

Ville Hirvelä

ÄLYKÄS MOOTTORINOHJAIN

ABB UMC100.3

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus

Marraskuu 2017

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Marraskuu 2017	Tekijä/tekijät Ville Hirvelä
Koulutusohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
Työn nimi Älykäs moottorinohjain ABB UMC100.3		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 21
Työelämäohjaaja		
<p>Opinnäytetyössä rakennettiin sähkömoottorikäyttöjen opetuslaitteisto Centria ammattikorkeakoulun käyttöön. Laite tuli käytettäväksi Centria Ylivieskan sähkövoimatekniikan laboratoriossa sähkökäyttöjen opintojaksoilla.</p> <p>Laite koostuu ABB:n toimittamasta älykkästä UMC100.3-moottorinohjaimesta, sekä erikseen hankitusta kotelosta, johon ohjain asennettiin ja johdotettiin. Ulkoiset liitännät laitteelle toteutettiin kosketussuojatuilla liittimillä käyttöturvallisuuden varmistamiseksi.</p>		

Asiasanat

Moottorinohjain, opetuslaite

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date November 2017	Author Ville Hirvelä
Degree programme Electricity- and automation		
Name of thesis ABB UMC100.3 Universal Motor Controller		
Instructor Jari Halme		Pages 21
Supervisor		
<p>The purpose of this thesis was to build teaching equipment for Centria University of Applied Sciences. This equipment is going to be used in the electrical laboratory of Centria Ylivieska on courses that focus on the electric motor usages.</p> <p>The device consisted of ABB Universal Motor Controller UMC100.3 and casing where it was installed and wired. External connections were done using contact protected connectors to ensure safety.</p>		

<p>Key words Motor controller, teaching equipment</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

A	Ampeeri, sähkövirran yksikkö
A/D	Analoginen/Digitaalinen
ABB	Asea Brown Boweri
ASEA	Allmänna Svenska Elektriska AB
DIN	Standardi
Ethernet	Lähiverkkoyhteys
EUR	Euro
Fieldbus	Väyläprotokolla
Hz	Hertsi, taajuus
I/O	Input/Output, tulot ja lähdöt
kWh	Kilowattitunti, energian yksikkö
LCD	Liquid Crystal Display, nestekidenäyttö
Local	Paikalliskäyttö
Modbus	Väyläprotokolla
mrd	Miljardi
mA	Milliampeeri, sähkövirran yksikkö
ms	Millisekunti, ajan yksikkö
Remote	Etäkäyttö
s	Sekunti, ajan yksikkö
UMC	Universal Motor Controller, älykäs moottorinohjain
USB	Universal Serial Bus
USD	US dollari
V	Voltti, jännitteen yksikkö
VAC	Vaihtojännite

VDC

Tasajännite

Väylä

Tiedonsiirtojärjestelmä

W

Watti, tehon yksikkö

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
ESIPUHE
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 ABB OY	2
3 UMC100.3 UNIVERSAL MOTOR CONTROLLER	3
3.1 UMC100.3 Yleistä	3
3.2 Lisämoduulit	5
3.2.1 Lisämoduulien liitännät	9
3.3 Ohjaus	11
3.3.1 Ohjaustoiminnot	12
3.4 Suojaustoiminnot	17
4 LAITTEEN RAKENNUS	18
4.1 Kotelointi	18
4.2 Johdotukset	19
5 OPETUSLAITTEEN TOIMINTA JA KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET	20

LÄHTEET

KUVIOT

KUVIA 1. ABB moottoritehdas, Helsinki, Pitäjänmäki
KUVIO 2. UMC100.3 pääyksikkö
KUVIO 3 UMC100.3 lohkoakaavio
KUVIO 4. UMC100.3 käyttöpaneeli
KUVIO 5. DX111 I/O-moduuli
KUVIO 6. VI150 jännitemoduuli
KUVIO 7. AL111 analogiamoduuli
KUVIO 8. PDP32 Profibus-moduuli
KUVIO 9. MRP31 Modbus-moduuli
KUVIO 10. DNP31 DeviceNet-moduuli
KUVIO 11. MTQ22 Ethernet-moduuli
KUVIO 12. DIN-kisko
KUVIO 13. UMC100.3 ja PDP32-moduulin liitännät
KUVIO 14. UMC100.3 ja VI150-liitäntä
KUVIO 15. UMC100.3 ohjausesimerkki
KUVIO 16. Piirikaavio transparent-ohjauksesta
KUVIO 17. Piirikaavio ylikuormitusreletoiminto
KUVIO 18. Piirikaavio suorakäynnistystoiminto
KUVIO 19 Piirikaavio suunnanvaihto-käynnistystoiminto
KUVIO 20 Piirikaavio tähti-kolmiokäynnistys
KUVIO 21 UMC100.3 opetuslaitteen ulkokuori

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus rakentaa opetuslaite ABB:n toimittamasta UMC100.3-moottorinohjainlaitteesta. Laite tulisi käytettäväksi Centria Ylivieskan sähkövoimatekniikan laboratorioon. Laitetta käytettäisiin erilaisiin sähkökäyttöihin liittyvissä harjoitustöissä.

