

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

Opinnäytetyö

Panu Vidqvist

**MOOTTORIDYNAMOMETRIN OHJAUSYKSIKÖN PÄIVITYS
JA TESTAUS**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2008

TkT Jarmo Lilja
TAMK autolaboratorio

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Vidqvist, Panu

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Kesäkuu 2008

Hakusanat

Moottoridynamometrin ohjausyksikön päivitys ja testaus

54 sivua + 9 liitettä

TkT Jarmo Lilja

TAMK autolaboratorio

dynamometri, testaus

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö liittyy Tampereen ammattikorkeakoulun autolaboratorion Dynamo-projektiin, jossa on tarkoitus ottaa uudelleen käyttöön autolaboratorion moottoridynamometri. Dynamometri on ollut viimeksi käytössä 1990-luvulla, ja se olisi hyödyllinen lisä tuleville opiskelijoille polttomoottorien ominaisuuksien tutkimisessa.

Työssä keskitytään dynamometrin uuden ohjausyksikön käyttöönottoon ja sen eri ominaisuuksien selvittämiseen. Työn sisältö muokkaantui projektin edetessä, ja siitä pyrittiin tekemään käyttöohje tuleville projektiin osallistujille. Tällä hetkellä ohjausyksikön säätö on vielä alkuvaiheessa, ja on tärkeää jatkaa sen parissa työskentelyä, jotta kaikki ominaisuudet saadaan otettua käyttöön.

Osallistuin projektissa myös dynamometrin/moottorin jäähdytysjärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen sekä koko dynamometrin kokoonpanon tekoon. Tämä vei osaltaan arvokasta aikaa ohjausyksikön tutkimisesta ja sen ominaisuuksien selvittämisestä.

Projekti on tällä hetkellä käyttöönottovaiheessa ja vikojen selvittelyssä. Laitteessa on huomattava potentiaalia tulla erääksi autolaboratorion keskeisimmäksi opetustyökaluksi, kunhan sen toiminnan selvittelyä ja jatkokehittelyä jatketaan.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Machine Automation

Vidqvist, Panu

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning company

June 2008

Keywords

Updating and Testing of Engine Dynamometer Control Unit

54 pages + 9 appendix

Phd Jarmo Lilja

TAMK University of Applied Sciences

Dynamometer, testing

ABSTRACT

This engineering thesis is the one part of the Dynamo –project for the Tampere Polytechnic car laboratory. The aim of this project is commissioning of the car laboratorys dynamometer. The dynamometer is been unused over a decade and it would be a useful adjunct for combustion engine studies.

Thesis will be concentrated for commissioning and examining of the new dynamometers control unit. The contents of the thesis shaped during the project and I aspired to make it instruction manual for the new participants of the project. At this moment the commissioning of the control unit unit is at early so it is important to keep studying its operation for the best results of the project.

I also take part for the design and assembly of the cooling system and the layout of the dynamometer. This took time for the configuration and testing of the control unit.

At this moment project is commissioning stage and we are solving some problems. Dynamometer has potential to be one of the major part of the education material for the Tampere Polytechnic car laboratory.

ALKUSANAT

Tutkintotyön tekeminen osoittautui mielenkiintoiseksi ja huomattavasti suuritöisemmäksi, kuin aluksi ajattelin. Osaksi tämä johtuu osallistumisesta myös projektin kokoonpanoon ja jäähdytysjärjestelmän suunnitteluun sekä toteuttamiseen. Aiheena projekti on hyvinkin mielenkiintoinen ja uskon, että tulevaisuudessa sen avulla saadaan autolaboratoriota päivitettyä nykyajan tarpeita vastaavaksi.

Haluan kiittää kaikkia tutkintotyössäni avustaneita, erityiskiitokset sähkökytkennöissä avustaneelle Erkki Eteläniemelle ja työni ohjaajalle Jarmo Liljalle.

Tampereella 3.6.2008

Panu Vidqvist

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO JA TEHTÄVÄN MÄÄRITTELY.....	6
2 LAITTEISTON ESITTELY	7
2.1 Testipenkki	7
2.2 Dynamometri.....	9
2.3 Ohjausyksikkö.....	10
2.4 Virtalähde	12
2.5 Moottorin kaasuläpän ohjain.....	13
2.6 Anturit	15
2.6.1 Voima-anturi	15
2.6.2 Pulssianturi.....	16
2.6.3 Termoparit	16
2.6.4 Jäähdytysveden painekeytkin	17
2.6.5 Jäähdytysveden lämpötilakeytkin.....	18
2.6.6 Jäähdytysveden virtausvahti	19
2.7 Vesipumppu	20
3 ASENNUKSET.....	22
3.1 Laitteiston virransyötön johdotus.....	22
3.2 Laitteiston ohjauksen johdotus.....	22
3.3 Sammutustulojen kytkentä	24
4 ASETUKSET JA KALIBROINTI	26
4.1 Kokonaiskuva asetuksista	26
4.2 Asetuksien ja kalibroinnin tekeminen.....	26
4.3 Sammutustilan asettaminen.....	28
4.4 Moottorin käynnistyksen asetukset.....	29
4.5 Nopeuden mittaus.....	30
4.6 Kuormituksen nollaus	31
4.7 Kuormituksen mittaus	31
4.8 Dynamometrin ohjaus	33
4.9 Ulkoiset tulot.....	35
4.10 Kaasuläpän ohjaus.....	35
4.11 Ulkoinen ohjaus	41
4.12 Power Law –ohjausmuoto.....	41
4.13 PID-säädin.....	43
4.14 Asetusten varmuuskopiointi.....	45
5 LAITTEISTON KÄYTTÖ	48
6 SAAVUTETUT TAVOITTEET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	51
7 LÄHDELUETTELO	53
8 LIITTEET.....	54

1 JOHDANTO JA TEHTÄVÄN MÄÄRITTELY

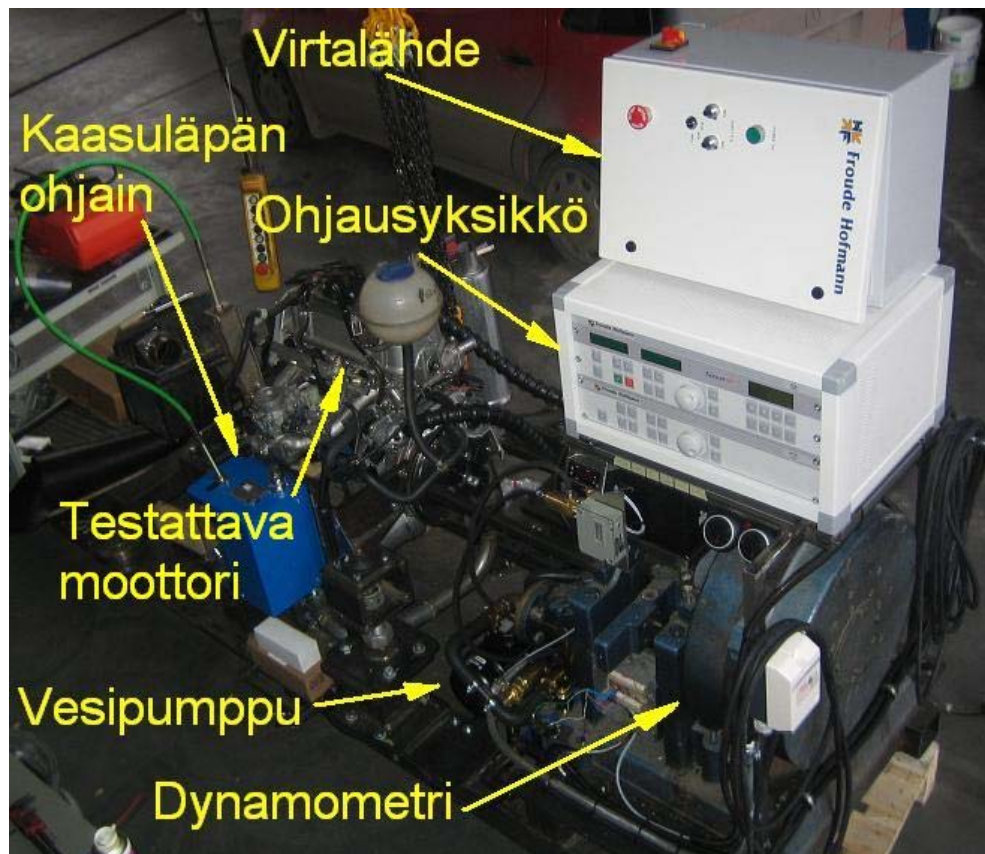
Tämä opinnäytetyö on osa projektia, jossa Tampereen ammattikorkeakoulun autolaboratorion moottoridynamometri otetaan uudelleen käyttöön. Projektiin on tehty kaksi opinnäytetyötä, joista toinen käsitteli itse testipenkin rakentamista ja toinen tulevaisuudessa tapahtuvaa ohjausyksikön ohjaamista PC:n avulla. Tänä keväänä olisi tarkoitus saada itse laitteisto käyttökuntoon, jolloin tulevat opiskelijat voisivat keskittyä enemmänkin laitteiston säätämiseen ja hiukkasmittauksien kehittelyyn.

Dynamometri on ollut viimeksi käytössä 1990-luvun lopulla, ja nyt tavoitteena oli saada se tänä keväänä jälleen käyttöön. Dynamometrin yhteyteen on tarkoitus asentaa fysiikan laboratoriolta pienhiukkasmittauslaitteisto, jolloin laitteistoa voitaisiin käyttää moottorien päästöjen tutkimiseen. Alkuperäistä, vuonna 1986 hankittua dynamometrin ohjausyksikköä ei ole enää olemassa, joten autolaboratorio hankki dynamometriä varten samalta valmistajalta uudet erilliset ohjausyksikön sekä virtalähteen. Opinnäytetyössä tullaan keskittymään näiden laitteiden käyttöönottoon. Lisäksi tavoitteena on saada opinnäytetyöstä aikaan tarvittava ja helppolukuinen käyttöohje tulevaisuudessa dynamometrin ja varsinkin sen ohjauksen jatkokehittelyn parissa työskenteleville.

2 LAITTEISTON ESITTELY

2.1 Testipenkki

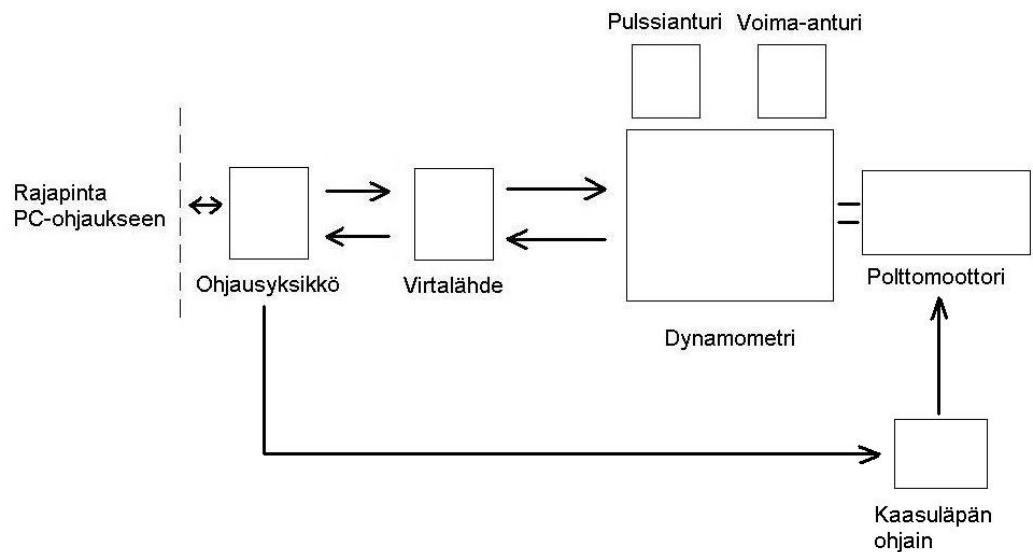
Moottoridynamometriä käytetään polttomoottoreiden testaamiseen ja tehonmittaukseen. Dynamometri itsessään on eräänlainen jarru, jonka avulla moottorin kuormaa saadaan muutettua, ja näin ollen simuloitua erilaisia kuormitusilanteita. Polttomoottori on kiinnitetty kiinteästi testipenkkiin ja se on kytketty nivelletyn akselin avulla dynamometriin. Kuvassa 1 näkyy Tampereen ammattikorkeakoulun testipenkki. /1./



Kuva 1. Tampereen ammattikorkeakoulun testipenkki.

Koulun dynamometri on toiminnaltaan pyörrevirtajarru, eli moottorin kuormitusta saadaan muutettua säätämällä dynamometrin käämien ohjausvirtoja. Itse dynamo-

metrin tarkempi toimintaperiaate selviää kappaleesta 2.2. Ohjausyksikön avulla ohjataan itse virtalähdettä, mikä taas ohjaa dynamometrin käämien virran suuruutta. Ohjausyksikössä on lisäksi liityntä ulkoiselle ohjaukselle, jolloin koko laitteistoa voitaisiin ohjata erillisen PC:n avulla. Periaate koulun testipenkkiin kiinnitetyn polttomoottorin testaamisesta dynamometrillä selviää kuvasta 2. /1./



Kuva 2. Periaatekuva polttomoottorin testauslaitteistosta.

Moottorin dynamometriä kuormittavaa voimaa mitataan voima-anturilla ja nopeutta pulssianturilla, joista saadaan laskettua moottorin teho seuraavan kaavan avulla /2/:

$$P = M \cdot \omega$$

$$P = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

missä P = teho (W)

N = pyörimisnopeus(1/s)

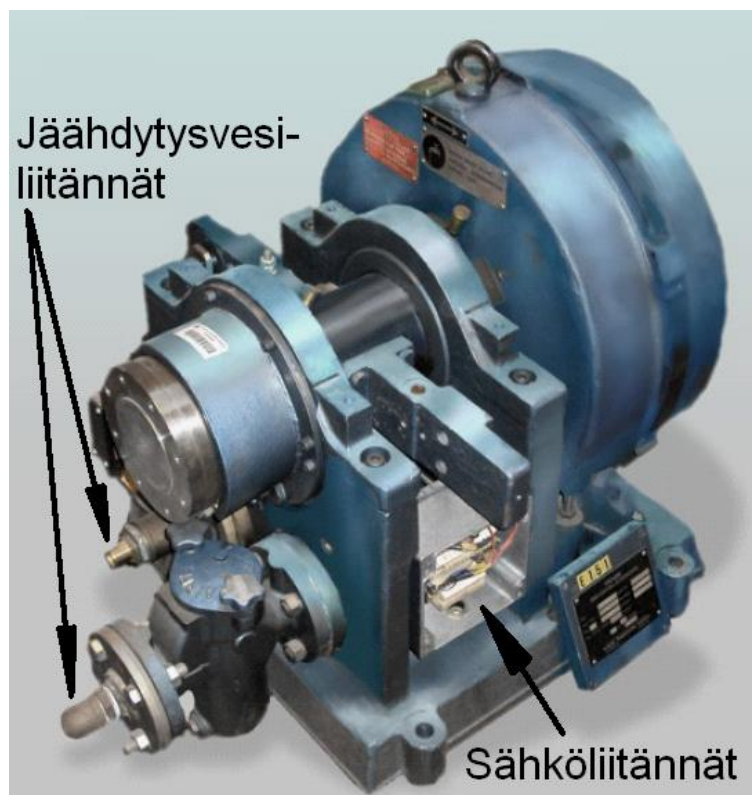
Kaavasta saadaan jatkettua tähän tarkoitukseen käytännöllisempi kaava:

$$Teho(kW) = \frac{Vääntömomentti(Nm) \cdot kierrosnopeus(r / min)}{9549,297}$$

Moottorin lävitse kulkevan ilman määrää eli moottorin kierrosnopeutta ohjataan erillisen ohjaimen avulla. Tämä on yksinkertaistetusti askelmoottoriin kiinnitetty vaijeri, jolla ohjataan bensiinimoottorin tapauksessa kaasuläpän asentoa ja dieselmoottorin tapauksessa moottorista riippuen joko ruiskutuspumppua tai kaasuläppää. Kaikista laitteiston osista on tarkemmat selostukset seuraavana. /1./

2.2 Dynamometri

Koulun dynamometri on Froudo Consine Ltd:n valmistama (nykyinen Froudo Hoffman Ltd.), tarkemmalta mallimerkinnältään EC38 TD ja se näkyy kuvassa 3. Se on toiminnaltaan pyörrevirtajarru ja koostuu akseliin kiinnitetystä hammastetusta roottorista ja sitä ympäröivästä koteloinnista, staattorista.



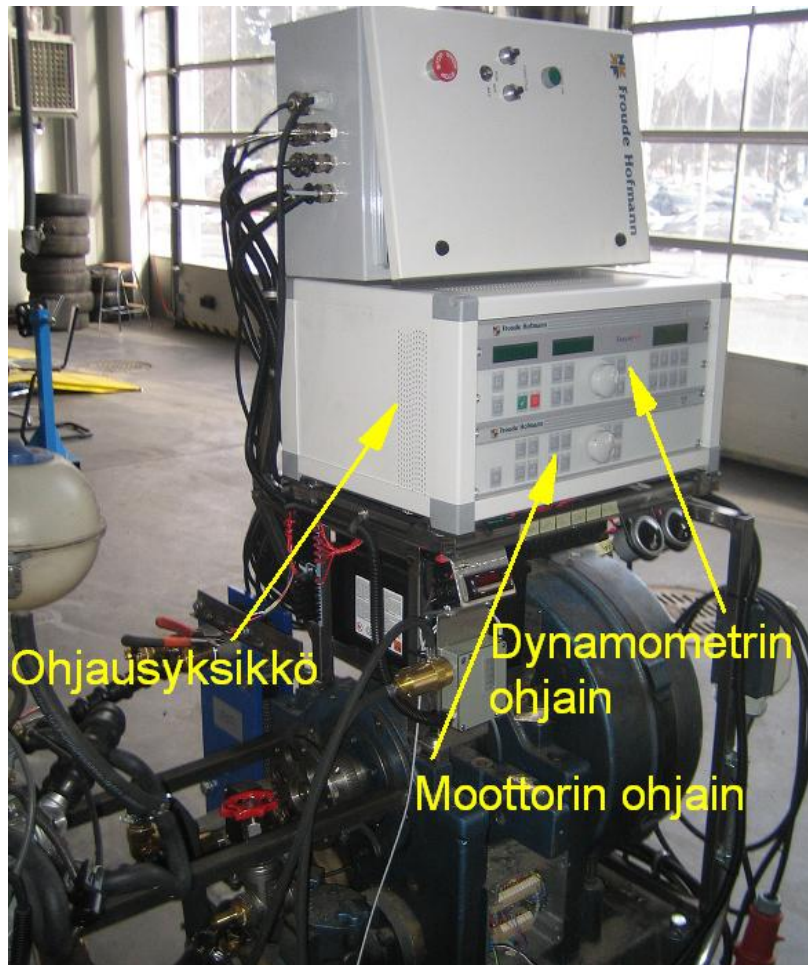
Kuva 3. Tampereen ammattikorkeakoulun dynamometri.

Staattorissa on kaksi tasavirralla toimivaa kehänmuotoista käämiä, ja ympäröivä kotelo on laakeroitu siten, että se pyörii saman akselin ympäri kuin roottorin akselikin. Kun käämeihin johdetaan virtaa, niihin muodostuu magneettikenttä, joka vaikuttaa roottoriin. Roottoria pyöritettäessä staattoriin indusoituu pyörrevirtoja, jotka aiheuttavat pyörimistä vastustavan magneettikentän ja näin ollen jarruttavat pyörimistä. Käämeihin johdettu virta on suoraan verrannollinen jarruttavaan voimaan, joten virtaa kasvattamalla saadaan vastustavaa voimaa kasvatettua.

Staattorin kotelo on kiinnitetty dynamometrin runkoon voima-anturin välityksellä. Näin se estää staattorin pyörimisen ja jarruttava voima saadaan mitattua. Dynamometri ei ole riippuvainen moottorin/dynamometrin pyörimissuunnasta, vaan se on yhtä tehokas molempiin suuntiin. Dynamometrin suoritusarvot löytyvät liitteestä 5. /2./

2.3 Ohjausyksikkö

Dynamometrin ohjausyksikkö on myös Froudo Consine Ltd:n valmistama ja mallimerkinnältään TEXCEL V4 ECE. Ohjausyksikkö koostuu dynamometrin ohjaimesta sekä moottorin ohjaimesta. Ohjausyksikkö näkyy kuvassa 4.



