

Reijo Heikura

PAINE- JA LÄMPÖTESTAUKSEN KEHITTÄMINEN ANTURITESTAUKSESSA

Insinöörityö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Elektroniikan tuotantotekniikan

koulutusohjelma

Syksy 2002



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

INSINÖÖRITYÖ TIIVISTELMÄ

| | |
|---|--|
| Ala Tekniikka | Koulutusohjelma Elektroniikan tuotantotekniikka |
| Tekijä(t) Reijo Heikura | |
| Työn nimi Paine- ja lämpötestauksen kehittäminen anturitestauksessa | |
| Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Elektroniikan tuotantotekniikka | Ohjaaja(t) Mikko Heikkinen, Jukka Piirainen |
| Aika 08.09.2002 | Sivumäärä 33+16 |
| Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Metso Field Systems Oy:n in-line-antureiden paine- ja lämpötestauksen laatua, alentaa testauskustannuksia sekä lisätä testauspahtumaan helppokäyttöisyyttä.</p> <p>Työ jakaantui käytössä olevien testauslaitteiden toiminnan selvittämiseen sekä ohjausjärjestelmän suunnitteluun. Työn alkuosassa käsitellään nykyistä testausjärjestelmää, automatisointia sekä sen toteuttamista ohjelmoitavalla logiikalla jonka jälkeen esitellään suunnittelun tulokset. Lopuksi esitellään ajatuksia järjestelmän kehittämisestä tulevaisuudessa.</p> <p>Työn lopputuloksena on logiikkapohjaisen ohjausjärjestelmän toteuttamiseen tarvittavat komponentit ja logiikkaohjelma. Järjestelmän hankkiminen, käyttöönotto ja sen testaaminen ei ollut mahdollista tämän opinnäytetyön valmistumiseen mennessä. Kuitenkin suunnitellun ohjausjärjestelmän simulointi onnistui logiikkaohjelmassa olevalla työkalulla.</p> | |
| Luottamuksellisuus | Ei |
| Hakusanat | Painetestaus, lämpötestaus, logiikka-ohjaus |
| Säilytyspaikka | Kajaanin AMK |



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

Kajaani Polytechnic

**ABSTRACT
FINAL YEAR PROJECT**

| | |
|---|---|
| Faculty Faculty of Engineering | Degree programme Production Engineering |
| Author(s) Reijo Heikura | |
| Title Development of Pressure and Temperature Testing for In-Line-Sensors | |
| Optional professional studies Production Engineering | Instructor(s) / Supervisor(s) Mikko Heikkinen, Jukka Piirainen |
| Date 08.09.2002 | Total number of pages 33 + 16 |
| Abstract <p>The final year project was done for Metso Field Systems Oy, Kajaani. The purpose of the project was to develop the quality of pressure and temperature testing, decrease the costs of testing and increase user-friendliness.</p> <p>The project was carried out in two parts, the investigation of the current methods and devices and the planning of a control system. The project begins with the description of the current testing system, continues with a general presentation of automization and the execution with a logic controller. Finally, the result section contains some ideas for the future development of the system.</p> <p>The result of the project is a control system based on a programmable logic and the logic program. Because the purchasing and building of this system were not completed in this project, the start-up and testing could not be verified in a real environment. However, the simulation of the control system succeeded with a logic program tool. The project was carried out in the required timetable.</p> | |
| Confidential No | |
| Keywords Pressure testing, temperature testing, programmable logic controlling | |
| Deposited at Kajaani Polytechnic | |

ALKUSANAT

Insinöörityö on tehty Metso Field Systems Oy:n toimeksiannosta kesällä 2002. Työn tekeminen on ollut mielenkiintoista ja erittäin haastavaa. Haluan kiittää työn valvojana toiminutta Mikko Heikkistä saamastani ohjauksesta sekä neuvoista työn aikana. Lisäksi haluan kiittää kaikkia niitä Metso Field Systems Oy:n henkilöitä, jotka omalta osaltaan auttoivat minua tämän työn suorittamisessa antamalla paljon työhön liittyvää arvokasta tietoa. Erityisesti haluan kiittää Juha Vainikaista sekä Jukka Piiraista heidän panoksestaan.

Suuri kiitos myös perheelleni, joka on kärsivällisesti tukenut minua työni valmistumisessa.

Kajaanissa 08.09.2002

Reijo Heikura

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO JA TAVOITTEET | 6 |
| 2 AUTOMAATIO JA AUTOMATISOINTI | 10 |
| 3 AUTOMATISOINTI OHJELMOITAVALLA LOGIIKALLA..... | 11 |
| 4 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT | 12 |
| 4.1 Logiikan rakenne | 13 |
| 4.2 Ohjelmointi | 18 |
| 4.3 Logiikan toiminta..... | 18 |
| 4.4 Logiikan valinta..... | 19 |
| 5 MITSUBISHI ALPHA XL -LOGIikka | 20 |
| 5.1 Ohjelmointi | 20 |
| 5.2 Ohjelmoinnissa käytettävät toimintalohkot..... | 21 |
| 6 PAINETESTAUKSEN KEHITTÄMINEN ANTURITESTAUKSESSA | 23 |
| 6.1 Lähtökohta..... | 23 |
| 6.2 Esiselvitykset..... | 23 |
| 6.3 Suunnittelu | 25 |
| 6.4 Komponenttivalinnat | 26 |
| 6.5 Logiikan ohjelmointi | 27 |
| 7 TULOKSET JA JATKOKEHITYS..... | 29 |
| 8 YHTEENVETO | 31 |

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

1 JOHDANTO JA TAVOITTEET

Nykyinen kilpailun kiristyminen metsäteollisuuden yrityksillä ja niille mittaus- ja ohjauslaitteita valmistavilla yrityksillä lisää tarvetta toimintojen tehostamiseen. Tämän johdosta testausjärjestelmien kehittäminen on yksi osa-alue, jota parantamalla tehostetaan työajan käyttöä ja valmistuksen laatua sekä saadaan työn tekeminen henkilöstölle mielekkäämmäksi.

Metso Field Systems Oy Kajaanin tehtaalla valmistettavien In-line-antureiden testaukseen kuuluu yhtenä osana niiden mittauspään tiiviiden varmistaminen. Tämä tapahtuu nykyään manuaalisella testausjärjestelmällä, jossa testaaja asettaa testattavan anturin testeriin ja suorittaa käsin alkuvalmistelut. Nämä vaiheet ovat yksinkertaisia ja tekijää sitovia sen sijaan, että hän voisi tehdä vaativampia työvaiheita.

Lisäksi nykyinen testausmenetelmä vaatii jatkuvaa seuranta-aikaa testauksen aikana, eikä ohjeiden mukainen testaus ole ollut mahdollista esimerkiksi viikonloppuisin.

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena kehittää in-line-antureiden paine- ja lämpötestausta sekä parantaa testauksen luotettavuutta ja laatua automatisoimalla nykyiset testarit. Tämä kuitenkin niin, että investointikustannukset olisivat kohtuulliset.

Metso Field Systems (Kajaani)

Metso Field Systems Oy on Kajaanissa toimiva metsäteollisuuden mittaus- ja ohjauslaitteita valmistava yritys. Yritys kuuluu Metso Oyj:n Automation-ryhmään, jonka liikevaihto vuonna 2001 oli 693 miljoonaa euroa. Muita Metso Automation -yksikön toimintoja Kajaanissa ovat Metso Paper Automation ja Metso Endress + Hauser Oy. Yritys työllistää Kajaanissa noin 160 henkilöä.

Yrityksellä on Kajaanissa pitkät perinteet, sillä se perustettiin jo 1970 silloisen Kajaani Oy:n toimesta. Alkuvaiheessa tuotevalinta kohdistui opetusvälineisiin, teollisuuden prosessilaitteisiin ja audiotekniikkaan, joista sitten alkoi menestystarina metsäteollisuuden mittalaitteiden valmistajana.

Nykyään Kajaani-tuotebrandi on tunnettu ja tunnustettu ympäri maailman. Yrityksellä on tytäryhtiöitä kaikissa tärkeissä paperi- ja selluteollisuuden maissa, esimerkiksi Saksassa, Yhdysvalloissa, Kanadassa, Japanissa, Brasiliassa ja Ruotsissa.

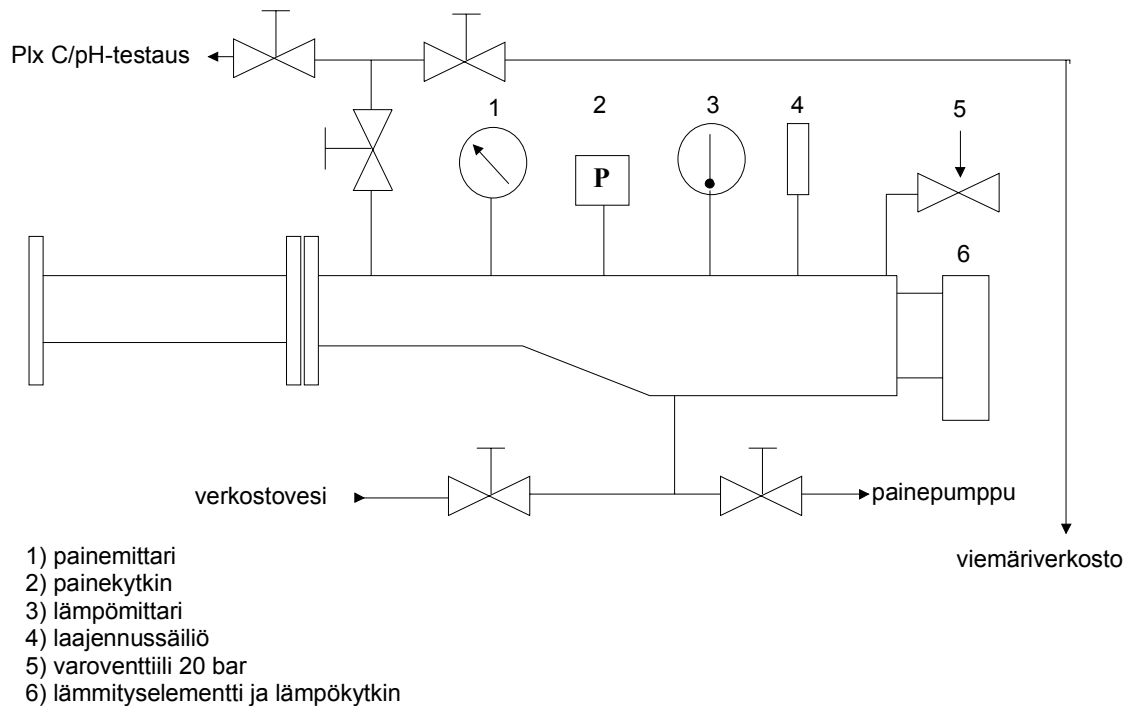
Toiminnan laadusta on osoituksena Det Norske Veritaksen myöntämä kansainvälinen ISO 9001 -laatusertifikaatti.

Paine- ja lämpötestauslaitteen kuvaus ja toiminta

Testauslaitetta käytetään in-line-antureiden paine- ja lämpötestaukseen. In-line-anturi on instrumentti, joka liitetään prosessiputkeen mittaamaan esimerkiksi vaaleutta, lämpötilaa tai kemikaalijäännöstä. Jokaiselle uudelle tai huollettavalle in-line-anturille suoritetaan paine- ja lämpötestaus. Testaamisella varmistutaan siitä, että anturia käytettäessä prosessiolosuhteissa ei nestevuotoja anturiputken sisälle pääsisi tapahtumaan ja että sen elektroniikka ja optiikka toimivat suunnitellusti. In-line-antureita on Kajaanissa valmistettu jo 1970-luvulta lähtien, ja nykyinen anturisukupolvi on jo neljäs.

Nykyiseen testauslaitteeseen, joka on esitetty kuvassa 1, kuuluu painetestaussäiliö, manuaalisulkuventtiilejä ja manuaalipainepumppu. Tällaisia testauslaitteita on Kajaanin tehtaalla 2 kpl.