Laite koostuu ABB:n UMC100.3 Universal Motor Controller älykkäästä moottorinohjaimesta, VI150-jännitemoduulista, UMC100.3-käyttöpaneelistä ja erikseen hankitusta moduulikotelosta. Moottorinohjain ja jännitemoduuli on asennettu moduulikoteloon asennuskiskolla ja kaikki laitteen vaatimat johdotukset on tehty kotelon sisälle. Ulkoiset liitännät on toteutettu kosketussuojatuilla banaaniliittimillä. Moottorinohjaimen käyttöpaneeli on asennettu moottorinohjaimen päälle siten, että käyttöpaneelia on mahdollista käyttää moduulikotelon ulkopuolelta. Laitetta on mahdollista käyttää paikallisesti käyttöpaneelilta sekä tietokoneella USB-yhteyden kautta.

2 ABB OY

ABB eli Asea Brown Boweri on ruotsalais-sveitsiläinen kansainvälinen teollisuuskonserni, joka toimii yli 100 maassa. Henkilöstöä on noin 132 000. Konsernin pääkonttori sijaitsee Zürichissä, Sveitsissä. ABB:n toiminta keskittyy automaatio- ja sähkövoimatekniikkaan. ABB syntyi vuonna 1988, kun ruotsalainen ASEA ja sveitsiläinen BBC Brown Boweri yhdistyivät. Konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli noin 33 mrd USD. (ABB 2017.)

ABB:llä on Suomessa toimintaa useilla paikkakunnilla, muun muassa Helsingissä, Oulussa ja Vaasassa. Henkilöstön määrä Suomessa on noin 5000, ja liikevaihto vuonna 2015 oli noin 2,2 miljardia euroa. ABB:n vahva asema Suomessa perustuu Gottfrid Strömbergin vuonna 1889 Helsinkiin perustamaan sähkötekniikkaan keskittyvään yritykseen. Oy Strömberg Ab siirtyi vuonna 1987 ruotsalaisen ASEAn omistukseen. (ABB 2017.)



KUVIO 1. ABB moottoritehdas, Helsinki, Pitäjänmäki (ABB, kuvapankki 2017.)

3 UMC100.3 UNIVERSAL MOTOR CONTROLLER

3.1 UMC100.3 Yleistä

ABB UMC100.3 on modulaarinen moottorin suojaus- ja ohjausjärjestelmä. Laitetta voidaan käyttää moottorin suojaukseen, ohjaamiseen, väylä- ja ethernet-tiedonsiirtoon sekä vianhakuun. Tärkeimpiä näistä ovat moottorin ohjaus, suojaus sekä vikatilanteiden aiheuttamien tehtaiden seisokkien vähentäminen. (Mäkynen 2012, 19.)

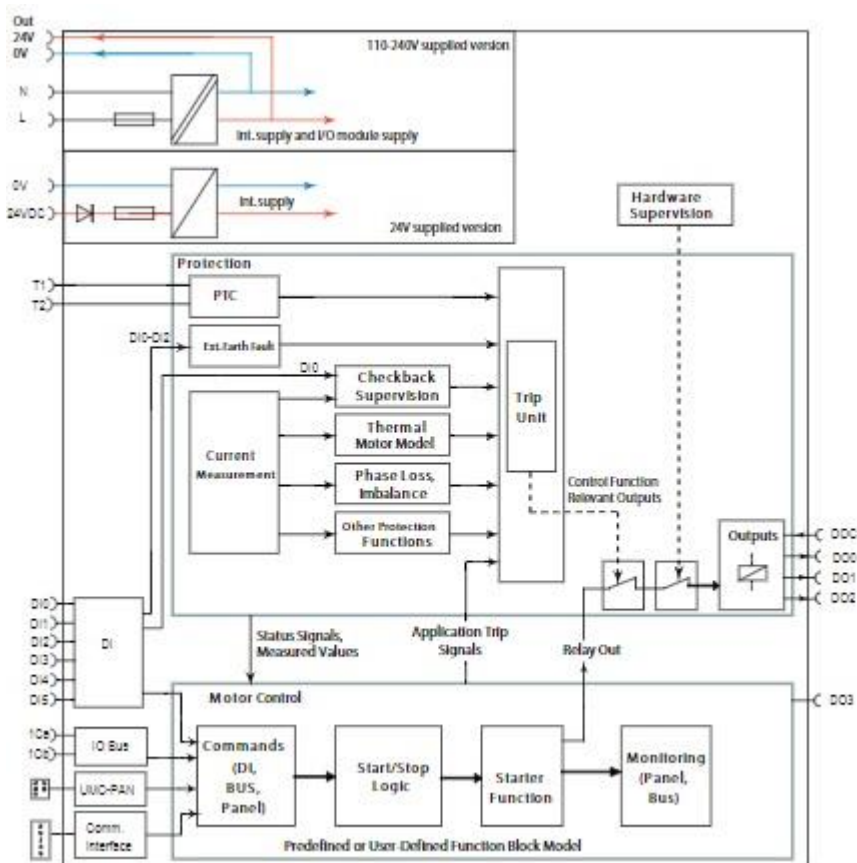


KUVIO 2. UMC100.3 pääyksikkö (ABB UMC100.3 2015.)

Ilman älykästä moottorinohjainta toteutetussa moottorilähdössä tarvitaan erilliset laitteet moottorin ohjaukselle, valvonnalle sekä signaalien tuottamiselle. Näitä ovat esimerkiksi virtamuuntimet, A/D-muuntimet, ylivirta- ja termistorireleet. Tämän tyyppistä älykästä moottorinohjainta käytettäessä nämä kaikki erilliset laitteet voidaan korvata yhdellä laitteella. (Mäkynen 2012, 19.)