Kuva 4. Dynamometrin/moottorin ohjausyksikkö

Moottorin ohjaus tapahtuu säätämällä moottorin kaasuläppää erillisen ohjaimen avulla. Ohjausyksikön kautta onnistuu myös dieselmoottorin hehkutulppien tai bensiinimoottorin sytytyksen sekä käynnistämisen ohjaus. Näitä varten virtalähteessä on liittimet, joihin saa kytkettyä toimintoja ohjaavien releiden kelat. Bensiinimoottorissa voidaan sytytyspuolan virtaa ohjata ohjausyksikön avulla, tällöin saadaan mahdollisen vikatilanteen sattuessa sekä dynamometri että moottori sammutettua nopeasti. Dieselmoottorin tapauksessa tämä voitaisiin toteuttaa kytkemällä syöttöpumpun sammutussolenoidin ohjaus ohjausyksikköön.

Itse dynamometrin ohjaus tapahtuu erillisen virtalähteen avulla. Ohjausyksiköllä annetaan ohjausarvo virtalähteelle, joka taas säätää dynamometrille menevän virran voimakkuutta haluttuun suuntaan. Moottorin ja dynamometrin eri säätömuodoista on tarkemmat selostukset liitteessä 1. /1./

2.4 Virtalähde

Virtalähde on kytketty ohjausyksikön ja dynamometrin väliin ja se toimii dynamometrin varsinaisena voimanlähteenä. Koulun virtalähde näkyy kuvassa 5.



Kuva 5. Dynamometrin virtalähde.

Kuten edellä mainittiin, ohjausyksikkö antaa virtalähteelle ohjausarvon, joka taas ohjaa dynamometrin käämien virranvoimakkuutta tyristorien avulla välillä 0...5A. Virtalähteessä on pääkytkimenä toimiva suojakytkin, jonka avulla koko laitteisto kytketään päälle. Testauksessa mahdollisesti ilmeneviä odottamattomia tilanteita varten virtalähteen ovessa on STOP –kytkin, jonka avulla testaaminen saadaan keskeytettyä.

Laitteistossa on sisäänrakennettu sammutusketju, joka koostuu toiminnallista sekä ohjelmallisista kytkimistä. Mikäli joku kytkimistä avautuu, laitteisto menee sammutustilaan. Toiminnallisia kytkimiä varten virtalähteessä on kuusi sammutustuloa, joihin kytketään laitteiston pysäyttämistä valvovat kytkimet. Tulot ovat normaalisti suljettuja pareja, jolloin kytkimen avautuessa ohjausyksikkö menee laitteiston sammutustilaan. Sammutustila on erikseen aseteltavissa, voidaan antaa joko hälytys

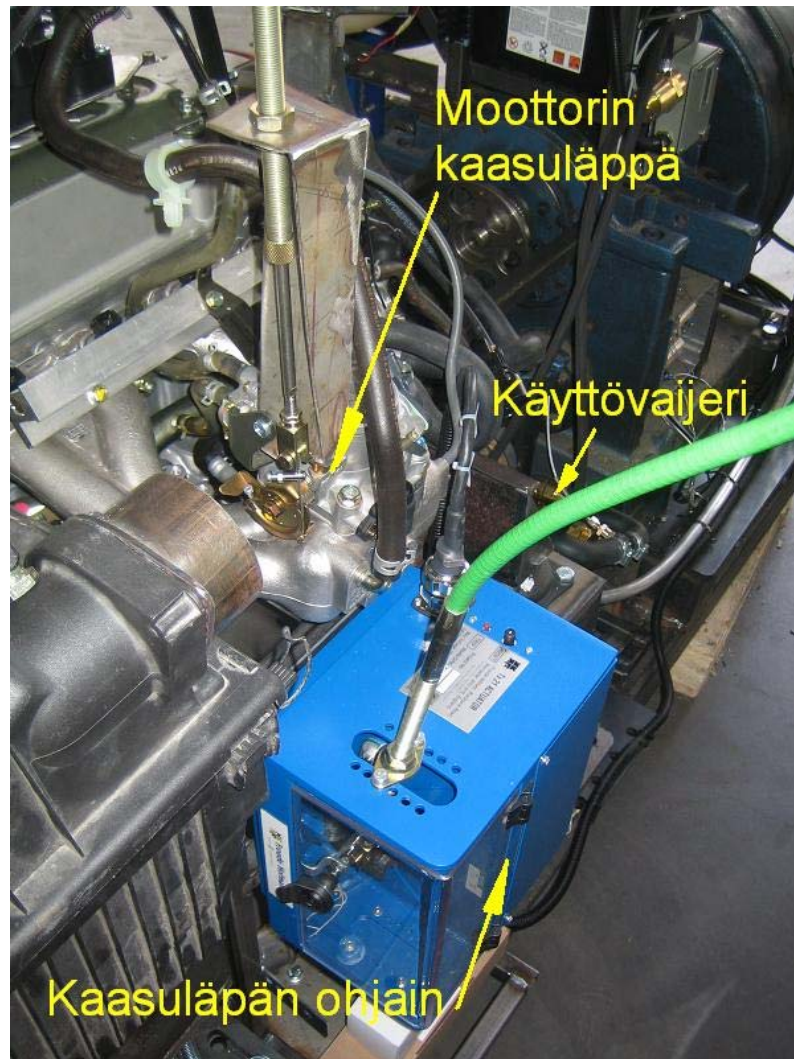
näytön kautta laitteiston käyttäjälle tai sammuttaa automaattisesti testilaitteisto katkaisemalla dynamometrille menevä virta sekä sammuttamalla moottorin sytytysvirta. Sammutustilan asettelu selvitetään tarkemmin asetuksia koskevassa kappaleessa 4.2.

Yksi sammutustulon paikka on varattu dynamometrin vedenpainekeytkimelle jolloin vapaasti kytkettäviä paikkoja jää viisi kappaletta. Dynamometrin jäähdytysveden lämpötilakytkin ja sekä jäähdytysveden virtausvahti vievät yhteensä kaksi paikkaa, jolloin kolme vapaata paikkaa varataan moottorin tilaa seuraaville kytkimille (esimerkiksi moottorin öljynpaine ja jäähdytysveden pintavahti). Näitä ei kuitenkaan projektin tässä vaiheessa oteta käyttöön, mutta ne olisivat varmasti tulevaisuudessa hyödyllinen ominaisuus.

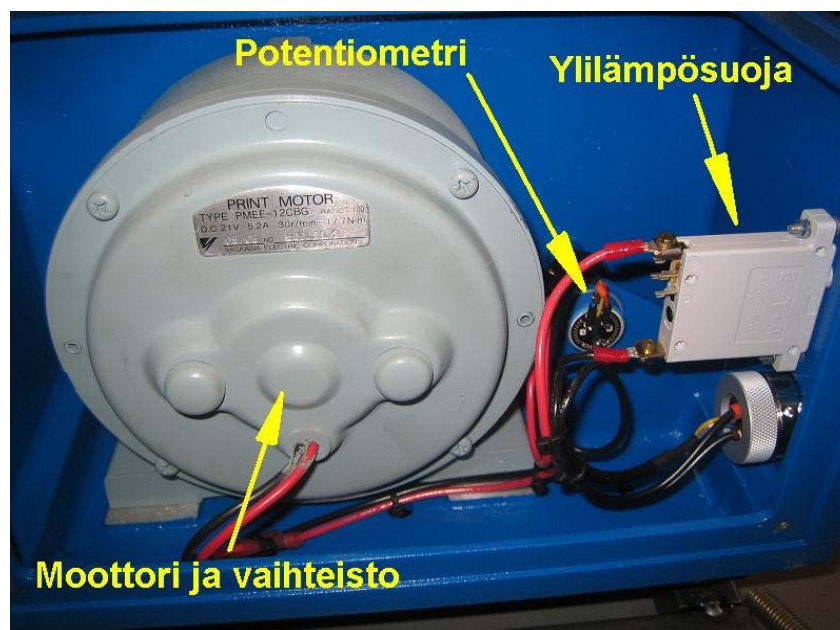
Ohjelmallinen kytkin on esimerkiksi dynamometrin pyörimisnopeuden valvonta, mikäli pyörimisnopeus kasvaa annettua maksimiarvoa suuremmaksi, laitteisto ajetaan sammutustilaan. /1./

2.5 Moottorin kaasuläpän ohjain

Moottorin kaasuläppää ohjataan erillisen ohjaimen avulla, Froude Hoffman Ltd:n valmistamalla TX21:lla. Ohjaimen rakenne on yksinkertainen, sähkömoottori liikuttaa vaihteiston(100:1) kautta akselia, mihin on kiinnitetty vaijeria liikuttava käyttövipu. Käyttövivun akseliin on kiinnitetty hammasratas ja hammashihnan kautta liike kulkeutuu vivun asentoa tarkkailevalle potentiometrille, jonka avulla ohjausyksikkö tietää kaasuläpän asennon. Vaihteiston ja käyttövivun välissä on vikatilanteita varten kytkin, joka antaa tarvittaessa periksi. Moottorin suojana on yllämpökatkaisija. Ohjain näkyy etupuolelta kuvassa 6 ja sisäosiltaan kuvassa 7. /3./



Kuva 6. Kaasuläpän ohjain etupuolelta kuvattuna.



Kuva 7. Kaasuläpänohjain sisältä kuvattuna.

2.6 Anturit

2.6.1 Voima-anturi

Moottorin vääntömomenttia mitataan dynamometrin rungon ja ulkokehässä olevan varren välissä sijaitsevalla voima-anturilla, joka näkyy kuvassa 8.

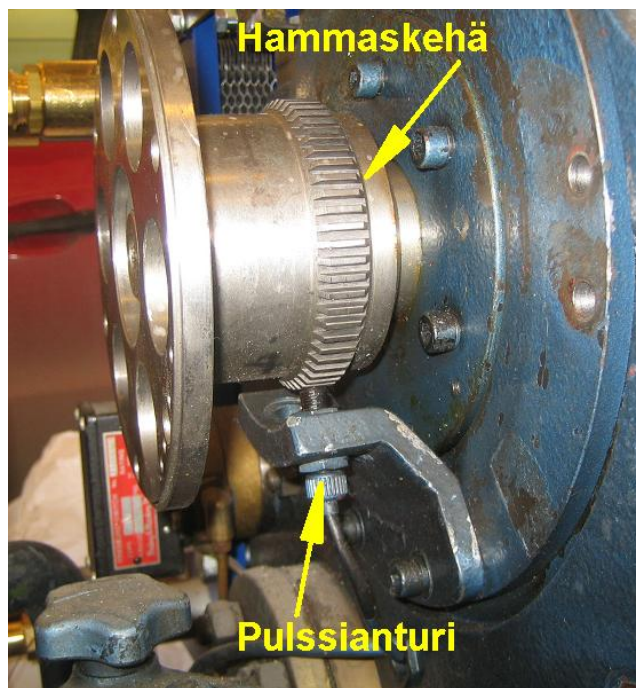


Kuva 8. Voima-anturi.

Anturi on AJB Association Electronics Ltd:n valmistama ja se toimii venymäliuska-periaatteella. Dynamometrin käämeihin johdettu virta saa aikaan dynamometrin pyörimistä vastustavan voiman, joka mitataan voima-anturilla. Venymäliuska-anturin vastus muuttuu kuormituksen kasvaessa, ja siihen kytketyt mittalaitteet muuttavat lopulta voiman sähköiseksi signaaliksi. Tiedettäessä ulkokehässä kiinni olevan varren pituus voidaan varteen vaikuttavan voimasta laskea vääntömomentti. Saadun vääntömomentin sekä dynamometrin pyörimisnopeuden avulla voidaan laskea moottorin teho. Käytettävä kaava esiteltiin kappaleessa 2.1. /1./

2.6.2 Pulssianturi

Dynamometrin pyörimisnopeuden mittaamiseen käytetään dynamometrin akselilla olevaa 60-hampaista kehää ja sitä lukevaa induktiivista anturia, joka näkyy kuvassa 9. Anturista saadaan tässä tapauksessa 60 pulssia/kierros. Anturin ja hammaskehän välissä olisi suositeltavaa olla 0,25 – 0,35 mm väli. /2./



Kuva 9. Pulssianturi.

2.6.3 Termoparit

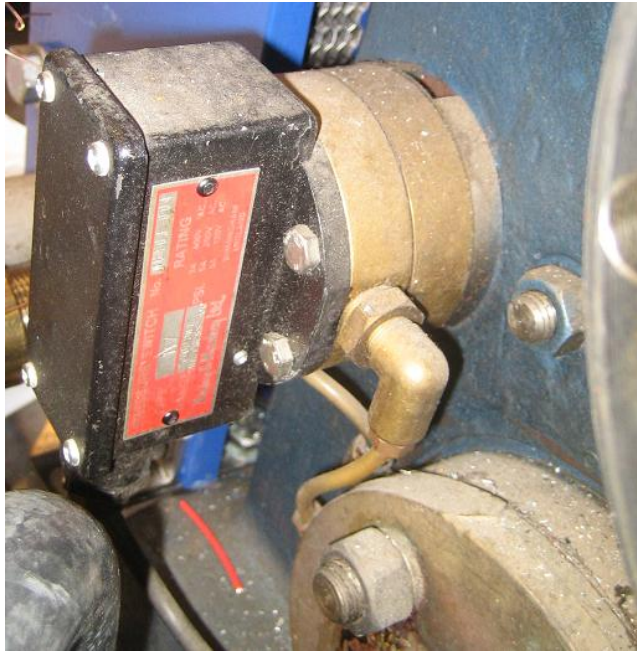
Dynamometrin lämpötilaa voidaan mitata siihen kiinnitettyjen K-tyypin termoparien avulla. Termoparien johdoille ei kuitenkaan ole paikkaa ohjausyksikössä, vaan ne vaatisivat erillisen mittarin/mittarit, jotta niitä voitaisiin käyttää. Tässä vaiheessa mittarit jätetään kytkemättä ja seurataan laitteiston lämpötilaa jäähdytysveden lämpötilasta.

Kaksi termoparia on sijoitettu akselin molempien laakereiden yhteyteen mittaamaan laakereiden lämpötilaa, näiden lämpötilan ei tulisi nousta normaalikäytössä paljon yli 60 C-asteen. Varoitusrajaksi laakereille riittää 70 °C ja sammutusrajaksi 80 °C. Kaksi termoparia on asennettu lisäksi käämien läheisyyteen dynamometrin toiseen päähän, missä suurin osa lämmöstä muodostuu. Lämpötilan ei olisi suositeltavaa nousta siellä yli 270 °C:n ja laitteiston sammuttaminen on pakollista, kun lämpötila nousee 300 °C:n. Jos jäähdytysjärjestelmä on muuten kunnossa, lämpötilan nousu johtuu kalkin muodostumisesta vesikanaviin käämien läheisyydessä. Tarvittaviin puhdistustoimiin tulee ryhtyä, mikäli lämpötila ei pysy annetun rajan alapuolella.

/2./

2.6.4 Jäähdytysveden painekytkin

Dynamometristä poistuvan veden liitántään on kiinnitetty painekytkin, jonka tehtävänä on tarkkailla laitteessa kiertävän veden painetta ja aiheuttaa laitteiston sammuttaminen, mikäli paine laskee alle 0,74 bar. Jäähdytysjärjestelmän paineistaminen nostaa veden kiehumispistettä ja näin ollen tehostaa jäähdytysnesteen kiertämistä. Paineekytin näkyy kuvassa 10. /2./

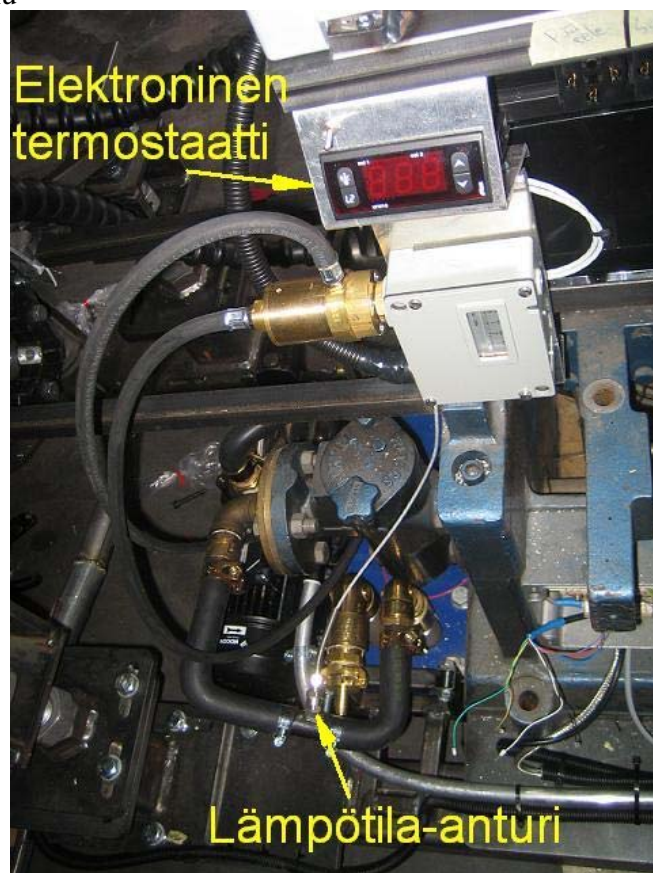


Kuva 10. Jäähdytysveden painekeytkin.

2.6.5 Jäähdytysveden lämpötilakytkin

Laitteessa kiertävälle vedelle on annettu 60 °C poistuvan veden lämpötilan raja-arvoksi. Vesiputkistoon on liitetty lämpötilakytkin, joka tunnistaa annetun arvon ja tarvittaessa sammuttaa laitteiston. Manuaalissa annettiin myös suositusarvo tulevan veden lämpötilalle, se ei saisi ylittää 40 °C. /2./

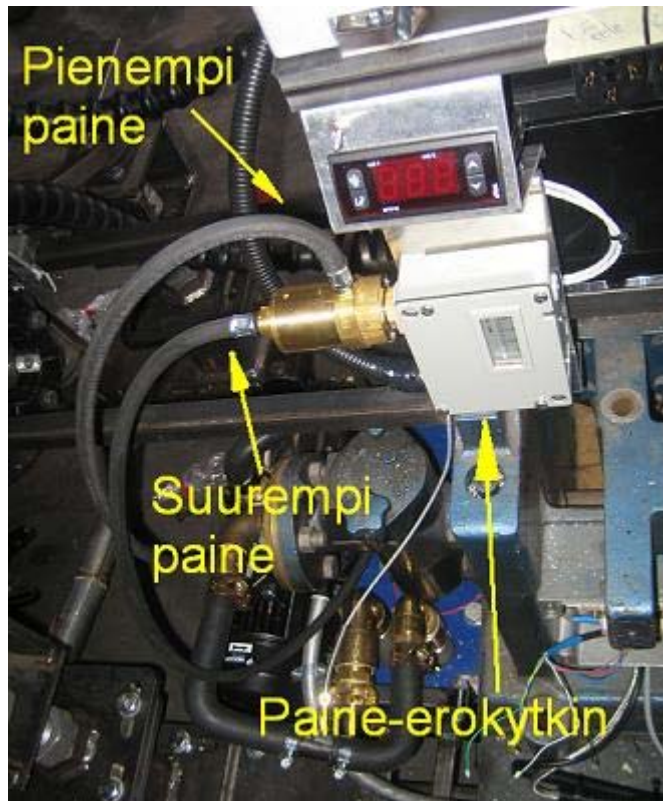
Lämpötilakytkimenä käytetään Lae Electronicsin valmistamaa elektronista termostaattia, anturinaan Pt100-tyypin sauva-anturi. Termostaatti toimii samalla lämpömittarina, jonka avulla laitteiston lämpötilaa saadaan seurattua. Termostaatti ja anturi näkyvät kuvassa 11. Anturi asennetaan jäähdytysvesiputkistoon ennen dynamometriä. Termostaatti toimii 12 VDC:n jännitteellä, joten se on helposti kytkettävissä auton akkuun. Kytkemisrajan asettamisesta löytyy ohjeet liitteessä 9 olevasta käyttöohjeesta.



Kuva 11. Elektroninen termostaatti ja Pt100-anturi.

2.6.6 Jäähdytysveden virtausvahti

Virtausvahtina toimii Trafag Sensors&Controls Ltd:n valmistama paine-erokytkin. Paine-erokytkin näkyy kuvassa 12. Kytkimen toinen liitännä kytketään jäähdytysputkistoon ennen dynamometriä ja toinen dynamometrin jälkeen. Vesipumpun ollessa päällä muodostuu dynamometrissä ja putkistoissa paineenlaskua, jonka paine-erokytkin tunnistaa. Mikäli vedenkiertoon tulee joku häiriötilanne, paine-ero häviää ja laitteisto ajetaan sammutustilaan. Paine-erokytkimen käyttöohje löytyy liitteestä 7.

