

Miikka Koskela

SÄHKÖKIUKAAN TESTAUKSEN AUTOMATISOINTI

Automaation kartoitus ja mittalaitteiden suunnittelu

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2018**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Toukokuu 2018	Tekijä/tekijät Miikka Koskela
Koulutusohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
Työn nimi Sähkökiukaan testauksen automatisointi		
Työn ohjaaja Ritva Saviluoto, Hannu Puomio		Sivumäärä 33 + 3
Työelämäohjaaja Mika Kangas		
<p>Opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella sähkökiukaan kiukaan testauksen automatisointi Ylivieskalaiselle Premec Oy:lle. Kiukaille tehdään kolme eri testiä, jotka ovat maadoitusyhteyden jatkuvuus, sähkölujuus ja toiminnallinen testi. Kiukaiden on läpäistävä kaikki testit hyväksytysti. Testit suoritetaan Metrel MultiTester-laitteella, jonka kytkennät on tehtävä uusiksi testien välissä. Suunnitelman pohjalta voidaan rakentaa laitteisto, joka tekee kiukaalle vaadittavat testit automaattisesti, ilman uudelleenkytkentöjä, mikä yksinkertaistaa yksinkertaistaen testausta.</p> <p>Kiuas kytketään testeriin käsin, minkä jälkeen testaus aloitetaan kosketusnäytölliseltä tietokoneelta. Sen kautta testaaja syöttää kiukaan tiedot Labview-ohjelmaan, joka kertoo logiikkaohjaimelle kiukaan parametrit. Käyttäjä saa tiedon testien kulusta ohjelman kautta. Logiikkaohjain kytkee päälle releitä, jotka muuttavat kiukaalle menevää kytkentää niin, että tietty testi voidaan suorittaa.</p> <p>Projekti oli haastava, koska siinä oli monta eri osa-aluetta, joiden tuli toimia yhtenä kokonaisuutena. Suunnittelun aikana oli haettava paljon tietoa eri osista ja laitteista. Labview-ohjelmalle tehtiin käyttöliittymämallit ja esimerkit sen toiminnasta.</p>		

Asiasanat Kiuas, Testaus, Kontaktori, Rele, Metrel Multitester, Logiikkaohjain, Labview, Suunnittelu
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date May 2018	Author Miikka Koskela
Degree programme Electric- and Automation Engineering		
Name of thesis Automation planning for testing electrical sauna stoves		
Instructor Ritva Saviluoto, Hannu Puomio	Pages 33 + 3	
Supervisor Mika Kangas		
<p>The purpose of this thesis was to plan an automation solution for testing electric sauna stoves. The work was done for Premec Oy, which is located in Ylivieska. Three different tests were required for the stoves, which are called: ground continuity, (electrical resistance?) and functional testing. The tests were performed with a Metrel MultiTester unit. Every test required new connections to be made to the stove. With the plans it is possible to build a tester that performs the testing automatically without the re-connecting between tests. This simplifies the testing and makes it less prone for errors.</p> <p>The electric stove is connected to the tester by hand, after which the testing is started from a computer with a touch screen. The computer is then used to input all the information related to the sauna stove. A Labview based program receives the inputs and instructs the programmable logic controller, which activates relays that change the connections. After the relays have changed the connection, a test can begin.</p> <p>The project was challenging as it included many different parts that had to work together without an issue.</p>		
Key words Sauna Stove, Test, Contactor, relay, Metrel Multitester, PLC, Labview, Design		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AC luokka - kontaktorin induktiovirtojen katkaisukyky

Induktiivinen kuorma - virtaa vastustava kuorma, joka vaikuttaa jännitteen

Kontaktori – kuin rele, mutta huomattavasti kookkaampi

Logiikkaohjain - PLC eli tietokonepiiri, jossa on ulos- ja sisääntuloportteja

Maadoitusyhteys - metallikuoren ja suojamaakaapelin välinen yhteys

Metrel CE Multitester - yleismittalaite

Mittavirtamuunnin - johtimen virtaa mittaava muunnin, antaa virran ulos virta- tai jännitetietona

NC, normally closed - avautuva kontaktorin kosketin

NO, normally open - sulkeutuva kontaktorin kosketin

Rele - magneetilla (yleensä) toimiva, avautuva tai sulkeutuva kytkin

Resistiivinen kuorma - virtaa vastustava kuorma, jossa ei esiinny induktiota

Sähkölujuus - sähkölaitteen eristeiden kestävyys

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 SÄHKÖKIUKAAN SÄHKÖISET KÄYTTÖNOTTOTESTIT	2
2.1 Premec OY	2
2.2 Vaadittavat mittaukset	3
2.2.1 Maadoitusyhteyden jatkuvuus	3
2.2.2 Sähkölujuustesti	4
2.2.3 Toiminnallinen testi	4
2.3 Metrel CE-MultiTester	5
2.3.1 Testerin käyttö.....	5
2.3.2 Sähkölujuustesti	6
2.3.3 Maadoitusyhteys.....	6
2.3.4 Vastuksien tehon mittaus	7
2.3.5 Mittalaitteen ohjelmointi	7
2.3.6 Mittaustiedoston tallennus ja tulostus.....	8
2.3.7 Etäohjaus	9
2.4 KIUKAIDEN TESTAUS KÄSIN	10
2.4.1 Kiuasmallit.....	11
2.4.2 Testin hyväksyminen ja kirjaus.....	12
3 MITTAUKSEN AUTOMAATION SUUNNITTELU	13
3.1 Releet ja kontaktorit	13
3.1.1 Kontaktoriluokitukset.....	14
3.1.2 Kontaktorivalinnat.....	14
3.2 Kontaktorien ohjaus ja ajoitus	15
3.3 Logikkaohjain Siemens S7-1200	17
3.4 Laajennusmoduulit	18
3.5 Logiikkaohjaimen toiminta	19
3.6 Virtamittaus.....	19
3.7 Testipää	22
3.8 Labview -testausohjelmisto	23
3.9 Labview-ohjelman käyttöliittymä.....	24
3.10 Käsiohjaus.....	26
3.11 Testien kytkennät	27
3.12 Kotelointi.....	29
3.13 Kustannusarvio.....	29
4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHINTA	30
LÄHTEET	32
LIITTEET	

KUVAT

KUVA 1. Esimerkki tallennetuista mittausksista (Metrel, 73)	8
KUVA 2. Kontaktori kolmella sulkeutuvalla ja yhdellä avautuvalla koskettimella (Eaton).....	15
KUVA 3. Siemens Simatic S7-1200 (Siemens 2018)	17
KUVA 4. Laajennusmoduuli (Siemens 2018)	19
KUVA 5. Yksivaiheinen mittamuunnin (Hobut)	20
KUVA 6. Mahdollinen testipääidea	22
KUVA 7. Esimerkki visuaalisesta ohjelmoinnista	23
KUVA 8. Käyttöliittymämalli	24
KUVA 9. Ohjelma käytön aikana	25
KUVA 10. Tarkistuslista	25
KUVA 11. Sarjanumero, päivämäärä ja tarkistaja.	26

KUVIOT

KUVIO 1. Testattavan laitteen kytkentä (Metrel, 18)	6
KUVIO 2. Maadoitusyhteyden kytkentä (Metrel, 26)	7
KUVIO 3. Etäohjaus DIN-iittimen kautta (Metrel, 59)	9
KUVIO 5. Kauko-ohjauksen kytkentä (Metrel, 62)	9
KUVIO 5. Kauko-ohjauksen toimintaperiaate (Metrel, 63)	10
KUVIO 6. Järjestelmän lohkokaavio	13
KUVIO 7. S7-1200-eleulostulot (Siemens)	18
KUVIO 8. Esimerkki kolmivaihemittamuuntajasta (Carlo Gavazzi 2006)	21
KUVIO 9. Piiri virran muutokselle jännitteeksi (Siemens 2013)	21
KUVIO 10. Kytchentäkaavio	28

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Maadoitusyhteyden testauksen kulku	22
TAULUKKO 2. Sähkölujuustestin kulku	22
TAULUKKO 3. Sähkölujuustestin vastusosion kulku	22

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli tutkia ja suunnitella mittauslaite, jonka avulla kokoonpanolinjalla valmistettavat kiukaat voitaisiin testata automaattisesti. Mittaukset vaativat useita kytkentöjä, joiden tekeminen on työlästä, mikä voi johtaa virheisiin. Laitteen tarkoituksena oli yksinkertaistaa mittauksia siten, että itse kytkentä tehtäisiin vain kerran ja testaus tapahtuisi automaattisesti. Koska mittausten oikein tekemisellä on suora vaikutus turvallisuuteen, on tärkeää, että mittaukset kyetään tekemään hyvin. Tulosten toistettavuus paranee automaatiolla, kun työvaiheiden määrä vähenee.