UMC100.3 pääyksikössä on 6 digitaalista tuloa, 4 relelähtöä sekä liitännät PT100-lämpöanturille, käyttöpaneelille ja lisämoduuleille. Pääyksikkö sisältää myös 63 A -virtamuuntajat.

Pääyksiköitä on saatavilla eri käyttöjännitteille. Tuloliitännät käyttävät 24V jännitettä, ja relelähdoille jännite voidaan valita kytkentöjä muuttamalla. Pääyksikköön voidaan liittää paikallista käyttöä varten käyttöpaneeli, jonka kautta voidaan pääyksikköön muodostaa myös yhteys tietokoneella USB-liitintää käyttäen. Yksikön kytkeminen väylään tai ethernet-käyttö vaatii erillisen lisämoduulin. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 3 UMC100.3 lohkokaavio (ABB UMC100.3 2015.)

3.2 Lisämoduulit

Pääyksikön toimintoja voidaan laajentaa lisämoduuleilla. Saatavilla olevia lisämoduuleita ovat käyttöpaneeli, I/O-moduuli, jännitemoduuli, analogia- ja lämpötila-anturiliitäntämoduuli sekä moduulit eri väyläliitäntöjä varten. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 4. UMC100.3 käyttöpaneeli (ABB UMC100.3 2015.)

UMC100.3:een voidaan liittää Liquid Crystal Display (LCD)-näytöllinen käyttöpaneeli, jonka kautta moottorinohjainta voidaan hallita paikallisesti. Käyttöpaneeli voidaan kytkeä suoraan pääyksikköön, välikaapelilla tai esimerkiksi sähkökaapin oveen erillisellä asennussarjalla. Paneelin kautta on mahdollista muodostaa yhteys moottorinohjaimen tietokoneella USB-yhteyttä käyttäen. Käyttöpaneelilla voidaan ohjata moottorinohjaimen kaikkia toimintoja sekä muuttaa parametreja. Paneelin kieli on valittavissa. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 5. DX111 I/O-moduuli (ABB UMC100.3 2015.)

I/O-laajennusmoduulilla voidaan lisätä pääyksikköön kahdeksan digitaalista sisääntuloa, neljä relelähtöä ja yksi analoginen lähtö. Analoginen lähtö toimii 0 – 20 mA tai 0 – 10 V alueilla. Moduulista on olemassa erilliset versiot käytettäväksi 110 – 230 V tai 24 V käyttöjännitteillä. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 6. VI150 jännitemoduuli (ABB UMC100.3 2015.)

Jännitemoduulilla voidaan lisätä moottorinohjaimen toiminnot, joilla voidaan määrittää ja seurata vaihejännitteitä, tehokerrointa, näennäistehoa ja harmonisia yliaaltoja. Maadoitetuille ja maadoittamattomille järjestelmille on olemassa eri moduulit. VI150 on tarkoitettu maadoitetuille ja VI155 maadoittamattomille järjestelmille. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 7. AL111 analogiamoduuli (ABB UMC100.3 2015.)

Pääyksikön analogisia liitäntöjä voidaan lisätä käyttämällä AL111-moduulia. Moduuli lisää analogisia sisääntuloja kolme kappaletta. Sisääntuloihin voidaan kytkeä PT100-, PT1000-, KTY83-, KTY84- ja NTC-lämpötila-antureita. Mitta-alue on joko 0 – 10 V tai 0 – 20 mA. Pääyksikköön voidaan lisätä yksi tai kaksi AL111-moduulia. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 8. PDP32 Profibus-moduuli (ABB UMC100.3 2015.)

PDP32-moduulilla UMC100.3 pääyksikkö voidaan liittää Profibus DP-väylään. Tuetut protokollat ovat Profibus DP V0 ja V1. Moduuli on myös PNO-sertifioitu. Tiedonsiirtonopeus on enimmillään 12 MBit/s ja moduuli liitetään väylään yhdeksännapaisella D-liittimellä. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 9. MRP31 Modbus-moduuli (ABB UMC100.3 2015.)

MRP31-laajennusmoduuli on tarkoitettu UMC100.3 pääyksikön liittämiseksi Modbus RTU-väyläliitintään. Tiedonsiirtonopeus moduulilla on enimmillään 57,6 kbit/s. Moduuli kytketään johtosarjalla riviliittimille. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 10. DNP31 DeviceNet-moduuli (ABB UMC100.3 2015.)

DNP31-laajennusmoduulilla UMC100.3 pääyksikkö voidaan kytkeä DeviceNet-väyläliitintään. Moduuli on ODVA sertifioitu, ja sen tiedonsiirtonopeus on enimmillään 500 kbit/s. Moduuli kytketään johtosarjalla riviliittimille. (ABB UMC100.3 2015.)



KUVIO 11. MTQ22 Ethernet-moduuli (ABB UMC100.3 2015.)

MTQ22-moduuliin voidaan kytkeä enintään 4 UMC100.3 pääyksikköä. Moduulilta eteenpäin yhteys toimii Ethernet-yhteydellä. (ABB UMC100.3 2015.)