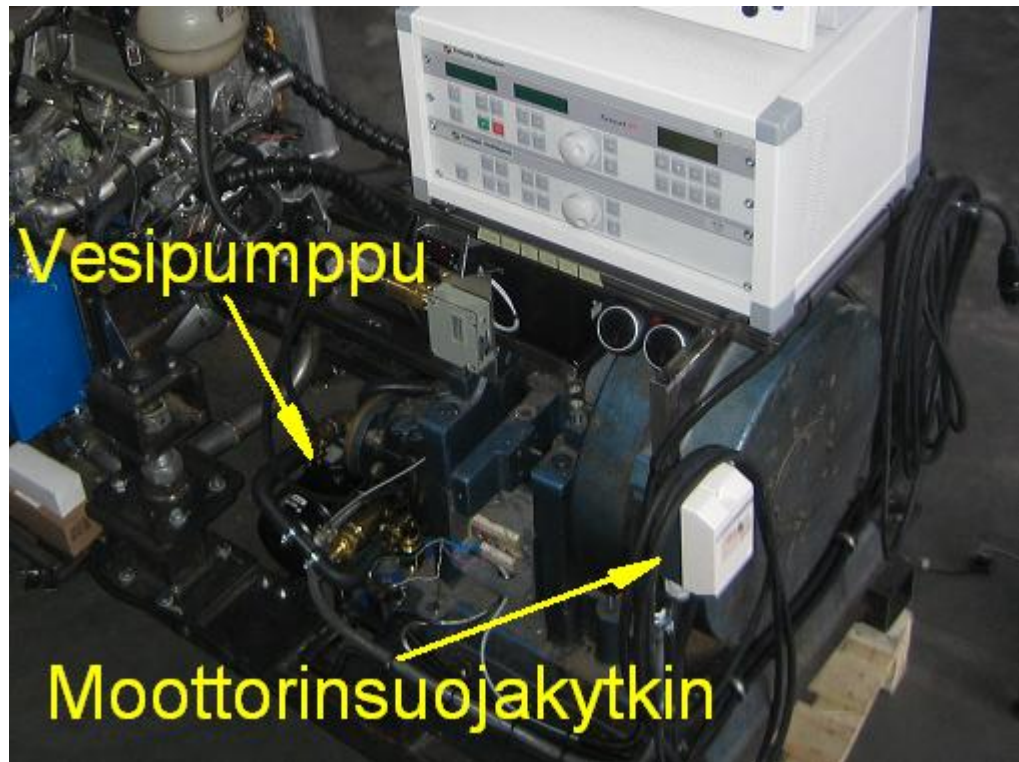


Kuva 12. Paine-erokytkin.

2.7 Vesipumppu

Dynamometrin jäähdytysveden kierto hoidetaan Multinox NO200-65A T keskipakopumpulla, jota pyörittää Nocchi 2,2 kW 3-vaihemoottori. Pumppu moottoreineen näkyy kuvassa 13. /5./

Moottorin oikosulku- ja ylivirtasuojaus hoidetaan Telemeqaniquen valmistamalla moottorinsuojakytkimellä, joka samalla toimii myös käynnistyskatkaisijana. Moottorinsuojakytkin asennetaan käyttöpaneelin alapuolelle helposti käytettävään kohtaan. Kytkin näkyy kuvassa 13.



Kuva 13. Laitteiston vesipumppu ja sen käynnistyskytkin.

3 ASENNUS

3.1 Laitteiston virransyötön johdotus

Alun perin kaavaillun laitteiston siirreltävyys vuoksi varsinaista kiinteää johdotusta ei voitu tehdä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan olisi käytetty siirreltävää työmaakeskusta, jonka kautta laitteet olisi kytketty yhteiseen pistorasiaan. Ongelmaksi muodostui dynamometrin virtalähteen vuotovirta, jonka suuruus ylittää 3,5 mA. Tästä johtuen vikavirtasuojan käyttö muodostuu mahdottomaksi. Testausvaiheessa virtalähde, ohjausyksikkö sekä vesipumppu kytketään pistorasiaan, josta on ohitettu vikavirtasuojia. Dynamometrin lopullisessa sijoituspaikassa voidaan laitteistolle tehdä kiinteä johdotus./1./

Elektroninen termostaatti kytketään auton akkuun sulakkeen kautta. Kokoamisvaiheessa 12 VDC järjestelmään on jätetty sulakkeille vapaita paikkoja, jolloin tarvittaessa laitteistoon voidaan kytkeä muitakin antureita.

Kaikki johdot on suojattu mekaanisilta vaurioilta sijoittamalla ne muovisen johdotusputken sisään ja kiinnittämällä putki tukevasti laitteen runkoon. Vesipumpun sähkömoottorin virtajohto on suojattu laittamalla se alumiinisen johdotusputken sisään.

3.2 Laitteiston ohjauksen johdotus

Suurin osa laitteiston johdotuksista tehdään dynamometrin valmistajan toimittamalla johdoilla. Osassa johdoista on elektromagneettisen yhteensopivuuden takaamiseksi johdinholkit, joilla suojaus saadaan kuntoon. Näiden avulla laitteiston ei pitäisi häiriintyä, vaikka siihen vaikuttaakin sähkömagneettisia häiriöitä. EMC-kaapeliholkkien asennuksesta on ohjeet dynamometrin ohjausyksikön käyttöohjeessa kappaleessa 2.3.1 sivulla 25.

Ohjausyksikköön tulevat signaalijohdot liitetään yksikön takana oleviin D-liittimiin. Kuvassa 14 on tarkka kuva ohjausyksikön liittimistä.



Kuva 14. Ohjausyksikön D-liittimet.

Johdotukset selviävät tarkemmin liitteessä 4 olevasta johdotuskuvasta. Kaikissa muiden johtojen paitsi dynamometrin käämien virtajohdon (E340269A) kanssa on häiriöiden välttämiseksi varottava niiden kulkemista virtajohtojen lähellä. Valmiit johdot esitellään liitteessä 8. /1./

Kuten aiemmin on mainittu, laitteiston ohjaaminen on mahdollista ulkopuolisen PC:n avulla. Lisäksi on mahdollisuus käyttää laitteiston sammutustilaan ohjaamiseen ulkopuolisia antureita. Näiden kytkemiseen valmistaja ei toimita valmista johtoa vaan kytkeminen tapahtuu J1-(asiakkaan I/O liitin), J3-(dynamometrin ohjaus) ja J9-(kaasuläpän ohjaus) liittimien kautta. Ulkopuolisen ohjauksen käyttämiseen ja kytkemiseen ei tämän työn yhteydessä varsinaisesti puututa, joten asia käsitellään vain pääosiltaan. Kytkentäohjeet löytyvät liitteestä 2. /1./

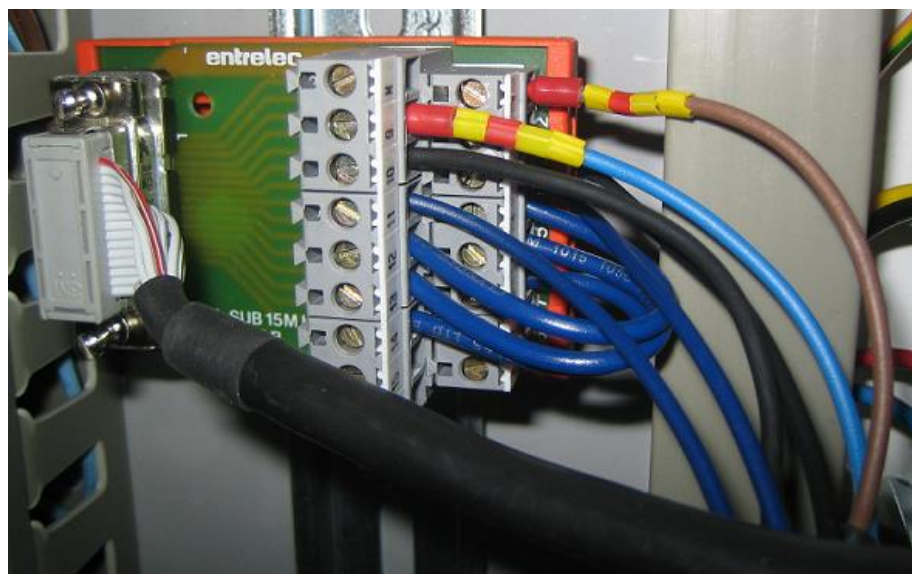
Voima-anturin johdotus

Dynamometrin riviliittimeen tulee voima-anturilta neljä johtoa ja ohjausyksikölle menee 6 johtoa. Liitteessä 4 olevasta kuvasta ilmenee kytkentä tässä tapauksessa. Liittimet LCX+ ja LCS+ liitetään samaan liittimeen, eli dynamometrin riviliittimen

liittimeen LC1 ja liittimet LCX- sekä LCS- samaan liittimeen, eli riviliittimen liittimeen LC4. Tämän johdotustavan syy ilmenee liitteessä 13 näkyvästä kuvasta. ”EXCITATION VOLTAGE” sekä ”SENSOR CIRCUIT” menevät anturissa samaan pisteeseen, jolloin haaroitus voidaan tehdä vasta riviliittimessä./8./

3.3 Sammutustulojen kytkentä

Dynamometrin/laitteiston turvallisuuden vuoksi siihen kytketään laitteiston tilaa valvovia kytkimiä. Dynamometrissä itsessään on jäähdytysveden ulostuloliittimen yhteydessä vedenpainekeytkin, joka pysyy suljettuna jos painetta on yli 0,74 bar. Alkuperäinen vedenpainekeytkin ei kuitenkaan toiminut, mutta virtauksen valvontaan käytetään paine-erokytkintä. Tällä varmistetaan laitteiston vedenkierron käynnistys, ennen kuin dynamometriä voidaan alkaa käyttää. Samoin myös järjestelmässä ilmenevä vuoto tai pumpun hajoaminen sammuttaa laitteiston. Vedenpainekeytkin liitetään valmiilla johdolla (E340260A) virtalähteen X1 liittimeen. Muut kytkimet kytketään samoin X1 liittimeen, siten että ne ovat normaalikäytössä suljettuina ja avautuvat laitteiston turvallisuuden ollessa vaarassa. Tarkemmat kytkentäpinnit selviävät liitteestä 4, ja liitin näkyy tarkemmin kuvassa 15.



Kuva 15. Sammutustulojen lenkit.

Laitteiston toiminta sammutustulon avautuessa tai ohjausyksikön havaitessa sammutusta vaativan virheen määritellään erikseen kolmesta vaihtoehdosta. Vaihtoehdoista sekä valinnan tekemisestä kerrotaan tarkemmin kappaleessa 4. /1./

Testattavan moottorin käynnistysmoottorin sekä sytytysvirran releet kytketään virtalähteeseen ja niitä ohjataan ohjausyksikön avulla. Virtalähteestä löytyviin liittimiin IGN sekä CRANK (vasemmalle ylhäällä virtalähteessä) kytketään toimintoja ohjaavien releiden kelojen maadoitusliittimet. Painettaessa sytytysvirrat päälle virtalähde yhdistää kyseisen liittimen maapotentiaalin, jolloin kela vetää.


4 ASETUKSET JA KALIBROINTI

4.1 Kokonaiskuva asetuksista

Ennen kuin laitteisto voidaan ottaa käyttöön, täytyy ohjausyksikköön asetella jo-kaista laitteistoa ja testattavaa moottoria vastaavat asetukset kohdilleen. Lisäksi otettaessa dynamometri tai ohjausyksikkö ensimmäistä kertaa käyttöön täytyy osa laitteistosta kalibroida. Asetusten sekä kalibroinnin teko jakautuu pääosiltaan seuraaviin kohtiin:


- sammutustilan asettelu
- moottorin käynnistysasetukset
- nopeuden mittaus
- kuormituksen mittaus eli voima-anturin kalibrointi
- kuormituksen eli dynamometrin ohjaus
- kaasuläpänohjaimen ohjaus

4.2 Asetuksien ja kalibroinnin tekeminen

Liitteen 2 sivulla 3 näkyy ohjausyksikön näyttö normaalitilassa. Painamalla  –näppäintä (MENU) päästään asetusten ja kalibroinnin tekoon. Järjestelmä on suojattu salasanoidella, ja niinpä ennen jatkoa pitää kirjoittaa käyttäjätason salasana. Salasanat löytyvät ohjausyksikön manuaalista, liitteestä A. Salasana asetellaan ”+” sekä ”-” -painikkeilla ja siirtyminen tapahtuu ”<” ja ”>” -painikkeilla.. Kuvassa 16 näkyy näytön tila tällöin.

```
Calib/configuration
Password: *****0
(zero = user level)
>>: cont    Rev 1.00
```

Kuva 16. Salasanan kirjoittaminen.

Jatkaminen tapahtuu painamalla  -painiketta (STOP) ja tämän jälkeen ”>” painiketta. Päävalikon pitäisi aueta seuraavaksi, katso kuva 17.

```
>> config    << calib
> control set up
< backup/restore
Language: English
```

Kuva 17. Päävalikko

Seuraamalla näytön ohjeita päästään eteenpäin. On tärkeää huomata, että laitteiston on oltava pysäytettynä, jotta kaikki toimenpiteet voidaan tehdä.

Painamalla ”<<”-painiketta päästään kalibroinnin päävalikkoon, katso kuva 18.

```
Calibration Menu
>> Help      < Aux
<< Speed    + Pos+dems
> DTorg     - AO calib
```

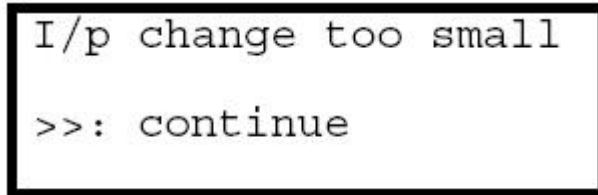
Kuva 18. Kalibroinnin päävalikko.

Tästä pääsee eteenpäin pikavalinnoilla ja seuraamalla jälleen näytön ohjeita. Valikoista voidaan poistua milloin tahansa painamalla ”MENU”-painiketta, kunnes tullaan seuraavaan näyttötilaan, katso kuva 19.

```
>> normal exit
<< temporary exit,
    no password if
    cal within 1 hour
```

Kuva 19. Kalibrointi- ja asetustilasta poistuminen.

Järjestelmä käyttää 16-bittistä A/D-muunninta, jolloin esimerkiksi 0-10 V-alue ilmoitetaan ~33000 bitin avulla. Kalibroinnista voi ilmetä virheilmoitus, katso kuva 20, mikäli arvot eroavat alle 3300 bitin verran toisistaan. /1./




```
I/p change too small
>>: continue
```

Kuva 20. Kalibrointivirhe.

4.3 Sammutustilan asettaminen

Laitteiston sammutustilaksi voidaan määritellä sopivin kolmesta vaihtoehdosta: ”normaali sammutus”, ”käyttäjän hyväksymistä vaativa” tai ”virheen ilmoitus”. Turvallisuuden vuoksi tässä tapauksessa käytetään normaalia sammutusta, jolloin laitteisto menee sammutustilaan, mikäli jokin sammutusketjun kytkimistä aukeaa tai

tapahuu ohjelmallinen virhe, esimerkiksi kierrosnopeus kasvaa annettua maksimiarvoa suuremmaksi. Valinta suoritetaan J1-liittimen kautta kytkemällä yhteen seuraavat pinniparit: 1 & 9, 2 & 10 sekä 3 & 11. Laitteiston valmistaja on kuitenkin toimittanut tarkoitusta varten sopivan liittimen, jossa kytkentä on jo valmiiksi tehty. Sammutusketjussa on yhteensä kuusi paikkaa, yksi näistä on varattu jo valmiiksi vedenpainekeytkimelle, mutta muut ovat käyttäjän vapaasti valittavissa. Johdotukset selviävät liitteestä 10. Kytkimen avautuessa, laitteisto menee siis sammutustilaan ja ohjausyksikön näyttöön tulee ilmoitus avautuneesta kytkimestä. Viesti on ohjelmoitavissa ”SHUTDOWN MESSAGES” –asetuksista. Asetuksiin päästään valitsemalla

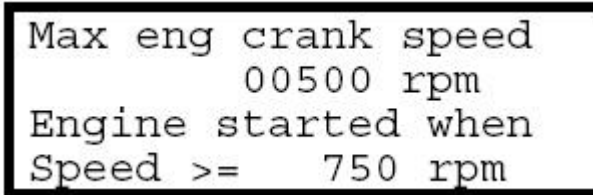
päävalikosta ”CONFIG” ja sen jälkeen painamalla  (SHIFT)- ja ”>>”-näppäimiä, kunnes tullaan ”SHUTDOWN MESSAGES” sivulle./1./

Koulun laitteiston tapauksessa asetukset ovat seuraavat:

1. vedenpaine (ei tällä hetkellä käytössä, katso johtopäätökset kappaleesta 6)
2. virtaus
3. lämpö.

4.4 Moottorin käynnistyksen asetukset

Päävalikosta päästään moottorin käynnistysasetuksiin valitsemalla ”CONFIG” -kohta, jonka jälkeen ”SHIFT”- ja ”>>”-näppäimiä painamalla päästään eteenpäin. Ainoa muutettava kohta on maksiminopeus, jonka moottori pyörii käynnistysmoottorin avulla. Katso kuva 21. Järjestelmä katkaisee käynnistysmoottorin virran, kun nopeus menee aseteltua arvoa suuremmaksi, joten arvoksi olisi hyvä valita hiukan normaalia käynnistysnopeutta suurempi arvo. Alemmaksi arvoksi tulee automaattisesti 150 % maksimi käynnistysnopeuden arvosta. Dynamometrin ohjaus estetään, kunnes nopeus tulee alempaa arvoa suuremmaksi.



```
Max eng crank speed
      00500 rpm
Engine started when
Speed >= 750 rpm
```

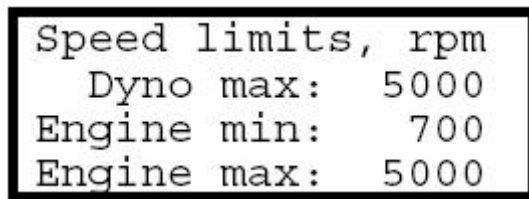
Kuva 21. Moottorin käynnistysasetukset.

Maksimikäynnistysnopeudeksi asetellaan 550 rpm. Seuraavalla sivulla asetellaan moottorin tilaa valvovan sammutuskytkimen (”shutdown input node 6”) ohitusaika käynnistystilanteessa. Paikassa 6 olevan kytkimen paikalle on ollut tarkoitus asentaa moottorin öljynpainekeytkin, jolloin öljynpaine ei välttämättä nouse aivan välittömästi käynnistyksen jälkeen. Tätä optiota ei kuitenkaan projektin tässä vaiheessa oteta vielä käyttöön.

Seuraavalla sivulla asetellaan hehkutulppien käyttöaika, joten bensiinimoottorin tapauksessa siitä ei tarvitse välittää. /1./

4.5 Nopeuden mittaus

Seuraavaksi asetellaan pyörimisnopeuden rajat, katso kuva 22. Tähän päästään valitsemalla päävalikosta ”CONFIG” ja sen jälkeen selaten sivuja eteenpäin, kunnes tullaan ”SPEED LIMITS” -sivulle.



```
Speed limits, rpm
  Dyno max:  5000
  Engine min: 700
  Engine max: 5000
```

Kuva 22. Pyörimisnopeuden rajat

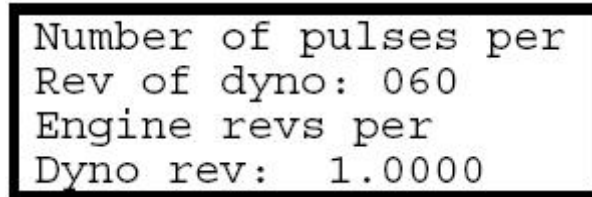
Rajoiksi asetellaan dynamometrin maksimipyörimisnopeudeksi 7000 rpm, moottorin minimiksi 700 ja moottorin maksimiksi 6500 rpm. Dynamometrin käyttöohjeesta löytyy maksimipyörimisnopeudeksi 8000 rpm, mutta tässä tapauksessa 7000 rpm on riittävä raja. Kirjallisuudesta löytyi tieto käytössä olevan moottorin, Hondan 1600 cc bensiinikoneen (D16W1) luovuttavan suurimman tehonsa 6200 rpm kohdalla, jolloin 6500 rpm on hyvä raja /7/. Moottorin tai dynamometrin ylittäessä suurimman pyörimisnopeutensa laitteisto menee sammutustilaan.

