäisinä toimenpiteinä logiikan käynnistyessä. Ethernet kortti voidaan alustaa seuraavanlaisella ohjelmalla (kuva 28).



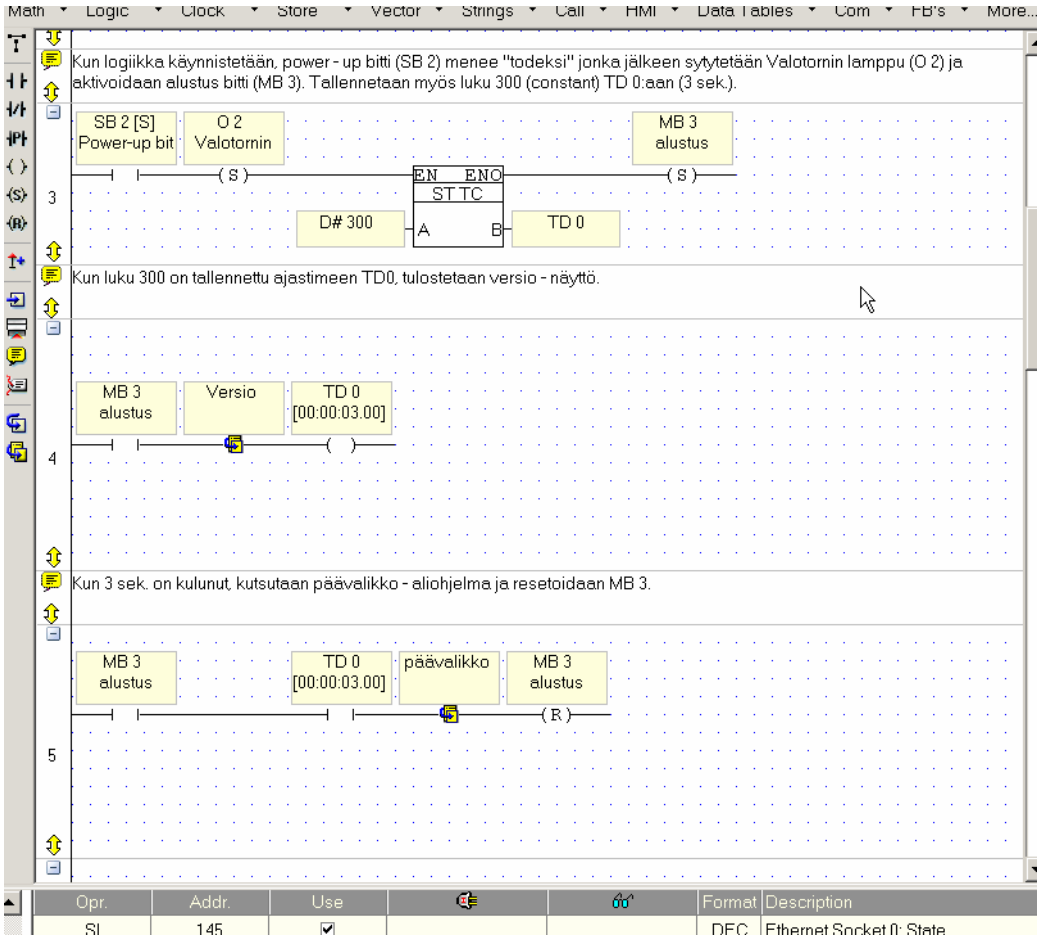
Kuva 28 Ethernet - kortin alustus

Kuvasta 28 voidaan nähdä kyseisen kortin alustukseen tarvittava ohjelman pätkä (lue ylhäältä alas, vasemmalta oikealle). Ensimmäinen askel on asettaa logiikalle nimi. Tässä tapauksessa se on nimetty Slave PLC:ksi. Kun nimeäminen on suoritettu alustetaan itse Ethernet – kortti. Tämän jälkeen aktivoidaan yhteys. Kun yhteys on aktivoitu, logiikka jää

odottamaan yhteydenottoa. Kun logiikka saa yhteydenoton ulkopuolelta (tietokoneelta), käynnistetään MODBUS IP – scan. Tämä toiminto sallii ulkopuolelta yhteyttä ottavan tietokoneen lukea logiikan sisältöä. Näin voidaan logiikalta tallentaa esim. mittaustietoa myöhempää käyttöä varten.

10.5.2 Ajastimet

Ajastimien avulla voidaan viivästää tai ajoittaa jokin toiminto ohjelmassa. Tässä tapauksessa ajastimia on käytetty sekä toimintojen viivästämiseen ja ajoittamiseen. Oli kyse sitten viivästämisestä tai ajoittamisesta, ajastimien toiminta toteutetaan ohjelmallisesti samalla tavalla. Seuraavassa kuvassa esimerkki ajastimen käytöstä (kuva 29).

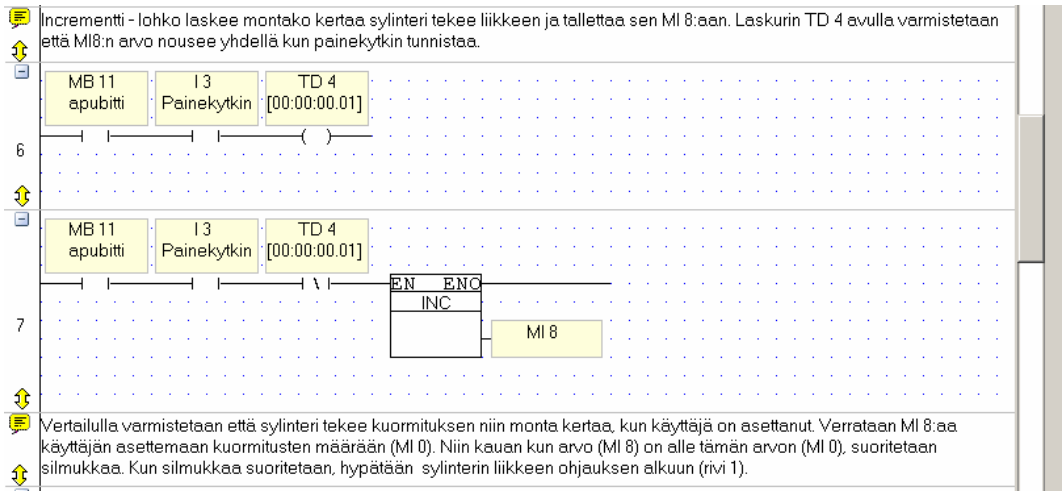


Kuva 29 Ajastimen käyttö

Kuvasta 29 nähdään ajastimen rakenne. Ensimmäiseksi ajastimen muistiin tallennetaan luku 300, joka kyseisessä ohjelmassa tarkoittaa 3 sekuntia (1000 tarkoittaisi 10 sekuntia jne). Kun luku 300 on tallentunut ajastimen TD 0 muistiin, tulostetaan versio–ikkuna logiikan näytölle. Kyseisessä ohjelmassa versio - ikkunaa halutaan pitää näytössä 3 sekuntia ennen kuin ohjelmaa jatketaan. Kun versio–ikkuna on tulostettu näytölle, se aktivoi ajastimen joka laskee 3 sekunnista alaspäin. Kun ajastimen aika menee nollaksi se sulkee koskettimen TD 0 (rung 5). Näin ollen ohjelma voi jatkua ja tulostetaan päävalikko – ikkuna logiikan näytölle. Kaikki ajastin piirit on tässä ohjelmassa toteutettu samalla periaatteella.

10.5.3 Laskurit

Visilogic ohjelmoinnissa laskureita täytyy ohjata ajastimien avulla. Seuraava esimerkki kertoo miten laskuri voidaan toteuttaa (kuva 30).



Kuva 30 Laskurin toteutus

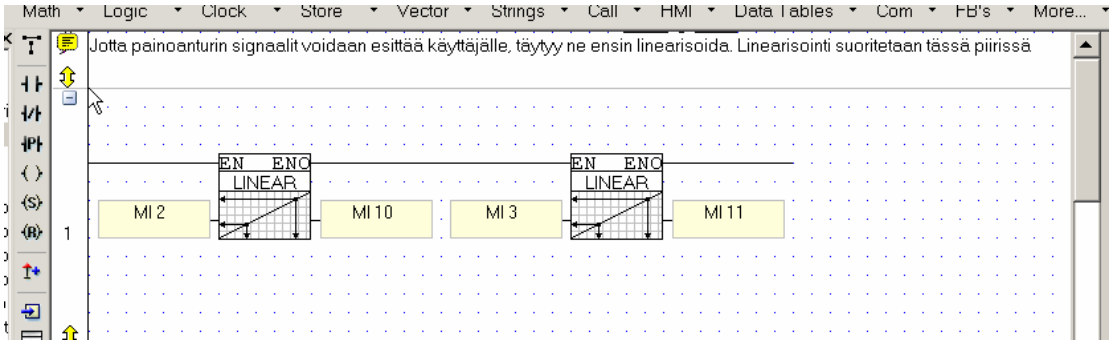
Kuvasta 30 nähdään laskurin ohjelmallinen rakenne. Kun painekytkimeltä I3 saadaan signaali, se käynnistää ajastimen TD 4 (rung 6). Ajastin laskee

ajassa taaksepäin kunnes saapuu nollaan. Kun painekytkin I3:lta saadaan signaali, incrementti – lohko (INC) nostaa arvoaan yhdellä (1) ja tämä arvo tallentuu muistipaikkaan MI8 (Memory integer). Tämä tapahtuu kerran syklissä jonka logiikka suorittaa (logiikan sykli on 10 ms). Koska incrementti – lohkon arvon halutaan nousevan yhdellä joka kerta kun I3:lta saadaan signaali. Tällöin tulee ajastimeen asettaa arvo 1 (10 ms).

Incrementti – lohko ehtii kasvattaa arvoaan yhdellä, jonka jälkeen ajastin menee nollaksi ja katkaisee signaalin kulun incrementti – lohkolle. Näin saadaan toimiva laskuri, jonka arvo nousee yhdellä joka kerta kun painekytkimeltä I3:lta saadaan tieto.

10.5.4 Signaalin skaalaus

Ainut tapa jolla kyseisessä testausjärjestelmässä saatiin mitattua punnitusanturien signaalien tasoja, on mittaustietojen skaalaus. Seuraavassa kuvassa esimerkki mittausarvojen ohjelmallisesta skaalauksesta (kuva 31).



Kuva 31 Signaalin skaalaus

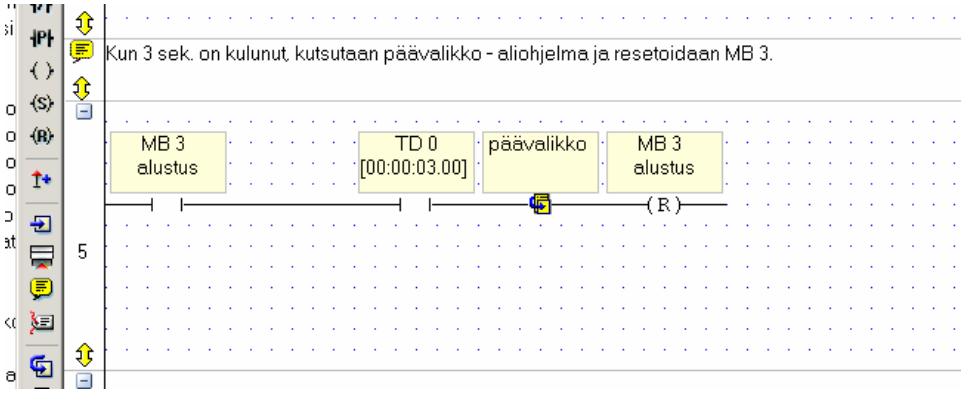
Jotta binäärinen signaali voitaisiin esittää käyttäjälle numeerisessa muodossa, täytyy se skaalata. MI 2 ja 3 ovat analogiatuloja, joihin syötetään mittaustietoa vahvistinkorteilta. Logiikka muuntaa nämä (jännitteiset) mittaustiedot binääriseen muotoon. Skaalauksella saadaan kyseinen binäärinen

mittaustieto muunnettua jälleen numeeriseen muotoon ja sitä myöten käyttäjän tarkasteltavaksi. MI 2:n ja 3:n mittaustiedot skaalataan ja tallennetaan muistipaikkaan MI 10 ja 11. Muistipaikoista MI 10 ja 11 voidaan skaalattu signaali viedä logiikan näytölle käyttäjän tarkasteltavaksi.

