



Tero Kettunen

Servojen huolto- ja testauspisteen modernisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

12.9.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Tero Kettunen
Otsikko: Servojen huolto- ja testauspisteen modernisointi
Sivumäärä: 40 sivua + 6 liitettä
Aika: 12.9.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Lehtori Kai Virta
DI Tom Laurila

Insinööriyön tarkoituksena oli automatisoida servojen koestusvaihe toteuttamalla uusi ohjausjärjestelmä Valmetin dynaamisella sovellusverkkojärjestelmällä (DNA). Kyseisellä koestusasemalla testataan höyry- ja kaasuturbiinien ohjaus- ja pikasulkuservoja. Servojen koestusasemalta on puuttunut yhtenäinen ohjausjärjestelmä servojen ohjauksesta.

Insinööriyön teoriaosuudessa käsitellään käytössä olevan hydraulikkajärjestelmän komponentteja ja niiden toimintaa. Lisäksi teoriaosuudessa käsitellään modernisoinnissa käytettävän Valmetin DNA-järjestelmän komponentteja ja toimintaa. Teoriaosuuden on myös tarkoitus toimia dokumenttina koestusaseman jatkokehitystä varten.

Insinööriyön toiminallisessa osuudessa käsitellään hydraulikka-aseman toimintaa sekä uuden ohjausjärjestelmän vaatimuksia ja toteuttamista. Lopuksi käydään läpi ohjausjärjestelmän käyttöönotto ja verrataan saatua tulosta aikaisempaan työskentelytapaan.

Insinööriyön tuloksena saatiin toteutettua servojen koestusasemalle moderni ja luotettava ohjausjärjestelmä, joka mahdollistaa käyttäjäystävällisemmän työskentelytavan. Toteutettuun järjestelmään saatiin luotua valmiudet jatkokehitykselle, jotta ohjausjärjestelmä palvelisi mahdollisimman pitkään sen käyttäjiä.

Avainsanat: Valmet DNA, elektrohydrauliikka, servotekniikka

Abstract

Author: Tero Kettunen
Title: Modernization of servo maintenance and testing station
Number of Pages: 40 pages + 6 appendices
Date: 12 September 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Instructors: Kai Virta, Senior Lecturer
Tom Laurila, M.Sc. (Tech.)

The purpose of this thesis project was to automate the testing phase of the servos by implementing a new control system with Valmet's dynamic application network system (DNA). Servo maintenance and testing station is used for testing steam and gas turbines control and quick closing servo valves. Testing station has been missing a unified control system for servo control.

Theoretical part of the thesis introduces the components of the existing hydraulic station and its operation. In addition, the components and operation of Valmet's DNA system used in the modernization are discussed. The theory part is also intended to serve as a document for the further development of the testing station.

The description concerning the practical part of the work introduces the operation of the hydraulic station and the requirements and implementation of the new control system. Finally, the implementation of the control system is presented, and the result obtained is compared with the previous control system.

As a result of the thesis work, a modern and reliable control system was implemented for the servo test station, which enables a more user-friendly way of working. The implemented system was prepared for further development so that the control system would serve its users for as long as possible.

Keywords: Valmet DNA, electrohydraulics, servo technology

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköhydraulinen servojärjestelmä	2
2.1	Hydrauliikkajärjestelmä	2
2.2	Asentoanturi	6
2.3	E/H-muunnin	7
2.4	Way Valve	8
2.5	Ohjausservo	9
3	Valmet ACN MR -prosessiasema	11
3.1	ACN MR G2 -prosessinohjain	11
3.2	IPSP-teholähde	12
3.3	IBC-prosessiväyläohjain	12
3.4	M80-I/O-yksiköt	12
3.5	M120-I/O-yksiköt	13
3.6	Operointiasema	16
4	Testauspisteen modernisointi	17
4.1	Alkutilanne	17
4.2	Servojen koestus	18
4.3	Suunnittelu	22
4.4	Modernisaation toteutus	23
4.4.1	Liittyminen servoihin	24
4.4.2	Servojen ohjaus	27
4.4.3	Hydrauliikkajärjestelmän mittaukset	32
4.4.4	Käyttöliittymä	35
5	Käyttöönotto	37
6	Yhteenveto	40
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Operating manual	

Lyhenteet

ACN:	Sovellus- ja hallintasolmu.
Calc:	Laskentatoimilohko.
Cnt:	Laskuritoimilohko.
Cmp:	Vertailutoimilohko.
Disa:	Kahden tulon toimilohkotulokytkin analogiatietotyypille.
DNA:	Dynaaminen sovellusverkko.
E/H-muunnin:	Elektrohydraulinen muunnin.
FbCAD:	Toimintalohko-suunnitteluohjelma.
FSFLT:	Jännitevalvonnan vikasignaali.
IBC:	Prosessiväyläohjain.
I/O:	Input/output.
mA:	Milliampeeri.
MR:	Modulaarinen kiskoasennettava ohjain.
PID:	Proportionaali-integraali-derivoiva.
Rampr:	Muutosnopeusperustainen ramppitoimilohko.
Way Valve:	Suuntaventtiiliili.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on toteuttaa servojen huolto- ja testauspisteen modernisaatio. Työssä keskitytään servojen ohjausjärjestelmän automatisointiin olemassa olevalla Valmetin ACN MR-prosessiasemalla. Olemassa olevaan hydraulijärjestelmään ei tehdä muutoksia. Tavoitteena on myös luoda servojen huolto- ja testauspisteen järjestelmästä dokumentti, joka toimii apuna henkilöstön koulutuksessa laitteistoon.

Servojen huolto- ja testauspiste sijaitsee Fortumin Naantalin Workshopilla. Työasemaa käytetään turbiinien säätö- ja pikasulkuventtiilien ohjaamiseen tarkoitettujen servojen testaamiseen. Testauksessa servojen koeajossa tarkistetaan, että liikeradat ja toiminta-ajat ovat vaadituissa parametreissa.

Insinööriyön teoriaosuudessa esitellään aluksi sähköhydraulisen servojärjestelmän toimintaperiaatteet yleisellä tasolla ja esitellään myös olemassa olevan hydraulikkajärjestelmän toimintaperiaatteet. Tämän jälkeen esitellään työssä käytettävän Valmetin ACN MR -prosessiaseman laitteisto ja toimintaperiaatteet.

Insinööriyön toiminnallisessa osuudessa syvennytään servojen ohjausjärjestelmän modernisointiin, jossa selviää alkutilanne ja servojen ohjausjärjestelmään tarvittavat ominaisuudet. Tämän jälkeen käydään läpi työn toteutus ja tulos.

Lopuksi käydään läpi uuden servojen ohjausjärjestelmän testaus ja käyttöönotto, josta selviävät modernisoinnin vaikutukset servojen huolto- ja testauspisteellä tehtävään työskentelyyn.

2 Sähköhydraulinen servojärjestelmä

Sähköhydrauliset servojärjestelmät voidaan komponenttirakenteen perusteella jakaa kahteen eri kategoriaan, jotka ovat pumppu- ja venttiiliohjatut servojärjestelmät. Pumppuohjatussa servojärjestelmässä pumppu on integroitu osaksi servojärjestelmää ja tarjoaa tarvittavan tilavuusvirran toimilaitteelle. Venttiiliohjatuissa servojärjestelmissä tuodaan ulkopuolelta tarvittava hydraulinen teho. [1, s. 77.]

Sähköhydraulisissa servojärjestelmissä säädettävät fysikaaliset suureet ovat nopeus, voima ja tässä työssä käytettävä asema. Asemaservojen tunnettuina ominaisuuksina ovat hyvä vasteenopeus, jäykkyys ja tarkkuus. Venttiiliohjattua servojärjestelmää käytetään yleensä asemaservojen yhteydessä, jolloin toisella sijalla on vasta hyötysuhteen saavuttaminen. [1, s. 80.]

Tässä työssä käsitellään venttiiliohjattua servojärjestelmää. Luvussa esitellyistä servojärjestelmän komponenteista käytetään malleina saksalaisen Voithin (Voith Turbo GmbH & Co.) valmistamia laitteita.

2.1 Hydrauliikkajärjestelmä

Hydrauliikkajärjestelmien lajittelua voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Tyypillisesti hydraulijärjestelmät jaetaan kahteen pääryhmään, jotka ovat avoin ja suljettu järjestelmä. Avoimessa hydrauliikkajärjestelmässä hydrauliikkaöljy palaa takaisin säiliöön, mikä mahdollistaa erillisten suodattimien käytön järjestelmässä. Suljetussa hydrauliikkajärjestelmässä toimilaitteelta tuleva hydrauliikkaöljy kulkeutuu suoraan hydrauliikkapumpun tulopuolelle ilman käymistä säiliössä. [2, s. 45.]

Venttiiliohjatuissa servojärjestelmissä tarvitaan toimilaitteille tasainen hydrauliikkapaine, joka tuotetaan järjestelmään mitoitetulla pumppukoneistolla. Yleisesti pumppukoneisto sisältää vakiopainesäätöisen säätötilavuuspumpun tai vakiotilavuuspumpun sekä paineenrajoitusventtiilin. Laitteistossa käytetty

hydrauliikkaöljyn on servojen toimintahäiriöitten ehkäisemiseksi oltava hyvin suodatettua ja mahdollisuuksien mukaan suodatettava ennen servoventtiiliä. [3, s. 157–158.]

Ruuvipumppu

Kolmiruuvinen ruuvipumppu on vakio-tilavuuspumppu, jolla tuotetaan haluttu paine keski- ja sivuruuvien avulla. Kolmiruuvisessa pumpussa keskimmäistä ruuvia pyörittää kolmivaiheinen sähkömoottori, joka on kytketty keskimmäisen ruuvin akselille. Keskiruuvien sivuilla sijaitsevat sivuruuvit pyörivät vastakkaiseen suuntaan keskiruuvista katsottuna vastakkaisten kierteiden seurauksena. Ruuvipumpun etuna on erittäin tasainen tilavuusvirta sekä melutaso. Ruuvipumpun elinikä on tyypillisesti pitkä, mutta vastaavasti hyötysuhde on muita pumpputyyppejä heikompi. Ruuvipumput sopivat erityisesti tarkkuussovelluksiin, joissa vaaditaan tasaista tilavuusvirtaa sekä hyvää imukykyä. [2, s. 155–156.]

Aksiaalimäntäpumppu

Aksiaalimäntäpumppu on säätötilavuuspumppu, jolla paine tuotetaan käyttöakselin suuntaisilla sylintereillä. Aksiaalimäntäpumput luokitellaan kolmeen kategoriaan toimintatavan perusteella, jotka ovat staattoriaksaali, suoraroottori, sekä kulmaroottoripumput. Tässä työssä käsitellään suoraroottori pumppua, eli vinolevypumppua. Vinolevypumpun etuna muihin aksiaalimäntäpumppuihin on kierrostilavuuden nopea säätömahdollisuus, sekä pumpun kompakti rakenne. Joissakin käyttökohteissa tarvitaan erillistä syöttöpumppua paikkaamaan vinolevypumpun heikkoa imukykyä. [2, s. 169–170.]

Paineenrajoitusventtiili

Paineenrajoitusventtiilin tehtävänä on suojata hydrauliikkakomponenttien vaurioitumiset, rajoittaen painelinjassa olevan maksimipaineen asetettuun arvoon. Paineenrajoitusventtiilit ovat normaalitilassa passiivisena, jolloin venttiilin läpi virtaa neste eteenpäin. Paineen kasvu painelinjassa yli asetetun arvon aiheuttaa paineenrajoitusventtiilin avautumisen, jolloin venttiilistä vuotaa nestettä

takaisin säiliöön. Paineventtiilin avautuminen estää painelinjassa paineen kasvun, jolloin nestevirtaus pysyy stabiilina halutussa arvossa. [2, s. 249.]

Lämmönsiirtimet

Jotta varmistetaan hydraulikkajärjestelmän moitteeton toiminta ja hyötysuhde, on tärkeää pitää hydraulikkaöljyn lämpötila haluttujen rajojen sisällä käytön aikana. Halutun hydraulikkaöljyn käyttölämpötilan takia joudutaan käyttämään hydraulikkajärjestelmässä lämmittimiä ja lauhduttimia. [2, s. 402.] Lämmönsiirtimien tehtävänä on huolehtia hydraulikkaöljyn viskositeetin eli tehohäviöiden ja voitelun pysymisen vaaditulla alueella. Viskositeetti on hydraulikkaöljyn tärkein seurattava muuttuja ja lämmönsiirtimillä saadaan viskositeettiä kontrolloitua. [2, s. 121.]

Hydrauliikkanesteen lämpötilan nostaminen lämmittimillä on tarpeen silloin, kun hydraulikkajärjestelmää käytetään pitkän käyttötauon jälkeen. Hydrauliikkajärjestelmän toimilaitteille on määritetty sallittu nesteen käynnistysviskositeetin arvo, joka on saavutettava vaurioiden estämiseksi ennen muiden toimilaitteiden käynnistystä. Lämmittimet perustuvat yleisesti sähkövastuksen tuottaman lämmön siirtämiseen hydraulikkaneesteeseen, jolla saavutetaan minimaalinen lämpöhäviö. [2, s. 402.]