Ylimääräisenä varmuustoimena asetetaan erillinen maksiminopeus laitteistolle. Asetus tapahtuu ”OVERSPEED TRIP” kiertokytkimestä, joka löytyy ohjausyksikön takapaneelistä ja näkyy tarkemmin kuvan 16 yläalaidasta. Tämä asetetaan kohtaan ”8”, mikä merkitsee samaa kuin 8000 rpm. /1./

Nopeuden mittauksen kalibrointi

Nopeustiedon kalibroinnissa on kaksi kohtaa, nopeustiedon tulon ja lähdön kalibrointi. Tässä yhteydessä ei tarvitse tehdä kuin tulon kalibrointi; lähdön kalibrointi kuuluu ulkoisen ohjauksen yhteyteen ja kuten on aiemminkin mainittu, sitä ei tulla tämän työn puitteissa ottamaan käyttöön. Tulon kalibrointi on yksinkertainen asia:

asetellaan ainoastaan pulssien määrä yhtä kierrosta kohden. Koska dynamometrissä on 60-hampainen pyörä, tulee siitä siis 60 pulssia/kierros.



```
Number of pulses per  
Rev of dyno: 060  
Engine revs per  
Dyno rev: 1.0000
```

Kuva 23. Nopeustiedon tulon kalibrointi

Tähän päästään valitsemalla valikosta ”CALIB” -vaihtoehto ja painamalla ”<<”-näppäintä, kunnes kuvassa 23 näkyvä sivu tulee näkyviin. /1./

4.6 Kuormituksen nollaus

Ohjausyksikössä on mahdollisuus nollata dynamometrin kuormitus nopeasti nollaan, esimerkiksi jonkin vikatilanteen sattuessa. Nollaaminen tapahtuu kuvassa ”DUMP LOAD” -näppäimen avulla. Asetusten tekoon päästään valitsemalla päävalikosta ”CONFIG” ja selaten sivuja eteenpäin, kunnes tullaan ”DUMP LOAD BUTTON” -sivulle. Kuormituksen nollauksen salliminen tapahtuu yksinkertaisesti asettamalla ”DUMP LOAD BUTTON” sallitukseksi eli ”ENABLED” -tilaan. /1./

4.7 Kuormituksen mittaus

Voima-anturin johdotukset selviävät liitteestä 10 ja ne on käyty tarkemmin läpi edellisessä luvussa. Tässä vaiheessa on vielä hyvä tarkistaa dynamometrin riviliitimestä jännite pinnien LC1 ja LC4 väliltä, tämän pitäisi olla +10 V, +/-0,1 V.

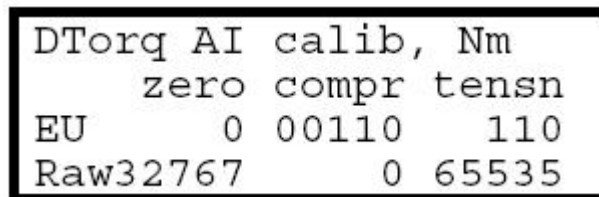
Aluksi asetellaan käytettävät yksiköt. Tähän päästään valitsemalla päävalikosta ”CONFIG” ja sen jälkeen selaten sivuja eteenpäin, kunnes tullaan ”USER SPECIFIED TORQUE UNITS” sivulle. ”TORQUE” -sivun ”CAL UNITS” -kohtaan valitaan Nm. ”DYNO MAX” -kohtaan valitaan dynamometrin maksimikuormitus eli

470 Nm Seuraavaksi selataan ”DISPLAY ENG UNITS” -sivulle, ”TORQUE UNITS” -kohtaan Nm ja ”POWER UNITS” -kohtaan kW.

Seuraavalla sivulla ”ENGINE TORQUE AT AUX INPUT” -kohtaan valitaan ”NO”. Tämä tarkoittaa kuormituksen mittaamista ulkoisesti, jolloin tieto tulisi J1-liittimen kautta. Jälleen eteenpäin ja tullaan ”DYNO TORQUE PRESENT” -sivulle, mihin valitaan ”YES”. Tämä tarkoittaa kuormitussignaalin saamista dynamometrin voima-anturilta. Seuraavalla sivulla ”ENGINE REVS PER DYNO REV” valitaan 1.000, koska moottorin ja dynamometrin välissä ei ole minkäänlaista vaihteistoa.

Seuraavalla sivulla, ”DYNO TYPE”, valitaan ensimmäiseksi dynamometrin tyyppi eli EDDY (pyörrevirtadynamometri). ”BI - DIRECTION” -kohtaan valitaan ”YES”, koska kuormitus onnistuu molempiin suuntiin. ”THROTTLE PANEL” -kohtaan tulee automaattisesti ”YES”. /1./

Ennen kalibrointia ohjausyksikön olisi hyvä antaa olla virrat kytkettyinä noin 30 minuuttia. Päävalikosta valitaan ”CALIB” -vaihtoehto ja siitä eteenpäin ”TORQUE CALIBRATION PAGE”, tällöin tullaan kuvan 24 mukaiselle sivulle.



```
DTorq AI calib, Nm
      zero compr tensn
EU      0 00110      110
Raw32767      0 65535
```

Kuva 24. Kuormituksen kalibrointi.

Ennen kalibroinnin aloittamista varmistetaan, että kaikki kalibroitipainot ovat poistettu. Painamalla ”>>” -näppäintä päästään ”ZERO” -kohtaan ja ”+”-näppäintä painamalla aloitetaan kalibrointi. 16-bittisen AD-muuntimen ansiosta nollakuormituksen arvoksi tulee noin 32767.

Seuraavaksi asetetaan kalibroitivarsi ja kiinnitetyt painot paikalleen. Kuormitusta olisi hyvä saada yhtä paljon, kuin dynamometrin maksimikuormitus on eli tässä tapauksessa 470 Nm. Kalibroitipainojen kiinnityksen jälkeen säädetään ohjausyksikön takaa löytyvää 16-asentoista vahvistuksen kiertokytkintä (”TORQUE GAIN”)

myötäpäivään, kunnes ”RAW”-kohdassa näkyvä arvo lakkaa muuttumasta. Tämä arvo tulee olemaan joko 0 tai 65535, riippuen voima-anturin signaalista. Lopuksi käännetään vahvistuskytkintä yksi naksaus vastapäivään. Vahvistuksen kiertokytkin näkyy kuvan 16 oikeasta ylälaidasta.


Seuraavaksi kursori siirretään ”EU”-yksiköiden viivalle ”COMPR”-kohtaan ja asetellaan siihen kalibrointipainoa vastaava kuormitus, tässä tapauksessa edellä mainittu 470 Nm. Kalibrointipainon on luonnollisesti oltava tällöin dynamometrin voima-anturin puoleisella sivulla. Siirrytään jälleen ”RAW” -yksiköiden viivalle ja painetaan ”+”-näppäintä jolloin kalibrointi alkaa. Kun lukema lopettaa muuttumisen, painamalla ”+”-näppäintä uudestaan kalibrointi on valmis. Seuraavaksi paino siirretään toiselle puolelle ja ”TENSIN” -kohtaan asetellaan jälleen vastaava kuormitus sekä jatketaan kuten edellisessäkin kohdassa. /1./

4.8 Dynamometrin ohjaus

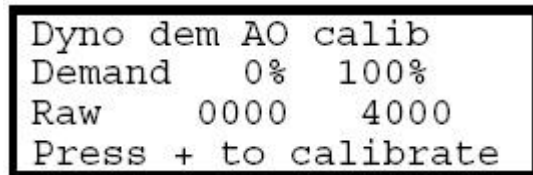
Ohjauksen kalibrointi aloitetaan varmistamalla virtalähteen olevan sammutettuna ja kytkemällä oskilloskooppi virtalähteen kohdan TP16 (”GATE”) ja ”TPAG” välille. Virtalähteeseen kytketään virrat päälle ja tarkastetaan oskilloskoopista näkyvän pulssijono 0 ja +12 V välillä. Muista painaa ohjausyksiköstä ”RUN”-näppäintä, tällöin laitteisto kytkee ohjauksen päälle. Mikäli pulssijonoa ei näy, säädetään VR2 potentiometriä (”RETRIG DELAY”), kunnes pulssijono alkaa näkyä. /1./

Käämien virran kalibrointi

Seuraavaksi virtalähde kytketään jälleen pois päältä ja kytketään virtamittari sarjaan ECA-liittimen ja PL11-liittimen välille. Virtalähteeseen voidaan kytkä virrat takaisin päälle ja samalla varmistetaan jäähdytysvedenkierron olevan päällä. Pysäytetään ohjausyksikkö painamalla ”RESET”-näppäintä ja valitaan dynamometrin

ohjausmuodoksi ”POSITION CONTROL” painamalla seuraavaa näppäintä  . Muista jälleen painaa ”RUN”-näppäintä. Seuraavaksi siirrytään ohjausyksikön

käyttöpaneelistä kalibrointi kohtaan ja selataan sivuja eteenpäin, kunnes tulee samanlainen sivu kuin kuvassa 25.



```
Dyno dem AO calib
Demand 0% 100%
Raw 0000 4000
Press + to calibrate
```

Kuva 25. Kalibrointisivu käämeille.

Tässä yhteydessä järjestelmä käyttää 12-bittistä AD -muunninta, joten 0 % vastaa 0 ja 100 % vastaa 4000. Kalibrointi aloitetaan painamalla ”+” -näppäintä, jolloin kursori siirtyy ”RAW” yksiköiden kohtaan 0 %. Arvoa kasvatetaan, kunnes virtamittarissa alkaa näkyä virta ja lasketaan sitä, kunnes virta ei ole muutamaa kymmentä milliampeeria enempää. Painamalla ”>>”-näppäintä kalibrointi etenee siirtymällä 100 % kohtaan ja ”+” -näppäintä painamalla aloitetaan kalibrointi. ”RAW”-arvoa kasvatetaan kunnes virtamittarissa näkyy dynamometrin maksimivirta eli 5 A. Painamalla ”>>”-näppäintä toisen kerran kalibrointi saatetaan loppuun. /1./

Käämien virranvakauden kalibrointi

Virtalähde kytketään jälleen pois päältä ja kytketään oskilloskooppi liittimien TP17 (”IFB”) sekä ”TPAG” väliin. Virtalähteeseen voidaan kytkeä virrat takaisin päälle ja asetetaan ohjauksen säätöarvoksi 20 %. Tämän jälkeen painetaan ”RESET”- ja ”STOP” -näppäimiä vuorotellen tarkkaillen samalla oskilloskooppia. Kytkimestä VR3 (”STABILITY”) säädetään virrannousu mahdollisimman nopeaksi, kuitenkin niin että virta pysyy vakaana nousun jälkeen. /1./

Käämien takaisinkytkentätiedon kalibrointi

Käämeiltä takaisin tulevan analogiasignaalin kalibrointi tapahtuu seuraavaksi. Päävalikosta valitaan kalibrointi ja siitä ”POS + DEMS” -vaihtoehto. Näin päästään suoraan kuvan 26 mukaiseen tilaan.

Dyno pos AI calib
low high cur
% 000.0 100.0 dem%
Raw32767 65535 100.0

Kuva 26. Käämien takaisinkytkentätiedon kalibrointi

Siirrytään ”RAW”-viivan ”LOW” -kohtaan ja asetetaan dynamometrin ohjearvoksi 0 %. Ohjearvon tila näkyy kuvassa oikealla alhaalla. Tämän jälkeen ”+”-näppäintä painamalla aloitetaan kalibrointi ja lukeman tasoituttua toisen kerran painamalla pisteen kalibrointi valmistuu. Seuraavaksi sama menettely ”HIGH”-kohdassa, mutta ohjearvoksi asetellaan 100 %. /1./

4.9 Ulkoiset tulot

Tämän projektin yhteydessä ei ole tarkoitus käyttää ulkoisia tuloja laitteiston ohjaamiseen. Tulevaisuutta varten tämäkin olisi varmasti hyödyllinen ominaisuus, ja siihen löytyy tarkemmat ohjeet ohjausyksikön käyttöohjeesta, kappaleesta 4.11.

4.10 Kaasuläpän ohjaus

Aluksi on hyvä tarkistaa kaksi asiaa ennen varsinaisen kalibroinnin aloitusta. Avataan kaasuläpän ohjaimen luukku ja tarkistetaan, että kääntövarsi liikkuu 90 astetta käsin kääntämällä. Lisäksi katsotaan, että hihnan välityksellä liikkuva takaisinkytkennän potentiometri liikkuu vapaasti mukana. /1./

Mikäli kääntövarsi ei liiku tarpeeksi, liikkeen määrää voidaan säätää muuttamalla kiinnityspisteen paikkaa käyttövivussa, katso kuva 27. Lisäksi moottorin puoleisessa päässä on oma säätövaransa. /3./



Kuva 27. Vaijerin säätökohdat ohjaimessa.

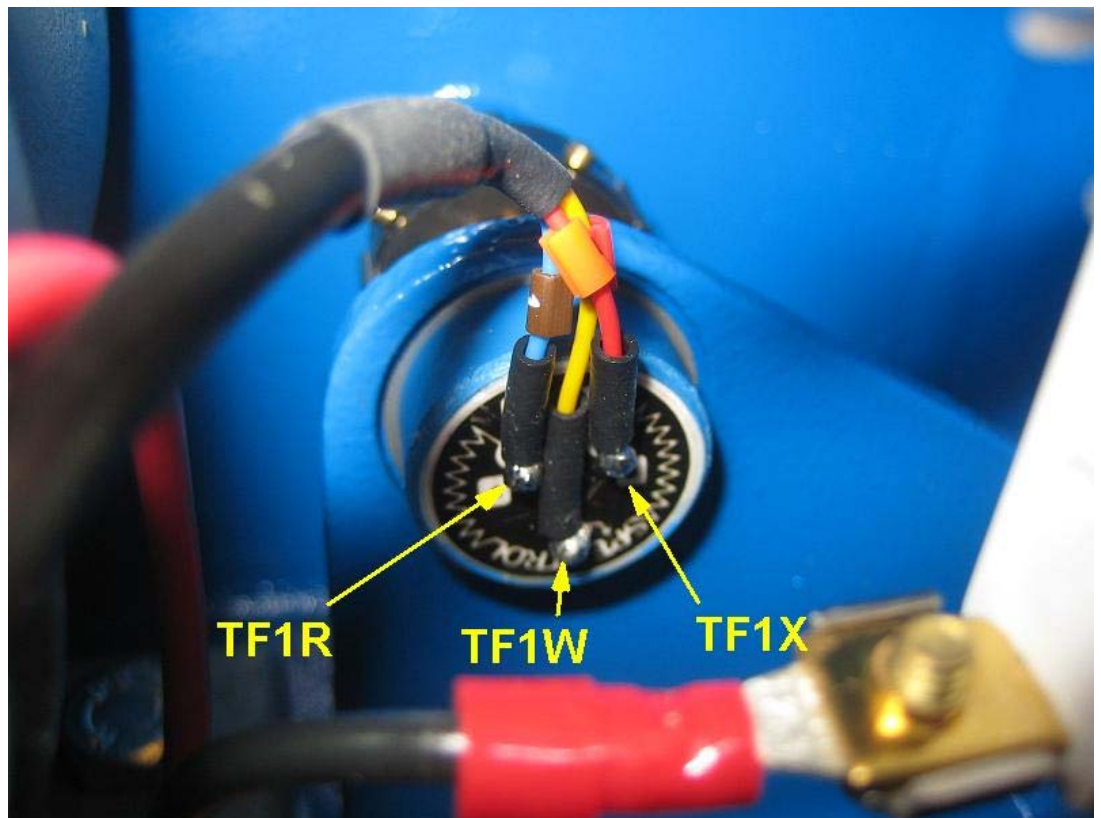
Kääntövarren potentiometrin tarkistus

Virtalähde kytketään päälle ja tarkistetaan, että etuovessa oleva "MAX" - potentiometri on kierretty täysin vastapäivään. Etuovi näkyy kuvassa 28.



Kuva 28. Virtalähteen etuovi.

Seuraavaksi mitataan erojännite kaasuläpän ohjaimen potentiometrin uloimmista navoista (TF1X ja TF1R), tämän tulisi olla +10 V ($\pm 0,1$ V). Potentiometri näkyy kuvassa 29. Seuraavaksi mitataan keskimmäisen navan (TF1W) jännitettä, kun kaasuläppää avataan. Tämän pitäisi kasvaa, mutta mikäli näin ei käy, TF1X- ja TF1R-liittimen paikkaa pitää vaihtaa keskenään. Kääntövarren ollessa keskiasennossaan pitäisi potentiometrin keskimmäisestä navasta näkyä +5 V ($\pm 0,1$ V). Mikäli näin ei tapahdu, potentiometrin asentoa on säädettävä. Tarkistetaan myös jännite kääntövarren ollessa minimi- ja maksimiasennoissa. Minimiasennossa jännitteen tulisi olla +2,5 V ($\pm 0,1$ V) ja maksimiasennossa +7,5 V ($\pm 0,1$ V). Potentiometrin navat näkyvät kuvassa 29. /1./



Kuva 29. Kaasuläpän ohjaimen asentopotiometri

Virtalähteessä tapahtuvat tarkistukset

Virtalähde sammutetaan ja kytketään virtamittari (10 A) sarjaan liittimien TMA ja PL6 väliin. Seuraavaksi virtalähteeseen voidaan kytkeä virrat takaisin päälle ja käännetään ovesta olevasta avainkytkimestä ”MIN”-asento päälle. Virtalähteen piirilevytä (pienempi piirilevy ylhäällä) löytyvän VR1 potentiometrin avulla virta säädetään nolnaan. Tämän jälkeen virtalähde voidaan sammuttaa ja kääntää avainkytkin takaisin ”RUN”-asentoon. /1./

Asetusarvon kalibrointi

Virtalähde kytketään jälleen pois päältä ja kytketään jännitemittari TP4 ja TPAG liittimien (pienemmältä piirilevytä) väliin. Virtalähde kytketään takaisin päälle ja painetaan ”RESET”-painiketta ohjausyksiköstä ja valitaan kaasuläpän ohjausmuo-

doksi ”POSITION MODE” painamalla -näppäintä. Päävalikosta valitaan kalibrointi ja selataan sivuja, kunnes tulee kuvassa 30 näkyvä sivu vastaan.

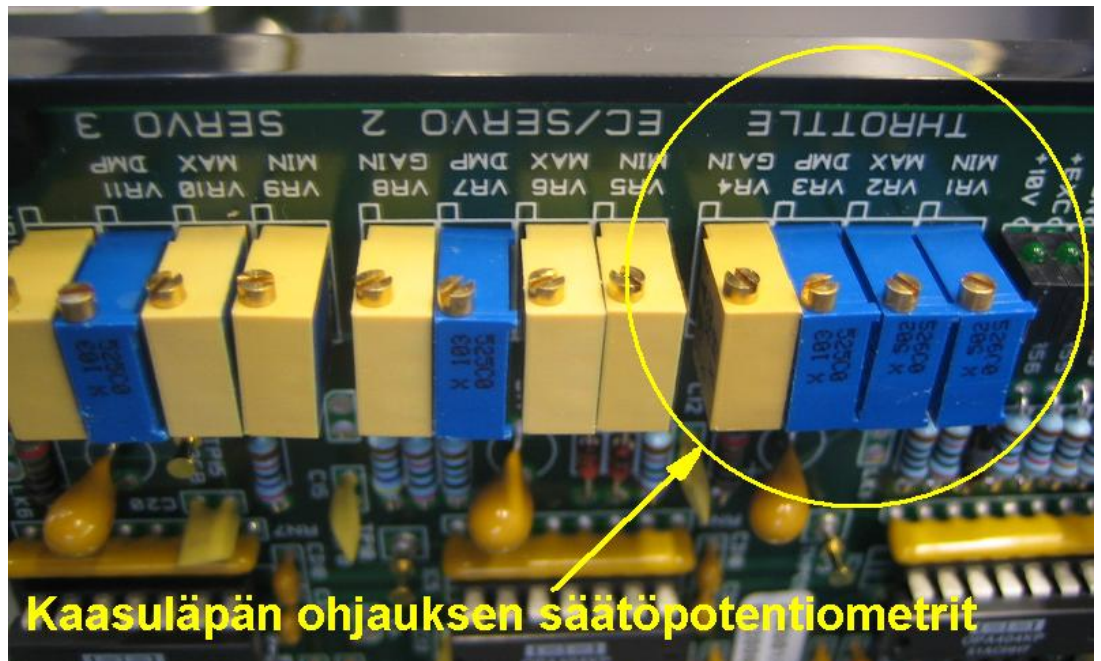
```
Throt dem AO calib
Demand  0%  100%
Raw      0000  4000
Press + to calibrate
```

Kuva 30. Kaasuläpän ohjaimen kalibrointi.