Tällä tavalla saadaan reaaliaikainen näyttämä punnitusanturin signaalien tasoista.

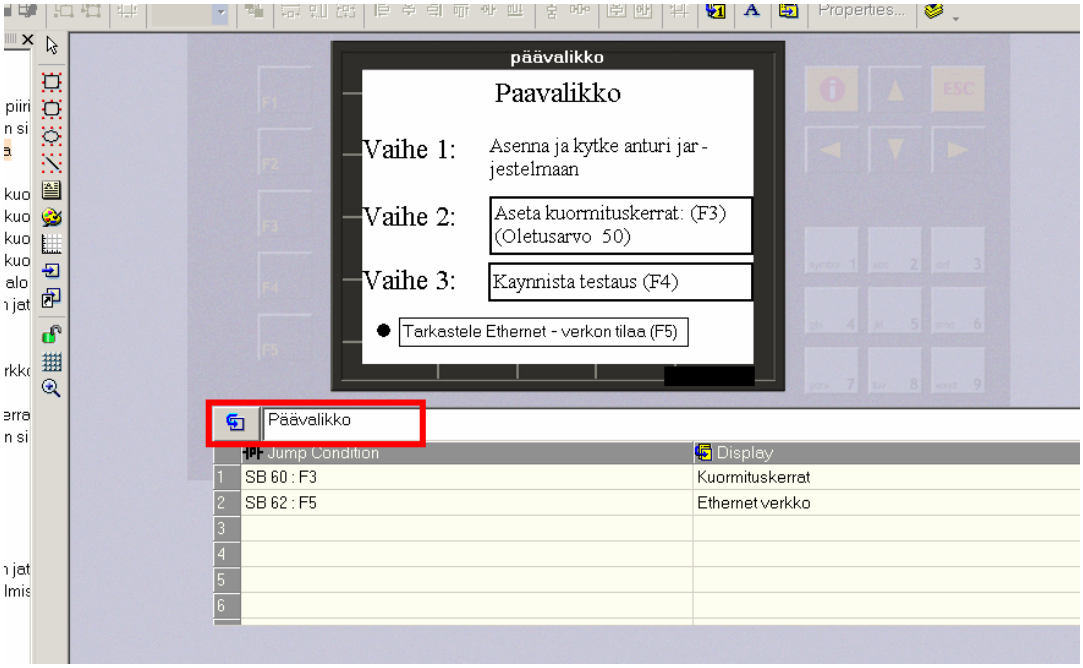
10.5.5 Siirtyminen aliohjelmasta toiseen

Visilogic ohjelmoinnissa on kaksi tapaa siirtyä aliohjelmasta toiseen: Suora käsky sekä ikkunoiden kautta. Suora käsky on helpoin tapa hypätä aliohjelmasta toiseen, mutta ohjelmoinnin aikana huomattiin, että tämä ominaisuus ei toiminut kunnolla. Ohjelma ei siirtynyt haluttuun aliohjelmaan, oliko tämä seurausta ohjelman rakenteesta, sitä ei koskaan saatu vianetsinnässä selville. Luultavasti kyseessä on virhe itse logiikan sisäisessä ohjelmoinnissa. Tämä saatiin kierrettyä kutsumalla aliohjelma näyttö – ikkunoiden kautta, joten sen suurempia toimenpiteitä tämän asian suhteen ei suoritettu. Seuraavissa kuvissa annetaan esimerkki tästä (kuvat 32 ja 33).



Kuva 32 Näyttö – ikkunan kutsuminen

Kuvassa 32 voidaan nähdä näyttö – ikkunoiden kutsumisen periaate. Kun laskuri TD 0 on nolla (0) kutsutaan päävalikko – ikkuna.



Kuva 33 Kutsuttu päävalikko - ikkuna

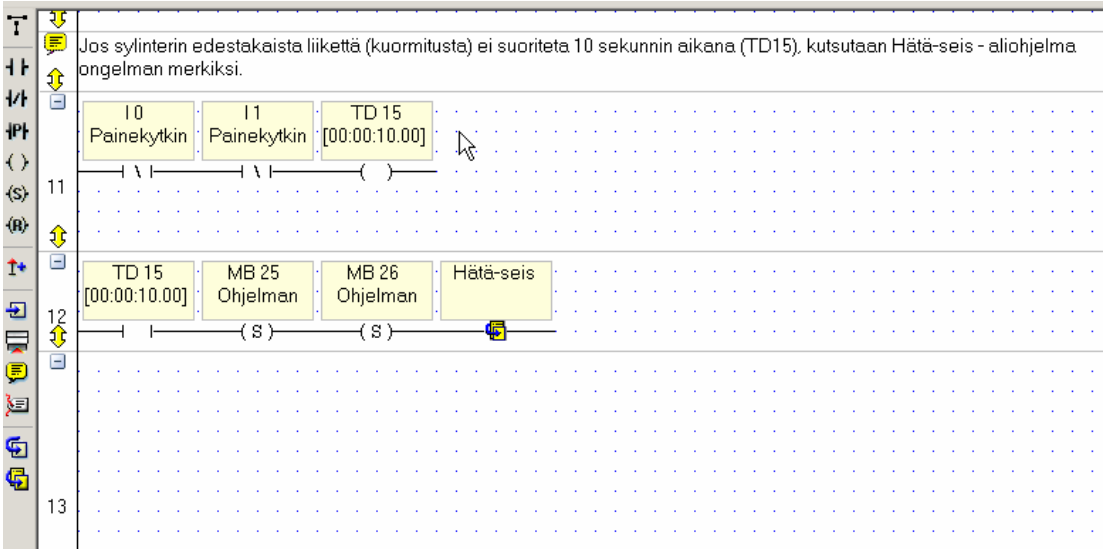
Kuvasta 33 voidaan nähdä päävalikko – ikkunan määritykset. Punaisella reunustettuun kohtaan määritetään se aliohjelma, joka halutaan kutsua kun ikkuna ladataan logiikan näyttöön. Siirtyminen näytöstä toiseen on myös mahdollista. Jotta voidaan näyttö – ikkunasta siirtyä toiseen pitää tälle siirtymälle määrittää ehto. Kuvassa 33 voidaan siirtyä päävalikko – ikkunasta F5:sta painamalla Ethernet verkko – ikkunaan. Näin voidaan tehdä joka ikkunan kohdalla.

10.6 Muutokset

Ohjelmaan on tehty pieniä muutoksia testausvaiheessa. Nämä muutokset tehtiin punnitusantureita valmistavan henkilökunnan pyynnöstä.

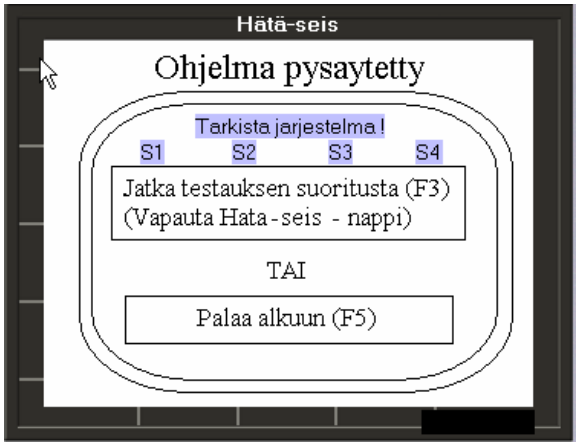
Ohjelmaan lisättiin laskuri, joka pysäyttää ohjelman suorittamisen tietyn ajan puitteissa (kuva 34). Tämä siksi, että testauslaitteiston toiminta on

automaattista ja käyttäjän tulee saada ilmoitus mahdollisesta virheestä joka on tapahtunut testauksen aikana. Näin ollen jos testaus jostain syystä pysähtyy, käyttäjä saa tästä ilmoituksen ja voi korjata ongelman mahdollisimman nopeasti.



Kuva 34 Ohjelman laskuri

Kuvasta 34 nähdään miten tämä muutos on toteutettu. Kun sylinterillä 1 kuormitetaan punnitusanturia, järjestelmä valvoo laskurin (TD 15) avulla, että sylinterin edestakainen liike suoritetaan tietyn ajan puitteissa. Tätä sylinterin suorittamaa liikettä valvotaan ohjelmassa painekytkimien avulla. Jos sylinterin 1 liikettä ei saada toteutettua 10 sekunnissa tai järjestelmästä katoavat verkon paineet, aktivoidaan MB 25 (”Tarkista järjestelmä!” – ilmoitus) ja MB 26 (”S1” – ilmoitus) virheen syntymisen merkiksi (tämä siis sylinterin 1 tapauksessa) ja kutsutaan hätä-seis – aliohjelma. Tällöin käyttäjä saa tiedon, että järjestelmään on tullut vika, joka vaatii käyttäjän huomiota. Tämä ohjelman kulun valvonta on lisätty ohjelmaan siksi, että testauslaitteisto saa hydrauliset paineet hallin yleisessä käytössä olevasta hydrauliverkosta. Tällöin on mahdollisuus, että joku voi vahingossa sammuttaa hydraulipumpun, jolloin verkon paineet katoavat. Tällöin testi jää kesken. Valvonnan avulla saadaan käyttäjälle välitettyä viesti kyseisestä tapahtumasta (kuva 35).

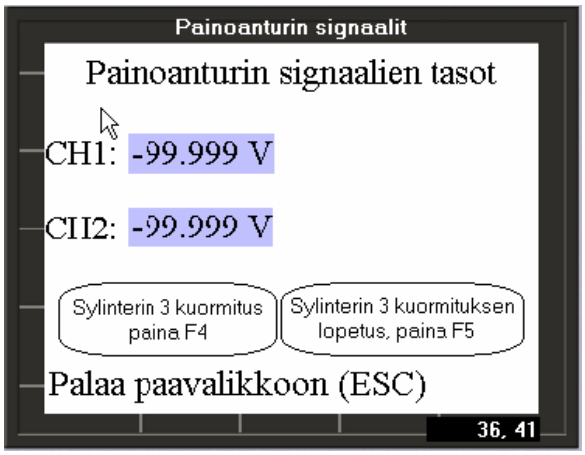


Kuva 35 Hätä-seis – ikkuna

Kuvan 35 näyttöön tulostuu ”Tarkista järjestelmä” – viesti, kun ohjelman kulun valvonta on pysäyttänyt ohjelman. Järjestelmä ilmoittaa myös minkä sylinterin (S1, S2, S3, S4) kuormituksen aikana ohjelman pysäytys on tehty. Tämä helpottaa mahdollista vianetsintää.