Painetestaussäiliöön on kiinnitetty painemittari, painekytin, lämpömittari, laajennussäiliö, varoventtiili, lämmityselementti, varoventtiili sekä lämpökytkin.



Kuva 1. Nykyinen paine- ja lämpötestauslaite

Metso Field Systems Oy Kajaanin tehtaalla valmistettavia ja huollettavia testaustavaltaan toisistaan poikkeavia in-line-antureita on kolmea eri tyyppiä; Cormec, Polarox ja Polarox pH. Testaustavat on esitetty taulukossa 2.

Cormec-anturin testausaika on 4 tuntia, jolloin testerin paine on 16 bar ja lämpötila +90 °C. Polarox-anturin testausaika on myös 4 tuntia, mutta testaus jakaantuu 2 tunnin kuumatestiin, paine 16 bar ja lämpötila +90 °C, ja 2 tunnin kylmätestiin, paine 16 bar ja lämpötila sama kuin verkostoveden. Kuumatestin jälkeen anturi tulee jäähdyttää juoksuttamalla painesäiliön kautta verkostovettä yhtäjaksoisesti 15 minuuttia.

Polarox pH:n testaus suoritetaan kuten Polarox-anturin, mutta nyt testaukseen otetaan mukaan pH-näytteenotin muuttamalla veden kierto näytteenottimen kautta.

Taulukko 2. Antureiden testausprosessit

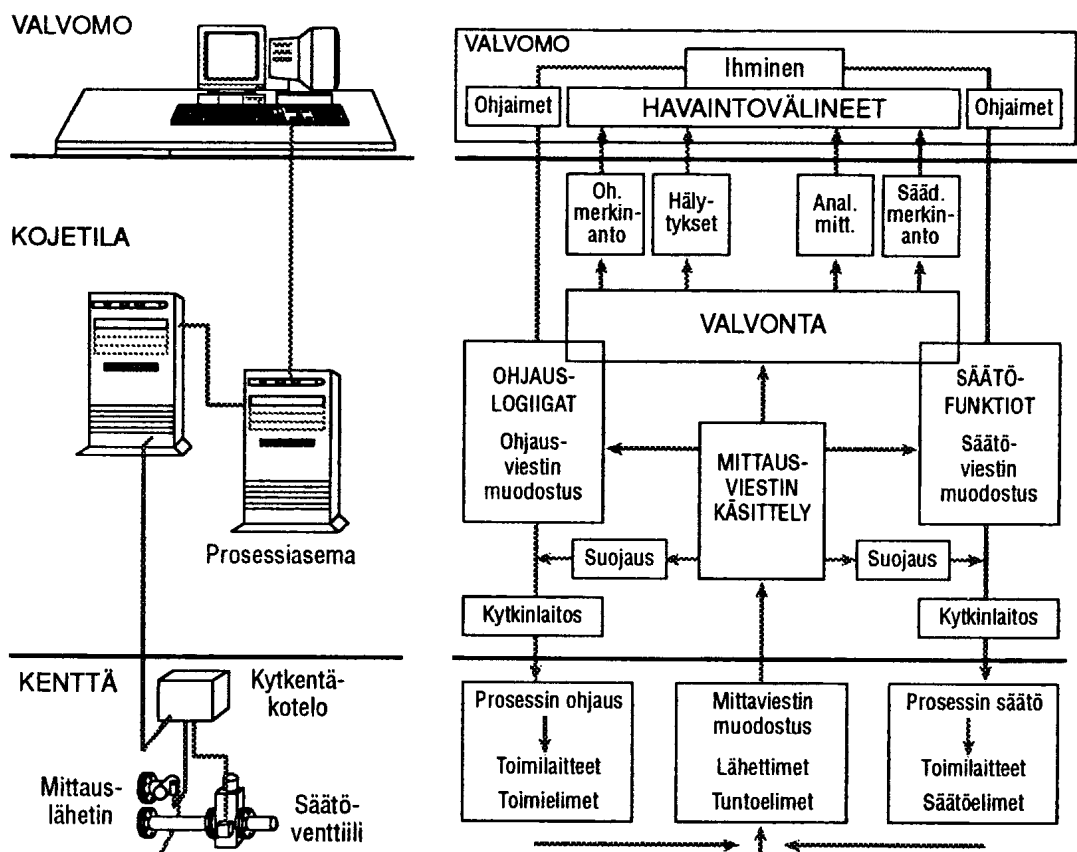
| Testivaihe | Cormec | Polarox | Polarox pH |
|------------|---|---|---|
| 1. | Anturin kiinnitys testauslaitteeseen | Anturin kiinnitys testauslaitteeseen | Anturin kiinnitys testauslaitteeseen |
| 2. | Lämmitys päälle | Lämmitys päälle | Lämmitys päälle |
| 3. | Testauslaitteen vesitilan täyttö (Cmc-Plx -kierto) | Testauslaitteen vesitilan täyttö (Cmc-Plx -kierto) | Testauslaitteen vesitilan täyttö (pH-kierto) |
| 4. | Paineen säätö 16 bar (alennus viemäriventtiilillä, korotus käsi-pumpulla) | Paineen säätö 16 bar (alennus viemäriventtiilillä, korotus käsi-pumpulla) | Paineen säätö 16 bar (alennus viemäriventtiilillä, korotus käsi-pumpulla) |
| 5. | Kun lpt +90 °C ja paine 16 bar >>>4 h testi alkaa | Kun lpt +90 °C ja paine 16 bar >>>2 h testi alkaa | Kun lpt +90 °C ja paine 16 bar >>>2 h testi alkaa |
| 6. | 4 h:n jälkeen testi päättynyt | 2 h:n jälkeen testauslaitteen jäähdytys (15 min.) | 2 h:n jälkeen testauslaitteen jäähdytys (15 min.) |
| 7. | | Vesitilan täyttö | Vesitilan täyttö |
| 8. | | Paineen säätö 16 bar (alennus viemäriventtiilillä, korotus käsi-pumpulla) | Paineen säätö 16 bar (alennus viemäriventtiilillä, korotus käsi-pumpulla) |
| 9. | | Kun paine 16 bar >>>2 h testi alkaa, paineen pito käsipumpulla | Kun paine 16 bar >>>2 h testi alkaa, paineen pito käsipumpulla |
| 10. | | 2 h:n jälkeen testi päättynyt | 2 h:n jälkeen testi päättynyt |

2 AUTOMAATIO JA AUTOMATISOINTI

”Automaatiolla tarkoitetaan automaattisten tuotantolaitteiden ja –laitosten suunnittelua ja toteuttamista sekä pitkälle automatisoitujen koneiden ja tuotantolinjojen käyttöä” [1, s. 7].

Automatisoinnin tarkoituksena on saada jokin työprosessi tai sen vaihe toimimaan itsetoimivasti eli automaattisesti ilman käyttäjän jatkuvaa valvontaa ja puuttumista prosessin kulkuun.

”Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan perinteisesti kaikkia niitä laitteita, joilla ihminen valvoo ja ohjaa prosessia” [1, s. 9]. Kuvassa 3 kuvataan automaatiojärjestelmän rakennetta ja sen tehtäviä.



Kuva 3. Automaatiojärjestelmän rakenne [1, s. 9]

3 AUTOMATISOINTI OHJELMOITAVALLA LOGIIKALLA

Automatisoinnin tavoitteena on saada prosessi tai sen osa toimimaan itsenäisesti ilman käyttäjän jatkuvaa valvontaa ja puuttumista prosessin toimintaan.

Jotta päästäisiin haluttuun tavoitteeseen, on ensimmäisenä vaiheena hyvä suunnittelu. Riippumatta tehtävän koosta automatisoijan täytyy ymmärtää automatisoitava prosessi ja tehtävän tavoite.

Tietojen systemaattinen kerääminen, dokumentointi sekä jakaminen automatisointiprojektin henkilöiden kanssa on edellytys työn onnistumiselle. Suunnittelun tehtävänä on erityisesti selvittää prosessin kannalta kriittiset tekijät, jotta valittaessa komponentteja järjestelmään päästään onnistuneeseen lopputulokseen. Muuten riskinä on aikataulujen venyminen, kustannusarvioiden pettäminen ja haluttujen prosessitavoitteiden muuttuminen huonommiksi tai jopa mahdottomiksi.

Ohjelmistosuunnittelun lähtökohtana on tieto prosessista, siinä olevista antureista, toimilaitteista ja muista ohjelmoinnin kannalta kriittisistä tekijöistä. Täytyy pystyä myös huomioimaan tulevaisuuden tarpeet ja muutokset kohteissa, jotka esimerkiksi voivat aiheuttaa myöhemmin muutoksia laitevalintoihin. Jotta voitaisiin tehdä myöhemmin muutoksia ja korjauksia ohjelmistoon, on ohjelmistodokumentointi ehdoton edellytys.

4 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessorilla varustettu laite, joka ohjaa ja säättää koneiden ja prosessien toimintoja siihen kirjoitetun logiikkaohjelman avulla. Siihen liitetyt kytkimet, koskettimet ja anturit välittävät tietoja laitteiden toimintatiloista ja prosessien mittauservoista. Näihin tietoihin perustuen logiikkaohjelma ohjaa mm. releitä, merkkilamppuja, magneettiventtiileitä, moottoreita ja työsylintereitä.

Ohjelmoitavan logiikan englanninkielinen nimi, programmable controller, tarkoittaa sanatarkasti ohjelmoitavaa säädintä, mutta toiminnoiltaan se on säädintä monipuolisempi ohjelmoitava ohjausjärjestelmä [2, s. 5]. Voidaankin sanoa, että ohjelmoitavat logiikat ovat yleisimpiä ohjauslaitteita.

Logiikalla voidaan toteuttaa sekä kriteeriohjausta että askeltavaa ohjausta. Kriteeriohjauksesta käytetään myös nimitystä kombinaatiologinen ohjaus. Sillä tarkoitetaan tavanomaista ohjausta, jossa työvaiheet eivät seuraa toistuvasti toisiaan vaan toimilaitteita ohjataan pelkästään antureilta saadun informaation perusteella.

Askeltavassa ohjauksessa logiikka huomioi anturin lähettämän informaation lisäksi sen, että ollaan oikeassa askeleessa. Askeltava ohjaus koostuu toisiaan seuraavista askeleista ja siirtoehdoista. Jotta voidaan siirtyä askeleesta toiseen, täytyy siirtoehtojen olla voimassa.

Ohjelmoitavan logiikan käyttö on yleistä ja sen käyttö lisääntyy tulevaisuudessa. Se soveltuu varsinkin toistuvien työjaksojen ohjaukseen, kuten esimerkiksi tuotantolinjat ja erilaiset koneet.

4.1 Logiikan rakenne

Logiikat jaetaan perinteisesti pieniin kompakteihin ja modulaarisiin logiikoihin.

