

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

SEIJA MOSKAJÄRVI

Rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osan opetuksen suunnit- telu ja toteutus

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2023

TIIVISTELMÄ

Moskajärvi, Seija: Rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osan opetuksen suunnittelu ja toteutus
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Marraskuu 2023
Sivumäärä: 40

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on suunnitella ja toteuttaa rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osan opetuksen oppimisympäristöjä ja tehdä digitaalista materiaalia Salon seudun ammattiopiston käyttöön.

Työ suoritetaan tutkinnonperusteita noudattaen sekä voimassa olevia lakeja ja standardeja seuraten. Hyödynnetään myös jo toimivaksi todettuja ratkaisuja ja malleja muista oppilaitoksista.

Suunnittelutyössä, harjoitusten teossa sekä opetuksessa käytetään CADMATIC-ohjelmistoa.

Oppimisympäristön pysyvien ratkaisujen rakentamisessa ovat ohjatusti mukana ammattiopiston opiskelijat.

Oppimisympäristöjen testaus tehdään ensimmäisen opetusryhmän kanssa.

Lopputuloksena on toimiva oppimisympäristö, jossa opiskelijat saavuttavat tutkinnon perusteiden määrittelemän osaamisen sekä digitaalinen oppimisympäristö, joka tukee käytännönharjoituksia ja teoriaopetusta.

Avainsanat: Rakennusautomaatio, ABB Free@Home, logiikkaohjaus, opetus

Abstract

Moskajärvi, Seija: Planning and implementation of the teaching of the building automation installation part of the degree

Bachelor's thesis

Degree programme in electrical and automation technology

November 2023

Number of pages: 40

The purpose of this thesis is to design and implement building automation installations in the learning environments of part of the degree's teaching and to make digital material for the use of the Salo regional vocational college.

The work is carried out in compliance with the qualification criteria and following valid laws and standards. Solutions and models from other educational institutions that have already been found to work will also be used.

CAD-MATIC software is used in the design work, exercises and teaching.

In the construction of permanent solutions for the learning environment, the students of the vocational college are guided.

Testing of learning environments is done with the first teaching group.

The result is a functional learning environment where students achieve the competence defined by the basis of the degree and a digital learning environment that supports practical exercises and theory teaching.

Keywords: Building automation, ABB Free@Home, logic control, education

ALKUSANAT

Opetusympäristön ja opetuksen suunnittelu on ollut mielenkiintoinen ja antoisa tehtävä. Tämän projektin parissa olen päässyt hyödyntämään sekä syventämään omaa osaamistani.

Haluan esittää kiitokset kollegoilleni, jotka ovat olleet apuna antamassa vinkkejä opetuksen näkökulmasta. Kiitokset myös kaikille niille ammattiopistoille, joissa saimme vierailta suunnittelua tehdessämme.

Erityisen kiitoksen ansaitseva myös opiskelijat, jotka osallistuivat oppimisympäristön rakentamiseen sekä ensimmäinen opetusryhmäni, jonka kanssa saimme oppimisympäristön sekä harjoitukset todelliseen testiin ja saimme hiottua niitä.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 SALON SEUDUN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ	8
3 RAKENNUSAUTOMAATIOASENNUKSET TUTKINNON OSA.....	8
4 SUUNNITTELU.....	9
4.1 IV-kone harjoitusten suunnittelu	9
4.2 ABB Free@Home suunnittelu	10
4.3 Sähköturvallisuus	11
5 IV-KONE OPPIMISYMPÄRISTÖ JA HARJOITUKSET	13
5.1 Laitteet ja komponentit	15
5.2 Harjoitukset	17
6 ABB FREE@HOME HARJOITUS.....	25
7 DIGITAALISET OPPIMISYMPÄRISTÖT	27
7.1 Rakennusautomaatioasennukset toimilaitteet ja säätö.....	28
7.2 ABB Free@Home.....	29
8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	29
LÄHTEET.....	31
LIITE 1: RAKENNUSAUTOMAATIOASENNUKSET TUTKINNON PERUSTEET	33
LIITE 2 IV-KONEPISTEEN KOMPONENTTIEN KILPAILUTUS	35
LIITE 3 IV-KONE HARJOITUKSEN KOMPONENTIT JA LAITTEET	37
LIITE 4 JAMAK-KAAPELI JA RELEKYTKENNÄT HARJOITUKSEN OHJEISTUS.....	38
LIITE 5 ABB FREE@HOME HARJOITUKSEN OHJEISTUS.....	40

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Osp	Osaamispiste, opintojen laajuus toisen asteen koulutuksessa
IV	Ilmanvaihto
VAC	Vaihtojännite, Volttia
VDC	Tasajännite, Volttia
A	Ampeeri
V	Voltti
W	Watti
I/O-lista	Input/output-lista, tulo/lähtö-lista
DI	Digital input, digitaalinen tulo
DO	Digital output, digitaalinen lähtö
NC	Normally closet, avautuva
NO	Normally open, sulkeutuva
AI	Analog input, analoginen tulo
AO	Analog output, analoginen lähtö
AND	Looginen portti, JA
OR	Looginen portti, TAI
NOT	Looginen portti, EI
NAND	Looginen portti, EI-JA
NOR	Looginen portti, EI-TAI
XOR	Looginen portti, Eri
XNOR	Looginen portti, Sama

1 JOHDANTO

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan lämmityksen, ilmanvaihdon ja valaistuksen sekä mahdollisesti viilennyksen automatisointia kiinteistöissä. Sen tehtävänä on lisätä asuinmukavuutta ja edistää energian säästöä. Rakennusautomaatiojärjestelmiin liittyy standardeja, joiden mukaan rakennusautomaatiojärjestelmät tulee suunnitella ja rakentaa, tässä apuna on käytössä ST-kortistot.

Älykkäät kodit kuuluvat rakennusautomaatioon ja ovat yleistymässä ihmisten etsiessä ratkaisuja energiansäästöön ja omaan viihtyvyyteensä, erilaisia järjestelmiä on paljon ja ne ovat yhä helpompia käyttöisiä ja niihin voidaan integroida erilaisia toimintoja esimerkiksi tila- ja palovalvontaa, verho-ohjaimia, ovi-puhelimia.

Kun pienikiinteistöissäkin siirrytään yhä enemmän automaatoratkaisuihin, on selvää, ettei tulevaisuuden asentajat voi välttyä törmäämästä erilaisiin järjestelmiin. Myös vanhempien kohteiden järjestelmät vaativat huoltoa ja osaamista tarvitaan myös siellä.

Tulevaisuudennäkymät ovat alalla positiiviset maailman automatisaation yleistyessä. Ilmastokysymykset vauhdittavat osaltaan automaation kehitystä ja yleistymistä. Ala tarvitsee yhä enemmän uusia osaajia niin suunnittelun kuin asennustyön osalta. Myös kouluttajien pitää päivittää tietojansa ja taitojaan nopeasti kehittyvällä alalla ja oppilaitoksien pitää pysyä ajan tasalla uusimmista ratkaisuista.

2 SALON SEUDUN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ

Salon seudun koulutuskuntayhtymän historia alkaa vuodesta 1958, silloin perustettiin kuntainliitto ylläpitämään ammattikoulutoimintaa. Toiminta on sen jälkeen laajentunut ja muuttanut nimeään. Nykyinen Salon seudun koulutuskuntayhtymä nimi otettiin käyttöön vuonna 2001. Kuntayhtymään kuuluu kuusi kuntaa: Kemiönsaari, Koski TI, Paimio, Salo, Sauvo ja Somero. Salon seudun koulutuskuntayhtymä on Salon seudun ammattiopistoa ylläpitäjä organisaationa ja työllistää noin 250 henkilöä.

Salon seudun ammattiopisto tarjoaa sähkö- ja automaatioalan koulutusta, ammatillista perustutkintoa sekä ammattitutkintoa. Perustutkintoon kuuluu pakollisten tutkinnon osien lisäksi valinnaisia tutkinnon osia, joista yksi on tässä opinnäytetyössä käsiteltävä rakennusautomaatioasennukset, jonka laajuus on 45 osaamispistettä. Tutkinnon osan rakennetta käsitellään seuraavassa kappaleessa.