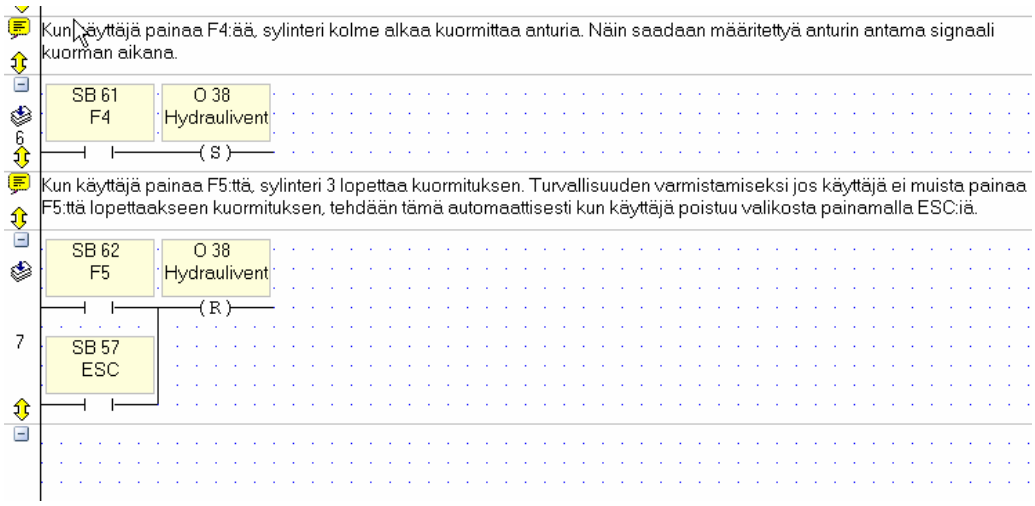
Valvonta ilmoittaa tietenkin myös laitteiston hajoamisesta johtuvasta tilanteesta. Tämä tilanne saattaa johtua painekytkimien hajoamisesta. Kyseinen ohjelma on lisätty joka sylinterin ohjelmaan mahdollistaen tarkan testauksen valvonnan.

Ohjelmaan lisättiin myös mahdollisuus punnitusanturin kuormitukseen, kun tarkastellaan punnitusanturin signaalitasoja (kuva 36).



Kuva 36 Punnitusanturin signaalit – ikkuna

Kuvasta 36 nähdään kyseinen ikkuna, jonka kautta logiikka ilmoittaa punnitusanturin signaalien tasot. Nämä signaalitasojen arvot kirjataan mittauspöytäkirjaan, joka tehdään jokaisen anturin valmistamisen ohessa. Koska mittauspöytäkirjaan kirjataan sekä punnitusanturin signaalien tasot sen ollessa kuormittamaton sekä kuormitettu, täytyy ohjelmaan lisätä mahdollisuus kuormittaa punnitusanturia. Tämä mahdollistaa punnitusanturin kuormituksen signaalitasojen kirjaamisen yhteydessä. Tämän muutoksen ohjelmallinen toteutus on yksinkertainen (kuva 37):



Kuva 37 Kyseinen ohjelma

Kuvasta 37 voidaan nähdä kyseisen ohjelman rakenne. Kun käyttäjä tarkastelee punnitusanturin signaalien tasoja ja painaa F4:ää, alkaa sylinteri 3 kuormittaa punnitusanturia. Kun käyttäjä on saanut kuormitetun punnitusanturin signaalitasot kirjattua, tulee painaa F5:ttä jolloin sylinteri 3 lopettaa kuormituksen. Turvallisen käyttämisen vuoksi, jos käyttäjä ei muista lopettaa sylinterin 3 kuormitusta tehdään tämä automaattisesti. Kun käyttäjä poistuu signaalitasojen tarkastelu – ikkunasta (painamalla ESC – nappia), lopetetaan sylinterin 3 kuormitus automaattisesti.

10.7 Lopullinen versio

Lopullinen versio ohjelmasta on todettu testauksessa toimivaksi ja luotettavaksi. Lopullisesta ohjelmasta liitteissä 21 – 53.

11 LAITTEISTON TESTAAMINEN

Tässä kappaleessa käydään läpi miten testauslaitteistoa on testattu. Kappaleessa käydään läpi testaustavat ja niistä saatu informaatio. Laitteistoa testattiin ennen asennusta testauslaitteiston runkoon. Seuraavat testit suoritettiin ennen järjestelmän asennusta:

- Käyttökoe (11.1)
- Lämpökoe (11.2)

11.1 Käyttökoe

Jotta voidaan varmistua siitä, että laitteisto toimii oikein ennen asennusta, suoritetaan käyttökoe. Tämä koe suoritetaan, jotta nähdään onko suunniteltu ja rakennettu järjestelmä toimiva. Testaus suoritettiin seuraavasti:

- käyttökytkimet simuloivat painekytkimiä
- Venttiileitä simuloidaan LED:eillä
- Järjestelmää testataan asettamalla eri kuormituskertojen arvoja
- Järjestelmää pidetään päällä vähintään 8 tuntia.

Järjestelmän testaus osoitti, että järjestelmä toimi kuten piti. Komponenttien rikkoontumisilta vältyttiin ja järjestelmä toimi hyvin vielä 8 tunnin päälläolon jälkeen. Kyseinen testaus suoritettiin kytkentäkotelon ollessa avonainen, jotta lämmin ilma pääsisi tässä vaiheessa testausta nousemaan vapaasti ylöspäin.

11.2 Lämpötilakoe

Käyttökokeen lisäksi haluttiin olla varmoja, että järjestelmä ilmanvaihto toimii myös, kun kytkentäkotelo on kiinni. Kotelon sisään asennettiin digitaalinen lämpötilamittari. Tämän jälkeen kansi suljettiin ja järjestelmän annettiin olla päällä 8 tunnin ajan. Testaus suoritettiin vielä pahimman mahdollisen tapauksen mukaan, eli kotelo oli selällään testauspöydällä. Tästä johtuen kotelon sisällä kehittyvä lämpö ei pääsisi kunnolla vaihtumaan, vaan sitä varastoituisi kotelon kanteen.

Testaus osoitti, että kotelon ilmanvaihto riittää pitämään järjestelmän sellaisessa lämpötilassa, jossa ei ole vaaraa, että komponentit voisivat hajota. Kun lämpötilamittaria tutkittiin 8 tunnin päälläolon jälkeen se osoitti, että kytkentäkotelon sisäinen lämpötila oli 29°C huoneen lämpötilan ollessa 24°C koko 8 tunnin ajan. Tämä lämpötila on kaukana komponenttien kestävyyden rajalämpötilasta, joka on herkimmällä komponentilla (logiikalla) 40°C.

Tästä voidaan päätellä, että järjestelmän toimivuus ei tule olemaan kiinni kotelon sisäisestä lämpötilasta. Kun järjestelmää käytetään normaaliasennossaan, jossa ilman kierto on testaustilannetta parempi, tulee kotelon sisälämpötila laskemaan ehkä vielä 1-3°C.

12 TESTIPENKIN KOKOONPANO

Tässä kappaleessa käydään läpi testipenkin lopulliseen kokoonpanoon liittyvät asiat. Kappaleessa käsitellään sähköisen ohjausjärjestelmän asennusta testilaitteiston runkoon, sekä tähän liittyviä ongelmia.

12.1 Asennus

Kun valmis runko saatiin alihankkijalta Porin tehtaalle, aloitettiin testipenkin lopullinen asennus. Rungon rakenne tuli pienenä yllätyksenä, koska se oli selvästi massiivisempi mitä suunnitelmat antoivat ymmärtää (kuva 38).

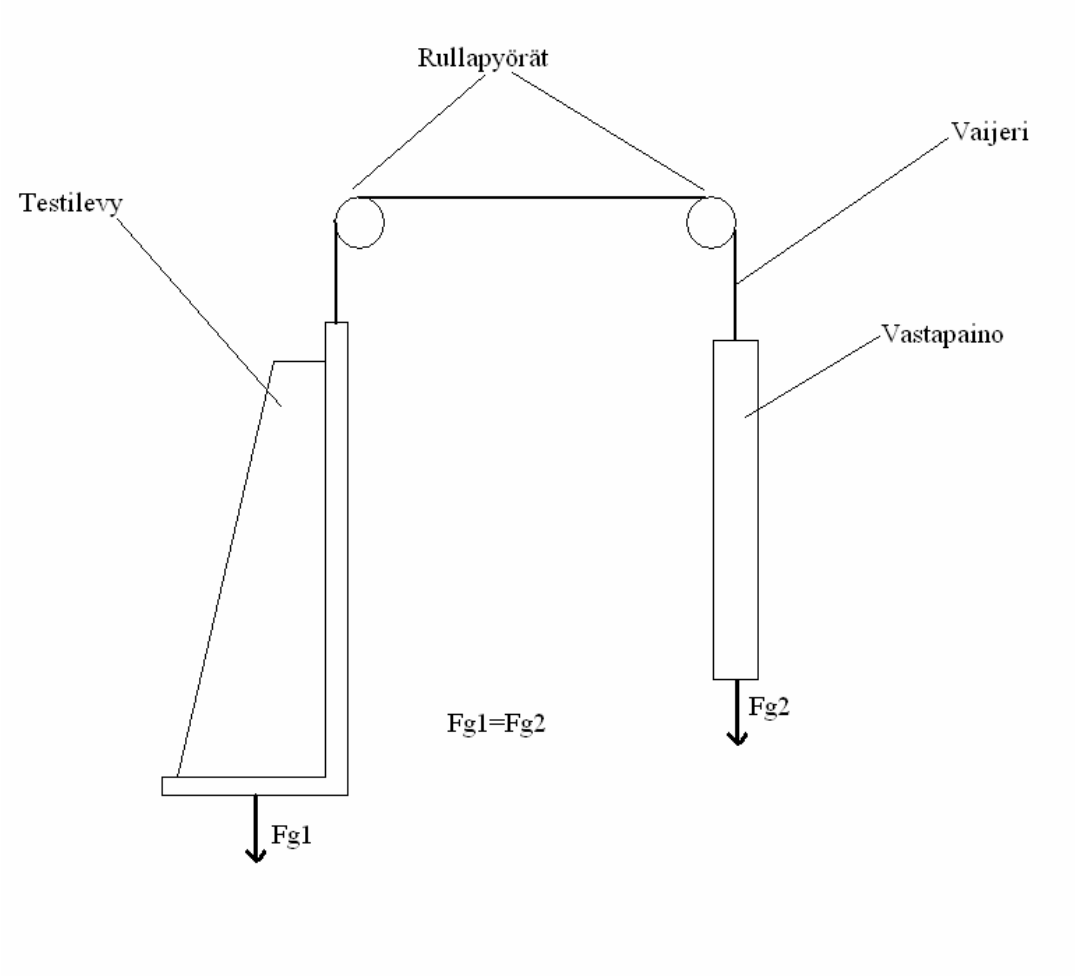
Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 38 Runko

Kuvasta 38 voidaan nähdä rungon pääosat:

1. Testilevy
2. Anturin asennukseen käytettävä adapteri
3. Runko

Testilevyn mekanismi on tehty niin, että kun se ei ole kiinni punnitusanturissa se voidaan nostaa ylös jolloin punnitusanturin asentaminen adapteriinsa helpottuu. Testilevyn nosto on toteutettu vastapainolla (kuva 39).