Järjestelmä käyttää tässä yhteydessä 12-bittistä AD -muunninta, jolloin minimiasento(0 V) vastaa 0 ja 100 % (10 V) vastaa 4000. Kursori siirretään ”RAW” -rivin 0 % kohtaan ja painetaan ”+” -näppäintä. Lukeman tasoituttua tarkistetaan jännitemittarin lukema, jonka pitäisi olla 0 V. Mikäli näin ei ole, säädetään ”RAW” -arvoa, kunnes saadaan 0 V jännitemittarista. 100 % kohdassa toimitaan samalla tavalla, lukemaa säädetään, kunnes jännitemittari näyttää +10 V. /1./


Ohjauksen kalibrointi



Aluksi virtalähteen ovelta olevat potentiometrit käännetään äärilaitoihinsa, ”MIN”-potentiometri täysin vastapäivään ja ”MAX”-potentiometri täysin myötäpäivään. Jännitemittari kytketään virtalähteessä olevaan liittimeen TP3 (TH POS) ja liittimeen TPAG. Kääntövarsi liikutetaan minimiasentoonsa ja säädetään potentiometrillä VR1 (”THROTTLE MIN”) jännite 0 V. Kääntövarsi liikutetaan seuraavaksi maksimiasentoonsa ja potentiometrin VR2 (”THROTTLE MAX”) avulla jännite säädetään -10 V:iin. Kaasuläpän ohjauksen potentiometrit näkyvät kuvassa 31

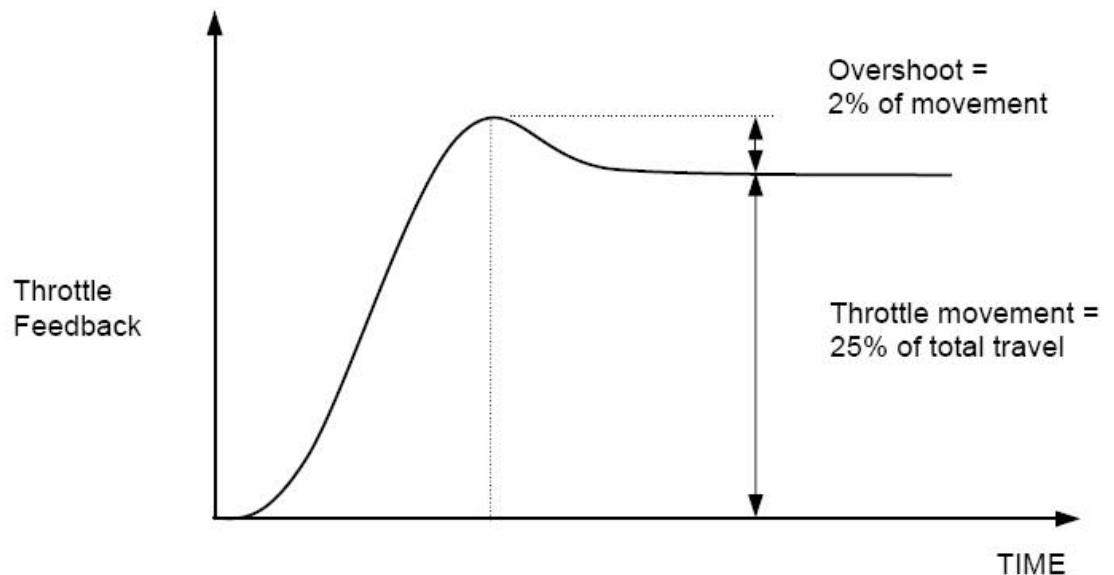


Kuva 31. Kaasuläpän ohjauksen säätöpotentiometrit.

Seuraavaksi kytketään oskilloskooppi liittimeen TP3 ja liittimeen TPAG. Oskilloskoopin pystysuuntaiseksi aseteluksi valitaan 0,5 V/sarake ja vaakasuuntaiseksi 50

ms/sarake. Seuraavaksi valitaan ”POSITION MODE” painamalla -näppäintä ja asetellaan ohjearvoksi 25 % ja painetaan ”RESET”-painiketta. Nollataan myös kaasuläpän ohjaimen yllilämpösuoja. Mikäli kääntövarsi liikkuu edellä kalibroidun alueen ulkopuolelle, painetaan yllilämpösuojakytkintä ja vaihdetaan moottorin liittimien TMA ja TMB paikkaa virtalähteessä.

Seuraavaksi painetaan vuorotellen näppäimiä ”ajo tyhjäkäynnille”  ja ”käynti sallittu”  samalla tarkkaillen oskilloskooppia. Jännite-eron tilojen välillä pitäisi olla $-2,5\text{ V}$, 0 V kiinni asennossa ja $-2,5\text{ V}$, kun kaasuläppä on 25 % auki. Kaasuläpän vastaavuus säädellään potentiometrien VR3 (”THROTTLE”) ja VR4 (”THROTTLE GAIN”) avulla. Alkusäädöksi asetellaan VR3 nolnaan ja nostetaan VR4:n arvoa, kunnes ohjaukseen saadaan ylilyöntiä. VR3:n avulla lasketaan ylilyöntiä sopivasti. Mikäli säädöstä ei tule vakaata, vähennetään VR4:n arvoa. Kuvassa 32 näkyy ihannetilanne säädön jälkeen. /1./



Kuva 32. Kaasuläpän reagointi ohjaukseen ihannetilanteessa.


Takaisinkytkennän kalibrointi

Päävalikosta valitaan kalibrointi ja siitä ”POS + DEMS” –vaihtoehto. Selataan sivuja eteenpäin, kunnes tulee kuvan 33 mukainen sivu eteen.

Throttle pos	AI	cal	
low	high	cur	
%	000.0	100.0	dem%
Raw	32767	65535	100.0

Kuva 33. Kaasuläpän takaisinkytkennän kalibrointi.

Kursori liikutetaan ”RAW”-rivin ”LOW”-kohtaan ja valitaan ”POSITION

CONTROL” -säättömuoto painamalla -näppäintä. Säädetään ohjearvo 0 % ja aloitetaan kalibrointi painamalla ”+”-näppäintä. Lukeman vakauduttua painamalla näppäintä uudestaan kohdan kalibrointi tulee valmiiksi. ”HIGH” -kohdassa toimitaan samoin, mutta ohjearvo säädetään aluksi 100 %:iin. /1./

4.11 Ulkoinen ohjaus

Tämän projektin yhteydessä ei ole tarkoitus käyttää ulkoista PC:tä laitteiston ohjaamiseen. Tulevaisuutta varten tämäkin olisi varmasti hyödyllinen ominaisuus ja siihen löytyvät tarkemmat ohjeet ohjausyksikön käyttöohjeesta, kappaleesta 4.13.

4.12 Power Law –ohjausmuoto

Dynamometrillä voidaan simuloida nopeuden mukaan tietyn kaavan mukaisesti kasvavaa kuormitusta käyttäen ”POWER LAW” –ohjausmuotoa. Eräs esimerkki tällaisesta tilanteesta on normaalin liikenteessä tapahtuvan ajon simulointi, jolloin ilmanvastus ja vierimisvastus kasvavat nopeuden kasvaessa. Kuten kuvasta 34 näkyvästä kaavasta ilmenee, dynamometrin kuormitus (”eng torq”) riippuu pyörimisnopeudesta (”speed”) kertoimien a_0 , a_1 , a_2 , a_3 sekä X mukaan. Kaava voidaan myös esittää seuraavassa muodossa:

$$T = a_0 + a_1n + a_2n^2 + a_3n^x$$

Simuloitaessa liikenteessä tapahtuvaa ajoa, kertoimet merkitsevät seuraavaa:

- a_0 = staattinen vastus
- a_1 = kitkasta aiheutuva vastus
- $a_2 = 0$
- a_3 = tuulenvastus
- X asetellaan 1,5...2,5 välille

```
Power law equation
T=eng torq  n=speed
T=a0 + a1*n + a2*n*n
      + a3*n^x
```

Kuva 34. Kuormituksen suhde pyörimisnopeuteen käytettäessä "Power Law" - ohjausmuotoa.

Asetusten teko aloitetaan valitsemalla päävalikosta "CONFIG" sekä selaamalla sivuja eteenpäin, kunnes tullaan kuvan 35 mukaiselle sivulle.

```
Power law coeffs
a0  0.000e-01
a1  0.000e-01
a2  2.245e-06
```

Kuva 35. Kertoimien asettaminen.

Kertoimien muuttamisen jälkeen jatketaan seuraavalle sivulle, joka näkyy kuvassa 36, ja muutetaan nämäkin kertoimet halutuiksi.

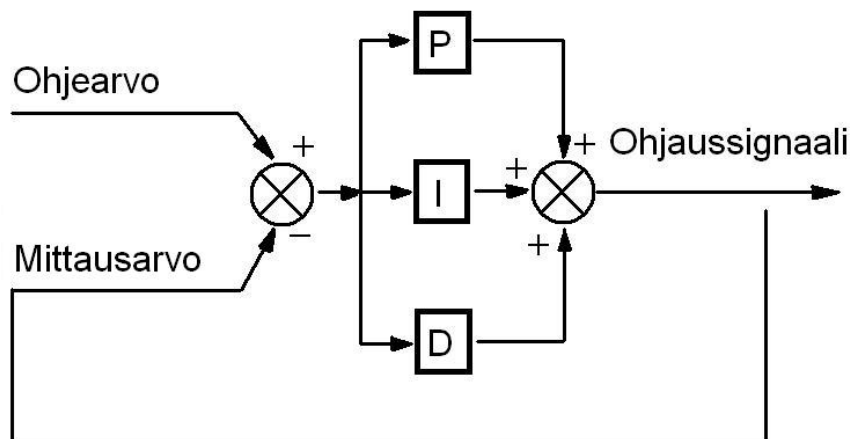
```
Power law coeffs
a3  0.000e-01
x   3.0000
```

Kuva 36. Kertoimien asettaminen.

4.13 PID-säädin

Toimintaperiaate

Ohjausyksikkö käyttää dynamometrin sekä kaasuläpänohjaimen ohjaukseen paranneltua versiota yleisesti käytetystä PID-säätimestä. PID-säädin (Proportional Integral Derivative) koostuu kolmesta termistä: suhde (P), integroiva (I) ja derivoiva (D). PID-säätimen toiminta selviää parhaiten kuvasta 37.



Kuva 37. PID-säätimen toimintaperiaate.

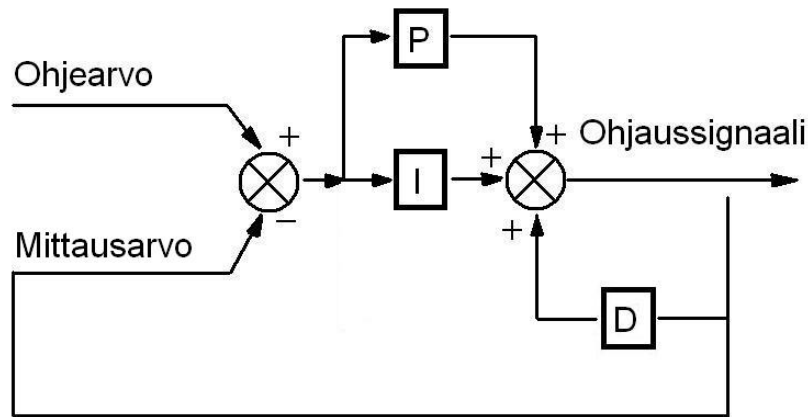
Normaali PID-säädin muodostaa ohjaussignaalin seuraavalla tavalla. Mikäli mittausarvo eroaa annetusta ohjearvosta, muodostaa säädin ohjearvosta ja mittausarvosta erotuksen, jota nimitetään virheeksi. Virheen suunta (P), nopeus (I) ja muuttumisnopeus (D) käsitellään säätimessä ja lopuksi näiden summasta muodostetaan ohjaussignaali, jonka avulla virhe yritetään saada pienemmäksi tai kokonaan pois. Eli ohjaussignaali muodostetaan seuraavan kaavan mukaan /1./:

$$\text{Ohjaussignaali} = P \cdot \text{virhe} + I \cdot \int \text{virhe}(dt) + D \cdot \frac{d(\text{virhe})}{dt}$$

$$\text{virhe} = \text{ohjearvo} - \text{mittausarvo}$$

Ohjausyksikkö ei käytä normaalia PID-säädintä, vaan sen paranneltua versiota nimeltään PDF-säädin. PDF-säätimen erona tavalliseen PID-säätimeen on derivoi

van termin (D) vaikutus ainoastaan takaisinkytkentäarvoon, eikä varsinaiseen virheeseen. PDF-säätimen toimintaperiaate selviää kuvasta 38.



Kuva 38. PDF-säätimen toimintaperiaate.

PDF -säädin muodostaa ohjaussignaalin seuraavan kaavan mukaan:

$$\text{Ohjaussignaali} = P \cdot \text{virhe} + I \cdot \int \text{virhe}(dt) + D \cdot \frac{d(\text{mittausarvo})}{dt} \quad /1, 7/.$$

Termien vaikutukset

P-termi vaikuttaa virheeseen kertomalla sen negatiivisella kertoimella, jolloin virheen suuruutta saadaan pienennettyä. Tämä säätötapa jättää kuitenkin pysyvän virheen ohjaussignaalin tasoituttua ja se vaatii avukseen muita termejä toimiakseen hyvin. P-termi vaikuttaa ohjaussignaaliin seuraavan kaavan mukaan:

$$\frac{\text{ohjearvo} - \text{mittausarvo}}{\text{maksimiarvo}(\text{järjestelmän})} \cdot P$$

P-termi asetellaan kertoimena, välillä 0,01...99,99.

I-termi vaikuttaa virheeseen integroimalla virheen suuruutta, jolloin se muodostaa virhettä pienentävän termin ohjaussignaaliin. I-termi muuttaa ohjausarvoa, niin kauan kunnes virhe poistuu.

$$\frac{\text{ohjearvo} - \text{mittausarvo}}{\text{maksimiarvo}(\text{järjestelmä})} \cdot \left(\frac{0,01}{I}\right) + \text{tulos}$$

Tulos tarkoittaa virheen integroinnista saatua tulosta.

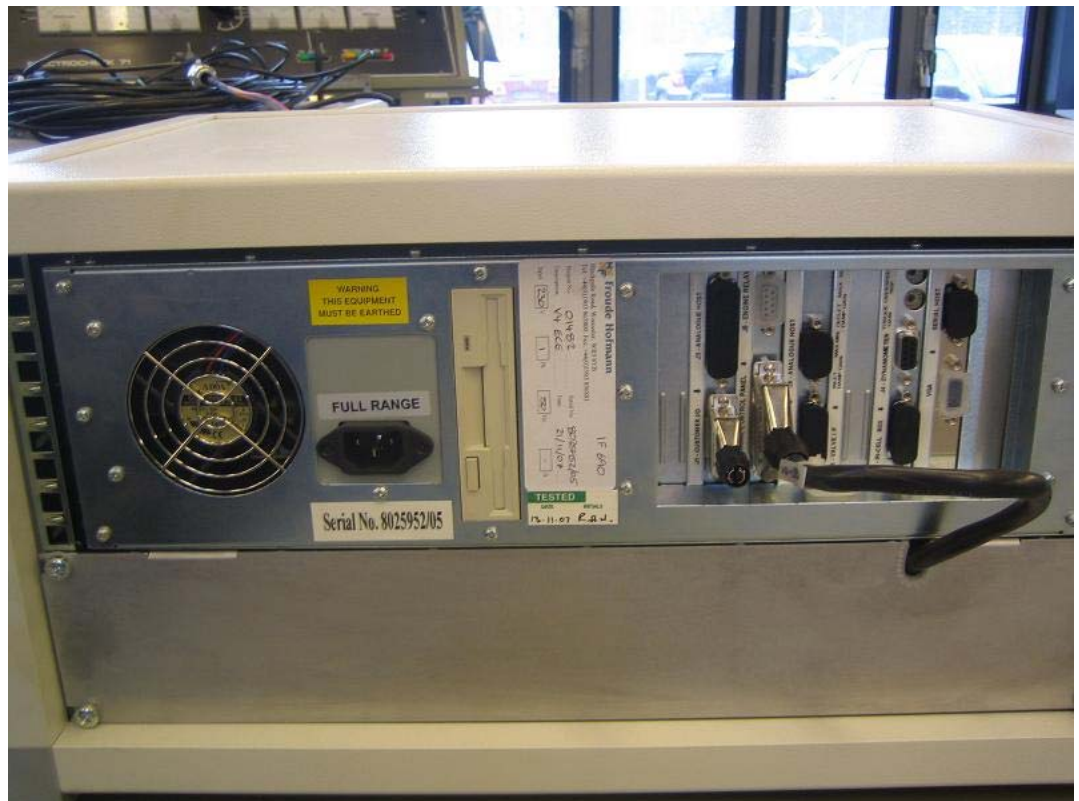
I-termi integroi virhettä tietyssä ajassa, jolloin I-termi asetellaan ajaksi väliltä 0,01...10,00 s.

D-termi vaikuttaa virheeseen derivoimalla sen suuruutta. pelkästään P-termin ja I-termin avulla säätö onnistuisi, mutta mikäli ohjearvo muuttuisi nopeasti, saattaisi säädöstä tulla epävakaa. D-termin avulla tämä saadaan minimoitua. /1,6/

$$\frac{\text{mittausarvo}(\text{nykyinen}) - \text{mittausarvo}(\text{edellinen})}{\text{maksimiarvo}(\text{järjestelmä})} \cdot D \cdot 2$$

4.14 Asetusten varmuuskopiointi

Kalibrointi-arvot sekä asetukset voidaan ottaa talteen käyttämällä ohjausyksikön takaosassa olevaa 3 1/2" levykeasemaa, joka näkyy kuvassa 39. Saman levykeaseman kautta tuodaan myös mahdolliset laitteiston päivitykset.



Kuva 39. Näkymä ohjausyksikön takaosasta.

Varmuuskopion luominen aloitetaan valitsemalla päävalikosta ”BACKUP/RESTORE” kohta, jonka jälkeen pitäisi aueta kuvan 40 mukainen sivu.

```
>> backup cal data
<< restore cal data
> load new s/ware
```

Kuva 40. Asetusten varmuuskopioinnin valikko

Painamalla ”>>”-näppäintä valitaan varmuuskopion tekeminen, jolloin ruutuun pitäisi tulla näkyviin kuvassa 41 näkyvä sivu.

```
Insert formatted•
Floppy disk for•
Calib data
backup•>>: cont
<<: abort
```

Kuva 41. Varmuuskopion luonti.

Asetetaan tyhjä levyke asemaan (minimivaatimuksena 5 kB tyhjää tilaa) ja painetaan ”>>” -näppäintä. Ruutuun tulee ilmoitus varmuuskopioinnin tekemisestä ja sen valmistuttua uusi ilmoitus, mikäli kaikki on mennyt oikein.

Kalibrointitiedot ja asetukset saadaan tuotua levykkeeltä ohjausyksikölle yhtä helposti. Valitaan kuvassa 41 näkyvästä ruudusta ”RESTORE”-vaihtoehto, jolloin kuvassa 42 näkyvä sivu aukeaa.

```
Insert floppy disk
with calib data
to be restored
>>: cont <<: abort
```

Kuva 42. Kalibrointitietojen ja asetusten tuonti levykkeellä ohjausyksikölle.




Asetetaan käytettävä levyke asemaan ja painetaan ”>>” –näppäintä jatkaaksemme. Ruutuun tulee ilmoitus tietojen lukemisesta levyltä ja toimenpiteen ollessa valmis toinen ilmoitus onnistuneesta siirrosta. Mikäli varmuuskopioinnin luomisen tai lukemisen aikana tulee ongelmia, ohjausyksikkö ilmoittaa niistä. Virheet ja niiden viestit löytyvät ohjausyksikön käyttöohjeen kappaleesta 7.5 sivulta 162. /1./




5 LAITTEISTON KÄYTTÖ

Kalibroinnin ja asetusten teon jälkeen voidaan siirtyä varsinaiseen dynamometrin käyttövaiheeseen. Ennen käynnistystä varmistutaan seuraavista asioista:

- Ohjausyksikkö, virtalähde ja vesipumppu ovat kytkettyjä käyttöjännitteeseen.
- Kytetään jäähdytysveden tulopuoli verkostoon.
- Asetetaan jäähdytysveden poistoputki viemäriin ja avataan hana.
- Käynnistetään vesipumppu ja tarkistetaan, ettei jäähdytysjärjestelmä vuoda.
- Kytetään virrat päälle virtalähteen kytkimestä. Ohjausyksikkö suorittaa aloitusrutiineja virtojen kytkemisen jälkeen, joihin voi mennä noin 20 s aikaa.
- Tarkistetaan, että kaasuläpän ohjaimen lämpökatkaisija on nollattu painamalla sen kytkin pohjaan.