2 SÄHKÖKIUKAAN SÄHKÖISET KÄYTTÖÖNOTTOTESTIT

Kiukaille tehdään kappaletestit, joilla taataan kuluttajalle laitteen sähköturvallisuus. Kokoonpanon jälkeen on tarkistettava, että laitteeseen ei jää vikoja valmistusprosessista (SFS-EN S.103). Kiukaan sisällä kulkee 400V:n jännite ja laitteen kuori on metallia, joten viallisen kytkentöjen tai eristeiden aiheuttama sähköisku olisi hengenvaarallinen. Metalliosien potentiaalintasauksen on oltava kunnossa, jotta rungosta ei ole mahdollista saada sähköiskua (Maadoituskirja 34). Maadoitusyhteyden ja laitteen eristeiden on oltava kunnossa, kun laite lähtee tehtaalta kuluttajalle. Nämä testit ovat Suomen Standardisoimisliiton kirjasta SFS-EN 60335-1 sivulta 103 ja 104. Kolmella testillä taataan laitteen käyttöturvallisuus niissä tilanteissa, joissa tavallinen kuluttaja sitä käyttää.

2.1 Premec OY

Premec on ohutlevytuotteiden sopimusvalmistaja, joka toimii Ylivieskassa, Pohjois-Pohjanmaalla. Kaupunki sijaitsee hyvien logististen yhteyksien luona ja alueella on mekaniikkavalmistuksen keskittymä. Itse tehtaalla mm. leikataan, lävistetään, taivutetaan, hitsataan ja pulverimaalataan eri ohutlevytuotteita. Kokoonpanon puolella kootaan myös eri tuotteita, joita yritykset heiltä tilaavat.

Tuotteisiin kuuluvat myös kiukaat, joiden levyosat valmistetaan itse tehtaalla., mikropiirejä lukuun ottamatta. Premec myös testaa ja tekee tuotekehitys- ja tutkimustyötä omissa tiloissaan mitaten ja tarkkaillen kiukaiden toimintaa hallitussa tilassa. Kiukaiden kappaletestaus tapahtuu sähköisen loppukokoonpanon yhteydessä. Toiminnalliset osat käydään läpi, varmistaen tuotteiden turvallinen toiminta. (Premec 2018.)

Yritys valmistaa tuotteita useille eri toimialoille, kuten maataloudelle, terveydenhuollolle, tietoliikenteelle ja kuluttajille. Kiukaat kuuluvat näistä jälkimmäiseen ryhmään, kivipatterien kanssa. Monen eri alan tilaukset antavat yritykselle tasaisen työmäärän kausi- ja suhdannevaihteluista huolimatta. (Premec 2018.)

2.2 Vaadittavat mittaukset

Kiukaille suoritettavia mittauksia on kolme: maadoitusyhteyden jatkuvuus-, sähkölujuus- ja toiminnallinen testi. Kaikkien on mentävä läpi, jotta kiuas voidaan toimittaa eteenpäin tehtaalta. Jos kiuas ei jostain syystä läpäise jotakin testiä, on kaikki testit tehtävä alusta asti uudelleen. Korjauksessa laite avataan ja sitä muutetaan tavalla tai toisella, minkä seurauksena sinne voi jäädä virhekytkentä tai jokin muu vika. Testaamalla tuote alusta loppuun uudelleen näitä virheitä tai ongelmia ei pääse syntymään. (SFS 103.) Mittauksista kaksi tehdään Metrel multitesterillä ja yksi testaamalla vastuksien toiminta käsin.

2.2.1 Maadoitusyhteyden jatkuvuus

Maadoitusyhteyden jatkuvuudella tarkoitetaan sitä, että kiukaan metallikuoren ja maadoitusjohdon kiinnitys on tehty oikein ja mahdolliset vikavirrat kulkevat kuoresta suoraan maadoitusjohtimeen. Jos laitteen käyttöjännite jostain syystä johtuu laitteen runkoon, johdetaan se suoraan maahan, jolloin sulake laukeaa suuren virran seurauksena. Viallinen maadoitusyhteys ja eristevika voivat yhdessä aiheuttaa vaaratilanteen, jossa käyttäjä saa sähköiskun laitteen rungosta. Maadoittamalla runko voidaan estää sähköiskuun johtavat viat. Testaamisella taataan tuotteen ostajalle, että tuote täyttää turvavaatimukset ja sen käytöstä ei aiheudu vaaraa mahdollisessa vikatilanteessa. (STEK Sähköasennuksen suojaus).

Maadoitusyhteys tasaa potentiaalilin maahan, jotta laitteen runkoa koskettamalla ei saa sähköiskua, jos runkoon on varautunut jännitettä. Kylpyhuoneissa on metallisia osia, kuten putkia, jotka ovat maadoituspotentiaalissa. Viallisen kiukaan tapauksessa käyttäjä voi saada täyden jännitteen koko kehon läpi. Kuivissa tiloissa, missä lattia ei johda sähköä, on sähköiskun vaara huomattavasti pienempi (STEK maadoitus).

Maadoitusyhteyden jatkuvuuden testauksessa mitataan jännitehäviön kautta resistanssi, joka ei saa ylittää 0.2 ohmia. Kiukaalle syötetään 12V vaihto- tai tasasähkö ja vähintään 10A virta. Syöttö tapahtuu ulkoisten, kosketeltavissa olevien metalliosien ja maadoitusliittimen välille. (SFS-EN 60335-1 S.103) Kiukaan runko on yhtenäinen metalliosa, joten mittauksia ei tarvitse tehdä monesta eri kohdasta.

Kiukaiden lasketaan kuuluvan suojausluokaan 1, eli niiden runko on potentiaalitasattu. Maadoituksella pyritään välttämään sähköiskut johtamalla viasta syntyvä läpilyönti maadoitusjohtimen kautta maahan.

Vikavirran on oltava tarpeeksi suuri, jotta suojaukset toimivat tarpeeksi nopeasti. Vikatilanteessa sulakesuojaus katkaisee jännitteen ja sähköiskun riskiä ei pääse syntymään. (STEK Sähköasennusten suojaus 2018.)

Suojausluokka 0 on vanha ja käytöstä poistunut luokka. Siinä luotetaan siihen, että laitteen ympäristö on niin eristävä, ettei käyttäjä saa sähköiskua viallisesta laitteesta. Suojausluokan 2 laitteissa ei ole erillistä maadoitusta ja niiden eristys on monikerroksinen. Suojausluokkaan 3 kuuluvat pienjännitteiset laitteet, joilla on korkeintaan 50V vaihtojännite tai 120V tasajännite. (STEK sähkölaitteiden suojausluokat 2018.)

2.2.2 Sähkölujuustesti

Sähkölujuustestin tarkoituksena on varmistaa laitteen eristeiden toimivuus, niin ettei runkoon tai muihin osiin johdu virtaa kiukaan ollessa toiminnassa. Samalla varmistetaan, ettei kiukaan sisäosien läpi tapahdu oikosulkua. Testin aikana kiukaalle syötetään 1000V vaihtojännite, joka vaikuttaa eristeisiin vähintään sekunnin ajan. Vaihtojännite on sinimuotoista ja taajuuden on oltava verkkovirtaa vastaava 50-60Hz. Viallisessa laitteessa jännite saattaa vuotaa runkoon, minkä seurauksena mitattu virta johtimien välillä ylittää raja-arvon ja kiuas hylätään. Raja on 5mA normaalissa testauksessa tai 30mA, jos laitteella on suuria vuotovirtoja. Jännite syötetään kiukaalle ensin rungon ja riviliittimen väliin, sitten vastusten ja riviliittimien väliin. Kolmivaiheisen virransyötön vaiheet kytketään toisiinsa, jolloin jokaista vaihetta ei tarvitse mitata erikseen. (SFS-EN 60335-1 104.)