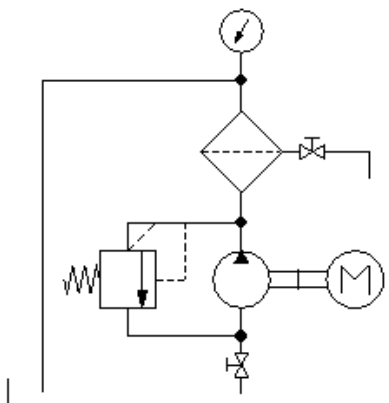
Hydrauliikkajärjestelmän jäähdyttimen tehtävänä on siirtää hydraulikkaneesteeseen käytön aikana muodostunutta lämpöä ilmajäähdyttimissä ilmaan. Jäähdyttimen suorituskyky on suoraan verrannollinen käytettyyn jäähdytimeen, sekä hydraulikkaneesten ja jäähdyttävän aineen lämpötilaeroon. Jäähdyttimellä varmistetaan lämmittimen tapaan hydraulikkaneesten viskositeetin pysyvän toimilaitteiden vaatimassa arvossa. [2, s. 403.]

Suodattimet

Suodattimien avulla voidaan lisätä hydraulikkajärjestelmän käyttöikä ja toimintavarmuutta poistamalla öljyssä sijaitsevia epäpuhtauksia. Hydraulisten toimilaitteiden häiriöistä jopa 90 % aiheutuu öljyn epäpuhtauksista. [3, s. 129.]

Hydraulikkajärjestelmissä tehonsiirtopuolen öljyn suodatusta toteutetaan työsuodattimilla, joiden ansiosta voidaan ylläpitää haluttua puhtausluokkaa. Pumpujen jälkeen asennetuilla painesuodattimilla toteutetaan toimilaitteille kulkeutuvan öljyn suodattaminen tehokkaasti. Painesuodattimen toiminta perustuu ylipaineella kulkeutuvan suodatettavan aineen kulkeutumisen käytössä olevan suodatin panoksen lävitse. Painesuodattimen suodatinpanoksen tulee olla suurien paineiden kestävä, jolloin saavutetaan haluttu tulos. [2, s. 397–398.]

Hydraulikkajärjestelmissä hydraulikka öljyn pienten epäpuhtauksien suodatusta toteutetaan sähköstaattisella puhdistusjärjestelmillä (kuva 1). Sähköstaattinen puhdistusjärjestelmä kykenee poistamaan öljyyn liukenemattomia hiukkasia mukaan lukien metallisia, ei metallisia, orgaanisia ja epäorgaanisia materiaaleja. Puhdistusjärjestelmä kykenee myös poistamaan öljyn hapettumistuotteet, joita tavalliset suodattimet eivät kykene poistamaan. Sähköstaattisen puhdistusjärjestelmän toiminta perustuu öljyssä sijaitsevien epäpuhtauksien sähköiseen lataamiseen ja kiinnittämiseen elektrodeilla. [4.]

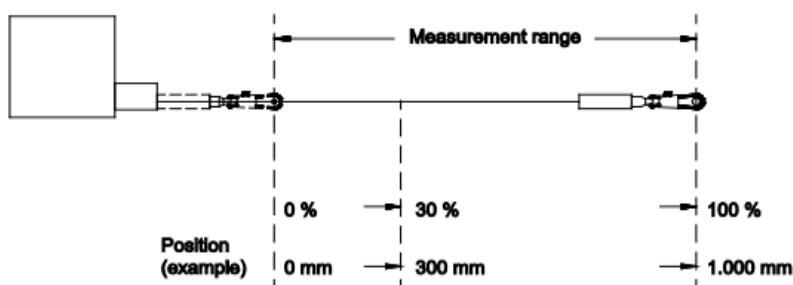


Kuva 1. Kleenek ELC-R25SP-hydraulikkakaavio.

2.2 Asentoanturi

Jotta servosylinterien asentotieto saadaan ohjausjärjestelmään säätöpiirin käytettäväksi, käytetään erilaisia antureita asennon mittaamiseen. Käytettävät asentoanturit toimivat yleisesti 0–20 mA, sekä 0–10 V alueella. Anturit voivat olla joko aktiivisia tai passiivisia anturista riippuen.

Vaijerianturilla on mahdollista saada virta sekä jänniteviestinä karan asento ohjausjärjestelmään. ASM WS 10 -vaijeriantureita on useissa eri kokoluokissa, joita on esimerkiksi 300 mm:n sekä 500 mm:n kokoluokassa. Vaijerianturin toiminta perustuu kelautuvaan vaijeriin, jonka rummun liikettä mittaa erillinen anturi. Vaijerianturin mittausalue on lineaarinen (kuva 2), jolloin esimerkiksi 300 mm:n pitkän vaijerianturin 100 mm:n avautuminen vastaa 4–20 mA viestinä 9,33 mA:n virtaviestiä. [5.]



Kuva 2. ASM WS 10 -vaijerianturi. [5.]

Magnestroktiivisellä anturilla saadaan mitattua hydraulikkasynterlin lineaarinen liike eli asematieto. Magnestroktiivisiä antureita käytetään hydraulikkasyntereissä kiinteinä asennuksina, jolloin ulkoisia erikseen asennettavia antureita ei tarvita. Magnestroktiivisen anturin toiminta perustuu anturin läheisyydessä olevan magneetin liikkeeseen ajan perusteella. Yleisesti käytetyn Balluff-liikeanturin mittausalue sijaitsee 25–5500 mm:n alueella, käyttökohteesta riippuen.

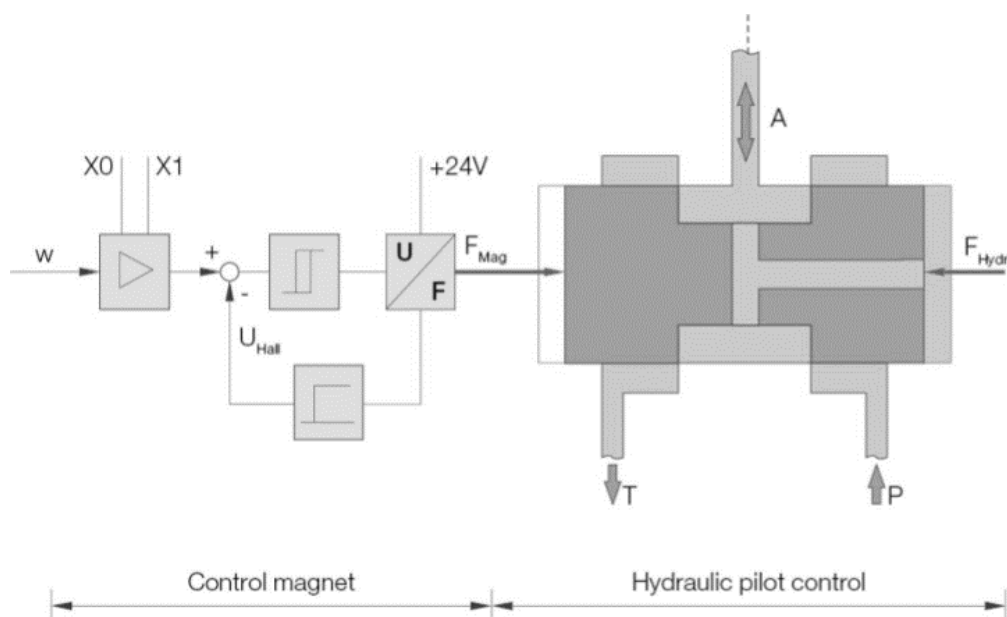
2.3 E/H-muunnin

Servojärjestelmä on suunniteltu ohjaamaan höyryturbiinien säätöventtiilejä tarkasti ja reagoimaan nopeasti kuormituksen muutoksiin sekä yllättäviin hätätilanteisiin. Tarkka ja vakaa höyryventtiilien ohjaus liittyy parantuneeseen höyryturbiinin nopeuden ja kuorman hallintaan, sekä järjestelmän mekaanisen kulumisen vähenemiseen. Tavanomaiset venttiiliohjatut servojärjestelmät ovat yhdistelmä E/H-muunninta, ohjausventtiiliä, hydraulikkasyylinteriä sekä ohjausjärjestelmää, jota käytetään säätöventtiilien ohjaukseen. [6.]

Toiminta

E/H-muunninta käyttäessä servosylinterin asentotieto tuodaan virta- tai jänniteviestinä ohjausjärjestelmälle ulkoisella asentoanturilla. Ohjausjärjestelmän tehtävänä on verrata asetusarvoa servon asentoon ja toteuttaa tarvittavat muutokset säätimen avulla. Säätimenä käytetään yleensä PID-säätimen variaatioita, joilla pystytään rajoittamaan prosessissa muodostuva yli- ja alivaimennus.

Kuvassa 3 on esitelty elektrohydraulinen muunnin Voith DSG. Ohjausjärjestelmä syöttää halutun asetusarvon ohjausvirtaviestinä (W) E/H-muuntimelle, joka on tässä tapauksessa 4–20 mA. Potentiometrillä (X0) asetetaan pienin haluttu ohjausöljynpaine 4 mA:n asetusarvolla, esimerkiksi 4 mA:n asetusarvo vastaa 1 barin painetta. Potentiometrillä (X1) asetetaan suurin haluttu ohjausöljynpaine 20 mA asetusarvolla, jolloin 20 mA:n asetusarvo vastaa 7 baarin painetta. Potentiometrin (X1) säätö vaikuttaa potentiometrin (X0) säätöön, joten suurin haluttu ohjausöljynpaine tulisi asettaa ensimmäisenä. Elektrohydraulinen muunnin tarvitsee 24 V:n jännitteen solenoidin operoimisen. Asetusarvon perusteella E/H-muunnin generoi tarvittavan magneettisen voiman (F_{mag}) solenoidilla, jolla ohjataan toimilaitteen esiohjausventtiilille menevää massavirtaa (A). Elektrohydraulinen muunnin on liitetty käytössä olevaan hydraulikkajärjestelmään, josta öljyn painelinja (P) tuo tarvittavan öljyn vakioaineella laitteelle käytettäväksi. Öljyn poistolinja (T) on liitetty hydraulikkajärjestelmän öljytankkiin eikä se sisällä painetta. [7.]



Kuva 3. Voith DSG elektrohydraulinen muunnin. [8.]

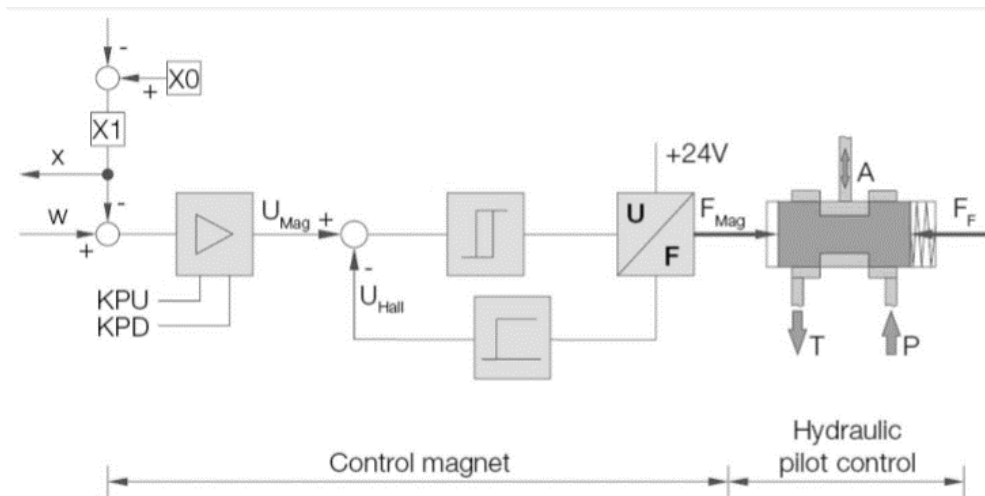
2.4 Way Valve

Way Valve on hydraulisyylinterin ohjausventtiili, jonka on kehittänyt saksalainen Voith. Way Valve ohjaa E/H-muuntimesta poiketen suoraan servosylinteriä ilman esiohjausventtiiliä ja ohjausöljyä. Way Valven käyttötarkoitus on sama kuin E/H-muuntimella, eli tehtävänä on muuttaa 4–20 mA:n asetusarvon virtaviesti mekaaniseksi iskutahdiksi. Way Valve eroaa enimmäkseen aikaisemmin esitellystä E/H-muuntimesta sisäisen takaisinkytkennän ja sen käyttämisestä servon ohjauksesta ilman ulkoista säätöjärjestelmää.