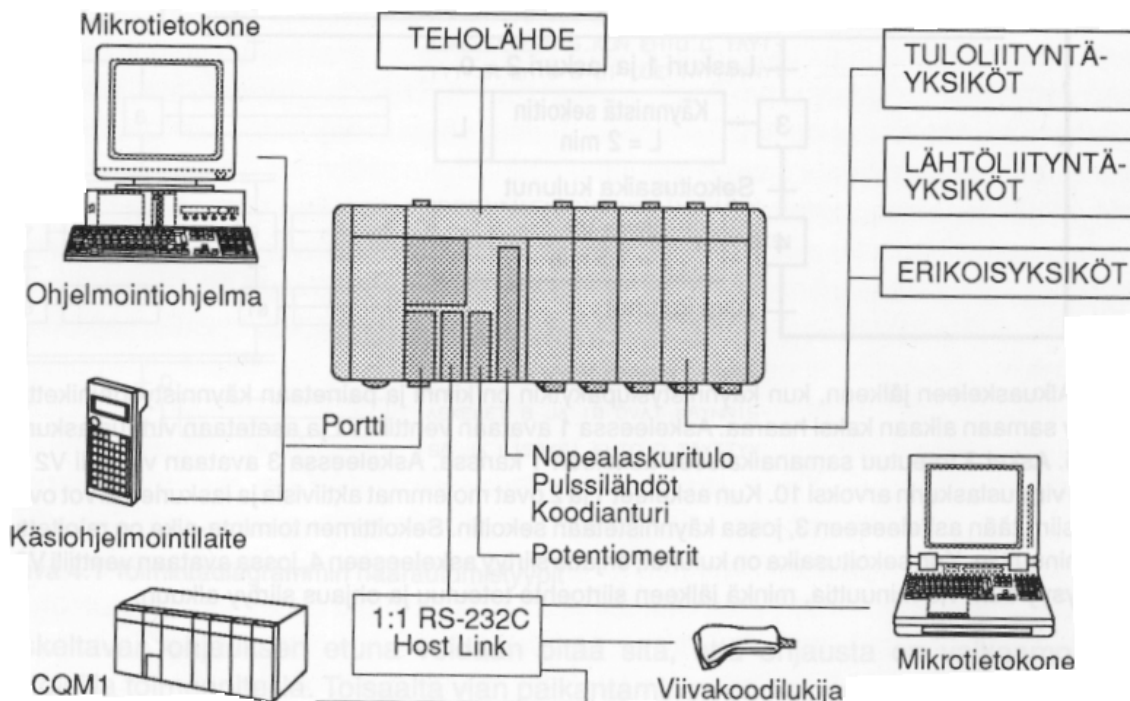
Pienet kompaktit logiikat ovat edullisia, rajallisesti laajennettavia, noin 10...30 tuloa/lähtöä (Input/Output) käsittäviä laitteita. Ne on tarkoitettu yhden pienen koneen ohjaukseen.

Peruslaite voi sisältää I/O:n lisäksi laskurituloja, analogiatuloja ja EIA-232-E (RS-232C)-liitännän. On nähtävissä, että kehityksen suunta on kohti modulaarisia logiikoita, sillä pienet kompaktit logiikat ovat muuttumassa modulaarisiksi.

Modulaarinen logiikka rakentuu jännitelähderyksiköstä, prosessoriyksiköstä ja sovellukseen vaadittavasta määrästä erilaisia I/O-yksiköitä. Yksiköt asennetaan korttikehikoihin tai takalevyihin. Logiikassa voi olla useita kehikoita, joista yhteen mahtuu 3...12 yksikköä.

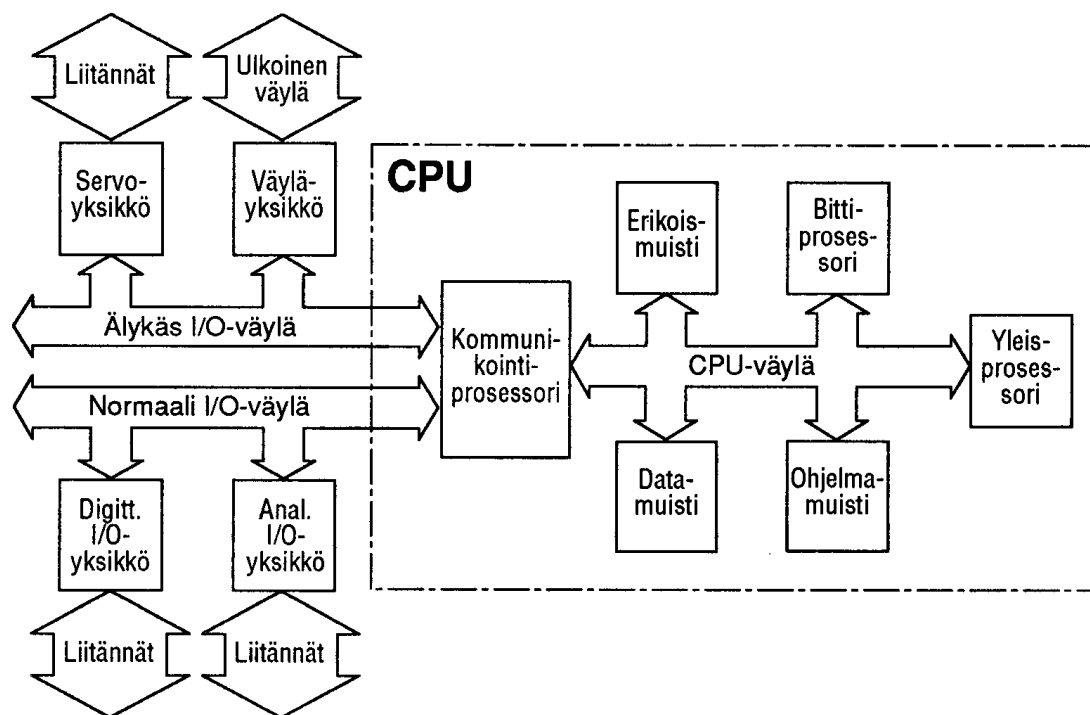
Prossessorikehikon lisäksi tarvittavia kehikoita kutsutaan laajennuskehikoiksi. Laajennuskehikot samoin kuin yksittäiset I/O-kortitkin liittyvät prosessoriin I/O-väylän avulla. I/O-väylät ovat rinnakkaismuotoisia väyliä, ja niiden leveys vaihtelee 8...32 bittiin. Modulaarista logiikkaa käytettäessä suunnittelijalla on mahdollisuus valita logiikan kokoonpano. Modulaariset logiikat ovat useimmiten keskisuuria tai suuria logiikoita.

Modulaarisen logiikan rakenne kuvassa 4.



Kuva 4. Modulaarisen logiikan rakenne

Toisaalta logiikat jaetaan pieniin, keskisuuriin ja suuriin logiikoihin. Jakoperusteena on tällöin logiikan prosessorin kapasiteetti käsitellä I/O:ta. Pienissä logiikoissa I/O-määrä on yleensä alle sadan, kun taas keskisuurissa logiikoissa I/O-maksimimäärä on 100...500 kappaletta. Suuret logiikat pystyvät ohjaamaan useita tuhansia, jopa kymmeniä tuhansia tuloja ja lähtöjä. Pienet logiikat on tarkoitettu yhden koneen ohjaukseen, keskisuuret solun ohjaukseen ja suuret kokonaisen tehtaan ohjaukseen. Voidaan sanoa, että mitä suurempi logiikka on kyseessä, sitä nopeampi se on, ja sitä enemmän siinä on ominaisuuksia. Kuvassa 5 on ohjelmoitavan logiikan perusrakenne.



Kuva 5. Ohjelmoitavan logiikan perusrakenne

Keskusyksikkö

Keskusyksikkö muodostuu prosessorista, muistista ja mahdollisista kommunikointiporsteista. Prosessoreita voi olla useampia ja jokaisella on oma tehtävänsä. Yleisprosessori huolehtii käyttöjärjestelmästä ja sanaoperaatioista. Logiikka-valmistajan oma ASIC-piiri huolehtii bittiooperaatioista, ja kommunikointiprosessori huolehtii keskusyksikön ulkopuolisesta kommunikoinnista.

Teholähde

Tämän yksikön tehtävänä on syöttää logiikan keskusyksikön ja I/O-yksiköiden tarvitsema teho sekä erottaa galvaanisesti logiikan verkosta. Kenttälaitteille liitännät teho ei yleensä riitä, jolloin niitä varten joudutaan hankkimaan erillinen teholaähde. Teholähteen käyttöjännite on yleensä 24 VDC tai 230 VAC.

Tulot

Erillisellä tuloyksiköllä on tehtävänä välittää on/ei-tietoa antureilta keskusyksikölle, toteuttaa galvaaninen erotus, sovittaa anturijännitteet logiikan jännitteeseen ja suojata logikkaa häiriöiltä. Galvaaninen erotus voidaan toteuttaa joko optoerottimella, releellä tai muuntajalla joista optoerottimet ovat yleisimmin käytettyjä.

Lähdöt

Lähtöyksikön tehtävänä on välittää tietoa toimilaitteille, suorittaa galvaaninen erotus ja sovittaa jännitteet logiikan ja toimilaitteiden käyttöön sopiviksi.

Galvaaninen erotus toteutetaan lähtöyksikössä yleisimmin optoerottimen tai releen avulla.

Lähtöyksikön kytkimenä voi toimia joko yleisimmin käytetty rele, transistori tai triakki. Transistorilähdön etuna on sen mekaaninen kulumattomuus mutta haittapuolena taas huono virrankesto eikä sillä voi ohjata kuin 24 VDC:lla toimivia toimilaitteita. Triakilla ohjataan 230 VAC:n laitteita.

Analogiset tulo- ja lähtöyksiköt

Jos on tarvetta analysoida logiikalla analogista signaalia, niin tarvitaan analogista tuloyksikköä. Se suorittaa signaalille AD-muunnoksen, missä se muuttaa esimerkiksi 0...10 V signaalin 16 bittiseksi digitaalisanaksi.

Muunnoksessa käytettävä bittimäärä määrää erottelukyvyn, eli mitä enemmän bittejä on muunnokseen käytettävissä, sitä tarkempi muunnos saadaan. Tyypillisesti yksiköissä käytetään 8...16 bitin muuntimia. Yleensä signaalina tulo- ja lähtökorteissa voidaan käyttää yhtä tai useampaa eri standardiviestiä, joita ovat 0...20 mA, 4...20 mA, 0...5 V, 0...10 V, -5...5V ja -10...10 V.

Nykyään on saatavana jo logiikkamalleja, joissa analogiatulomahdollisuus sisältyy jo peruslogiikkaan eikä kallista tuloyksikköä tarvitse hankkia erikseen.

Muisti

Logiikan muisti jakaantuu muistityyppien mukaisesti jaettaessa RAM-muistiin ja PROM-muistiin. RAM-muistin sisältö tyhjenee, jos logiikka ei saa jännitettä. Tämä vältetään yleensä paristovarmennuksella. PROM-muistit kykenevät pitämään tiedon sisällön muistipaikassa ilman tehonsyöttöä, mutta ne tarvitsevat erillisen polttolaitteen ohjelman tallentamiseen muistipiirille. PROM-muisteihin kuuluva EEPROM-muistin käyttö on lisääntynyt viime aikoina sen helppokäyttöisyyden vuoksi. Sen ohjelmointi voidaan suorittaa logiikassa eikä se näin ollen tarvitse erillistä polttolaitetta.

Logiikan muistia voidaan myös jakaa käyttötarkoituksen perusteella. Tällöin puhutaan logiikan I/O-avaruudesta. Se jakaantuu erilaisiin muistialueisiin, joiden käyttötarkoitus on erilainen. Tällaisia alueita voivat olla esimerkiksi tulo/lähtö, apumuisti, puskuroitu apumuisti, liikennöintimuisti, ajastin- ja laskurimuisti, erikoisapumuisti ja datamuisti alueisiin.

Jokaisen muistipaikan osoitus tapahtuu osoitteen avulla, ja eri valmistajilla on oma tapa määritellä muistialueet ja niiden osoitteet. Joissakin logiikoissa osoite voidaan määrätä dip-kytkimillä ja toisissa osoite määräytyy kortin fyysisen sijainnin mukaan.

Erikoisyksiköt

Erikoisyksiköitä ovat esimerkiksi nopeat laskuritulo-, väylä-, paikoitus- ja säätäjäyksiköt. Usein näitä yksiköitä kutsutaan myös älykkäiksi, koska ne sisältävät oman prosessorin.

4.2 Ohjelmointi

Ohjelmoinnin lähtökohtana on usein ohjauskohteen toiminnasta laadittu toimintakaavio tai sanallinen selvitys halutusta toiminnasta. Näiden tietojen perusteella tehdään logiikkakaaviot, relekaaviot tai toimintadiagrammit, joiden perusteella varsinainen logiikkaohjelma tehdään.

Varsinaiseen kirjoittamiseen voidaan käyttää ohjelmointilaitteita, jotka voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: pieniin käsiohjelmointilaitteisiin, näyttöpäätteellä varustettuihin ohjelmointilaitteisiin ja mikrotietokoneessa toimiviin ohjelmointiohjelmiin. Nykyään on myös pienoilogiikoita, joissa on näyttö ja näppäimistö ohjelman syöttämiseen.