Koska kiukaissa on suurempi mitoitusjännite kuin 150V, on testijännitteen oltava 1000V. Muussa tapauksessa se olisi 800V. Tämä koskee suojausluokan 1 ja 2 laitteita. Suojausluokan III laitteille testajännite on 400V. Vahvasti eristettyjen osien välille jännite on oltava 2000V tai 2500V riippuen mitoitusjännitteestä. (SFS-EN 60335-1 104.)

2.2.3 Toiminnallinen testi

Toiminnallisessa testissä varmistetaan kiukaan normaali toiminta ja tarkistetaan, että vastukset toimivat oikein. Jos laitteessa olisi moottoreita, olisi niiden oikea pyörimissuunta tarkistettava. Kiukaissa ei ole

liikkuvia osia ja ainoat toiminnalliset osat ovat vastukset ja niiden ohjaukseen liittyvät osat kuten ajastimet ja lämmityksen säätö. Vastusten tapauksessa mitataan, että ne toimivat oikealla teholla eikä niiden läpi kulkeva virta ole liian suuri tai pieni. Samalla varmistetaan, ettei kytkentöjä ole tehty väärin. Niimensä mukaan toiminnallinen testi takaa laitteen oikean toiminnan. (SFS-EN 60335-1 2.)

2.3 Metrel CE-MultiTester

Käytössä oleva testilaitte on Slovakiassa valmistettu, salkkuun mahtuva monitoimitestauslaitte, jolla suoritetaan useita eri sähkötestejä kiukaille. Metrelin sisällä on oma virtalähde ja Multitesterillä voidaan tehdä useita eri testejä monella jännitetasolla. Laitetta voidaan ohjata niin käsin tai etänä ja sen muistiin voidaan ohjelmoida valmiita testiohjelmia. Testeissä johtimet kytketään tutkittavaan laitteeseen, tässä tapauksessa kiukaan eri osiin, ja nappia painamalla Metrel ajaa testin automaattisesti. Laitteessa on mahdollista käyttää lisänä tulevaa poljinta testien aloittamiseen ja muunlaiseen ohjaukseen. (Metrel, 59.)

Automaattitilassa laite kykenee tekemään monta testiä peräkkäin (Metrel, 44). Ohjelmoinnilla voidaan muuttaa automaattiohjelman käyttäytymistä siten, että se esimerkiksi odottaa polkimen painallusta, jolloin polkimen tilalle asennettava rele voi käskyttää ohjelmia eteenpäin. Multitesteristä saadaan ulos myös tilatietoja testien kuluista. Laite antaa vastauksen binäärisenä, eli testi on läpi tai hylätty. Näiden tietojen pohjalta mittaukset voidaan keskeyttää automaattiossa. (Metrel, 78.)

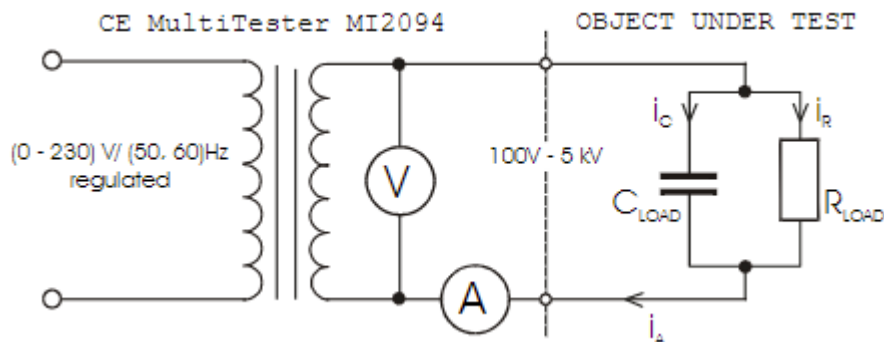
2.3.1 Testerin käyttö

Multitesteri on pöydälle asetettavan salkun sisällä, ja sen paneelissa on valintakytkin, painonappeja, liittimet johtimille ja nestekidenäyttö. Valintakytkimellä laitteesta valitaan suoritettava testiohjelma, jolla ajetaan halutut toiminnot. Johtimet asetetaan Multimeterin liittimiin ja kytketään mitattaviin osiin. Haluttu ohjelma käynnistetään "start" -painikkeella tai vaihtoehtoisesti lattialla olevalla polkimella, minkä jälkeen laite syöttää jännitteen johtimien kautta kiukaalle (LIITE 1).

Korkeajännitetesteille on omat pistoolinsa, jotka suojaavat käyttäjää jänniteiskuilta piilottamalla kärjet muoviosien sisään. Metrel antaa heti tiedon testien läpikäymisestä ja voi kirjoittaa testin arvot muistiin tai tulostaa ne paperille ulkoisen printterin kautta.

2.3.2 Sähkölujuustesti

Sähkölujuustestissä testattava laite kytketään Metrel Multitesteriin liittämällä kiuas johtimin testerin liittimiin. Kytkennässä käytetään laitteen omia johtoja, jotka ovat paksua kuparia, virran kulun edistämiseksi.

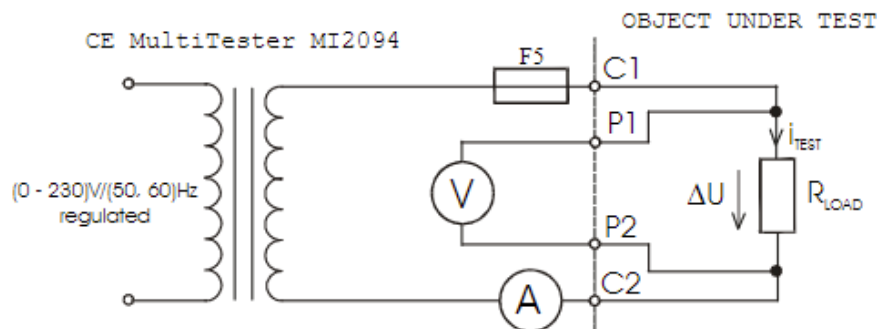


KUVIO 1. Testattavan laitteen kytkentä. (Metrel, 18)

Eristeiden viat tulevat ilmi virran läpilyöntinä. Tämä näkyy mittarissa, jonka raja-arvo on 0.5mA. Jos virtaa ilmenee, Multitester ilmoittaa testin läpäisystä pass/fail -tietona. Mittauksessa näkyvä virta on merkki siitä, että eriste ei ole riittävä tai siinä on mahdollinen vika.

2.3.3 Maadoitusyhteys

Maadoitusyhteyden jatkuvuus testataan syöttämällä 12V 10A vaihtojännite suoraan rungon ja näkyvillä olevien metalliosien kautta maadoitusjohtimeen. Yhteyden resistanssi mitataan ja laite ilmoittaa, jos raja-arvo ylitetään. Testissä paljastunut virhe ilmoitetaan käyttäjälle näytön kautta ja kiuas on testattava uudelleen. Metrelissä on neljä banaaniliitintä, joista kaksi on positiiviselle varaukselle ja kaksi negatiiviselle. Liittimet C1 ja P1 (KUVIO 2) tulevat positiiviselle puolelle ja P2 ja C2 (KUVIO 2) tulevat negatiiviselle. C-liittimet kytkävät virtalähteen testilaitteeseen ja mittaavat virtaa. P-liittimet mittaavat laitteen ylimenevää jännitettä.