Toiminta

Kuvassa 4 on esitelty Voith WSR Way Valve. Suuntaventtiiliä ohjataan ohjausjärjestelmän syöttämällä haluttu asetusarvo virtaviestillä (W), joka on tässä tapauksessa 4–20 mA. Potentiometrit toimivat Way Valvessa samalla tavalla kuin esitellyssä E/H-muuntimessa. Toiminnallisesti Way Valve eroaa E/H-muuntimesta siten, että Way Valvessa on takaisinkytkentä suoraan toimilaitteelta. Takaisinkytkentä vertaa servon männänvarren asentoa (X) haluttuun asentoarvoon. Way Valvessa on säädön vahvistuksen asetukseen

potentiometrit KPU ja KPD, joilla mahdollistetaan säätövirheen jatkuva korjaus ilman ohjausjärjestelmässä sijaitsevaa säädintä. [9.]



Kuva 4. Voith WSR Way Valve. [8.]

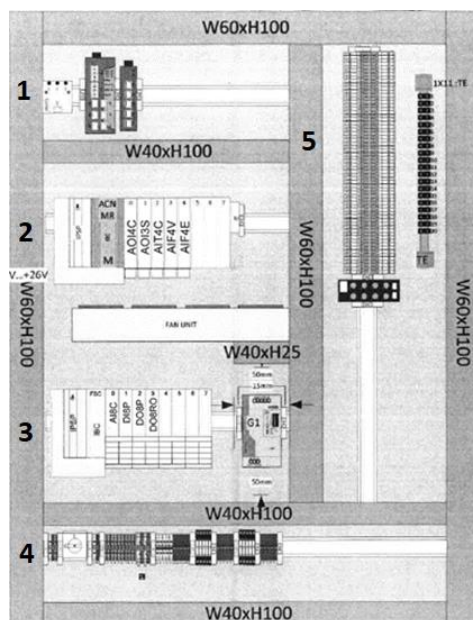
2.5 Ohjausservo

Ohjausservoilla toteutetaan höyry- ja kaasuturbiinien paineen ohjaus sekä tilavuusvirran ohjaus. Servoventtiilien ohjaus poikkeaa tavallisten venttiileiden ohjaustavoista siten, että ohjaus voidaan toteuttaa portaattomasti, jolla mahdollistetaan toimilaitteiden jatkuvat aseman ja nopeuden muutokset. [1, s. 80–81.]

Kuvassa 5 on esiteltynä Voith SMR -ohjausservo, jossa on Way Valve integroituna ohjausservoon. Ohjausservoja on useita valmistajista riippuen, joten ohjaustavat sekä liitännät hydraulikkajärjestelmiin ovat erilaisia. Ohjausservoissa on mahdollista olla erilliset magneettiventtiilit molempien suuntien ajamiseen. Pikasulku voidaan toteuttaa ohjausservolla omalla magneettiventtiilillä, jolla voidaan ohjata työ-öljy ohjausservon ohi suoraan tankkiin, jolloin ohjausservon kara liikkuu jousivoimalla kiinniasentoon.

3 Valmet ACN MR -prosessiasema

Tässä osiossa tutustutaan käytössä olevan Valmetin ACN MR -prosessiaseman laitteistoon, ja tämän osuuden on tarkoitus toimia myös dokumenttina laitteiston komponenteista. Ohjausjärjestelmän modernisointi on päätetty toteuttaa käytössä olevalla Valmetin testiympäristöllä. Testiympäristö on suunniteltu turbiinisimulaattorin käyttöä ajatellen, jonka perusteella on valittu prosessiaseman laitteisto. Kuvassa 6 on layout-kuva käytössä olevasta laitteistosta, josta selviävät komponentit ja niiden sijainnit. Tässä osuudessa esitellään tarkemmin toiminnallisessa osuudessa käytettyjä komponentteja.



Kuva 6. Valmet DNA -testiympäristö.

3.1 ACN MR G2 -prosessinohjain

Prosessiohjain ACN MR G2 on kiskoasenteinen Linux-pohjainen prosessinohjauspalvelin, jota käytetään ACN I/O-tuoteperheiden kanssa. Prosessiohjain kytkeytyy Ethernet-liityntöjen kautta järjestelmän muihin komponentteihin, sekä myös on mahdollista liittyä RS-485 sarjavyölyn kautta I/O-yksiköihin. Prosessiohjain suorittaa jännitevalvontaa asennusalustoilla liikkuvan FSFLT-vikasignaalin avulla, jonka IPSP-tehonlähde havaitsee. [12.]

3.2 IPSP-teholähde

Prosessiaseman käyttöjännitteidensyöttö I/O-yksiköille ja prosessinohjauspalvelimelle toteutetaan kahden IPSP-tehonlähteen kautta. Tehonlähde sisältää 5.3 Vdc- ja 24 Vdc -jännitelähdöt sekä kenttäjännitteen valvonnan. Testiympäristössä sijaitsevilla kahdella asennusalustalla on omat IPSP-tehonlähteet, joilla syötetään I/O-yksiköiden vaatima tasavirtajännite. [12.]

3.3 IBC-prosessiväyläohjain

IBC on prosessinohjauspalvelimen ja I/O-yksiköiden yhdistävä prosessiväyläohjain. Prosessiväyläohjain on varustettu M80- ja M120 -asennusalustoilla kulkevan FSFLT-signaalin monitoroinnilla, jonka avulla suoritetaan järjestelmähälytys, kun IPS havaitsee kenttäjännitteen sulakkeen palamisen tai käyttöjännitteissä vian. Prosessiväyläohjaimen tehtävänä on myös monitoroida omaa ja tehonlähteen lämpötilaa ± 2 celsiusasteen tarkkuudella. [12.]

3.4 M80-I/O-yksiköt

Prosessiasema sisältää neljä kappaletta M80-sarjan I/O-yksiköitä (taulukko 1), jotka on tarkoitettu matalavirta/jännitetuloille ja -lähdöille. M80-sarjan I/O-moduuleilla on mahdollista mitata taajuuden ja lämpötilan tuloyksiköt. Seuraavaksi käydään läpi kyseiset I/O-moduulit dokumentointitarkoituksella.

Taulukko 1. M80-I/O-yksiköt.

I/O	Tyyppi	Alue
DI8P	digitaalituloyksikkö	bin
DO8P	digitaalilähtöyksikkö	bin
DO8RO	digitaalilähtöyksikkö	bin
AI8C	analogiatuloyksikkö	0/4–20 mA

AI8C on kahdeksankanavainen analogiatuloyksikkö (taulukko 2), joka on tarkoitettu 0/4–20 mA:n virtaviestien mittaamiseen. Yksikössä on

kanavakohtainen lähettimen tehonsyöttö ja yksikkö valvoo syöttöjännitettä sekä rajoittaa syöttövirtaa. Yksikköä käytetään kenttäpiirin katkoksen, oikosulun sekä mittausalueen alituksen ja ylityksen valvomiseen. [12.]

Taulukko 2. AI8C-tiedot. [12.]

Inputs	AI8C D201134
Number of channels	8
Measuring range	0...20 mA or 4...20 mA
Input impedance	249 Ω
Channel-specific current limit	30 mA
Voltage supplies for transmitters [VS]	$U_{NOM} = 24 \text{ VDC}$, $U_{MIN} = 21 \text{ VDC}$
Accuracy relative to the measuring range	0.1 % @ 25 °C + 0.05 %/10 °C
AD resolution	16 bit
Filtering	-3 dB, 20 Hz
Parameterizable filtering by software	35 ms...81 s
Measuring interval	4.4 ms
Field circuit current supply	Operating voltage

3.5 M120-I/O-yksiköt

Prosessiasema sisältää viisi kappaletta M120-sarjan I/O-yksiköitä (taulukko 3), jotka ovat suunniteltu käytettävän tapauksissa, joissa tarvitaan suurjännite eristystä kanavien välillä. M120-sarjan I/O-moduuleita käytetään tapauksissa, joissa tarvitaan digitaalista liitintää suurille DC/AC-linjajännitteille ilman ulkoisia releitä. M120-yksiköiden kanavat ovat galvaanisesti erotettu toisistaan ja järjestelmästä. Lisäksi yksiköt sisältävät lähtöjen oikosulku- ja katkosvalvonnan. [12.]

Taulukko 3. M120-I/O-yksiköt.

I/O	Tyyppi	Alue
AOI4C	analogialähtöyksikkö	0/4–20 mA
AIT4C	analogiatuloyksikkö	0/4–20 mA
AOI3S	analogialähtöyksikkö	+/-100 mA
AIF4E	analogiatuloyksikkö	-24–0 V
AIF4V	analogiatuloyksikkö	0–24 V

AIT4C on nelikanavainen analogiatuloyksikkö (taulukko 4), jolla mitataan nopeita 0/4–20 mA:n virtaviestejä, sekä 0–10 V:n jänniteviestejä. Yksikön kanavat ovat galvaanisesti erotettu toisistaan ja järjestelmästä, sekä yksikön kanavilla on omat rajoittimet syöttövirroille. Yksikköön voidaan liittää aktiivisia tai passiivisia lähettämiä. [12.]

Taulukko 4. AIT4C-tiedot. [12.]

Inputs	AIT4C D201886
Number of channels	4
Measuring range, current input	0...20 mA or 4...20 mA
Measuring range, voltage input	0...10 V or 2...10 V
Input impedance, current input	249 Ω
Input impedance, voltage input	>1 M Ω
Channel-specific current limit	30 mA
Voltage supplies for transmitters [VS]	$U_{NOM} = 24$ VDC, $U_{MIN} = 21$ VDC
Accuracy	0.05 % @ 25 °C + 0.01 %/10 °C
AD resolution	16 bits
Filtering	-3 dB, 2000 Hz
Parameterizable sw filtering	0.1 ms...1.64 s
Measuring interval	50 μ s
Isolation between channels	1500 VAC/60 s
Isolation between channels and system	1500 VAC/60 s
Unit internal temperature measurement	Accuracy ± 2 °C
Field circuit power supply	Operating voltage

AOI4C on neljäkanavainen analogialähtöyksikkö (taulukko 5), joka on suunniteltu 0/4–20 mA:n virtaviestien lähettämiseen erilaisille analogiasäätimille ja toimilaitteille. [12.]

Taulukko 5. AOI4C-tiedot. [12.]

Outputs	AOI4C D201477
Number of channels	4
Output range	0...20 mA or 4...20 mA
Break limit	> 750 Ω
Parameterizable short-circuit limit	No limit / 75 Ω / 125 Ω / 375 Ω
Accuracy relative to the measuring range	0.1% @ 25 ° C + 0.01%/10 ° C
DA resolution	14 bits
Parameterizable programmatic output signal rise time	0...40 s
Update interval	5 ms
Isolation between channels	1500 VAC / 60 s
Isolation between channels and system	1500 VAC / 60 s
Field circuit power supply	Operating voltage

AOI3S on kolmikanavainen analogialähtöyksikkö (taulukko 6), jolla pystytään lähettämään nopeita ± 100 mA:n virtaviestejä servoventtiileille ja servoventtiilinohjaimille. Yksikössä on yksi digitaalitulo, jota voidaan ohjata paikalliseksi. [12.]

Taulukko 6. AOI3S-tiedot. [12.]

Lähdöt	
Lähtöjen kanavamäärä	3
Lähtöalue parametroitavissa	-100...+100 mA tai 0/4...20 mA
Katkosraja	> 10 k Ω
Parametroitava oikosulkuraja	5 Ω
Kenttäpiiri sallittu resistanssi	<130 Ω
Lähtövirran nousuaika	< 2 ms, kun kuorman induktanssi on alle 1 H
DA-resoluutio	14 bittia
Tarkkuus	0,1 % @ 25 °C + 0,01 %/10 °C
Aseteltava lähtöviestin nousuaika	0...2 s
Päivitysväli	350 us
Aseteltava värähtelyvirran amplitudi	0...10 mA
Värähtelyvirran taajuus	50...500 Hz
Erotus kanavien välillä	1500 VAC/60 s
Erotus kanavista järjestelmään	1500 VAC/60 s
Yksikön sisäinen lämpötilamittaus	Tarkkuus ± 2 °C
Kenttäpiirin sähkönsyöttö	Käyttöjännite

3.6 Operointiasema

Valmetin ACN MR -prosessiaseman käyttö edellyttää erillisen operointiaseman käyttöä, joka sisältää tarvittavia suunnittelu- ja ylläpitotyökaluja. Operointityöasemassa olevalla BU-palvelimella viedään tarvittavat ohjelmat ja konfiguraatiot ACN MR -prosessiasemalle Ethernet-liitynnän kautta. Tyypillisesti ACN MR -prosessiasema on teollisuudessa liitettynä erilliselle palvelimelle, jonka yhteydessä olevassa lähiverkossa sijaitsevat operointi ja ohjelmointityöasemat.

4 Testauspisteen modernisointi

Seuraavassa osuudessa käydään läpi testauspisteen modernisointi sekä olemassa olevalla hydraulikkajärjestelmällä työskentely. Ohjausjärjestelmä ohjelmointiin Valmetin FbCAD- ja SeqCAD-ohjelmistoilla, mutta tässä insinööriyössä esitellään vain osia tehdystä ohjelmasta ja kokonaiset toimintalohkokaaviot jäävät yrityksen sisäisiksi.