Kuva 39 Testilevyn mekanismi

Kuvasta 39 nähdään testilevyn noston mekanismi. Testilevyn aiheuttama voima F_{g1} kompensoidaan vastapainon aiheuttamalla voimalla F_{g2}. Nämä voimat ovat yhtä suuret. Tämä mahdollistaa levyn helpon liikuttelun pystysuunnassa. Testilevy ja vastapaino ovat liitettyinä toisiinsa metallista valmistetun vaijerin avulla, joka kulkee rullapyörien kautta helpottaen testilevyn liikuttamista. Koska testilevy painaa noin 70 kg, on tällainen järjestelmä hyvin käytännöllinen testilevyä liikuteltaessa.

Runkoon asennettujen hydraulisylinterien päät ovat peitetty sorvatulla metallisella renkaalla (kuva 40).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 40 Sylinteri ja metallinen rengas

Sorvattu metallinen rengas myös suojaa sylinteriä, mutta sen päätehtävä on toimia ohjurina testilevylle. Kun testilevy asennetaan kiinni punnitusanturiin, joka on asennettuna adapteriinsa, auttavat nämä metallirenkaat levyn suoraan asettelussa. Ne toimivat myös esteenä, jotta kukaan ei pääse työntämään kättään testilevyn ja sylinterin väliin testauksen aikana.

Adapteri johon punnitusanturi asennetaan on pyritty suunnittelemaan niin, että anturin asentaminen olisi helppoa (kuva 41).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 41 Adapteri.

Kuvasta 41 selviää adapterin rakenne ja kiinnitysperiaate. Adapterille on tehty runkoon syvennys joka estää adapterin liikkumisen testin aikana. Adapteri kiinnitetään pöytään kuvassa näkyvillä kiristysholkeilla. Adapterista on tehty irroitettava, koska kuten aiemmin jo todettu, laitteistolla testataan kolmea erilaista anturia. Jokainen anturi vaatii eri kokoonpanonsa adapterin osalta. Luottamuksellisuuteen vedoten näitä kokoonpanoja ei tässä raportissa käsitellä.

Rungon massiivisesta rakenteesta on ainoastaan etua, sillä anturien testaamiseen käytetyt voimat ovat 1000 kg paikkeilla. Rungon massiivinen rakenne estää rungon vääntymisen testaustilanteessa, joka voisi vaikuttaa anturin testaukseen. Runkoa tarkastellessa huomattiin myös, että kytkentäkoteloa ei voitaisi asentaa runkoon pystyasentoon. Tämän vuoksi kytkentäkotelo asennettiin vaakaasentoon (kuva 42).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 42 Kytkentäkotelo asennettuna runkoon

Onneksi tämä ei tulisi tuottamaan ongelmia. Kuten aiemmin kuvatussa lämpötestissä (kts. kappale 11.2) kytkentäkotelon lämpötilaa mitattiin juurikin kyseisessä asennossa. Mittauksen tulokseksi saatiin 29°C huoneen lämpötilan ollessa 24°C. Vaakatason asennuksen myötä kytkentäkotelo oli myös turvassa rungon kehikon sisällä, jolloin riski kotelon vahingoittumisesta pienenee huomattavasti. Kotelo asennettiin normaalien keittiökiskojen päälle, jolloin käyttäjä voisi aina vetää kotelon ulos kehikosta järjestelmää käyttäessään.

Nämä kiskot kestäisivät noin 30 kg:n painon, joka tulisi riittää kannattelemaan kotelon painoa. Tämän tyyppisillä kiskoilla tosin on tapana vääntyä ajan kuluessa, joten ajan myötä nähdään onko asennus kunnollinen. Testauksen alettua tai kun testauslaitteistoa ei käytetä,

käyttäjä voi työntää kotelon takaisin kehikon sisään. Tällä ratkaisulla saadaan testauslaitteistosta testaustilan kannalta toimiva. Laitteisto ei vie ylimääräistä tilaa rungon lisäksi.

Kytkentäkotelolta tulevat johdot vedettiin rungon takapuolelle, jotta ne olisivat pois käyttäjien tieltä. Johtimien pituuksiin jätettiin varaa jotta ne eivät vahingoittuisi kotelon ulosvedon aikana. Johtimet vedettiin nippuun muovisen spiraalin avulla. Tällöin johdot saadaan pysymään järjestyksessä ja ne eivät pääse hankautumaan rikki ajan kuluessa.

Koska hydraulisylintereihin tuli lisätä painekytkimet kuormitustietojen saamiseksi, täytyi hydraulikytkentöjä hieman muuttaa (kuva 43). Kuvasta 40 voi nähdä sylinterien alkuperäiset kytkennät.

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kappale on poistettu.

Kuva 43 Hydraulisylinterin 2 kytkennät

Sylinterin syöttöihin lisättiin T – kappale (ja adaptereita), jonka avulla saatiin painekytkin asennettua sylinterin yhteyteen. Kyseiset kytkennät tehtiin jokaiselle sylinterille. Tämän jälkeen painekytkimet johdotettiin käyttämällä standartisoituja M12 – liittimiä. Runkoon valmiiksi asennetut hydrauliventtiilit johdotettiin ja lopuksi johdotukset asennettiin runkoon käyttämällä muoviankkureita.

Ongelmia asennuksien kohdalla ei tullut. Asennukset saatiin myös suoritettua niin, että kun testauslaitteisto hieman tärisee testauksen aikana eivät johtimet pääse liikkumaan. Tämä liikkuminen voisi pitkällä aikavälillä pahimmillaan aiheuttaa johtimien katkeamisia tai suojakuorien hankautumisia.

13 JÄRJESTELMÄN TESTAUS

Tässä kappaleessa käsitellään järjestelmän testausta ja siihen liittyviä asioita:

- Hydrauliikan testaus ja säädöt (13.1)
- Logiikan ohjauksien testaus (13.2)
- Testauksen aikana tehdyt muutokset (13.3)
- Lopullinen versio (13.4)

13.1 Hydrauliikan testaus ja säädöt

Ennen kuin testauslaitteistoa aletaan ajaa logiikan ohjauksien avulla, tulee hydraulinen puoli säätää kuntoon. Näin menettelemällä on vikojen ratkaiseminen helpompaa. Kyseessä on myöskin turvallisuustekijä, koska testauslaitteistossa käytetään suuria voimia (1000 kg) anturin

testaamiseen. Jos rungosta hajoaa jotain väärän käytön seurauksena, voivat seuraukset olla tuhoisat laitteiston kannalta. Tämä saattaisi myös aiheuttaa vaaratilanteen testaajien ollessa laitteiston lähellä.

Ensin siis testattiin hydraulinen järjestelmä. Hydraulisten liitäntöjen kireys varmistettiin öljyvuotojen välttämiseksi. Aluksi paineenrajoittimien avulla säädettiin hydrauliikkajärjestelmän paineeksi 50 bar, josta se tultaisiin lopuksi nostamaan 120 bar:iin. Hydrauliset syötöt saadaan yhtiön omasta 130 bar:n linjasta. Järjestelmään luotiin 50 bar:in paine ja testattiin järjestelmän toimivuutta. Tämän testauksen aikana huomattiin, että testauksessa käytetty 50 bar oli aivan liian suuri. Kuorma ja sen aiheuttama voima alkoi vääntää itse testipenkkiä.

Näin suuria voimia ei ollut tarkoitus käyttää. Jos järjestelmää olisi testattu 120 bar:lla heti alusta voidaan olla varmoja siitä, että jotain olisi tuhoutunut liiallisen anturiin kohdistettujen voimien takia. Tästä syystä paineita laskettiin 25 bar:iin jotta voitaisiin suorittaa hydraulisen järjestelmän testaus turvallisesti. Oikeista paineen arvoista otettiin uudelleen selvää ja osoittautui, että 30 baaria olisi sallittu kuormitus kyseiselle järjestelmälle. Koska hydraulisen järjestelmän paineeksi oli määritetty 30 bar, täytyi painekytkimet säätää uudelleen. Painekytkimien säätämisen jälkeen voitiin aloittaa logiikan ohjauksien testaus.

13.2 Logiikan ohjauksien testaus

Kun hydraulinen järjestelmä oli saatu testattua, aloitettiin sähköisten ohjauksien testaus. Sähköisiä ohjauksia oli testattu jo ennen lopullista runkoon asentamista, joten mitään ongelmia laitteiston toiminnassa ei uskottu tulevan. Testaus osoitti että myös logiikan ohjelma ja sähköiset ohjaukset toimivat hyvin hydraulisen laitteiston kanssa. Ainoastaan

painekytkimiä jouduttiin säätämään kohdalleen (120 bar => 30 bar:iin), jotta ne antaisivat signaalin halutussa paineessa.

13.3 Testauksen aikana tehdyt muutokset

Ennen testauksen aloittamista huomattiin rungon rakenteessa pieniä suunnittelu- tai asennusvirheitä, jotka täytyi korjata ennen kuin järjestelmää alettaisiin testata.

Huomattiin, että pinnassa jonka pitäisi olla tasainen punnitusanturin asennuksen mahdollistamiseksi, oli hitsaussauma. Tämä hitsaussauma täytyi hioa pois, jotta punnitusanturin asentaminen olisi mahdollista (kuva 44).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 44 Hiottu hitsaussauma

Kuvasta 44 voidaan nähdä hiotut hitsaussauman paikat, sekä syy miksi se piti poistaa. Koska punnitusanturin testilevyyn kiinnittävien pulttien pitää ehdottomasti olla suorassa, tulee niiden alla käyttää keltapassivoituja metalliholkkeja. Holkit varmistavat pulttien suoruuden. Holkit kantoivat hitsaussauman osalta ja eivät näin ollen olleet suorassa. Jotta holkit varmasti olisivat suorassa kiinnitystasoonsa nähden, täytyi hitsaussauma hioa pois.

Kun saumat saatiin hiottua ja punnitusanturi asennettua testilevyyn, huomattiin toinen ongelma. Kun punnitusanturi oli asennettuna testilevyyn, testilevyn ohjausurat ja ohjuritapit olivat kiinni toisissaan (kuva 45).

Luottamuksellisuuteen vedoten, tämä kuva on poistettu.

Kuva 45 Ohjuritappi

Kuvasta 45 voidaan nähdä kyseinen ongelma. Huomaa osoitetut välykset ohjuritapin ja ohjausuran välillä. Tämä välys on käytännössä olematon. Välyksen ollessa näin pieni, oli varmaa että se vaikuttaisi testauksen tulokseen. Koska ohjuritapit oli hitsattu runkoon kiinni, niitä ei voitu muuttaa. Näin ollen ainut vaihtoehto oli hioa ohjausurista niin paljon pois, että saataisiin noin 5mm välys tappien ja urien välille. Ohjausuria hiottaessa huomattiin, että testilevy oli jännityksellä ohjuritappeihin. Tämän takia ohjausuria täytyi hioa noin 10mm suuremmiksi, jotta ohjuritapit saataisiin keskelle ohjausuria.

Näiden mekaanisten muutosten lisäksi logiikan ohjelmaan tehtiin muutoksia. Näistä muutoksista on kerrottu kappaleessa 10.6.

13.5 Lopullinen versio

Lopullinen versio testauslaitteistosta saatiin edellisessä kappaleessa kerrotuilla muutoksilla. Laitteisto on toiminut testauksessa hyvin ja luotettavasti. Ajan kuluessa nähdään onko kyseinen järjestelmä luotettava ja kestävä myös pitkällä aikavälillä.