KUVIO 2. Maadoitusyhteyden kytkentä. (Metrel, 26)

Positiivinen ja negatiivinen liitin kytketään testauksessa kiukaaseen. Kaksi johdinta yhdistetään maadoitusjohtimeen ja toiset kaksi laitteen runkoon. Testauksen aikana virta kulkee maadoitusjohtimen kautta ja laite mittaa paluuvirtaa. Virran ollessa liian pieni laite ei mene läpi ja testi on uusittava. (Metrel, 29-32.)

2.3.4 Vastuksien tehon mittaus

Kiuastestauksessa käytetään ulkoista laitetta, joka mittaa virran vaihekohtaisesti. Kiukaita on-eritehoisia malleja: 6kW, 8kW ja 10.5kW. Eri kiuasmalleille on omat testauslaitteensa, joilla varmistetaan vastusten toimivuus. Metrel Multitesteriä ei käytetä tässä mittauksessa, vaan tehon määrittäminen tapahtuu ulkoisesti virtamittarilla.

2.3.5 Mittalaitteen ohjelmointi

Testauslaitteessa on sisäänrakennettu tietokone, jossa on myös sisäinen muisti. Kojeeseen voidaan asettaa eri toimintoja tai luoda testausohjelmia. Eri testejä voi ohjelmoida tapahtumaan perätysten ohjelmointavalla listalla. Tapahtumien välille voidaan asettaa ajastimia- ja huomautuksia tai käskä laitetta odottamaan käyttäjän syöttöä. Käyttämällä "wait for user input" toimintoa laitetta voidaan ohjata logiikkaohjaimen kautta polkintoiminnolla. (Metrel, 44-47.)

Ohjelmointi tapahtuu sarjaportin kautta tässä mallissa, mutta uudemmissa on USB-portti tietokoneyh-
teyttä varten. (LIITE 1.) Tietokoneella on oltava Metrelin oma ohjelmisto, jonka avulla ohjelmointi tes-
teriin tapahtuu. Koska yhteys on näin vanha, tarvitaan siihen USB-Sarjaportti –adapteri. Nykyisissä
tietokoneissa ei ole sarjaportteja, mikä tuottaa ongelmia, jos Multitesteriä halutaan ohjelmoida.

2.3.6 Mittaustiedoston tallennus ja tulostus

Metrel MultiTesterillä on myös mahdollista kirjata mittaustietoja laitteen omaan muistiin tai tietoko-
neelle. Tulokset kirjataan valmistajan omaan tiedostotyyppiin, minkä takia niitä ei ole helppo käyttää
hyväksi esimerkiksi Labview-ohjelman kanssa sellaisenaan.

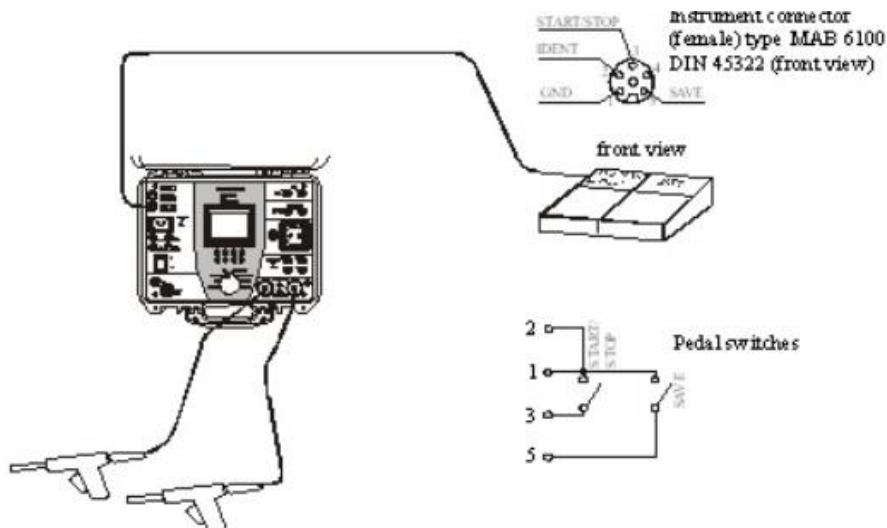
Time	Dev	Mem	Description	Result 1	Result 2	Result 3	Result 4	Result 5
18.05.00. 13:21:45	1	0	Leakage current	I: 0.05mA		t 3s	IL: 1.00mA	
18.05.00. 13:21:54	1	1	Leakage current	I: 0.05mA		t 5s	IL: 1.00mA	
18.05.00. 13:22:00	2	2	Leakage current	I: 0.05mA		t 2s	IL: 1.00mA	
18.05.00. 13:22:09	3	3	Leakage current	I: 0.05mA		t 5s	IL: 1.00mA	
18.05.00. 13:22:21	4	4	Leakage current	I: 0.05mA		t 8s	IL: 1.00mA	
18.05.00. 13:24:54	5	5	Riso 500V	R > 999.90hm	U: 530V	t 0s	RL: 3277.8M0hm	
22.05.00. 11:48:23	2	0	Riso 500V	R: 1.0070hm	U: 144V	t 4s	RL: 32.778M0hm	
22.05.00. 11:48:47	1	1	Riso 500V	R: 1.0070hm	U: 144V	t 3s	RL: 32.778M0hm	
22.05.00. 11:48:57	2	2	Leakage current	I: 0.13mA		t 3s	IL: 1.00mA	
22.05.00. 11:49:04	3	3	Leakage current	I: 0.13mA		t 3s	IL: 1.00mA	
22.05.00. 11:49:16	4	4	Cont. Current/Rmax	R: 0.0340hm	I: 11.3A	U: 0.364V	t 3s	RL: 0.0100hm
22.05.00. 11:49:24	5	5	Cont. Current/Rmax	R: 0.0320hm	I: 11.0A	U: 0.335V	t 4s	RL: 0.0100hm
22.05.00. 11:49:33	6	6	With. high voltage	I: 0.3mA	U: 1.033kV	t 3s	IL: 1.0mA	
22.05.00. 11:49:43	3	0	With. prog. high voltage	I: 0.2mA	U: 1.035kV	t 10s	IL: 2.0mA	
22.05.00. 11:49:56	1	1	With. high voltage	I: 0.3mA	U: 1.031kV	t 3s	IL: 1.0mA	

KUVA 1. Esimerkki tallennetuista mittausksista (CE-Multimeter, 73)

Tiedostoon tallentuvat kaikki mittauksen aikana mitatut arvot ja näiden käyttö olisi hyödyllistä, jos nii-
den formaatti ei olisi este. Laitteella voidaan myös tulostaa tiedot, jos sarjaporttiin kytketään tulostin.
(Metrel s.76) Tämä ei ole kuitenkaan tässä tapauksessa tarpeellista, sillä kuluttajalle riittää ainoastaan
hyväksytyt / hylätyt –menetelmä, eikä tarkkoja mittausrvoja käytetä hyväksi.

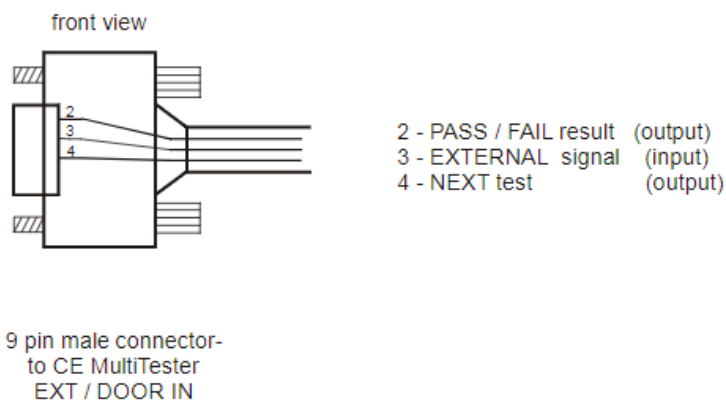
2.3.7 Etäohjaus

Testeriä voidaan ohjata polkimella niin, ettei käyttäjän tarvitse painaa aloituspainiketta jokaisen testin kohdalla itse, vaan hän voi pitää testikoskettimia käsissään ja painaa jalalla aloitusta. Tätä toimintoa hyväksikäyttämällä saadaan luotua etäohjaus, kun poljin korvataan releellä.