4.3 Logiikan toiminta

Logiikan toiminta perustuu joko pyyhkäisevään tai reaaliaikaiseen toimintaan. Reaaliaikaisessa logiikka lukee tulojen tilat ja asettaa lähtöjen tilamuutokset heti lähtöihin eli vaikutus on nopeampi verrattuna pyyhkäisevään. Toisaalta ohjelmointi voi olla hankalampaa. Pyyhkäisevässä toiminnassa logiikka suorittaa sovellusohjelmaa tietyin väliajoin. Ohjelman suorittaminen kestää yleensä muutamia millisekunteja ja suorituksen aikana tulojen ja lähtöjen tilat eivät muutu vaan logiikka päivittää ne vasta lopuksi. Nykyiset logiikat mahdollistavat molempien tapojen valinnan tai samanaikaisen käytön kuten esimerkiksi kriittiset I/O-käsittelyt tosiaikaisesti ja loput pyyhkäisevästi.

4.4 Logiikan valinta

Logiikan valintaan vaikuttavat ohjattavan kohteen I/O-määrä, suoritettavien toimintojen monimutkaisuus, liitettävien yksiköiden määrä ja tyyppi, logiikan nopeusvaatimus ja hinta. Logiikkaa valittaessa on ensimmäiseksi selvitettävä ohjattavasta laitteesta, paljonko automatisointiin tarvitaan binäärisiä ja analogisia tuloja ja lähtöjä. I/O-määrän perusteella voidaan valita logiikan kokoluokka.

Vaikka nykyisissä logiikoissa käskykanta on hyvin suuri, on syytä myös selvittää monimutkaisten toimintojen toteuttamismahdollisuus. Lisäksi kaikissa malleissa ei ole laajennusmahdollisuutta tai erikoisyksiköitä saatavana, jolloin myös nämä seikat on otettava huomioon.

5 MITSUBISHI ALPHA XL -LOGIIKKA

Mitsubishin Alpha XL -logiikka on pieni kompakti logiikka, jonka ominaisuuksiin kuuluu mm. helppokäyttöisyys, hyvä suorituskyky, edullisuus, helppo ohjelmoitavuus sekä LCD-näyttö. Siitä voi myös lähettää ulos tilatietoja modeemin välityksellä esimerkiksi tekstiviestinä, sähköpostina tai faksina.

Suurimmillaan siihen saa tuloja ja lähtöjä 24 kpl tai laajennuksen jälkeen 28 kpl. Lisäksi analogisten signaalien käsittely on mahdollista ilman erillistä analogia-yksikköä. Logiikka kykenee käsittelemään jopa 8 eri analogiasignaalia (0-10 V) DC-versiossa. Logiikan AD-muuntimen resoluutio on moneen sovellukseen riittävä. Esimerkiksi 10 V signaalin pienin havaittava muutos on 20 mV.

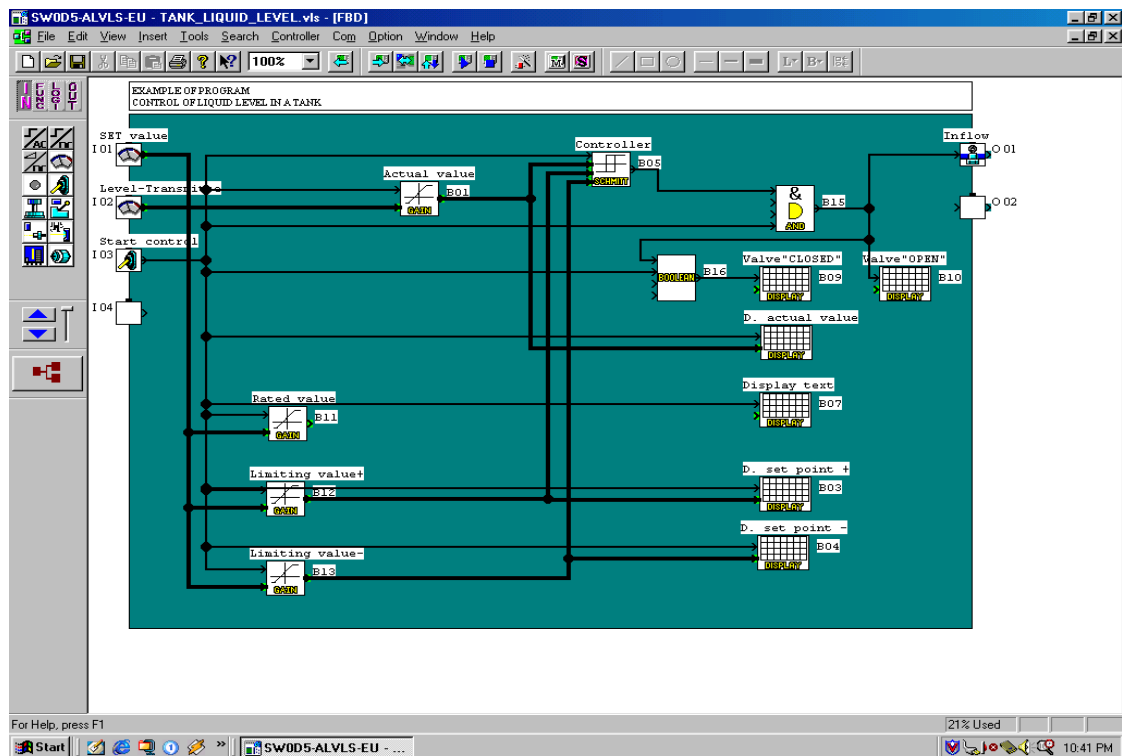
Ohjelmamuistimäärä on 5000 tavua, mikä tarkoittaa maksimissaan 200 toimintalohkoa logiikkaohjelmassa. Lisäksi logiikassa on mahdollista käyttää EEPROM-kasettia, jolloin tallennetun ohjelman saa heti käyttöön ilman ohjelmointityökalun käyttöä. Logiikkaan voi kytkeä maksimissaan yhden laajennusyksikön joko tuloiksi tai lähdöiksi.

5.1 Ohjelmointi

Logiikan ohjelmointi voidaan suorittaa helppokäyttöisen graafisen AL-PCS/WIN-ohjelmiston avulla tai logiikassa olevan näytön näppäimistön avulla. Ohjelmointi poikkeaa perinteisestä logiikkaohjelmoinnista, ja voidaankin sanoa, että ohjelmointi onkin enemmän logiikan konfigurointia.

Itse ohjelmointi perustuu valmiisiin toimintalohkoihin (function block). Toimintalohkot sisältävät input-, standardi-, loogiset funktio- ja output-toiminnot. Näillä tehdään varsinainen logiikkaohjelma FBD-ohjelmointinäytöllä (kuva 6), jossa sen toiminta voidaan varmistaa simuloimalla ennen siirtämistä logiikkaan.

Ohjelmointi aloitetaan valitsemalla sopiva määrä I/O-liitäntöjä. Se määräytyy jo olevan tai hankittavan logiikan mukaan. Seuraavaksi FBD-näytöllä näihin liitäntöihin valitaan In- ja Out-valikoista sopivat toiminnot. Varsinainen ohjelma rakennetaan sopivia toimintalohkoja valitsemalla tulojen ja lähtöjen välille, ja sen jälkeen nämä toimintalohkot johdotetaan toimivaksi kokonaisuudeksi.



Kuva 6. FBD-ohjelmointinäyttö

5.2 Ohjelmoinnissa käytettävät toimintalohkot

Toimintalohkoja eli erilaisia käskyjä tai käskykokonaisuuksia ovat standardifunktiot (16 kpl), loogiset funktiot (6 kpl) sekä simuloinnissa käytettävät erilaiset input- ja output-toiminnot. Joillakin toimintalohkoilla on parametrejä, joilla lohko voidaan virittää toimimaan tietyillä ehdoilla. Kaikille lohkoille voidaan asettaa toiminnan kuvaus.

Loogiset toiminnot

Loogisiin toimintoihin kuuluvat Ja-, Tai-, Ei, Ja-Ei, Ta-Ei sekä Ehdoton Tai. Toiminnoista tarkemmin liitteissä A1–A6

Standarditoiminnot

Yleisimmin ohjelmoinnissa käytettäviä standarditoimintoja ovat Boolean, Set/Reset, Pulse, Alternate, Delay, One Shot, Flicker, Time Switch, Time Switch m, Counter, U/D Counter, Compare, Offset Gain, Display, Zone Compare, Schmitt Trigger, Hour Meter, Speed Detect, PWM, Retentive Alternate, Addition, Subtraction, Multiplication, Division, Calculation, Shift, SMS, Random One Shot, Delayed One Shot, Delayed Alternate, Retentive Set/Reset, Control Display, Connect ja System Outputs. Toiminnoista tarkemmin liitteissä A7–A11.

6 PAINETESTAUKSEN KEHITTÄMINEN ANTURITESTAUKSESSA

6.1 Lähtökohta

Painetestauslaitteiden käyttö on nykyisellään manuaalinen tapahtuma. Siinä käyttäjä avaa ja sulkee testauslaitteen venttiilejä testausohjeen mukaisesti, jolloin työ sitoo käyttäjänsä tapahtuman alussa noin 15 minuutin ajan. Polaroxilla testaukseen kuuluu myös kylmätestaus, ja tällöin juoksutetaan vettä testauslaitteen läpi kuumatestin jälkeen noin 15 minuutin ajan, jonka jälkeen pumpataan testipaine. Tämän lisäksi kylmätestin aikana paine usein laskee, ja jollei testaaja huolehdi paineen lisäyksestä, ei testaus tule suoritettua ohjeen mukaisesti.

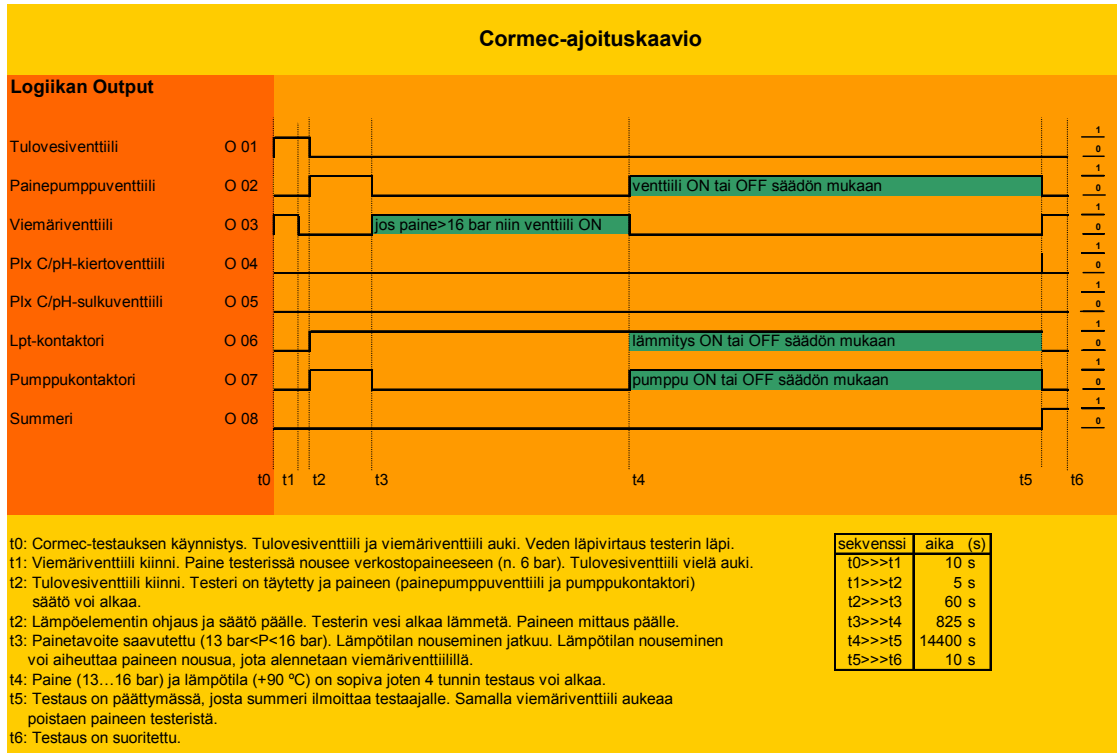
Testaaminen iltaisin ja viikonloppuisin ilman valvontaa on mahdotonta, koska lämmityksen katkaisu ja testauksen jälkeen testauslaitteen tyhjentäminen täytyy tehdä käsin.