14 ULKOPUOLINEN MITTAUS TIETOKONEELLA

Yksi monista projektiin liittyvistä alkuperäisistä ajatuksista oli, että punnitusanturilta mitattuja arvoja (signaalitietoja) voitaisiin tarkastella tietokoneen avulla. Tämän vuoksi hankittiin logiikan oston yhteydessä Ethernet – kortti kyseiseen logiikkaan.

Jokaisesta valmistetusta punnitusanturista täytetään mittauspöytäkirja. Näin voidaan myöhemmin tarkastella miten kyseinen anturi on käyttäytynyt testauksen aikana. Koska logiikka mittaa punnitusanturin signaalien tasoja, olisi ideaalista saada sama tieto tietokoneelle ja muodostaa mittauspöytäkirja näistä tiedoista. Näin ollen jokaisesta mittauspöytäkirjasta saataisiin sekä sähköinen että kirjallinen versio.

Mittauspöytäkirja olisi sähköisessä muodossa ja helposti luettavissa suoraan verkosta (yhtiön sisäisessä verkossa). Myös turhaa paperin käyttöä voitaisiin estää tällä tavalla.

14.1 Muutokset

Käytännön testauksessa huomattiin, että punnitusanturin signaalien tasojen mittaaminen tietokoneen avulla tulisi olemaan hankalaa. Mittauspöytäkirjaa tehdessään tekijän olisi tarvinnut käyttää kolmea eri ohjelmaa mittaustietojen saamiseen ja siirtääkseen nämä tiedot mittauspöytäkirjaan. Tämä veisi turhaan käyttäjän aikaa, koska sama voidaan tehdä käyttämällä yhtä ohjelmaa. Tästä johtuen päätettiin tietokoneavusteinen mittaaminen jättää pois projektista. Koska käyttäjä voi tarkastella punnitusanturin signaalien tasoja logiikan omalta näytöltä, on turhaa käyttää kahta eri Windows – pohjaista ohjelmaa saman tiedon kuvaamiseen. Jättämällä nämä kaksi ohjelmaa pois säästetään aikaa sekä vaivaa mittauspöytäkirjan teossa.

14.2 Mittauspöytäkirja

Koska tietokoneavusteinen mittaus on jätetty pois kyseisestä projektista, tulee mittauspöytäkirjan teko olemaan yksinkertaista. Pöytäkirjan tekijä tarkastaa punnitusanturin signaalitasot logiikan näytöltä ja kirjaa tulokset mittauspöytäkirjaan. Luottamuksellisuuteen vedoten, pöytäkirjan rakennetta ei tässä raportissa käsitellä. Pöytäkirjaan kirjattavat tulokset tehdään tietokoneella sähköisesti, joten kyseinen pöytäkirja voidaan tallentaa myös sähköisessä muodossa yhtiön verkkoon. Tästä saadaan se hyöty, että jokainen yhtiön sisällä voi tarkastella mittauspöytäkirjan tuloksia. Pöytäkirjasta tulostetaan myös kirjallinen versio arkistoon.

Jotta mittauspöytäkirja voidaan tallentaa yhtiön sisäiseen verkkoon, on kyseiselle mittauspöytäkirjojen tekoon tarkoitetulle koneelle varmistettu yhteys yhtiön sisäiseen verkkoon.

15 LAITTEISTON LISÄOPTIOT

Koska testauslaitteistoa pyritään kehittämään mahdollisimman toimivaksi eri tilanteisiin, on tulevia optioita jo suunnitteilla. Näiden optioiden toteuttamista ei tulla tässä työssä kuvaamaan. Seuraavia optioita on suunnitteilla testausjärjestelmään:

- Elektroniset painekytkimet (15.1)
- Punnitusanturin käyttäytymistä kuvaava mittaus (15.2)

15.1 Elektroniset painekytkimet

Vanhojen mekaanisten painekytkimien tilalle on suunnitteilla elektroniset painekytkimet. Tämä siksi, että kun testauslaitteistolla koestetaan

kolmesta eri punnitusanturista pienintä (tässä raportissa käsitellään ainoastaan isointa näistä kolmesta punnitusanturista), täytyy testauslaitteiston painetta saada alennettua 30 baarista 20 baariin. Tämä siksi, että pienin punnitusanturi ei kestä 30 baarin painetta. Paineen alennuksen suorittamiseksi tulee painetta alentaa laitteistoon kuuluvilla paineenrajoitusventtiileillä. Myös painekytkimet tulee säätää uudestaan, jotta ne toimisivat oikein. Tästä syystä on tarve elektronisille painekytkimille, joiden painetta voidaan säätää kytkimeen integroidun logiikan kautta. Tämä helpottaa painekytkimien säätöä huomattavasti. Painekytkimien säädön helpottumisen lisäksi painekytkimien säätö vie vain vähän aikaa, eikä näin ollen vie aikaa itse testausajasta.

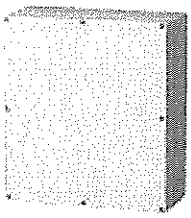
15.2 Punnitusanturin käyttäytymistä kuvaava mittaus

Tarkoitus on kehittää järjestelmää niin, että punnitusanturin testauksen aikana saataisiin piirrettyä kuvaajaa. Tämä kuvaaja kuvaisi punnitusanturin käyttäytymistä testauksen aikana sekä testauksen jälkeen. Tämä voidaan saavuttaa käyttämällä hyväksi laitteistoon asennettua Ethernet – liitäntää, jonka avulla logiikkaan voidaan ottaa yhteys tietokoneen avulla. Kyseisen option avulla saataisiin arvokasta tietoa punnitusanturin käyttäytymisestä ja näin ollen voidaan anturin rakennetta mahdollisesti kehittää paremmaksi tulevaisuudessa.

16 TYÖN TARKASTELU

Järjestelmän suunnittelu on ollut opettava ja haastava kokemus. Projekti on opettanut paljon olennaisia asioita insinöörin työstä ja koska allekirjoittaneen tuli toteuttaa projekti myös käytännössä, on se opettanut myös suunnittelusta. Projektin edetessä käytännön kautta huomasi, että kaikki suunnitelmat eivät toimisi käytännössä. Tämä lisää kiinnostusta käytäntöön myös tulevissa projekteissa. Järjestelmää rakennettaessa ei varsinaisia suuria, projektin pysäyttäviä ongelmia ollut. Tästä syystä projekti eteni verkkaisesti koulun ohella ja allekirjoittaneen suunnittelema sähköinen ohjausjärjestelmä oli valmis ja testattu noin 2 kuukaudessa suunnittelun aloittamisesta. Järjestelmän koekäyttöön ja lisämäärityksiin meni aikaa noin 4 kuukauden verran, koska projektin sisältöä muutettiin moneen kertaan ja koulun vuoksi ei ollut kuin kaksi päivää viikosta jolloin näitä muutoksia voitiin tehdä Porin päässä. Projekti oli haastavuuden ohella myös kiinnostava. Vuosien käytön ohella voidaan nähdä ovatko järjestelmään valitut komponentit kestäviä ja luotettavia. Järjestelmän on allekirjoittanut todennut toimivaksi ja käyttäjäystävälliseksi. Näiden toteamuksien pohjalta voidaan todeta, että suunnittelu on onnistunut hyvin ja toivottavasti uusi järjestelmä palvelee punnitusanturin valmistamisessa vähintään yhtä pitkään kuin edellinen versio.

Tuotekortti: AB 364015, EAN: 6418074058935



Mallikuva

Sisältää: Alaosa asennuslevyn/DIN-kiskon kiinnitysruuveilla, kansi PUR-tiivisteellä ja ruostumattomasta teräksestä kansiruuvit.

Koodi:	7083880
Kuvaus:	Kotelo ABS
Huom.:	Harmaa kansi
Pakkaus:	1
Yksikkö:	KPL
Tuoteryhmä:	EURONORD
EAN-koodi:	6418074058935
SSTL-numero:	3435498
Sähkönro Tanska:	8212003745

Tukiaineisto:

Mittakuva (tuuma)
Mittakuva (mm)
Cad-kuvat (edellyttävät rekisteröintiä)
Lisätarvikkeet

Mitat:	
Pituus (mm):	360
Leveys (mm):	400
Korkeus (mm):	151
Pituus (tuumaa):	14.1
Leveys (tuumaa):	15.7
Korkeus (tuumaa):	5.9

Kategoriat:

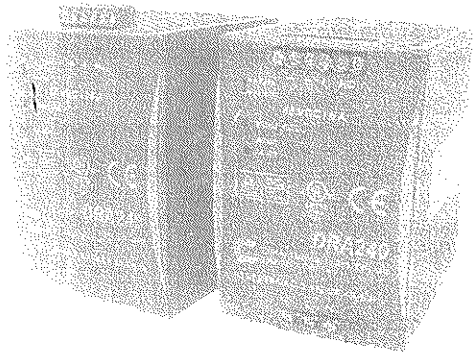
Painonappikotelot
Elektroniikka- ja instrumentointikotelot

Materiaalit:	
Materiaali:	ABS
Pohjan väri:	RAL 7035
Kannen väri:	RAL 7035
Kannen ruuvien materiaali:	Ruostumaton teräs
Tiivistemateriaali:	Polyuretaani

Lämpötila-alueet:	
Minimi lämpötila °C (lyhytkestoinen):	-40
Maksimi lämpötila °C (lyhytkestoinen):	80
Minimi lämpötila °C (jatkuva):	-40
Maksimi lämpötila °C (jatkuva):	60
Minimi lämpötila °F (lyhytkestoinen):	-40
Maksimi lämpötila °F (lyhytkestoinen):	175
Minimi lämpötila °F (jatkuva):	-40
Maksimi lämpötila °F (jatkuva):	140

Luokat:	
Tiiviysluokka (EN 60529):	IP 66/67
Iskunkestävyys (EN 50102):	IK 07
Sähköeristys:	Suojaeristetty
Halogeenivapaa (DIN/VDE 0472, Part 815):	Kyllä
Paloluokitus (UL 746 C 5):	UL 94 HB
Hehkulankatesti (IEC 695-2-1) °C:	650
NEMA-luokitus:	NEMA 1, 4, 4X, 12, 13