3.2.1 Lisämoduulien liitännät

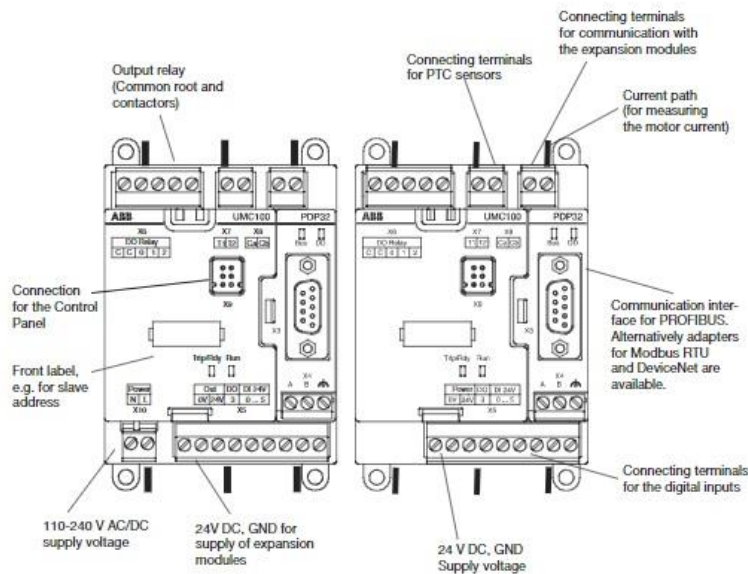
UMC100.3-pääyksikkö ja lisämoduulit ovat DIN-kiskokiinnitteisiä, pois lukien käyttöpaneeli, joka kiinnitetään suoraan pääyksikön päälle tai erillisellä johdolla kotelon kanteen tai sähkökaapin oveen.



KUVIO 12. DIN-kisko

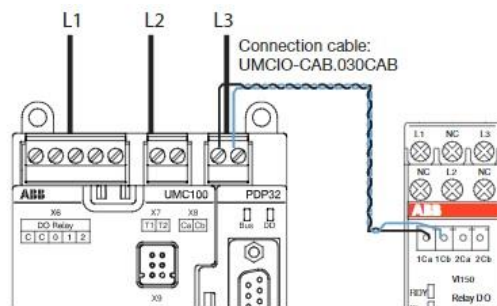
Pääyksikön ja lisämoduulien välisiin johdotuksiin käytetään osittain valmiita ABB:n valmistamia johtosarjoja, joissa on sopivan pituiset johtimet sekä sopivat liittimet valmiina.

Osa johdotuksista tehdään erillisillä johtimilla tarpeiden mukaan. Pääyksikön ja moduulien väliseen tiedonsiirtoon käytetään yleisimmin ABB:n omia johtosarjoja, ja moduulien käyttöjännitteelle ja esimerkiksi VI150-jännitemoduulin jännitetiedolle johdotukset tehdään erillisillä johtimilla.



KUVIO 13. UMC100.3- ja PDP32-moduulin liitännät (ABB UMC100.3 2015.)

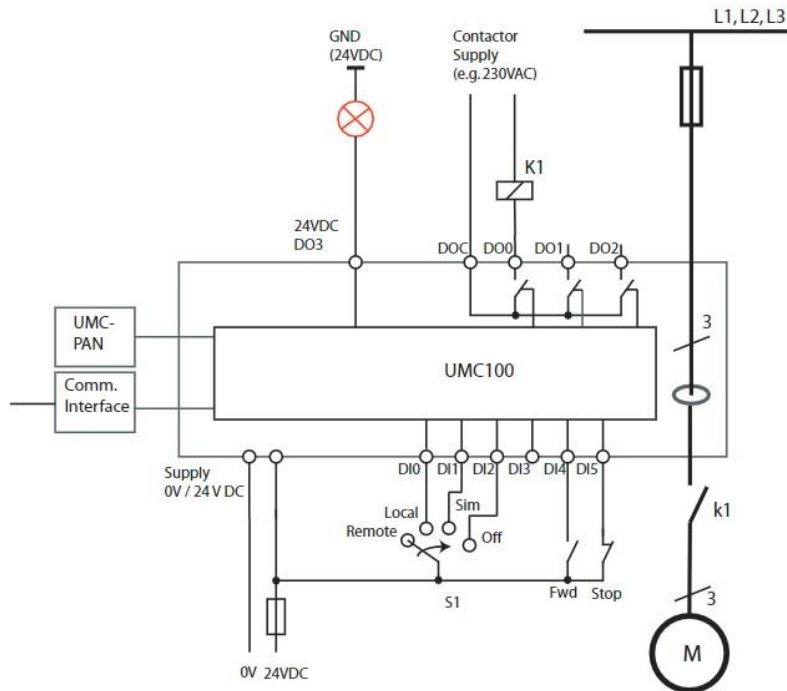
Ylläolevasta kaaviosta nähdään UMC100.3-liitännät, kun siihen on kytketty PDP32 Profibus-väylämoduuli. Kuvasta ilmenee käyttöjännitteen, sisään- ja ulostulojen sekä käyttöpaneelin kytkemiseen käytettävät liittimet. Alla olevasta KUVIOSTA 14 nähdään UMC100.3-pääyksikön ja jännitemoduuli VI150:n väliseen tiedonsiirtoon käytettävän johtosarjan kytkentä.



KUVIO 14. UMC100.3 ja VI150 liitännät (ABB UMC100.3 2015.)

3.3 Ohjaus

Moottorin käynnistystä ja pysäytystä UMC100.3:n kautta voidaan ohjata neljällä eri tavalla: digitaalisilla sisääntuloilla, LCD-paneelilla, laitteen parametreilla tai väylän kautta.



KUVIO 15. UMC100.3 ohjausesimerkki (ABB UMC100.3 2015.)