Järjestelmän kustannusarvio täytyy olla myös kohtuullinen automatisoinnin hyötyyn nähden, jotta investointi olisi kannattava. Takaisinmaksuaika saa olla työn tilaajan mukaan maksimissaan 4 vuotta.

Muita näkökohtia järjestelmää mietittäessä on sen mukautuvuus uusiin tulevaisuuden muutoksiin ja muihin nykyisiin käyttökohteisiin.

6.2 Esiselvitykset

Heti aluksi tutustuin nykyisen testausjärjestelmän toimintaan ja testausohjeisiin. Testattavilla anturityypeillä tuli selvittää testauslaitteen täyttöön liittyvät yksityiskohdat, joita tarvittaisiin ohjelmoinnissa. Kuvassa 7 on Cormec-anturin toimilaitteiden aikakaavio .



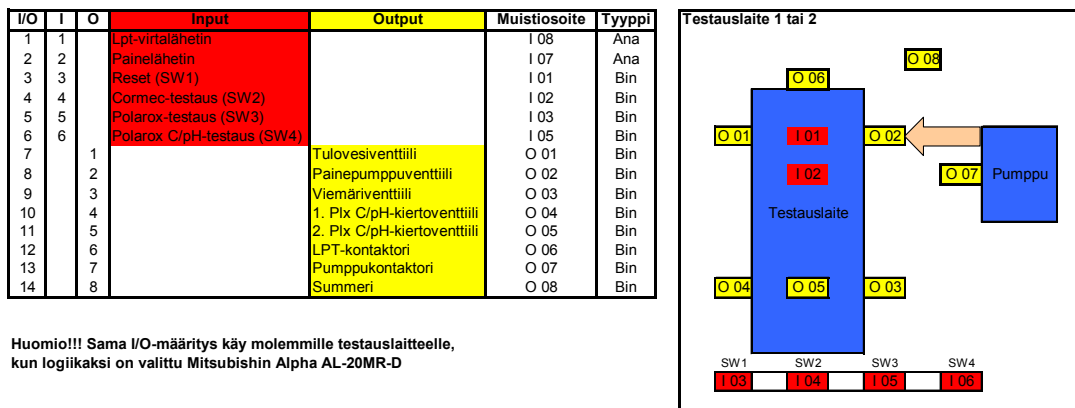
Kuva 7. Cormec-anturin ajoituskaavio toimilaitteille

Lisäksi tuli selvittää testauslaitteen lämpenemiseen ja jäähtymiseen kuluva aika. Jotta järjestelmään valittava pumppu olisi kokoluokaltaan sopiva, oli manuaalipumpun tuotto myös selvitettävä.

Laitteiston pitäminen yksinkertaisempaan oli tekijä, joka puolsi sähköisten magneettiventtiilien käyttöä verrattuna pneumaattisiin vaihtoehtoihin.

Näin ei pneumatiikkakomponentteja tarvitsisi järjestelmään ollenkaan. Venttiilien valinnassa oli huomioitava venttiilimateriaali, venttiilin rakenne ja ohjausjännite sekä maksimipainekesto.

Logiikan valintaan vaikuttava anturien ja toimilaitteiden lukumäärä on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Järjestelmän anturi- ja toimilaittekuvaus

Antureiden ja toimilaitteiden lukumäärä vaikutti myös päätökseen, ohjataan molempia testauslaitteita yhdellä vai kahdella logiikalla. Kahden logiikan vaihtoehto on parempi vaihtoehto, jotta laitteistojen muutostyöt voitaisiin tehdä portautetusti tuotantotoiminnan kärsimättä. Logiikasta tuli myös selvittää tekniset seikat eli käskykanta, tulo- ja lähtötyypit, nopeus ja ohjelmamuistin koko.

Nykyisessä testaustavassa lämpötila laskee pahimmillaan jopa +78 °C:seen, jolloin paine on 5 bar. Lämmitessään paine kasvaa referenssiarvoonsa (16 bar).

Automatisoidussa testauksessa paineen ja lämpötilan pysyminen sallituissa rajoissa on tärkeää, jotta voitaisiin arvioida automatisoinnin parantamaa laatua.

6.3 Suunnittelu

Erityyppisiä ohjaustapoja miettiessä oli otettava huomioon muutamia näkökoh-
tia. Laitteiston hankintakustannus, yksinkertaisuus ja sitä kautta luotettavuus
sekä mahdollisimman helppo muutosmahdollisuus jatkossa olivat tekijöitä, jotka
vaikuttaisivat komponenttivalintoihin.

Nykyisten anturien testausominaisuuksien lisäksi toiminnot, joita järjestelmään
voisi lisätä, tuli myös selvittää.

Järjestelmässä piti pystyä ohjaamaan venttiilejä manuaalisesti ilman logiikkaohjausta sekä myös Hätä-Seis-toiminta tuli sisältyä ratkaisuun. Vaikka logiikka sisältää LCD-näytön, johon voi ohjelmoida näkymään testauksen yksityiskohtia, päätettiin jättää vanha paine- ja lämpömittari uuteen järjestelmään.

6.4 Komponenttivalinnat

Jo alkuvaiheessa alkoi selkeytyä ajatus ohjausjärjestelmästä, jossa logiikka-pohjainen järjestelmä on paras ohjausratkaisu. Sen edullisuus, muutoshelppous sekä automatisoinnin kohde huomioonottaen olivat seikkoja, jotka puolsivat logiikkaohjausta. Päätymisen Mitsubishi Alpha -sarjaan tuli sen edullisuuden ja helpon ohjelmitavuuden perusteella. Kyseinen logiikkahan sisältää jo suoraan analogiatulot, mikä myös helpottaa logiikan käyttöönottoa. Panielähtetimen signaalin pienin havaittava muutos on 50 mBar ja lämpötilälähtetimen 0,2 °C. Molemmat muunnokset ovat riittävän tarkkoja tässä sovelluksessa.

Venttiiliksi valittiin liitteen B mukainen apuohjattu (pilot operated) Lucifer-magneettiventtiili, koska testauspaine on 16 bar. Suoraohjatuissa malleissa ei paineenkesto riittäisi. Yksi viidestä venttilistä on lepotilassa auki ja loput kiinni, mikä on huomioitava tilattaessa. Venttiilin valintaan vaikuttavia seikkoja ovat paine, ohjausjännite ja virtausmäärä.

Testauspaineen suuruudesta johtuen vesipumpuksi valittiin korkeapainepumppu, jonka tuotto olisi pieni. Tämä siitä syystä, että testauslaitteen vesitilavuus on vain 4 litraa, ja jotta pumppua voisi käyttää paineen säätöön, tulee sen tuoton olla millilitrojen luokkaa sekunnissa. Kustannustekijöistä johtuen käyttömootoriksi tulee kolmivaihemootori ja pumppu kytketään yhteiseksi molemmille testauslaitteelle. Pumpun spesifikaatiot on esitetty liitteessä C.

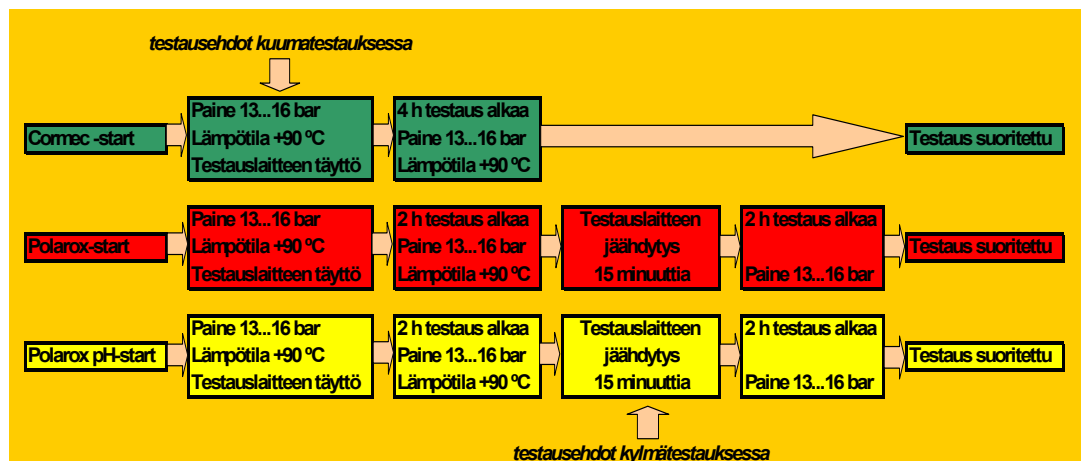
Lämpötilalähettimeksi ja painelähettimeksi löytyy markkinoilta useampia malleja ja näissäkin hankintakustannukset, lähettimen vasteaika, suojausluokka, ulos-tulosignaali, painealue sekä ympäröivän lämpötilan sieto on otettava huomioon valintaa tehdessä. Lämpötilalähettimeksi sopii PT-100-anturi ja siihen kytkettynä virtaviestilähetin. Tämä virtaviesti muutetaan logiikalle jänniteviestiksi shunttivastuksella. Lämpötilalähettimen sekä painelähettimen spesifikaatiot ovat esitetty liitteissä D ja E.

6.5 Logiikan ohjelmointi

Logiikan ohjelma tehtiin PC-pohjaisella graafisella ohjelmointityökalulla.

Itse ohjelman kulku pohjautuu painetestauslaitteen manuaaliseen käyttöön.

Jokaisen anturin varsinainen testaus alkaa vasta, kun kuvassa 9 olevat ehdot on saavutettu.



Kuva 9. Eri anturityyppien testauksien kulku

Ohjelmointi suoritettiin esiselvityksessä laadittujen ajoituskaavioiden mukaan. Ohjelman rakentaminen aloitettiin jokaiselle anturityypille testauslaitteen täyttövaiheesta. Kun täyttö on suoritettu, niin seuraavaksi nostetaan testauspaine ja aloitetaan lämmitys.

Lämmityksen kesto on noin 15 minuuttia, jolloin paineen noustessa yli sallitun avataan viemäriventtiiliä, kunnes paine on sallituissa rajoissa. Kun testauslaitteelta tuleva lämpötila- ja paineviesti tulee logiikan analogiatuloihin, suoritetaan niille vertailu Compare-toiminnolla. Jos lukema on alle asetetun vertailuarvon, kytketään molempien kontaktorit päälle. Mikäli painetieto on yli asetetun vertailuarvon, ohjataan viemäriventtiili auki, kunnes paine on laskenut sallitulle alueelle.

Vasta sitten, kun sekä lämpötila että paine testauslaitteessa ovat asetetun mukaiset, käynnistetään kello. Testaus etenee testausohjeen mukaisesti ja paineensäätö ja lämpötilan säätö toimivat koko ajan. Cormecilla kuumetestaus kestää 4 tuntia, jonka jälkeen summeri hälyttää 10 sekuntia. Samalla viemäriventtiiliä avataan 5 sekuntia, jolloin paine laskee ja testi on suoritettu. Polaroxilla kuumetestaus kestää 2 tuntia, jonka jälkeen avataan verkosto- ja viemäriventtiilit jäähdytystä varten 15 minuutiksi. Tämän jälkeen paine nostetaan pumpulla asetettuun 16 bariin ja käynnistetään jälleen kello. Kahden tunnin kuluttua summeri hälyttää 10 sekunnin ajan ja samalla viemäriventtiili avautuu 5 sekunnin ajaksi, jonka jälkeen testi Polaroxeille on suoritettu.

7 TULOKSET JA JATKOKEHITYS

Tämän työn tuloksena on järjestelmä painetestauslaitteiden automatisoinnista logiikkapohjaisella ohjauksella, joka on esitetty liitteessä E. Tavoitteena oli saada automatisoitua nykyistä manuaalista järjestelmää niin pitkälle, että käynnistämällä anturin testaus yhdellä kytkimen painalluksella testi etenee itsenäisesti testausohjeiden mukaisesti loppuun saakka. Näin testaaja voisi keskittyä vaativampiin tehtäviin.