4.1 Alkutilanne

Testauspisteellä työskentely on kauan ollut manuaalista, ja automaation hyödyntäminen tehtävässä työskentelyyn on ollut suunnitelmissa jo pidempään. Hydraulikkajärjestelmä on testauspisteellä toimiva eikä siihen tarvita tällä hetkellä muutoksia. Automatisointi on tarpeellista keskittää ohjausjärjestelmään, koska servojen ohjauksessa ja tiedonkeruussa on käytetty aikaisemmin monia erilaisia laitteita riippuen servojen ohjaustavasta.

Servojen ohjaus on toteutettu Fluke 789 -prosessimittarilla, jolla on mahdollista viedä 4–20 mA:n ohjausviesti toimilaitteille. Prosessimittari sisältää tarvittavat automaattiset askellus- ja ramppitoiminnot, joilla voidaan ajaa koestuksessa servojen vaadittavat liikkeet. Työpisteellä on käytössä myös Fluke 707 -virtasilmukkalibrattori, jolla on mahdollista ajaa servoille eri nopeudella rampeja ja askeltoimintoja 0/4–20 mA:n ohjausvirralla. Jännitesyötöt ja ohjaukset on toteutettu sähköpöytään integroidulla jännitelähteillä.

Tiedonkeruu toimilaitteilta on toteutettu DT9800-sarjan 16-kanavaisella tiedonkeruu moduulilla, joka on liitetty USB-väylällä työasemaan. Tiedonkeruumoduuliin on liitetty toimilaitteille vietävä ohjaussignaali, sekä asentoanturilta saatu servon karan asentotieto. DT9800-sarjan tiedonkeruumoduuli on liitetty työasemaan USB-väylällä, ja työasemaan on asennettu tiedon käsittelyssä käytetty quickDAQ-ohjelmisto. Ohjelmistolla on mahdollisuus lukea ja käsitellä servon ajon aikana kerättyä dataa, sekä tuottaa huoltoraportteihin liitettäviä kuvaajia servon käyttäytymisestä.

4.2 Servojen koestus

Venttiiliservon ja siihen liitettyjen toimilaitteiden kunto käydään läpi huolto-ohjelman mukaisesti ajamalla venttiilikäyrät. Venttiilikäyristä selviää laitteen toimintakunto, mikäli poikkeamia havaitaan, toimilaitteet irrotetaan ja lähetetään huollettavaksi, jos mahdollista. Täyshuollon yhteydessä ohjausservot komponentteineen lähetetään huoltoon tarkastettavaksi. Servoille on määritetty huoltoväli, joka on laitetoimittajasta riippuen noin 25 000 käyttötuntia tai kolme vuotta. Huoltovälin laiminlyönti on riski turvallisuuden kannalta. [11, s. 214.]

Venttiiliservojen huollossa toimilaitte puretaan, jolloin laite voidaan puhdistaa ja tarkastaa visuaalisesti. Laakereitten kunto tarkistetaan mittaamalla ja tarvittaessa ne vaihdetaan uusiin. Lika ja vaurioituneet tiivisteet sekä hankauksien seurauksena pintoihin muodostuneet kulumat ovat yleinen huollonkohde venttiiliservoissa. Huoltotoimenpiteiden jälkeen toimilaitte asetetaan testipenkkiin ja ajetaan tarvittavat venttiilikäyrät. Ajettavat venttiilikäyrät ovat askelvaste- ja ramppiajot, joilla saavutetaan tieto, kuinka laitteen karan asento vastaa annettua ohjauskäskyä. Pikasulkuventtiileissä käytetyissä servoissa tarkastetaan pikasulkuaika eli aika, joka servolla menee auki-tilanteesta kiinni-tilanteeseen. Tämä aika on eri laitevalmistajasta riippuen, mutta yleensä noin alle 0,5 sekuntia. [11, s. 215.]

Koestusasema

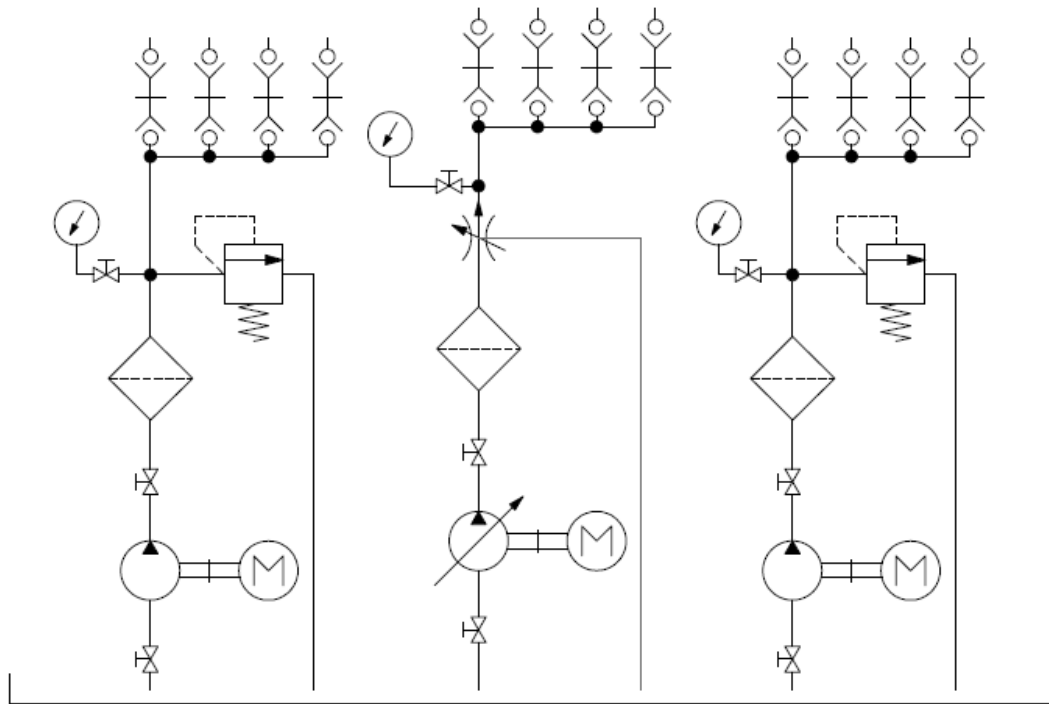
Servojen huolto- ja testauspisteessä oleva laitteisto luokitellaan rakenteensa perusteella avoimeksi hydraulikkajärjestelmäksi. Hydraulikkajärjestelmä sisältää tällä hetkellä yhden matalapainelinjan ja kaksi korkeapainelinjaa, joilla saadaan tuotettua käytettäville toimilaitteille tarvittava öljynpaine. Matala- ja korkeapainelinjojen öljynpaineet tuotetaan vakio- ja säätötilavuuspumpuilla, joiden ohjauksesta vastaa 3-vaiheiset sähkömoottorit.

Hydraulikkajärjestelmän painelinja 1 (kuva 7) luokitellaan tuotetun paineen perusteella korkeapainelinjaksi. Painelinjalla pystytään tuottamaan

maksimissaan 60 baarin työpaine sekä 123 l/min tilavuusvirta. Painelinjassa sijaitsevalla Oleostar Hydraulicsin paineenrajoitusventtiilillä voidaan asettaa käytettävissä oleva työpaine 50–60 baarin alueelle. Paineen tuotosta vastaa IMO PUMP AB:n valmistama kolmiruuvinen vakiotilavuuspumppu, jota ohjaa nopeakäyntinen Brook Hansen:in 15 kW:n tehoinen kolmivaihemoottori.

Painelinja 2 (kuva 7) on hydraulikkajärjestelmä toinen korkeapainelinja. Painelinjalla pystytään tuottamaan maksimissaan 210 baarin työpaine, sekä 29 l/min tilavuusvirta. Painelinjassa sijaitsevalla Oleostar Hydraulicsin paineenrajoitusventtiilillä voidaan asettaa käytettävissä oleva työpaine 50–210 baarin alueelle. Paineen tuotosta vastaa Eaton Hydraulicsin valmistama aksiaalimäntäpumppu, jota ohjaa nopeakäyntinen HSM-motorsin 7,5 kW:n tehoinen kolmivaihemoottori. Painelinjassa sijaitsee painemittari, sekä painesuodatin estämässä epäpuhtauksien kulkeutumista liitetyille toimilaitteille.

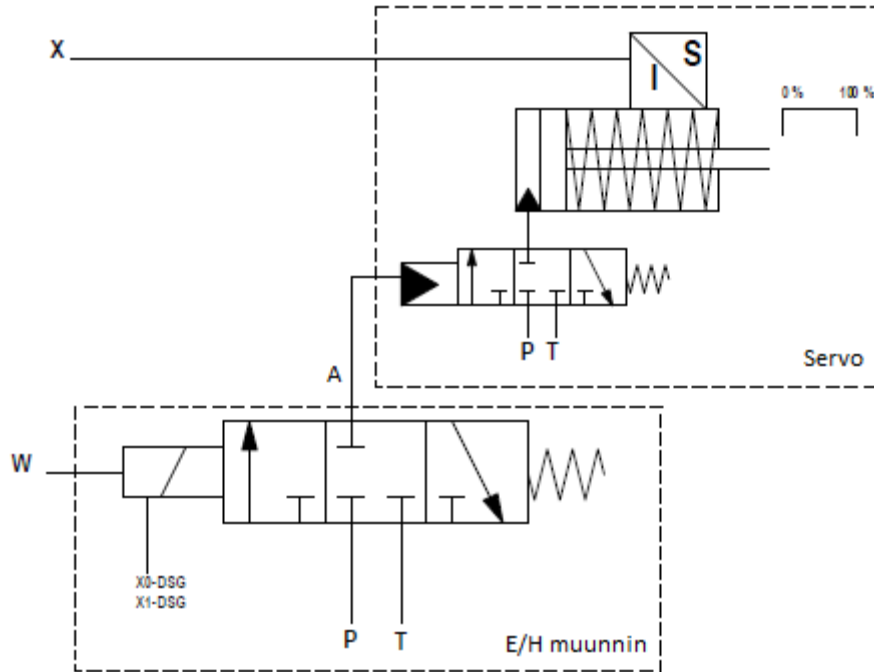
Painelinja 3 (kuva 7) luokitellaan tuotetun paineen perusteella matalapainelinjaksi. Painelinjalla pystytään tuottamaan maksimissaan 17 baarin työpaine sekä 132 l/min tilavuusvirta. Painelinjassa sijaitsevalla Oleostar Hydraulicsin paineenrajoitusventtiilillä voidaan asettaa käytettävissä oleva työpaine 17 baarin alueelle. Paineen tuotosta vastaa KRAL:in valmistama kolmiruuvinen vakiotilavuuspumppu, jota ohjaa nopeakäyntinen ABB 5,5 kW:n tehoinen kolmivaihemoottori. Painelinjassa sijaitsee painemittari sekä -suodatin estämässä epäpuhtauksien kulkeutumista liitetyille toimilaitteille.



Kuva 7. Painelinjat, 1 vasen, 2 keskimäinen, 3 oikea.

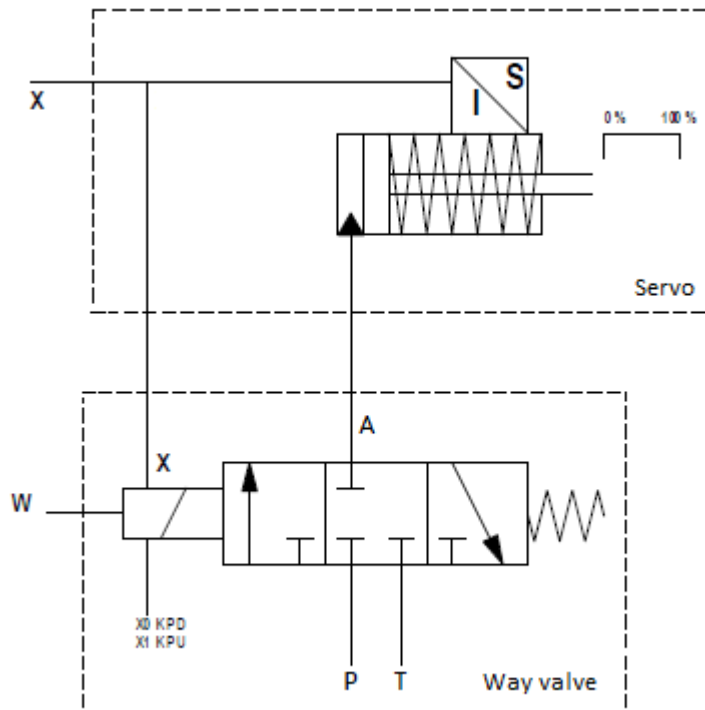
KytKentä

Kuvassa 8 on esiteltyä, kuinka E/H-muunnin kytketään testauspisteellä käytettävään hydraulikkajärjestelmään sekä testattavaan ohjausservoon. E/H-muunninta käytettäessä servojen tarvitsema työ-öljynpaine tuodaan erilliseltä painelinjalta ohjausservoa ohjaavaan esiohjausventtiiliin. E/H-muuntimen läpi virtaa ohjausöljy, jonka tehtävänä on operoida ohjausservoa ohjaavaa esiohjausventtiiliä oikeaan asentoon asetusarvon mukaisesti. Ohjausjärjestelmästä tuodaan E/H-muuntimelle haluttu asetusarvo, joka on usein 4–20 mA:n suuruinen virtaviesti. Ohjausservon karan asentotieto E/H-muunninta käytettäessä tuodaan yleisesti erillisellä ulkoisella asema-anturilla, joka on koetuksessa käytettävä vaijerianturi. Ohjausjärjestelmän tehtävä on verrata asetettua asetusarvoa takaisinkytkentätietona saatuun sen hetkiseen karanasematietoon.