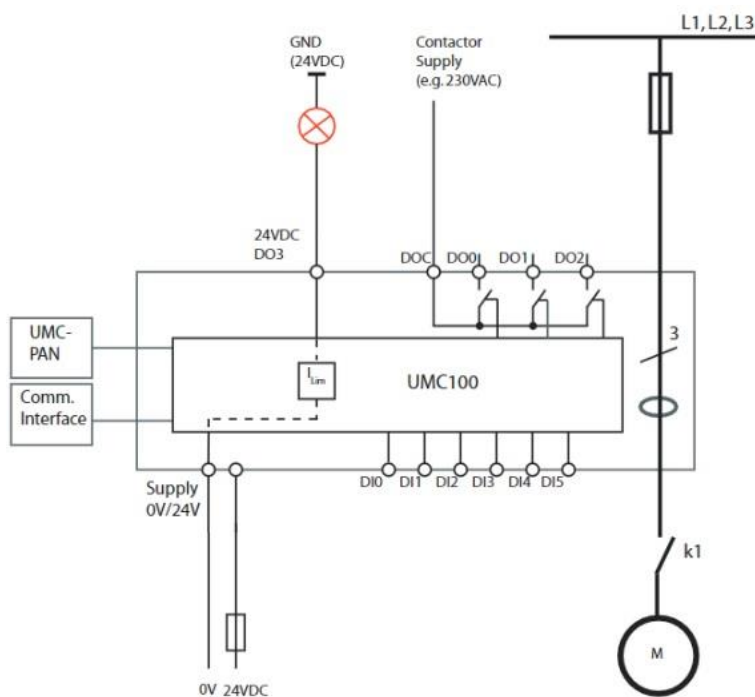
Kuviossa 15 nähdään esimerkki UMC100.3:n ohjauksesta. Esimerkissä UMC100.3-moottorinohjain on ohjelmoitu siten, että kun kaikki moottorinohjaimen tulot ovat alhaalla, on moottorinohjaimen ohjaus väylällä. Jokaisen digitaalisen tulon DI0 – DI5-tilan vaikutus moottorinohjaimen toimintaan voidaan ohjelmoida erikseen. Kun kytkin S1 on ”Remote”-asennossa, UMC100.3-moottorinohjaimen ohjaus on väylällä. Kytkimen S1 ollessa ”Local”-asennossa UMC100.3:n tulo DI0 on aktiivinen ja väyläohjaus ei ole käytössä. Tässä tilassa ohjaus tapahtuu paikallisesti käyttöpaneelilta. Kytkimen S1 ollessa ”Sim”-asennossa voidaan moottorinohjaimen toimintaa simuloida, mutta moottorinohjain ei käynnistä ohjaamaansa sähkömoottoria tässä tilassa. Kytkimen S1 ollessa ”Off”-asennossa, moottorinohjainta ei voi ohjata paikallisesti eikä etänä väylän kautta. (Mäkynen 2012, 19.)

3.3.1 Ohjaustoiminnot

UMC100.3-moottorinohjaimessa on integroituna ohjaustoimintoja vakiosovellutuksiin, kuten:

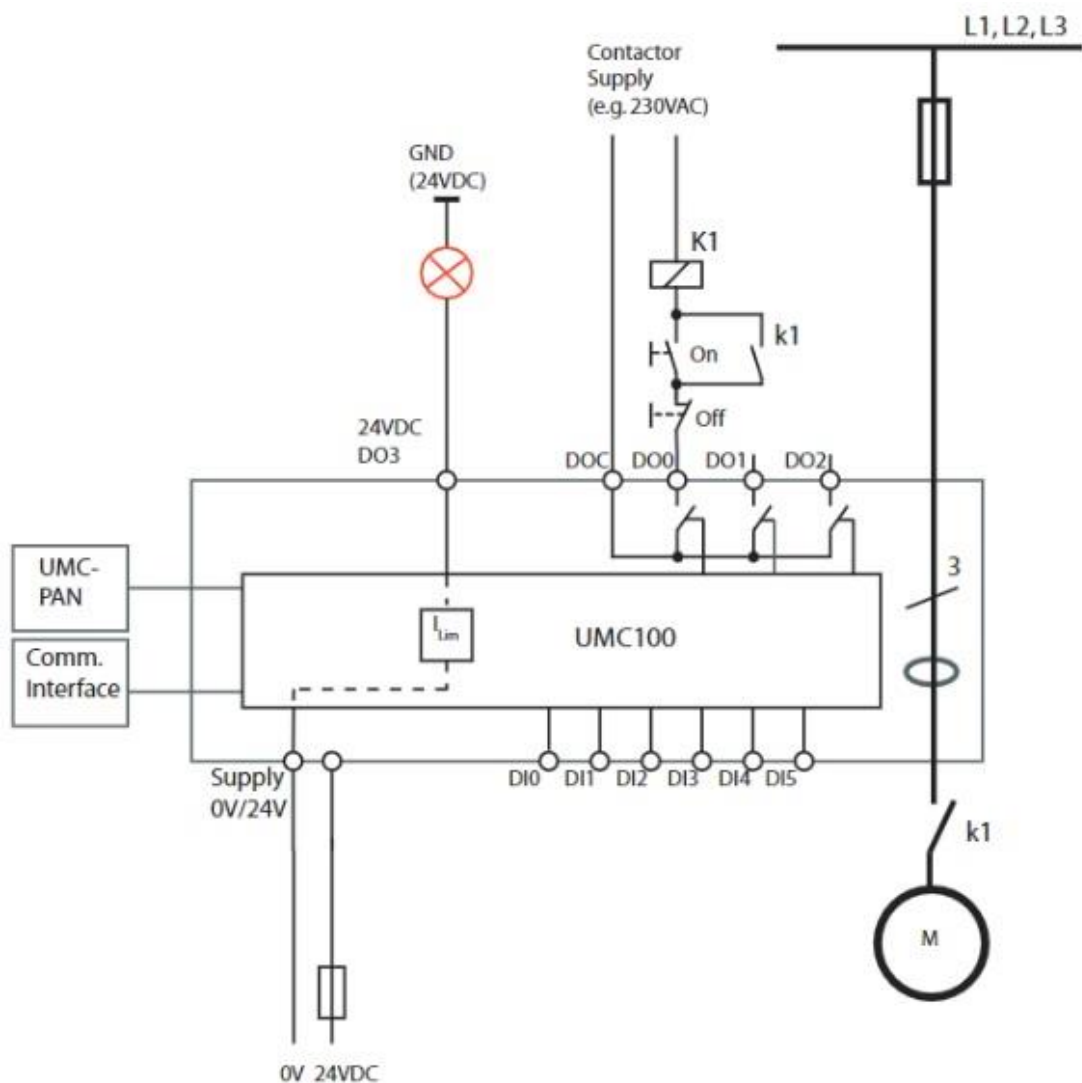
- Transparent
- Ylikuormitusrele
- Suora käynnistys
- Suunnanvaihto
- Tähti-kolmiokäynnistys