3 RAKENNUSAUTOMAATIOASENNUKSET TUTKINNON OSA

Tutkinnon osan ammattitaitovaatimukset, eli tutkinnon perusteet (liite 1), määrittävät sen mitä osaamista opiskelijan pitäisi saavuttaa. Tutkinnon perusteiden pohjalta suunniteltiin opetus sekä siihen tarvittavat komponentit.

Osa osaamisesta on teoreettista osaamista ja osa suoraan käytäntöä. Opiskelijan tulee osata tulkita dokumentteja, ymmärtää säätöpiirin muodostumista sekä osata asentaa komponentteja, konfiguroida ja mitata. Dokumenttien lukua käydään läpi teoriassa ja DigiCampuksen tehtävissä, myös säätöpiirit ja niiden muodostuminen käydään läpi sitä kautta. Asennustöitä ovat ne kohdat, joissa käytetään sanaa "asentaa", myös mittaus sekä konfigurointi ovat fyysisiä harjoituksia, tosin kaikkia käsitellään myös teoriassa.

Työturvallisuus sekä ympäristöasiat ovat myös esillä tutkinnon perusteilla. Työn suunnittelu, työkalujen ja suojainten käyttö ja turvalliset työtavat kuuluvat jokaiseen tutkinnon osaan. Myös ilmastovastuullinen toiminta, jätteiden kierrätys ja asennusympäristön siisteydestä huolehtiminen kuuluu opetukseen. Nämä ovat käytännössä koko ajan mukana.

Osaamiseen kuuluu myös kohta ”Asiakkaan opastus rakennusautomaatiojärjestelmän käytössä”. Opiskelijan tulee tietää ja tuntea tekemänsä asennus ja osata selittää sen toiminta. Tämä vaatii opiskelijalta ymmärrystä omaa työtään kohtaan.

Osaamista haetaan oppilaitoksen lisäksi työelämästä ja näytöt tulisi tehdä siellä, se ei tosin aina ole mahdollista, joten myös mahdollisia näyttöjä piti miettiä. Näytöissä opiskelija osoittaa osaamisensa. (Opetushallitus, n.d.)

4 SUUNNITTELU

Suunnittelua tehdessä oli otettava myös huomioon tilat, joihin opetus oli tulossa sekä opiskelijamäärät. Tilojen mukaan suunniteltiin harjoituspisteiden lukumäärä ja mahdolliset harjoitukset, joita voitaisiin tehdä harjoitusalueelle työpöydällä, tai asennuskopeissa, joissa suoritetaan muitakin asennusharjoituksia.

4.1 IV-kone harjoitusten suunnittelu

Harjoitustöiden suunnittelussa mietittiin komponentit ja laitteet, joiden kanssa IV-koneen simulointi olisi mahdollisimman todenmukaista. Mallia otettiin valmiiksi hyväksi havaituista oppimisympäristöistä, joissa kävimme tutustumassa ennen suunnittelutyön alkua. Komponentit ja tarvikkeet määriteltiin ominaisuuksiltaan (liite 2), jonka jälkeen tehtiin lain edellyttämä kilpailutus (1397/2016, Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista).

Suunnittelua jätettiin tarkoituksenmukaisesti vielä vajavaiseksi sen osalta, ettei haluttu ennen ensimmäistä opetusryhmää tehdä liian valmiiksi. Erilaisten ideoiden testaus opiskelijoiden kanssa ennen harjoitusten puhtaaksi kirjoittamista antoi liikkumavaraa ja säästi aikaa.

4.2 ABB Free@Home suunnittelu

ABB Free@Home valikoitui yhdeksi kotiautomaatiojärjestelmäksi sen saatavuuden ja yleisyyden perusteella. Tähän järjestelmään hankittiin aluksi hyvin peruskomponentteja ja harjoitustyöt ovat yksinkertaisia, asennusseinalle tehtäviä harjoituksia. Päädyimme seuraaviin komponentteihin:

- PS-M-64.1.1 640mA Virtalähde
- SA-M-0,4 Lähtöyksikkö
- BI-M-4.0.1 Tuloyksikkö
- SR-2-214 2-osainen painike KL
- SU-F-2.0.1 Painikerunko 2-osainen
- RTC-F-1 Huonetermostaatti
- CP-RTC-214 Keskiölevy termostaatille
- 4X210W RLC T DIN Valonsäädin

ABB:llä on saatavilla myös valmiita oppilaitospaketteja Free@Home-järjestelmästä. Meidän tarkoitukseemme emme lähteneet hankkimaan niitä, toteimme riittäväksi hankkia muutamia peruskomponentteja ja niiden kanssa totuttaa aluksi yksinkertaisia asennusharjoituksia.

Free@Home komponenttien hankintaa rajoitti myös se, että pääpaino harjoituksissa on IV-kone harjoitus pisteillä ja niissä käytettävissä laitteissa ja komponenteissa. Laajentaminen on tarvittaessa myöhemmin helppoa. Järjestelmään valitut komponentit käsitellään myöhemmin kappaleessa kuusi.

4.3 Sähköturvallisuus

Suunnitteluvaiheessa otettiin huomioon myös harjoitustöiden sekä harjoituspisteiden sähköturvallisuus. Standardi SFS 6000-8-803 koskee oppilaitosten opetuskäytössä olevia sähkötyötiloja.

ABB Free@Home harjoitukset tehdään valmiissa asennusnurkissa, joissa on turvakatkaisijat. Myös IV-koneen harjoituspisteillä 400VAC syöttö on katkaistu lukitulla turvakatkaisijalla. Turvakatkaisija, kuva 1, on aina lukittuna opiskelijan tehdessä asennuksia ja se avataan vain opettajan luvalla. 400VAC syöttö saa työpisteissä olla kytkettynä vain silloin kun opettaja on tarkastamassa työtä asennusten osalta. Kun asennukset on todettu toimiviksi ja turvalliseksi ja kaikki komponentit ovat koteloituna tai muuten suojattu opiskelijat saavat järjestelmän käyttöönottoa tehdä itsenäisesti. Lisäksi pisteiden syötöt on suojattu 30mA vikavirtasuojilla ja 16A C-tyypin johdonsuojakatkaisijoilla, kuva 2.



Kuva 1. Lukittu turvakytkin harjoituspisteellä.



Kuva 2. 400VAC syöttökeskus.

Osa harjoitustöistä tehdään 24VDC käyttöjännitteellä. Tätä varten jokaisella pisteellä on oma 24VDC syöttö. Jokaiselle pisteelle on oma virtalähde, virtalähteet on suojattu 10A C-typin johdonsuojakatkaisijoilla ja 24VDC syöttö on jokainen suojattu omalla 2A C-typin johdonsuojakatkaisijalla (kuva 3). Harjoitukseen liittyy paljon ohjelmointia ja ohjelman itsenäistä testausta, valmis tuotos esitellään aina opettajalle.



Kuva 3. 24VDC syöttökeskus sekä virtalähdekotelo.

5 IV-KONE OPPIMISYMPÄRISTÖ JA HARJOITUKSET

Kilpailutuksen jälkeen, kun komponentit ja tarvikkeet olivat tiedossa, päästiin aloittamaan tarkempi suunnittelu sekä pysyvien asennusten kokoaminen. Pisteissä osa kaapeloinneista on pysyviä ja osa harjoituksissa tehtäviä ja harjoituksen jälkeen purettavia. Keskuksiin asennettiin myös LED nauha, jotta työskentelyyn olisi riittävä valaistus (kuva 4).



Kuva 4. Keskuksen työskentelyä helpottava valaistus.

IV-kone harjoituksiin saatiin hyvin mukaan myös erilaisien kaapeleiden käsittelyä sekä kaapelimerkintöjen käyttöä. Pisteissä on aloitusvaiheessa dokumentit, joita opiskelijan tulee täydentää työn edetessä.