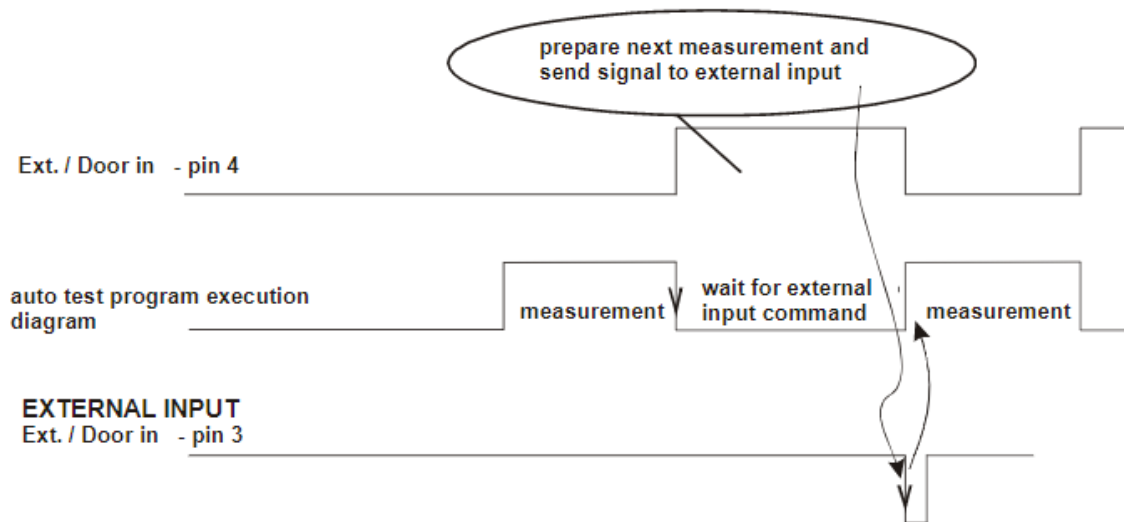
KUVIO 3. Etäohjaus DIN-iittimen kautta. (Metrel, 59)

Polkimen ollessa pohjassa testeri valmistautuu testiin, ja kun poljin vapautetaan se aloittaa testauksen. Pass/fail -tieto siirtyy 0-5V -jännitetietona eteenpäin ohjelman loputtua. Kun testi on ohi, logiikkaohjain saa johtimen 4 kautta tiedon valmiudesta seuraavan testin aloitukseen. Jännite nousee arvoon 5V johtimessa 4, kun MultiTester on valmiina aloittamaan seuraavan testin.



KUVIO 4. Kauko-ohjauksen kytkentä. (Metrel, 62)

Ohjauksen jännitteeksi mitattiin 5.2V mikä tarkoittaa sitä, että sitä on nostettava, jotta se kytetään lukemaan logiikkaohjaimessa. Siemensin sisääntulojännitteet ovat 5V 0-tiedolle ja 15V 1-tiedolle. Multitestin tuottamaa 5V jännitettä on korotettava erillisellä jännitteenmuuntimella yli 15V rajan tai muuten kaikki tilatiedot ovat näkyvät nollana. Pienet jännitteenmuuntimet ovat yksinkertaisia ja helposti saatavilla (Partco).



KUVIO 5. Kauko-ohjauksen toimintaperiaate. (Metrel, 63)

Kauko-ohjaus voidaan toteuttaa pinnin 3 kautta. Polkimen käyttö ohjauksessa on kuitenkin yksinkertaisempaa, koska sen jännitettä ei tarvitse korottaa tai laskea. Rele riittää ohjaamaan Multitesteriä ilman vaadittavaa erillistä muunninta.

Liittimen muut pinnit vastaanottavat ja lähettävät tilatietoja. Mittausten tulokset ja mittarin valmiustila voidaan jakaa logiikkaohjaimen kanssa digitaalisisääntulojen kautta. Pinnin 2 ollessa päällä testi on mennyt läpi, mutta jännitteen ollessa matalalla testi on hylätty. Pinni 4 kytkeytyy päälle, heti kun laite Metrel on valmis tekemään seuraavan testin.

2.4 KIUKAIDEN TESTAUS KÄSIN

Kappaletestit kiukaille suoritetaan käsin Metrel MI2094 Multitester –laitteella, johon on kytketty erilaisia testipäitä. Laitteella voidaan toteuttaa useita eri standardien vaatimia testejä, joilla taataan laitteiden käyttöturvallisuus kuluttajalle. Yksittäisten testien jälkeen työntekijä kirjaa paperille päivämäärän, oman

nimensä, kiuasmallin ja erityiset huomautukset. Sarjanumero on liukuva ja valmiina lomakkeessa. Eri kiuasmalleilla on hieman erilaiset liitännät eli testaajan on vaihdettava liitinpäitä ruuvaamalla ne irti ja takaisin kiinni liittimiin. Jokaiselle kiuasmallille tehdään kappaletesti tällä tavoin.

Testit tehdään useassa osassa käsin tekemällä uudet kytkennät jokaisen testin kohdalla. Tulokset kirjataan tarkistuslistaan todistuksena siitä, että tuote on testattu. Testien arvoja ei oteta ylös, mutta lukuarvojen on oltava testin aikana hyväksytyjä. Usean kytkennän takia toiminta on riskialtista virheille (LIITE 2).

Kytkennoistä aiheutuvaa toistoa pyrittiin pienentämään suunnitellulla automaatiolaitteella. Automaation tavoitteena oli vähentää vaadittavien kytkentöjen määrää, jolloin saataisiin luotettavampia testejä ja lyhennettäisiin testaukseen kuluva aikaa. Erilliset työvaiheet ja johtojen kiinnitykset lisäävät virhetilanteiden määrää.

2.4.1 Kiuasmallit

Kiukaita on useita eri malleja, mutta mittauksen kannalta vain kolme, koska eri piirilevyrakenteet vaikuttavat testaustapaan. Eri tyypit määräytyvät ajastinkoneiston pohjalta. Koneistoja on niin manuaalisia kuin automaattisia ja niiden kytkentätavat eroavat toisistaan. Käsikäyttöisessä kiukaassa on kaksi säätöruuvia, joita kääntämällä vastukset kytketään päälle ja liitäntä verkkovirtaan tapahtuu kytkentäriman kautta. Kahdessa muussa mallissa kiukaita ohjaa automatiikka ja kytkentä verkkoon tapahtuu riviliittimen tai pikaliittimen kautta.

Sähköisesti ohjattuja kiukaita voidaan hallita Siemensin logiikalla siten, ettei testaajan tarvitse asettaa ajastimia itse. Piirilevyllä on liittimet ulkoiselle ohjaukselle, joka toimii 24V jännitteellä. Kelloajastuksessa kiukaassa on muistettava kääntää kello lämmitys-asentoon ennen testien alkua, sillä muuten toiminnallinen osa ei mene läpi. Ohjauksen kytkemisen jälkeen vastuksille voidaan syöttää virtaa. Kiuastehot ovat 6kW, 6,6kW, 8kW, 9kW ja 10,5kW. Nämä asettavat rajoituksia kontaktoreille, jotka kytkvät kiukaan verkkoon. Liian pienet kontaktorit eivät kykene katkaisemaan jännitettä luotettavasti, mikä voi aiheuttaa valokaaren kontaktorin sisälle.