Transparent-tilassa UMC100.3-moottorinohjain käyttäytyy kuin I/O-moduuli, jossa on ylikuormituksen valvonta. Tässä tilassa kaikki lähdöt ja tulot ovat suoraan kytkettynä väylään ja ovat riippumattomia ylikuormitusvalvonnan tilasta. Tässä tilassa UMC100.3-moottorinohjaimella ei voida ohjata moottorin käynnistymistä eikä pysäytystä. (Mäkynen 2012, 19.)



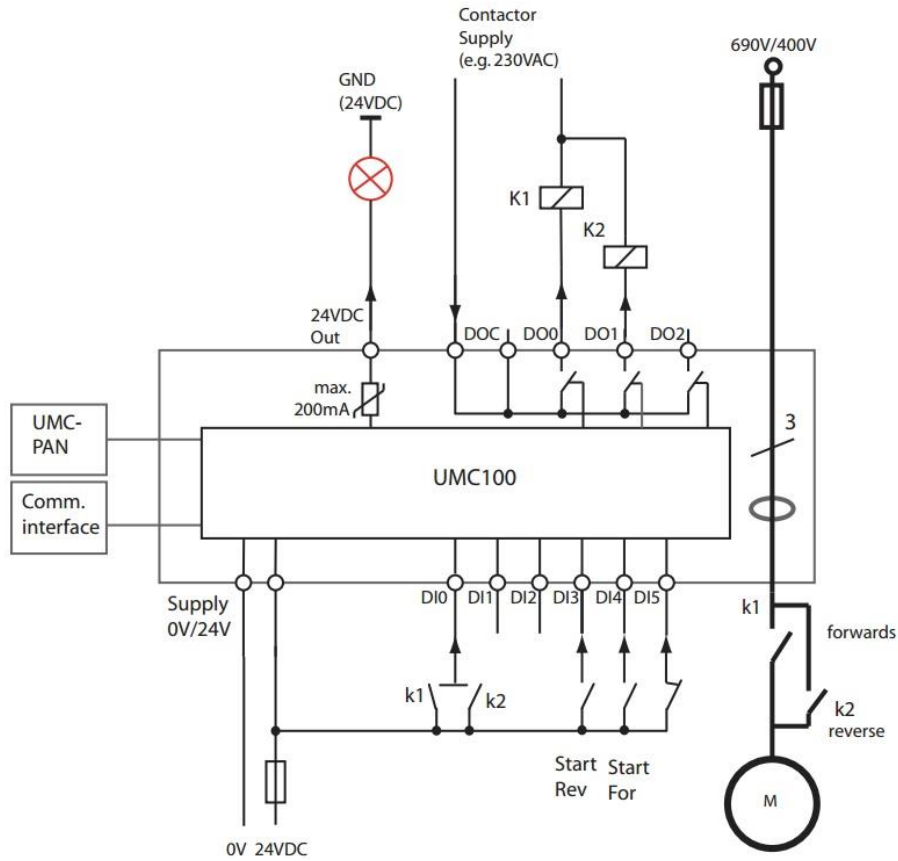
KUVIO 16. Piirikaavio Transparent-ohjauksesta (ABB UMC100.3 2015.)

Ylikuormitusreletoimintoa käytettäessä moottorinohjaimella voidaan korvata normaalisti käytettävä ylikuormitusrele. Tässäkin tilassa kaikki lähdöt ja tulot ovat kytkettynä suoraan väylään. Kontaktorin ohjausjännite saadaan tätä toimintoa käytettäessä moottorinohjaimen relelähdestä, johon voidaan myös kytkeä päälle- ja pois-ohjauspainikkeet sekä kontaktorin pitopiiri. Relelähettä DO2 tai DO3 voidaan käyttää vian indikointiin. Ylikuormitustilanteen sattuessa moottorinohjain katkaisee kontaktorin ohjauspiirin sekä lähettää tiedon viasta väylään. (Mäkynen 2012, 19.)