Kun kaikki on käyttövalmista, eikä ongelmia ilmene, toimitaan seuraavasti:

- Painetaan ohjausyksikön ”RESET”-näppäintä, jolloin sammutusketjun pitäisi sulkeutua ja laitteiston käynnistämisen olevan mahdollista. Mikäli näin ei ole, LCD- näytössä pitäisi alkaa vilkkua ”FAULT”-viesti oikeassa alalaidassa. Virheviestit päästään lukemaan painamalla ”MENU”-näppäintä. Painamalla tässä tilassa ”RESET”-näppäintä saadaan virheet kuitattua ja ”MENU”-näppäimellä päästään takaisin alkuperäiseen näyttötilaan..
- Varmistetaan ohjausyksikön olevan määrätty ohjaimeksi, tämä selviää katso-
malla  -näppäimen alapuolella olevaan valoa, jonka ei pitäisi palaa.
- Valitaan kaasuläpän säätömuodoksi ”POSITION CONTROL” 
- Valitaan dynamometrin säätömuodoksi ”SPEED CONTROL” 
- Säädetään kaasuläpän ohjausarvoksi noin 10 % sekä dynamometrin nopeudeksi noin 1500 rpm.

- Painetaan aluksi moottorinkäynnistysnäppäintä , jotta öljynpaine moottorissa nousee.
- Seuraavaksi painetaan ”RUN” näppäintä , jolla sallitaan moottorin ohjaaminen. Tällöin kaasuläpän säädön pitäisi alkaa vaikuttaa ja on suositeltavaa testata se samalla.
- Painamalla  näppäintä kytketään moottorinohjausjärjestelmään virta ja painetaan käynnistysnäppäintä.
- Moottorin pitäisi käynnistyä, ja kun käynti tasaantuu, säädetään kaasuläpän ohjaus tyhjäkäyntiasentoon.
- Moottorin lämmettyä valitaan haluttu säätömuoto ja testataan moottoria.

Sallituista säätömuodoista kerrotaan liitteessä 1. Seuraavana esitellään säätöpareja esimerkkeinä käyttökelpoisista säätömuodoista eri tarkoituksiin.

Tehonmittaus:

Kaasuläpän ohjaus ”POSITION CONTROL” -muodossa ja dynamometrin ohjaus ”SPEED CONTROL” -muodossa. Kaasuläpän ohjausarvo on asetettu 100 %:iin ja nostetaan dynamometrin ohjausarvoa läpi kierrosalueen.

Polttoaineen kulutus- ja päästötestit:

Säätöpareina joko ”SPEED –TORQUE” tai ”TORQUE – SPEED”.

Normaalien kuormitusten simulointi:

Kaasuläpän ohjausmuotona ”POSITION” tai ”SPEED” ja dynamometrin ohjausmuotona ”POWER LAW”.

Sammuttaminen tapahtuu asettamalla moottori käymään tyhjäkäyntiä ja nollaamalla dynamometrin kuormitus. Sammuttaminen tapahtuu katkaisemalla moottorinoh-

jausyksikön/sytytyspuolan virta painamalla  -näppäintä. Moottorin sammuttua painetaan virtalähteen ovelta olevaa ”STOP”-kytkintä ja käännetään se takaisin

normaalitilaan. Tällä varmistetaan ettei moottori lähde tahattomasti uudelleen käyntiin.

6 SAAVUTETUT TAVOITTEET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tavoitteena oli päästä testaamaan moottoria toukokuuhun mennessä ja vielä saman kuun aikana saada hiukkasmittauslaitteisto järjestelmään kiinni. Tästä tavoitteesta jäätiin selkeästi. Onnistuneita tavoitteita olivat kokoonpanon valmistuminen, vedenkierron toimiminen sekä dynamometrin ohjauksen toimintakuntoon saaminen. Kokoonpanon valmistumista hidasti moottorin ja dynamometrin väliin tulevan kytkimen toimitusongelmat. Lisäksi lopullisen sijoituspaikan varmistuttua hieman liian myöhään, tulee kokoonpanokin muuttumaan tietyin osin.

Laitteiston vedenkierto tuntuisi toimivan hyvin. Alkuperäinen vedenpainekeytkin (kappale 2.6.4) ei tosin sulkenut koskettimia paineen noustessa, joten se on tällä hetkellä ohitettuna ja virtausta valvotaan pelkästään paine-erokytkimellä. Dynamometrin käyttöohjeessa (lähde 2) on ohjeet painekeytkimen tarkemmalle tutkimiselle, joten sekin olisi hyödyllistä tehdä tulevaisuudessa laitteiston täydelliseen käyttö-kuntoon saamiseksi. Tämä olisi melkein ensimmäinen pakollinen asia, joka olisi saatava toimintaan.

Tavoitteita joita ei saavutettu, olivat kuormituksen mittaus sekä kaasuläpän ohjaus. Osittain tämä johtui aikataulun viivästyisestä, jolloin en ehtinyt enää paneutua enää riittävän tarkasti itse ohjausyksikköön.

Ongelmia tuotti aluksi virransyöttö laitteistolle. Dynamometrin virtalähteen vuotovirta on yli 3,5 mA, joten normaalin 3 mA vikavirtasuojan käyttö ei onnistu. Tähän saatiin ratkaisu testausvaiheessa kytkemällä laitteisto sellaiseen pistokkeeseen, josta on ohitettu vikavirtasuoja. Lopullisen sijoituspaikan varmistuttua voidaan johdotus tehdä kiinteäksi ja ohjauspaneeli siirtää kauemmaksi, jolloin vikavirtasuojaa ei tarvita. Toinen vaihtoehto olisi ottaa käyttöön ulkopuolinen ohjaus, jolloin laitteistoa voitaisiin ohjata PC:n avulla, eikä tarvitsisi koskea itse ohjausyksikköön. Tämä asia selvinnee vasta lopullisen sijoituspaikan varmistuttua.

Suurimmat ongelmat ilmenivät ohjausyksikön kalibroinnin kanssa. Tällä hetkellä itse dynamometrin ohjaus toimii, mutta kaasuläpän ohjaimen kanssa on ongelmia. Ohjaus tottelee vain lyhyissä ajanjaksoissa ja vain kaasuläppää avaavaan suuntaan. Kaasuläpän ohjaimen takaisinkytkentä tuntuisi toimivan, mutta itse ohjaus ei tottele halutulla tavalla. Virtalähteessä on ohjauksen säätämiseen (herkkyys, vahvistus) potentiometrejä, joita säätämällä vikaa voisi alkaa tutkia. Potentiometrit näkyvät kuvassa 31. Tällä hetkellä moottoria on käytetty vain kaasuläppää käsin liikuttamalla. Myöskin kuormituksen mittaamisessa on ongelmia. Mittasin johtimien väliset resistanssit dynamometrin käyttöohjeen mukaan (lähde 2), ja ne ovat oikeissa rajoissa. Eli anturi itsessään ei ole palanut, mutta ei ole täyttä varmuutta, onko venymäliuska enää kiinni anturin rungossa. Voima-anturin toiminnan testaaminen onnistuu varminmin lainaamalla tähän tarkoitukseen sopivaa vahvistinta tuotekehityslaboratoriosta. Projekti-insinööri Jani Katajisto lupasi auttaa mittaamisen kanssa.

Virtalähteessä olevat moottorinohjauksen releiden lähdöt ovat tuottaneet myös ongelmia. Käynnistysmoottorin releen ohjaus toimii hyvin, mutta sytytysvirran ohjaus tuntuisi olevan oikosulussa. Tämä olisi melkein pakollinen ominaisuus saada toiminaan, koska laitteisto pysäyttää moottorin juuri avaamalla tämän kytkimen.

Pyrin saamaan työstä hyvän oppaan tulevaisuudessa ohjausyksikön toimintaa tutkivalle. Yritin saada työstä myös mahdollisimman selkeän käyttöohjeen dynamometrin parissa ensimmäistä kertaa toimivalle henkilölle. Kaikkia asioita ei ole selitetty yksityiskohtaisesti; nämä voi tarkistaa tarkemmin englanninkielisistä valmistajan tarjoamista ohjeista.

7 LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

1. Texcel V4 ECE/HE manual: IM 1300/7. Froude Consine Ltd. England 2005
2. Instruction manual IM 855/3 for Froude Eddy Current Dynamometers. Froude Consine Ltd. England 1985
3. Instruction Manual IM 1320/2 Operator's Manual for TX21 actuator. Froude Hoffmann Ltd. England 2005
4. Texcel V4 System drawing E002064. Froude Consine Ltd. England 2005

Painamattomat lähteet

5. Noramaa Oy. [www-sivu]. [Viitattu 8.3.2008]. Saatavissa:<http://www.noramaa.fi>
6. Wikipedia. [www-sivu]. [Viitattu 24.3.2008]. Saatavissa <http://fi.wikipedia.org/wiki/PID-s%C3%A4%C3%A4din4>
7. HondaSUV.com [www-sivu]. [Viitattu 25.3.2008]. Saatavissa <http://www.hondasuv.com/stg/viewtopic.php?t=785>
8. Katajisto, Jani, projekti-insinööri. Haastattelu 26.3.2008. Tampereen Ammattikorkeakoulu.

8 LIITTEET

1. Ohjausyksikön säätömuodot
2. Ohjausyksikön käyttöpaneelit
3. Ulkopuolisen ohjauksen kytkentäohjeet
4. Alkuperäinen johdotuskuva
5. Dynamometrin suoritusarvot
6. Ohjausyksikön/virtalähteen tiedot
7. Paine-erokytkimen käyttöohje
8. Valmiit johdot
9. Elektronisen termostaatin käyttöohje
10. Venymäliuska-anturin kytkentä

Dynamometrin ja moottorin säätömuodot

Dynamometrin ja moottorin ohjaukseen on mahdollisuus käyttää useampaa eri säätömuotoa riippuen testin luonteesta. Säätö voidaan joko tehdä manuaalisesti säätämällä dynamometrin ja moottorin ohjearvoa potentiometreistä ohjausyksikön käyttöpaneelissa tai tekemällä ennalta suunniteltuja kuormitusajoja. Jälkimmäinen vaihtoehto vaatii ohjauksen tapahtumisen ulkoisen PC:n avulla, mihin ei tässä yhteydessä tulla puuttumaan. Manuaalisessa säädössä valitaan kaasuläpän ja kuormituksen säädölle omat säätömuotonsa, jotka löytyvät tarkemmin seuraavasta taulukosta.

Sallitut säätöparit ohjaukseen.

Control Mode Pair	Throttle Control Mode	Dynamometer Control Mode
Position - Position	Position	Position
Position – Speed	Position	Speed
Position – Torque	Position	Torque
Position – Power Law	Position	Power Law
Speed – Position	Speed	Position
Speed – Torque	Speed	Torque
Speed – Power Law	Speed	Power Law
Torque – Speed	Torque	Speed
Torque – Power Law	Torque	Power Law
“Auxiliary” – Speed	“Auxiliary”	Speed
“Auxiliary” – Power Law	“Auxiliary”	Power Law

Säätömuodot dynamometrin ohjaukseen valitaan kuvan 3 näppäimillä 14, 15, 16 ja 17. Seuraavassa käydään tarkemmin läpi dynamometrin säätötapojen merkitys:

Dynamometer Position Mode (kuva 3, kohta 14)



Potentiometri vaikuttaa suoraan käämeille menevän virran voimakkuuteen. Tämä säätökohta ei ole kovin hyödyllinen moottorin testaamiseen, vaan sitä käytetään lähinnä käyttöönottovaiheessa dynamometrin toimivuuden testaamiseen.



Dynamometer Speed Mode (kuva 3, kohta 15)

Järjestelmä säättää kuormitusta moottorin pyörimisnopeuden pysyessä samana, pyörimisnopeuden arvo annetaan potentiometrillä. Tällöin kuormitusta vähennetään jos pyörimisnopeus on annettua ohjearvoa alempana ja toisinpäin. Annettu ohjearvo pyörimisnopeudelle ei voi olla pienempi kuin ”ENGINE MIN” arvo. Arvojen asettamiseen palataan tarkemmin luvussa 4.



Dynamometer Torque Mode (kuva 3, kohta 16)

Potentiometrillä annetaan ohjearvo dynamometrin kuormitukselle. Kuormituksen ollessa pienempi, käämeille menevää virtaa kasvatetaan ja toisin päin. On tärkeää huomata, että dynamometrin maksimikuormitusarvo voi olla suurempi kuin testi-penkkiin kiinnitettävässä moottorissa. Tällöin on mahdollista sammuttaa moottori tahattomasti nostamalla kuormitusarvoa liikaa.



Dynamometer Power Law Mode (kuva 3, kohta 17)

Dynamometrin kuormitusta muutetaan pyörimisnopeuden funktiona. Pyörimisnopeuden ja kuormituksen riippuvuus asetellaan asetusten teon yhteydessä. Tähän palataan tarkemmin luvussa 4. Tätä säätökohtaa ei saa käyttää missään tapauksessa ennen kuin edellä mainittu riippuvuus on asetettu, muutoin dynamometrin käyttäytyminen voi olla hyvin ennalta arvaamatonta.

Säätömuodot moottorin ohjaukseen valitaan kuvan 5 näppäimillä 3, 4, 9 ja 10. Seuraavassa käydään tarkemmin läpi moottorin säätötapojen merkitys:

Throttle Position Mode (kuva 5, kohta 3)



Ohjearvolla säädetään kaasuläpän asento ja säätö vaikuttaa suoraan kaasuläpän asentoon.

Throttle Speed Mode (kuva 5, kohta 4)



Ohjearvolla säädetään moottorin haluttu pyörimisnopeus ja järjestelmä säätää kaasuläpän asentoa pitääkseen moottorin käyntinopeuden haluttuna. Annettu ohjearvo ei voi olla pienempi kuin "ENGINE MIN" arvo. Asetusten tekemiseen palataan tarkemmin luvussa 4.

Throttle Torque Mode (kuva 5, kohta 9)



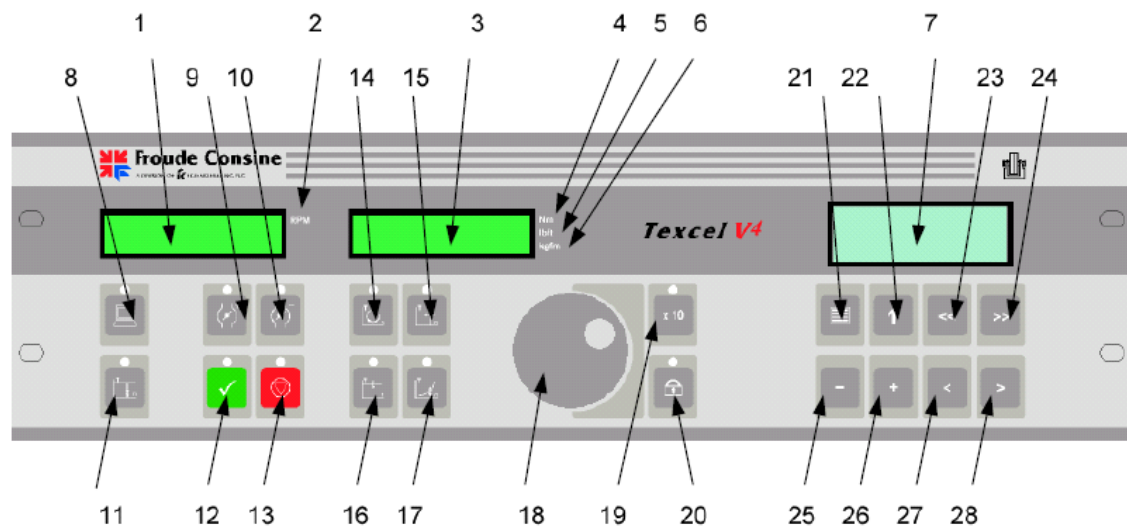
Ohjearvolla säädetään moottorin haluttu kuormitus ja järjestelmä säätää kaasuläpän asentoa pitääkseen kuormituksen haluttuna.

Throttle Auxiliary Mode (kuva 5, kohta 10)



Ohjearvolla säädetään ulkoisen signaalin arvo halutuksi ja järjestelmä säätää kaasuläpän asentoa pitääkseen signaalin arvon haluttuna. Hyödyllinen ulkoisen anturin signaali on imusarjan paineen mittausarvo(MAP). Tällöin tämä säätömuoto on hyvin hyödyllinen säädettäessä moottorin sytytysennakkoa sekä ruiskutusmäärää. Ulkoinen signaali on kytkettävä ja tehtävä tarvittavat asetukset, jotta tämä säätömuoto saadaan toimimaan. Kytkennoistä on tarkempaa tietoa luvussa 3 ja asetusten teosta luvussa 4.

Ohjausyksikön dynamometrin ohjauspaneelin esittely



Seuraavassa kuvan nuolien selitykset

1. Dynamometrin kierrosnopeusnäyttö
2. Edellisen yksikkö, eli rpm
3. Dynamometrin kuormitusnäyttö
4. Kuormituksen yksiköksi valittu Nm
5. Kuormituksen yksiköksi valittu lbft
6. Kuormituksen yksiköksi valittu kgfm
7. Näyttö dynamometrin tilan seuraamista varten. Näytön kautta tapahtuu myös asetusten teko ja laitteiston kalibrointi. Näytön lyhenteiden selitys selviää seuraavasta kuvasta

Thr	25.0%	TP	25%
Dyn	2000rpm	DP	20%
Pwr	35.0kW	IV	15%
Aux	1.2345Bar		

Thr = Asetusarvo kaasuläpän asennolle

TP = Kaasuläpän takaisinkytkentäarvo

Dyn = Asetusarvo dynamometrin kierrosnopeudelle

DP = Kierrosnopeuden takaisinkytkentäarvo

Pwr = Laskettu arvo dynamometrin kuormitukselle

IV = Vain hydraulisille dynamometreille, ei koske koulun laitteistoa

Aux = Ohjausyksikköön kytketyn ulkopuolisen anturin tila, esimerkiksi moottorin imusarjan painetta mittaavan anturin arvo(MAP).

Näyttö normaalissa käyttötilassa.

8. Sallintanäppäin ulkoiselle ohjaukselle. Tästä enemmän luvussa 3.2.4



9. Vain hydraulisille dynamometreille

10. Vain hydraulisille dynamometreille

11. Dynamometrin ajo minimikuormitukselle ja takaisin normaalitilaan. Vaarana odottamaton tapahtumaketju, kun kuorma kytketään takaisin päälle.



12. RESET. Kuittaus virhetilanteita varten.



13. STOP. Ajaa järjestelmän sammutustilaan.



14. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4

15. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4

16. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4

17. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4

18. Dynamometrin ohjearvon säätö

19. Ohjearvon karkeasäädön valinta, kasvattaa säädön herkkyyden 10-kertaiseksi.



20. Ohjearvon säädön lukitus



Seuraavat 8 näppäintä ovat valikoissa liikkumiseen ja hyväksyntään asetusten tekoa ja kalibrointia varten.