Työturvallisuuteen sekä komponenttien tahattomaan rikkoutumiseen kiinnitettiin huomiota vielä työpisteiden rakentamisessa havaintojen perusteella. Moottorit sijoitettiin akseli seinän suuntaan, jotta estetään tarttuminen moottorin pyöriessä (kuva 5). Jäätymisenestön anturi suojattiin putkella, joka myös helpottaa kylmäsprayn käyttöä lisäksi anturin kiinnitys onnistui näin paremmin (kuva 6).



Kuva 5. Moottorien asettelu. Moottorin kaapelointi turvakytkimeltä on pysyvä.



Kuva 6. Jäätymisvaara-anturi suojattuna.

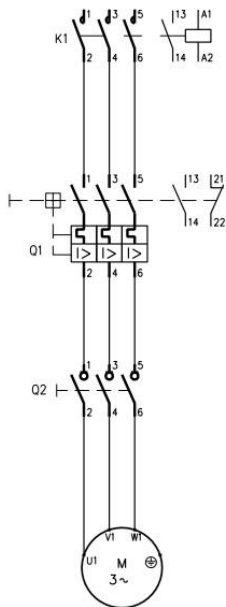
5.1 Laitteet ja komponentit

Laitteet ja komponentit on lueteltu tyyppimerkintöineen sekä sähkönumeroineen liitteessä 4 Tässä kappaleessa kerrotaan perustietoja laitteista ja komponenteista.

Logiikaksi valikoitui Schneiderin TM221CE40T. Kyseisen logiikan käyttöjännite on 24VDC, jotenkuten aiemmin jo on mainittu opiskelijat pystyvät käyttämään logiikkaa turvallisesti ja pystyvät testaamaan ohjelmia itsenäisesti. Logiikassa on 24 digitaalista tulo ja 16 digitaalista transistorityyppistä lähtöä (Schneider, 2023, Modicon M221 logiikkamoduuli). Logiikka liitetään tietokoneeseen USB-kaapelin kanssa. Logiikkaan tilattiin erikseen analoginen lisämoduuli, jossa on kaksi analogista tuloa lämpötila-anturisignaalille (Schneider, 2023, Modicon cartridge M221-2 temp tulo).

Moottorit, kontaktori ja moottorisuojakatkaisijat ovat yhteensopivia teknisiltä ominaisuuksiltaan. Moottorisuojakatkaisijoihin hankittiin lisäksi apukärjet. Moottorit ovat ABB:n 0,37KW kolmivaihemoottoreita (ABB, 2023, Tuotesivu: 3GBA072320-ASC). Moottoreiden ei tarvitse näissä harjoituksissa olla kovin tehokkaita koska niitä käytetään vain simuloimaan tiettyjä ominaisuuksia kuten pumppua tai puhallinmoottoria.

Kontaktoreina ja moottosuojakatkaisijat ovat ABB:n komponentteja ja ne ovat mitoitettu moottorien perusteella. Nämä komponentit ovat moottorikäyttöjen peruskomponentteja. Kontaktori on ohjauskomponentti ja siinä on yksi NO-toimintoinen apukärki. (ABB, 2023, Tuotesivu: AF09-30-10-11). Moottorisuojakatkaisija suojaa moottoria ylikuormitukselta ja siihen on hankittu lisävarusteena apukosketin jossa on yksi NO-toimintainen ja yksi NC-toimintainen kärki. (ABB, 2023, Tuotesivu: MS132-1.6). Moottoriin liittyvissä tehtävissä pohjana käytetään piirikaaviota (kuva 7).

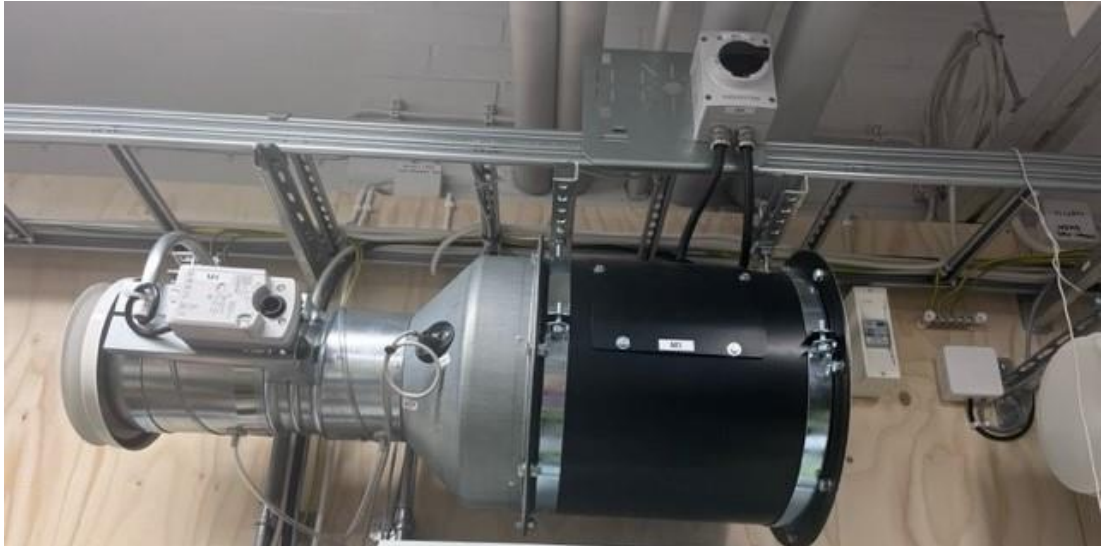


Kuva 7. Moottorin kytkentä.

Ennakoiva jäätymisvaara komponenttina on JVS 24 jäätyminenestorele ja siihen yhteensopiva PT1000 anturi. Komponenttia pystytään testaamaan 24VDC käyttöjännitteellä, joten opiskelijat voivat tutkia sen toimintaa merkkilamppujen avulla. Jäätyminen demonstroidaan suihkuttamalla kylmäspraytä putkeen, jossa anturi sijaitsee.

Taajuusmuuttajana käytössä on VACON0020-3L-0001-4+EMC2+QPES 0,36kW, 400V, taajuusmuuttaja ja sitä käytetään puhaltimen kanssa. Taajuusmuuttajassa on digitaalisia tuloja kuusi, digitaalisia lähtöjä yksi, analogisia tuloja kaksi ja analogia lähtöjä yksi. (Vacon, 2015.)

Kanava kuvassa 8 pitää sisällään puhaltimen, joka toimii taajuusmuuttaja ohjauksella ja se on erotettu EMC-turvakytkimellä. Kanava-anturi on tyyppiä PT100. Kanavassa on myös paine-eroanturi sekä peltimoottori, joka on käyttöjännitteeltään 230V ja tyypiltään jousipalautteinen (Siemens, 2016).



Kuva 8. Puhallin moottori, peltimoottori, kanava-anturi ja EMC-turvakytkin.

Magneettiventtiili on tyypiltään NC, eli avautuva ja se on tarkoitettu käytettäväksi sovelluksissa, jossa nesteenä on vesi (SMC, n.d.). Huonelämpötila-anturi on PT1000 tyyppinen anturi, harjoitukseen otettiin paria eri anturityyppiä, teoriassa käydään läpi erilaisia antureita laajemmin.

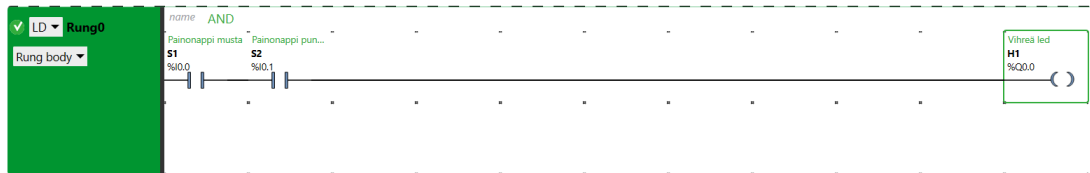
Riviliittimet valittiin käytettävyyden perusteella jousiriviliittimiksi. Komponentit johdotetaan riviliittimien kautta ja näin säästetään itse komponentin liittintä. Johdotukset ovat pysyviä ja harjoitukset tehdään riviliittimiltä toisille kytke-mällä. Opiskelijan on piirikaavioiden perusteella tiedettävä mille riviliittimelle mikäkin komponentin liitin on johdotettu.