Din Rail Mountable
Switching Power Supply



Technical Data
Installation and Operation

DEFINITION OF MODELS

DRA240-24x

24 : Output Voltage
- 24 .... 24V output
- 48 .... 48V output

x : A .... Screw Terminal type
- B .... Detachable Connector type

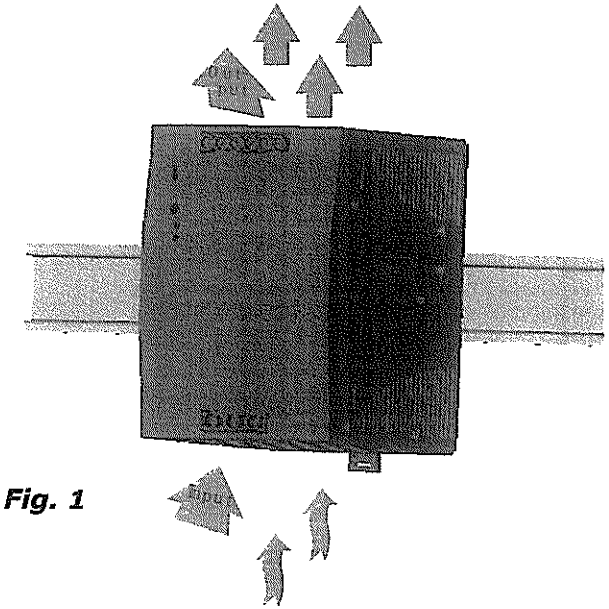


Fig. 1

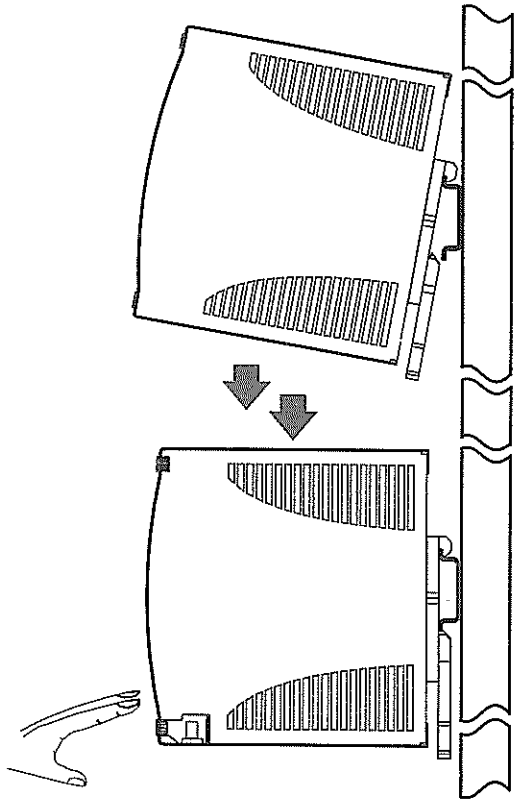


Fig. 2

Connector size range
AWG24 - 10 for A type
AWG24 - 14 for B type
use copper conductors only

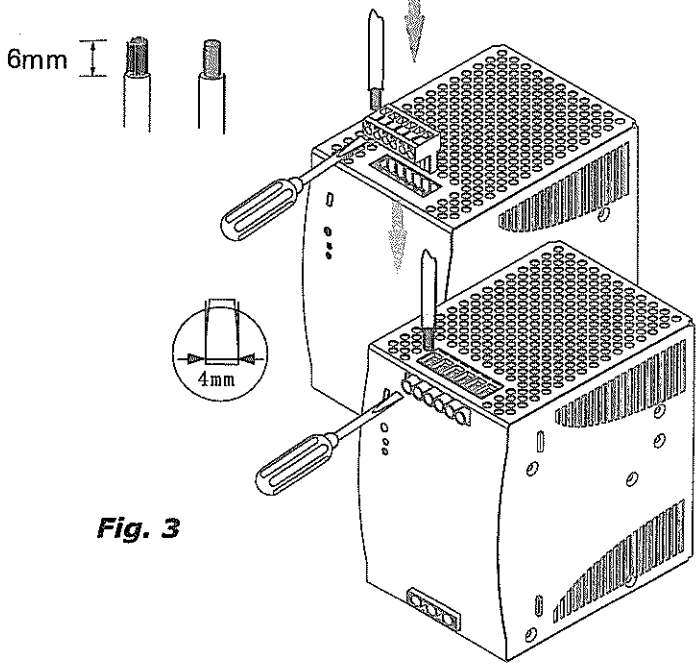


Fig. 3

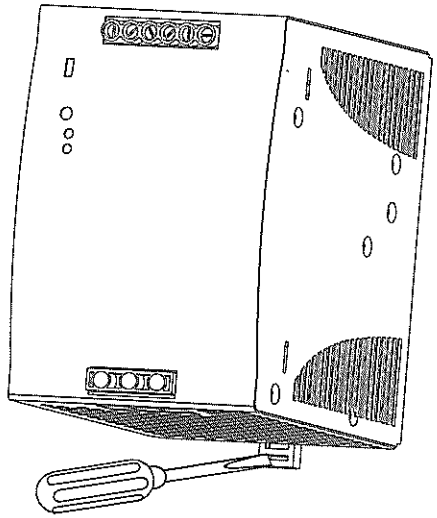


Fig. 4

LITE 2

Safety notes

Read Instructions!

Before working with this unit, read these instructions carefully and completely. Make sure that you have understood all the information!

Disconnect system from supply network

Before any installation, maintenance or modification work: Disconnect your system from the supply network. Ensure that cannot be re-connected inadvertently!

Before start of operation

Ensure appropriate installation

Warning! Improper installation / operation impair safety and result in operational difficulties or complete failure of the unit. The unit must be installed and put into service appropriately by qualified personnel. Compliance with the relevant regulations must be ensured. Before operation is begun the following conditions must be ensured, in particular:

- *Connection to main power supply in compliance with VDE01000 and EN50178.*
- *With stranded wires: all strands must be secured in the terminal blocks (potential danger of short circuit).*
- *Unit and power supply cables must be properly fused; if necessary a manually controlled disconnecting element must be used to disengage from supply mains.*
- *The non-fused earth conductor must be connected to the "⏚" terminal (protection class 1).*
- *All output lines must be rated for the power supply output current and must be connected with the correct polarity.*
- *Sufficient air-cooling must be ensured.*

In operation: No modifications!

As long as the unit is in operation: do not modify the installation! The same applies also to the secondary side. Risk of electric arcs and electric shock (fatal)!

Only (dis) connect plug connectors when the power is off!

Convection cooling

Do not cover *any ventilation holes!*
Leave sufficient space *around the unit* ***for cooling!***
See supplementary sheet "Technical Data" and Fig. 1

Warning: High voltage! Store energy!

The unit contains unprotected conductors carrying a lethal high voltage, and components storing substantial amounts of energy. Improper handling may result in an electric shock or serious burn!

- *The unit must not be opened except appropriately trained personnel!*
- *Do not introduce any object into the unit!*
- *Keep away from fire and water!*

Installation

Application

This unit is a primary switched-mode power supply designed ***for use in panel-board installations or building-in applications*** *where access to the supply is restricted (shock-hazard protection). It must only be installed and put into service appropriately by qualified personnel.*

Mounting

Mounting

Permissible mounting position: see Fig. 1 keep free ventilation hole, leave space for cooling! Recommended to have 25mm free space at all sides for ventilation / cooling: see supplementary sheet "Technical Data".

Snap on support rail (See Fig. 2)

- *Tilt the unit slightly rearwards.*
- *Fit the unit over top hat rail.*
- *Slide it downward until it hits the stop.*
- *Press against the bottom front side for locking.*
- *Shake the unit slightly to check the locking action.*

Front elements

Operation indicator

Indicates whether the unit is working properly. Green LED is lit on if the voltage at the output terminal is more than 75%.

DC output low indicator

Red LED lighten up while the voltage at the output terminal is 70% to 90% of the rated.

Potentiometer

Setting the output voltage.

Connection / Internal fuse

Connection

- *Data for permitted loads, cable cross-sections and stripping: see enclosed leaflet " Technical Data " (See Fig. 3).*
- *Use only commercial cables designed for the indicated voltage and current values!*
- *With flexible cables: make sure that all stranded cable are secured in the terminal.*
- *Ensure proper polarity at output terminals!*

Grounding

Do not operate without PE connection! *To comply with EMC and safety standards (CE mark, approvals), the unit must only be operated if the PE terminal ⏚ is connected to the non-fused earth conductor.*
Secondary side is not earthed; if necessary the ⊕ or ⊖ terminal can be earthed optionally.

Internal fuse

The internal input fuse serves to protect the unit and must not be replaced by the user. In case of an internal defect, the unit must be returned to the manufacturer for safety reasons.

Removal

Removal from DIN Rail

Insert a flat screwdriver into the slot in the clamp. Pull down the clamp out unit the clamp clicks, and turn the switching power supply bottom out. (See Fig. 4)

Technical Data

All specifications are typical at nominal line, full load, 25°C, Unless otherwise noticed.

DRA240 - 24 x

- 240: WATTAGE
- 24: 24V OUT / 48: 48V OUT
- x: A: SCREW TERMINALS / B: DETACHABLE CONNECTOR

MODEL	Po [W]	VO [V]	Io [A]	Eff. [typ.]	Inrush Current	
					115Vac	230Vac
DRA240-24x	240	24	10	89%	< 24A	< 48A
DRA240-48x	240	48	5	90%		

General Specification

Isolation ..... 3000 Vac / 4242 Vdc
Isolation Resistance..... 100 M ohm
Operation amb. Temperature.... -10 ~ +71 °C
Storage Temperature..... -25 ~ +85 °C
Derating..... +61 ~ +71 °C (see Fig. 5)
Relative Humidity..... 95% RH
Cooling..... Free air convection
Temperature Coefficient..... 0.02% / °C
Dimension..... L125 x W83 x D126 [in mm] for A type
L142 x W83 x D126 [in mm] for B type
Weight..... 1000g

Input Specification

Input Voltage Range..... AC 115 Vac (93 ~ 132 Vac)
(Auto Select) AC 230 Vac (186 ~264 Vac)
DC 210 ~ 370 Vdc

Output Specification

Output Accuracy..... -0%, +1%
Line Regulation ..... +/- 0.5%
Load Regulation..... +/- 0.5% for single mode
±5% for parallel mode
Ripple & Noise ..... 100 mV
Voltage Trim Range..... 22.5 ~ 28.5 Vdc for 24V models
47 ~ 56 Vdc for 48V models
Hold up time..... >25ms
DC ON Indicator..... Green LED
DC LOW Indicator..... Red LED
Parallel Operation..... 3 unit max.

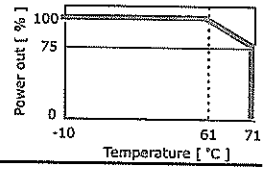
Control And Protection

Input Internal Fuse..... T6.3A / 250 Vac
Output Short Circuit ..... By Fold Forward
Output Over Load..... 120 % ~ 145 %

Approvals And Standard

UL / cUL..... UL 508 Listed , UL 60950-1 Recongized
TUV ..... EN 60950
CE..... EN 55022 & EN 61000-6-3
EN 61000-3-2
EN 61000-3-3
EN 55024 & EN 61000-6-2
EN 61000-4-2
EN 61000-4-3
EN 61000-4-4
EN 61000-4-5
EN 61000-4-6
EN 61000-4-8
EN 61000-4-11

Fig. 5 Derating



Appendix B: Technical Specifications

Power Supply

Input voltage	12VDC or 24VDC		
Permissible range	10.2VDC to 28.8VDC with less than 10% ripple		
	V230	**V260**	**V280**
Maximum current consumption	280mA @ 12VDC 140mA @ 24VDC	460mA@12VDC 220mA@24VDC	540mA@12VDC 270mA@24VDC
Typical power consumption	2.5W	4.2W	5.4W

Battery Back-up

7 year typical battery back-up for real-time clock (RTC) and all system data, including variable data.