Kuva 8. Koestus E/H-muunninta käytettäessä.

Kuvassa 9 on esiteltyä, kuinka Way Valve kytketään testauspisteellä käytettävään hydraulikkajärjestelmään sekä testattavaan servoon. Venttiilin kytkentä poikkeaa aikaisemmin esitellystä E/H-muuntimesta merkittävästi. Way Valvea käyttäessä prosessissa tarvitaan vain työ-öljy, jonka avulla voidaan ohjata hydraulikkasyylinteriä ilman pilottiventtiiliä ja ohjausjärjestelmän säätöpiirejä. Way Valvea käytettäessä servon karan asematieto voidaan tuoda luettavaksi järjestelmään ilman sen käyttöä ohjauksessa.



Kuva 9. Koestus Way Valvea käytettäessä.

4.3 Suunnittelu

Testauspisteellä tapahtuva työskentely pitää sisällään pääsääntöisesti servojen sekä oheislaitteiden testausta ja huoltoa. Kojeistettavia servoja on useita eri malleja, joten niiden ohjaus eroaa toisistaan. Tulevaan ohjausjärjestelmään tarvitaan säädettävä ohjausvirtaviesti ± 100 mA-alueelle, jotta pystyttäisiin koeajamaan mahdollisimman useata servoa, sekä ohjausvirtaviesti 0–10 V-alueelle. Servojen toimintanopeus vaihtelee mallista sekä iästä johtuen, joten ohjausjärjestelmään tarvitaan servojen ajonopeuden säätö.

Ennen insinööriyön aloitusta käytiin läpi olemassa olevan laitteiston toiminta ja servojen koeistus laitteistolla. Laitteistoon tutustumisen seurauksena saatiin määritettyä uudelle ohjausjärjestelmälle tarvittavat toiminnot, joiden pohjalta pystyttiin lähtemään suunnittelemaan kyseisen ohjausjärjestelmän ominaisuuksia. Lisäksi saatiin selville tulevaan ohjausjärjestelmään tarvittavat asennon mittaukset sekä servojen ohjausjännitteet ja -virrat. Servojen

koetuksessa suoritettavat ajot ja mittaukset käytiin läpi palaverissa, josta saatiin tarvittavat lähtötiedot toteutukselle.

Tarvittavat ohjaukset:

- 4–20 mA
- ± 20 mA
- ± 100 mA
- 0–10 V

Tarvittavat mittaukset:

- 4–20 mA
- 0–20 mA
- 20–0 mA
- 20–4 mA

Tarvittavat ominaisuudet:

- Takaisinkytkennän valinta
- Manuaalinen ajo
- Askelvaste 25 %:n askelin
- Rampin ajo
- Pikasulkuajan mittaaminen
- Servojen ajonopeuden valinta

Testauspisteen ohjausjärjestelmän operointi suoritetaan käyttöliittymällä, jolla on mahdollista kustomoida servojen ajossa käytettäviä parametrejä. Ohjausvirtaviestien alue sekä ajon nopeus on suotavaa olla muutettavissa käyttöliittymässä. Servojen ajoista tarvitaan kuvaajat, joista selviää ohjausviestien ja servon karanasennon suhde. Servojen testauksessa ajetaan askelvaste ja ramppiajo, sekä testataan servon pikasulku-aika. Edellä mainittuja kuvaajia ja informaatiota tarvitaan raportointiin, joten niiden tallentaminen pitää olla mahdollista.

4.4 Modernisaation toteutus

Modernisaation toteutus alkoi tutustumalla servojen huolto- ja testauspisteen olemassa olevaan ohjausjärjestelmään sekä käytettävissä olevaan

hydrauliikkajärjestelmään. Tutustuminen vaati käyntejä Naantalın toimipisteellä ja keskusteluja työpisteellä työskentelevien ihmisten kanssa. Valmetin testiympäristö oli projektin alussa käytettävissä ja toimitettiin Naantaliin koestuspisteelle asennettavaksi. Valmetin testiympäristön konfigurointiin ja operointiin tarvittava työasema tilattiin laitetoimittajalta tarvittavilla ominaisuuksilla, jotta työ saataisiin aloitettua. Valmetin ohjelmointiaseman mukana tuli ohjelmistomalleja, joiden avulla pystyttiin opettelemaan FbCAD-toimintaa sekä aloittamaan modernisoinnin toteuttaminen.

Uuden ohjausjärjestelmän hyötyjä ovat yksinkertaistettu servojen ohjaus ja raportointi. Servojen ajo toteutetaan niiden ohjaukseen suunnitellulla kortilla, jotta päästään mahdollisimman lähelle alkuperäistä ohjausta. Käytettävien I/O-yksiköiden kanavat ovat galvaanisesti erotettuja toisistaan, mikä lisää turvallisuutta ja häiriöitä kytkentöjä tehdessä.

Ohjelmointi

Prosessiaseman säätö- ja ohjausjärjestelmän toiminnot toteutetaan Function Block CAD -työkalulla. FbCAD on Valmet DNA:n suunnittelutyökalu, joka on luotu perinteisen CAD-ohjelmiston pohjalle. Työkalulla luodaan prosessista toimilohkokaavioita, jotka koostuvat eri konfigurointitoiminnoista. Toimintoja ovat esimerkiksi servojen karan positiotieto ja sen käyttäminen ohjauksen toiminnoissa.

4.4.1 Liittyminen servoihin

Asennon mittaus

FbCAD-ohjelmistolla toteutettiin neljä nopeata analogiamittausta (taulukko 7) servojen asemantakaisinkytkentää varten. Mittaukset konfiguroitiin virta- ja jännitemittauksille, sekä passiivisille ja aktiivisille antureille. Erillisillä toimilohkokaavioilla tehtiin käytettävän mittauksen valinta, jolla viedään haluttu mittaus valitulle säätimelle. Asentoantureilla, joiden virtaviesti alue on 4–20 mA,

mitattava suure ylitti lähettimelle asettaman ajan. Ongelma korjattiin asettamalla mittaus 0–20 mA-alueelle, jolloin esimerkiksi 3,5 mA:n virtaviesti ei aiheuta vikabittejä ja epätarkkaa mittausta järjestelmässä.

Taulukko 7. Asennon mittaukset.

Automaatiomoduli	Osoite	Alue
AM-101.F	AIT4C:0	0–20 mA
AM-102.F	AIT4C:1	0-20 mA (+24 V)
AM-103.F	AIT4C:2	0–10 V
AM-104.F	AIT4C:3	0–10 V

Jotta mittaus olisi mahdollisimman tarkka käytetyllä alueella, ohjelmoitiin mittaukselle skaalaus 0–100 prosentin välille. Mittausten kalibroinnilla skaalataan esimerkiksi vaijerianturin käytössä olevan alueen mittaus 0–100 prosentin alueelle. Vaijerianturin asennustavasta johtuva suunta voidaan asettaa skaalauksella järjestelmään sopivaksi.

Mittauksen skaalaus 0–100 %:n välillä toteutettiin yhtälöllä:

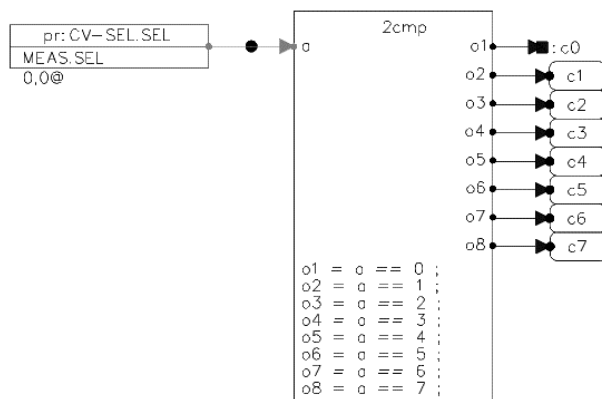
$$scaled_value = \frac{value - new_min}{new_max - new_min} * old_max$$

Servojen ohjaus

Servojen ohjauksille toteutettiin seitsemän analogia ohjausta (taulukko 8), joiden ohjausalueet asetettiin kokemuksen perusteella yleisimmille servoille sopiviksi. Ohjauksille tehtiin omalla toimilohkokaaviolla valinta, jolla käyttöliittymästä voidaan valita käytettävä ohjaus ja yhdistää valittu ohjaus käytettävälle säätimelle. Kuvassa 10 on esiteltyä ohjauksen valinta automaatiomodulissa CV-SEL.F.

Taulukko 8. Ohjaukset.

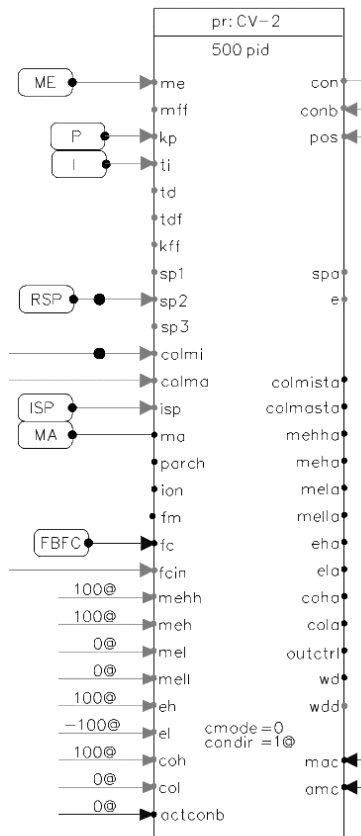
Automaatiomoduli	Osoite	Alue
CV-201.F	AIT4C:0	4–20 mA
CV-202.F	AIT4C:1	4–20 mA
CV-203.F	AIT4C:2	(0–10 V muunnoskortilla)
CV-204.F	AIT4C:3	(0–10 V muunnoskortilla)
CV-205.F	AOI3S:0	±20 mA
CV-206.F	AOI3S:1	±40 mA
CV-207.F	AOI3S:2	±100 mA



Kuva 10. Ohjauksen valintatoimilohko.

PID-säädin

Uuden ohjausjärjestelmän suurimpana uudistuksena vanhaan järjestelmään on Proportionaali-integraali-derivoiva-säätimen käyttäminen ohjauksessa. Säätimeksi valittiin testauksen perusteella käyttöön PI-säädin, ja D-osa on mahdollista aktivoida käyttöön tarvittaessa. Kuvassa 11 on esiteltyä kontrolleri ykkösessä käytetty PID-säädin, jossa on P- ja I- osa käytössä. Säätimessä käytetään pakko-ohjausta pikasulun sekä servon ajamiseen ilman takaisinkytkentää. Säädin toteutettiin CV-2.F-automaatiomoduliin.



Kuva 11. PID-säädin CV-2.F automaatiomodulissa.

Servojen koestuksessa suoritetaan useita erilaisia ajoja sekä mittauksia. Valinnat erilaisten ajo-ohjelmien välillä suoritettiin omalla toimilohkokaaviolla, jossa binäärivalinnalla on mahdollista valita säätimen toimilohkokaavioille menevä asetusarvo.

4.4.2 Servojen ohjaus

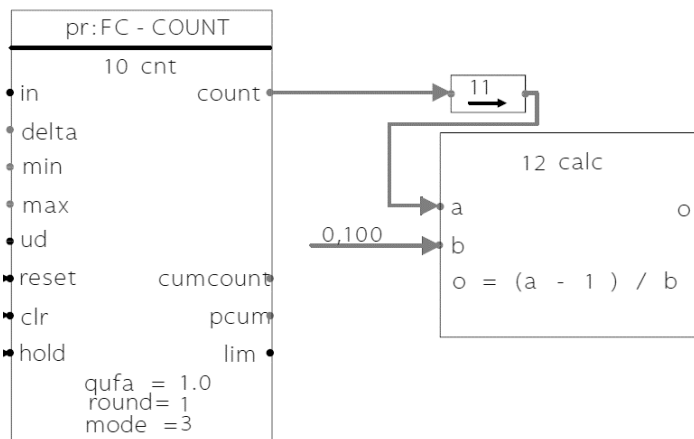
Pikasulku

Yksi servojen koestuksissa tarkastettava asia on pikasulkuajan mittaaminen. Pikasulkuajan mittaaminen toteutettiin omalla toimilohkokaaviolla, jossa laskuri toimilohkolla lasketaan asetettujen ehtojen täytyessä pikasulkuajan 10 ms:n tarkkuudella. Binäärivalinnoilla aktivoidaan pikasulkuajan laskeminen, sekä

laskutuloksen jäädyttäminen. Laskurilta saatu tulos on sekunnin sadasosa, se skaalataan sekunneiksi ohjelmallisesti.