5.2 Harjoitukset

Harjoituksissa käytetään Schneiderin So Machine Expert – Basic ohjelmaa. Tämän ohjelman etuna on sen lisenssivapaus, opiskelijat pystyvät halutesaan lataamaan ohjelman myös itselleen ja tekemään harjoituksia sekä simulaatioita itsenäisesti omalla ajallaan. Ohjelmointikielenä meillä on LDR, ladder-diagram eli tikapuukaavio.

Harjoituksia on sekä ohjelmointiin liittyen että asennus- ja kytkentäharjoituksia.

Harjoitukset aloitetaan teoriatunneilla yksinkertaisista asioista ja edetään vaikeampiin, ensimmäisiä harjoituksia on esimerkiksi kuvassa 9 esitetty AND-portti. Lisäksi harjoituksissa käydään läpi muitakin loogisia portteja, jotka on kerrottu tarkemmin myöhemmin.



Kuva 9. Yksinkertainen ohjelmointiharjoitus, AND-portti.

Asennusharjoituksiin kuuluu seuraavat työt:

- JAMAK ja relekytkennät
- NOMAK ja kytkentäluettelo
- Porttiharjoitukset logiikka
- Moottorin ohjaus 0–1-START
- Ennakoivajäätyminenesto toiminnan selvittäminen
- Ennakoivajäätyminenesto moottorin sammutus ja hälytys (+sulatus)
- Magneettiventtiilin toiminnan selvittäminen
- Huonelämpötila, moottorin käynnistys ja magneettiventtiilin avaus
- Moottorinsuojakatkaisijan apukoskettimen toiminnan selvittäminen
- Peltimoottorin toiminnan selvittäminen
- Taajuusmuuttaja ja puhallin, toiminnan selvittäminen
- Kanava-anturin lisääminen signaalimuunnin PT100->4...20mA
- Suodatinhälytys
- Palohälytys

Kaikki harjoitukset JAMAK kaapeliharjoitusta lukuun ottamatta tehdään IV-kone harjoituspisteellä. Ensimmäisenä vuonna teemme näitä harjoituksia yksittäisinä, mutta tulevaisuudessa kun pisteitä on enemmän ja opiskelija voi tehdä pidempään harjoituksia samalla pisteellä tehdään näistä harjoituksista kokonaisuus, eli lisätään toimintoja olemassa olevaan harjoitukseen.

JAMAK-kaapeli ja relekytkennät harjoituksessa opetellaan kaapelin käsittelyä sekä tutustutaan releohjauksiin. Opiskelija päättää noin metrin mittaisen JAMAK-kaapelin sen molemmista päistä. Opiskelijalla on myös kaksi koteloa, DIN-kiskoja, releitä, painonappeja, painonappikoteloita, merkkilamppuja sekä riviliittimiä (kuva 10). Tehtävänä on koota ohjeiden mukainen kokonaisuus (liite 4).



Kuva 10. JAMAK-kaapeli ja relekytkennät harjoituksen tarvikkeita.

NOMAK-kaapeli ja kytkentäluettelo pitää sisällään kaapelin käsittelyn ja kytkennän IV-kone pisteen keskuksen oveen, sekä komponenttien merkitsemisen (kuva 11). Kytkennästä on tehtävä itselle kytkentäluettelo. Tehtävässä tutustutaan myös kaapelin kiinnitykseen ja suojaukseen. Tässä harjoituksessa tehdään myös I/O-lista valmiiksi ohjelmaan.



Kuva 11. NOMAK-kaapeli on suojattu spiraalilla ja kiinnitykseen käytetään liittämättä nippusideankkureita.

Porttiharjoituksissa tutustutaan logiikan käyttöön porttipiirien avulla. Tehtävässä käydään läpi AND, OR, NOT, NOR, XOR, NAND ja XNOR. Portteja ja niiden totuustauluja harjoitellaan myös teoritunnilla. IV-kone harjoituspisteen keskuksen ovenssa on tätä harjoitusta varten kuusi merkkilamppua, kaksi NO-toimintaista painonappia joissa toisessa myös merkkilamppu, yksi NC-toimintainen painonappi ja 1-0-2-valintakytkin (kuva 12).

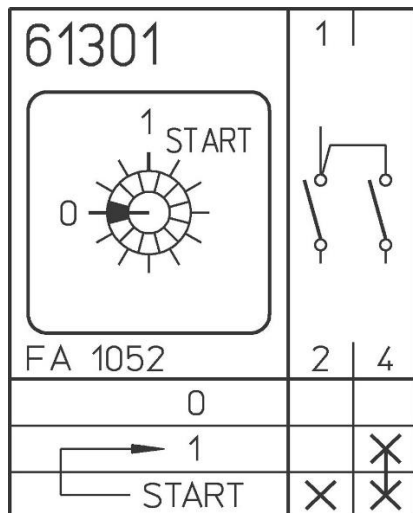


Kuva 12. Keskuksen oven komponentit.

Moottorin ohjaus toteutetaan aluksi 0–1-START-nokkakytkimen avulla esitetynä kuvassa 13, samalla kerrataan moottoreihin liittyviä asioita. Osalla opiskelijoista on ollut sähkökäytöt valinnaisena tutkinnon osana muttei kaikilla. Kyt-kentä toteutetaan kytkimen ohjeiden mukaisesti (kuva 14).

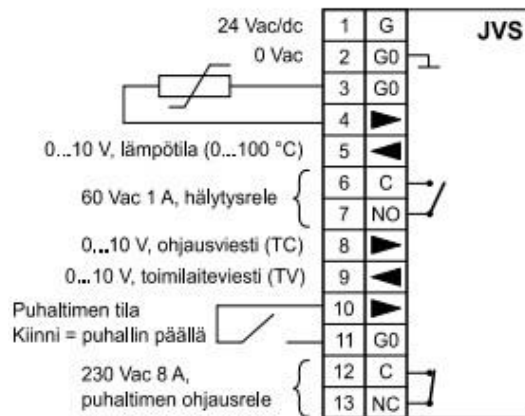


Kuva 13. 0-1-START-nokkakytkin ja moottori.



Kuva 14. 0-1-START-nokkakytkin kytkentäohje (UTU,2022).

Ennakoivaa jäätyminenestoa tutkitaan ensin merkkilamppujen avulla. Apuna tehtävässä on kytkentäohje, esitetty kuvassa 15 sekä komponentin koko käyttöohje. Kun toiminto on saatu tutkittua, siirrytään seuraavaan tehtävään, jossa releen tulee pysäyttää moottori ja syyttää merkkivalo. Ohjaus toteutetaan loogikan kautta.



Kuva 15. JVS 24 kytkentäohje (Produal, 2016).

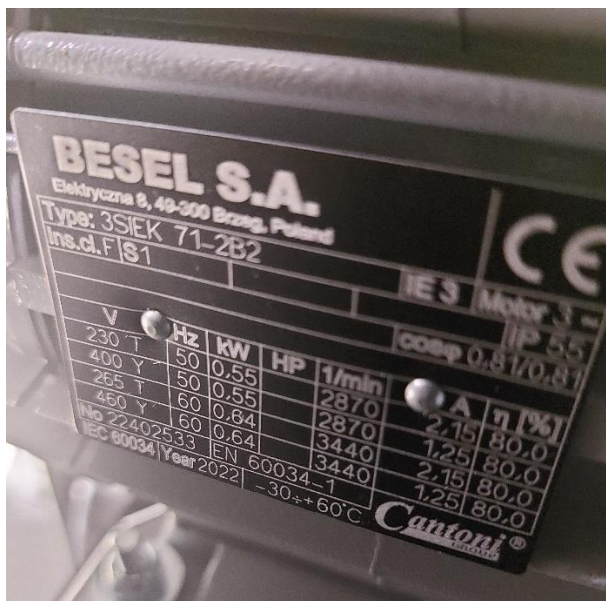
Huonelämpötila, moottorin käynnistys ja magneettiventtiili tehtävässä on tarkoitus tutkia huonelämpötilan muutoksen vaikutusta. Tehtävässä halutaan demonstroida kuinka lämpötilan laskiessa magneettiventtiili aukeaa ja moottori eli tässä tapauksessa pumppu lähtee päälle. Tämä harjoitus toimii myös analogiatulon tutkimistehtävänä lisäkortin kanssa.

Taajuusmuuttaja ja puhallin harjoituksessa tutustutaan taajuusmuuttajan käyttöön ja selvitetään sen toimintaa, tehtävässä on myös energiamittarin kytkentä. Taajuusmuuttaja on johdotettu riviliittimille (kuva 16). Harjoituksessa halutaan aluksi käyttää taajuusmuuttajaa kahdella eri nopeudella, jotka valitaan keskuksen oven painonapeilla.



Kuva 16. Taajuusmuuttajan pysyvät johdotukset

Harjoituksessa pitää selvittää puhallinmoottorin tyyppikilvestä sen nimellisjännite, -taajuus, -virta sekä moottorin $\cos \varphi$, parametrit tehdään taajuusmuuttajan ohjeiden mukaisesti (Vacon, 2015). Tyyppikilvestä on opiskelijoiden käytössä kuva, koska tyyppikilven sijainti on hankala (kuva 17). Opiskelijan on kuitenkin tiedettävä mistä tyyppi kilpi löytyy.



Kuva 17. Puhallinmoottorin tyyppikilpi.

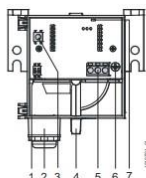
Harjoituksessa lisätään taajuusmuuttajan ohjaukseen analoginen tulo. Tähän harjoitukseen lisätään myös signaalimuunnin, joka muuttaa PT100 anturin signaalitiedon virtamuotoon 4...10mA (Weidmüller, 2020). Opiskelijat tutustuvat signaalimuuntimenkäyttöön ja samalla tutustuvat eri muodossa oleviin analogisiin signaaleihin (kuva 18).



Kuva 18. Weidmüller signaalimuunnin.

Suodatin hälytyksessä tutustutaan paine-erolähtetimen toimintaan sen kytkentäohjeen avulla (kuva 19). Harjoituspisteessä se on asennettu pellin molemmin puolin. Opiskelijan on tuotava tieto logikalle ja hälytyksestä syttyy merkkivalo. Analogista tuloa tutkitaan ja selvitetään minkä tyyppistä viestiä sieltä saadaan ja miten se tulee skaalata.

Setting, and connection elements



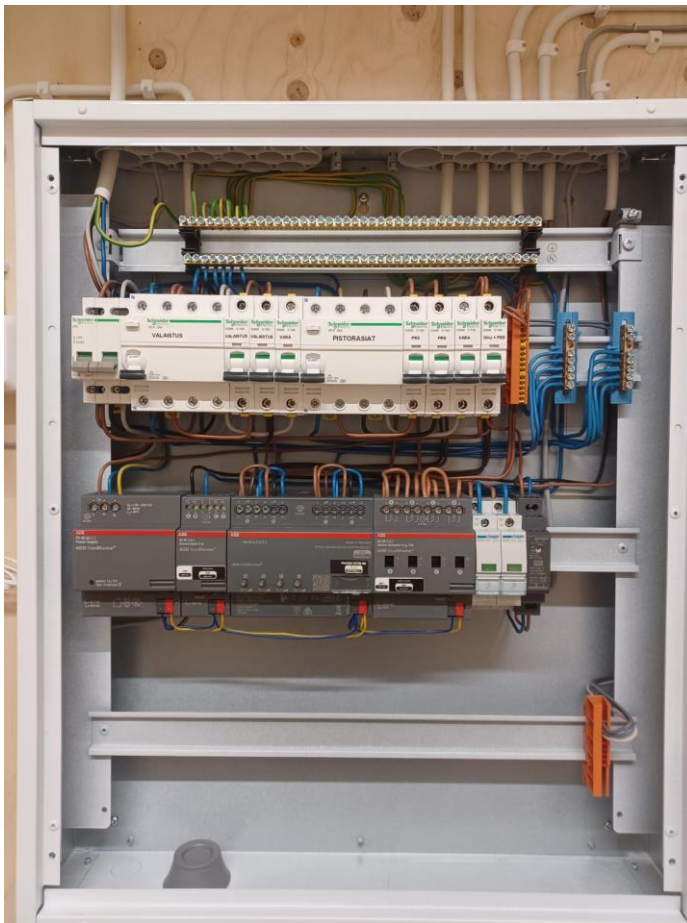
- 1 2 DIP switch for selecting the measuring range
- 2 Cable gland entry Pg 11 (without cable strain relief)
- 3 Push-button for zero-point adjustment
- 4 Connection nipples (see "Mounting notes")
- 5 Connection terminals
- 6 Safety screw for hinged cover
- 7 LED to display zero-point adjustment

Kuva 19. KytKentäohje (Siemens, 2023).

Palohälytys harjoituksessa painonapin sovitaan olevan palohälyttimen signaali. Palohälytys signaalin ollessa aktiivinen järjestelmän pitää pysyä pois päältä ja pellin tulee olla kiinni.

6 ABB FREE@HOME HARJOITUS

Harjoituksessa käytetään jo aiemmin kappaleessa 4.2 esiteltyjä komponentteja. Työhön annetaan kirjallinen ohje sekä keskuskaaviot (liite 5). Opiskelijalla on käytössään komponentit sisältävä keskus (kuva 20). Asennustarvikkeet opiskelija kerää työsalista säilytyspaikoilta. Työ tehdään asennuskulmaan pinta- ja kouruasennuksena (kuva 21).



Kuva 20. ABB Free@Home harjoituksen keskus johon on jo tehty johdotuksia.



Kuva 21. Valmistyö asennuskulmassa.

Harjoitus sisältää kaksi tarkistus kohtaa. Ensimmäisenä työhön tehdään ennen järjestelmän käyttöönottoa käyttöönottotarkastus. Samalla täytetään käyttöönottotarkastuspöytäkirja ryhmäjohtotason sähköasennuksille (ST 51.21.06, 2023) jotta opiskelijat pääsevät harjoittelemaan myös sitä, pöytäkirjanliitteenä ovat täyttöohjeet. Mittaukset tehdään Amprobe Telaris ProInstall-käyttöönottomittarilla. Käyttöönottotarkastuksen kuuluu aistinvarainen tarkastus, suoja- maadoituksen jatkuvuusmittaus, eristysresistanssimittaus ja syötön automaattisen poiskytkennän mittaus.

Aistinvaraista tarkastusta tehdään koko asennuksen ajan, eli asennuskohteet ovat tarkastettuja ja kunnossa. Mikäli jotain puutteita havaitaan, on ne merkittävä Huom.-sarakkeeseen. Täyttöohjeessa on kerrottuna tarkemmin mitä asioita missäkin kohtaa tulee erityisesti huomioida.

Suojamaadoituksen jatkuvuus mittauksessa mitataan kaikkien PE-, PEN-, pääpotentiaalintasaus- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien jatkuvuus. Arvojen ollessa vaatimusten mukaiset merkitään rasti kyseiseen ruutuun. Pöytäkirjaan merkitään aina suurin arvo sekä sen esiintymispaikka riittävällä tarkkuudella.

Eristysresistanssi mitataan kaikkien jännitteisten johtimien (L1, L2, L3 JA N) ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. Mittausten tulee täyttää standardin mukaiset vaatimukset. Mahdollisista erikoistoimenpiteistä tulee olla merkintä.

Syötön automaattiseen poiskytkennän mittaukseen kuuluu pienimmän oikosulkuvirran mittaus vaiheen ja suojajohtimen välisessä viassa. Mittaus tehdään keskuksen epäedullisimmiksi arvioidusta pisteestä. Epäedullisimmalla pisteellä tarkoitetaan yleensä kauimpana keskukselta olevaa pistettä. Jos suojauksena käytetään vikavirtasuojaa, kuten tässä tapauksessa, tehdään sen mittauksina toimintavirran mittaus sekä toiminta-ajan mittaus. Vikavirtasuojaa tulee testata myös sen tstampainikkeesta.

Kun käyttöönottatarkastus on tehty opiskelija saa aloittaa järjestelmän käyttöönoton ohjeiden mukaisesti tietokoneella ja WLAN-yhteydellä. Ohjeena käytetään liitäntäportin käyttöohjetta (ABB, (n.d.), Manual System Access Point 2.0). Opiskelija tekee ohjelmoinnin, jossa jokaista lamppua ohjataan painikkeen kanssa. Myös pistorasiat ovat päälle/pois ohjattuja ja niille on merkkivalot keskuksessa.

Termostaatti ei tässä harjoituksessa vielä ole ohjauksessa käytössä vaan se vain asennetaan ja etsitään ohjelmoinnissa. Kotona/pois-tila on toteutetaan vaihtokytkimen kanssa. Opiskelijan on tarkastustilanteessa tehtävä niin sanottu käyttöopastus järjestelmästä, eli kertoa mistä mikäkin toiminto tapahtuu.

7 DIGITAALISET OPPIMISYMPÄRISTÖT

Salon seudun ammattiopistolla on käytössä Moodle pohjainen oppimisympäristö DigiCampus. Digitaalinen materiaali on suunniteltu niin että se tukisi käytännön asennusharjoituksia ja tehtävät ovat osana teoriaopetusta. DigiCampuksessa on myös toteutettu eri osioiden kokeet.

Digitaalisen oppimisympäristön kanssa jatketaan kehitystyötä, kun uusi alusta on selvillä. Verkko-oppimisalusta on vaihtumassa vuonna 2024 joten hirveän suurta työtä tämänhetkisen kanssa ei alettu enää tekemään. Uudessa ympäristössä tulee olemaan jo suunniteltuja visuaalisia tehtäviä.

7.1 Rakennusautomaatioasennukset toimilaitteet ja säätö

DigiCampuksen kurssiin on jaoteltu teoria sisällöt (kuva 22). Jokaisessa osiossa on tehtäviä teoriaopetuksen tueksi. Lisäksi DigiCampukseen on tuotu komponenttien ja laitteiden käyttöohjeita sekä ohjelmointiin ohjeita.

SISÄLTÖ

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Johdanto | 4. Ryhmätyöt |
| 1. Ohjelmointi | 5. Säätö, viritys ja hälytykset |
| 2. Kaapelointi ja kytkentä | 6. Koe |
| 3. Laitteet ja komponentit | 7. Väyläratkaisut ja hierarkia |

Kuva 22. DigiCampuksen kurssin osat.

Tehtäviä tehdään teoriatunneilla ja ne ovat luonteeltaan tiedon etsimistä ja tulevien asennusharjoitusten suunnittelua. Laitteet ja komponentit osio sisältää kaikkien harjoitustöiden kirjalliset ohjeet.

Ryhmätöinä tehdään eri laitteiden ominaisuuksien ja käyttökohteiden tutkimista ja jokainen ryhmä esittää työnsä muille. Ryhmätyön laitteet pyritään pitämään samoina joka vuosi, mutta riippuen opetusryhmän koosta niitä voi olla enemmän tai vähemmän.

Kaapelointi osion tehtävät liittyvät kaapelien käyttötarkoitusten ja ominaisuuksien tutkimiseen ja se tehdään yksilötyönä. Tässä tehtävässä on käytössä kaapeliluettelo ja tietoa voi etsiä myös valmistajien ja tukkujen sivuilta.

Väyläratkaisuihin ja hierarkiassa osioon on tuotu teoria-aineistoja, joista tehdään osion tentti. Kysymykset ovat lähes kaikki itse itsensä tarkastavia yksinkertaisia oikein/väärin, yhdistä vaihtoehdot, moni valinta tai aukkotehtäviä. Tässä osiossa tutustutaan eri protokolliin ja tehtävänä on etsiä myös tietoa niistä sekä niiden ominaisuuksista.

7.2 ABB Free@Home

ABB Free@Home materiaali kuuluu laajemman kurssin Pienkiinteistöjen automaatiojärjestelmät sisälle. Kurssilla käsitellään laajemminkin kotiautomaatiota.

Free@Home järjestelmää käsittelevässä osiossa on materiaalit teoriatunnilla läpikäydyistä kytkennöistä, järjestelmän ohjekirjat sekä harjoituksissa käytettävien komponenttien tarkemmat ohjeet. Digitaalisesta materiaalista löytyvät myös harjoitustöiden kuvat ja ohjeet.

Oppisen tueksi on myös tehtäviä, joissa tietoa tulee etsiä ohjekirjoista. Kysymykset liittyvät sekä asennukseen ja käyttöönottoon ja ovat luonteeltaan hyvin yksinkertaisia itsestään tarkastavia tehtäviä.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Oppimisympäristön toteutus onnistui hyvin, harjoitusten tekeminen yhdessä opiskelijoiden kanssa osoittautui hyväksi ratkaisuksi ja näin harjoituksista saatiin kerralla selkeitä ja oppimista edistäviä. Paranneltavaa jäi edelleen, mutta tehtävät kuten alakin kehittyvät vuosi vuodelta.

Teoriaopetuksessa voisi jatkossa keskittyä vielä enemmän komponenttien ohjeisiin tutustumiseen ja tiedon hakuun niistä. Komponentti tunnistus on myös todella tärkeä osa tekemistä.

Erilaisten kaapelien käsittely harjoituksissa on hyödyksi, se parantaa opiskelijoiden kaapelintunnistus taitoja ja erilaisten kaapelien ominaisuudet tulevat tuuksi käytännön tekemisessä.

Ihan jokaista harjoitusta ei pystytty vielä tekemään käytännössä. Esimerkiksi huonelämpötila-anturin käyttö jäi toistaiseksi pois, tähän tarvittavat logiikan lisäkortit toimitetaan joulukuussa 2023 jonka jälkeen opiskelijat saavat tehdä tämän harjoituksen.

ABB Free@Home-järjestelmästä on mahdollisuus tehdä todella laaja ja tulevaisuudessa myös oppimisympäristössä laajennetaan tätä järjestelmää. Laajennus vaatii ensin asennusharjoituksille enemmän tilaa.

Ihanne harjoitus olisi harjoitustalo, johon tehtäisiin muutama eri huone ja erilaisia toimintoja. Myös järjestelmän laajentaminen Welcome-ovipuhelinjärjestelmään on tulevaisuudessa mahdollista.

LÄHTEET

ABB. (2023). Free@Home tuotesivut. https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/kiinteistoautomaatio-kotiautomaatio/ratkaisut/freeat-home?gclid=Cj0KCQiAt66eBhCnARIsAKf3ZNFcU-5lrv8mZhEEfKncgYA8KF-YiCQdeTPScVSz9O7QzmJtw_4eUIaAnb0EALw_wcB

ABB. (n.d.). Manual System Access Point 2.0 haettu 20.11.2023 osoitteesta https://manuals.busch-jaeger.de/2CKA006200A0155/EN/SETT/#https://manuals.busch-jaeger.de/2CKA006200A0155/EN/SETT/page_1.html

ABB. (2023). Tuotesivu: AF09-30-10-11. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://new.abb.com/products/fi/1SBL137001R1110/af09-30-10-11?FI>

ABB. (2023). Tuotesivu: MS132-1.6. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://new.abb.com/products/fi/1SAM350000R1006/ms132-1-6?FI>

ABB. (2023). Tuotesivu: 3GBA072320-ASC. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://new.abb.com/products/3GBA072320-ASC/3gba072320-asc?FI>

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2012. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161397>

Opetushallitus. (n.d.). Ohjeet ja materiaalit: Näytöt ja osaamisen arviointi. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/opas/4343283/tekstikappale/4395828>

Opetushallitus. (2021). Rakennusautomaatioasennukset 45osp. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7854766/tutkinnonosat/7858750>

Produal. (2016). Käyttöohje JVA 24 /JVS 24. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://produal-pim.rockon.io/rockon/api/v1/int/extmedia/open-File/01TGWJBKG7DZYS47X6BJDI7WD6LL5VPX5H>

SFS-Käsikirja 670-5 Sähköinen talotekniikka. Osa 5: Yleiset vaatimukset koti- ja rakennusautomaatiojärjestelmille. Suomen standardisoimisliitto SFS Ry.