Graphic Display Screen

	V230	**V260**	**V280**
Type	STN LCD	Negative blue STN LCD	Graphic B&W FSTN LCD
Illumination backlight	LED, yellow-green	CCFL (fluorescent lamp)	CCFL (fluorescent lamp)
Display resolution	128x64 pixels	240x64 pixels	320x240 pixels (QVGA)
Touchscreen	None	None	Resistive, analog

Keyboard

	V230	**V260**	**V280**
Number of Keys	24	33	27
	Includes soft keys and alphanumeric keypad		
Key type	Metal dome, sealed membrane		
Slides	Provided for picture, alphanumeric keypad, and Function keys		

Program

Application memory	1000k

Operand type	Quantity	Symbol
Memory Bits (coils)	2048	MB
Memory Integers (Registers)	1600	MI
Long Integers (32 bit)	256	ML
Double Word (unsigned)	64	DW
Memory Floats	24	MF
Timers	192	T
Counters	24	C

Data Tables	120K (RAM)/64K (Flash)
HMI displays	Up to 255
Execution time for bit operation	0.5msec per 1K word

V200-18-E2B Technical Specifications

Digital Inputs

Number of inputs	16 (in two groups)
Input type	pnp (source) or npn (sink), set by wiring.
Galvanic isolation	Yes
Nominal input voltage	24VDC
Input voltage	
pnp (source)	0-5VDC for Logic '0' 17-28.8VDC for Logic '1'
npn (sink)	17-28.8VDC for Logic '0' 0-5VDC for Logic '1'
Input current	6mA@24VDC for inputs #4 to #15 8.8mA@24VDC for inputs #0 to #3
Response time	10mSec typical
High speed inputs	Specifications below apply when these inputs are wired for use as a high-speed counter input/shaft encoder. See Notes 1 and 2.
Resolution	32-bit
Frequency	10kHz maximum
Minimum pulse width	40µs

Notes:

1. Inputs #0 and #2 can each function as either high-speed counter or as part of a shaft encoder. In each case, high-speed input specifications apply. When used as a normal digital input, normal input specifications apply.
2. Inputs #1 and #3 can each function as either counter reset, or as a normal digital input; in either case, its specifications are those of a normal digital input. These inputs may also be used as part of a shaft encoder. In this case, high-speed input specifications apply.

Relay Outputs

Number of outputs	10. See Note 3.
Output type	SPST-NO relay; 230VAC / 24VDC
Type of relay	Takamisawa (Fujitsu) JY-24H-K or NAIS (Matsushita) JQ1AP-24V or OMRON G6B-1114P-24VDC
Galvanic isolation	Yes
Output current	Resistive Load 5A maximum per output 8A maximum total for common. See Note 3. Inductive Load 1A maximum per output 4A maximum total for common. See Note 3
Maximum frequency	10Hz
Contact protection	External precautions required (see Increasing Contact Life Span)
Outputs' power supply	
Nominal operating voltage	24VDC
Operating voltage	20.4 to 28.8VDC
Max. current consumption	90mA@24VDC

Notes:

3. Outputs #1, #2, #3, and #4 share a common signal. All other outputs have individual contacts.

IO-DI8-RO8, IO-DI8-RO8-L Technical Specifications

Max. current consumption	70mA maximum from the adapter's 5VDC
Typical power consumption	0.18W @ 5VDC
Status indicator	
(RUN)	Green LED: —Lit when a communication link is established between module and OPLC. —Blinks when the communication link fails.

Inputs

Number of inputs	8 (in one group)	
Input type	pnp (source) or npn (sink)	
Galvanic isolation	None	
Status indicators(IN)	Green LEDs—Lit when the corresponding input is active. See Note 1.	
Nominal input voltage	24VDC for IO-DI8-RO8, 12VDC for IO-DI8-RO8-L	
Input voltage	IO-DI8-RO8	IO-DI8-RO8-L
pnp (source)	0-5VDC for Logic '0' 17-28.8VDC for Logic '1'	0-3VDC for Logic '0' 8-15.6V for Logic '1'
npn (sink), voltage/current	17-28.8VDC/<1.1 mA for Logic '0' 0-5VDC/>4.3mA for Logic '1'	8-15.6VDC/<1.1 mA for Logic '0' 0-3VDC/>4.3mA for Logic '1'
Input current	6mA@24VDC	6mA@12VDC
Response time	10mSec typical	
Input #7	The specifications below apply when this input is wired for use as a high-speed counter input/frequency measurer. See Notes 2 and 3.	
Resolution	16-bit	
Frequency	5kHz maximum	
Minimum pulse width	80µs	

Outputs

Number of outputs	8 relay
Output type	SPST-NO (Form A) All relays share a common signal
Isolation	By relay
Type of relay	
IO-DI8-RO8	Tyco PCN-124D3MHZ or compatible
IO-DI8-RO8-L	Tyco PCN-112D3MHZ or compatible
Output current	3A maximum per output (resistive load) 8A maximum total for common (resistive load).
Rated voltage	250VAC / 30VDC
Minimum load	1mA@5VDC
Life expectancy	100k operations at maximum load
Response time	10mS (typical)
Status Indicators (OUT)	Red LEDs—Lit when the corresponding output is active.
Contact protection	External precautions required (see above: Increasing Contact Life Span)
Outputs' power supply: IO-DI8-RO8	
Nominal operating voltage	24VDC
Operating voltage	20.4 to 28.8VDC
Maximum current consumption	70mA@24VDC

Analog Inputs	
Number of inputs	8 (single-ended) See Note 1.
Input range	0-10V, 0-20mA, 4-20mA. See Note 1.
Input type	Either Normal or Fast mode, according to the filter type selected in software settings
Conversion method	Voltage to frequency
Normal mode	
Resolution at 0-10V, 0-20mA	14-bit (16384 units)
Resolution at 4-20mA	3277 to16383 (13107 units)
Conversion time	100mSec minimum per input
Fast mode	
Resolution at 0-10V, 0-20mA	12-bit (4096 units)
Resolution at 4-20mA	819 to 4095 (3277 units)
Conversion time	25mSec minimum per input
Input impedance	>400KΩ—voltage 500Ω—current
Isolation	None
Absolute maximum rating	±15V—voltage ±30mA—current
Linearity error	0.04% max of full scale
Error limits	0.4% of input value
Status indicators	
(OUT OF RANGE)	Red LEDs—Lit when the corresponding input is receiving current or voltage in excess of the input range. See Note 5.
Environmental	IP20/NEMA1
Operating temperature	0° to 50°C (32 to 122° F)
Storage temperature	-20° to 60°C (-4 to 140° F)
Relative Humidity (RH)	5% to 95% (non-condensing)
Dimensions (WxHxD)	80mm x 93mm x 60mm (3.15 x 3.66 x 2.362")
Weight	150g (5.3 oz)
Mounting	Either onto a 35mm DIN-rail or screw- mounted.

Notes:

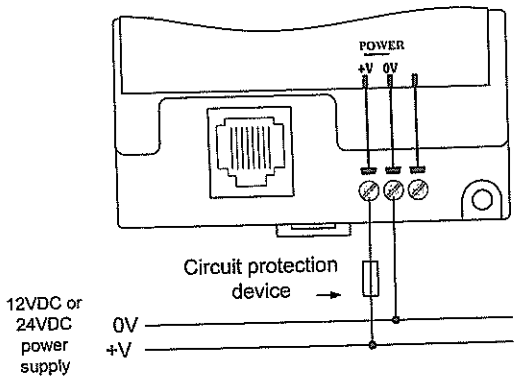
1. Each input may be set as either thermocouple, voltage (0-10V), or current (0-20mA, 4-20mA) via wiring, jumper and software settings.
2. The device can also measure voltage within the range of -5 to 56mV, at a resolution of 0.01mV. The device can also measure raw value frequency at a resolution of 14-bits(16384).
3. The input analog value represents the measured value as shown in the following examples:
   - Thermocouple: a value of 262 is represented as 26.2°C.
   - mV: value of 262 is represented as 2.62mV.
4. The value of a thermocouple may also indicate when the sensor is not connected to the input, or when the analog value exceeds the permissible range. If such is the case, the value will be 32767.
5. The voltage or current value of analog inputs can also indicate faults, as shown in the table below.

Value: 12-bit (Fast mode)	Value: 14-bit (Normal mode)	Input Value Deviates:
-1	-1	Slightly **below** the input range.
4096	16384	Slightly **above** the input range.
32767	32767	Greatly **above or below** the input range.

Wiring Power Supply

1. Connect the "positive" cable to the "+V" terminal, and the "negative" to the "0V" terminal.

- A non-isolated power supply can be used provided that a 0V signal is connected to the chassis.
- Note that both the OPLC and the EX-A1 must be connected to the same power supply.



EX-A1 Technical Specifications

I/O module capacity	Up to 8 I/O modules can be connected to a single adapter.
Power supply	12VDC or 24VDC (see Notes 1 and 2)
Permissible range	10.2 to 28.8VDC
Max. current consumption	650mA @ 12VDC; 350mA @ 24VDC
Typical power consumption	4W
Current supply for I/O modules	1A max. from 5V (see Note 3)
Galvanic isolation	None
Status indicators	
(PWR)	Green LED—Lit when power is supplied.
(COMM.)	Green LED—Lit when communication is established.
Environmental	IP20/NEMA1
Operating temperature	0° to 50° C (32 to 122°F)
Storage temperature	-20° to 60° C (-4 to 140°F)
Relative Humidity (RH)	5% to 95% (non-condensing)
Dimensions (WxHxD)	80mm x 93mm x 60mm (3.15" x 3.66" x 2.362")
Weight	125g (4.3oz.)
Mounting	Either onto a 35mm DIN-rail or screw- mounted.

Notes:

1. Both the OPLC and the EX-A1 must be connected to the same power supply.
   The EX-A1 and the OPLC must be turned on and off simultaneously.
2. The 12VDC power supply is supported by versions V2.00 and later.
3. Example: 2 I/O-DI8-TO8 units consume a maximum of 140mA of the 5VDC supplied by the EX-A1.

Ethernet Connections

Controller to hub/switch connection				
Controller			Hub/Switch	
Pin #	Function		Pin #	Function
1	T+	→	1	T+
2	T-	→	2	T-
3	R+	←	3	R+
6	R-	←	6	R-

Controller to controller connection				
Controller			Controller	
Pin #	Function		Pin #	Function
1	T+	→	3	R+
2	T-	→	6	R-
3	R+	←	1	T+
6	R-	←	2	T-

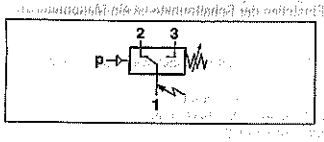
V200-19-ET1 Technical Specifications

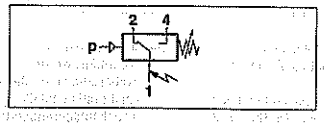
Transmission speed	10/100Mbps
Network topology	Star, based on external hub/switch
Cable type	Category 5 STP (shielded twisted pair) is recommended; UTP (unshielded twisted pair) may also be used
Connector type	RJ45
Drop line length	Up to 100 meters, controller to hub/switch or controller to controller.