Automaatiomoduulilla FC-SEL.F toteutetaan pakko-ohjaus, jonka avulla saadaan servon pikasulku aika laskettua ja skaalattua. Automaatiomoduuli sisältää laskuritoimilohkon, jonka ohjauksesta vastaa kaksi vertailutoimilohkoa. Vertailutoimilohkoihin on asetettu ehdot, joiden täytyessä laskuri on aktiivinen. Laskentatoimilohkolla poistetaan virhe tuloksesta ja skaalataan tulos millisekunneista sekunneiksi kahden desimaalin tarkkuudella. Automaationmoduulin suoritusväliksi valittiin 10 ms, jolloin saadaan tarpeeksi tarkka pikasulku aika mitattua.

Kuvassa 12 on laskuritoimilohko, jolla suoritetaan nouseva ajan lasku 10 ms:n sykleissä. Laskurin tuloksesta poistetaan toimilohkon aiheuttama virhe sekä suoritetaan tuloksen skaalaus sekunneiksi.

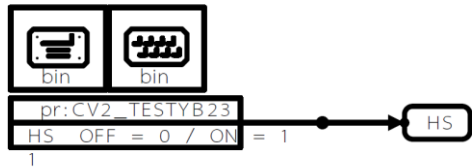


Kuva 12. cnt- ja calc-toimilohkot.

Manuaalinen ajo

Ohjausjärjestelmään toteutettiin haluttu manuaalinen ajo, jolla voidaan ajaa servoa suoraan haluttuun asetusarvoon. Manuaalisen ajon valinta toteutetaan toimintalohkokaaviossa CV_TEST.F, jossa sijaitsevat käytetyn säätimen kaikki ajotavan valitsimet (kuva 13). Disa-toimilohkolla toteutettiin valinta, jossa

kahdesta tulosta valitaan käyttöliittymässä manuaalinen ohjaus. Asetusarvon syöttö jaetaan manuaalisen rampin kanssa ja Disa-toimilohkolla valitaan, kummalle annettu asetusarvo annetaan.

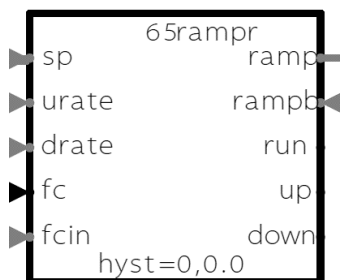


Kuva 13. Manuaalisen ajon valinta automaatiomodulissa.

Ramppi

Servojen koetuksessa käytetty rampin ajolla toteutetaan servon lämpimäksi ajo, sekä nähdään kuinka servo vastaa annettua ohjausta koko ajoalueen matkalla. Rampin ajo toteutettiin manuaalisena sekä automaattisena sekvenssillä. Manuaalisella rampilla voidaan ajaa servoa manuaalisesti asetettuun asetusarvoon. Rampin nopeuden, eli nousu- ja laskuajan asetusarvo on mahdollista valita välille 0–200 %/ sekunnissa.

Ramppi toteutettiin CV2_TEST.F-automatiomodulissa muutosnopeusperustaisella ramppitoimilohkolla (kuva 14). Samalla ramppitoimilohkolla toteutetaan sekä manuaalinen että automaattinen sekvenssiramppi. Valinta manuaalisen ja sekvenssin välillä toteutettiin kahden tulon Disa-toimilohkoilla.



Kuva 14. rampr-toimilohko.

Osa tarvittavista ominaisuuksista toteutettiin Valmetin Sequence CAD-ohjelmistolla. Sequence CAD on sekvenssikaavioiden suunnitteluohjelma. Sekvenssiohjelmoinnilla toteutettiin jatkuva rampin ajo ylös ja alas. Jatkuva rampin ajo on tarpeellista koestuksen alussa, jotta servo voidaan ajaa lämpimäksi ja poistaa kylmänä ajettavan servon aiheuttamat häiriöt sekä saada tarkan tuloksen ajosta.

Rampin ajosekvenssi toteutettiin viiden askeleen sekvenssillä (kuva 15) STEP-1.F-automaatiomodulilla, jolla on mahdollista jatkuvan rampin ajo. Sekvenssissä toteutettiin neljännessä stepissä siirtyminen stepiin kaksi, jolloin ohjaus on jatkuva eikä taukoja synny ajoon.

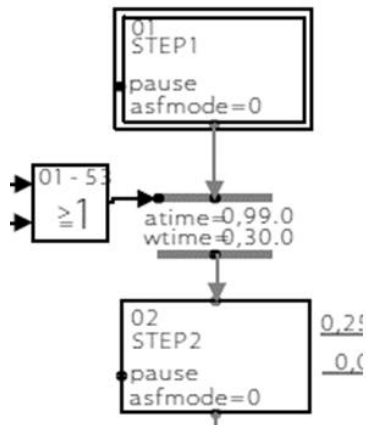


Kuva 15. Ramppisekvenssin operointi-ikkuna.

Askelvaste

Sekvenssiohjelmoinnilla toteutettiin askelvasteohjaus 25 prosentin askelin ylös ja alas automaatiomodulilla STEP-2.F. Askelvaste on yksi servojen testauksessa suoritettavista testeistä, jonka tehtävänä on nähdä servon asettuminen haluttuun asetusarvoon koko toiminta-alueen sisällä.

Askelvasteen ajo toteutettiin ohjelmallisesti yhdeksän askeleen sekvenssinä sequence cad -ohjelmistolla (kuva 16). Sekvenssissä määritettiin ehdot, joilla askeleista siirrytään seuraavaan askeleeseen. Ehdoiksi määritettiin asennon mittaukselle rajat, joiden täytyessä toteutetaan hyppy seuraavaan askeleeseen. Mittauksen tulee käydä ± 1 prosentin sisällä asetusta asetusarvosta, jonka seurauksena 30 sekunnin kuluttua hypätään seuraavaan askeleeseen.



Kuva 16. Sekvenssin toimilohko.

Askelvaste 25 prosentin askelin tarvitsi yhdeksän askeleen sekvenssin (kuva 17). Askelvasteen alku- ja loppuaskeleeseen lisättiin mahdollisuus määrittää askeleen antama asetusarvo servolle välille 0–1 prosenttia. Alku- ja loppuaskeleiden määrittäminen toteutettiin automaatiomodulilla RS-1.F. Asetusarvon määrittäminen suuremmaksi kuin nolla herkistää servon liikkeellelähtöä, eli näin parannetaan ensimmäisen askeleen suoritusta.



Kuva 17. Askelvastesekvenssin operointi-ikkuna.

Ohjauksen mittaus

Koestuksessa selvitetään servojen ohjausvirta tai -jännitteet, joilla servon kara aloittaa liikkumisen auki ja kiinni. Mittaus toteutetaan asettamalla ylä- ja alaraja kumpaankin mittaukseen ja ajamalla servoa kummankin rajan yli hitaasti. Saatu mittaus on mahdollista tallentaa näkyviin binäärivalinnalla tehdyllä painikkeella.

Asetettavat ylä- ja alarajat on asetettava manuaalisesti johtuen erilaisista värähtelyistä eri antureilla (kuva 18).

Ohjauksen mittaukset toteutetaan automaatiomoduuleilla MT-1.F ja MT-2.F, joissa cmp- ja disa-toimilohkoilla suoritetaan ohjauksen tallennus halutulla hetkellä ehtojen täytyessä. Automaatiomoduulilla MT-C-1.F toteutetaan ohjauksen tuloksen skaalaus käytetyn ohjauksen alueelle, joka on virta- tai jänniteviesti.



Kuva 18. Ohjauksen mittauksen operointi.

Mittauksen muuntaminen 0–100 prosentista käytettävällä jännite- tai virta-alueelle toteutettiin seuraavalla kaavalla:

$$scaled_{value} = \left(\frac{value}{old_max} \right) * (new_max * (new_min)) + (new_min)$$

4.4.3 Hydrauliikkajärjestelmän mittaukset

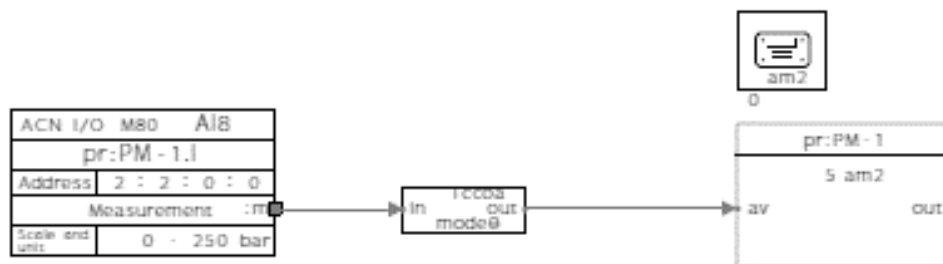
Ohjausjärjestelmään lisättiin tulevaisuutta varten valmius hydrauliikkajärjestelmään asennettaville antureille (taulukko 9), joiden avulla saadaan tuotua hyödyllistä informaatiota hydrauliikkajärjestelmän tilasta operointipäätteelle. Hydrauliikkajärjestelmään on hankittu kolme painemittaria, yksi kutakin painelinjaa varten, sekä lämpötilamittari öljysäiliötä varten. Painemittaukset kalibroitiin ohjelmallisesti jo hankittuja Rosemount:in painemittareita vastaavaksi. Lisäksi järjestelmään lisättiin lämpötilamittaus öljyn

lämpötilan seuraamiseen, joka kalibroitiin olemassa olevaan EH PT100 - lämpötilamittariin sopivaksi.

Taulukko 9. Hydraulikkajärjestelmän mittaukset.

Automaatiomoduli	Osoite	Laite	Alue
PM-1.F	AIT8C:0	Rosemount	0–250 bar
PM-2.F	AIT8C:1	Rosemount	0–100 bar
PM-3.F	AIT8C:2	Rosemount	0–40 bar
TM-1.F	AIT8C:3	EH	10–60 °C

Kuvassa on 19 esiteltynä WIKA:n paineanturille kalibroitu AI8C-kortin analogiatulo sekä kopiointitoimilohko ja analogiamittaustoimilohko.



Kuva 19. Wika-paineanturin automaatiomoduli PM-1.F.

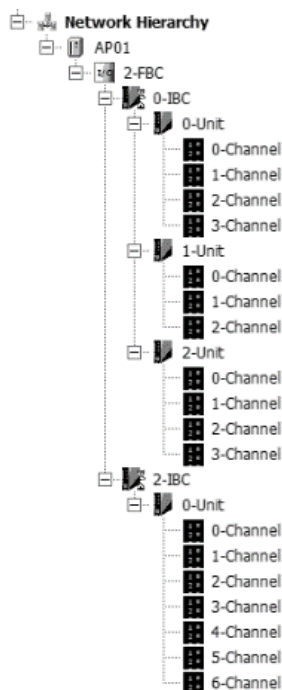
Ohjaus- ja työ-öljyn painemittaus

Joidenkin servojen kohdalla on tarpeellista suorittaa toimilaitteelle kulkeutuvan öljyn mittauksia. Ohjausjärjestelmään lisättiin kolme kappaletta WIKA:n paineantureiden mittauksia (taulukko 10), joilla voidaan lukea servoille menevä ohjaus- ja työ-öljynpaine. Painemittareiden toimintalohkokaaviossa kalibroitiin mittaustulos vastaamaan laitteiden käyttämää aluetta. Jotta painemittauksia voidaan käyttää samalla tavalla kuin takaisinkytkennän mittauksia, toteutettiin toimilohkokaaviolla WIKA-SEL.F-painemittarin valinta.

Taulukko 10. Painemittaukset.

Automaatiomoduli	Osoite	Laite	Alue
WIKA-1.F	AIT8C:4	WIKA	0–10 bar
WIKA-2.F	AIT8C:5	WIKA	0–60 bar
WIKA-3.F	AIT8C:6	WIKA	0–100 bar

Valmetin DNA:lla toteutetussa ohjausjärjestelmässä servojen mittaukset sekä ohjaukset toteutettiin M120-sarjan I/O-yksiköillä. M120-sarjan I/O-yksiköitten ominaisuuksien seurauksena servojen ohjaus ja mittaus saadaan vaaditun nopeaksi. M80-sarjalla toteutettiin hydraulikkajärjestelmään lisättävien antureiden analogiamittaaminen. Hydraulikkajärjestelmässä sijaitsevien suureiden mittauksien päivitysvälin ei tarvitse olla yhtä nopea, kuin takaisinkytkentä mittauksissa käytävä mittaus. Kuvassa 20 näkyy käytetyt väläohjaimet sekä käytössä olevat I/O-yksiköt ja niiden kanavat.

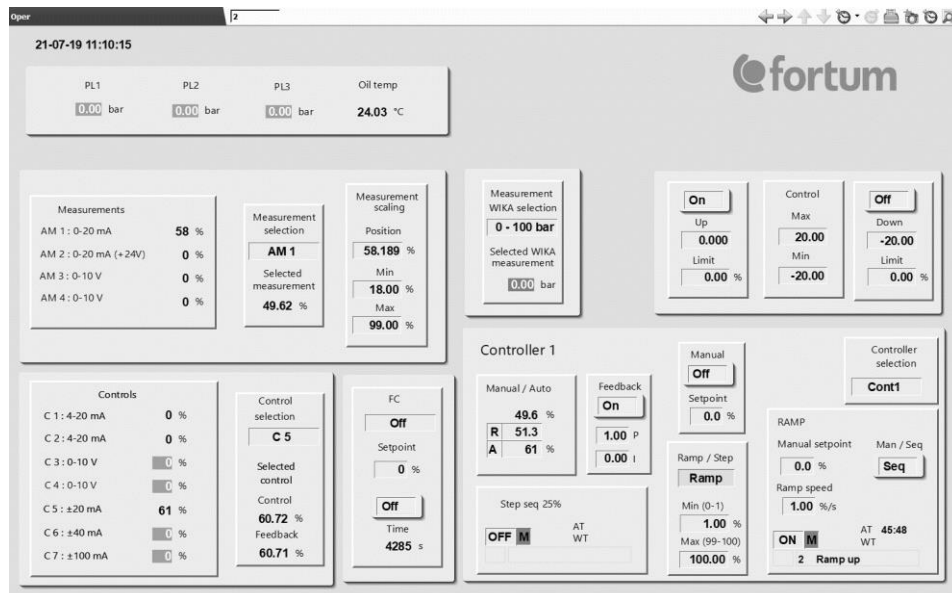


Kuva 20. Network-hierarkia.

4.4.4 Käyttöliittymä

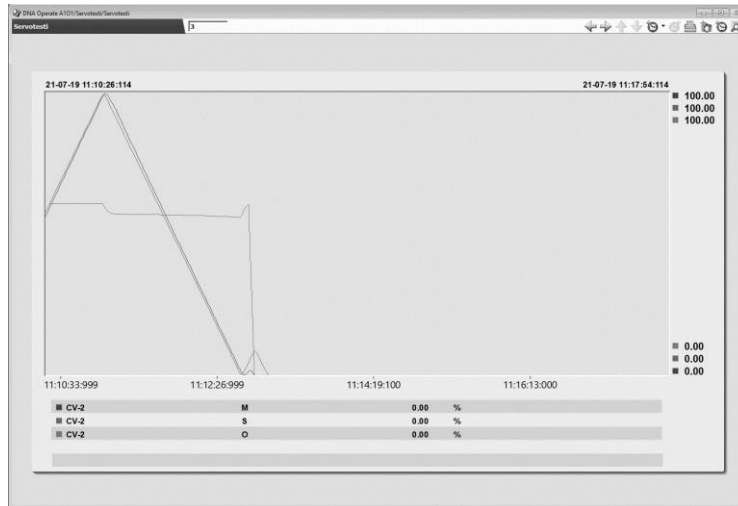
Ohjausjärjestelmän käyttöliittymä toteutettiin Valmetin Picture Desing -ohjelmistoilla. Käyttöliittymän toteutuksessa haluttiin, että operointi onnistuu yhdessä ikkunassa ja prosessin muuttujat ovat nähtävillä ajon aikana. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota erityisesti operointiin ja päädyttiin toteuttamaan käyttöliittymä pelkistetysti. Käyttöliittymään toteutettiin binäärivalinnalla asentomittauksen ja servojen ohjauksen valinta halutulla alueella. Käyttöliittymään toteutettiin käyttöohje (liite 1), jolla mahdollistetaan koulutus ja servojen operointi uudella ohjausjärjestelmällä.

Käyttöliittymä (kuva 21) koostuu seitsemästä osasta, jotka tarjoavat operoinnin aikaista tietoa järjestelmän tilasta, sekä operointiin tarvittavat konfigurointi- ja operoimisosat. Operoinnit suoritetaan yhdellä säätimellä ja käyttöliittymän valinnalla voidaan määrittää säätimen käyttämä takaisinkytkentä aktiiviseksi tarvittaessa. Käyttöliittymään lisättiin valinta käytettävällä säätimelle, joka mahdollistaa mittausten ja ohjausten käyttämisen muissa ohjelmistoissa.



Kuva 21. Käyttöliittymä.

Tiedon esittäminen visuaalisessa muodossa on tärkeää ajojen aikana. Lisäksi kuvaaja käytetään ajojen jälkeisissä raportoinneissa. Käyttöliittymän operointi-ikkunaan (kuva 22) lisättiin kuvaaja käytettävän PID-säätimen parametreista. Kuvaaja tulostaa säätimelle tuotavan mittauksen, asetusarvon ja ohjauksen lähettämän asetusarvon kuvaajaan. Kuvaajaan voidaan tarvittaessa lisätä muita mittauksia, esimerkiksi ohjausöljynpaineen.

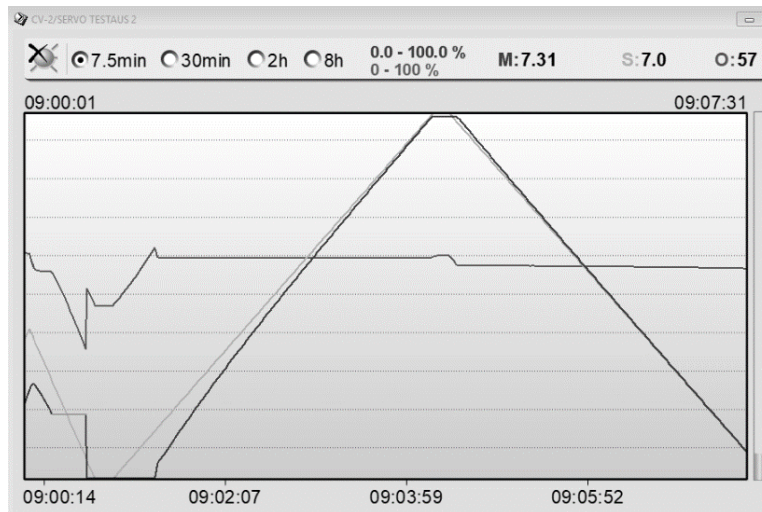


Kuva 22. Operointi-ikkunan sivu 3.

Valmetin operate client -ohjelma sisältää säätimille oman kuvaajan, joka on päivitysväliltään aikaisemmin esiteltyä kuvaajaa nopeampi. Säätimen trendikuvaajasta saadaan valittua tarkoin haluttu ajankohta, johon saadaan lisättyä hiusviivoja, sekä kuvaaja saadaan tallennettua tekstimuodossa myöhempää käsittelyä varten.

Pieni trendi

Säätimeltä avattava trendikuva (kuva 23) on tarkin järjestelmästä saatava kuvaajan piirto työkalu, jolla piirretään kuvaajia 0,4 sekunnin päivitysvälillä. Kuvaajasta on mahdollista saada tallennettua ohjauksen mittauksen ja asetusarvon arvot tekstimuodossa myöhempää analysointia varten.



Kuva 23. PID-säätimen trendi-ikkuna.

5 Käyttöönotto

Uuden ohjausjärjestelmän testausta toteutettiin ohjelmistokehityksen aikana uuden tiedon saamiseksi. Varsinaista käyttöönottoa ei toteutettu jatkuvasta testauksesta johtuen. Ohjausjärjestelmän kehityksen aikana saatavilla oli rajallisesti ajettavia servoja.

Työn loppuvaiheilla suoritettiin saatavilla olevalla Moog-servolla halutut ohjaukset ja testit. Takaisinkytkennässä käytettiin Moogin servon omaa Balluff-asentoanturia, sekä testimielessä Posiwire-vaijerianturia. Mittauksen skaalauksen huomattiin olevan kohdillaan kumpaakin asentoanturia käytettäessä, jotta servon karan asentotieto olisi mahdollisimman tarkka.

Kaikkia ominaisuuksia ei pystytty testaamaan työn toteutuksen aikana ja puuttuvat ominaisuudet tullaan testaamaan laitteiston päivityksen yhteydessä. Painelinjojen Rosemount:in paineanturit tullaan lisäämään järjestelmään analogisten painemittareiden rinnalle, saaden painelinjojen paineet siirrettyä uuteen ohjausjärjestelmään. Samoin öljytankkiin asennettava lämpötilamittaus tullaan tulevaisuudessa asentamaan ja liittämään uuteen ohjausjärjestelmään.

Kuvassa 24 on Moogin servon askelvaste ajo 25 prosentin askelin auki ja kiinni. Musta kuvaaja on ± 20 mA:n ohjaus skaalattuna 0–100 prosentin alueelle. Sininen kuvaaja on sekvenssin tuottama asetusarvo säätimelle ja vihreä kuvaaja on servon karan positiota mittaavan anturin asematieto.



Kuva 24. Askelvasteajo.

Kuvassa 25 on rampin ajo Moog-servolla. Ramppi on ajettu sekvenssillä 1 % sekunnissa nopeudella. Kuvaajasta saadaan selville servon käyttäytyminen koko liikeradan alueella sekä ohjauksessa käytettävän virtaviestin hetkelliset arvot. Rampin ajosta saadaan selville servon käyttäytyminen ohjausalueen alueella sekä voidaan verrata servon asetusarvon, asennon ja ohjauksen suhdetta toisiinsa.



Kuva 25. Rampin ajo.

Työn toteutuksen aikana testattiin käytössä olevalla servolla pikasulku aika uudella ohjausjärjestelmällä. Järjestelmän nopean mittauksen ansiosta saadaan pikasulku aika mitattua halutulla nopeudella. Toteutuksen aikana päätettiin pikasulkuajan mittauksen tarkkuuden asetettavan 10 ms:n tarkkuudelle. Mittausta verrattiin vanhan järjestelmän tuloksiin, ja todettiin pikasulkuajan olevan tarkempi, johtuen ohjelmallisesti luettavasta tuloksesta.

Servojen hystereesin raja-arvojen mittausta toteutettiin ajamalla servo stabiiliin tilaan, yhden prosentin aukioloasentoon. Asettamalla asetusarvoa hieman suuremman raja-arvon ja ajamalla servoa hitaasti yli raja-arvon saatiin ohjaussignaalin arvo, jolla servo aloitti liikkumisen auki-asentoon. Samalla periaatteella ajettiin arvo, jolla servo aloittaa liikkumisen kiinni-asentoon. Kiinni-asentoon ajaessa raja-arvo asetettiin hieman asennon mittausta pienemmäksi ja servoa ajettiin hitaasti kiinni asentoon. Tuloksena saatiin halutut arvot, joilla servo aloittaa liikkumisen.

6 Yhteenveto

Insinööriyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa Fortumin Naantalin toimipisteellä sijaitsevan servojen koestusaseman ohjausjärjestelmän modernisointi. Työssä toteutettiin 29 toimintalohkokaaviota sekä kaksi sekvenssikaaviota Valmetin työkaluilla sekä kaksi kappaletta käyttöliittymän ikkunoita.

Työn tuloksena saatiin Valmetin DNA-järjestelmää hyödyntäen moderni ja luotettava järjestelmä, jolla saatiin testausta automatisoitua sekä luotua yhtenäiset testausolosuhteet eri servojen kesken. Suurin uudistus vanhaan ohjausjärjestelmään verrattuna on säätimen käyttö servojen ohjauksissa sekä testauksen yksinkertaistaminen johtuen yhdestä ohjausjärjestelmästä.

Työn tavoitteisiin päästiin ja asemalla tapahtuvan käyttövarmuus ja tarkkuus paranivat vanhaan järjestelmään nähden. Työn aikana tuli tietoon lisää ominaisuuksia, jotka ovat tarpeen servojen testauksessa. Suurin osa ominaisuuksista implementoitiin järjestelmään sekä tehtiin valmiiksi tulevaisuuden päivityksiä varten.

Tulevaisuudessa on ohjausjärjestelmään tarpeellista hankkia muunnoskortteja kaksi kappaletta, joilla voidaan muuttaa olemassa olevia 4–20 mA:n ohjauksia 0–10 V:n ohjauksiksi. Tämä tulee mahdollistamaan niiden servojen ohjauksen, joita tällä hetkellä ei pystytä jänniteohjauksen puutteen takia tällä ohjausjärjestelmällä testaamaan. Hyödyllistä on myös hankkia toinen virtalähde järjestelmään servojen ja muunnoskorttien syöttöä varten. Valmetin DNA-järjestelmä on tällä hetkellä avonaisessa telineessä ja on tarpeellista hankkia tulevaisuudessa automaatiokaappi komponenteille niiden ehjänä pysymisen takia.