Shneider. (2023). Building management. <https://www.se.com/ww/en/work/products/building-management/>

Shneider. (2023). Modicon cartridge M221-2 temp tulo. <https://www.se.com/fi/fi/product/TMC2TI2/modicon-cartridge-m2212-temp-tulo/>

Shneider. (2014). SoMachine käyttöopas. https://www.ideascapacitation.com/wp-content/uploads/2019/05/SoMachine-Basic_v1.1_Training_Manual.pdf

Shneider. (2023). Modicon M221 logiikkamoduuli.

<https://www.se.com/fi/fi/product/TM221CE40T/modicon-m221-logiikkamoduuli-plc-m22140io-transistoril%C3%A4ht%C3%B6/>

Siemens. (2023). Datasheet, Differential pressure sensor haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10403510>

Siemens. (2016). GPC321.1A <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=S55499-D239>

SMC. (n.d.) Operation manual. Haettu 20.11.2023 osoitteesta https://smccatalog.partbuilder.smc-pneumatics.com/dl_catalogs/assets/man.ual/en-jp/files/VXZS-OMQ0002.pdf

ST 51.21.06. (2023). Käyttöönottotarkastuspöytäkirja ryhmäjohtotason sähköasennuksille. Sähkötieto. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

UTU. (2022). Nokkakytkin käynnistys P110 0-1-start 1N 4-piste. <https://www.utugroup.com/fi/tuotteet/nokkakytkin-kaynnistys-p110-0-1-start-1n-4-piste#downloads>

Vacon. (2015). Vacon@20 taajuusmuuttajat pikaopas. Haettu 20.11.2023 osoitteesta <https://files.danfoss.com/download/Drives/Vacon-20-Quick-Guide-DPD00844G1-FI.pdf>

Värjä, P., Mikkola, J-M. (2012). Uusi kiinteistöautomaatio: automaatio- ja säätötekniikka. Cadnet Oy.

Weidmüller. (2020) Datasheet, MCZ PT100/3 CLP -50C...+150C haettu 20.11.2023 osoitteesta https://media.distrelec.com/Web/Downloads/t/ds/847300000_eng_tds.pdf

LIITE 1: RAKENNUSAUTOMAATIOASENNUKSET TUTKINNON PERUSTEET

Ammattitaitovaatimukset

- Opiskelija valmistautuu rakennusautomaatioasennuksiin
- noudattaa rakennusautomaatioasennuksissa tarvittavia dokumentteja, ohjeita ja suunnitelmia
- tulkitsee rakennusautomaatiojärjestelmän laitteiden, komponenttien ja prosessien toimintaa dokumenttien, ohjeiden ja suunnitelmien perusteella
- varmistaa automaatioasennuksissa tarvittavat työvälineet, suojaimet ja materiaalit sekä varmistaa niiden kunnon
- arvioi rakennusautomaatioasennuksiin ja asennusympäristöön liittyviä riskejä
- suunnittelee oman työnsä niin, että oma ja muiden turvallisuus sekä ympäristön vahingoittumattomuus varmistetaan
- tuntee säätöpiirin muodostumisen, säätötavat ja säätömuodot

Opiskelija tekee rakennusautomaatioasennukset

- käyttää turvallisesti ohjeiden mukaisia suojaimia, työvälineitä, materiaaleja ja työmenetelmiä
- tekee rakennusautomaatioasennukset voimassa olevien säädösten, standardien, valmistajan ohjeiden ja asiakasympäristön vaatimusten mukaan
- asentaa ja käyttöönottaa anturit, tunnistusjärjestelmät ja toimilaitteet sekä virittää ne ohjeiden mukaisesti
- asentaa kenttä- ja rakennusautomaatiolaitteet ja ottaa ne käyttöön
- asentaa yleis- ja antennikaapelit
- asentaa palo- ja tilaturvallisuusjärjestelmien kaapelit
- tekee kenttäväyläasennukset
- konfiguroi kiinteistön eri toimintoja
- parametroi ja dokumentoi rakennusautomaatiojärjestelmän

- havainnoi, tulkitsee ja analysoi rakennuksen laitteiden tilaa, arvioi muutosten tarvetta sekä tekee tarvittavat muutokset säätöihin ja ohjauksiin
- etsii ja korjaa järjestelmän vikoja
- tekee työssään tarpeellisia sähköisiä mittauksia, tulkitsee saamiaan mittaustuloksia ja tekee tarvittavia toimenpiteitä mittaustulosten perusteella
- tekee yhteistyötä muiden työalueella toimivien henkilöiden kanssa
- Opiskelija viimeistelee ja dokumentoi rakennusautomaatioasennukset
- tekee laite-, johdin- ja kaapelimerkinnot
- varmistaa, että rakennusautomaatiojärjestelmä toimii turvallisesti ja se on asennettu työlle asetettujen tavoitteiden mukaisesti
- tekee tarvittavat muutokset dokumentteihin
- huolehtii asennusympäristön viimeistelystä ja siisteydestä sekä asennustöissä syntyneiden jätteiden lajittelusta
- opastaa asiakasta rakennusautomaatiojärjestelmän käytössä

LIITE 2 IV-KONEPISTEEN KOMPONENTTIEN KILPAILUTUS

Tuote	Määrä
PLC logiikka moduuli	1
<ul style="list-style-type: none"> Ethernet, USB, langaton, sisältää ohjelmointi ohjelman, DI24, AI 2, Releulostulo 16 	
KytKentäkaappi, teräs, 600x600x350, seinäasennus	1
Päätypuristimet	50
Päätylevyt tarjouksen riviliittimille	50
Riviliitin, jousi 2,5, harmaa	150
Riviliitin, jousi 2,5, sininen	50
Riviliitin, jousi 2,5, kevi	50
kontaktori 9A 24VDC	3
Moottorinsuojakatkaisija tarjouksen moottorille	3
Ennakoiva jäätymisvaara PT1000	1
Energiamittari, 3 vaihe, din kiskoon	1
Pt 1000 huone-anturi	1
Puhallin, taajuusmuuttaja käyttöön	1
Peltimoottori Jousipal.toimil. 230V 90 4Nm	1
Paine-erolähetin	1
Pt 100 kanava-anturi	1
Taajuusmuuttaja	1
<ul style="list-style-type: none"> Logiikan kanssa yhteensopiva, DI 3, AI 2 AO 1., 3-vaiheinen, LVI-sovelluksiin soveltuja 	
Muovikotelo taajuusmuuttajalle, saranallinen ovi.	1
EMC-turvakytkin muovikotelossa 3napainen 16A	1
3-vaihe moottori 0,37-0,75kW	2
Turvakytkin 3napainen 16A	3
Pt 1000 jäätymisvaara-anturi	1
Magneettiventtiili 24VDC	1
Lankahylly 53*45	1
Seinäkannakkeet yllä mainitulle lankahyllylle	2

Tikashylly 300 mm leveä	2
Seinäkannakkeet yllä mainitulle pystyhyllylle/tikashyllylle	4