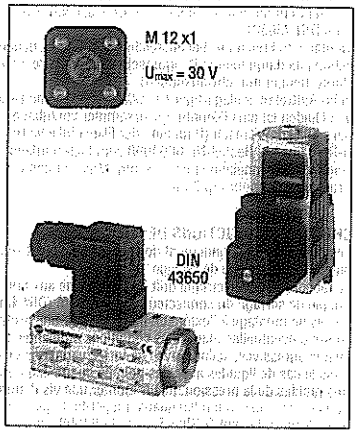
NORGREN

THIS LEAFLET SHOULD BE KEPT IN A SAFE PLACE FOR REFERENCE
DIESES MERKBLATT SOLLTE AN EINER SICHEREN STELLE AUFBEWAHRT WERDEN
CE DOCUMENT DOIT ETRE CONSERVE POUR ETRE UTILISE ULTERIEUREMENT LORS DES ENTRIENS
ESTE FOLLETO DEBE GUARDARSE EN LUGAR SEGURO PARA SER UTILIZADO DURANTE EL SERVICO
QUESTE ISTRUZIONE DEVONO ESSERE CONSERVATE IN UN LUEGO SECURO PER RIFERIMENTO FUTURO

Operating manual pressure switch 18 D
Bedienungsanleitung Druckschalter 18 D
Mode d'emploi Pressostat 18 D
Instrucciones para el servicio presostato 18 D
Istruzioni d'uso pressostato 18 D







Connector	**DIN 43650**
Steckverbindung	DIN 43650
Raccordement	DIN 43650
Conector	DIN 43650
Connettore	DIN 43650

Connector	**M 12 x 1**
Steckverbindung	M 12 x 1
Raccordement	M 12 x 1
Conector	M 12 x 1
Connettore	M 12 x 1

Switching function:
Microswitch SPDT
Terminals 1 - 3: Contacts close on rising pressure
Terminals 1 - 2: Contacts open on rising pressure

Switching function*:
Microswitch SPDT
Terminals 1 - 4: Contacts close on rising pressure
Terminals 1 - 2: Contacts open on rising pressure
*0880149 Switching function reversed

S funktion:
Ein einpoliger Mikroschalter (Umschalter)
Klemmen 1 - 3: bei steigendem Regelwert Kontakt schließend,
Klemmen 1 - 2: bei steigendem Regelwert Kontakt öffnend

Schaltfunktion*:
Ein einpoliger Mikroschalter (Umschalter)
Klemmen 1 - 4: bei steigendem Regelwert Kontakt schließend,
Klemmen 1 - 2: bei steigendem Regelwert Kontakt öffnend
*0880149 Schaltfunktion umgekehrt

Schéma de branchement du micro-contact (inverseur unipolaire)
Bornes 1 - 3: le contact ferme lorsque la pression monte
Bornes 1 - 2: le contact ouvre lorsque la pression monte

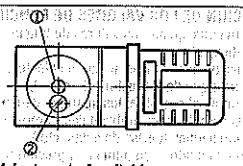
Schéma de branchement du micro-contact (inverseur unipolaire)*
Bornes 1 - 4: le contact ferme lorsque la pression monte
Bornes 1 - 2: le contact ouvre lorsque la pression monte
*0880149 Fonction de commutacion inversée

Funciones de conmutación:
Un microrruptor unipolar
(2 contactosconmutadores)
Función 1 - 3: si sube el valor, regulador cierra
Función 1 - 2: si sube el valor, regulador abre

Funciones de conmutación*:
Un microrruptor unipolar
(2 contactos conmutadores)
Función 1 - 4: si sube el valor, regulador cierra
Función 1 - 2: si sube el valor, regulador abre
*0880149 Funciones de conmutación invertido

Funzione di commutazione:
Microinterruttore SPDT
Terminali 1 - 3: Chiusura dei contatti all'aumento della pressione
Terminali 1 - 2: Apertura dei contatti all'aumento della pressione

Funzione di commutazione*:
Microinterruttore SPDT
Terminali 1 - 4: Chiusura dei contatti all'aumento della pressione
Terminali 1 - 2: Apertura dei contatti all'aumento della pressione
*0880149 Funzione de commutazione invertita



① Adustment of switching
② Detend
① Schaltpunkteinstellung
② Arretierungsschraube
① Reglage de la plage
② Blockage
① Adjuste del punto de commutacion
② Tornillo de retencion
① Regolazione dei punti di commutazione
② Vite di arresto

For detailed information please see the corresponding data sheet 7501628 + 7501629

Weitere Details entnehmen Sie bitte der Schrift 7501628 + 7501629

Pour obtenir plus d'information s.v.p. consulter documentation 7501628 + 7501629

Para más información por favor consulte la hoja técnica 7501628 + 7501629

Per informazioni più dettagliate consultare il catalogo specifico 7501628 + 7501629

SWITCH SELECTION

The switching points should normally be in about the middle of the adjustable range.
Do not exceed electrical ratings.
Torque for connector screw 0.7 ± 0.1 Nm.(DIN 43650)
Electrical connection in accordance with local regulations. For outdoor installation sufficient protection has to be provided for. Critical conditions are: Aggressive atmosphere, drastic changes in temperature, solar radiation, salt bearing atmosphere.
In case of sudden pressure changes and/or pressure peaks with liquid fluids, install surge damper, Cat. No. 0574773.
With flanged design (peak-to-valley height of flanged surface Rt ≤ 12 mm), O-ring 5 x 1.5, Cat. No. 0664098, is enclosed in the delivery. Load-bearing length of thread is min. 7.5 mm. Max. diameter of pressure port is 3 mm.

SETTING OF SWITCHING POINTS

Adjust either upper or the lower switching point. The opposite one is then determined by the fixed switching pressuredifference. Use pressure gauge for adjustment.
The switching points may be set even during operation. Proceed as follows:

1. Loosen stop screw.
2. Adjust switching points by means of a 5 mm hexagon spanner.
   Depending on the sense of rotation the switching points move upwards (clockwise rotation) or downwards (counter-clockwise rotation).
3. Retighten stop screw.

AUSWAHL UND EINBAUHINWEISE

Bereichsauswahl: optimal, wenn die Schaltpunkte in der Mitte des Schaltdruckbereiches liegen.
Elektrischer Anschluß: Verdrahtung gemäß VDE Vorschriften.
Anzugsdrehmoment für Steckdose 0,7 ± 0,1 Nm. (Nur bei Steckverbinder nach DIN 43650).
Montage im Freien nur bei ausreichendem Schutz gegen kritische Umgebungsbedingungen (z.B. aggressive Atmosphäre, salzhaltige Atmosphäre, starke Temperaturschwankungen).
Beim Auftreten schlagartiger Druckänderungen und Druckspitzen bei flüssigen Fluiden ist eine Dämpfungsvorkammer vorzubauen. Best.-Nr. 0574773.
Bei seitlichem Flansch (Rauhtiefe der Flanschfläche Rt ≤ 12 mm) gehört der O-Ring 5 x 1,5, Bestell-Nr. 0664098 zum Lieferumfang.
Tragende Gewindelänge min. 7,5 mm. Max. Durchmesser der Druckanschlußbohrung 3 mm.

EINSTELLUNG DER SCHALTPUNKTE

Eingestellt wird entweder der obere Schaltpunkt p_{vo} oder der untere Schaltpunkt p_{vu}. Der andere ergibt sich jeweils aus der festliegenden Schaltdruckdifferenz. Zum Einstellen der Schaltpunkte ist ein Manometer zu Hilfe zu nehmen.

Die Schaltpunkte können auch während des Betriebes wie folgt eingestellt oder verändert werden:

1. Arretierungsschraube lösen (wenn vorhanden).
2. Schaltpunkteinstellung mit einem 5 mm, bzw. 6 mm - Sechskantschraubendreher vornehmen.
   Erhöhung oder Reduzierung der Schaltpunkte erfolgt durch Rechts- bzw. Linksdrehen des Gewindestückes.
3. Arretierungsschraube festdrehen (wenn vorhanden).

CHOIX ET INSTRUCTIONS DE MONTAGE

Les points de fonctionnement doivent normalement se situer aux environs du milieu de la plage de réglage.
Le raccordement électrique doit être conforme aux normes en vigueur.
Couple de serrage du connecteur 0,7 ± 0,1 Nm (DIN 43650).
En cas de montage à l'extérieur, il faut prévoir une protec-tion suffisante contre d'éventuelles mauvaises conditions ambiantes (par exemple : atmosphères agressives, salines, avec de fortes variations de températures etc...).
Dans le cas de liquides avec des pointes de pression ou en cas de variations tr[illegible]pides de la pression, il faut monter une vis d'amortissement 0574773.
[illegible] cas d'exécution flasquable (aspérité du plan de pose bride Rt [illegible] 12 mm), le joint O-Ring 5 x 1,5, 0664098, est inclus dans la livraison.

RÉGLAGE DES POINTS DE FONCTIONNEMENT

Il convient de régler le point de fonctionnement supérieur p_{vo} ou inférieur p_{vu}. Le second point est alors déterminé par la fourchette de retour fixe.
L'utilisation d'un manomètre est recommandée pour un réglage précis.Il est possible de régler ou de modifier le réglage pendant le fonctionnement de l'appareil.

1. Dévisser le bouton moleté.
2. Régler le point de fonctionnement avec une clé 6-pans de 5 mm. Le déplacement vers le haut ou le bas du point de fonctionnement est obtenu en tournant le bouton de réglage vers la droite ou vers la gauche.
3. Revisser le bouton moleté.

SELECCION DE LOS VALORES DE FUNCIONAMIENTO

Se recomienda ajustar los valores de funcionamiento alrededor de la mitad del campo de ajuste.
Las conexiones eléctricas se han de efectuar según normas VDE.
Par de arranque del conector eléctrico 0,7 ± 0,1 Nm (DIN 43650).
Si se montan al aire libre, los aparatos deben protegerse suficientemente contra las condiciones ambientales (atmósfera agresiva, temperaturas extremas o variaciones fuertes de estas, etc.)
En caso de líquidos con puntas de presión hay que anteponer al presostato la cámara de amortiguación no. 0574773.
En la versión con brida (profundidad de rugosidad de la brida Rt ≤ 12 mm) el O-ring 5 x 1,5, no. 0664098, es parte del envío. Longitud de la rosca soportante min. 5mm. Diametro de perforación de la conexión de presión 3mm.

AJUSTE DE LOS VALORES DE FUNCIONAMIENTO

Se ha de ajustar o el punto de conmutación superior pvo o el punto de conmutación inferior. El otro será dado por el propio diferencial fijo. Para un ajuste preciso se recomienda el uso de un manómetro. Los puntos de conmutación también se pueden ajustar durante el funccionamiento:

1. Soltar el tornillo de retención.
2. Ajustar los puntos de conmutación con un macho hexagonal de 5mm.
3. Fijar el ajuste con el tornillo de retención.

SCELTA DEL PRESSOSTATO

I punti di commutazione dovrebbero venire a trovarsi normalmente al centro del campo di regolazione. Non superare mai i limiti elettrici.
Coppia massima di serraggio del connettore 0,7 ± 0,1 Nm (DIN 43650).
Eseguire i collegamenti elettrici nel rispetto delle norme. Provvedere adeguata protezione in caso di impiego all'esterno. Condizioni critiche sono: Ambiente aggressivo forti variazioni di temperatura, esposizione al sole, atmosfera salina.
In caso di variazioni repentine o picchi di pressione con fluidi liquidi, installare un soppressore di picchi, Codice 0574773.Per le versioni a flangia (finitura superficiale R ≤ 12 mm) è compreso nella fornitura un OR x 1,5, codice 0664098. La lunghezza di filettatura utile deve essere minimo 7,5 mm. Il diametro masssimo della connessione della pressione è 3 mm.

IMPOSTATIONE DEI PUNTI DI COMMUTAZIONE

Impostare il punto superiore o quello inferiore. L'altro punto viene determinato automaticamente dallo scarto differenziale fisso. Usare un manometro per fare la regolazione. I punti di commutazione possono essere impostati anche in servizio.

Procedere come segue:

1. Allentare la vite di arresto.
2. Impostare i punti di commutazione usando una chiave esagonale da 5 mm. A seconda del senso di rotazione i punti si muovono in su (rotazione in senso orario) o in giù (rotazione in senso antiorario).
3. Serrare nuovamente la vite di arresto.
4. Istruzioni per l'uso del Pressostato tipo 18 D.

NORGREN

IMI Norgren-Herion Fluidtronic GmbH & Co. KG
Albstraße 13, D-72663 Grossbettlingen
Telefon: +49 (0)70 22 – 94 42-0, / Fax: +49 (0)70 22 – 94 42 - 5 99

Distributed by: