



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anssi Juhani Mäkynen

UMC100 TOIMINNALLISUUS

Tekniikka ja liikenne
2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa vuosina 2011-2012. Työ tehtiin ABB:n Prosessiteollisuusosaston EICP-yksikölle. Työn ohjaavana opettajana Vaasan ammattikorkeakoulusta toimi lehtori Juha Nieminen. Kiitän Juha Niemistä saamastani ohjauksesta. Kiitän myös ABB:n ohjaajiani kehitysinsinööri Christer Bertelliä ja projekti-insinööri Mikko Viljasta saamastani opastuksesta ja ohjauksesta työtä tehdessäni.

Vaasassa 16.4.2012

Anssi Mäkynen

TIIVISTELMÄ

| | |
|--------------------|------------------------|
| Tekijä | Anssi Mäkynen |
| Opinnäytetyön nimi | UMC100 Toiminnallisuus |
| Vuosi | 2012 |
| Kieli | suomi |
| Sivumäärä | 70 + 7 liitettä |
| Ohjaaja | Juha Nieminen |

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa älykkään moottorinohjaimen toiminnallisuus ja selvittää pystytäänkö sillä toteuttamaan kaikki metsäteollisuuden sovellutuksissa esiintyvät moottorinohjaukset. Työssä selvitettiin myös UMC100:n ja UMC22:n väliset erot, sekä tarvittavat muutokset kun UMC22 korvataan UMC100:lla. Työ tehtiin ABB:n Prosessiteollisuus-osastolle ja oli osana UMC100:lle perustuvaa moottorinohjausprojektia.

Työssä moottorinohjaimille tehtiin erilaisia toiminnallisuuteen ja vikoihin liittyviä testejä. Testausta varten suunniteltiin testiprotokolla, jonka mukaan molemmat moottorinohjaimet testattiin. Testeissä havaitut toiminnallisuudet kirjattiin ylös ja saaduista tuloksista suoritettiin vertailu. Testaus suoritettiin Prosessiteollisuus-osaston demohuoneessa.

Työssä tehtiin myös vasteaikatestaus ja Siemens S7-testaus. Vasteaikatestauksessa tarkasteltiin eri viiveitä UMC100:ssa, UMC100:n ja laajennusmoduulin välillä sekä UMC100:n ja automaation välillä. Siemens S7-testauksessa oli tarkoituksena saada UMC100 toimimaan yhdessä S7-järjestelmän kanssa. S7-testaus suoritettiin TecnoRobotia-laboratoriossa.

Työssä saatiin selville UMC100:n ja UMC22:n erot, eri viiveet UMC100:ssa ja kaikki tarvittavat muutokset, mikäli UMC22 korvataan UMC100:lla. Työssä selvitettiin myös eroja kilpailijoiden tuotteisiin ja avattiin moottorinohjaimille tehtävää tehdaskoestusta.

ABSTRACT

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Author | Anssi Mäkynen |
| Title | Functionality of UMC100 |
| Year | 2012 |
| Language | Finnish |
| Pages | 70 + 7 Appendices |
| Name of Supervisor | Juha Nieminen |

The purpose of the thesis was to identify the functionality of the UMC100 and to determine whether it is possible to implement all motor controller applications used in forest industry with the UMC100. The objective was to discover all differences between the UMC22 and the UMC100 as well as all required changes if a UMC22 is replaced with a UMC100. The thesis was made for ABB Process Industry and it was a part of a project named Motor Control Based On UMC100.

Different tests relating to functionality and faults were carried out for motor controllers. The UMC22 and the UMC100 were tested according to a specific test protocol designed for this thesis. All the observed functionalities of both motor controllers were recorded and compared. The testing was carried out in the Process Industries demo room.

The thesis also included response time testing and Siemens S7 testing. In response time testing, different latencies were examined in the UMC100, between the UMC100 and the expansion module as well as between the UMC100 and the automation system. The purpose of the Siemens S7 testing was to get the UMC100 working with the S7 system. The S7 testing was carried out in Technobothnia laboratory.

As a result, the thesis discovered the differences between the UMC100 and the UMC22, the different latencies in the UMC100 and all the required changes if a UMC22 is replaced with a UMC100. Differences to business competitor's products were briefly reported and the factory acceptance test for motor controllers was also clarified.

SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENTEET JA MERKINNÄT

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 13 |
| 2 | ABB OY | 14 |
| | 2.1 ABB Oy yleisesti | 14 |
| | 2.2 Prosessiteollisuus | 15 |
| 3 | MOOTTORINOHJAUS | 16 |
| | 3.1 Moottorinohjauksen alajärjestelmä | 16 |
| | 3.2 Profibus | 17 |
| 4 | UNIVERSAL MOTOR CONTROLLER | 19 |
| | 4.1 UMC100 yleisesti | 19 |
| | 4.2 Laajennusmoduulit | 20 |
| | 4.3 Ohjaustoiminnot | 24 |
| | 4.4 Suojausfunktiot | 31 |
| | 4.5 UMC100 ohjelmoitavuus | 32 |
| | 4.6 Kilpailijavertailu | 34 |
| 5 | MOOTTORINOHJAIMEN TESTAUS | 35 |
| | 5.1 Testauksen tarkoitus | 35 |
| | 5.2 Testauslaitteisto | 35 |
| | 5.3 Testausprotokolla | 39 |
| | 5.4 Siemens S7 – testaus | 43 |
| 6 | UMC100 JA UMC22 EROT | 46 |
| | 6.1 Rakenteelliset erot | 46 |
| | 6.2 Ominaisuuksien erot | 46 |
| | 6.3 Kommunikointiviestien erot | 47 |
| | 6.4 Parametrien erot | 50 |
| | 6.4.1 Virta-asettelut (Set Current) | 50 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.4.2 | Jäähdytysaika (Cooling time) | 50 |
| 6.4.3 | Suunnanvaihdon lukitusaika (Rev Lock-out Time) | 50 |
| 6.4.4 | Käynnistysaika (Startup Time) | 51 |
| 6.4.5 | Yli- ja alivirran asettelut (High/Low Current threshold) | 51 |
| 6.4.6 | Lukittuneen roottorin suojaus (Locked Rotor Protection) | 51 |
| 6.4.7 | Termistorisuojaus (PTC Protection) | 51 |
| 6.4.8 | Takaisinkytkennän aika (Checkback Time)..... | 52 |
| 6.5 | Toiminnallisuuksien erot | 52 |
| 6.5.1 | Paikallisohjauksen ja etäkäytön valinta (Local/Remote)..... | 52 |
| 6.5.2 | Paikallisojtaus (Local control) | 53 |
| 6.5.3 | Toimilaiteohjaus (Actuator)..... | 53 |
| 6.5.4 | Ylikuormitus (Thermal Overload) | 54 |
| 6.5.5 | Lukittuneen roottorin suojaus (Locked Rotor Protection) | 54 |
| 6.5.6 | Väyläkatkos (Bus fault)..... | 55 |
| 6.5.7 | Väyläosoitteen muutos | 55 |
| 6.5.8 | Maavika (Earth fault) | 55 |
| 6.6 | Tarvittavat muutokset siirryttäessä UMC100:n..... | 57 |
| 7 | FAT TESTAUS | 58 |
| 7.1 | FAT tarkoitus | 58 |
| 7.2 | FAT testausprotokolla..... | 58 |
| 8 | VASTEAIKATESTAUS..... | 60 |
| 8.1 | Testauksen tarkoitus..... | 60 |
| 8.2 | Testauskonfiguraatio..... | 60 |
| 8.3 | Testitulokset..... | 62 |
| 8.3.1 | Vasteaikatesti 1 | 62 |
| 8.3.2 | Vasteaikatesti 2 | 63 |
| 8.3.3 | Vasteaikatesti 3 | 64 |
| 8.3.4 | Vasteaikatesti 4 | 65 |
| 8.3.5 | Vasteaikatesti 5 | 66 |
| 9 | YHTEENVETO | 68 |
| | LÄHTEET..... | 69 |
| | LIITTEET | |

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

| | | |
|------------------|---|-------|
| Kuvio 1. | Suomen ABB organisaatiokaavio vuonna 2012 | s. 14 |
| Kuvio 2. | Kokonaistoimituksen kattama sisältö | s. 15 |
| Kuvio 3. | Esimerkki moottorinohjausajärjestelmästä | s. 16 |
| Kuvio 4. | Tyypillinen Profibus-väylän järjestelmäkaavio | s. 17 |
| Kuvio 5. | Profibus DP:n segmentin pituuden ja väylän nopeuden välinen riippuvuus | s. 18 |
| Kuvio 6. | UMC100-päyksikkö | s. 19 |
| Kuvio 7. | I/O-moduuli DX122 | s. 20 |
| Kuvio 8. | Jännitemoduuli VI150 | s. 20 |
| Kuvio 9. | Moduuleiden liittäminen UMC100:an | s. 21 |
| Kuvio 10. | UMC100 LCD-paneeli | s. 21 |
| Kuvio 11. | ABB:n valmistama ulkoinen virtamuuntaja KORC | s. 22 |
| Kuvio 12. | Ulkoisen virtamuuntajan liittäminen UMC100:n | s. 22 |
| Kuvio 13. | ABB:n valmistamia summavirtamuuntajia CEM11 | s. 23 |
| Kuvio 14. | CEM11:n kytkentä UMC100:an | s. 23 |
| Kuvio 15. | Transparent-ohjaustoiminnon piirikaavion esimerkki | s. 24 |
| Kuvio 16. | Ylikuormitusreletoiminnon piirikaavion esimerkki | s. 25 |
| Kuvio 17. | Suoran käynnistyksen piirikaavion esimerkki | s. 26 |
| Kuvio 18. | Suunnanvaihto-ohjauksen piirikaavion esimerkki | s. 27 |

| | | |
|------------------|--|-------|
| Kuvio 19. | Tähtikolmiokäynnistyksen piirikaavion esimerkki | s. 28 |
| Kuvio 20. | Kaksinopeusohjauksen piirikaavion esimerkki | s. 29 |
| Kuvio 21. | Toimilaitteohjauksen piirikaavion esimerkki | s. 30 |
| Kuvio 22. | Custom Application Editor | s. 32 |
| Kuvio 23. | Testauskokoontapano | s. 35 |
| Kuvio 24. | UMC100-demolaitteisto | s. 36 |
| Kuvio 25. | Testauskokoontapanon väyläkaavio | s. 37 |
| Kuvio 26. | Demohuoneiston AC 800 M-laitteisto | s. 37 |
| Kuvio 27. | Control Builder M perusnäky | s. 38 |
| Kuvio 28. | Faceplate-ohjauspaneeli | s. 39 |
| Kuvio 29. | S7-kokoontapano ja UMC100-demolaitteisto | s. 43 |
| Kuvio 30. | Hardware konfiguraatio | s. 44 |
| Kuvio 31. | 2 eri kytkentätapaa, joilla UMC100 antaa maavirtahälytyksen virheellisesti | s. 56 |
| Kuvio 32. | 1-vaihe moottorin kytkentä, jolla UMC100 ei anna maavirtahälytystä virheellisesti | s. 56 |
| Kuvio 33. | Vasteaikatestauksen konfiguraatio testeissä 1-3 | s. 60 |
| Kuvio 34. | SimpleEventDetector-lohko | s. 61 |
| Kuvio 35. | Signaalin liittäminen tulosta 1DI0 lähtöön 1DO0 testeissä 1 ja 2 | s. 61 |
| Kuvio 36. | Signaalin kulku ensimmäisessä testissä | s. 62 |

| | | |
|--------------------|---|-------|
| Kuvio 37. | Signaalin kulku neljännessä testissä | s. 64 |
| Kuvio 38. | Vasteaikatestauksen konfiguraatio testissä 5 | s. 65 |
| Kuvio 39. | Signaalin kulku viidennessä testissä | s. 66 |
| Kuvio 40. | Vasteaikatestauksen konfiguraatio testissä 6 | s. 66 |
| Taulukko 1. | Muuttujataulukon analogiasignaalit ja ohjausbitit | s. 45 |
| Taulukko 2. | UMC22:n ja UMC100:n vastaavat monitorointisanomat | s. 48 |
| Taulukko 3. | UMC22:n ja UMC100:n vastaavat ohjaussanomat | s. 49 |
| Taulukko 4. | Vasteaikatestin 1 tulokset | s. 62 |
| Taulukko 5. | Vasteaikatestin 2 tulokset | s. 63 |
| Taulukko 6. | Vasteaikatestin 3 tulokset | s. 64 |
| Taulukko 7. | Vasteaikatestin 4 tulokset | s. 65 |
| Taulukko 8. | Vasteaikatestin 5 tulokset | s. 67 |

LIITELUETTELO

LIITE 1. Moottoriohjaimien väyläsanomat

LIITE 2. UMC22 DOL-tyyppikuva

LIITE 3. UMC100 DOL-tyyppikuva

LIITE 4. Vasteaikatestin 3 ohjelma

LIITE 5. UMC22:n parametrit testeissä

LIITE 6. UMC100:n parametrit testeissä

LIITE 7. Kilpailijavertailutaulukko

LYHENTEET JA MERKINNÄT

| | |
|-------------|---|
| A | Ampeeri, virran yksikkö |
| ABB | Asea Brown Boveri |
| Bit | Bitti, tietotekniikassa käsiteltävän informaation pienin osa, tilana voi olla joko 0 tai 1 |
| Byte | Tavu, tietotekniikassa käsiteltävän informaation osa, koostuu 8 bitistä |
| DOL | Direct OnLine, moottorinohjaustapa, jossa moottori käynnistetään suoraan verkkoon |
| EICP | Electrification, Instrumentation and Composite Plants, sähköistykset, instrumentointi ja kokonaisprojektointi |
| FAT | Factory Acceptance Test, tehdaskoestus |
| GSD | Generic Station Description File, Profibus-väylän laitteen määrittelytiedosto |
| HW | Hardware, laitteisto |
| Hz | Hertsi, taajuuden yksikkö |
| I/O | Inputs/Outputs, tulot ja lähdöt |
| kWh | Kilowattitunti, energian yksikkö |
| ms | Millisekunti, ajan yksikkö |
| Profibus DP | Profibus Decentralized Peripherals, Profibus-väylän protokolla hajautetuille kenttälaitteille |
| Profibus PA | Profibus Process Automation, Profibus-väylän protokolla prosessiautomaation laitteille |

| | |
|------|--|
| s | Sekunti, ajan yksikkö |
| SW | Software, ohjelma, ohjelmisto |
| UMC | Universal Motor Controller, älykäs moottorinohjain |
| V | Voltti, jännitteen yksikkö |
| VA | Volttiampeeri, näennäistehon yksikkö |
| VAC | Vaihtojännitteen yksikkö |
| VDC | Tasajännitteen yksikkö |
| W | Watti, tehon yksikkö |
| Word | Sana, tietotekniikassa käsiteltävän informaation osa, koostuu useimmiten 2 tavusta |

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena selvittää UMC100:n ja UMC22:n erot sekä tarvittavat muutokset, kun UMC22 korvataan UMC100:lla. Opinnäytetyö tehtiin ABB Oy:n Prosessiteollisuus-osaston EICP-yksikölle. Yksikkö on erityisesti sellu- ja paperiteollisuuden sähköistyksiin, instrumentointiin ja kokonaisprojekteihin erikoistunut yksikkö.

Tämä opinnäytetyö oli osa Prosessiteollisuusosaston UMC100:an ja 800xA:han liittyvää kehitysprojektia. Opinnäytetyön tarkoituksena oli antaa tietoa UMC100:n ominaisuuksista ja toiminnallisuuksista, jotka täytyy ottaa huomioon suunniteltaessa moottorinohjausjärjestelmää.

Ominaisuuksien ja toiminnallisuuksien selvittämiseksi sekä UMC100:lle että UMC22:lle tehtiin erilaisia vikoihin ja toimintoihin liittyviä testejä. Molempien moottorinohjaimien testien tulokset kirjattiin ylös ja niistä saatiin vertailemalla selville ohjaimien erot.

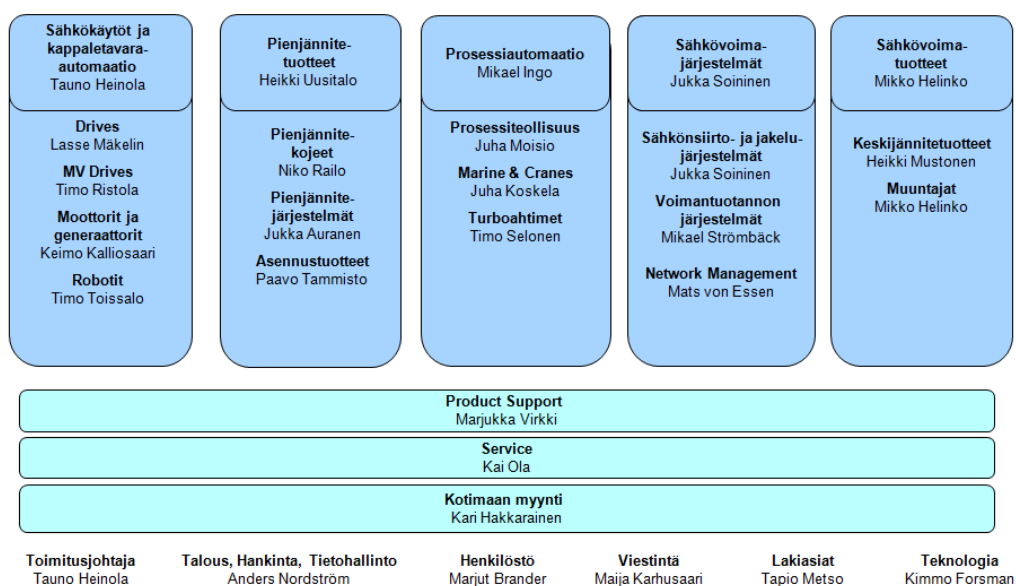
UMC100:lle tehtiin edellisten testien lisäksi vasteaikatestaus, jossa selvitettiin moottorinohjaimen viiveaikoja. Testaus suoritettiin ABB:n AC800M-logiikalla, jonka tulokortissa oli ominaisuutena aikaleimaus. UMC100:a testattiin myös Siemensin S7-järjestelmässä, jonka tarkoituksena oli saada UMC100 toimimaan eri ympäristössä.

2 ABB OY

2.1 ABB Oy yleisesti

ABB Oy on yksi maailman johtavista automaatio- ja sähkövoimatekniikan yhtiöistä, jolla on henkilöstöä noin 130 000 yli 100 maassa. ABB:n pääkonttori sijaitsee Zurichissä, Sveitsissä ja liikevaihto vuonna 2010 oli 31 mrd USD. ABB:n missiona vuonna 2011 oli tehokkuuden parantaminen, innovaatioiden ja laadun vaaliminen, ABB:n pitäminen kiinnostavana työpaikkana, ympäristövaikutuksien pienentäminen sekä pitkäjänteisyys ja liiketoimintaetiikan noudattaminen. /20./

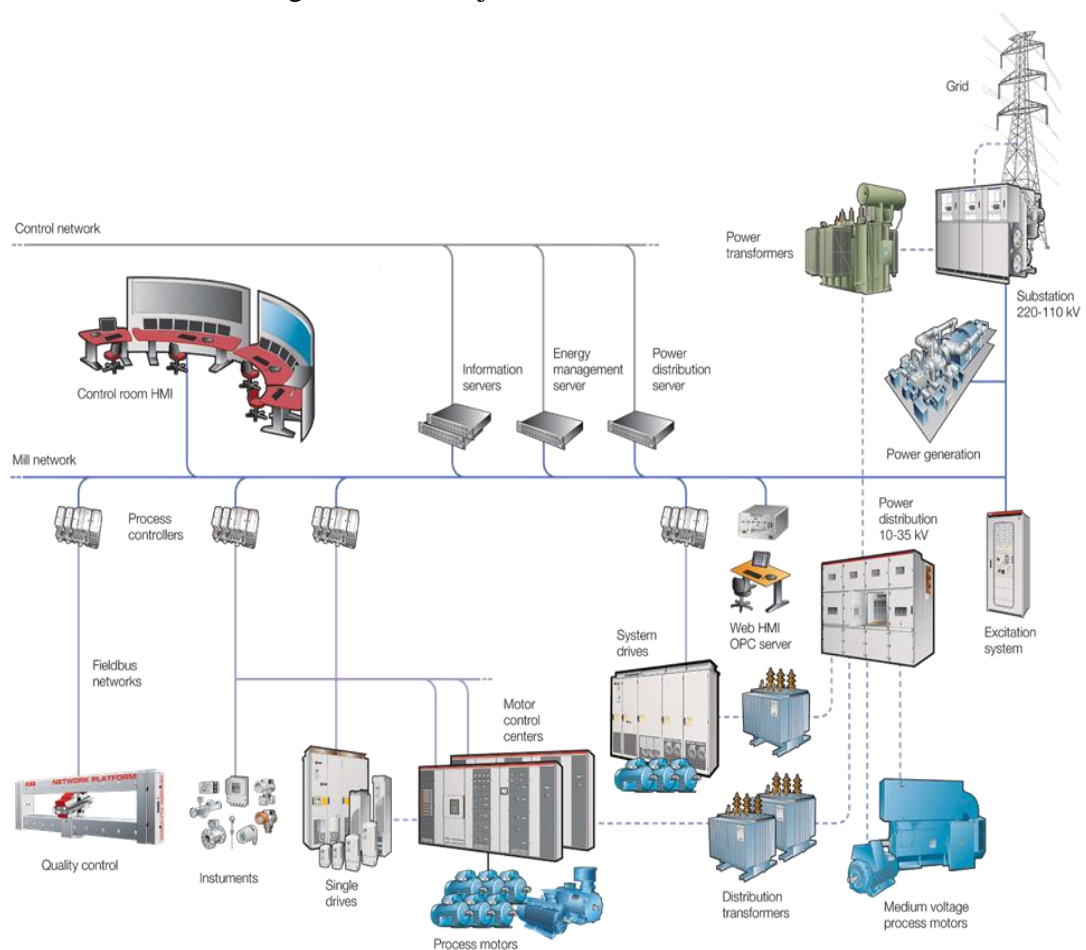
ABB:n juuret Suomessa juontavat vuoteen 1889 kun Gottfried Strömberg perusti dynamoita ja valaistuskeskuksia valmistavan sekä asentavan Oy Strömberg Ab:n. Yritys nousi vuosien saatossa merkittävimpien suomalaisten yritysten joukkoon sekä sähköteknisen teollisuuden tiennäyttäjäksi. Strömberg Oy siirtyi ruotsalaisen ASEAn omistukseen vuonna 1987 ja vuonna 1988 ASEA ja sveitsiläinen Brown Boveri fuusioituivat muodostaen ABB:n. Vuonna 2011 ABB:llä oli henkilöstöä Suomessa 7000 lähes 40 paikkakunnalla ja liikevaihtoa 2,2 mrd €. Suuret tehdaskeskittymät sijaitsevat Vaasassa ja Helsingissä. Kuvioista 1 nähdään Suomen ABB organisaatiokaavio vuonna 2012. /1./



Kuvio 1. Suomen ABB organisaatiokaavio vuonna 2012. /3./

2.2 Prosessiteollisuus

Opinnäytetyö tehtiin Prosessiteollisuusosaston EICP-yksikölle. EICP on erityisesti paperi- ja selluteollisuuden sähköistyksiin, instrumentointiin ja kokonaistoimituksiin erikoistunut yksikkö. Kokonaistoimituksiin sisältyy koko projektin sähköistys ja instrumentointi kantaverkon liityntäpisteestä moottori ja toimilaitetasolle saakka (**Kuvio 2.**). Prosessiteollisuusosasto kuuluu yhdessä Marine & Cranes- ja Turboahtimetosastojen kanssa prosessiautomaatiodivisioonaan. Prosessiteollisuuden päätoimipaikat Suomessa ovat Vaasassa, Helsingissä, Oulussa ja Varkaudessa. /6./



Kuvio 2. Kokonaistoimituksen kattama sisältö. /6./

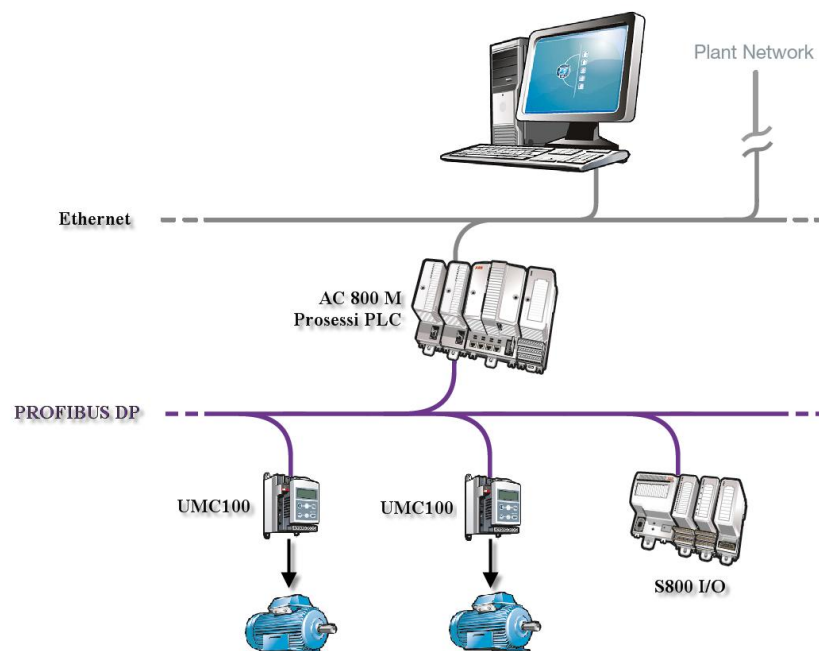
3 MOOTTORINOHJAUS

3.1 Moottorinohjauksen alajärjestelmä

Suurissa teollisuuslaitoksissa on usein tuhansia moottoreita vaaditun prosessin toteuttamiseksi. Mikä tahansa suunnittelematon tai yllättävä moottorin seisokki voi johtaa vikoihin prosessissa ja tulla kalliiksi. Moottoreiden luotettava hallinnointi on näin ollen välttämätöntä varmistettaessa, että tuotantoprosessi on hallinnassa. /2./

Älykkäät moottorinohjauskeskukset perustuvat tänä päivänä ohjelmoituihin komponentteihin, joilla on paikallinen äly. Moottorinohjaussuunnittelu perustuu nykyään piirikaavioiden lisäksi ohjelmiston parametreille. Sovelluksen ohjelmointia voidaan tehdä yksittäisille moottorinohjaimille paikallisesti moottorinohjauskeskuksissa. /13./

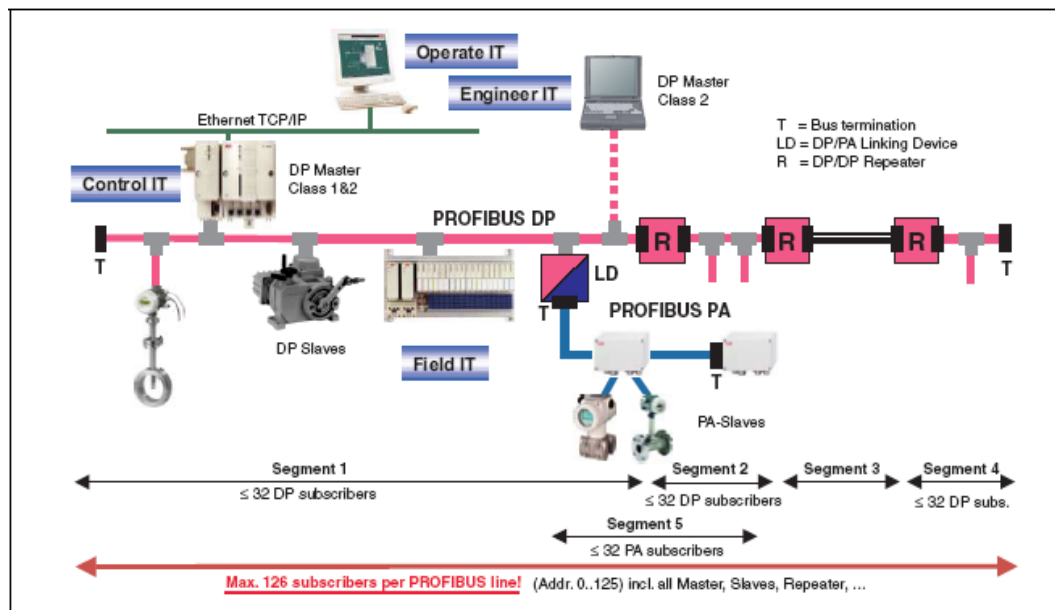
Muutokset suunnittelussa ja ohjelmoinnissa tarkoittavat sitä, että älykkäiden ratkaisujen täytyy olla sekä standardisoituja että testattuja ennen toimitusta ja rajapinnat muihin järjestelmiin täytyvät olla selvästi määriteltyjä ja testattuja. Informaation määrä älykkäissä järjestelmissä on paljon suurempi verrattuna vanhoihin I/O-pohjaisiin ratkaisuihin /13/. Kuviosta 3 nähdään esimerkki moottorinohjausalajärjestelmästä.



Kuvio 3. Esimerkki moottorinohjausalajärjestelmästä. /4./

3.2 Profibus

Profibus on valmistajariippumaton kenttäväylästandardi, joka soveltuu moniin sovellutuksiin prosessi-, valmistus- ja rakennusautomaatiossa. Profibus yhdistää ohjaimen tai ohjausjärjestelmän hajautettuihin kenttälaitteisiin ja mahdollistaa yhdenmukaisen tietojenvaihdon ylempien järjestelmien välillä. Profibusia kehittää ja ylläpitää Profibus International-organisaatio, joka koostuu 25 paikallisesta yhdistyksestä, joihin kuuluu yli 1 200 yritystä. /12./



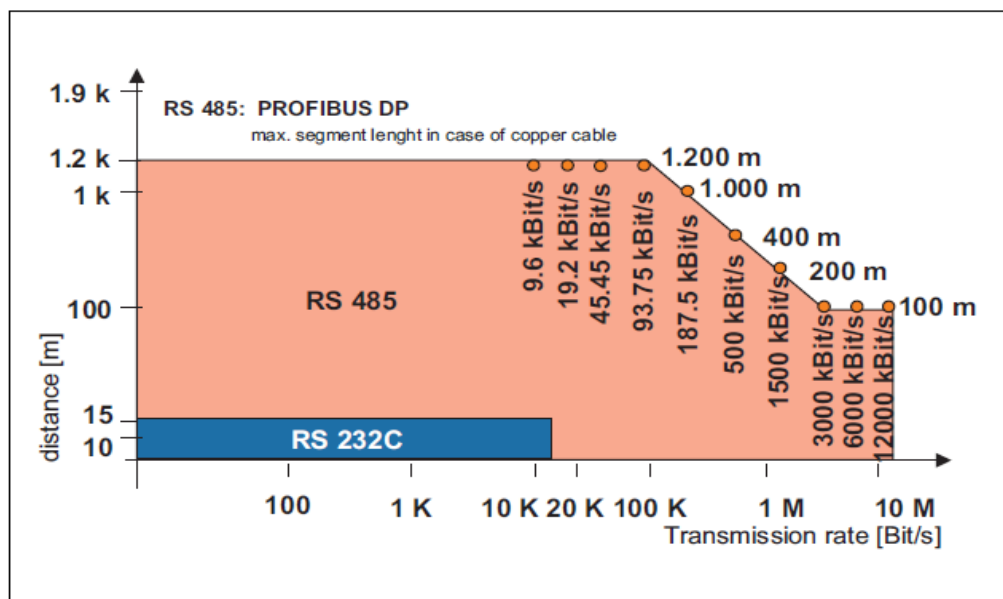
Kuvio 4. Tyypillinen Profibus-väylän järjestelmäkaavio /12./

Profibus kykenee sekä sykliseen, että asykliseen tiedonsiirtoon. Profibus-väylä perustuu isäntä/orja-kommunikointi-periaatteeseen, jossa isäntänä toimiva laite lukee syklisesti informaation orjana toimivilta laitteilta. Asyklistä tiedonsiirtoa käytetään hälytysviesteihin, vianmäärittelyyn, parametrisointiin ja kenttälaitteiden ohjaukseen. /12./

Yhteen väylään voidaan kiinnittää korkeintaan 126 laitetta ja jokaiselle laitteelle on annettava yksilöllinen väyläosoite välillä 0-125. Mikäli laitteita on enemmän kuin 32, on väylään liitettävä toistimia vahvistamaan laitteiden heikentämää signaalia (DP/DP Repeater, **Kuvio 4.**). Toistimia suositellaan kiinnitettäväksi yhteen

väylään enintään 4 kappaletta riippuen toistimen tyypistä ja valmistajasta. Toistimet muodostavat väylään väylälinjoja, eli segmenttejä. /12./

Nykyisin käytetään pääosin 2:ta eri protokollaa, Profibus DP:tä ja PA:ta, jotka ovat toisiinsa yhteensopivat. Profibus DP on suunniteltu automaatiojärjestelmien ja hajautettujen kentälaitteiden väliseen kommunikointiin pienellä vasteajalla. Profibus DP:ssä segmentin pituus tai hitain laite määrää tiedonsiirtonopeuden. Kuviosta 5 nähdään, että segmentin pituus saa olla enintään 1200 metriä käytettäessä 93,75 kBit/s nopeutta ja 100 metriä käytettäessä 12 MBit/s nopeutta. /12./



Kuvio 5. Profibus DP:n segmentin pituuden ja väylän nopeuden välinen riippuvuus. /12./

Profibus PA on suunniteltu erityisesti prosessiautomaation vaatimuksiin. PA-väylä kykenee tehon ja informaation samanaikaiseen siirtämiseen yhden parikaapelin kautta. PA perustuu kansainväliseen IEC 61158-2 standardiin ja toimii osana korkeamman tason DP-kommunikaatiojärjestelmää. PA-väylä liitetään DP-väylään DP/PA-yhdistimellä (DP/PA Linking Device, **Kuvio 4.**). Tiedonsiirtonopeus PA-väylässä on aina vakio 31,25 kBit/s. /12./

4 UNIVERSAL MOTOR CONTROLLER

4.1 UMC100 yleisesti

Universal Motor Controller eli älykäs moottorinohjain on modulaarinen ja laajennettavissa oleva moottorin hallintajärjestelmä vakio- ja kaksinopeuksisille pienjännitemoottoreille. Sen tärkeimpiä tehtäviä ovat moottorin ohjaus ja suojaaminen, sekä tehtaiden seisokkien ehkäisy ja vioista johtuvan tehtaan alhaallaoloajan vähentäminen. Moottorinohjaimen avulla saadaan tietoa ennalta käsin moottorin mahdollisista ongelmista ja suunnittelemattomien katkokkien määrää voidaan näin pienentää. Vian sattuessa laitteelta saadaan välittömästi virhediagnoosi ja jatko-toimiin voidaan ryhtyä. /17./

Normaalissa ilman älykästä moottorinohjainta toteutetussa moottorilähdössä ohjaukselle, valvonnalle ja signaalien tuottamiselle vaaditaan omat laitteet. Näitä ovat muun muassa ylivirtareleet, termistorireleet, virtamuuntimet ja A/D-muuntimet. Laitteille tarvitaan lisäksi myös johdotus ja myös mahdollisesti yhteys logiikkaan. Älykkäässä moottorinohjaimessa nämä kaikki ominaisuudet ovat integroituna samaan laitteeseen. Ohjainta on mahdollista käyttää itsenäisenä laitteena tai väyläohjattuna /17/. Kuviossa 6 nähdään UMC100:n pääyksikkö.



Kuvio 6. UMC100-pääyksikkö. /16./

UMC100 pääyksikössä on 6 tuloliitintä, 3 relelähtöä ja 1 transistorilähtö. UMC100:ssa samaa versiota voidaan käyttää kaikille virta-alueilla ja kenttä-

väyläksi on mahdollista valita Profibus DP, DeviceNet, Modbus tai CANopen. EICP-yksikön projekteissa käytetään Profibus DP:tä. /17./

4.2 Laajennusmoduulit

UMC100:ssa on mahdollista lisätä toimintoja laajennusmoduulien avulla. Laajennusmoduuleita on 2 erilaista, I/O-moduuli ja jännitemoduuli. /16./



Kuvio 7. I/O-moduuli DX122. /16./

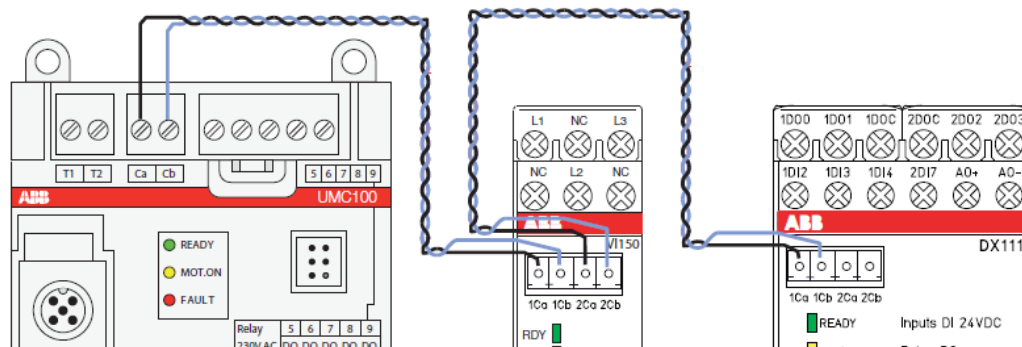
I/O-moduulin avulla saadaan lisättyä 8 tuloa ja 4 relälähtöä, sekä 1 analogisen virtalähdön. Tuloja ja lähtöjä voidaan vapaasti käyttää asiakaskohtaisissa erikoissovelluksissa. I/O-moduulista on 2:ta eri versiota, DX111 ja DX122. DX111:n tulojen jännitteenä on 24 VDC ja DX122 on tarkoitettu 110 – 230 VAC jännitteille /13/. Kuviossa 7 nähdään UMC100:n I/O-moduuli.



Kuvio 8. Jännitemoduuli VI150. /16./

Jännitemoduulin avulla voidaan moottorinohjainta laajentaa mittaamaan pääjännitteitä, tehoa, energiaa, tehokerrointa ja särökerrointa. Jännitemoduulissa on

myös vapaasti käytettävissä oleva relelähtö. Jännitemoduuleita on 2:ta eri versiota, VI150 ja VI155, joista ensimmäinen on maadoitetuille verkoille ja jälkimmäinen sekä maadoitetuille että maadoittamattomille verkoille /16/. Kuviossa 8 nähdään UMC100:n jännitemoduuli.



Kuvio 9. Moduuleiden liittäminen UMC100:an. /16./

Moduulit on mahdollista asentaa eri paikkaan kuin UMC100. Moduulit liitetään moottorinohjaimen kierretyllä parikaapelilla kuvion 9 mukaisesti, kuitenkin siten ettei kaapelin kokonaispituus ylitä 3 metriä. Laajennusmoduulit tarvitsevat myös 24 VDC käyttöjännitteen. /16./

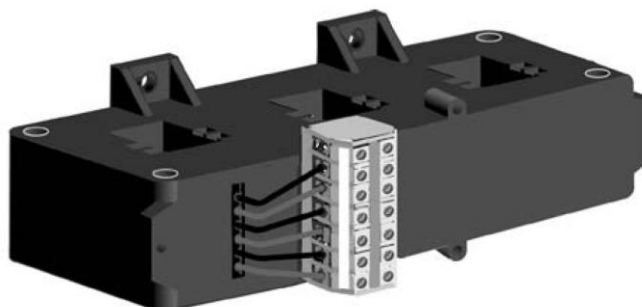


Kuvio 10. UMC100 LCD-paneeli. /16./

UMC100:aan voidaan liittää monikielinen LCD-paneeli josta voidaan lukea mitaus- ja laskentatietoja, asettaa parametreja ja ohjata moottoria (**Kuvio 10.**). Paneeli on mahdollista asentaa suoraan moottorinohjaimen päällä olevaan liittimeen tai esimerkiksi keskuksen oven pintaan käyttäen oviaasennussarjaa ja liitinjohtoa

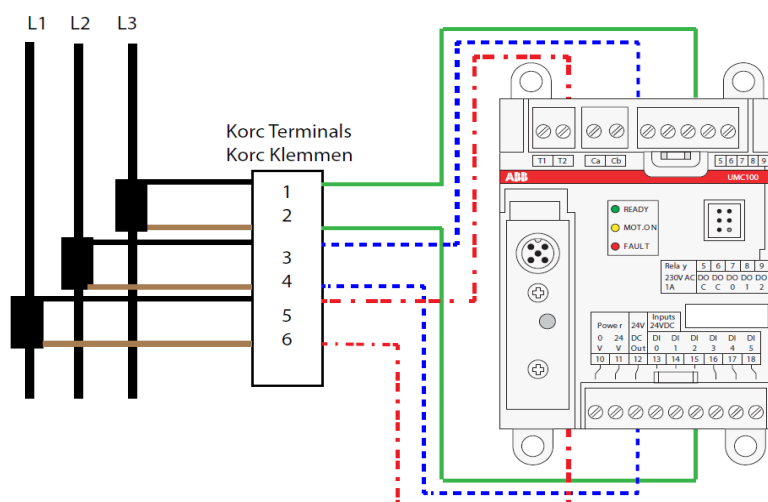
/16/. Paneelissa on tapahtunut suuri harppaus selkolukuisuudessa ja helppokäyttöisyydessä verrattuna edelliseen UMC22:n paneeliin.

Mikäli moottorin nimellisvirta ylittää 63 A, on käytettävä ulkoista virtamuuntajaa (**Kuvio 11.**). Ulkoinen virtamuuntaja muuntaa moottorin virran pienemmäksi toisiovirraksi muuntajan muuntosuhteen mukaisesti. /16./



Kuvio 11. ABB:n valmistama ulkoinen virtamuuntaja KORC. /16./

Virtamuuntimen toisio kytketään UMC100:n virtamuuntajien kautta, jolloin moottorinohjain mittaa pienennetyn virran (**Kuvio 12.**). UMC100:n Current Factor-parametrilla voidaan asettaa virtamuuntajan muuntosuhde, jolloin moottorinohjain laskee oikean virta-arvon. Virtamuuntajana voidaan käyttää luokan 5P10 suojausvirtamuuntajia. /16./



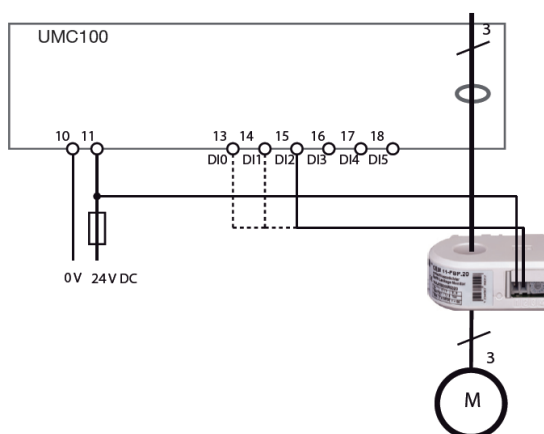
Kuvio 12. Ulkoisen virtamuuntajan liittäminen UMC100:n. /16./

UMC100:ssa on sisäänrakennettuna laskenta maavirroille. Käyttöympäristön verkon ollessa maadoittamaton tai tarvittaessa tunnistusta pienemmille maavirroille, joudutaan käyttämään erillistä summavirtamuuntajaa (**Kuvio 13.**) /16./



Kuvio 13. ABB:n valmistamia summavirtamuuntajia CEM11. /5./

Käytettäessä summavirtamuuntajaa kaikki 3 vaihejohtoa kytetään muuntajan läpi (**Kuvio 14.**). Summavirtamuuntaja monitoroi läpikulkevien virtojen summaa. Muuntajassa on binäärilähtö, joka kytetään UMC100:n tuloliittimeen (**Kuvio 14.**). Tuloliitin voidaan valita tulojen 0-2 väliltä, jotka ovat monitoimisia tuloja. Moottorinohjaimen parametreista täytyy asettaa valitun tulon toiminnaksi joko hälytys tai laukaisu. Parametreista on myös mahdollista valita toimiiko summavirtamuuntajalle käytetty tulo aina vai vasta käynnistyksen jälkeen. Summavirtamuuntaja antaa signaalin UMC100:lle, mikäli jäännösvirta kasvaa yli muuntajaan asetellun raja-arvon. /10./



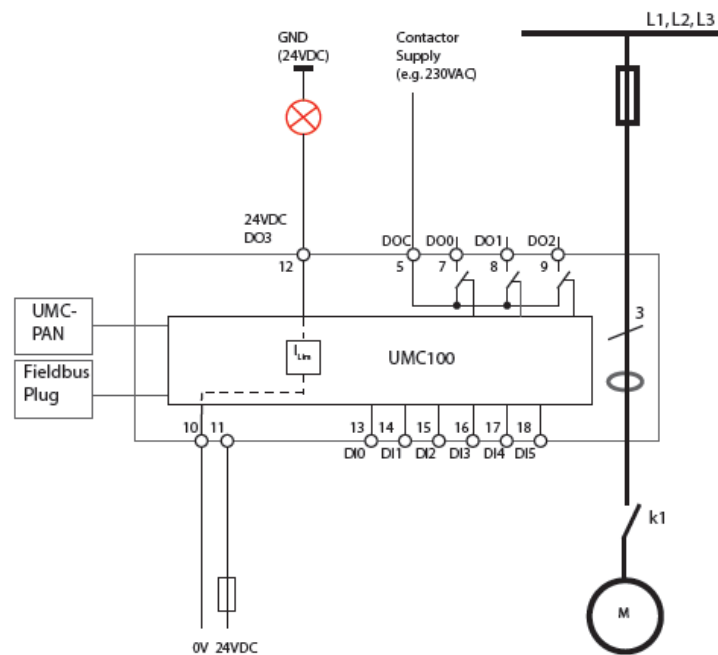
Kuvio 14. CEM11:n kytkentä UMC100:an. /16./

4.3 Ohjaustoiminnot

UMC100:ssa on sisäänrakennettuna valmiita ohjaustoimintoja vakiosovellutuksia varten kuten:

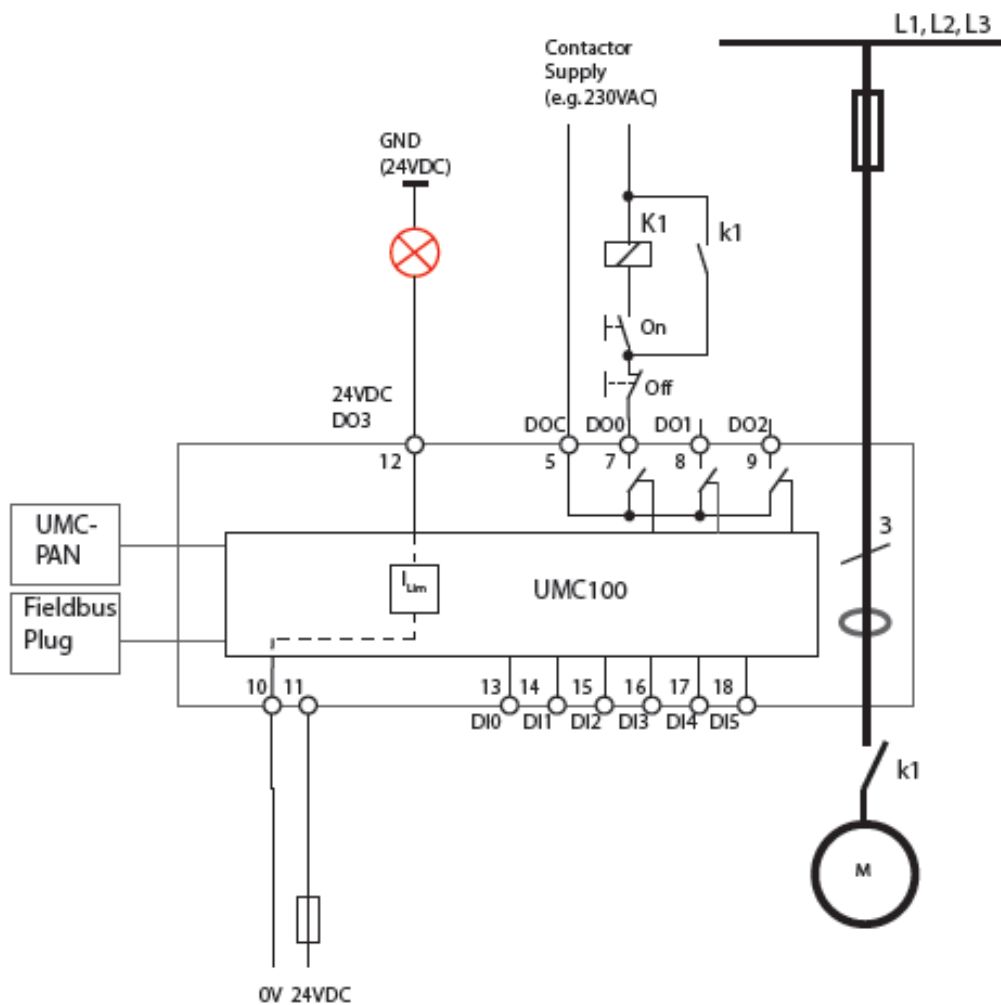
- Transparent
- ylikuormitusrele
- suora käynnistys
- suunnanvaihto
- tähti-kolmiokäynnistys
- kaksinopeusohjaukset, navanvaihto ja dahlander
- toimilaitteohjaukset 1-4. /16./

Transparent-ohjaustoiminnoissa moottorinohjain toimii kuin I/O-moduuli, jossa on integroituna ylikuormituksen tarkistus. Lähdöt ja tulot ovat suoraan kytkettynä väylään ja toimivat itsenäisesti riippumatta ylikuormituksesta. Transparent-toiminnoissa ei ole mahdollista ohjata moottoria UMC:n kautta ja kaikki suojaukset ovat poissa käytöstä /16/. Kuvio 15 näyttää Transparent-ohjaustoiminnojen piirikaavion esimerkkiä.



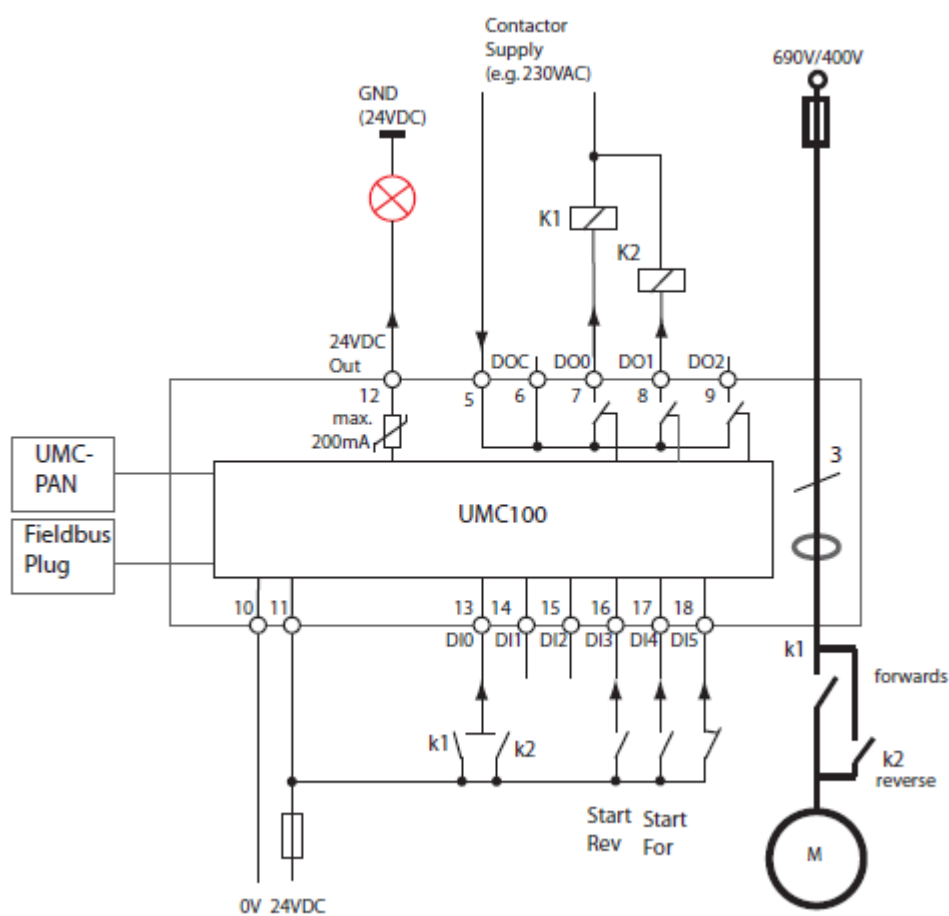
Kuvio 15. Transparent-ohjaustoiminnojen piirikaavion esimerkki. /16./

Käytettäessä ylikuormitusrele-toimintoa voidaan normaali ylivirtarele korvata moottorinohjaimella. Myös tässä lähdöt ja tulot ovat suoraan kytkettynä väylään, eikä niitä voida ohjata ohjaustoiminnon kautta. Kontaktori saa ohjausjännitteen moottorinohjaimen relälähdöstä, johon voidaan kytkeä myös päälle/pois-ohjauspainikkeet ja kontaktorin itsepito (**Kuvio 16**). Transistorilähtöä DO3 voidaan käyttää vikalähtönä jolloin se indikoi vikaa. Ylikuormitussuojan laukaistaessa moottorinohjain kytkee ohjauspiirin jännitteettömäksi ja moottori pysähtyy. Vian sattuessa ohjain lähettää väylään tiedon viasta. /16./



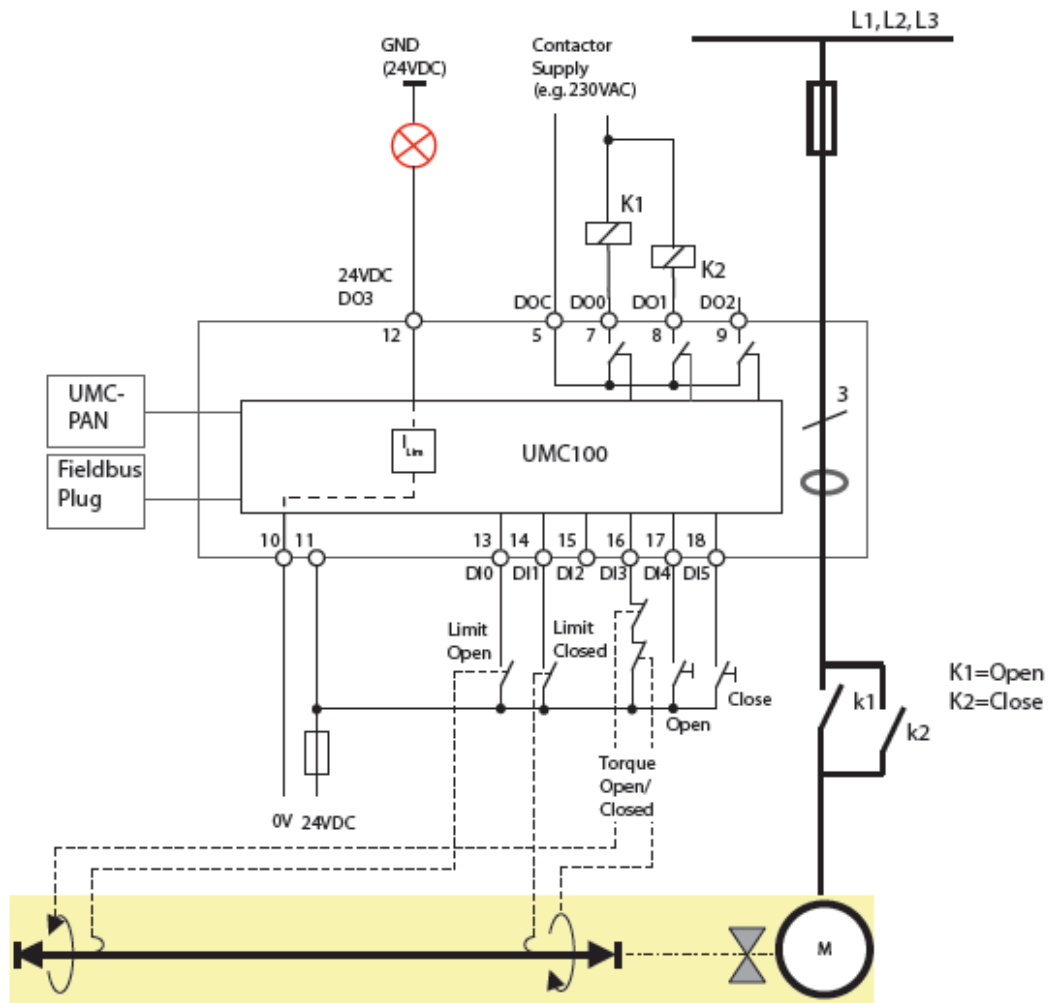
Kuvio 16. Ylikuormitusreletoiminnon piirikaavion esimerkki. /16./

Suunnanvaihto-ohjaus koostuu 2 suoran käynnistyksen piiristä, joissa vaihejärjestys on päinvastainen. Moottori käynnistetään suoraan verkkoon ja moottorin pyörimissuunta vaihdetaan ohjaamalla moottorinohjaimen avulla molempien piirien kontaktoreita. Ohjauspiiriin on tehty sekä mekaanisia että sähköisiä lukituksia estämään molempien kontaktoreiden yhdenaikainen ohjautuminen. Suunnanvaihto-ohjauksessa moottoria voidaan ohjata molempiin suuntiin moottorinohjaimen paneelista, erillisistä painonapeista tai väylän kautta (**Kuvio 18.**). Kaikki suojaukset ovat käytössä. /16./



Kuvio 18. Suunnanvaihto-ohjauksen piirikaavion esimerkki. /16./

Toimilaitteohjauksilla ohjataan toimilaitetta kuten esimerkiksi moottoriventtiiliä. Ohjaus toteutetaan samoin kuin suunnanvaihto-ohjaus, mutta moottori pysäytetään toimilaitteesta saatavilla auki- ja kiinnirajoilla sekä momenttirajoilla (**Kuvio 21.**). Toimilaitteohjauksia on 4 erilaista, joissa rajojen käyttö on erilainen. Kaikki suojaukset ovat käytössä, lukuun ottamatta jännitteenaleneneman suojausta ja kontaktorin apukoskettimen takaisinkytkentää moottorinohjaimen tulolle. /16./



Kuvio 21. Toimilaitteohjauksen piirikaavion esimerkki. /16./

Prosessiteollisuudessa moottorinohjaimen ohjaustoiminnoista käytetään pääasiassa suoraa käynnistystä, suunnanvaihto-ohjausta ja toimilaitteohjausta. Näiden lisäksi harvemmin käytössä on myös 2-nopeus ohjaukset. /18./

4.4 Suojausfunktiot

Suojausfunktiot voivat olla joko päällä tai pois päältä. Päällä ollessaan ne voivat aiheuttaa suojauksen laukeamisen tai hälytyksen. Poikkeuksena ovat ylikuormitussuojat, jotka ovat aina aktiivisena ja aiheuttavat laukaisun. Joillekin funktioille, kuten yli- ja alivirroille sekä vaiheiden epätasapainolle on mahdollista parametroida laukaisuun viive. Osa suojauksista on aktiivisena ainoastaan moottorin käynnistyksen jälkeen ja osa ainoastaan käynnistyksen aikana. /16./

UMC100:ssa on sisäänrakennettuna seuraavat virranmittaukseen perustuvat suojausfunktiot:

- Laskennalliselle ylikuormitukselle
- yli- ja alivirroille
- lukittuneelle roottorille
- vaiheiden epätasapainolle
- vaihekatkokselle
- väärälle vaihejärjestykselle
- termistorisuojaus
- maavuotovirroille
- maasululle. /16./

Jännitemoduulista saatavan pääjännitteen ja vaihekulman avulla UMC100 laskee tehon ja energian kulutuksen, jolloin saadaan käyttöön lisää suojausfunktioita:

- Yli- ja alijännitteet
- jännitteiden epätasapaino
- jännitteenalenema
- särökerroin
- tehokerroin
- pätötehoon perustuva suojaus yli- ja alikuormitukselle. /16./

Eri suojaus- ja monitorointifunktiot tuottavat joko hälytys- tai suojaussignaaleja ja mitattuja tai laskettuja arvoja. Tämä kaikki informaatio on mahdollista näyttää

vain 1. Sen sijaan peruslogiikkafunktioita voidaan lisäillä muistin rajoihin saakka. /15./

Täysin uuden sovelluksen luominen alusta alkaen on mahdollista, mutta suositeltavampaa on jatkaa valmiista pohjasta. Näin vältetään helpommin erilaisia sovelluksen ohjelmoinnissa tulevia virheitä. Control Function-parametrin asettelu täytyy vastata erikoissovelluksessa käytettyä ohjausfunktio lohkoa. Mikäli erikoissovelluksessa on käytetty suoran käynnistyksen toimilohkoa, joudutaan Control Function-parametri asetella tällöin Direct Starter-tilaan. /15./

Prosessiteollisuuden projekteissa UMC100:n ohjelmoitavuutta voidaan käyttää erikoissovelluksissa ja mikäli halutaan muuttaa väylän syklisessä sanomassa siirrettäviä analogia arvoja. Erikoissovelluksiin kuuluvat muun muassa kattiloiden nuohointen (sootblowers) ohjausjärjestelmä ja kuljettimen jarrun erillinen ohjaus. /7./

Kattiloiden nuohoimia käytetään voimakattiloissa ja soodakattiloissa, joissa nuohoimet puhdistavat kuumen höyryn avulla kattiloissa kiertävien höyryputkien ulkopintoja. Nuohointen määrä voi vaihdella kymmenistä kappaleista jopa 100 kappaleeseen. Nuohoimen tilatietona on 2 rajatietoa, kotiraja ja kattilaraja. Kotiraja on aktivoituna, kun nuohoin on ulkona kattilasta ja vastaavasti kattilaraja on aktivoituna, kun nuohoin on kokonaan kattilan sisällä. Erikoissovelluksessa moottorinohjain saisi automaatiolta käynnistyskäskyn, jonka jälkeen moottorinohjain suorittaisi nuohoimen liikkeen automaattisesti. Näin voitaisiin säästää tilaa automaation ohjelmassa ja pienentää ohjauksen viiveitä. Ohjauskäskyn saatuaan moottorinohjain käynnistäisi nuohoimen liikkeen kattilan sisään. Kattilan sisällä nuohoin tarpeen mukaan pysäytettäisiin puhdistamaan tiettyä kohtaa. Saavuttuaan kattilarajalle nuohoin pysähtyisi ja lähtisi aseteltavan viiveen jälkeen automaattisesti takaisin kohti kotirajaa. /14./

Jarrun erillistä ohjausta voidaan joutua käyttämään joissain kuljetinsovelluksissa. Useimmissa tapauksissa jarrua ohjataan kontaktorin apukoskettimen avulla, jolloin se päästää ja jarruttaa moottorin kanssa samanaikaisesti. Kuitenkin esimerkiksi raskaassa kallellaan olevassa kuljetinkäytössä voidaan tarvita jarrun erillistä

ohjausta. Tällöin jarru laitetaan päälle hieman ennen kuin moottorille annetaan pysäytyskäsky, jotta kuljetin ei lähde pyörimään raskaan kuorman kanssa väärään suuntaan. Vastaavasti kuljettimen moottoria käynnistettäessä jarru päästetään hieman moottorin käynnistyskäskyn antamisen jälkeen. /14./

4.6 Kilpailijavertailu

Kilpailijavertailun tarkoituksena oli vertailla ABB:n moottorinohjaimien ja markkinoilla olevien muiden valmistajien moottorinohjaimien ominaisuuksia. Vertailuun otettiin ABB:n UMC22, UMC100, MNS iS, Siemensin Simocode PRO C ja PRO V sekä Schneiderin TeSys T.

Vertailua varten tehtiin kilpailijavertailutaulukko, jossa listattiin erilaisia ominaisuuksia ja toimintoja sekä vertailussa olleet moottorinohjaimet. Taulukkoon merkittiin ohjaimien kohdalle merkintä, mikäli niistä löytyi kyseisiä ominaisuuksia tai toimintoja. Merkinnässä kerrottiin myös huomautukset, mikäli kyseisen asian saavuttamiseen tarvittiin ylimääräistä työtä, kuten parametrien asettelua, erikoissovelluksen tekoa tai ylimääräistä johdotusta.

Moottorinohjaimien eroja tarkasteltiin laitteiden käyttöohjeista ja kilpailijavertailupalaverissa, johon osallistuivat opinnäytetyön ohjaajat ABB:ltä, Vaasan ammattikorkeakoulusta sekä ABB:n kojeistotehtaan edustaja. Palaverissa käytiin kilpailijavertailutaulukkoa läpi ja lisäiltiin ominaisuuksia moottorinohjaimien sen hetkisen tilanteen mukaan. Moottorinohjaimet kuitenkin kehittyvät ja uusia toimintoja lisääillään jatkuvasti. Tähän työhön tehty kilpailijavertailutaulukko edustaa pääasiallisesti kevään 2012 tilannetta ohjaimien toimintojen suhteen. Taulukko on kokonaisuutena liitteessä 7.

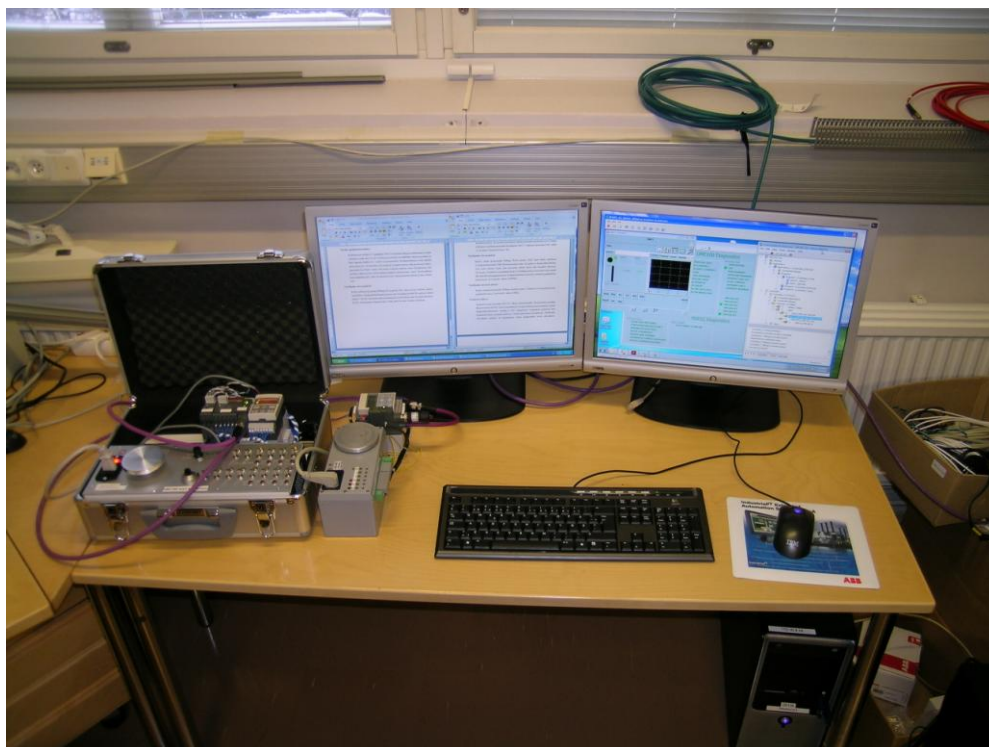
5 MOOTTORINOHJAIMEN TESTAUS

5.1 Testauksen tarkoitus

Testauksen tarkoituksena oli saada selville UMC22:n ja UMC100:n toiminnallisuuksien erot ja tarvittavat muutokset, kun UMC22:n tilalle vaihdetaan UMC100. Testausta varten suunniteltiin testausprotokolla, jossa moottorinohjaimet laitettiin rinnakkain ja samat testit suoritettiin molemmille laitteille. Testien jälkeen analysoitiin tuloksia ja kirjattiin erot ylös.

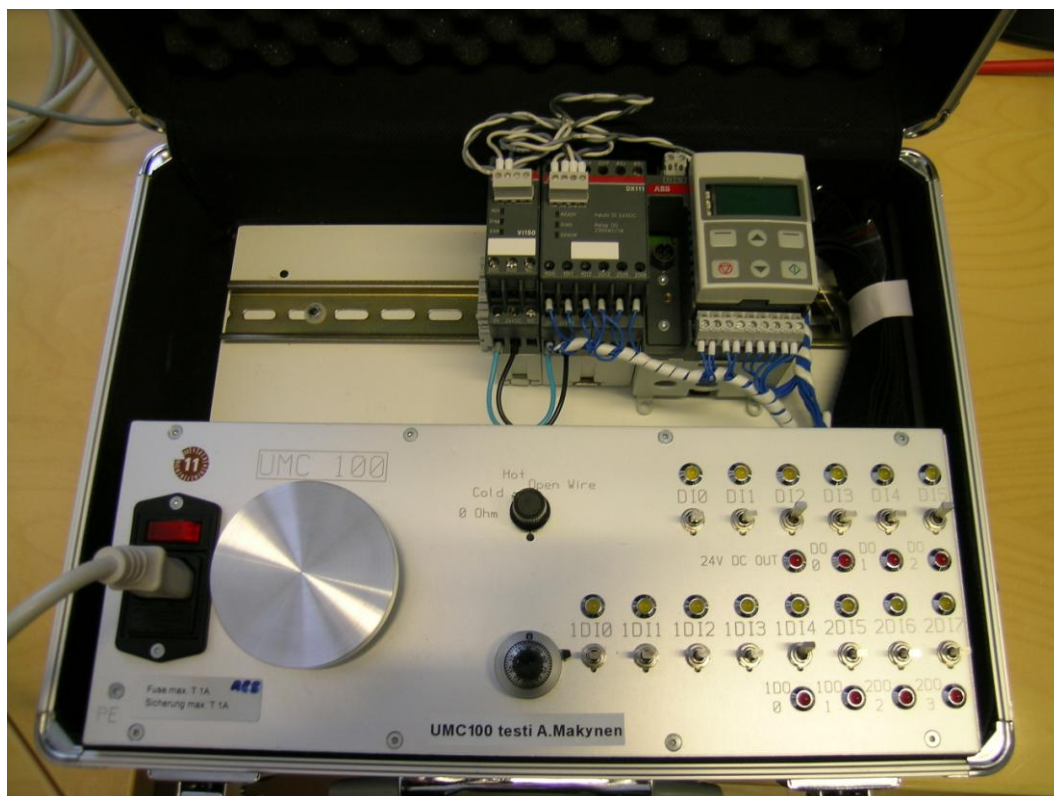
5.2 Testauslaitteisto

Testaus suoritettiin pääosin Prosessiteollisuus-osaston demohuoneessa, jossa käytettiin ABB:n 800xA-automaatiojärjestelmää. Testauslaitteistoon kuuluivat ABB:n valmistamat demolaitteistot UMC22:lle ja UMC100:lle, ohjelmoitava prosessilogiikka AC 800 M ja ohjelmointiasemana toiminut tietokone (**Kuvio 23**).



Kuvio 23. Testauskoonpano. /9./

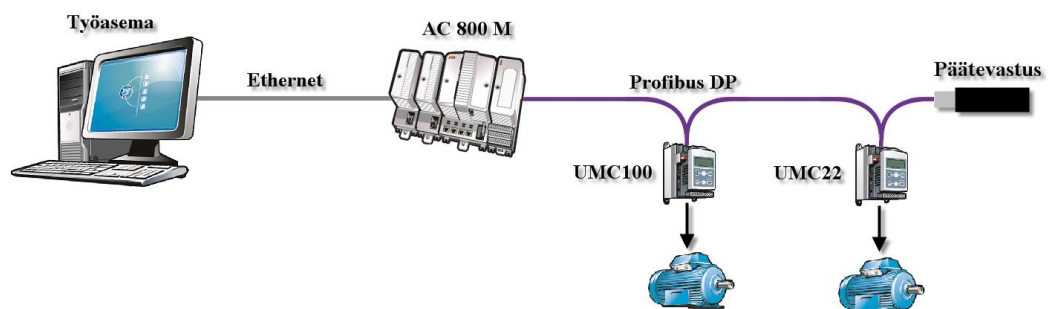
Moottorinohjaimien demolaitteistoissa oli valmiiksi rakennettuna pieni sähkömoottori, ohjauskytkimet tuloille, led-valot lähdöille ja simulointikytkin termistorille (**Kuvio 24.**). UMC100 laukussa oli tämän lisäksi asennettuna I/O-moduuli ja tämän tuloille sekä lähdöille ohjauskytkimet ja led-valot (**Kuvio 24.**). UMC100:n rinnalle kytkettiin vielä jännitemoduuli (**Kuvio 24.**).



Kuvio 24. UMC100 demolaitteisto. /9./

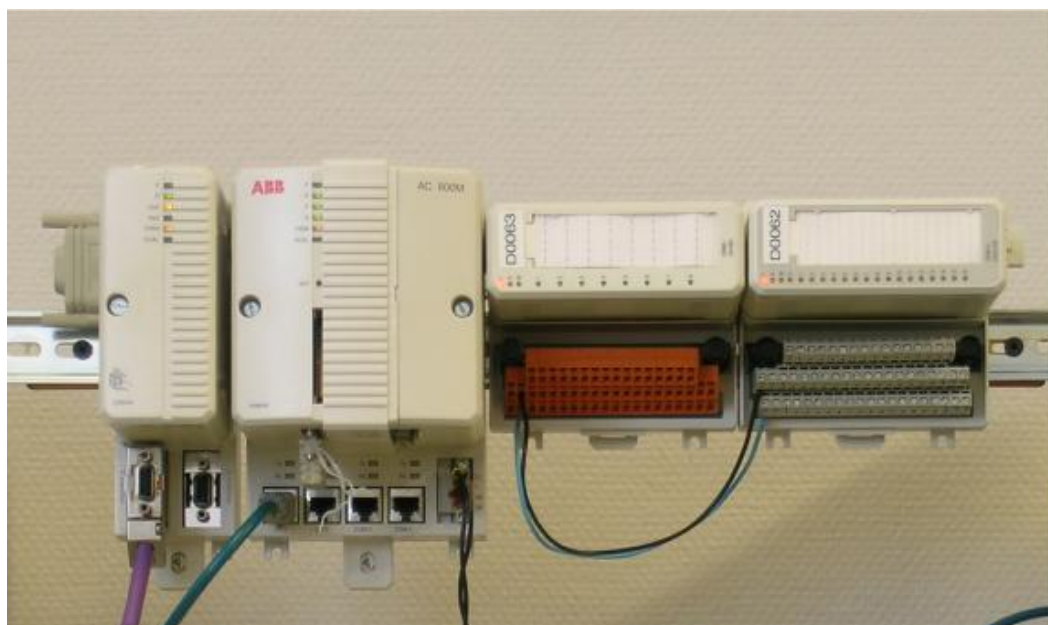
Demolaitteistoilla oli mahdollista testata melkein kaikkia moottorinohjaimen toimintoja. Paikallisohjausta oli mahdollista testata ohjauspaneelin ja digitaalitulojen kautta. Ohjaustoiminnoista mahdollisia olivat suora käynnistys, suunnanvaihto ja toimilaitteohjaus. Muita ohjaustoimintoja ei ollut mahdollista testata laitteiston sisäisen kytkennän vuoksi. Ylikuormitus-, ylivirta- ja jumisuoja oli mahdollista testata jarruttamalla pyörivää moottoria kädellä tai pysäyttämällä se kokonaan. Termistorivikoja varten laitteessa oli kytkin, jolla voitiin simuloida normaalia tilaa, kuumaa moottoria, termistorin vaihekatkosta tai termistorin oikosulkua. Vaiheisiin ja jännitteisiin liittyvät ominaisuudet eivät olleet mahdollisia, sillä laitteiston moottori oli yksivaiheinen eikä jännitemoduulille ollut tällöin mahdollista

kytkää 3 vaihetta. UMC22:n demolaitteisto ei eronnut UMC100:n laitteistosta muuten kuin laajennusmoduulien ja näiden tulojen ja lähtöjen osalta.



Kuvio 25. Testauskoonpanon väyläkaavio. /5./

Testauskoonpano rakennettiin siten, että molemmat moottorinohjaimet kytkettiin Profibus DP-väylän kautta AC 800 M-logiikkaan ja tästä ethernetin kautta tietokoneelle kuvion 25 mukaisesti.

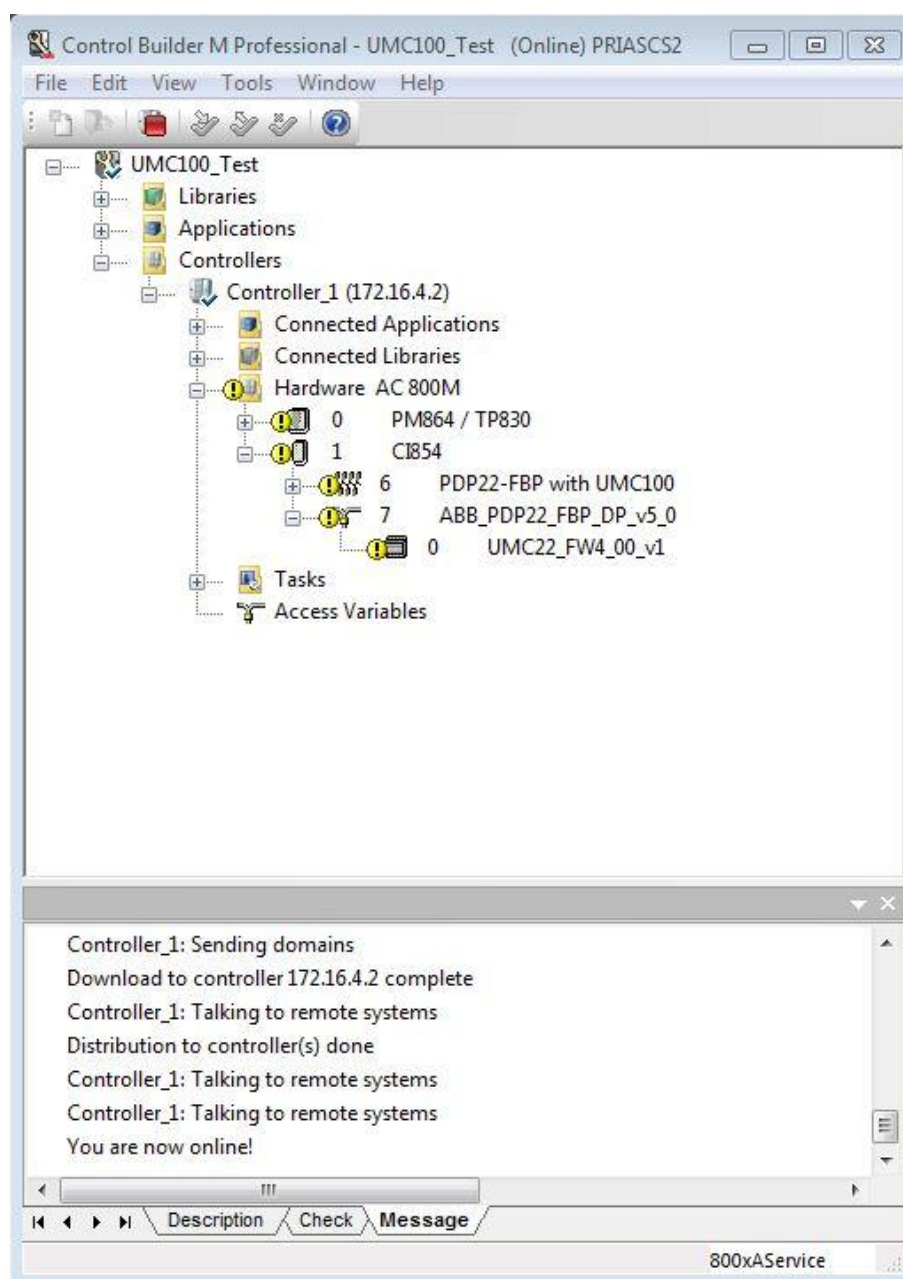


Kuvio 26. Demohuoneiston AC 800 M-laitteisto. /9./

Demohuoneen AC 800 M-laitteistosta käytettiin tässä testauksessa CI854 Profibus DP-liitännäysyksikköä, PM864-keskusyüksikköä ja DI885-tulokorttia (**Kuvio 26.**). Kuvioista 26 nähdään liitännäysyksikkö vasemmassa yläreunassa ja tälle tuleva Profibus DP-väyläkaapeli. Liitännäysyksikön vieressä on PM864-keskusyüksikkö ja tästä

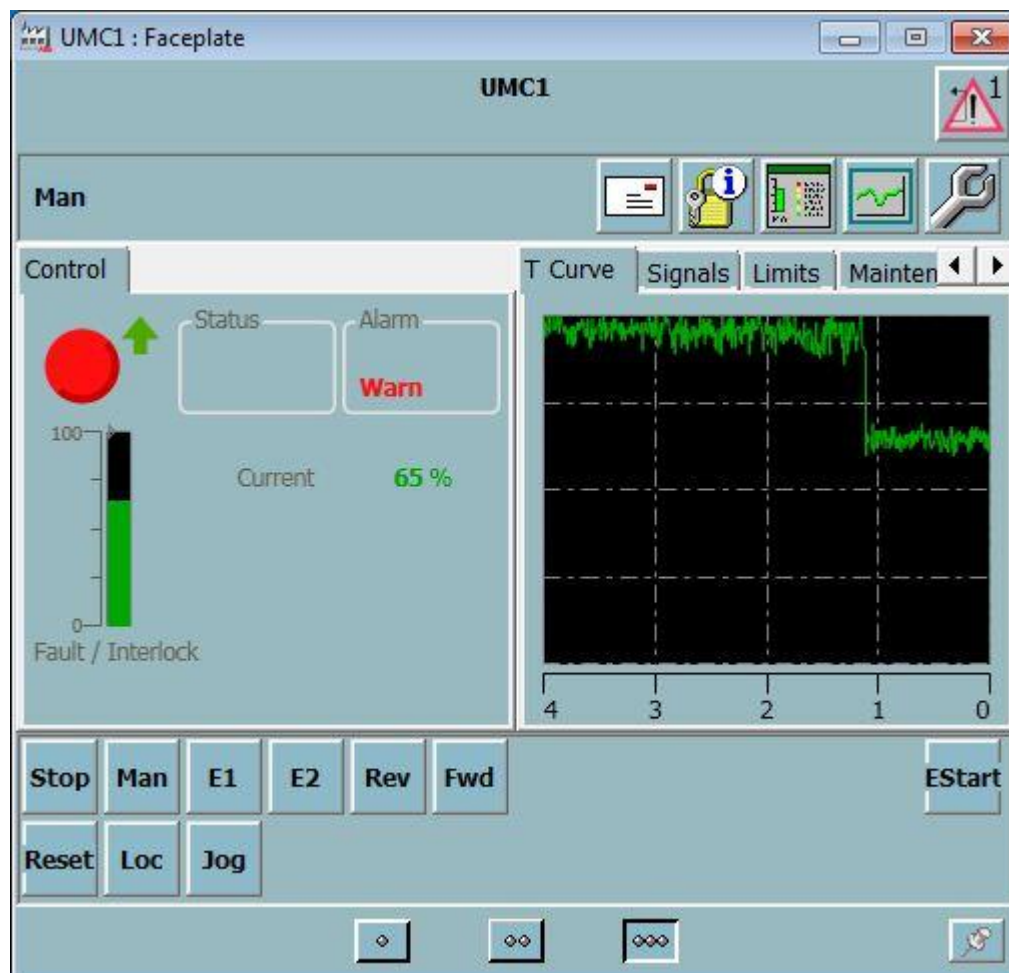
lähtevä ethernet-kaapeli. Keskusyksikön oikealla puolella on DI885-tulokortti, jonka kanavia käytettiin vasteaikatestauksessa.

Moottoriohjaimien parametointi ja automaation ohjelmointi suoritettiin pääosin Control Builder M-ohjelman avulla. Control Builder M on työkalu, joka tukee useita IEC 61131-3 standardiin määriteltyjä ohjelmointikieliä. Control Builder M-ohjelmassa luotiin myös testausjärjestelmän konfiguraatio (**Kuvio 27.**) /19./



Kuvio 27. Control Builder M perusnäky. /9./

Moottoriohjaimia ohjattiin automaatiosta Plant Explorer konfigurointityökalusta saatavalla faceplate-ohjausdialogilla. Ohjausdialogista oli muun muassa mahdollista ohjata moottoria, monitoroida ja resetoida hälytyksiä ja vikoja, lukea diagnostiikkaa sekä monitoroida virtaa (**Kuvio 28.**).



Kuvio 28. Faceplate-ohjauspaneeli. /9./

Control Builder M ja Plant Explorer kuuluvat yhdessä Graphic Builderin kanssa 800xA-järjestelmän työkaluihin. /19./

5.3 Testausprotokolla

Testausprotokollaan valittiin perustoimintojen lisäksi myös eri vikatilanteet. Tarkoituksena oli tehdä vastaavat testit verrattain samoilla parametreilla sekä UMC22:lle että UMC100:lle, jotta laitteiden toimintaa pystyttiin vertaamaan. Testauksen alussa oli tarkoitus saada UMC22 toimintaan vakio ratkaisuihin ja piiri-

kaavioihin perustuvalla kokoonpanolla ja parametreilla. Tämän jälkeen laitteelle suoritettiin erilaisia testejä liittyen laitteen normaaliin toimintaan ja ohjaukseen, sekä mahdollisiin vikatilanteisiin. Tulokset ja käytetyt parametrit kirjattiin tarkasti ylös, jotta vertailu UMC100:an voitiin tehdä luotettavasti. Liitteissä 5 ja 6 on molempien moottorinohjaimien testeissä käytetyt parametrit. Keltaisella värjättyjä parametreja vaihdeltiin eri testien vaatimusten mukaisesti.

UMC22:n testauksen jälkeen siirryttiin testaamaan UMC100:a. UMC100 kytkettiin UMC22:n tilalle, jolloin kaikki tarvittavat muutokset kytkennöissä ja parametreissa kirjattiin ylös. UMC100:lle tehtiin samat testit kuin UMC22:lle ja saadut tulokset kirjattiin ylös.

Moottorinohjaimilla testattiin seuraavia toimintoja:

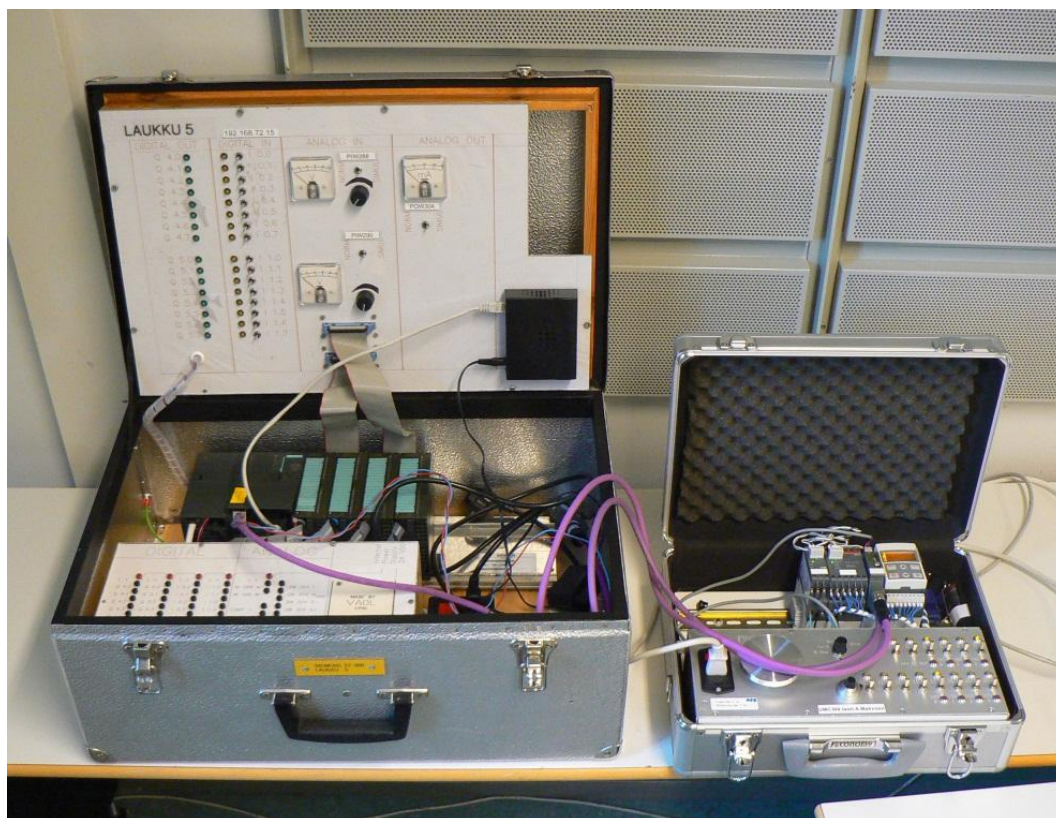
- **Paikallishjaus ja etäkäyttö (Local/Remote):** Tarkoituksena oli selvittää miten ja mistä moottorinohjaimien ohjaustilan voi valita. /18./
- **Suora käynnistys-, suunnanvaihto- ja toimilaiteohjausmoodit:** Tarkoituksena oli selvittää onko ohjaimien vakio-ohjaussovelluksien toiminnassa eroja. /18./
- **Laskennallisen ylikuormituksen hälytys ja laukaisu:** Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset erot moottorinohjaimien laskennallisen ylikuormitusuojan toiminnassa. Testauksessa moottoria kuormitettiin jarruttamalla sen pyörimistä omalla kädellä. /18./
- **Yli- ja alivirran hälytys ja laukaisu:** Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset erot moottorinohjaimien yli- ja alivirtasuojan toiminnassa. Ylivirtasuojaa testattaessa ylivirran raja-arvoa laskettiin testausta varten, jotta laukaisu ei tapahdu laskennallisesta ylikuormitussuojasta. Alivirtasuojaa testattaessa moottorinohjaimien nimellisvirta-arvoja kasvatettiin, jolloin moottoria jarruttamalla kuormitus nousi 100 prosenttiin. Alivirtasuojaa saatiin aktivoitua päästämällä moottorin jarrutus. /18./
- **Lukittuneen roottorin suojaus:** Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset erot moottorinohjaimien lukittuneen roottorin suojauksessa. Suojausta testattiin pysäyttämällä moottorin liike kokonaan kädellä. Suojauksen virran raja-arvoa laskettiin, jotta laukaisu ei tapahtuisi ylikuormitussuojasta. /18./

- **Keskusvian testaus:** Keskusvian sattuessa lähtöjen jännitesyötön johdon-suojakatkaisija laukeaa ja tuloista DI2 ja DI4 katkeaa jännite. DI2 on kytketty kenttävikaa ilmaisevan apukontaktorin apukoskettimeen ja DI4 on kytketty lähtöjen jännitesyötön johdonsuojakatkaisijan apukoskettimeen. DI2 on parametroitu vikatuloksi, jolloin se laukaisee lähdön vian sattuessa. Tuloa DI4 ei ole mahdollista parametroida vikatuloksi, jolloin sitä monitoroidaan ainoastaan automaatiosta. Testissä vika suoritettiin kytkemällä tulot DI2 ja DI4 pois päältä. Moottorinohjaimien oli mentävä vikatilaan vian sattuessa. /18./
- **Kenttävian testaus:** Kenttävian sattuessa lähtöjen jännitesyöttö katkeaa, mutta jännitesyötön johdonsuojakatkaisija ei laukea. Tällöin ainoastaan vikatulosta DI2 katkeaa jännite. Moottorinohjaimien oli mentävä vikatilaan vian sattuessa. /18./
- **Sähkökatkos:** Sähkökatkoksesta katkaistiin sähkö moottorinohjaimilta mutta ei väylältä. Testissä tarkasteltiin moottorinohjaimen toimintaa sähköjen palauduttua. /18./
- **Väylän apujännitteen katkos:** Testissä katkaistiin jännite väylältä, mutta ei moottorinohjaimilta. Testissä tarkasteltiin moottorinohjaimien toimintaa väylän jännitteen palauduttua. /18./
- **Väyläkatkos sekä automaation että moottorinohjaimen päässä:** Testissä tarkasteltiin moottorinohjaimien toimintaa, kun väylään tehtiin katkos. Katkos tehtiin sekä automaation että moottorinohjaimen päähän irrottamalla liitin. Katkokset automaation päässä ja moottorinohjaimen päässä eroavat toisistaan siten, että automaatiosta katkaistaessa koko väylä katoaa ja moottorinohjaimen päästä katkaistaessa vain itse ohjain katoaa, mutta väylä ja väyläliitin jäävät toimintaan. /18./
- **Termistorivikojen hälytys ja laukaisu:** Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset erot moottorinohjaimien toiminnassa termistorivioissa. Termistorivikoihin sisältyy kuuma moottori, termistorin oikosulku ja termistorin johdotkatkos. UMC100:n demolaukkuun oli asennettu valmiiksi kytkin, jolla voitiin simuloida edellä mainittuja vikoja. UMC100:n kytkintä käytettiin myös UMC22:n termistorivikojen testauksessa. /18./

- **Testitilan toiminta:** Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset erot moottorinohjaimien testitilan toiminnassa. Testitila kytkettiin päälle vakioratkaisujen mukaisesti tulosta DI1, joka oli parametroitu asettamaan moottorinohjaimet testitilaan. Testitilan tarkoituksena oli saada testattua pääkontaktoreiden toimintaa ilman virransyöttöä moottorille. Tällöin moottoriin menevät johtimet ovat kytketty irti. Testitilassa useimmat suojausfunktiot ovat kytkettynä pois päältä ja esimerkiksi virran takaisinkytkennän puuttuminen ei aiheuta tällöin vikaa. UMC100:n testitilan toimintaa testattiin UMC22:n demolaitteiston releillä johtuen UMC100:n demolaukun kytkennästä. /18./
- **Väyläosoitteen muutos:** Tarkoituksena oli selvittää mahdolliset toimenpiteiden erot muutettaessa väyläosoitetta moottorinohjaimissa. /18./

5.4 Siemens S7 – testaus

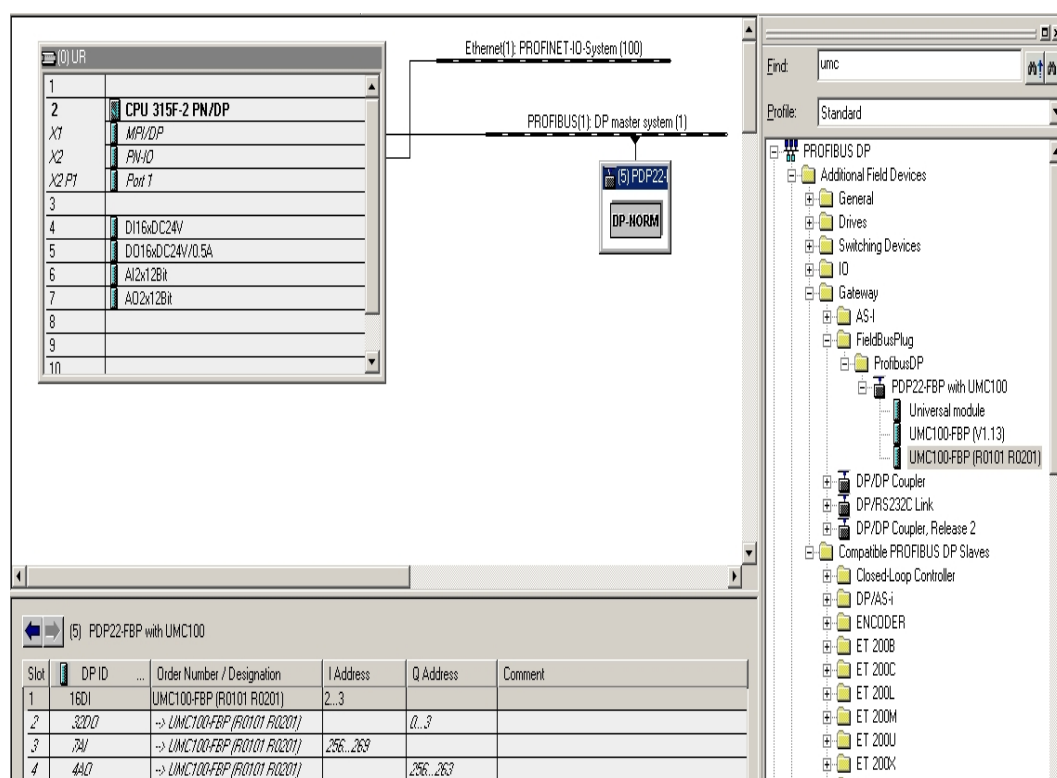
UMC100:n toimintaa haluttiin testata Technobotnian laboratoriossa Siemensin Step-7 järjestelmässä. Testissä oli tarkoituksena tutkia moottorinohjaimen toimintaa pintapuolisesti ja saada se toimimaan S7-järjestelmässä. Testauksessa käytettiin Technobotnian PLC-laukkuja, joissa oli Siemensin logiikkaohjain, I/O-moduuleita ja näille erilaisia ohjauksia (**Kuvio 29.**). Laitteet kytkettiin toisiinsa kuten testattaessa 800xA-järjestelmällä.



Kuvio 29. S7-kokoonpano ja UMC100-demolaitteisto. /9./

Testaus aloitettiin luomalla uusi projekti Simatic Manager-ohjelmalla ja tekemällä tähän projektiin hardware konfiguraatio. Konfiguraatiossa määritellään projektissa käytettävä laitteisto ja näiden parametrit. Technobotnialla oli valmiina projekti-pohja kyseiselle laukulle, jolloin tehtäväksi jäi luoda konfiguraatioon Profibus DP-väylä ja liittää UMC100 väylään. Hardware konfiguraatio on nähtävissä kuviossa 30.

Simatic manager-ohjelmassa on valmis kirjasto eri komponenteille, joita voidaan käyttää konfiguraatiossa. UMC100 saatiin lisättyä kirjastoon asentamalla GSD-määrittystiedosto, joka sisältää laitteen tietoja kuten esimerkiksi parametrit, siirrettävän datan määrän ja valmistajantiedot. Asennus sujui helposti Install GSD-ikkunassa, jossa haettiin tietokoneen hakemistosta GSD-tiedosto ja tämän jälkeen valittiin install. UMC100 löytyi asennuksen jälkeen kirjastosta kuvion 30 mukaisesti.



Kuvio 30. Hardware konfiguraatio. /9./

PDP22-FBP with UMC100 kuvaa väyläliitintä ja sen alla olevat asetellut moottorinohjaimen eri versioita. Laite voitiin liittää väylään siirtämällä PDP22-FBP-symboli väylään, valitsemalla väylään ilmestynyt DP-NORM-symboli ja tämän jälkeen siirtämällä kirjastosta UMC100-FBP (R0101 R0201)-asetellut ensimmäiselle riville alareunan taulukkoon. Valittaessa kirjastosta kohta UMC100-FBP (R0101 R0201), ensimmäinen rivi värjäytyy vihreäksi kertoen, että asetellut ovat mahdollista siirtää kyseiselle riville. Väyläliittimen parametreja pystyi asettelemaan klikkaamalla DP-NORM-symbolia ja moottorinohjaimen parametreja klikkaamalla ensimmäisen rivin UMC100-FBP (R0101 R0201)-kohtaa.

UMC100:a varten ei ollut saatavilla toimilohkoa S7-järjestelmään, joten testausta varten luotiin muuttujataulukko, jossa voitiin asettaa eri ohjausbittejä päälle. Logiikkaan tehtiin lyhyt ohjelma, jossa väylältä tulevat ja lähtevät tavut siirrettiin datalohkoihin ja nimettiin oikeaa vastaaviksi. Muuttujataulukkoon listattiin kaikki datalohkojen muistipaikat ja moottorinohjaimelta tulevat analogiaviestit (**Taulukko 1.**). Tämän jälkeen ohjelma ladattiin logiikkaan ja siirryttiin muuttujataulukossa online-tilaan. Online-tilassa oli mahdollista ohjata moottorinohjainta vaihtamalla haluttu ohjausbitti päälle.

Taulukko 1. Muuttujataulukon analogiasignaalit ja ohjausbitit. /9./

| | | | | | |
|----|-------------|------------------------------------|------|-------|--|
| 18 | | | | | |
| 19 | PIW 256 | "Motor_Current" | DEC | 93 | |
| 20 | PIW 258 | "Thermal_Load" | DEC | 12 | |
| 21 | PIW 260 | "Time_To_Trip" | DEC | 6553 | |
| 22 | PIW 262 | "Time_To_Restart" | DEC | 0 | |
| 23 | | | | | |
| 24 | DB2.DBX 0.0 | "UMC100_Command".RunReverse | BOOL | false | |
| 25 | DB2.DBX 0.1 | "UMC100_Command".Off | BOOL | false | |
| 26 | DB2.DBX 0.2 | "UMC100_Command".RunForward | BOOL | true | |
| 27 | DB2.DBX 0.3 | "UMC100_Command".Tyhja | BOOL | false | |
| 28 | DB2.DBX 0.4 | "UMC100_Command".PrepareEmergencyS | BOOL | false | |
| 29 | DB2.DBX 0.5 | "UMC100_Command".AutoMode | BOOL | true | |
| 30 | DB2.DBX 0.6 | "UMC100_Command".FaultReset | BOOL | false | |
| 31 | DB2.DBX 0.7 | "UMC100_Command".Tyhja1 | BOOL | false | |
| 32 | DB2.DBX 1.0 | "UMC100_Command".Tyhja2 | BOOL | false | |
| 33 | DB2.DBX 1.1 | "UMC100_Command".RunFastForward | BOOL | false | |
| 34 | DB2.DBX 1.2 | "UMC100_Command".Tyhja3 | BOOL | false | |
| 35 | DB2.DBX 1.3 | "UMC100_Command".Tyhja4 | BOOL | false | |
| 36 | DB2.DBX 1.4 | "UMC100_Command".UMC100_24VDC_Out | BOOL | false | |
| 37 | DB2.DBX 1.5 | "UMC100_Command".UMC100_DO0 | BOOL | false | |
| 38 | DB2.DBX 1.6 | "UMC100_Command".UMC100_DO1 | BOOL | false | |
| 39 | DB2.DBX 1.7 | "UMC100_Command".UMC100_DO2 | BOOL | false | |
| 40 | | | | | |

UMC100:n asennus ja käyttöönotto sujuivat helposti ja vaivattomasti S7-järjestelmään. Moottorinohjaimen ohjaaminen toimi hyvin yksittäisten bittien kautta. Diagnostiikkasanomien toimivuutta olisi voitu myös testata, mutta se olisi vaatinut paljon ylimääräistä ohjelmointia, eikä sitä katsottu tarpeelliseksi.

6 UMC100 JA UMC22 EROT

6.1 Rakenteelliset erot

UMC100 ja UMC22 eivät eroa toisistaan ulkoisilta mitoiltaan. Liittimet ovat pysyneet muuttumattomina, poikkeuksena kuitenkin liitin 12, joka oli UMC22:ssa 24 VDC jännitejakeluun käytetty liitin. UMC100:ssa liitin on muutettu transistorilähdöksi, jolla voidaan esimerkiksi antaa signaali laukaisun tapahtuessa /15/. Käytettäessä laajennusmoduuleita on otettava huomioon näiden vaatima lisätilantarve.

6.2 Ominaisuuksien erot

UMC100 sisältää kaikki samat ominaisuudet kuin UMC22 sekä lukuisia uusia ominaisuuksia. /15./

Suojauksen uusia ominaisuuksia:

- Maasulkusuojaus integroituna
- vaiheiden epätasapaino
- vaihejärjestys
- laukaisu yli- ja alivirrasta. /15./

Jännitemoduulista saatavat suojausominaisuudet:

- Yli- ja alijännitteen hälytys ja laukaisu
- vaiheiden jännitteiden epätasapaino hälytys ja laukaisu
- yli- ja alitehon hälytys ja laukaisu
- tehokertoimen hälytys ja laukaisu
- hälytys harmonisesta säröstä. /15./

Ohjauksen uusia ominaisuuksia:

- Laukaisuluokka 40, jonka ylikuormituksen laukaisukäyrä on tarkoitettu suurille moottoreille.
- Ohjelmoitava logiikka, jossa on mahdollista tehdä oma sovellus.

- Kuormanpudotus, jossa ohjain on mahdollista asetella kytkemään lähdön pois päältä jännitteenalenemassa.
- Uudelleenkäynnistyslogiikka, jolloin erikoissovellukseen voidaan tehdä piirejä, jotka säilyttävät tilansa ohjaimen jännitteiden kadotessa.
- Konfiguroitavat ohjaustilat, joissa on mahdollista valita eri ohjauspaikat, kuten tuloista ohjaus, paneelista ohjaus tai automaatiosta ohjaus. /6./

Uusia luettavia suureita:

- Termaalinen kuormitus (%)
- aika laukaisuun (s)
- aika jäähtymykseen (s)
- käynnistysaika (s)
- maksimi käynnistysvirta (A)
- tehokerroin (%), vaatii jännitemoduulin
- pääjännitteet (V) , vaatii jännitemoduulin
- pätö- ja näennäisteho (W/VA) , vaatii jännitemoduulin
- jännitteiden epätasapaino (%), vaatii jännitemoduulin
- THD (%), vaatii jännitemoduulin
- energia (kWh) , vaatii jännitemoduulin
- taajuus (Hz) , vaatii jännitemoduulin. /15./

Muita uusia ominaisuuksia:

- I/O-moduulin avulla saadaan 8 lisätuloa, 4 lisälähtöä ja 1 analoginen lähtö.
- Erikoissovelluksien ohjelmointi.
- Uudistettu LCD-paneeli: selvempi valikko, taustavalo, 6 eri kieltä ja vian sattua laite antaa selkokielisen vikatekstin paneeliin. /15./

6.3 Kommunikointiviestien erot

Molemmat moottorinohjaimet noudattavat PNO-profiilia koskien niiden syklistä ohjaus- ja monitorointiviestejä. Tällöin 2 ensimmäistä tavua syklisissä viesteissä ovat lähes samoja UMC100:ssa ja UMC22:ssa. UMC100 kuitenkin sisältää uusia

ominaisuuksia, jolloin tarvitaan pidemmät ohjaus- ja monitorointiviestit, jotta kaikki lisäinformaatio voidaan siirtää. /15./

Taulukosta 2 nähdään, että molemmissa laitteissa monitorointisanomien 2 ensimmäistä tavua ovat lähes identtiset. Nimitykset ovat hieman muuttuneet ja lisäksi UMC100:n viestissä ovat Overload Warning- ja Run Fast Forward- bitit. Näiden erojen lisäksi UMC100:n monitorointisanoma sisältää 8 tavua laskennallisia analogiaviestejä ja 4 tavua lisäinformaatiota. /15./

Taulukko 2. UMC22:n ja UMC100:n vastaavat monitorointisanomat. /15./

| UMC22: | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------|---------------|---------------|----------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Word | Byte | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
| 0 | 0 | Warning | Fault | Local Control | Reverse Lockout Time | - | Run Forward | Off | Run Reverse |
| | 1 | DI5 | DI4 | DI3 | DI2 | DI1 | DI0 | - | - |
| UMC100: | | | | | | | | | |
| Word | Byte | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
| 0 | 0 | Summary warning | Summary fault | Local Control | Reverse Lockout Time | Overload Warning | Run Forward/Opening | Off | Run Reverse/Closing |
| | 1 | DI5 | DI4 | DI3 | DI2 | DI1 | DI0 | Run Fast Forward | - |

Analogiaviesteihin kuuluvat oletuksena kaikissa ohjaustoiminnoissa termalinen kuormitus, aika laukaisuun sekunneissa, aika uudelleenkäynnistykseen sekunneissa ja pätöteho. Analogiaviesteihin on mahdollista vaihtaa muita arvoja (esimerkiksi näennäisteho, tehokerroin, energia) tekemällä erikoissovelluksen Custom Application Editor-ohjelmalla. Lisäinformaatioon kuuluvat I/O-moduulin tulosten tilatiedot, toimilaitteen rajojen tiedot, maavikojen hälytyksen ja laukaisun indikoinnin sekä erinäisiä jännitemoduulin lisäominaisuuksista saatavia tietoja. Molempien moottorinohjaimien tavut 2 ja 3 sisältävät virtatiedon prosentteina. /15./

Taulukosta 3 nähdään, että myös ohjaussanomien ovat lähes samat. UMC100:n sanomassa lisäyksenä ovat Prepare Emergency Start- ja Run Fast Forward-bitit, sekä UMC22:n Self Test-bitti on jätetty pois UMC100:sta. UMC100:n ohjaussanomassa on näiden lisäksi ohjausbitit I/O- ja jännitemoduuleiden lähdöille, sekä ohjaus-

sanat I/O-moduulin analogialähdölle ja tulevaisuudessa mahdolliselle analogialähtömoduulille. /15./

Taulukko 3. UMC22:n ja UMC100:n vastaavat ohjaussanomat. /15./

| UMC22: | | | | | | | | | |
|---------|------|-------|-------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------|------------------|---------------------|
| Word | Byte | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
| 0 | 0 | - | Fault Reset | Auto Mode | - | Self Test | Run Forward | Off | Run Reverse |
| | 1 | DO2 | DO1 | DO0 | - | - | - | - | - |
| UMC100: | | | | | | | | | |
| Word | Byte | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
| 0 | 0 | - | Fault Reset | Auto Mode | Prepare Emergency start | - | Run Forward/Opening | Off | Run Reverse/Closing |
| | 1 | DO2 | DO1 | DO0 | 24VDC Out | - | - | Run Fast Forward | - |

Suurimmat erot moottorinohjaimien väyläsanomissa ovat diagnostiikkaviesteissä. UMC22:n diagnostiikkasanoma on 4 tavua ja UMC100:n sanoma on 2 kertaa laajempi eli 8 tavua. UMC22:n sanomassa usea bitti on kaksitoiminen, riippuen käytetystä ohjaustoiminnosta. Esimerkkinä tavun 1 bitti 2, joka toimilaitteohjausta käytettäessä indikoi auki-ajan päälle menoa ilman auki-käskyä ja muita ohjaustoimintoja käytettäessä indikoi releen 2 takaisinkytkennän vikaa.

UMC100:n diagnostiikkasanomassa ei käytetä kaksitoimisia bittejä, vaan jokaiselle vialle ja hälytykselle on omat bitit. Kaikkia vikoja ei diagnostiikkasanomassa ole ilmoitettu yksittäisellä bitillä ja näissä vioissa sanoman tavu 7 ilmoittaa vikakoodin numeron. Esimerkiksi termistorin oikosulussa diagnostiikkasanoman tavun 0 bitti 6 ilmoittaa termistorin kytkentäviasta ja tavu 7 antaa vikakoodin 84. UMC100:n käyttöohjeen vikakoodilistasta nähdään, että koodi 84 tarkoittaa termistorin oikosulkua (PTC short-circuit) /15/. Monitoroinnin, ohjauksen ja diagnostiikan väyläsanomat ovat kokonaisuudessaan liitteessä 1.

6.4 Parametrien erot

UMC100:n parametrien määrä ja järjestys on muuttunut suuresti UMC22:sta. Määrä on lisääntynyt UMC22:n 24 parametrusta UMC100:n 152 parametriin. Suuren lisän UMC100:n parametreihin tuovat laajennusmoduuleiden vaatimat lisäparametrit. Järjestys on osittain pidetty samanlaisena vastaavien parametrien osalta ja parametrien nimitykset sekä skaalat ovat osassa muuttuneet /15/. Seuraavissa kohdissa on esitetty UMC100:n ja UMC22:n vastaavien parametrien erot. Molempien moottorinohjaimien parametrit ovat kokonaisuudessaan liitteissä 5 ja 6.

6.4.1 Virta-asettelut (Set Current)

UMC22:ssa on käytetty High ja Low Wordia nimellisvirran asetteluun, jossa alempaan sanaan kirjoitettiin virta-arvo välillä 24-65535. Asetteluarvo tarkoittaa todellisuudessa virta-arvoa 0,24–655,35 A. Virta-arvon ollessa yli 655,35 A, otettiin käyttöön ylempi sana, johon kirjoitettiin arvo välillä 1-4. Tällä tavalla saadaan aseteltua virta-arvo korkeintaan lukuun 3276,79 A. UMC100:ssa on siirrytty käyttämään vain yhtä parametria virran asetteluun, jolloin virta-arvo voidaan kirjoittaa suoraan välillä 24–320000 (0,24–3200 A).

6.4.2 Jäähdytysaika (Cooling time)

Jäähdytysaika kertoo ajan, jonka jälkeen moottori voidaan käynnistää uudelleen laukaisun jälkeen. UMC22:ssa arvo on aseteltavissa välillä 300–36000 (30–3600 s) ja UMC100:ssa välillä 30–64000 (30–64000 s). Molemmissa moottorinohjaimissa oletusarvona on 120 s.

6.4.3 Suunnanvaihdon lukitusaika (Rev Lock-out Time)

Arvo, joka määrää moottorin käynnistyksen lukituksen suunnanvaihdossa. UMC22:ssa aika on aseteltavissa välillä 2-36000 (0,2-3600 s) ja UMC100:n arvo on muutettu välille 1-255 (1-255 s). Oletusasetuksena UMC22:ssa on 20 (2 s) ja UMC100:ssa 1 (1 s).

6.4.4 Käynnistysaika (Startup Time)

Aika-asetus, jolla ilmaistaan moottorin käynnistykseen kuluva aika. UMC22:ssa aika on mahdollista asetella välillä 0–6000 (0–600 s, oletusarvona 120 s), mutta UMC100 laskee käynnistysajan itse, joko virrasta tai käytetystä käynnistysluokasta. Moottorin käynnistysaika loppuu, kun moottorin virta laskee alle $135 \% * I_e$ tai valitun käynnistysluokan aika on kulunut (Luokka 5 = 1,5 s, Luokka 10 = 3 s, Luokka 20 = 6 s, Luokka 30 = 9 s, Luokka 40 = 12 s). Käynnistysluokan aika määrää pisimmän mahdollisen käynnistysajan. Tämä täytyy ottaa huomioon, mikäli todellinen käynnistysaika on luokan aikaa pidempi.

6.4.5 Yli- ja alivirran asettelut (High/Low Current threshold)

UMC22:ssa on asetteluina yli- ja alivirralla raja-arvo (High/Low Current Threshold), jonka ylittyessä tai alittuessa moottorinohjain antaa hälytyksen. Alivirran raja-arvo on UMC22:ssa aseteltavissa välillä 1–20 ($5–100 \% * I_e$) ja UMC100:ssa välillä 0–20 ($0–100 \% * I_e$). UMC100:ssa on myös mahdollista asettaa erikseen hälytys ja laukaisu yli- ja alivirrasta.

6.4.6 Lukittuneen roottorin suojaus (Locked Rotor Protection)

UMC22:ssa lukittuneen roottorin suojan virta-arvo asetellaan parametriin Block Current Threshold välillä 0–160 ($0–800 \% * I_e$). UMC100:ssa virta-arvo asetellaan parametriin Locked Rotor Level ja on aseteltavissa välillä 20–160 ($100–800 \% * I_e$). Molemmissa ohjaimissa oletusarvona on 160 (800 %). Jumisuojan toiminta on erilainen moottorinohjaimien välillä ja UMC100:ssa on myös mahdollista asettaa viive (Locked Rotor Delay) jumisuojan toiminnalle.

6.4.7 Termistorisuojaus (PTC Protection)

UMC22:ssa termistorin asettelu on laitettu samaan parametriin vaihevian (Phase Loss Protection) kanssa. Parametrin 8:sta eri vaihtoehdosta on mahdollista valita onko vaihevika- ja termistorisuojaus päällä, molemmat pois päältä, vain toinen päällä ja että tulee termistoriviasta hälytys vai laukaisu. UMC100:ssa termisto-

risuojaukselle on oma parametri, jossa voidaan asetella suojaus pois päältä, hälyttämään tai laukaisemaan.

6.4.8 Takaisinkytkennän aika (Checkback Time)

Takaisinkytkennän aika määrittelee ajan, jonka aikana moottorinohjaimen täytyy saada tieto joko virrasta tai kontaktorin apukoskettimelta, että moottori on käynnissä. Moottorinohjain siirtyy vikatilaan, mikäli tätä tietoa ei kyseisen ajan kuluessa tule. UMC22:ssa takaisinkytkennän aika on aseteltu vakioksi (0,3 s) ja sitä ei voida muuttaa. UMC100:an on lisätty parametri Checkback Time, jossa aika voidaan asetella välillä 1-255 (0,1–25,5 s).

6.5 Toiminnallisuuksien erot

Testauksessa kirjattiin moottorinohjaimien toiminta ylös ja saaduista tuloksista suoritettiin vertailua. Moottorinohjaimet toimivat pääsääntöisesti samalla tavalla ja seuraavissa kohdissa on esitetty ainoastaan toiminnallisuuksien erot.

6.5.1 Paikallisohjauksen ja etäkäytön valinta (Local/Remote)

UMC22:ssa ohjaustilan voi vaihtaa paneelista edellyttäen, että valitussa ohjausmoodissa on ehto Direct panel control activated. Paikallistilan saa päälle valitsemalla paneelin alkuvalikosta paikan Locl. Tämän jälkeen UMC22 on paikallisohjauksessa. Ohjaus paikallisesti paneelista onnistuu myös vaikka ohjausmoodiksi on valittu moodi, jossa on ehtona Direct panel control not activated. Tällöin Locl-ohjauspaikka löytyy Edit1-alamenusta. Ohjaustilan voi vaihtaa myös väylältä vaihtamalla Auto Mode-bitin avulla.

UMC100:ssa ohjaustilan valinta onnistuu tuloista ja väylältä. Ohjaustilan vaihto tuloista onnistuu, mikäli jokin monitoimisista tuloista on parametroitu tilaan Force Local. Parametrissa on mahdollista valita toimiiko pakotus avautuvalla vai sulkeutuvalla koskettimella. Ohjaustilan vaihtaminen takaisin tulojen kautta etäkäyttötilaan ei onnistu, vaan tarvitaan Auto Mode-bitti väylän kautta.