LIITE 3 IV-KONE HARJOITUKSEN KOMPONENTIT JA LAITTEET

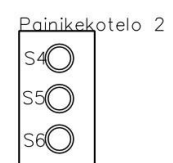
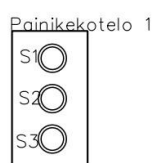
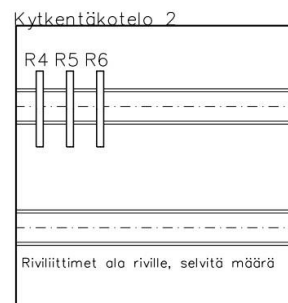
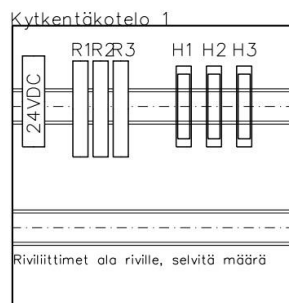
Tuote ja tyyppi	Sähkö-/tuotenumero
Logiikka Schneider, TM221CE40T	2820050
AI-lisämoduuli, CARTRIDGE M221- 2 TEMP IN	2820189
KytKentäkaappi, RITTAL 1360000	3465177
Päätypuristimet, 105000 WAP 2.5-10	1970045
Päätylevyt, WAGO 2002-1291	1923276
Riviliitin, 2,5, harmaa, 2-nap WAGO 2002-1201	1923270
Riviliitin, 2,5, sininen, 2-nap WAGO 2002-1204	1923272
Riviliitin, 2,5, KeVi, 2-nap WAGO 2002-1207	1923274
Kontaktori, ABB, AF09-30-10-11	3705800
Moottorinsuojakatkaisija, ABB, MS132-1,6	3705990
Ennakoiva jäätymisvara JVS 24/1110120	AAD4006
3-vaiheinen energiamittari, ABB, C13110-301	6701067
Huonelämpötila-anturi,Siemens, BPZ:QAA2012	AAD0339
400V Puhallin AFC/2-351-055T	-
Peltimoottori GPC321.1A	-
Paine-eroanturi, Siemens, QBM2030-30	AAD0438
Kanava-anturi, TEKHA PT 100/1173290	AAD4241
Taajuusmuuttaja VACON0020-3L-0001-4	3888223
Asennuskotelo, CAB PC 304018 G3B	3420398
EMC-turvakytkin, Katko, KUM 316 M2EMC	3600457
Jalkamoottori, ABB, M2BAX71MB	8625491
Turvakytkin, ABB, BWS316 FTPN	3601585
Jäätymisvaara-anturi, TEV PT1000/1174020	AAD4249
Magneettiventtiili, SMC, VXZ232AGA	AAB8955
Lankahylly, 53/45 HDG	1439213
Seinäkannake, WMT WB1 FE PG	1448740
Tikashylly, KS20-300 K L=3000 PG	1431803
Seinäkannatin, VK-150 2KN	1449590

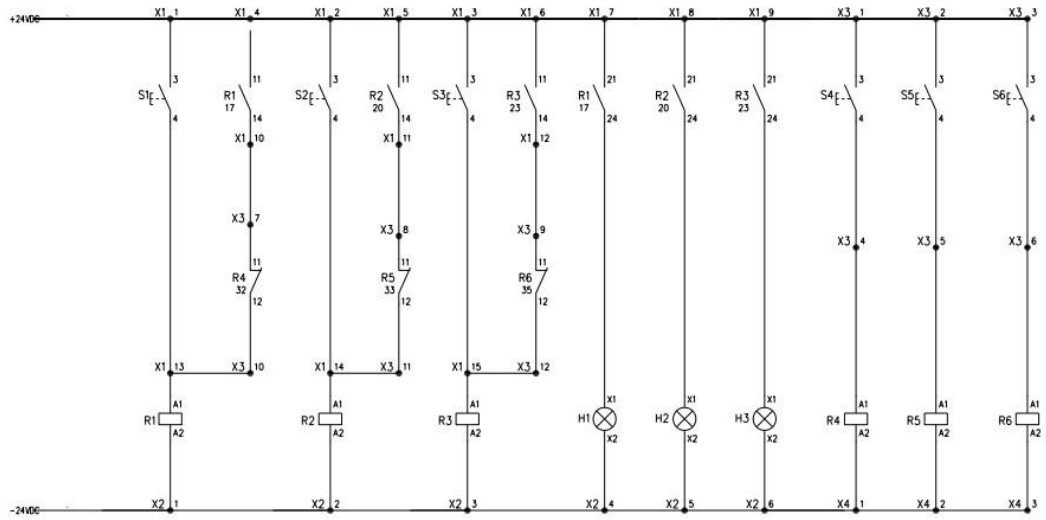
LIITE 4 JAMAK-KAAPELI JA RELEKYTKENNÄT HARJOITUKSEN OHJEISTUS

Tarvitset harjoituksessa seuraavat komponentit ja tarvikkeet:

- Teholähde PRO INSTA 16W 24V 0,7A
- Väli rele RIF-0-RPT-24DC/21 3kpl
- Rele 2-CO/2x8A, DC 24V – WAGO 788-312 Releyksikkö 3kpl
- Merkkivalo SVN135 3kpl
- Painikekotelo 3 aukkoa 2kpl
- Painike, jousipalautteinen, 1sulkeutuva kosketin 6kpl
- Kyt Kentäkotelo 2kpl
- DIN-kiskoa
- JAMAK 4x(2+1)x0,5
- ML 0,5 koteloiden sisäisiin kytkentöihin
- Kutiste- ja suojasukkaa
- Pääteholkkeja

1. Tee piirikaavion avulla itsellesi kytkentälista ja selvitä samalla kuinka paljon tarvitset riviliittimiä. Muista myös häiriösuojaus.
2. Kokoa kytkentäkotelot sekä painikekotelot layout-kuvan mukaisesti. Kiinnitä kotelot asennuslevylle. (230V syöttö liitoskaapelin kanssa)
3. Tee kytkennät piirikaavion ja tekemäsi kytkentäluettelon mukaisesti.





LIITE 5 ABB FREE@HOME HARJOITUKSEN OHJEISTUS

Free@Home komponentit:

Virtalähde 640mA230VAC/30VDC	1kpl
Lähtöyksikkö 4DO 16A 230V DIN	1kpl
Tuloyksikkö, BI-M-4.0.1	1kpl
2-os painike keskiö, SR-2-214	8kpl
2-os painikerunko, SU-F-2.0.1	4kpl
Huonetermostaatti keskiö, RTC-F-1	1kpl
Termostaatin keskiö, CP-RTC-214	1kpl
Valonsäädin 4x210W	1kpl

Muut tarvikkeet:

Kourua	n. 1m
Koururasia	6kpl
Vaihtokytkin	1kpl
1-osainen maadoitettu pistorasia (pinta)	1kpl
2-osainen maadoitettu pistorasia (pinta)	2kpl

1. Mene sonepar.fi sivustolle ja etsi sieltä kyseiset tarvikkeet sekä komponentit. Täytä tuotelistaan komponentin sähkönumero ja hinta.
2. Täytä laitteiden osoiteluettelo.
3. Tee asennukset piirustusten mukaisesti. Käytä apuna myös valmiin harjoitustyön kuvaa. Muista tutustua myös komponenttien ohjeisiin.
4. Asennuksille tehdään käyttöönottomittaukset.

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	Kw	JOHDOTUS	
		Pääkytkin				
	1.1	Dimmaktor 1&4	C10			
	1.2	Dimmaktor 7&10	C10			
	1.3	Varalla	C10			
	2.1	Switch Actuator A&B	C16			
	2.2	Switch Actuator C&D	C16			
	2.3	Varalla	C16			
	3	Power Supply ja pistorasia	C10			MMJ 3x1,5S

RYHMÄ	KAAVIO	NIMITYS	SULAKE A / A	KAAPELITYYPPI mm ²	I _n / A	P _n / kW	R
		VIRTALÄHDE	4 MOD				
		F&H-VÄYLÄKAAPPELI (KESKUSYKSIKKÖ)		KLMA 2x0,8+0,8			
		4 KAN. HILM. YKSIKKÖ 10-315VA / 2-BOVA(LED)	8 MOD				
	1.1	Volo 1		MMJ 5x1,5S (JOHDIN: RU)			
		Volo 2		-- (JOHDIN: MU)			
	1.2	Volo 3		MMJ 5x1,5S (JOHDIN: RU)			
		Volo 4		-- (JOHDIN: MU)			
	2.1	Pistorasia 1		MMJ 3x2,5S			
		Merkkilamppu 1					
	2.2	Pistorasia 2		MMJ 3x2,5S			
		Merkkilamppu 2					
		ABB FREE@HOME KENTTÄLAITTEET			KLMA 2x0,8+0,8		

Tietty ohjelmointi ohjelmointipöydällä

PM 15.8.2023 PM SeMosk PM SeMosk PM RV	KÄYTTÖOHJEEN NIMI JA OSAT ABB F@H harjoitustyö	PIIRUSTUKSEN OSALTO Ryhmäkeskus RK	KESKUSTO S3100 • dwg LEHTI 2 2 ITO NO PIR.NO 1
---	---	---------------------------------------	---