2.4.2 Testin hyväksyminen ja kirjaus

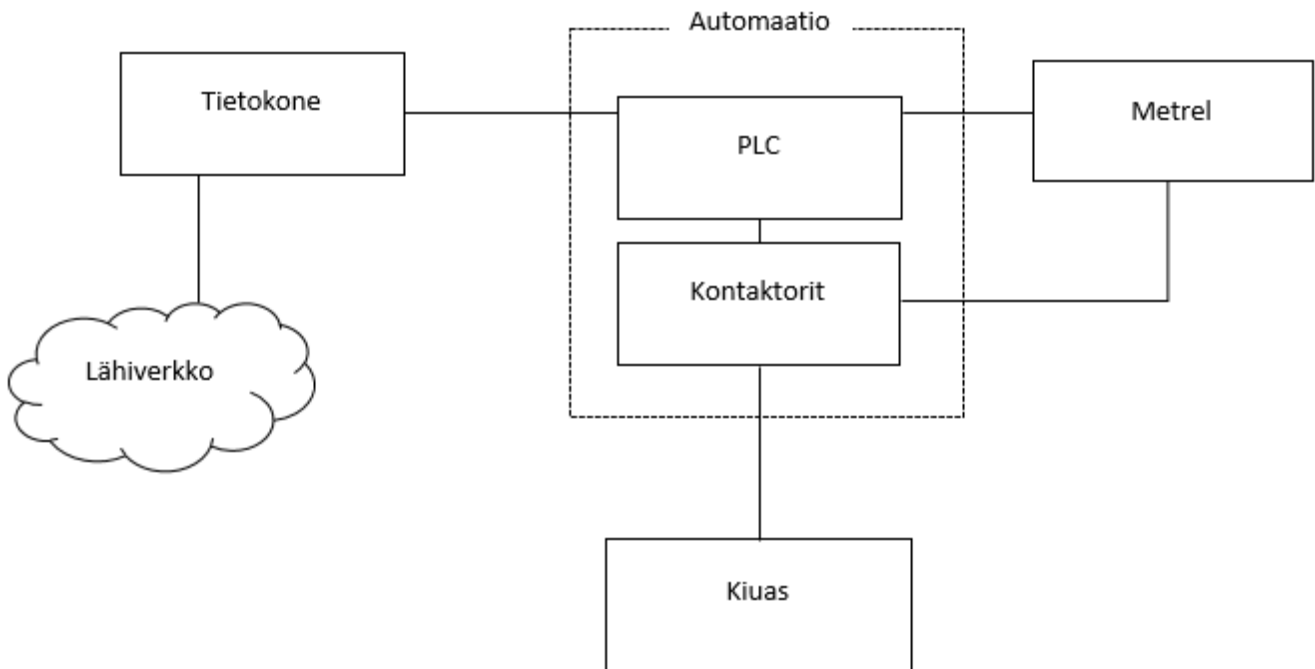
Suomen Standardisoimisliitto SFS:n 60335-1 kappaletestauksen mukaan laitteelle tehdään maadoitusyhteyden jatkuvuuden testaus, sähkölujuustesti sekä toiminnallinen testi. Näillä selvitetään mahdolliset valmistusprosessin aiheuttamat turvallisuusriskit (SFS-EN 60335-1 s.103)

Kiukaan testauksen aikana ilmenevät ongelmat johtavat kiukaan korjaukseen ja uudelleentestaukseen.

Tuotteen läpäistyä kaikki kolme testiä hyväksytysti tulokset kirjataan paperille, joka menee laitteen pakauksen mukaan. Työn tehnyt henkilö kirjaa paperiin myös nimensä ja päivämäärän sekä kiukaan sarjanumeron. Laitteen kylkeen liimataan tarra testauksen jälkeen, jossa on tuotetiedot ja sarjanumero. Mahdollisessa reklamaatiotapauksessa laite voidaan täten jäljittää, ja jos testauksessa on ollut laiminlyöntejä, työn tekijä voidaan selvittää.

3 MITTAUKSEN AUTOMAATION SUUNNITTELU

Laitteen suunnittelu aloitettiin kartoittamalla eri testien vaatimat kytkennät ja Metrel-multitesterin eri etäohjausmahdollisuudet. Etäohjaus ei ole välttämättömyys, mutta se yksinkertaistaa laitteen käyttöä ja nopeuttaa testaamista. Ohjauksen avulla laite toimisi täysin automaattisesti käyttäjästä riippumatta, kunhan kytkennät tehdään ensin.



KUVIO 6. Järjestelmän lohkokaavio

Ohjaus tapahtuu poljinportin kautta, koska se ohittaa käsikytkimen toiminnan, eli testiä ei voida aloittaa vahingossa. Maadoitusyhteys-, sähkölujuus- ja toimivuustestien eri kytkennät eivät saa aiheuttaa oikosulkuutilannetta eri testien aikana, vaikka käyttäjä painaisi väärää painonappia.

3.1 Releet ja kontaktorit

Releet ja kontaktorit ovat ulkoisella ohjauksella toimivia koskettimia, joihin johdetaan ohjausvirta esimerkiksi joko painikkeen tai logiikan kautta. Ohjausvirta voi olla vaihto- tai tasavirtaa ja yleisimmin jännitteet ovat autoissa 12V ja teollisuudessa 24V, 48V, 240V tai jopa 400V. Eri jännitteet vaativat virtalähteen, joten jännite valitaan usein sen perusteella, mikä virtalähde on helpoiten saatavilla. Tässä

laitteessa toimii 240V ohjausjännite, koska siihen ei tarvita erillistä virtalähdettä ja Siemensin S7-1200 releet mahdollistavat sen suoran käytön. (Siemens 2018)

Kiukaantestauksessa käytettävän 1000V takia releiden ilmaraon on oltava tarpeeksi suuri. Useimmat releet ja apureleet eivät kestä 230V nimellisjännitettä suurempaa jännitettä, vaan jännite hyppää kärkien läpi. Osien jännitekestoisuus ilmoitetaan tuotetiedoissa. Tehollisesti kontaktorien läpi ei kulje suuria määriä virtaa, mutta testien aikana käytettävät suuret jännitteet ovat huomioonotettava ongelma. On olemassa myös apureleitä jotka ovat toisten kontaktorien tai valaisimen ohjaukseen tarkoitettuja, pieniä releitä. Ne eivät kestä suuria tehoja eivätkä pysty katkaisemaan suuria virtoja. Ilmavälit ovat pienemmät, minkä seurauksena jännitteen kesto on heikko.

3.1.1 Kontaktoriluokitukset

Kontaktorit luokitellaan jännitteen ja kuorman mukaan eri luokkiin. Tässä työssä käytettiin AC-1- luokkaan kuuluvia kontakteja, sillä ne ovat resistiiviselle kuormalle suunnattuja malleja. AC-2 ja AC-3 on suunnattu moottorikäyttöön, suurille induktiivisille kuormille. Kiukaan vastukset luokitellaan resistiiviseksi kuormiksi eli ne kuuluvat luokkaan AC-1. Muut luokitukset koskevat lähinnä induktiivisia kuormia joita tavataan moottorikäytöissä- ja valaisimien kanssa. (ABB, 16.)

3.1.2 Kontaktorivalinnat

GE- ja Eaton-kontaktorit olivat kokonsa ja hintansa puolesta sopivia. Niiden eristeiden kesto ja jännitteen kesto olivat riittävän korkeita 1000V testille ja ne kykenevät katkaisemaan kiukaan aiheuttaman kuorman. Nämä ovat mitoitettu AC-1 luokan mukaan toimimaan 20kW teholla, mikä on riittävä kiuas- testejä varten.



KUVA 2. Eaton-kontaktori kolmella sulkeutuvalla ja yhdellä avautuvalla koskettimella (Eaton 2018).

Suuritehoisin kiuasmalli on tällä hetkellä 10,5kW, eli virrankulutus on 15,2A. Kontaktori pystyy katkaisemaan 22A resistiivisen kuorman. Eaton DILEM-1 -kontaktoreiden tehonkulutus oli 22W hetkellistä ja 1.3W jatkuvaa (Eaton 2018).

Logiikkaohjain kestää jatkuvalla käytöllä 200W, joten kontaktoreiden sulkeutuminen on otettava huomioon siten, etteivät ne yhtä aikaa sulkeutuessaan ylitä tätä tehorajaa. Koska kuorma on induktiivista eikä valmistaja ilmoita laitteen tiedoissa tälle kuormalle, voidaan kontaktoreiden vetämistä porrastaa. (Siemens 2018.)