Toisaalta testaajan ei myöskään tarvitse seurata testausjakson päättymistä kellosta ja olla esimerkiksi PolaroX-anturin kuumetestauksen jälkeen avaamassa venttileitä ja jäähdyttämässä testauslaitetta tai pumppaamassa painetta vaan logiikkaohjaus tekisi tämän kaiken. Myös ohjeiden mukainen testaus iltaisin ja viikonloppuisin olisi jatkossa mahdollista.

Esiselvityksessä testauksen aikana esille tullut huomattava paineen ja lämpötilan muuttuminen olisi hallittavissa, sillä vaikka laitteistossa olisi pieniä liitosvuotoja, niin logiikka ohjaisi pumppua automaattisesti.

Myös erilaisten testausmenetelmien jatkokehittäminen on mahdollista, ja testauslaitteen kunnontarkistus sille laaditulla testiohjelmalla on helppo suorittaa. Myös tuotekehityksen on halutessa helppo suorittaa erilaisia komponenttitestaamisia tällä laitteistolla.

Lisäksi Metso Field Systems valmistaa myös on-line-antureita, joille automaattisen painetestauksen rakentaminen jatkossa on mahdollista.

Lopputuloksen toimivuuden toteaminen voitiin todentaa logiikkaohjelman simuloinnilla ja todettiin jokaisella anturityypillä toimivaksi. Useassa ohjelmalohkossa olevat parametriasettelut mahdollistavat toiminnan hienosäädön käyttöönoton yhteydessä, mitä varmasti tullaan tarvitsemaan.

Pumpun toimiminen paineensäädössä riippuu sen tuotosta. Tätä voidaan tarvittaessa muuttaa sen kierrosnopeutta säätämällä joko hankkimalla hidasnopeuksinen pumppu tai taajuusmuuntimella.

Laitteiston rakentaminen ja käyttöönotto tullaan tekemään Metso Field Systems Oy:n määrittelemänä aikana ja se voidaan tehdä myös ostamalla palvelu ulkopuoliselta osapuolelta. Järjestelmän jatkokehittelyn kannalta olisi tärkeää, että rakentamisen toteuttaisi tai siinä mukana olisi suunnittelija, mikä toivottavasti toteutuu. Rakentamisessa täytyy huomioida kuitenkin esimerkiksi muutosoikeudet sähkötöissä, jotka ovat luvanvaraista toimintaa.

8 YHTEENVETO

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää in-line-antureiden paine- ja lämpötestausta sekä parantaa testauksen luotettavuutta ja laatua automatisoimalla nykyiset testerit kuitenkin niin, että investointikustannukset olisivat kohtuulliset.

Työn tuloksena on suunnitelma paine- ja lämpötestauslaitteiden automatisoinnista, joka perustuu logiikkaohjaukseen. Tämänkokoinen hankinta yrityksessä on investointi, joka vaatii investointiehdotuksen. Koska tilaaja ei ollut huomionnut järjestelmän aiheuttamaa kustannusta vuoden 2002 budjettiin, sen rakentaminen siirtyy vuodelle 2003. Näin ollen sen testaaminen todellisissa olosuhteissa siirtyy. Lopputuloksen toimivuus riippuu paljon logiikkaohjelmasta, joka simuloimalla näytti toimivan kaikilta osin.

Tämän suunnitelman hyödyntäminen on mahdollista myös tilaajan tytäryhtiössä, jossa näitä testauslaitteita on paikallisessa huolloissa 1 kpl. Tällöin tulee ottaa huomioon kyseisten maiden ympäristötekijät (esimerkiksi sähkö- ja vesiliitännät) sekä lait ja asetukset.

LÄHDELUETTELO

1 Jaakko Fonselius, Kari Pekkola, Seppo Selosmaa, Markku Ström, Taisto
Välimaa. Automaatiolaitteet. ISBN 951-37-1834-4.

2 Pertti Värjä, Jukka-Matti Mikkola. Ohjelmoitavat logiikat. ISBN 951-96836-2-3.

LIITELUETTELO

Liite A/1—Liite A/6

Liite A/7—A/11

Liite B

Liite C

Liite D

Liite E

Liite F

Loogiset toiminnot

Standarditoiminnot

Magneettiventtiilispesifikaatiot

Pumpun spesifikaatiot

Lämpötilalähettimen spesifikaatiot

Painelähettimen spesifikaatiot

Järjestelmäkuvaus

5. The Logic Function Blocks

Logic Function Blocks operate by reading whether signals are ON or OFF and then setting the status of their Outputs accordingly. There are six types of logic blocks available in the α2 Series - AND, OR, NAND, NOT, NOR, XOR. Analog signals cannot be processed by the Logic blocks. This chapter has been formulated to have a description of the Function Block, a diagram of the Function Block as seen on the LCD Display, and a logic table to show how the Output is controlled by the input signals.

Table 5.1: Boolean Logic function blocks



| Logic Block State | Logic Block Displayed | Description | Memory Use | Section Reference |
|-------------------|-----------------------|---|------------|-------------------|
| AND | | This function executes logical AND operation on given input signals. The input signals connected should be of bit input type only. 4 Bit input pins and 1 Bit output pin. If all the inputs are ON then the output is ON, otherwise output is OFF. | 19 Byte | 5.1 |
| OR | | This function executes logical OR operation on given input signals. The input signals connected should be of bit input type only. 4 Bit input pins and 1 Bit output pin. If all the inputs are OFF then output is OFF, otherwise output is ON. | 19 Byte | 5.2 |
| NOT | | This function executes logical NOT operation on given input signal. The input signal connected should be of bit input type only. 1 Bit input pin and 1 Bit output pin. Output is negation of Input given. | 10 Byte | 5.3 |
| XOR | | This function executes logical XOR operation on given input signals. The input signals connected should be of bit input type only. 2 Bit input pins and 1 Bit output pin. If both the inputs are either OFF or ON then output is OFF, otherwise output is ON. | 13 Byte | 5.4 |
| NAND | | This function executes logical NAND operation on given input signals. The input signals connected should be of bit input type only. 4 Bit input pins and 1 Bit output pin. If all the inputs are ON then output is OFF, otherwise output is ON. | 19 Byte | 5.5 |
| NOR | | This function executes logical NOR operation on given input signals. The input signals connected should be of bit input type only. 4 Bit input pins and 1 Bit output pin. If all the inputs are OFF then output is ON, otherwise output is OFF. | 19 Byte | 5.6 |

5.1 The AND Block

The AND block comes ON when all the inputs are ON.
 Any Input that is OFF will keep the Output turned OFF.
 Unused inputs are considered to be ON.
 If no Input pins are connected, the block output is OFF.

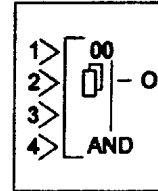
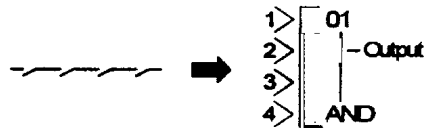


Table 5.2: AND Logic gate

| Input 1 | Input 2 | Input 3 | Input 4 | Output |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| On | On | On | On | On |
| On | On | On | Off | Off |
| On | On | Off | On | Off |
| On | Off | On | On | Off |
| Off | On | On | On | Off |
| On | On | Off | Off | Off |
| On | Off | Off | On | Off |
| Off | Off | On | On | Off |
| Off | On | On | Off | Off |
| On | Off | On | Off | Off |
| Off | On | Off | On | Off |
| On | Off | Off | Off | Off |
| Off | On | Off | Off | Off |
| Off | Off | On | Off | Off |
| Off | Off | Off | On | Off |
| Off | Off | Off | Off | Off |

5.2 The OR Block

The Output comes ON when any input is ON.
 The Output remains OFF only if all the inputs are OFF.
 Unused Inputs are considered to be OFF

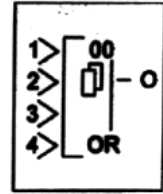
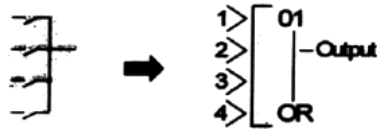


Table 5.3: OR Logic gate

| Input 1 | Input 2 | Input 3 | Input 4 | Output |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| On | On | On | On | On |
| On | On | On | Off | On |
| On | On | Off | On | On |
| On | Off | On | On | On |
| Off | On | On | On | On |
| On | On | Off | Off | On |
| On | Off | On | Off | On |
| On | Off | Off | On | On |
| Off | On | On | Off | On |
| Off | On | Off | On | On |
| Off | Off | On | On | On |
| On | Off | Off | Off | On |
| Off | On | Off | Off | On |
| Off | Off | On | Off | On |
| Off | Off | Off | On | On |
| Off | Off | Off | Off | Off |

The NOT Block

The NOT block takes a signal and inverts it - an Input that is ON has an Output that is OFF, and vice versa.

The Output comes ON when the input is OFF.

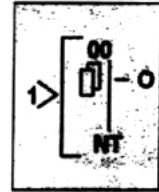
The Output is OFF when the input is ON.

If no Input pin is used, the block output is OFF.

The electrical circuit for a NOT block is the same as a Normally Closed input.

Table 5.4: NOT Logic gate

| Input | Output |
|-------|--------|
| On | Off |
| Off | On |



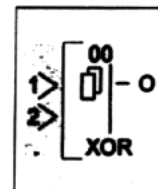
The XOR Block (Exclusive OR)

The Output comes ON when one input is ON and one is OFF. The Output remains OFF when both Inputs are equivalent (either both ON or both OFF).

Unused Inputs are considered to be OFF.

Table 5.5: XOR Logic gate

| Input 1 | Input 2 | Output |
|---------|---------|--------|
| On | On | Off |
| On | Off | On |
| Off | On | On |
| Off | Off | Off |



5.5 The NAND Block (Not AND)

The Output comes ON if any or all inputs are OFF.

If every input is ON, the Output turns OFF.

Unused Inputs are considered to be ON.

If no Input pin is used, the block output is OFF.

(This is equivalent to an AND block followed by a NOT block)

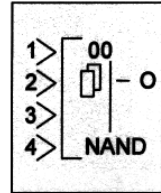
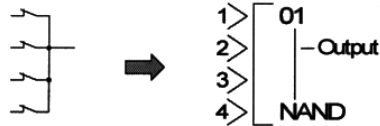


Table 5.6: NAND Logic gate

| Input 1 | Input 2 | Input 3 | Input 4 | Output |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| On | On | On | On | Off |
| Off | Off | Off | Off | On |
| On | On | On | Off | On |
| On | On | Off | On | On |
| On | Off | On | On | On |
| Off | On | On | On | On |
| On | On | Off | Off | On |
| On | Off | On | Off | On |
| On | Off | Off | On | On |
| Off | On | On | Off | On |
| Off | On | Off | On | On |
| Off | Off | On | On | On |
| On | Off | Off | Off | On |
| Off | On | Off | Off | On |
| Off | Off | On | Off | On |
| Off | Off | Off | On | On |

5.6 The NOR Block (Not OR)

The Output comes ON when all the inputs are OFF.
 The Output remains OFF if any input is ON.
 If no Input pin is used, the block output is OFF.
 Unused Inputs are considered to be OFF
 This block is equivalent to an OR block followed by a NOT block

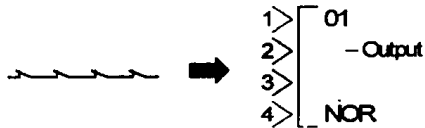
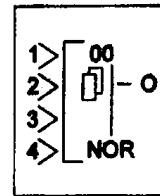


Table: 5.7: NOR Logic gate



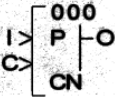
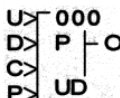
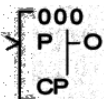


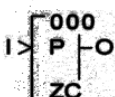
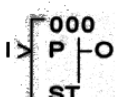
| Input 1 | Input 2 | Input 3 | Input 4 | Output |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| Off | Off | Off | Off | On |
| On | On | On | On | Off |
| On | On | On | Off | Off |
| On | On | Off | On | Off |
| On | Off | On | On | Off |
| Off | On | On | On | Off |
| On | On | Off | Off | Off |
| On | Off | On | Off | Off |
| On | Off | Off | On | Off |
| Off | On | On | Off | Off |
| Off | On | Off | On | Off |
| Off | Off | On | On | Off |
| On | Off | Off | Off | Off |
| Off | On | Off | Off | Off |
| Off | Off | On | Off | Off |
| Off | Off | Off | On | Off |

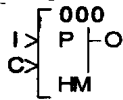
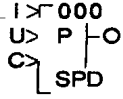
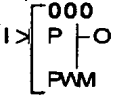
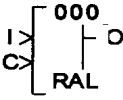
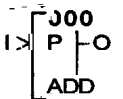
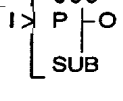
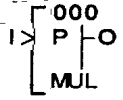
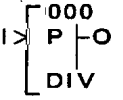
6. Function Blocks

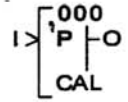
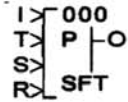
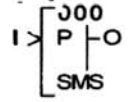
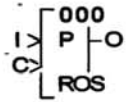
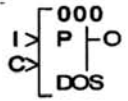
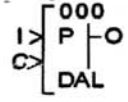
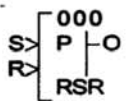
The α2 series controller is fundamentally based on function block programming. The blocks provide a wide range of possible operations and have been preprogrammed for ease of use. Some Function Blocks have parameters that can be tailored to meet individual requirements in the programs. Each function block will have a description of the Block's purpose, a diagram of how the Block will appear on-screen, and a description of the inputs, outputs, and available options.