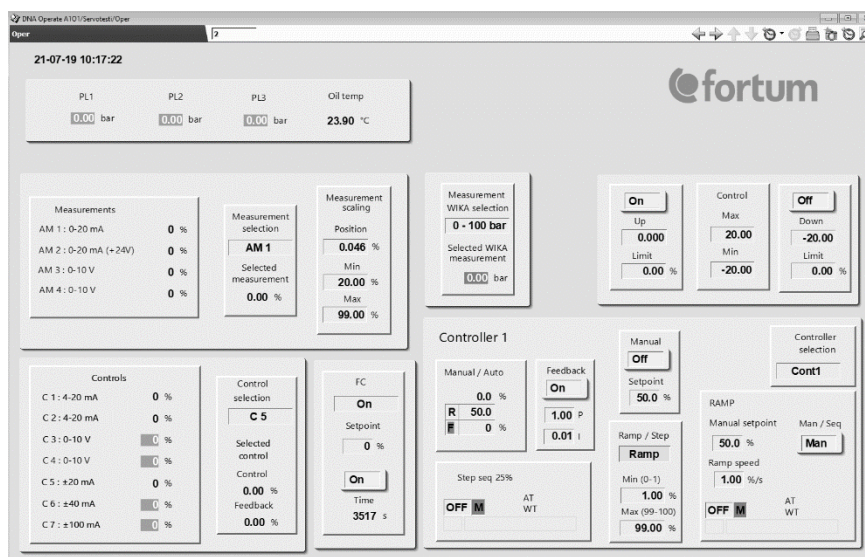
Jatkokehityksenä servon koestusaseman modernisointiin on suunnitelmana insinööriyön ulkopuolelle rajattu hydraulikkajärjestelmän ohjauksen siirto Valmetin testiympäristöön. Tulevaisuudessa ohjausjärjestelmällä on mahdollista ohjata painelinjojen pumppuja sekä niiden paineen säätöä Valmetin DNA-järjestelmällä. Öljyn lämpötilan säädön ohjaus on mahdollista toteuttaa myös uudella järjestelmällä.

Lähteet

- 1 Fonselius, J., Rinkinen, J. & Vilenius, M. 1998. Koneautomaatio: Servotekniikka. Helsinki: Opetushallitus.
- 2 Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 2013. Hydraulitekniikka. 2. uud. p. Helsinki: Sanoma Pro.
- 3 Fonselius, J., Rinkinen, J. & Vilenius, M. 1995. Koneautomaatio: 2, Hydrauliiikka. Helsinki: Edita.
- 4 FDX Compact FX-3000-C. 2019. Verkkodokumentti. Kleentek. <http://www.kleentek.it/docs/Kleentek_electrostatic_oil_cleaners.pdf>. Luettu 16.5.2021.
- 5 FDX Compact FX-3000-C. 2019. Verkkodokumentti. ASM Automation Sensorik Messtechnik GmbH. <https://www.asm-sensor.com/files/asmTheme/pdf/ws_man_en.pdf>. Luettu 30.5.2021.
- 6 Pros and cons of servo control of steam turbines. 2019. Verkkoaineisto. <<https://www.turbomachinerymag.com/view/pros-and-cons-of-servo-control-of-steam-turbines>>. Luettu 12.6.2021.
- 7 Installation and Operating Manual I/H Converter DSG-B..153-S. Version 1.6.
- 8 Actuators and control systems for turbomachinery. 2021. Verkkoaineisto. Voith GmbH & Co. KGaA. <<https://voith.com/corp-en/products-services/automation-digital-solutions/actuators-and-control-systems.html>>. Luettu 11.5.2021.
- 9 Installation and Operating Manual Way Valve WSR-120-S. Version 1.2..
- 10 Installation and Operating Manual Servomotor SMR-A41561-S. Version 1.0.
- 11 Kauppinen, J. 2018. Turbiinitekniikka. Käyttö, huolto ja kunnossapito. 1. painos. Tampere: Tammertekniikka.
- 12 Valmet Automation Oy 2017. Valmet DNA Manuals Collection. Version 19.1.

Operating manual

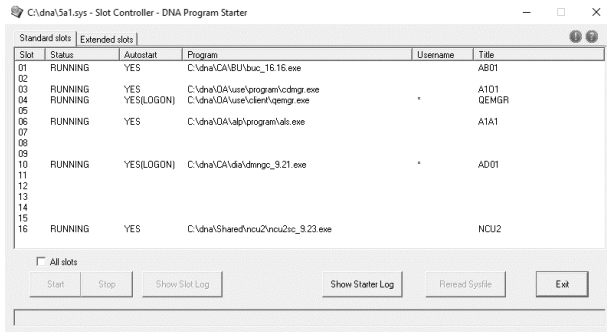
SERVO CONTROL SYSTEM



Contents

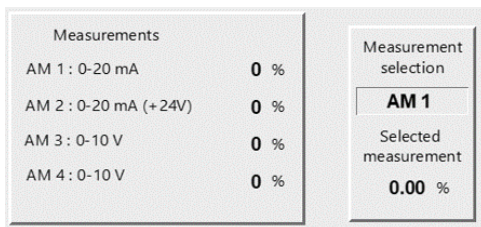
Starting Valmet DNA	2
Measurement selection	2
Measurement scaling	2
Control selection	3
Controller 1	3
Closing time	4
Control measurement	5
WIKA pressure sensors	5
Hydraulic system sensors	5
Terminal blocks	6

Starting Valmet DNA



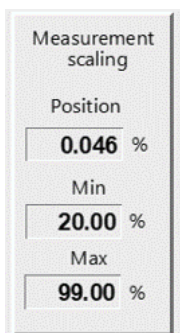
When turning operating station (laptop) on, make sure that Slot Controller has all slot running. Before shutting operation station down, go to slot controller and turn all slots off. Slot controller can be found on windows start menu. When the slots are running, DNA Operate opens automatically. Main operate window is on page 2.

Measurement selection



The current system has four measurements that can be used to measure the position of the servo. Select the measurement you want to use from the drop-down menu. Selected measurement shows current scaled measurement.

Measurement scaling



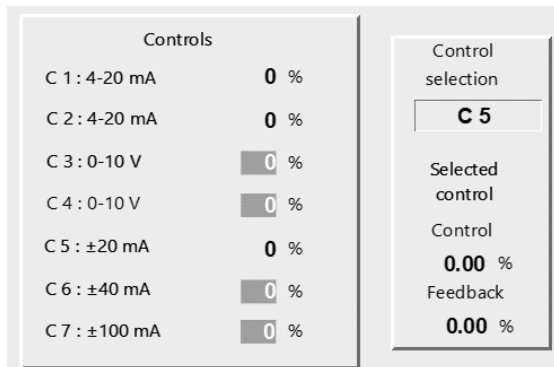
Measurement scaling is used to calibrate the measurement. Drive the servo open and closed to get the correct min and max values (value in position box). Enter the values obtained in the min and max boxes.

Position = unscaled measurement.

Min = Value when the servo is in closed position.

Max = Value when the servo is in open position.

Control selection

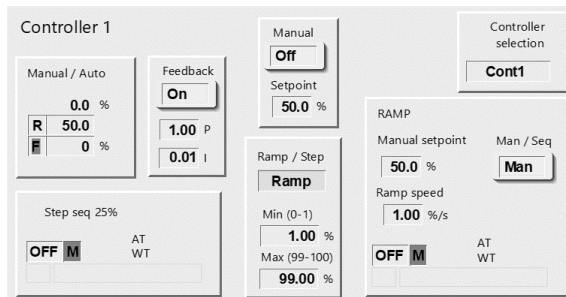


The current system has seven different controls that can be used to control servos. Select the control you want to use from the drop-down menu.

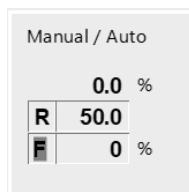
Control = setpoint to the output.

Feedback = actual setpoint from output to actuator.

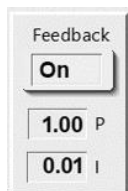
Controller 1



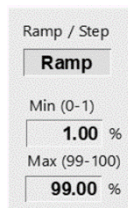
To use controller 1, select Cont1 from the drop-down menu.



In this block, the manual/automatic controller mode can be selected. F indicates that either FC is on or Feedback is off. If feedback is used, the user must set the controller to automatic mode. To open trend, right click controller box and choose "pieni trendi".



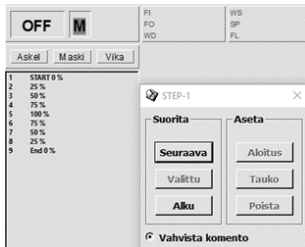
The use of feedback is selected with on/off switch
Controller 1 is using PI controller, where user can insert desired P and I values depending on situation.



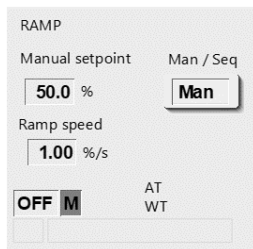
The choice between ramp and step response is made with Ramp/Step switch.
The lowest and highest setpoint for the step and ramp sequence can be set from the min and max boxes.



The servo can be controlled manually by switching on the manual mode and setting the desired setpoint (0-100%) in the box.

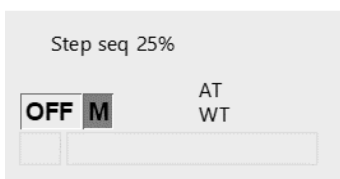


To use ramp or step sequence, right click sequence box and open "piiri ikkuna". Set sequence to manual and turn sequence on. Click "Askel" to open menu where you can move between steps. To stop sequence, set sequence to off. The sequence continues at that step, which was last active.



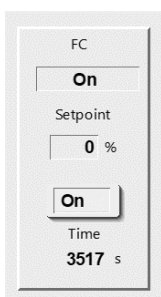
Controller 1 has a manual and continuous ramp. The choice between manual and continuous ramp is made with the man/seq switch. The ramp speed can be selected between 0.001-200%/s.

- Manual ramp
The manual setpoint is used to set the desired value for the controller. The controller drives the servo to the desired setpoint at the selected speed.
- Sequence ramp
Ramp sequence is used to drive the servo up and down at the selected speed. The ramp sequence is good for driving the servo warm before test runs.



The step sequence is used to perform a step response in 25% increments up and down.

Closing time



FC is used for servo forced control. Forced control can be used to drive the servo quick closing and to calculate the quick shutdown time.

To get quick closing time, drive the servo fully open and set the time switch on. Then set setpoint to 0% and set FC on. Servo will close and quick closing time will be count. Use the on/off switch above the "time" to save the value. The time accuracy is 10 ms.

Control measurement

On	Control	Off
Up	Max	Down
0.000	20.00	-20.00
Limit	Min	Limit
0.00 %	-20.00	0.00 %

The control measurement is used to obtain control value of the servo. Set the min and max values of the control used in boxes to get the control values in volts or milliamperes.

To get the control value, when the servo starts to open, run the servo to a steady state. Then set the upper limit slightly above the current measured value. Drive the servo beyond the set limit and save the value with the on/off switch. To obtain the closing value, follow the steps described above, but set the limit slightly below the current measured value and drive the servo over the limit.

WIKA pressure sensors

Measurement WIKA selection
0 - 100 bar
Selected WIKA measurement
0.00 bar

WIKA pressure sensors can be used to measure control and working oil pressure in the pressure line to the servo. The system has three measurement sensors, which can be selected for use.

Hydraulic system sensors

PL1	PL2	PL3	Oil temp
0.00 bar	0.00 bar	0.00 bar	23.90 °C

Hydraulics system pressure and temperature measurements have their own measurements set. (Sensor installations must be performed on the system to obtain measurements)

Terminal blocks

Measurement	Measuring range	Terminal block
AM 1	0-20 mA	X1: 33,34
AM 2	0-20 mA (+24V)	X1: 38, 40
AM 3	0-10 V	X1: 41, 43
AM 4	0-10 V	X1: 45, 47

Control	Control area	Terminal block
C 1	4-20 mA	X1: 1, 2
C 2	4-20 mA	X1: 3, 4
C 3	0-10 V (converter module)	X1: 5, 6
C 4	0-10 V (converter module)	X1: 7, 8
C 5	±20 mA	X1: 17, 18
C 6	±40 mA	X1: 19, 20
C 7	±100 mA	X1: 21, 22

Pressure transmitter	Measurement range	Terminal block
Wika	0-10 bar	X1: 97, 98
Wika	0-60 bar	X1: 99, 100
Wika	0-100 bar	X1: 101, 102

Measurement	Sensor	Terminal block
Pressure line 1	Rosemount 0-250 bar	X1: 89, 90
Pressure line 2	Rosemount 0-100 bar	X1: 91, 92
Pressure line 3	Rosemount 0-40 bar	X1: 93, 94
Oil temperature	EH 10-60 °C	X1: 95, 96