6.5.2 Paikallisohjaus (Local control)

UMC22:ssa on valmiiksi konfiguroituna 9 eri paikallisohjausmoodia, joissa on varioitu mahdollisia ohjauspaikkoja (Local Control-parametri). Esimerkiksi ohjausmoodissa 002 voidaan ohjata paikallisesti tuloista, mutta ei paneelilta. Ohjausmoodissa 003 sekä tuloista ohjaus, että paneeliohjaus on toiminnassa. UMC100 eroaa UMC22:sta siten, että siinä on ohjausmoodeina etäkäyttö, paikallisohjaus 1 ja paikallisohjaus 2 (Auto mode, Local mode 1 ja Local mode 2). Etäkäyttömoodi on aktivoituna, mikäli väylältä ohjataan Auto Mode-bitti päälle. Paikallisohjaus 1 on aktivoituna, jos moottorinohjain ei saa väylältä Auto Mode-bittiä. Paikallisohjaus 2 aktivoituu, jos UMC100 pakotetaan tuloista paikallisohjaukseen. Jokaiseen moodiin on mahdollista eritellä parametreissa, mistä paikoista moottoria voidaan ohjata kyseisessä moodissa (väylältä syklisesti/asyklisesti, tuloista, paneelista).

Paneelilta ohjaus UMC22:ssa toimii siten, että siirrytään valikossa Local-ohjauspaikkaan. Tämän jälkeen moottori voidaan käynnistää painamalla paneelin Start-nappia. Pysäytys ja suunnanvaihto tapahtuvat alemmasta napista. UMC100:ssa paneelilta ohjaus toimii samalla periaatteella. Alkuvalikosta valitaan ctrl-ohjauspaikka, jossa moottori voidaan käynnistää ja pysäyttää samalla tavalla kuin UMC22:ssa. Suunnan valinta ja vaihto tapahtuu valitsemalla nuolinäppäimillä joko Forward tai Reverse.

UMC22:ssa tuloista ohjaus toimii ohjausmoodin muutoksen jälkeen, kun paneelilla käydään local-ohjauspaikassa. Tämän jälkeen tuloista ohjaus toimii vaikka local-ohjauspaikasta poistutaan ja näytöllä lukee REM. UMC100:ssa tuloista ohjaus toimii aina, mikäli se on parametreista aseteltu toimimaan käytössä olevaan ohjausmoodiin.

6.5.3 Toimilaitteohjaus (Actuator)

Toimilaitteohjauksessa sekä UMC22 että UMC100 toimii oikein ohjattaessa rajakytkimistä. UMC100:n toiminta poikkeaa UMC22:sta siten, että se ei mene vikatilaan, mikäli rajatiedot tulevat samanaikaisesti. Tällöin sekä aukiraja että kiinniraja sulkeutuvat. UMC100:ssa paneelista ohjaus ei toimi toimilaitteohjauksessa kunnol-

la, sillä moottoria ei voida käynnistää toiseen suuntaan, mikäli se on pysäytetty rajakytkimellä.

6.5.4 Ylikuormitus (Thermal Overload)

Testissä kokeiltiin laskennallisen ylikuormitussuojan toimintaa kylmällä ja lämpimällä moottorilla. Kylmällä moottorilla tarkoitettiin sitä, että moottori oli ollut pysähtyneenä kauan, jolloin moottorinohjaimen sisäinen kuormituslaskenta oli minimissään (0 %). Lämpimällä moottorilla tarkoitettiin sitä, että moottori oli ollut käynnissä 95–100 % virralla kauan, jolloin lämpölaskenta on noussut noin 60 prosenttiin. Moottorinohjain laukaisee syötön, kun lämpölaskenta nousee 100 prosenttiin. Suojan toimintaa testattiin jarruttamalla kädellä moottorin pyörimistä siten, että virta-arvo nousi 400 prosenttiin. Molemmissa moottorinohjaimissa suojaus toimi samalla tavalla. Poikkeuksena UMC22:en toiminnasta, UMC100:ssa voidaan parametroida laskennalliselle lämpökuormitukselle hälytysraja, jonka ylittyessä ohjain antaa monitorointisanomassa varoituksen. UMC100:ssa lämpökuormituksen prosentuaalinen arvo saadaan myös väylän kautta monitoroitua.

6.5.5 Lukittuneen roottorin suojaus (Locked Rotor Protection)

Testissä kokeiltiin suojausta lukittuneelle roottorille pysäyttämällä moottorin pyöriminen kädellä kokonaan. Suojauksen toiminta oli melkein päinvastainen UMC22:ssa ja UMC100:ssa. UMC22:ssa suoja toimi siten, että mitatun virran täytyi olla aseteltua raja-arvoa (Block Current Threshold) korkeampi sekunnin ajan ja tämän lisäksi käynnistysaika oli täytynyt kulua. Toisin sanoen suojaus ei toimi UMC22:ssa käynnistyksen aikana. UMC100:ssa lukittuneen roottorin suojaus toimii, mikäli virta on yli asetellun raja-arvon, käynnistysvaihe on käynnissä ja suojaus on asetettu päälle. Näiden lisäksi suojalle on mahdollista asetella viive, jonka ajan suojauksen ehtojen täytyy olla täyttyneinä, jotta suojaus laukaisee lähdön (Locked Rotor Trip Delay-parametri). Mikäli viive on aseteltu pidemmäksi, kuin käytössä olevan laukaisuluokan aika, jumisuoja ei laukaise moottorilähtöä.

6.5.6 Väyläkatkos (Bus fault)

Väylän katketessa UMC22 meni vikatilaan ja vaihtoi automaattisesti paikalliso-hjausmoodin pois päältä (Local Control-parametri asetukseen Off). UMC100:n toiminta poikkeaa siten, että se ei mene vikatilaan väylän apujännitteen katketessa, vaan siirtyy automaattisesti paikalliso-hjaustilaan (Local Mode 1). Molemmissa moottorino-hjaimissa on Bus Fault Reaction-parametri, joka määrää moottorino-hjaimen toiminnan väylävian sattuessa. Valittavana on joko moottorin pysäytys (UMC22: Relays Off, UMC100: Motor Off) tai käynnissä pito (Retain). UMC100:ssa on näiden lisäksi mahdollisuus valita moottorin käynnistys eteen (Start For) tai taakse (Start Rev). Ohjaustoimintona täytyy olla suunnanvaihto-toiminto, jotta käynnistys taakse toimii väylävian sattuessa. Käynnistys eteen tai taakse toimii, mikäli moottori on pysähtyneenä. Moottori ei vaihda suuntaa väylä-vian sattuessa vaikka parametriin olisi aseteltu käynnistys eteen tai taakse. Toisin-sanoin moottori jatkaa vian sattuessa pyörimistään eteenpäin vaikka parametrissa olisi aseteltuna käynnistys taakse.

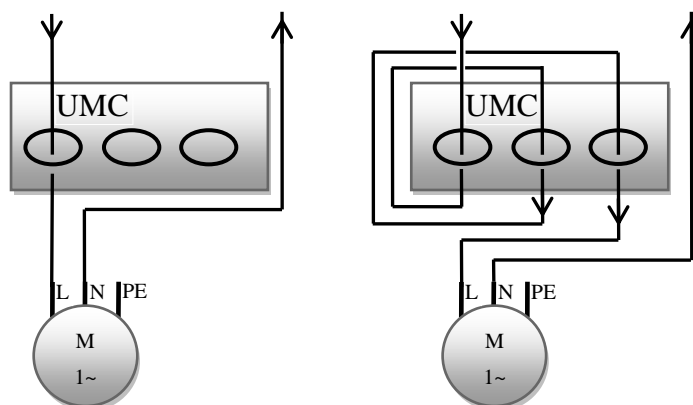
6.5.7 Väyläosoitteen muutos

Tämän testin tarkoituksena oli kokeilla kuinka moottorino-hjaimet saadaan takaisin toimintaan väyläosoitteen muutoksen jälkeen. Osoite muutettiin ensin logiikkaoh-jaiimeen ja tämän jälkeen moottorino-hjaimen paneelin kautta. Muutosten jälkeen moottorino-hjaimet lakkasivat toimimasta väylän kautta, koska moottorino-hjaimet eivät ottaneet uutta osoitetta käyttöön. Asian korjaamiseksi UMC22:ssa riitti väylän apujännitteen nollaus ja vian resetointi automaatiosta, mutta UMC100:ssa piti käynnistää moottorino-hjain uudelleen.

6.5.8 Maavika (Earth fault)

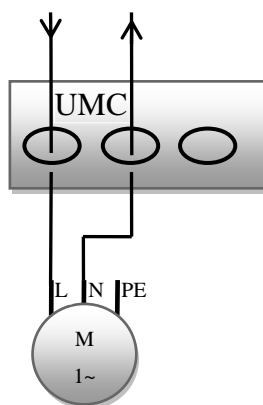
Opinnäytetyössä ei maavikoihin liittyviä toimintoja varsinaisesti testattu, mutta testien aikana havaittiin eroja UMC22:n ja UMC100:n välillä. UMC100:ssa on valmiina sisäinen summavirtalaskenta maavirtojen havaitsemiseen, kun taas UMC22:ssa ei tätä ominaisuutta ole. 1-vaihe moottoreita ohjattaessa UMC100 antaa hälytyksen maaviasta, mikäli moottorin syöttökaapeli on kytketty yhden-

suuntaisesti moottorinohjaimien virtamuuntajien läpi (**Kuvio 31.**). UMC100 antaa hälytyksen maaviasta edellä mainitussa tapauksessa, vaikka vikaa ei todellisuudessa ole ja kyseinen ominaisuus olisi poistettu käytöstä. Tämä johtuu siitä, että UMC100 on suunniteltu vain 3-vaihe moottoreita varten ja se olettaa summavirtalaskennassa kaikkien 3 vaiheen olevan käytössä /10/.



Kuvio 31. 2 eri kytkentätapaa, joilla UMC100 antaa maavirtahälytyksen virheellisesti. /9./

Jotta UMC100 ei antaisi hälytystä maaviasta 1-vaihe moottorin tapauksessa, joudutaan moottori kytkemään eri tavalla. Moottorin syöttökaapeli viedään moottorinohjaimen yhden virtamuuntajan läpi moottorille ja paluujohdin kytketään toisen virtamuuntajan läpi (**Kuvio 32.**).



Kuvio 32. 1-vaihe moottorin kytkentä, jolla UMC100 ei anna maavirtahälytystä virheellisesti. /9./

Tällöin mitatut virrat ovat vastakkaisvaiheessa ja summavirtalaskennan jäännös-

virtaa ei ole. Vaihtoehtoisesti maavirtahälytys voidaan jättää huomioimatta automaatiassa, mikäli moottori halutaan kytkeä kuvion 31 mukaisesti.

6.6 Tarvittavat muutokset siirryttäessä UMC100:n

Yksi opinnäytetyön päätarkoituksista oli selvittää kaikki tarvittavat muutokset kun UMC22 korvataan UMC100:lla. UMC22 on mahdollista korvata UMC100:lla seuraavissa kohdissa esitetyillä muutoksilla.

Tarvittavat muutokset keskuksessa:

- Vanhat versiot väyläliittimestä (FieldBusPlug) täytyy korvata uudella versiolla. Väyläliitin täytyy olla vähintään versiota F0, jolloin se tunnistaa yhdistetyn moottorinohjaimen automaattisesti ja sovittavaa sen oikein. UMC100 ei toimi E-version ja eikä sitä vanhempien versioiden kanssa.
- UMC22:ssa tulojen 24 VDC syöttö kytkettiin moottorinohjaimen liittimestä 12, joka oli kiinteä 24 VDC lähde. UMC100:ssa liitin on muutettu transistorilähdöksi, jolloin 24 VDC syöttö vaihdetaan kytkettäväksi suoraan jännitelähteen johdonsuojakatkaisijan jälkeen. Mahdollista olisi myös käyttää samaa kytkentää kuin UMC22:ssa, jolloin automaatiosta täytyisi asettaa ohjaussanomassa 24 VDC Out-bitti päälle. UMC100:ssa liitin 12 on kuitenkin pääasiassa tarkoitettu vikalähdöksi, joka voidaan parametroida indikoimaan vikaa. Liitteissä 2 ja 3 ovat esimerkit vakiopiirikaavioista, joista nähdään tulojen jännitteen syöttö sekä UMC22:lla että UMC100:lla.
- Lisätilan tarve täytyy huomioida, mikäli käytetään laajennusmoduuleita.

Tarvittavat muutokset automaatiassa:

- Uuden gsd-tiedoston asentaminen. Tiedosto sisältää muun muassa tiedot väyläliittimen ja UMC100:n väyläsanomista ja parametreista.
- UMC100:n tarjoamien uusien mittaustietojen lisäys automaation käyttöliittymään, mikäli niitä halutaan näyttää.
- Vastaavien parametrien muutokset, mikäli UMC100:n halutaan toimivan vastaavalla tavalla kuin UMC22.

7 FAT TESTAUS

7.1 FAT tarkoitus

FAT eli tehdaskoestus on tehtaalla tehtävä laitteiston ja kojeiston toiminnan tarkastus. Tehdaskoestuksessa tarkoituksena on varmistaa laitteiston toimiminen ja löytää mahdolliset viat ja puutteet sekä korjata ne jo tehtaalla. Näin saadaan säästettyä rahaa ja aikaa, koska asiakkaan luona vian syiden etsintä ja korjaus on hankalampaa. Tässä työssä tarkoituksena oli avata tämän hetken tehdaskoestuksen tilannetta UMC:n osalta, eikä puuttua muun laitteiston koestukseen. /18./

Tehdaskoestuksessa on UMC:n osalta tarkoitus

- tarkistaa, että kaikilla laitteilla on oikea HW- ja SW-versio.
- löytää mahdolliset johdotus- ja liitännävirheet.
- löytää mahdolliset laitteiston viat.
- tarkistaa, että kaikki väylään liitetyt laitteet toimivat valitun protokollan mukaisesti.
- varmistaa, että väylän isäntälaitteelle lähetettävä ja siltä vastaanotettava data täyttää asiakkaan ja/tai automaatiovalmistajan vaatimukset. /18./

7.2 FAT testausprotokolla

Tällä hetkellä ABB:llä ei ole olemassa moottorinohjaimille standardisoitua FAT-protokollaa tai testipöytäkirjoja. Testaukset on tehty kokemuksen perusteella ja ne eroavat usein projektien välillä riippuen testien tekijästä ja projektin vaatimuksista. Testauksessa on käytetty usein ABB:n AC800M-demolaitteistoa väyläisäntänä, vaikka lopullisessa asennuksessa on ollut jonkun muun valmistajan automaatiojärjestelmä. AC800M on katsottu tarpeeksi monipuoliseksi kattamaan tehdaskoestuksen vaatimukset. /18./

Ennen testien alkua profibus-väylän verkot ja segmentit on tarkistettu väylän testaukseen tarkoitettulla laitteella. Testauslaite tutkii väylän signaalien tason ja laadun. Laitteella on myös tarkistettu, että kaikki UMC-osoitteet löytyvät. Kojesto-tehdas asettaa etukäteen jokaiselle moottorinohjaimelle väyläosoitteen. Tehdas-

koestuksen alussa kaikille moottorinohjaimille ladataan tyyppikohtaiset perusparametrit. Kaikki vikoihin liittyvät testit on tehty moottorin ollessa käynnissä. /18./

UMC:lle on yleisesti tehty seuraavia testejä:

- Pääkytkin päälle, tarkistetaan, että moottorinohjaimen tulo huomaa tämän. Tämä on tehty ainakin yhdelle UMC:lle yhdessä segmentissä.
- Moottorin käynnistys sekä eteenpäin että taaksepäin ja pysäytys. Segmentin ensimmäinen ja viimeinen moottorilähtö on usein testattu moottorilla ja loput testiasennossa, jolloin testataan vain kontaktorien vetäminen ilman moottoria. Moottorin ohjausta testataan myös paneelilta.
- Keskusvian testaus. Katkaistaan ohjausjännite ohjaamalla ohjausjännitteen johdonsuojakatkaisija pois päältä, jolloin ohjausjännitettä ja kenttävikaa indikoivista tuloista katkeaa jännite.
- Kenttävian testaus. Katkaistaan ohjausjännite lähdeiltä, mutta ei ohjausjännitteen johdonsuojakatkaisijalta. Tällöin ainoastaan kenttävikaa indikoivasta tulosta katkeaa jännite.
- Väyläkatkoksen testaus. Katkos on tehty irrottamalla väyläliitin automaation päästä.
- Termistorisuojausten kokeilu. /18./

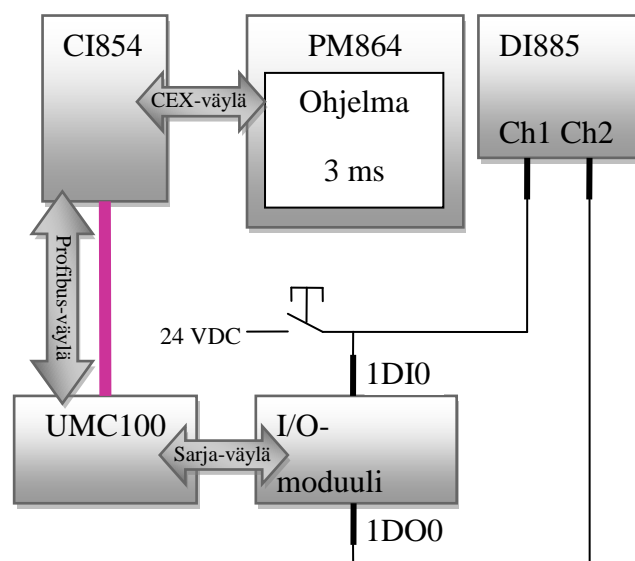
8 VASTEAIKATESTAUS

8.1 Testauksen tarkoitus

Vasteaikatestauksessa selvitettiin erilaisia viiveaikoja UMC100 moottorinohjaimessa. Viiveet saattavat tulla vastaan erityisesti erikoissovelluksissa, joissa voidaan tarvita nopeita vasteaikoja. Tarkoituksena oli saada selville viiveet UMC100:n sisällä, I/O-moduulin ja UMC100:n välillä sekä viive vietäessä signaali väylän kautta logiikkaohjaimelle ja sieltä takaisin UMC100:lle. Testauksessa tarkasteltiin aikaa, joka kului signaalin antamisesta tuloliittimeen ja siihen saakka kun lähtöliitin kytkeytyi päälle. Signaali annettiin kaikissa testeissä demolaukuun valmiiksi rakennetulla kytkimellä 60–80 kertaa, joka katsottiin riittäväksi viiveiden otannaksi.

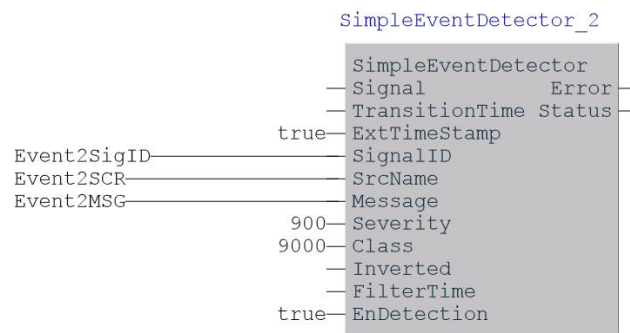
8.2 Testauskonfiguraatio

Vasteaikatestaus toteutettiin samalla laitteistolla kuin toiminnallisuuden testaus. Vasteaikatestaus vaatii tarkkaa ajanmittausta, sillä mitatut ajat ovat millisekuntien luokkaa. Tämä onnistui DI885-tulokortin aikaleimausominaisuudella, joka tallentaa tapahtuman ajan millisekunnin tarkkuudella. Tulokortista käytettiin kahta kanavaa, joista toinen kytkettiin moottorinohjaimen tuloliittimeen ja toinen lähtöliittimeen (**Kuvio 33**). Profibus-liityntää käytettiin ainoastaan testissä 3.