3.2 Kontaktorien ohjaus ja ajoitus

Maadoitusyhteyden jatkuvuuden testaus alkaa siten, että tietokone lähettää Multitesterille tiedon työn aloittamisesta logiikkaohjaimen kautta. Metrel suorittaa testin ja palauttaa siitä pass/fail -tiedon takaisin ohjaimelle. Logiikkaohjain ei vaikuta mittaukseen, mutta se vastaanottaa tiedot testin kulusta ja välittää ne eteenpäin tietokoneelle.

TAULUKKO 1. Maadoitusyhteyden testauksen kulku

PC		PLC		Metrel
aloita testi 1	>	aloita	>	aloita
-		-		pysäytä
pass/fail	<	pass/fail	<	pass/fail

Sähkölujuustestissä tietokone lähettää tiedon testin alusta logiikkaohjaimelle, jolloin ohjain kytkee releen K1 päälle. Logiikkaohjain odottaa tietoa siitä, että rele vetää, jonka jälkeen se ilmoittaa Metrel:ille että testi voi alkaa. Sama testi toistetaan neljä kertaa koko testauksen aikana. Tämä on ohjelmoitava Multitesterin muistiin, sillä kontakteja ei ole luokiteltu 1000V jännitteelle. Ne eivät välttämättä kykene katkaisemaan jännitettä ja siitä saattaa aiheutua kontaktipintojen nopeaa kulumista.

TAULUKKO 2. Sähkölujuustestin kulku

PC		PLC		Metrel
aloita testi 2	>	K2, K4		odota
		K2, K4	>	aloita
-		K2, K4		pysäytä
pass/fail	<	-	<	pass/fail

Sähkölujuustestin vastusosio testataan samoin kuin aikaisempi osuus. Testissä on kuitenkin useampi vaihe. Kontaktori K2 ja vastuksen omakohtainen kontaktori R vetävät testin aikana. Logiikkaohjain odottaa tässäkin tapauksessa vetotietoa ennen testin aloittamista.

TAULUKKO 3. Sähkölujuustestin vastusosion kulku

PC		PLC		Metrel
aloita vastustesti 1	>	K2 R1		odota
		K2 R1	>	aloita
-		K2 R1		testaa
pass/fail	<	-	<	pass/fail
aloita vastustesti 2	>	K2, R2		odota
		K2, R2	>	testaa
-		K2, R2		pysäytä
pass/fail	<	-	<	pass/fail
aloita vastustesti 3	>	K2, R3		odota
		K2, R3	>	aloita
-		K2, R3		pysäytä
pass/fail	<	-	<	pass/fail

Testauksen kulku on hyvin suoraviivainen ja sitä ei voi muuttaa, ellei Multitesteriä ohjelmoida uudelleen. Metrel ei kykene välittämään tietoa siitä, mitä ohjelmaa se on tekemässä. Koska testausta ei voi muutenkaan jatkaa yhden testin hylkäämisen jälkeen, tämä ei ole ongelma, sillä testit joudutaan aloittamaan aina ensimmäisestä testistä. Logiikkaohjain nollaa Multitesterin testauksen keskeytymisen jälkeen, mikä palauttaa sen alkutilanteeseen.

3.3 Logiikkaohjain Siemens S7-1200

Logiikkaohjaimeksi valittiin Siemens Simatic S7-1200, sillä se käyttää ohjaukseen releitä eikä näin ollen syötä itse virtaa suoraan ulos laitteesta. Tämä vähentää vaadittavien komponenttien määrää, kun virtaa ei tarvitse syöttää erillisen muuntajan kautta. Erityisesti tasajännitteisillä kontaktoreilla osien teho muodostuu rajoittavaksi tekijäksi, sillä DC-kontaktorit kuluttavat enemmän virtaa suhteessa vaihtojännitteisiin. Siemensin kuormankesto on 30W tasajännitteellä, kun vaihtojännitteellä se on 200W. (Siemens 2018.)

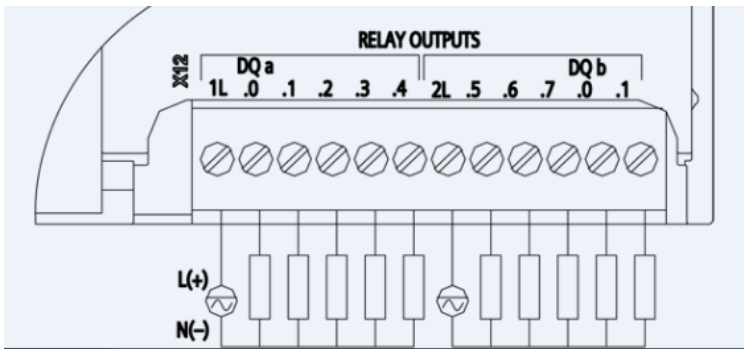


KUVA 3. Siemens Simatic S7-1200 (Siemens 2018).

Ohjaimessa on 14 digitaalista sisääntuloa ja 10 releulostuloa. S7 sisältää myös analogisen sisääntulon, jonka kautta virtamittarin jänniteulostuloa voidaan mitata. Digitaalisten ulostulojen kautta voidaan seu-

rata releiden toimintaa siten, että jokainen rele sulkee digitaalisen sisääntulon piirin vetäessään. Jännitelähde antaa 24V jännitettä, joka ohjataan releen kautta takaisin digitaaliseen sisääntuloon. Koska kyseessä on releillä toimiva malli, sen kanssa ei tarvita erillistä ohjauspiiriä, vaan kaikki kontaktoriohjaukset voidaan kytkeä suoraan logiikkaohjaimen.

Kytettävien laitteiden virrankulutus on tärkeä ottaa huomioon, ettei ohjain ylikuormitu. Siemens S7-1200 on mitoitettu 200W jatkuvalle resistiiviselle teholla, josta Siemens käyttää termiä "lamp load" eli lamppukuorma. Induktiivisilla kuormilla, esimerkiksi kontakteilla, tehonkatkaisu on pienempi. Liian suuren induktiivisen kuorman kanssa logiikkaohjaimen releet eivät välttämättä kykene aukeamaan (Siemens 2006).



KUVIO 7. S7-1200 releulostulot (Siemens 2018).

3.4 Laajennusmoduulit

Virtamittaus vaatii myös oman laajennusmoduulin. Analogiasisääntuloja on vain yksi ja kolmivaiheinen virtamittaus tarvitsee 3 sisääntuloa. Yksivaiheisella ratkaisulla joudutaan käyttämään kolmea kontaktoria jotka vaihtavat mittarin kautta kulkevaa johdinta. Ilman laajennusmoduuleja tehtävät ratkaisut ovat monimutkaisia, mikä lisää kuluvien osien määrää.



KUVA 4. Laajennusmoduuli (Siemens 2018).

3.5 Logiikkaohjaimen toiminta

PLC eli logiikkaohjain on teollisuuskäyttöön suunnattu mikrotietokone. Niissä on usein monia sisään ja ulostuloja, joiden kautta voidaan mitata ja lähettää tietoja. Teollisuudessa tietojen kerääminen eri prosesseista toteutetaan juuri pienten mikrotietokoneiden kautta. Kone vastaanottaa tietoa, mahdollisesti käsittelee sitä ja lähettää sen eteenpäin. Ohjain voi myös tehdä ennalta määrättyjä toimintoja, kuten esimerkiksi tarkkailla lämpötilaa ja säätää lämmitintä mittauksen pohjalta. Ohjelmointi tapahtuu tietokoneella, kytkemällä logiikkaohjain suoraan koneeseen. Tietokoneella on oltava Simatic Step 7-Micro-WIN -ohjelmisto joka ottaa yhteyden ohjaimen. (Siemens.)

3.6 Virtamittaus

Mittaus voidaan tehdä yksivaiheisena eli jokainen vaihe mitataan erikseen tai kolmivaiheisena. Kolmen vaiheen mittaus olisi selvin, mutta Siemens S7-1200-ohjaimessa on vain kaksi sisääntuloa tähän tarkoitukseen. Yleisimmät kolmivaihemallit ovat sähköpääkeskukseen asennettavia, näytöllisiä malleja ja niissä ei ole ulostuloja ja hinnat ovat tuhansia euroja.