21. Menu(paluu edelliselle tasolle, tai poistuminen kalibrointi- ja asetustilasta)



22. Shift



23. Edellinen kenttä(Shift ja << -yhdistelmällä edelliselle sivulle)



24. Seuraava kenttä(Shift ja >> -yhdistelmällä seuraavalle sivulle)



25. Vähennys



26. Lisäys



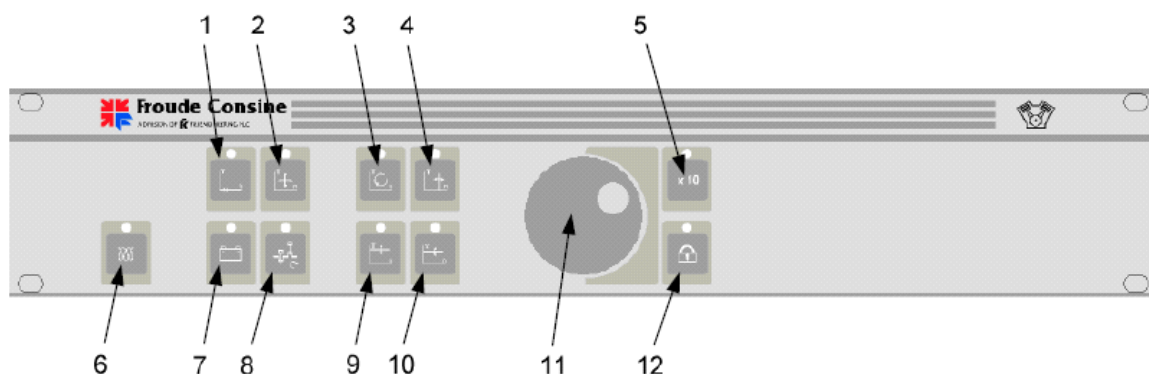
27. Edellinen merkki



28. Seuraava merkki



Ohjausyksikön moottorin ohjauspaneelin esittely



Ohjausyksikön moottorin ohjauspaneeli

Seuraavassa selitykset kuvan nuolille:

1. Moottorin ajo tyhjäkäynnille ja dynamometrin kuormituksen nollaus



2. Käynti-sallittu. Sallii ohjearvojen muuttamisen



3. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4

4. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4

5. Ohjearvon karkeasäädön valinta, kasvattaa säädön herkkyyden 10-kertaiseksi.



6. Hehkutulppien ohjaus dieselmoottorissa



7. Sytytyspuolan virran ohjaus bensiinimoottoreissa.



8. Käynnistysmoottorin ohjaus. Mahdollista myös pyörittää moottoria ilman että sytytyspuolan ohjaus on päällä. Esimerkiksi moottorin öljynpaineiden nostamista varten.

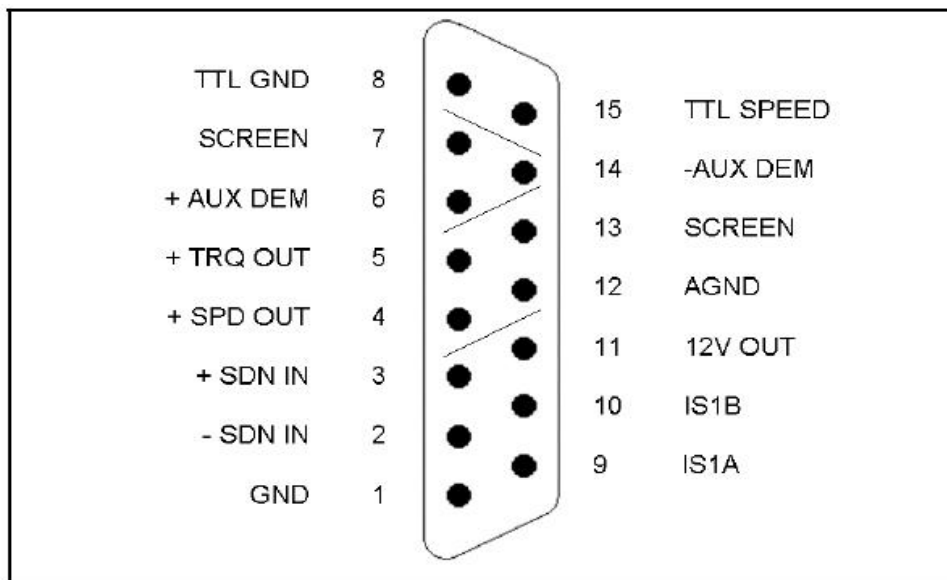


9. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4
10. Säättömuodon valinta, tarkempi selitys kappaleessa 3.2.4
11. Moottorin ohjearvon ohjaus
12. Ohjearvon säädön lukitus



Ulkopuolisen ohjauksen kytkentä.

Seuraavassa kuvassa näkyy 15-napaisen D-liittimen J1 pinnit.



Kuva XX. Liittimen J1 pinnit.

Selitykset J1 liittimen pinnien lyhenteille:

Nopeustieto:

TTL SPEED = 5V nopeussignaali

TTL GND = Edellisen paluu, kytketty maahan

Ulkoisen ohjaus:

+AUX DEM = Analogiatulo ulkoiselle ohjearvolle ("auxiliary input")

-AUX DEM = Analogiatulo ulkoiselle ohjearvolle ("auxiliary input")

Nopeus- ja kuormitustieto:

+TRQ OUT = Analoginen jännitelähtö moottoria kuormittavasta vääntömomentista

+SPD OUT = Analoginen jännitelähtö moottorin nopeudesta

AGND = Signaalien paluu, kytketty maahan

SCREEN = Johdon suojavaipan liitos, kytketty maahan

Ulkoiset sammutustulot:

IS1A & IS1B = Sammutustulo, oltava normaalisti suljettu

-SDN IN = Optoeristimen katodiin

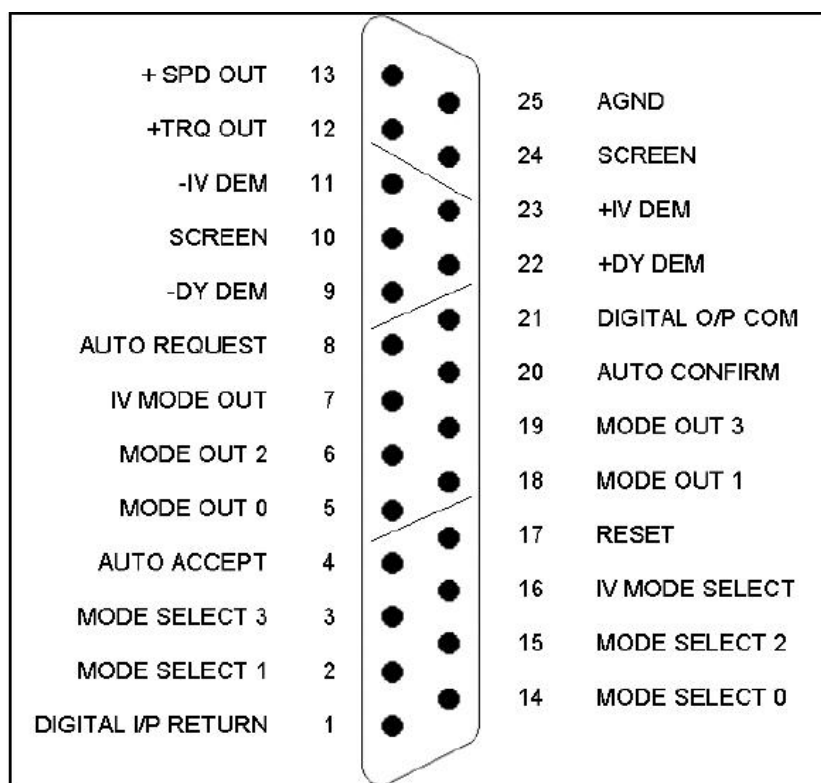
+SDN IN = Optoeristimen anodiin

Edellisen tulon ollessa ei-toimineena, dynamometrin kuormitus menee nolnaan.

12V OUT = +12V

GND = maadoitus

Dynamometrin ohjaustieto kulkee 25-pinnisen D-liittimen J3 kautta, joka näkyy seuraavassa kuvassa.



J3 liittimen pinnit

Seuraavassa selitykset pinnien lyhenteille:

Analogialähdöt:

+TRQ OUT = Kuormitustieto, max +10V

+SPD OUT = Nopeustieto, max +10V

AGND = Signaalien paluu, kytketty maahan

SCREEN = Johdon suojavaipan liitos, kytketty maahan

Analogiatulot:

-DY DEM & +DY DEM = Dynamometrin ohjausarvo, erojännite max $\pm 10V$

-IV DEM & +IV DEM = Vain hydraulisille dynamometreille

Digitaalilähdöt:

AUTO REQUEST = Ohjausyksikön ”Host Mode Control” –näppäintä painettu.
PC:lle lähetetty pyyntö ohjauksen ottamisesta.

AUTO CONFIRM = Viesti PC:lle, että se ohjaa dynamometriä.

MODE OUT 0 = Kyseinen ohjausmuoto käytössä

MODE OUT 1 = Kyseinen ohjausmuoto käytössä

MODE OUT 2 = Kyseinen ohjausmuoto käytössä

MODE OUT 3 = Kyseinen ohjausmuoto käytössä

IV MODE OUT = Vain hydraulisille dynamometreille

DIGITAL O/P COM = Yhteinen paluu signaaleille

Digitaalitulot (Optoerotettuja):

RESET = Sammutuspyyntö laitteistolle

AUTO ACCEPT = PC valmis ottamaan dynamometrin ohjauksen

MODE SELECT 0 = Kyseinen ohjausmuoto käyttöön

MODE SELECT 1 = Kyseinen ohjausmuoto käyttöön

MODE SELECT 2 = Kyseinen ohjausmuoto käyttöön

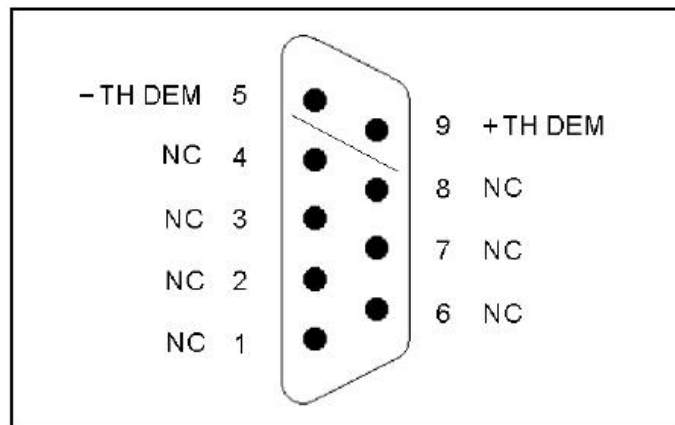
MODE SELECT 3 = Kyseinen ohjausmuoto käyttöön

IV MODE SELECT = Vain hydraulisille dynamometreille

DIGITAL I/P RETURN = Yhteinen paluu signaaleille

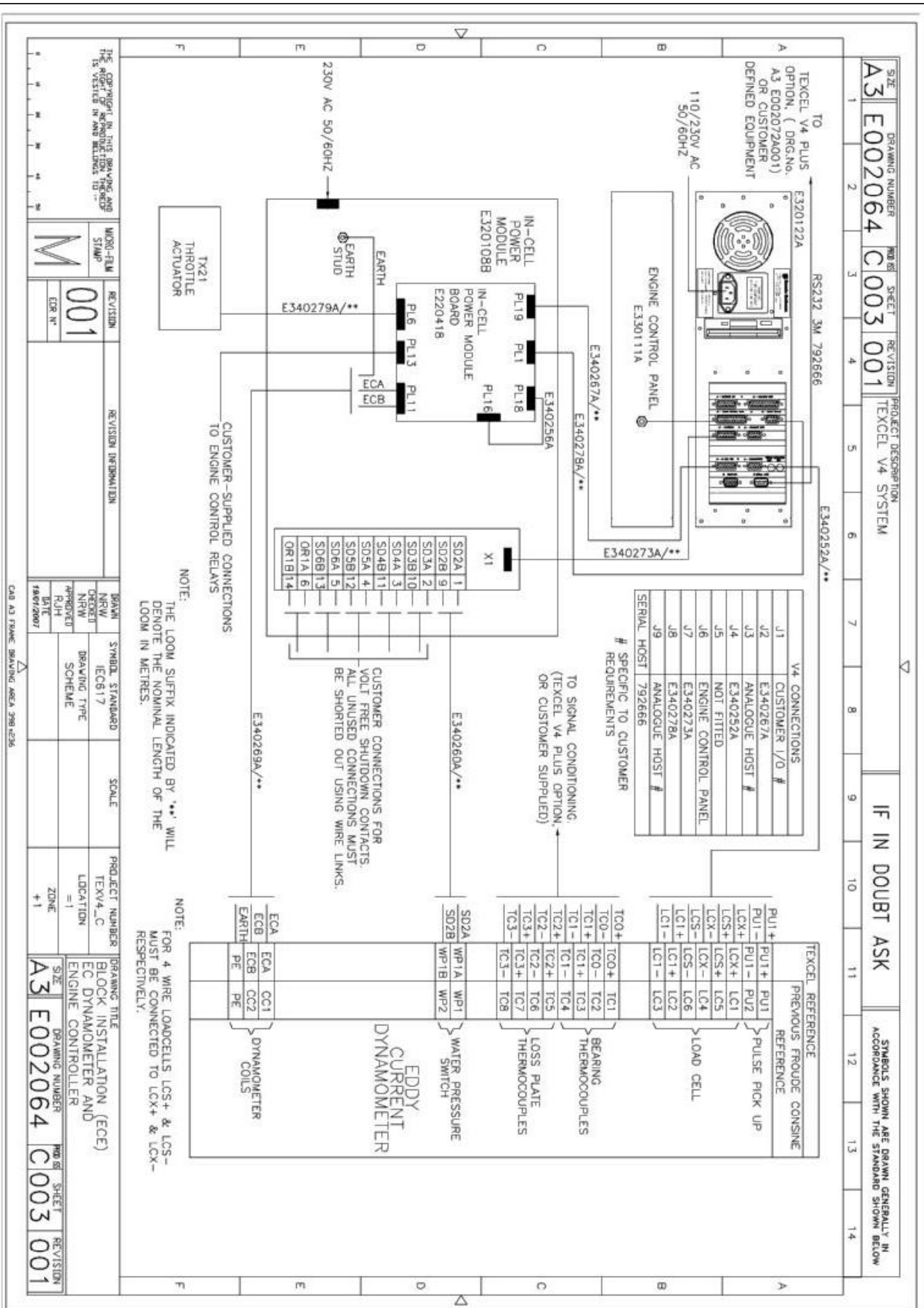
Kaasuläpän ulkopuolinen ohjaus tapahtuu 9-napaisen D-liittimen J9 kautta, joka näkyy seuraavassa kuvassa.

LIITE 3 4(4)



J9 liittimen pinnit.

-TH DEM & +TH DEM = Kaasuläpän analoginen ohjausarvo, erojännite max $\pm 10V$



SIZE: A3
 DRAWING NUMBER: E002064
 SHEET: C 003
 REVISION: 001
 PROJECT DESCRIPTION: TEXCEL V4 SYSTEM
 IF IN DOUBT ASK
 SYMBOLS SHOWN ARE DRAWN GENERALLY IN ACCORDANCE WITH THE STANDARD SHOWN BELOW

THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY IS TO VERIFY THE CORRECTNESS OF THE INFORMATION PROVIDED IN THIS DRAWING AND TO VERIFY THE INFORMATION IN THE DRAWING IS VESTED IN AND BELONGS TO THE CUSTOMER.

WIPAC-FIM STAMP: 001
 REVISION: 001
 ECR N°: 186/2007

BRANCH: NRM/CRESET NRM/CRESET APPROVED: RJH DATE: 18/01/2007

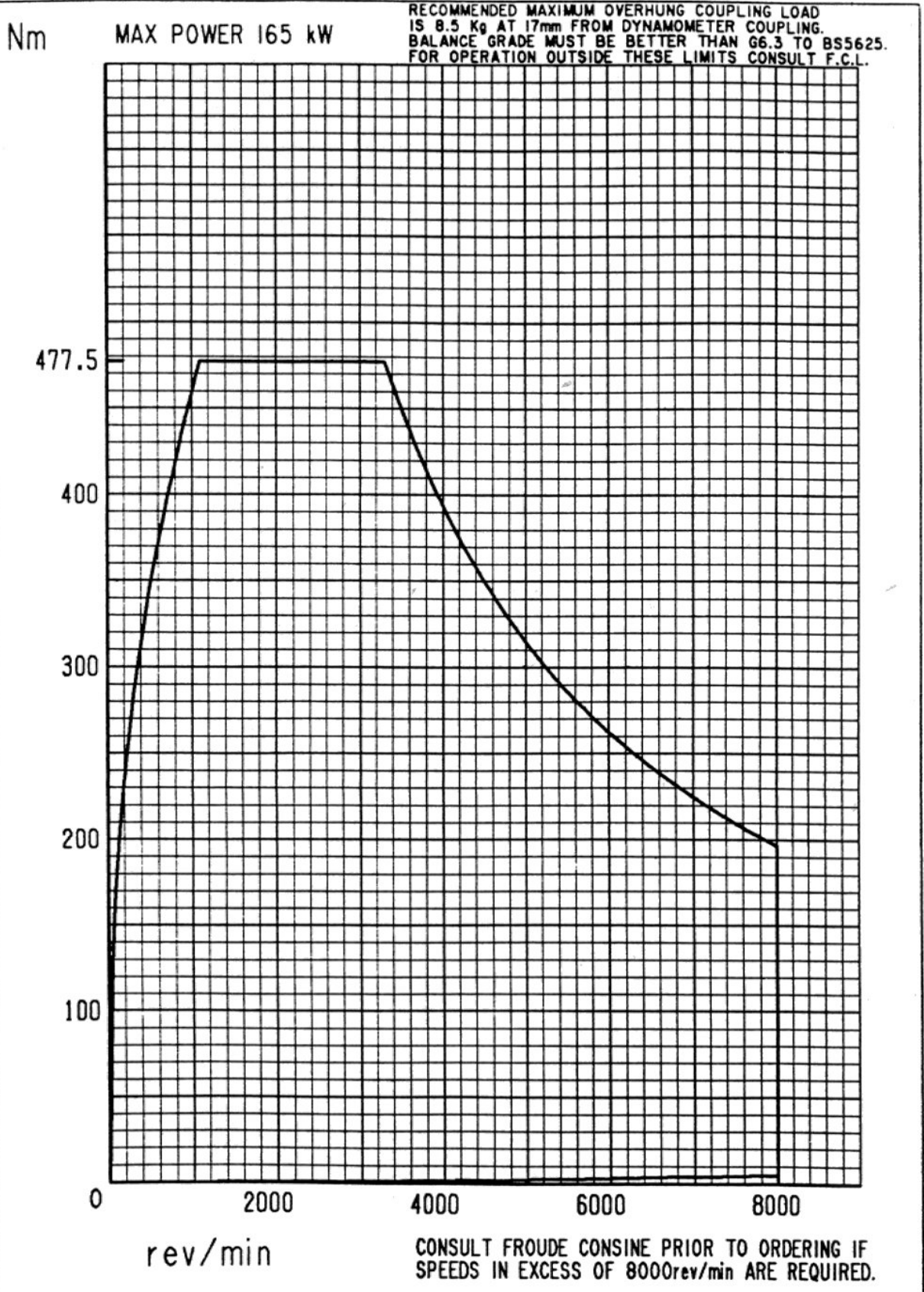
SYMBOL STANDARD: IEC617
 DRAWING TYPE: SCHEME

SCALE: PROJECT NUMBER: TEXV4_C LOCATION: =1 ZONE: +1

DRAWING TITLE: BLOCK INSTALLATION (ECE) EC DYNAMOMETER AND ENGINE CONTROLLER

SIZE: A3
 DRAWING NUMBER: E002064
 SHEET: C 003
 REVISION: 001

CAB A3 FRAME BRAYING AREA 398x236



FROUDE EDDY CURRENT DYNAMOMETER
E.C.38TD
TORQUE CAPACITY DIAGRAM SI.UNITS

CURVE NO. 000191 C 4 04		
OF SHT 04		
STANDARD	DATE	06:85
DRAWN CJW	APP'D	KMA

6.0 TECHNICAL DATA

Power Requirements

Controller : 230V / 110V $\pm 10\%$ 50Hz / 60Hz (550VA)
 Power Module : 230V $\pm 10\%$ 50Hz / 60Hz (2.8kVA for 10A coil)

Dimensions (h x w x d)

Controller (19 inch rack) : 224mm (5U) x 483mm (19 inch) x 392mm
 Controller (Desk Top Case) (Option) : 263mm x 560mm x 415mm
 Power Module : 500mm x 350mm x 270mm

Environment

Controller : 0-35°C 0-90% RH non-condensing
 Power Module : 0-50°C 0-90% RH non-condensing

Measurement Accuracy

Speed : +/- 1 rpm
 Torque : <0.05% FSD (N.B. System accuracy is dependant on the dynamometer. Better than 0.25% with Froude Hofmann dynamometers.)
 Throttle Position : +/- 0.1%

Dynamometer Interface

Current Drive Circuit : 10A (Higher currents available on request)
 Speed Measurement : Inductive pulse pick-up, 300mV - 48V p-p
 Torque Measurement : 10V load cell bridge (> 120 ohms)

Throttle Actuator Interface

Type : Froude Hofmann HS70 (others available on request)
 Auxiliary Throttle Control Mode : 0-10Vdc

Engine Control Interface

Engine Ignition : Volt free contact
 Engine Crank : Volt free contact
 Glowplug Circuit : Volt free contact
 common ground, 48 Vdc 1A total current max.