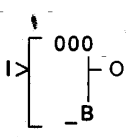
Table 6.1: Function Block List

| FB Name | FB Symbol | Description of Function Block | Memory Use | Section |
|-------------------|-----------|---|------------|---------|
| Boolean [BL] | | The Boolean Function Block uses Boolean algebra to control the ON/OFF state of an output. An operational expression consists of either the AND, OR, NOR, XOR or NOT form. | *1 | 6.3 |
| Set/Reset [SR] | | The Set/Reset Function Block either holds an output ON (set) or releases the output OFF (reset.) Priority can be given to either input pin if both inputs have been energised simultaneously. The default priority setting is dedicated to the reset input pin. | 14 Byte | 6.4 |
| Pulse [PL] | | The Pulse Function Block sends a single pulse to the output pin if the input pin receives either an "ON to OFF", "OFF to ON" or "ON to OFF And OFF to ON" input operation. | 10 Byte | 6.5 |
| Alternate [AL] | | The Alternate Function Block is used to reverse the ON and OFF state of the output as and when the input pin receives a signal. The output will be set ON when the input pin goes high and remain ON until the input receives the second rising edge. | 13 Byte | 6.6 |
| Delay [DL] | | The Delay Function Block provides an ON delay timer and an OFF delay timer. Time intervals for either situation can be set. The time unit can be set to 10ms, 100ms or 1s increments. | 19 Byte | 6.7 |
| One Shot [OS] | | The One Shot Function Block awaits a signal supplied to the input pin thereafter setting the output according to the specified time. The timing parameters control the state of the output (depending on the priority setting). The time unit can be set to 10ms, 100ms or 1s increments. | 17 Byte | 6.8 |
| Flicker [FL] | | The Flicker Function Block changes the ON and OFF state of the output according to a preset flicker time. The time unit can be set to 10ms, 100ms or 1s increments. | 19 Byte | 6.9 |

| FB Name | FB Symbol | Description of Function Block | Memory Use | Section |
|----------------------|---|---|------------|---------|
| Time Switch [TS] |  | The Time Switch Function Block uses a predefined time schedule to control the ON and OFF status of the output. | *2 | 6.10 |
| Time Switch m [TSm] |  | The Time Switch maintenance Function Block uses a predefined time schedule to control the ON and OFF status of the output. The function block can be setup from the TopMenu via the front panel keys. | *2 | 6.10 |
| Counter [CN] |  | The Counter Function Block increments the current value by one as and when the input pin receives a signal. When the current value reaches the set value the output is set ON. The counter current value is reset as and when the clear pin receives an input. | 16 Byte | 6.11 |
| U/D Counter [UD] |  | The Up/Down Function block positively or negatively increments the counter until a set value is reached thereby setting the output ON. A preset signal can also equal the set value regardless of the current value for the function block and thereby setting the output ON. | 22 Byte | 6.12 |
| Compare [CP] |  | The Compare Function Block monitors the current value of the input pin in relation to a preset expression. The expression consists of =, >, >=, <, <= or <>. If the compared value satisfies the expression subsequently the output pin is set on. | 17 Byte | 6.13 |
| Offset Gain [OG] |  | The Offset Gain Function Block is based upon a linear function $Y=A/B*X+C$ to which the value obtained from an analog input (X:A01-A08) is set. | 22Byte | 6.14 |
| Display [DP] |  | The Display Function Block is used as an interface between the user and the devices held within the controller. Current values, timer messages, user-defined messages can be read. | *4 | 6.15 |
| Zone Compare [ZC] |  | The Zone Compare Function Block identifies whether the input value lies within a specified upper and lower limited zonal area and if so changes the status of the output accordingly. | 20 Byte | 6.16 |
| Schmitt Trigger [ST] |  | The Schmitt Trigger Function Block compares an input value to preset high and low limits. The output is ON when the input value reaches the high limit and then falls below the lower limit. The function only processes the data when the function block is receiving an input signal. | 19 Byte | 6.17 |

| FB Name | FB Symbol | Description of Function Block | Memory Use | Section |
|---------------------------|---|--|------------|---------|
| Hour Meter [HM] |  | The Hour Meter Function Block holds the output status ON for a maximum of 32767 hours, 32767 minutes and 59 seconds. If the input pin is turned OFF the elapsed time will hold its value until either the clear pin resets the time or the input pin is turned ON again. | 19 Byte | 6.18 |
| Speed Detect [SPD] |  | The Speed Detect Function Block is used to count the incoming pulses max. 20Hz (with an extension module max. of 1kHz) for a set period of time. The upper and lower limits can be set from -32768 to +32767 and the Period interval's set range is 1 to 32767 in 10ms increments. | 25 Byte | 6.19 |
| PWM [PWM] |  | The Pulse Width Modulation Function Block changes the output status according to a set period of time with a minimum of 100ms and a maximum of 3276700ms in increments of 100ms. The percentage duty for the function controls the amount of elapsed time before the output status is changed. | 16 Byte | 6.20 |
| Retentive Alternate [RAL] |  | The Alternate Function Block is used to reverse the ON and OFF state of the output as and when the input pin receives a signal. The output will be set ON when the input pin goes high and remain ON until the input receives the second rising edge. When the power is turned OFF the function block will use the last alternation operation to control the output. | 13 Byte | 6.21 |
| Addition [ADD] |  | The ADD Function Block is used to summate two input values | 20 Byte | 6.22 |
| Subtraction [SUB] |  | The SUB Function Block is used to subtract two input values. | 20 Byte | 6.23 |
| Multiplication [MUL] |  | The MUL Function Block is used to multiply two input values. | 20 Byte | 6.24 |
| Division [DIV] |  | The DIV Function Block is used to divide two input values. | 20 Byte | 6.25 |

| FB Name | FB Symbol | Description of Function Block | Memory Use | Section |
|---------------------------|---|--|------------|---------|
| Calculation [CAL] |  | The CAL Function Block is used to perform a calculation from the combination of different Arithmetic function blocks. | *3 | 6.26 |
| Shift [SFT] |  | This Shift Function Block is used to transfer the Shift Input status just before the Input signal is set ON. It has a bit input pin, a shift input pin, a set input pin, a reset input pin and a bit output pin. | 19 Byte | 6.27 |
| SMS [SMS] |  | The GSM SMS Function Block sends the LCD screen as a SMS message to either a mobile phone handset or an E-mail account for remote maintenance purposes. | *6 | 6.28 |
| Random One Shot [ROS] |  | The Random One Shot Function Block emits a random length single pulse to the output. | 19 Byte | 6.29 |
| Delayed One Shot [DOS] |  | The Delayed One Shot Function Block emits a single pulse after a controlled delay to the output. | 20 Byte | 6.30 |
| Delayed Alternate [DAL] |  | The Delayed Alternate Function Block alternates the status of the output with each pulse after a controlled delay. | 16 Byte | 6.31 |
| Retentive Set/Reset [RSR] |  | The Set/Reset Function Block either holds an output ON (set) or releases the output OFF (reset.) Priority can be given to either input pin if both inputs have been energised. The default priority setting is dedicated to the reset input pin. When the power is turned OFF the function block will use the last set or reset operation to control the output. | 14 Byte | 6.32 |
| Control Display [CDP] | | The Control Display Function allows the user to control the LCD image screens. The function block can only be set in AL-PCS/WIN-E software for Alpha Series Controllers. When control bit N04 is ON, it then possible to control the displayed User Screen. | *5 | 6.33 |

| FB Name | FB Symbol | Description of Function Block | Memory Use | Section |
|-----------------|---|--|------------|---------|
| Connect [_B] |  | The Connect function block is an internal device used to show the memory used by input bits, system bits, AS-interface bits, and the operation keys. No function block appears on screen or shows as being used in the "Memory Configuration Usage" dialog box, the purpose is only to calculate the memory that is used by the bits listed above. | 10 Btye | 6.34 |
| System Outputs | | Control external device through relays and transistors. | 10 Btye | - |

Note:

*1 Number of bytes used = 19 + 1 x (Characters in equation)

*2 Number of bytes used = 8 + 4 x (Number of time switches)

*3 Number of bytes used = 30 + 1 x (Characters in equation)

*4 Number of bytes used is decided by the displayed item.

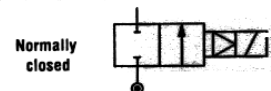
| Displayed Item | | Number of bytes, α2 Series |
|------------------|-------|-------------------------------------|
| Characters | | 16 + 1 x (Each character displayed) |
| Analog, FB value | Value | 17 |
| | Graph | 23 |
| Time, Date | | 14 |
| Time Switch | | 17 |

*5 Number of bytes used = 32 + 3 x (Number of screen)

*6 Number of bytes used = 12 + 1 x (Characters in E-Mail address)

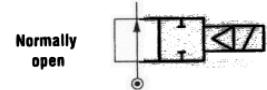
Pilot operated

| Port size | Orifice (mm) | Flow factors (L/min) | | Admissible differential pressure (bar) | | | Maximum admissible fluid temp. (°C) | Seat disc | Reference numbers | | | | Power consumption (W) | | Wt. (g) |
|-----------|--------------|----------------------|------|--|-----|--|-------------------------------------|-----------|------------------------|-------|---------|------|-----------------------|----|---------|
| | | kv | Qmax | Min | Max | | | | Global valve reference | Valve | Housing | Coil | DC | AC | |



Brass body/Pipe mounting

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|----|-----|---|----|----|-----|-----|--------------|---------|------|--------|----|---|-----|
| 1/4 | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | FKM | 7321HBG2SV00 | E321H21 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 800 |
| | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 120 | FKM | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 920 |
| | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 40 | - | 140 | FKM | | | 4270 | 486265 | 14 | - | 930 |
| 3/8 | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | NBR | 7321HBG2SN00 | E321H11 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 800 |
| | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 100 | NBR | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 920 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | FKM | 7321HBG3TV00 | E321H23 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 780 |
| 1/2 | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 120 | FKM | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 900 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 40 | - | 140 | FKM | | | 4270 | 486265 | 14 | - | 910 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | NBR | | E321H13 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 780 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 100 | NBR | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 900 |
| | 14.5 | 60 | 60 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | FKM | 7321HBG4UV00 | E321H25 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 740 |
| 3/4 | 14.5 | 60 | 60 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 120 | FKM | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 860 |
| | 14.5 | 60 | 60 | 0.3 | 1 | 40 | - | 140 | FKM | | | 4270 | 486265 | 14 | - | 870 |
| | 14.5 | 60 | 60 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | NBR | 7321HBG4UN00 | E321H15 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 740 |
| | 14.5 | 60 | 60 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 100 | NBR | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 860 |