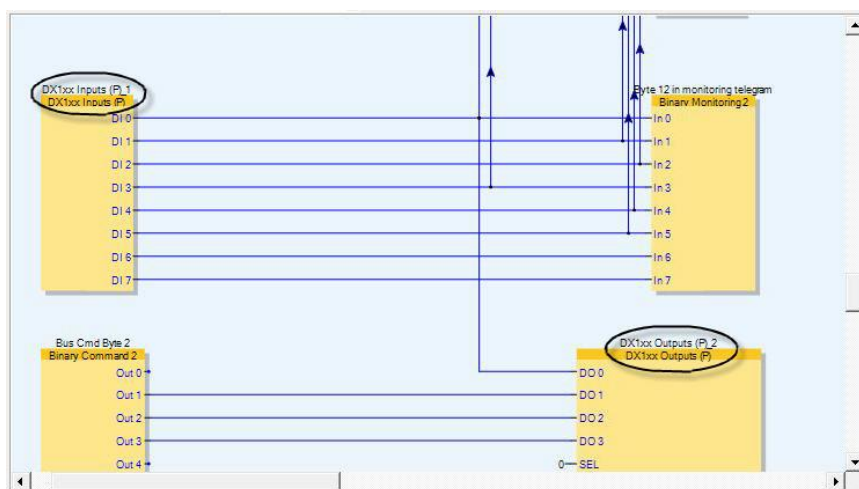
Kuvio 33. Vasteaikatestauksen konfiguraatio testeissä 1-3. /9./

Logiikkaan tehtiin lyhyt ohjelma, jossa käytettiin SimpleEventDetector-lohkoa (**Kuvio 34.**). Lohko tekee signaalin saadessaan aikaleimalla varustetun tapahtuman eli Eventin, jota voidaan tarkastella 800xA-järjestelmän tapahtumalistasta. Lohkoon aseteltiin tulokortin kanavan osoite, johon signaali saapui ja viesti jolla kerrottiin tapahtuman nimi. Tapahtumalista oli mahdollista kopioida excel-taulukkaan, jossa viiveiden laskeminen oli helppoa. Ohjelma on kokonaisuudessaan liitteessä 4.



Kuvio 34. SimpleEventDetector-lohko. /9./

Testauksessa tehtiin 6 erilaista testiä. Testejä varten tehtiin oma ohjaussovellus UMC100:n sisään erikoissovellusten ohjelmointiin tarkoitetulla Custom Application Editor-ohjelmalla. Ohjelmointia varten oli saatavilla valmis pohja vakiosovelluksista, joten ohjaussovellutusta ei tarvinnut tehdä alusta asti. Ohjelmaa muutettiin aina kunkin testin mukaiseksi (**Kuvio 35.**).

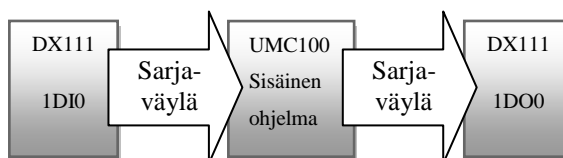


Kuvio 35. Signaalin liittäminen tulosta 1DI0 lähtöön 1DO0 testeissä 1 ja 2. /9./

8.3 Testitulokset

8.3.1 Vasteaikatesti 1

Ensimmäisessä testissä tarkasteltiin viivettä laajennusmoduulin ja UMC100:n välillä. Erikoissovelluksen teossa käytettiin valmista suunnanvaihto-ohjauksen pohjaa, jota muutettiin siten, että laajennusmoduulin tulo 1DIO ohjasi saman moduulin lähtöä 1DO0 (**Kuvio 33.**). Laajennusmoduulin tuloon annettiin signaali demolaukkuun valmiiksi rakennetulla kytkimellä. Signaali kulki tällöin laajennusmoduulin tulosta moduulin ja UMC100:n välisen väylän kautta UMC100:an, UMC100:n sisällä erikoissovelluksen läpi takaisin väylään ja laajennusmoduulin lähtöön (**Kuvio 36.**).



Kuvio 36. Signaalin kulku ensimmäisessä testissä. /9./

Tapahtumalistaan tallentui tällöin signaalin antohetken aika, sekä aika jolloin lähtökanava meni päälle. Näiden ajanhetkien erotus kertoi viiveen pituuden. Signaali annettiin noin 80 kertaa ja testi suoritettiin sekä pysähtyneellä, että käynnissä olevassa moottorilla, jolloin nähtiin vaikuttaako tämä viiveen pituuteen. Taulukosta 4 nähdään otannan viiveiden keskiarvo ja otannan maksimi- ja minimiviive. Tulokista nähdään, että moottorin pyörimisellä ei ole vaikutusta viiveisiin.

Taulukko 4. Vasteaikatestin 1 tulokset. /9./

| Testi: | Viiveiden keskiarvo/ms: | Maksimiviive/ms: | Minimiviive/ms: |
|-----------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| Moottori pysähtyneenä | 28,83 | 43 | 21 |
| Moottori käynnissä | 28,32 | 36 | 21 |

8.3.2 Vasteaikatesti 2

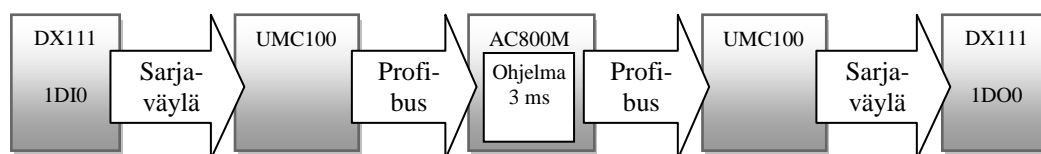
UMC100:ssa on DX1xx DI Delay-parametri, jolla voidaan asettaa I/O-moduulin tuloihin viive. Tämä tarkoittaa sitä, että tuloon saapuneen signaalin täytyy olla päällä vähintään parametriin asetellun ajan verran. Näin voidaan suodattaa turhia signaaleita. Vasteaikatestissä 1 parametrin arvo oli 3 ms, joka oli pienin mahdollinen aseteltava arvo. Vasteaikatestissä 2 kyseisen parametrin vaikutusta testattiin 3 asetteluarvolla: 200 ms, 20 ms ja 6 ms. Näistä asetteluista 200 ms on suurin mahdollinen parametriin aseteltava arvo. Taulukosta 5 nähdään, että viiveen suuruus vaihtelee lähes parametrin asetteluarvon mukaisesti verrattuna testin 1 tuloksiin. Käytettäessä DX1xx DI Delay-parametrissa arvoa 200 ms, oli demolaukun kytkimellä mahdollista antaa tätä lyhyempi pulssi, jolloin voitiin tarkastella suodatuksen toimintaa silmämääräisesti.

Taulukko 5. Vasteaikatestin 2 tulokset. /9./

| Testi: | Viiveiden keskiarvo/ms: | Maksimiviive/ms: | Minimiviive/ms: |
|---------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| Moottori off, DI Delay = 200 ms | 233,39 | 241 | 227 |
| Moottori off, DI Delay = 20 ms | 48,64 | 57 | 36 |
| Moottori off, DI Delay = 6 ms | 32,08 | 39 | 24 |

8.3.3 Vasteaikatesti 3

Kolmannessa testissä tarkasteltiin viivettä, kun laajennusmoduulin lähtöä ohjattiin moduulin tulolla ja ohjauskäsky kierrätettiin automaation kautta. Erikoissovelluksesta poistettiin suora yhteys 1DI0:n ja 1DO0:n välillä ja automaation lisättiin ohjelma, joka ohjaa lähdön päälle, kun tulo on aktiivinen. Ohjauskäsky kiersi tällöin laajennusmoduulin tulolta UMC100:lle, tältä Profibus-väylän kautta automaatioon, automaatiosta Profibus-väylän kautta takaisin UMC100:lle josta laajennusmoduuliin ja tämän lähtöön (**Kuvio 37.**). I/O-moduulin viiveparametrin arvona oli 3 ms.



Kuvio 37. Signaalin kulku kolmannessa testissä. /9./

Testiä varten automaation ohjelmaan lisättiin SimpleEventDetector-lohkot tallentamaan tapahtumat kun signaali saapuu Profibus-väylän kautta logiikkaan ja lähtee väylän kautta takaisin UMC100:lle. Taulukosta 6 nähdään viiveet tulon ja logiikan välillä, logiikan ja lähdön välillä sekä kokonaisviive laajennusmoduulin tulosta lähtöön. Tuloksista nähdään, että viiveiden keskiarvo on noin 20 ms suurempi kierrätettäessä signaali automaation kautta, kuin prosessoitaessa se UMC100:n sisällä. Huomioitavaa on myös se, että viive signaalin mennessä automaatioon on noin 11 ms suurempi kuin sieltä tullessa takaisin moottorinohjaimen.

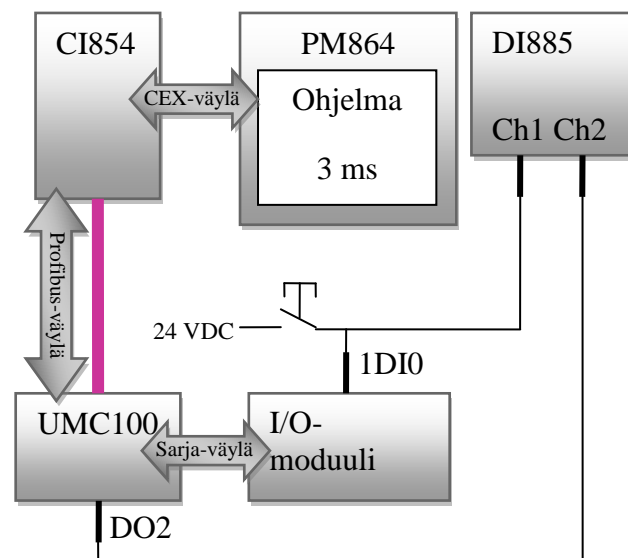
Taulukko 6. Vasteaikatestin 3 tulokset. /9./

| Automaation kautta, testi 3: | Viiveiden keskiarvo/ms: | Maksimiviive/ms: | Minimiviive/ms: |
|------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| DI-AC800M | 31,43 | 42 | 17 |
| AC800M-DO | 20,74 | 34 | 10 |
| DI-DO | 52,17 | 71 | 39 |

Näitä viiveitä tarkastellessa on otettava huomioon se, että viiveiden pituus riippuu väylään liitettyjen laitteiden sekä automaatiassa olevan ohjelman määrästä. Tässä testissä mitatut viiveet ovat siis lähes pienimpiä mahdollisia, sillä väylässä oli vain 1 laite ja ohjelman määrä automaatiassa oli minimaalinen. PM864 ohjelman kiertoaika tässä testissä oli 3 ms, kun prosessiteollisuuden järjestelmissä ohjelman kiertoaika voi olla jopa 1-3 s /18/. Vasteaikatestin 3 automaation ohjelma on kokonaisuutena liitteessä 4.

8.3.4 Vasteaikatesti 4

Neljännessä testissä tarkasteltiin viivettä laajennusmoduulin tulon ja UMC100:n lähdön välillä. DI885-tulokortin kanava 2 kytkettiin UMC100:n lähtöön DO2 (Kuvio 38.).



Kuvio 38. Vasteaikatestauksen konfiguraatio testissä 4. /9./

Custom Application Editor-ohjelmassa vaihdettiin ohjaussovelluspohjaksi Transparent ja ohjelmassa laajennusmoduulin tulo 1DI1 kytkettiin ohjaamaan lähtöä UMC100:n lähtöä DO2. I/O-moduulin viiveparametrin arvona oli 3 ms.

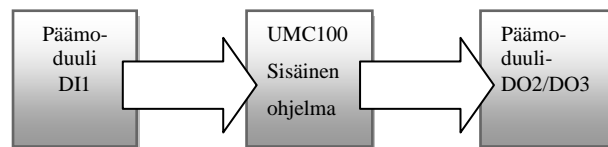
Taulukko 7. Vasteaikatestin 4 tulokset.

| Testi: | Viiveiden keskiarvo/ms: | Maksimiviive/ms: | Minimiviive/ms: |
|----------|-------------------------|------------------|-----------------|
| 1DI1-DO2 | 20,33 | 29 | 14 |

Taulukosta 7 nähdään vasteaikatestin 4 tulokset. UMC100:n käyttöohje ilmoittaa vastaavaksi viiveeksi 1DI1:n ja DO2:n välillä noin 14 ms /15/. Tässä testissä otannan minimiviiveeksi saatiin vastaava arvo.

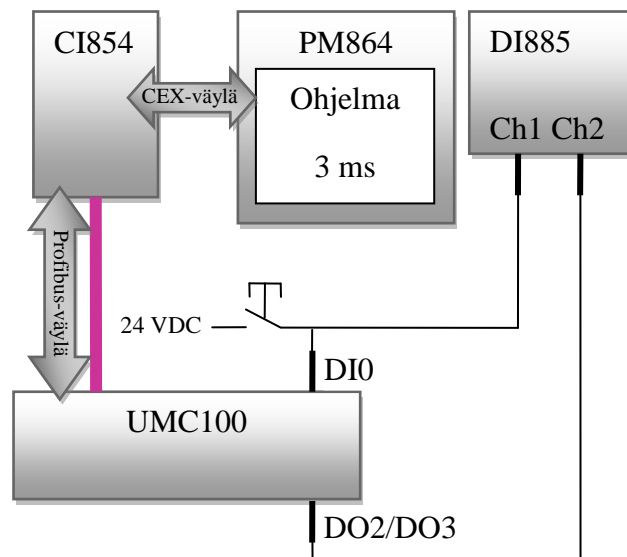
8.3.5 Vasteaikatesti 5

Viidennessä testissä tarkasteltiin viivettä UMC100:n DI0:n ja DO3:n (24 VDC Out transistorilähtö) sekä UMC100:n DI0:n ja DO2:n (relelähtö) välillä. Tarkoituksena oli selvittää viive UMC100:n sisällä sekä erot transistorilähdön ja relelähdön välillä. Signaali kulki tällöin UMC100 päämoduulin tulosta UMC100:n sisäiseen ohjelmaan ja sieltä lähtöön (**Kuvio 39.**).



Kuvio 39. Signaalin kulku viidennessä testissä. /9./

Kytkeä muutettiin siten, että DI885:n kanava 1 liitettiin UMC100:n liittimeen 13 (DI0, **Kuvio 40.**).



Kuvio 40. Vasteaikatestauksen konfiguraatio testissä 5. /9./

Erikoissovellutuksen ohjelmassa DI0 asetettiin ohjaamaan DO2:ta ja automaation tallentamien tapahtumien nimityksiä muutettiin uusia vastaaviksi. Otannan jälkeen kytkentää muutettiin siten, että DI885-tulokortin kanava 2 liitettiin transistorilähtöön DO3 ja ohjelmassa DI0 asetettiin ohjaamaan lähtöä DO3. Testaukset suoritettiin vastaavalla tavalla kuin ensimmäinen testi.

Taulukosta 8 nähdään, että viiveet jäävät pieniksi, kun signaali siirtyy vain UMC100:n sisällä. Tuloksista huomataan myös, että ero transistorilähdön ja relelähdön välillä on keskimäärin 3 ms. UMC100:n käyttöohjeessa DI0:n ja DO2:n väliseksi viiveeksi ilmoitetaan 10 ms /15/.

Taulukko 8. Vasteaikatestin 5 tulokset. /9./

| Testi: | Viiveiden keskiarvo/ms: | Maksimiviive/ms: | Minimiviive/ms: |
|-------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| UMC100 DI0-DO3, testi 4 | 6,45 | 9 | 4 |
| UMC100 DI0-DO2, testi 4 | 9,4 | 12 | 7 |

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyö oli haastava, sillä se vaati syvällistä paneutumista moottorinohjaimiin, jotta kaikki halutut tiedot saatiin selville. Opin työtä tehdessäni paljon Profibus-väylästä sekä ABB:n 800xA-automaatiojärjestelmästä.

Vaativinta työtä tehdessä oli varmistaa, että kaikki mahdolliset asiat jokaisessa testissä otettiin huomioon sekä saadut tulokset oli kirjattu tarkasti ylös jotta vertailu moottorinohjaimien välillä oli luotettavaa toteuttaa. Näiden lisäksi laitteiden toiminnallisuutta tarkasteltaessa täytyi miettiä, mitkä asiat johtuvat automaatiosta ja mitkä todellisuudessa liittyvät itse moottorinohjaimien toimintaan.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tietoa UMC100:n kilpailijoista, vasteajoista sekä UMC100:n ja UMC22:n eroista. Näiden lisäksi tiedetään tarvittavat muutokset, kun UMC22:n tilalle vaihdetaan UMC100. UMC100:n perustoiminnallisuus ei paljoakaan poikkea UMC22:n toiminnallisuudesta ja ne ovat keskenään yhteensopivia tässä työssä mainituin muutoksin. Vasteaikatesteistä saatiin pohjatiedot aikakriittisten sovellusten suunnitteluun.

LÄHTEET

- /1/ ABB lyhyesti. Historia. Viitattu 11.11.2011.
<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/4c7fb86040626fd9c2256b2000427c68.a>
spx
- /2/ ABB:n Review. Viitattu 5.3.2012. ABB_review_4-2010_72dpi.pdf
- /3/ ABB:n Suomen organisaatio. Viitattu 11.11.2011. ABB_tänään_2011.ppt
- /4/ AC 800 M Prosessilogiikan katsaus. Viitattu 5.1.2012.
Compact_800_AC_800M_Process_PLC_5.1_Overview.pdf
- /5/ CEM11 Earth Leakage Monitor. Viitattu 28.12.2011. CEM11-FBP
_Leakage_Monitor.pdf
- /6/ EICP-yksikön esittely. Viitattu 28.12.2011. AC_lyhyt_esittely.ppt
- /7/ Hautamäki, M. 2012. Projekti-insinööri. ABB Prosessiteollisuus.
Haastattelu 23.3.2012.
- /8/ Jokinen, K. Moottorikäyttöjen ohjaus ja suojaus 2009 kurssin
opetusmateriaali. Viitattu 22.3.2012. Moottorikäyttöjen ohjaus ja
suojaus_09.pdf
- /9/ Mäkynen, A. 2012. Viitattu 8.3.2012.
- /10/ Müller, P. 2012. UMC Product Manager. ABB Stotz-Kontakt.
Sähköpostikeskustelu 14.3.2012.
- /11/ Pehmokäynnistinopas, ABB. Viitattu 10.1.2012
- /12/ Profibus solutions from ABB. Viitattu 29.12.2011.
[http://www.abb.com/cawp/gad02181/c1256d71001e0037c1256b5a00316d](http://www.abb.com/cawp/gad02181/c1256d71001e0037c1256b5a00316d75.aspx)
75.aspx
- /13/ Project Plan for Motor Control based on UMC100 solution. Viitattu
27.12.2011. UMC100 and 800xA v5.1 G2 10.10 2011.doc
- /14/ Prosessiteollisuuden erikoissovellutuksia. Viitattu 13.3.2012. Feedback for
R Matti Senior.doc
- /15/ UMC100-FBP Custom Application Editor. Viitattu 12.3.2012.
[http://www.abb.com/product/seitp329/e3fb02b391df72a1c12576af00574b](http://www.abb.com/product/seitp329/e3fb02b391df72a1c12576af00574ba8.aspx)
a8.aspx
- /16/ UMC100-FBP Techn. Description. Viitattu 28.12.2011.
[http://www.abb.com/product/seitp329/e3fb02b391df72a1c12576af00574b](http://www.abb.com/product/seitp329/e3fb02b391df72a1c12576af00574ba8.aspx)
a8.aspx

- /17/ UMC100-FBP Overview. Viitattu 3.1.2012.
<http://www.abb.com/product/seitp329/e3fb02b391df72a1c12576af00574ba8.aspx>
- /18/ Viljanen, M. 2012. Projekti-insinööri. ABB Prosessiteollisuus. Haastattelu 22.3.2012.
- /19/ Viljanen, M. Opinnäytetyö. Viitattu 19.3.2012. Profibus DP-demojärjestelmän toteutus.doc
- /20/ Welcome to ABB. Viitattu 11.11.2011.
<http://www.abb.com/cawp/abbzh252/e1d71cc7979eaf7fc1256ae700474df0.aspx>