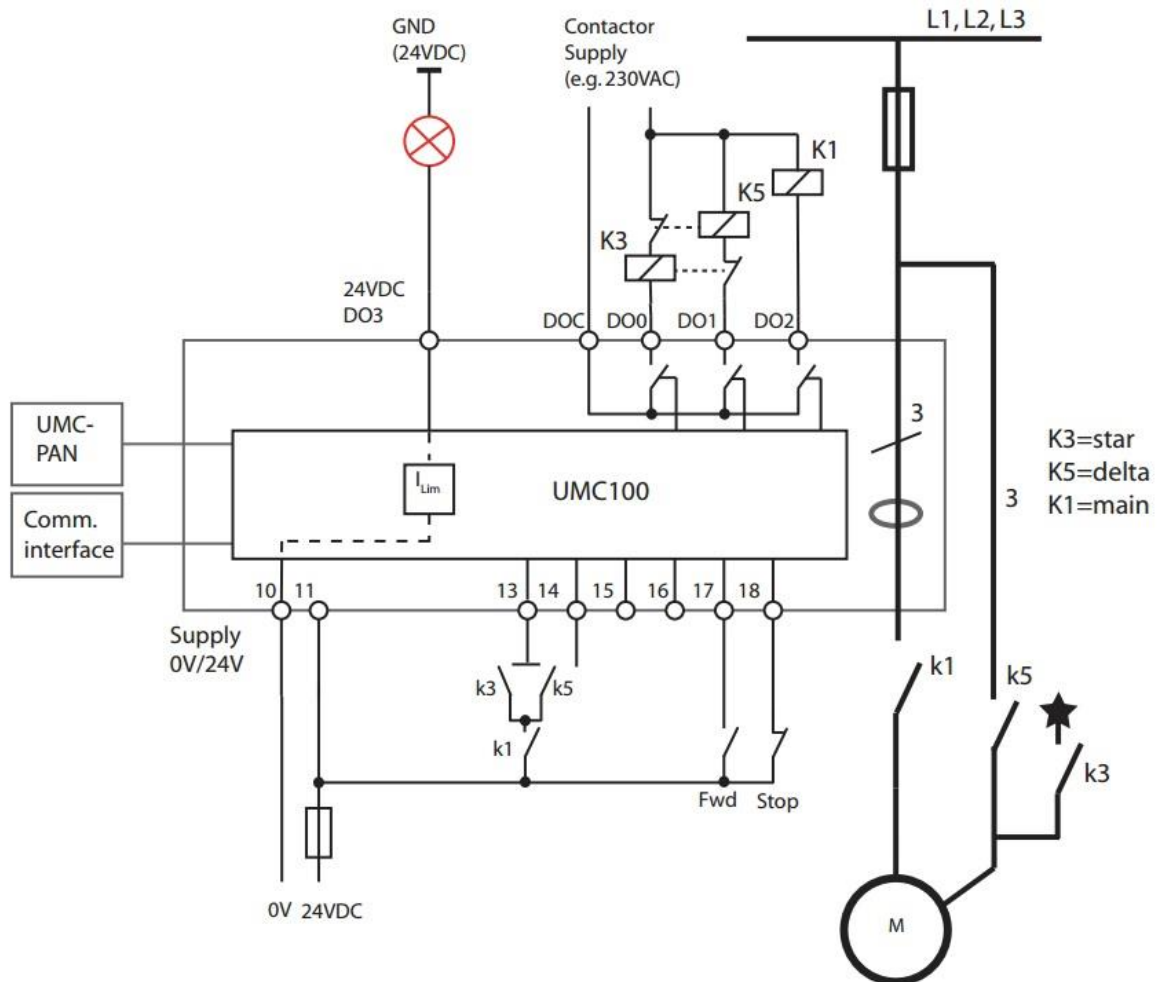
KUVIO 17. Piirikaavio ylikuormitusreletoiminto (ABB UMC100.3 2015.)

Suunnanvaihtotoiminnoissa ohjattavalle moottorille kytketään jännite kahden eri piirin kautta, joilla keskenään on eri vaihejärjestys. Moottoria voidaan pyörittää molempiin suuntiin moottorinohjaimen käyttöpainikkeista, erillisillä painonapeilla tai väylän kautta. Ohjauspiirissä on sekä mekaanisia että sähköisiä suojaustoimintoja. (Mäkynen 2012, 19.)



KUVIO 19. Piirikaavio suunnanvaihto-käynnistystoiminto (ABB UMC100.3 2015.)

Tähti-kolmiokäynnistyksessä moottorin käämit ovat käynnistysvaiheessa kytkettynä tähti-kytkentään ja käynnistysvaiheen loputtua moottorin käämit kytketään erillisellä kontaktorilla kolmiokytkentään. Tämä tehdään käynnistysvirtapiikkien rajoittamiseksi sekä rajoittamaan käynnistysmomenttia. (Mäkynen 2012, 19.)



KUVIO 20. Piirikaavio tähti-kolmiokäynnistys (ABB UMC100.3 2015.)

3.4 Suojaustoiminnot

UMC100.3-moottorinohjaimessa on sisäänrakennettuna useita suojaustoimintoja, joita voidaan vielä lisätä erillisillä jännite- ja analogimoduuleilla. Suojaustoimintoja voidaan ottaa käyttöön ja pois käytöstä tarpeen mukaan, poikkeuksena ylikuormitussuojaus, joka on aina päällä. (ABB UMC100.3 2015.)