Brass body/Pipe mounting

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|-----|---|----|----|-----|-----|--------------|----------|------|--------|----|----|-----|
| 1/4 | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 100 | FKM | 7322HBG2SV00 | 322H7106 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 820 |
| | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 120 | FKM | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 940 |
| | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 140 | FKM | | | 4270 | 486265 | 14 | 14 | 950 |
| 3/8 | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 25 | 40 | 100 | NBR | 7322HBG2SN00 | | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 840 |
| | 8 | 36 | 36 | 0.3 | 1 | 30 | 40 | 100 | NBR | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 960 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 100 | FKM | 7322HBG3TV00 | 322H7306 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 800 |
| 1/2 | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 120 | FKM | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 920 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 140 | FKM | | | 4270 | 486265 | 14 | 14 | 930 |
| | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 75 | NBR | | 322H73 | 2995 | 481865 | 9 | 8 | 800 |
| 3/4 | 11 | 50 | 50 | 0.3 | 1 | 40 | 40 | 75 | NBR | | | 4270 | 481000 | 8 | 8 | 920 |

Table continued on page 88

Notes:

1. Minimum pressure differential = 0.3 bar for opening and 0 bar for closing

F-20 Series Specifications

| Maximum Capacity* | | | |
|-------------------|------|------|-------|
| | rpm | gpm | l/min |
| F-20-X | 1750 | 1.00 | 3.79 |
| F-20-E | 1750 | 0.73 | 2.76 |
| F-20-S | 1750 | 0.55 | 2.08 |
| F-20-B | 1750 | 0.33 | 1.25 |
| F-20-G | 1750 | 0.20 | 0.76 |

| Delivery @ max Rated Pressure* | | | |
|--------------------------------|----------|------------|--|
| | revs/gal | revs/liter | |
| F-20-X | 1750 | 462 | |
| F-20-E | 2397 | 635 | |
| F-20-S | 3182 | 841 | |
| F-20-B | 5303 | 1400 | |
| F-20-G | 8750 | 2302 | |

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Max Inlet Pressure | 100 psi (6.9 bar) |
|---------------------------|-------------------|

| | |
|-----------------------------|---|
| Pressure Variable to | |
| Metallic Heads: | F-20: 1000 psi (69 bar); F-21 & F-22: 1500 psi (103 bar) |
| Non-Metallic Heads: | All Models: 250 psi (17.3 bar) |

| | |
|------------------------|--|
| Max Temperature | 250°F (refer to engineering section, page 94 for temperatures above 180°F) |
|------------------------|--|

| | |
|-----------------------|--|
| Inlet Port | 1/2 inch NPT |
| Discharge Port | 3/8 inch NPT |
| Shaft Diameter | 5/8 inch |
| | Bi-directional |
| Bearings | Ball bearings |
| Oil Capacity | 1/8 US quart (0.12 liters), see page 88 for oil selection and specification. |

| | |
|---------------------|-----------------|
| Weight | |
| Metallic Heads: | 12 lbs (5.5 kg) |
| Non-Metallic Heads: | 9 lbs (4.1 kg) |

Calculating Required Horsepower

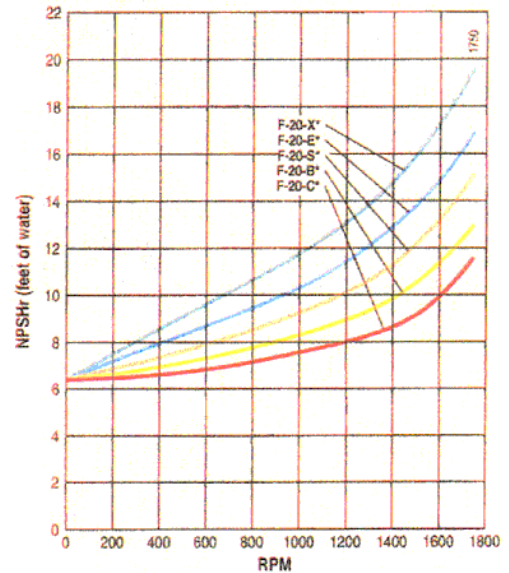
$$\frac{2 \times \text{rpm}}{63,000} + \frac{\text{gpm} \times \text{psi}}{1,460} = \text{electric motor HP}$$

* Note

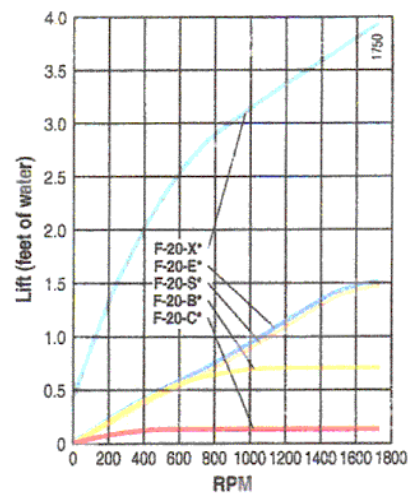
Performance and specification ratings apply to F-20, F21 and F-22 configurations unless specifically noted otherwise.

For installation guidelines and other pump selection design considerations, refer to pages 92-95.

Net Positive Suction Head (NPSHr)

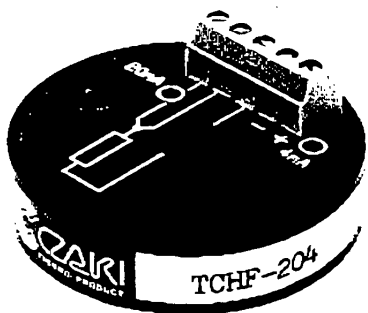


Dry Lift



2-WIRE HEAD MOUNT TRANSMITTER

type TCHF



- output signal 4 ... 20 mA
- for use with Pt100 sensors
- with or without sensor linearisation
- for mounting in type B connection heads

TCHF type transmitter converts the Pt100 sensor resistance into output current signal 4 ... 20 mA on 2-wire system. It is designed for use with Pt100 sensor made on 2- or 3-wire system.

SPECIFICATION

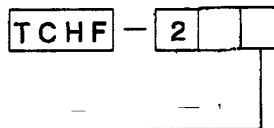
| | |
|---|---|
| - Input sensor type | Pt100 2- or 3-wire |
| - Temperature range | according to the table |
| - Output signal | 4 ... 20 mA |
| - Power supply voltage | 12 ... 36 V DC |
| - Transmitting error ($T_0 = 23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) | $0,15\% \times I_{\text{max}}$ |
| - Temperature drift | $0,02\% \times I_{\text{max}} / ^{\circ}\text{C}$ |
| - Ambient temperature | $-20^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ |
| - Dimensions $\varnothing \times \text{H}$ | 42 x 20 |
| - Weight | 50 g |

| Option | Range ($^{\circ}\text{C}$)* |
|--------|-------------------------------|
| 1 | -50...50 |
| 2 | 0...100 |
| 3 | 0...200 |
| 4 | 0...400 |
| 5 | 0...600 |
| 6 | 0...800 |

* other parameters according to customer's requirements

ORDERING CODE

Output signal: 4...20 mA _____
 Sensor linearisation: 0 - no, 1 - yes _____
 Temperature range: 1...6 (according to the table)



Example of order: TCHF-212 transmitter for range 0 ... 100 $^{\circ}\text{C}$, with sensor linearisation, for use with Pt100 temperature sensor, output current 4 ... 20 mA.

BOURDON SEDEME

Explosion-proof pressure transmitter

Ceramic technology **X910**

Thin film technology **X510**

The **X910** and **X510** pressure transmitters allow pressure measurements on most corrosive fluids, in **hazardous areas**. They are available in a G 1/2 or 1/2 NPT pressure port to be used on low viscosity fluids, or mounted on chemical seals (option) well suited for application on viscous and crystallizing fluids. Two electrical outputs are available : internal terminal strip with cable gland or 1/2 NPT conduit fitting with wires output.

- Measurement of vacuum, absolute or gauge pressure
- TRANSBAR® ceramic technology (X910)
- Thin film technology (X510)
- Zero adjustment as standard ($\pm 10\%$ of range)
- Modularity of hydraulic connections
- LCIE EEx d IIC T5/T6 CENELEC, CSA, CSA US, FM homologations
- Conforms to European EMC Directive, CE marked



X910 internal terminal strip
with cable gland



X910 1/2 NPT conduit
fitting with wires output

Specifications (20°C)

Measurement range :

X910 : 0 ... 25 mbar to 0 ... 400 bar compound, gauge pressure (A,G)
X510 : 0 ... 60 bar to 0 ... 1800 bar pressure (A,G)

Output signal :

X912 - X512 : 0 - 10 Vdc
X913, X914 - X513 : 4 - 20 mA (except -1 +0 bar where -1 = 20 mA, 0 = 4 mA)
X914 - X514 : 1 - 5 Vdc
X916 - X516 : 0 - 20 mA

Supply voltage :

X912 - X512 : 14 to 40 Vdc
X913, X914 - X513, X514 : 11 to 40 Vdc
X916 - X516 : 8 to 40 Vdc
Low voltage option : 8 to 32 Vdc (X913, X914 - X513, X514)

Insulation :

> 100 M Ω at 250 Vdc

Maximum input current :

X912, X914 - X912, X914 : 6 mA
X916 - X516 : < 25 mA

Load impedance (+ M / - M) :

X912 - X512 : ≥ 2.5 k Ω
X914 - X514 : ≥ 1 k Ω
X913, X916 - X513, X516 : see diagrams overleaf

Global error (linearity, hysteresis and repeatability) :

X910 :
Typically $\pm 0.2\%$ E.M. } by reference to best fit straight line
Max. $\pm 0.3\%$ E.M. }
For P \leq 60 mbar :
Typically $\pm 0.6\%$ E.M. } by reference to best fit straight line
Max. $\pm 1\%$ E.M. }
X510 :
Typically $\pm 0.2\%$ E.M. } by reference to best fit straight line
Max. $\pm 0.3\%$ E.M. }

Operating temperature :

- Ambient (Ta) :
Standard X910 - X510 : - 25 to + 40°C (T6 approval)
25 to + 70°C (T5 approval)
- Fluid : - 25 to + 100°C (Ta \leq 50°C)

Storage temperature :

- 40°C to + 85°C

Compensated temperature range (zero and sensitivity) :

Standard : - 10 to + 55°C. Option : - 10 to + 70°C

Zero thermal drift :

$\pm 0.025\%$ F.S./°C max. (except P \leq 1 bar : $\pm 0.06\%$ F.S./°C)
Option : $\pm 0.015\%$ F.S./°C max. (except P \leq 1 bar : $\pm 0.025\%$ F.S./°C)

Span thermal drift :

X910 : Typically : $\pm 0.01\%$ /°C - Max : $\pm 0.015\%$ /°C
X510 : Typically : $\pm 0.04\%$ /°C - option : $\pm 0.01\%$ /°C

Wetted parts :

X910 : Ceramic + 1.4404 (316L) stainless steel + NBR seal for
P \geq 250 mbar and FKM seal for P < 250 mbar
X510 : 17-4 PH stainless steel + 1.4404 (316L) stainless steel

Standard connections :

- Electrical : internal terminal strip with cable gland
1/2 NPT conduit fitting with wires output (length 1.5 m)
- Pressure : G 1/2, 1/2 NPT (other : contact us)
Mounting on chemical seals available

Electromagnetic compatibility :

- Standards EN50082-1 and -2 (immunity)
- Standards EN50081-1 and -2 (emission: a factor of 100 below the permitted maximum)
with screened cable, screen connected at both ends

Protection rating (EN 60529) :

IP65

Vibration resistance (IEC 68-2-6) :

1.5 mm (10 - 55 Hz), 20 g (55 Hz - 2 kHz)

Shock resistance (IEC 68-2-32) :

25 falls from 1 m on concrete ground