Host Interface

Serial Host : RS232C

Analog Host

- demand : 0-10 Vdc (2 off)
- digital input : 12-48 Vdc (7 off, opto-isolated)
- digital output : Volt free contacts (7 off, common ground)
- analog output : 0-10 Vdc (2 off, speed and torque)
- pulse output : 1 Hz/rpm TTL (60 tooth wheel)

Alarm Annunciator

Channels : Six, one with configurable start override timer
 Alarm Active* : Volt free contact, open indicating alarm condition
 Shutdown Demand* : 12-48 Vdc opto-isolated

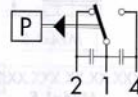
* Alarm active and shutdown demand can be linked to initiate an automatic shutdown



Betriebsanleitung
Mode d'emploi
Instructions

920/924/932
DIFFERENTIAL PRESSURE PRESSOSTAT PD

Elektrischer Anschluss / Connexion électrique / Electrical connection



Mikroschalter als Ein-, Aus- oder Umschalter
anschliessbar
Klemmen 2 - 1:
Bei Druckanstieg Kontakt öffnend
Klemmen 1 - 4:
Bei Druckanstieg Kontakt schliessend

Le micro switch est utilisable comme enclencheur,
déclencheur ou commutateur
Bornes 2 - 1:
Déclenchant avec pression montante
Bornes 1 - 4:
Enclenchant avec pression montante

It is possible to connect the micro switch as a
cut-in, cut-out or change-over switch.
Terminals 2 - 1:
Opening at rise of pressure
Terminals 1 - 4:
Closing at rise of pressure

IP-Schutzart / IP-Protection / IP-Protection

IP65

Anziedrehmoment Druckanschluss / Couple de serrage raccord de pression / Torque moment pressure connection

max. 25Nm

Betriebstemperatur / Température de service / Operating temperature

-25°C ... +85°C

Medientemperatur / Température du fluide / Media temperature

-25°C ... +125°C

Lagertemperatur / Température de stockage / Storage temperature

-40°C ... +85°C

Betriebsdruck / Pression de fonctionnement / Operating pressure

Bereich	-1 ... 6	Druckdifferenz	-0.6 ... 3.4	Überdruck	max. 12
Plage	-1 ... 6	Pressure différentielle	0 ... 4	Surpression	12
Range	-1 ... 8	Differential pressure	0 ... 6	Over pressure	12
	-1 ... 12		1 ... 10		24
[bar]	-1 ... 18	[bar]	1 ... 16	[bar]	24

Druckanschluss / Raccord de la pression / Pressure connection

Standardanschluss R 1/8" Innengewinde
Hochdruckanschluss mit +, Niederdruckanschluss
mit - bezeichnet. Max. Hochdruck = 80% des
Maximaldruckes, welcher auf der Skala ange-
geben ist.

Raccord standard: R 1/8" femelle
Raccord pour la pression supérieure marquée
+, raccord pour la pression inférieure marquée -.
Pression maximale admissible 80% de la valeur
max. indiquée sur l'échelle.

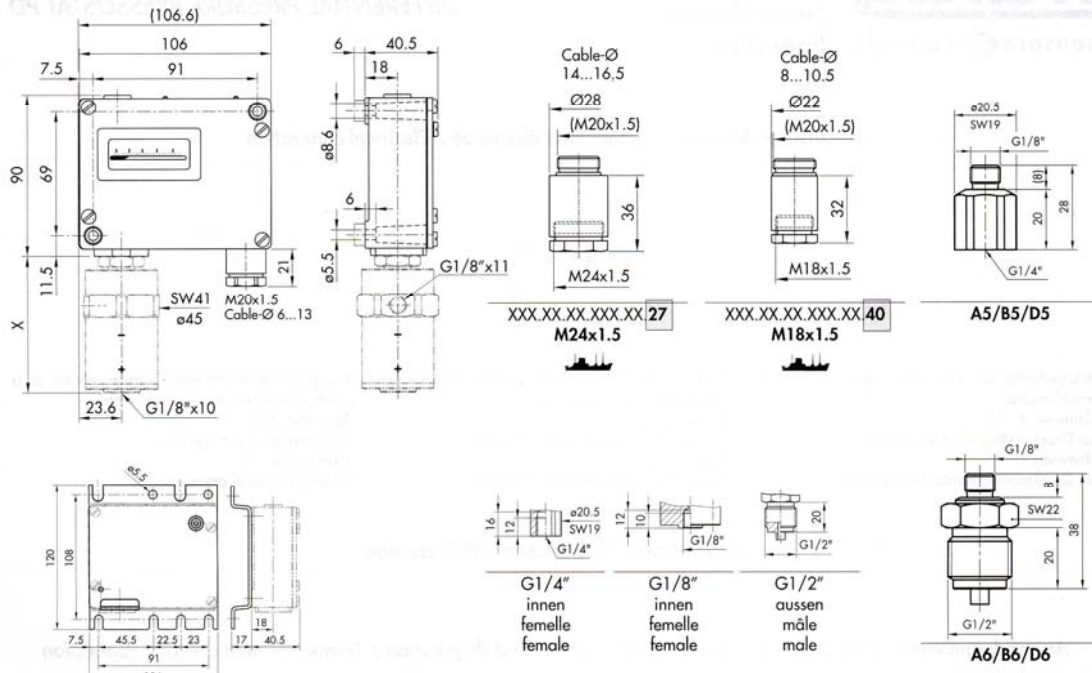
Standard connection: R 1/8" female
High pressure connection marked +
Low pressure connection marked -
Max. pressure = 80% of max. pressure marked
on dial.

Trafag AG
Emil-Staub-Strasse 1
CH-8708 Männedorf

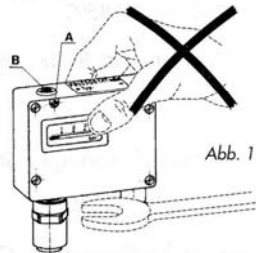
Tel +41 44 922 32 32
Fax +41 44 922 32 33
www.trafag.com



Massbilder / Cotes d'encombrement / Dimensions



Einstellen des Schaltpunktes / Ajustage de seuil / Setpoint adjustment



Die Skalengenauigkeit beträgt $\pm 2\%$ des Bereiches. Das Gerät ist individuell geeicht, so dass sich eine Manometer-Kontrolle erübrigt.

1. Lösen der Arretierschraube (A)
2. Einstellen des oberen Schaltpunktes mit der Bereichsspindel (B)
Der untere Schaltpunkt ergibt sich aus der festliegenden Schaltdifferenz
3. Festziehen der Arretierschraube (A)

La précision de l'échelle est garantie avec $\pm 2\%$ de la gamme. Chaque Pressostat est etalonne individuellement. L'emploi d'un manomètre n'est pas nécessaire.

1. Desserrer le dispositif d'arrêt (A)
2. Régler la valeur de pression supérieure (point de déclenchement) avec la tige filetée (B).
La valeur inférieure de pression (point d'enclenchement) se donne avec le différentiel fixe.
3. Serrer le dispositif d'arrêt (A)

The dial accuracy is $\pm 2\%$ of the range. Every unit is individually calibrated, so a manometer verification is not necessary.

1. Loosen lock screw (A)
2. Adjust upper switching point with range spindle (B)
The lower switching point results from the fixed switch differential
3. Tighten lock screw (A)

Montage / Montage / Installation

Beim Anschliessen, Verdrehen des Druckfuhlers durch Gegenhalten unbedingt vermeiden (Abb. 1).

En raccordant il faut eviter que la prise de pression ne tourne. Il faut agir en sens inverse à l'aide d'une clef (Abb. 1).

When mounting the pressure switch do not counterhold the torque of the wrench by holding the case (Abb. 1).

Valmiit johdot

E320252A = Ohjausyksikön liittimen J4 ja dynamometrin riviliittimen välinen johto.

- Vihreä LCX+
- Valkoinen LCX-
- Keltainen LCS+
- Musta LCS-
- Ruskea LC1+
- Violetti LC1-
- Punainen PU1+
- Sininen PU-

E340266A (Moottorin releiden ohjaus) = Ohjausyksikön liittimen J8 ja virtalähteen PL1 liittimen välinen johto

E340267A (Analogiaviestit) = Ohjausyksikön liittimen J2 ja virtalähteen PL19 liittimen välinen johto

E340273A (Sammutustulot) = Ohjausyksikön liittimen J7 ja virtalähteen X1 liittimen välinen johto.

E340279A = Virtalähteen liittimen PL6 ja kaasuläpän ohjaimen välinen johto

- Keltainen SF1W
- Sininen SF1R
- Musta TMB
- Punainen SF1X
- Ruskea TMA

E340260A (Jäähdytysveden paineanturi) = Virtalähteen liittimien SD2A ja SD2B sekä dynamometrin riviliittimen paikkojen WP1 ja WP2 välinen johto.

- Sininen SD2B
- Ruskea SD2A

LIITE 8 2(2)

E340269A (Käämien virta) = Virtalähteen liittimen PL11 paikkojen ECA ja ECB ja dynamometrin riviliittimen käämien paikkojen välinen johto.

- Sininen ECB
- Ruskea ECA

wexon

LTW12

ASENNUS JA KÄYTTÖOHJEET.

Ennen kuin asennat tämän tuotteen, lue nämä ohjeet huolellisesti varmistaaksesi tuotteen toiminnan ja turvallisuuden

1. ASENNUS

1.1. LTW12 on kooltaan 77x35x77 mm (LxKxS). Tuote asennetaan 71x29 mm reijästä paneliin ja lukitaan kiinnikkeillä jotka sisältyvät toimitukseen. Kumitiiviste tulee asettaa kehysten ja panelin väliin. Varmista että tiiviste asettuu kunnolla varmistaaksesi tiiviyden.

1.2. Tuote tulee käyttää ympäristön lämpötilan ollessa -10°...+50°C ja suhteellisen kosteuden 15%...80% välillä. Vähentääksesi elektromagneettisia häiriöitä, varmista että anturi ja signaalijohtimet ovat hyvin eristetty sähköjohtimista.

1.3. Käyttöjännite, kytkentätehot ja sähköiset kytkennät tulee olla tehty tuotteessa olevan ohjeiden mukaisesti. Mikäli anturissa on suojajavippa, se on maadoitettava metallirakenteen läpi. Virtalähteenä tulisi käyttää muuntajaa mallia TRxx

HUOM: Mikäli releet kytkevät useasti isoa kuormaa, on suositeltavaa kysyä tuotteen toimittajalta arvio vaihtokostettimien eliniästä. Aina kun tavaraa varastoidaan ankarissa olosuhteissa tai tavara on hyvin arvokasta on suositeltavaa käyttää toista instrumenttia joka voi varoittaa tai aktivoida toimintahäiriön sattuessa.

2. PERUSASETUKSET

Säädin mukautetaan säätöjärjestelmään ohjelmoimalla asetusvalikosta soveltuvat kokoonpanoparametrit. Säädin toimitetaan yleisillä "tehdasasetuksilla", ennen käyttöönottoa on varmistettava että parametrit ovat oikein Perusasetuksiin päästään painamalla peräkkäin näppäimet **▼** + **⏏** + **▲** mainitussa järjestyksessä ja pidettävä ne painettuna yhtäaikaaisesti 3 sekuntia. Käytössä olevat parametrit näet TAULUKKO1 :ssä alla.

Käytä näppäimet **▲** / **▼** siirtyäksesi yhdestä parametrin seuraavaan/edelliseen. Painamalla näppäintä **⏏** parametriin ohjelmoitu arvo ilmestyy näyttöön, muuttaaksesi arvoa, paina samanaikaisesti **⏏** + **▲** or **▼**. Paina näppäintä **⏏** poistuaksesi valikosta ; jos mitään näppäintä ei paineta 30 sekunnin aikana, poistutaan automaattisesti valikosta.

Asetusarvo **1SP**, viittaen ulostulo 1, on myös nähtävissä ja asetettavissa normaalin käytön aikana painamalla **⏏** + **▲** or **▼**. Mikäli näppäimen **⏏** lukitus on pois päältä (**LOC=Off**), on asetusarvo/kytkentäero **2SP/2DF** joka viittaa ulostulo 2 myöskin nähtävissä ja asetettavissa normaalin käytön aikana painamalla **⏏** + **▲** or **▼**. Kummatkin asetusarvot pysyvät joka tapauksessa raja-arvojen **SPL** ja **SPH** sisällä.

SCL	C0.1/C01/F01	Asteikko	2DF	-150...150 [°]	Lämpötilaero as.arvo 2 vastaan as.arvo 1
SPL	-199...SPH[°]	Minimi lämpötilan asetusarvo	2OM	FRE/BND	Ulostulokanavien toiminta
SPH	SPL...999[°]	Maksimi lämpötilan asetusarvo	2Y	HY/PID/ALR	Säätötoiminto ulostulokanava 2
1SP	SPL...SPH [°]	Voimassaoleva asetusarvo ulostulokanava 1	2HY	...199 [°]	Koskettimen kytkentäero ulostulokanava 2
1Y	HY/PID	Säätötoiminto ulostulokanava 1	2PB	-199...199 [°]	P-alue ulostulokanava 1
1HY	-199...199 [°]	Koskettimen kytkentäero ulostulokanava 1	2IT	0...999 [s]	Integrointiaika ulostulokanava 2
1PB	-199...199 [°]	P-alue ulostulokanava 1	2DT	0...999 [s]	Derivointiaika ulostulokanava 2
1IT	0...999 [s]	Integrointiaika ulostulokanava 1	2AR	0...100%	Integrointiajan kuitaus viitaten Pb2
1DT	0...999 [s]	Derivointiaika ulostulokanava 1	2CT	0...255 [s]	Aikajakso ulostulokanava 2
1AR	0...100%	Integrointiajan kuitaus viitaten Pb1	2PF	ON/OFF	ulostulokanava 2 toiminto anturivian sattuessa
1CT	0...255 [s]	Aikajakso ulostulokanava 1	LOC	YES/NO	Näppäimen ⏏ lukitus
1PF	ON/OFF	ulostulokanava 1 toiminto anturivian sattuessa	SIM	0...100	Näytön hidastus
2CM	ABS/REL	Säätötoiminto ulostulokanava 2	OS1	-150...150[°]	Anturin tarkistussäätö
2SP	SPL...SPH [°]	Voimassaoleva asetusarvo ulostulokanava 2	ADR	0...255	Ohesilaitteen osoite

TAULUKKO 1

3. NÄYTÖT

Noin kolmen sekunnin aikana kytkettyäsi laitteen, näytössä on näkyvä \square (automaattinen itsetarkistus). Tämän jälkeinen näyttö on riippuvainen termostaatin toimintatilasta. TAULUKKO 1 selvittää eri toimintatilojen lukemat.

Lämpötila-anturin antama vastusarvo prosessoidaan vastamaan todellista lämpötila-arvoa. Tästä syystä voi olla tarpeen korjata näyttöarvoa kiinteällä muutosarvolla, muutos tehdään asetuskohtassa **OS1** joka annetaan arvona muu kuin nolla, ja skaalaus määritellään asetuksessa **SCL**: jossa **SCL=C0.1** määrittää erotukseksi kymmenesosa asteita alueella -19.9...99.9°C; ja **SCL=C01** tai **F01** määrittää erotukseksi joko Celsius tai Fahrenheit asteita.

Ennen oloarvon näyttämistä, lämpötila-arvo prosessoidaan erillisen algoritmin kautta, joka simuloi lämpötilaa suhteessa **SIM** arvoon; lopputuloksena on tasainen näyttö. Prior to display, the temperature is processed by a special algorithm, which allows the simulation of a thermal mass directly proportional to the **SIM** value; the resulting effect is a reduction in the oscillation of the displayed value.

Vaihtokoskettimien kytkentätila on näkyvissä panelin ledipisteissä.

HUOMIO: Muutettaessa näytön skaalausta toiminnolla **SCL**, on parametrit jotka ovat tekemisessä absoluuttisen (**1SP**, **2SP**, **1Pb**, **2Pb**,...) ja kytkentäeron (**1HY**, **2HY**, **2DF**, ...) lämpötilaan **MUUTETTAVA** uudestaan.

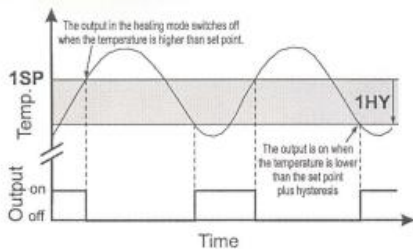
--	Itsetarkistus (3 seconds)	E1	In tuning: timeout 1 error
5.4	Anturi T1 lämpötila	E2	In tuning: timeout 2 error
or	Yläraja ylitys tai T1 toimintahäiriö	E3	In tuning: over range error
Tun / 5.4	Automaattinen kalibrointi		

TAULUKKO 1

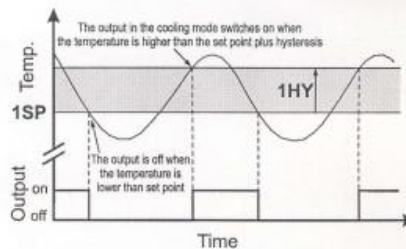
4. ULOSTULOKANAVA 1 TOIMINTA

4.1. Säättötoiminta. Ulostulokanava 1 on ohjelmoitavissa ON/OFF tai PID säädölle: **1Y=HY** tarkoittaa ON/OFF säätöä, **1Y=PID** tarkoittaa PID säätöä.

4.2. ON/OFF säätö. ON/OFF toiminnossa toiminto on PÄÄLLÄ tai POIS suhteessa mitattuun lämpötilaan, asetusarvoon (**1SP**) ja kytkentäeroon (**1HY**). Suurentamalla kytkentäeron arvoa vähentää kytkentöjen määrää, kun taas pienentämällä arvoa antaa tarkemman säädön. Ohjatakseksi lämmitystä aseta tähän kohtaan (**1HY**) negatiivinen arvo (katso kuva 1) ; vastaavasti aseta positiivinen arvo ohjatakseksi jäähdtytystä (kuva 2). Mikäli **1HY=0** ulostulo on pysyvästi pois päältä. Kytkennän jälkeen kosketin pysyy uudessa asennossa vähintään sen ajan joka on asetettu kohtaan **1CT** lämpötilan muutoksista huolimatta.



Kuva 1 ON/OFF säätö lämmitystoiminnossa

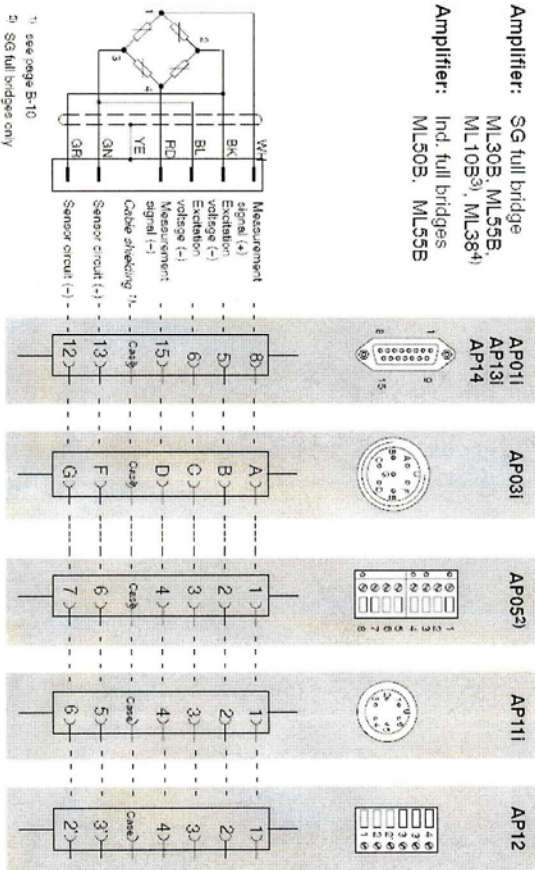


Kuva 2 ON/OFF säätö jäähdtystoiminnossa

4.2 Strain gage full bridges, inductive full bridges

Amplifier: SG full bridge
ML30B, ML55B,
ML10B³⁾, ML38⁴⁾

Amplifier: Ind. full bridges
ML50B, ML55B



The AP05 connection board is used for connecting transducers that are operated in potentially explosive atmospheres via an intrinsically safe circuit EEx (ib). Three safety barriers (integrated into the connection board) separate the intrinsically safe and the non-intrinsically safe circuits. For more details on connecting transducers in Ex-areas see the HBM brochure on "Sicherheitsbarrieren SD01" SD01 safety barriers.