Seuraavat virranmittaukseen perustuvat suojaustoiminnot ovat UMC100.3-moottorinohjaimessa sisäänrakennettuna:

- Laskennallinen ylikuormitus
- Yli- ja alivirta
- Lukittunut roottori
- Vaiheiden epätasapaino
- Vaihekatkos
- Väärä vaihejärjestys
- Termistorisuojaus
- Maavuotovirratt
- Maasulku

Jännitemoduulilla saadaan lisäksi käyttöön seuraavat suojaustoiminnot, jotka perustuvat jännitteen ja vaihekulman sekä niistä saataviin tehon ja energiankulutuksen mittaukseen:

- Yli ja alijännitteet
- Vaihejännitteiden epätasapaino
- Jännitteen alenema
- Särökerroin
- Tehokerroin
- Pätötehon mittaukseen perustuva yli- ja alikuormitus

Suojaus- ja monitorointitoiminnot tuottavat joko suojaus- tai hälytystietoja sekä laskettuja tai mitattuja arvoja. Tämä tieto on nähtävissä moottorinohjaimen käyttöpaneelissa, väylän kautta tai esimerkiksi erillisellä tietokonesovelluksella. (ABB UMC100.3 2015.)

4 LAITTEEN RAKENNUS

Tässä opinnäytetyössä rakennettiin opetuslaite ABB:n UMC100.3-moottorinohjaimesta Centria Ylivieskan sähkövoimatekniikan laboratorioon. Laitetta on tarkoitus käyttää erilaisiin sähkömoottorikäyttöihin liittyviin harjoitustöihin.

4.1 Kotelointi

Laite koottiin DIN-kiskolliseen moduulikoteloon ja tarvittavat johdotukset tehtiin kotelon sisään. Laitteeseen hankittiin erillinen UMC100.3-käyttöpaneeli, joka asennettiin suoraan UMC100.3-pääyksikköön kiinni. Moduulikotelon korkeus mitoitettiin niin, että käyttöpaneelin ollessa asennettuna suoraan pääyksikköön se asettuu juuri moduulikotelon kannen korkeudella. Moduulikotelon kanteen leikattiin käyttöpaneelin kokoinen aukko, josta laitetta voidaan käyttöpaneelin kautta käyttää. Moduulikotelon kansi ja käyttöpaneeli on sovitettu yhteen siten, että laitteen rakenne on kosketussuojattu eikä jännitteisiin osiin ole mahdollista joutua kosketuksiin laitetta normaalisti käytettäessä.



KUVIO 21. UMC100.3-opetuslaitteen ulkokuori (Centria 2017.)

4.2 Johdotukset

Kotelon ulkopuoliset liitännät moottorinohjaimelle toteutettiin kosketussuojatuilla banaani liittimillä, jotka kiinnitettiin kotelon ulkokuoreen. Näiden liittimien käyttö parantaa laitteen käytettävyyttä sekä lisää käyttöturvallisuutta.

Laitteen ulkopuolelle tuotiin liitännät laitteen omalle käyttöjännitteelle, ohjattavan sähkömoottorin käyttöjännitteelle sekä laitteen liitännät laitteen tulo- ja lähtöliitännöille. Ohjattavan moottorin käyttöjännite johdotettiin UMC100.3-moottorinohjaimen virtamuuntajien kautta, joista moottorinohjain saa tiedon ohjaamansa moottorin virrankulutuksesta. Laitteen oman ja ohjattavan moottorin käyttöjännitteiden liittimet löytyvät laitteen kotelon kyljistä. Tulo- ja lähtöliitännät on johdotettu ja merkitty kotelon kanteen.

5 OPETUSLAITTEEN TOIMINTA JA KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Älykkäitä moottorinohjainlaitteita sekä ABB:n, että muiden valmistajien toimittamina on laajalti käytössä nykyaikaisessa teollisuudessa. Tämä ABB:n UMC 100.3-moottorinohjaimeen perustuva opetuslaite antaa sähkötekniikan opiskelijalle mahdollisuuden tutustua tämän tyyppisen laitteen toimintoihin. Vaikka eri laitevalmistajien moottorinohjaimet poikkeavat toisistaan hieman käytettävyydeltään ja toiminnoiltaan, perustoiminnot toimivat kuitenkin samoilla periaatteilla.

Opetuslaitteeseen valittu ABB UMC100.3-päyksikkö ja sen lisämoduuli mahdollistavat laajan valikoiman eri moottorinohjaustoimintoja, joten laitteelle voidaan tarvittaessa suunnitella useampia erilaisia harjoitustöitä.

LÄHTEET

ABB kuvapankki 2017. Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/fiabb254/761dc8bcd1d44caac125775b0027eece.aspx>.

Viitattu 15.10.2017.

ABB taloustieto 2015. Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/ac0d6003f1f1f73bc1257f4e0025a8f2.aspx>

Viitattu 15.10.2017.

ABB UMC100.3 käyttöohje 2015. Saatavissa:

<https://library.e.abb.com/public/00c5e886fce94931a3a2f18627421813/2CDC135032D0203.pdf>

Viitattu 15.10.2017.

ABB Suomi 2017. Saatavissa:

<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>

Viitattu 15.10.2017.

Mäkynen A. 2012. ABB UMC100 toiminnallisuus. Opinnäytetyö. Vaasa: Vaasan ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40755/UMC100 Toiminnallisuus Final_theseus.pdf?sequence=3](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40755/UMC100_Toiminnallisuus_Final_theseus.pdf?sequence=3)

Viitattu 15.10.2017.