Mittavirtamuunnin on yksinkertainen ratkaisu, sillä johtimet voidaan syöttää mittarin läpi eikä erillisiä kytkentöjä tarvita. Muuntimesta saadaan ulos pienempi virta, joka voidaan muuttaa jännitetiedoksi. Mittattava johdin asetetaan muuntimen keskiön läpi. Muuntimia on yksivaiheisia ja kolmivaiheisia. Yksivaiheset muuntajat toimivat hyvin pienille kuormille, kun laitteet ovat yhden johtimen varassa. Isoimmilla laitteilla kuten kiukailla on usein kolme johdinta syöttämässä jännitettä.

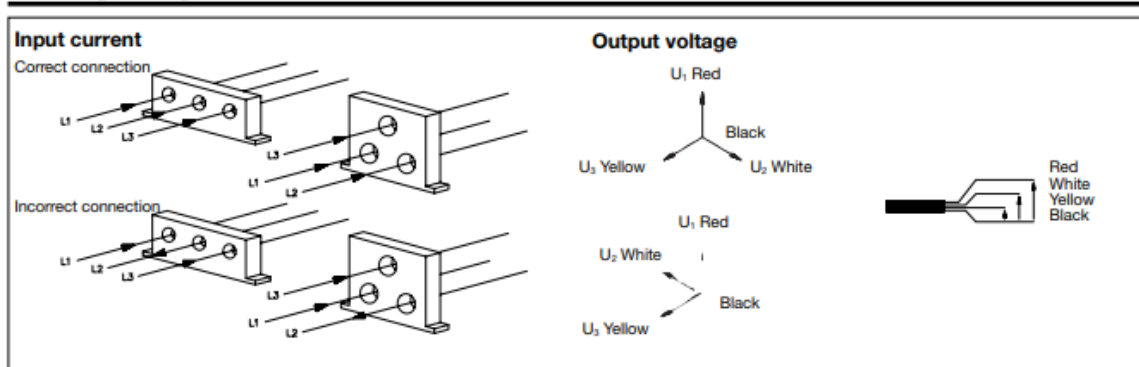


KUVA 5. Yksivaiheinen mittamuunnin (Hobut).

Yksivaiheinen mittamuunnin antaa virran tiedon yhden johtimen kautta mutta toimii samalla periaatteella kuin kolmivaiheinen muunnin. Isommassa kolmea vaihetta mittaavassa muuntimessa on kolme yksivaiheista muunninta ja ulostulot ovat usean eri johtimen kautta. Mittamuuntimen virtatieto saadaan kerättyä logiikkaohjaimen analogiasisääntulojen kautta. Näitä on Siemes S7-1200 mallissa vain yksi, joten se vaatii laajennusmoduulin. Tässä automaatiotyössä tarkoitetaan testata kaikki kolme eri vastusta ja mitata virta jokaisesta vaihejohtimesta.

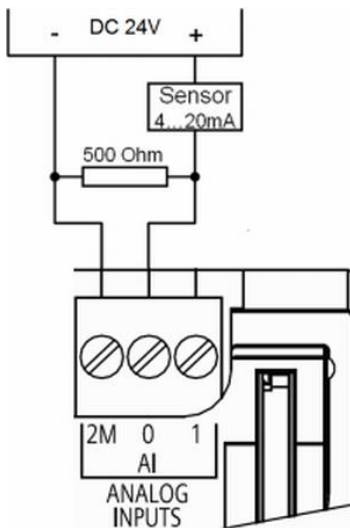
Kolmivaiheinen mittaus voidaan tehdä myös yksivaiheisilla mittamuuntimilla, jos kolmivaiheista ei ole saatavilla. Vaihtoehtona voisi olla myös releiden käyttö mittamuuntajan ulostulossa, jolloin virtatieto lähetettäisiin logiikkaohjaimelle yksi vaihe kerrallaan. Kolmas vaihtoehto on käyttää releitä ohjaamaan virta yksivaiheisen muuntimen läpi.

Wiring Diagrams



KUVIO 8. Esimerkki kolmivaihemittamuuntajasta (Carlo Gavazzi 2006).

Yksivaiheisesta Carlo Gavazzi-mittamuuntimesta saadaan virtatietona johtimen läpi kulkeva virta (0.4-20mA). Tämä on muutettava 0-10V jännitetiedoksi, jotta sitä voidaan tulkita. Tarkkuusvastusta käyttämällä 500 ohmin vastusta. 4-20mA virta muutetaan 2-10V alueelle, mikä on Siemensin mittauksen rajoissa. Piiri on yksinkertainen valmistaa, mutta vastuksen täytyy olla tarkkuusvastus, sillä pienet heitot sen arvossa suurentavat mittausvirhettä.



KUVIO 9. Piiri virran muutokselle jännitteeksi (Siemens 2013).

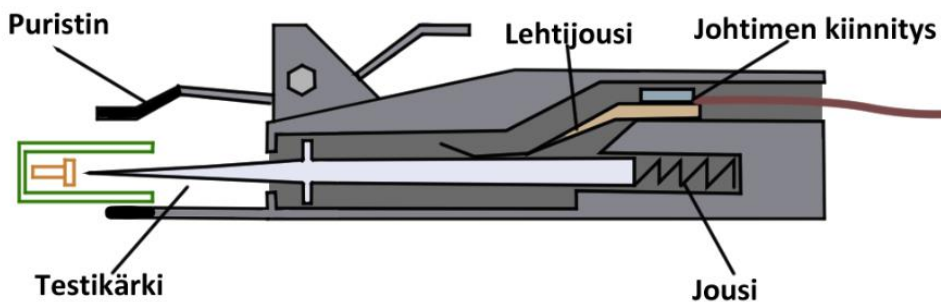
Hobut muunnin tuottaa jännitettä, joka voidaan mitata logiikkaohjaimella, jolloin tämä mittamuunnin ei tarvitse erillistä piirtää (Hobut). Eri arvot asetetaan Siemensin muistiin ja ennen testiä valitaan ylä- ja alaraja-arvot kyseessä olevalle testille. Kiukaiden eroavuuksien takia arvot vaihtelevat kiuastyypin mukaan. Mittauksen ylä- ja alarajat määräävät, meneekö testi läpi hyväksytysti.

Virtamittari on kalibroitava ennen laitteen käyttöönottoa syöttämällä jännitelähteestä eri suuruisia virtoja. Muuten ei voida varmistua tulosten tarkkuudesta, sillä eri komponenteilla on erisuuruisia vastusarvoja. Osat myös kuluvat ajan kanssa aiheuttaen muutoksia testattaviin arvoihin, jos niitä ei huomioida. Kuluvia osia ovat erityisesti kontaktorien kärjet.

3.7 Testipää

Automaatiolaitteen tärkeimpiä osia on mittapää, joka on nopea ja helppo kiinnittää. Sen tulee mahtua eri kiuastyypin sisälle jotka eroavat toisistaan, minkä takia testipään suunnittelu on haastavaa. Jokaisen kiuasmallin sisäinen geometria on hieman erilainen ja riviliittimiin ei pääse välttämättä suoraan käsiksi niiden etupuolelta, vaan on turvauduttava ruuvien päältä tehtävään kontaktiin. Koska ruuveja on työlästä kiristää, olisi parasta, jos kärki voitaisiin kiinnittää suoraan laitteen päälle jousitettujen kärkien avulla.

Tilannetta monimutkaistaa edelleen se, että osassa kiukaissa on pikaliittimet. Terävät kärjet painavat liittimen leuat auki sisään mentäessä, mutta pois vedettäessä leuat pureutuvat metalliin. Niitä on hyvin vaikea irrottaa, varsinkin jos kärkiä on useita liittimen sisällä. Kolmiomainen tai pyöreä kärki ei uppoaisi leukojen väliin mutta ottaisi kontaktin metalliosiin.



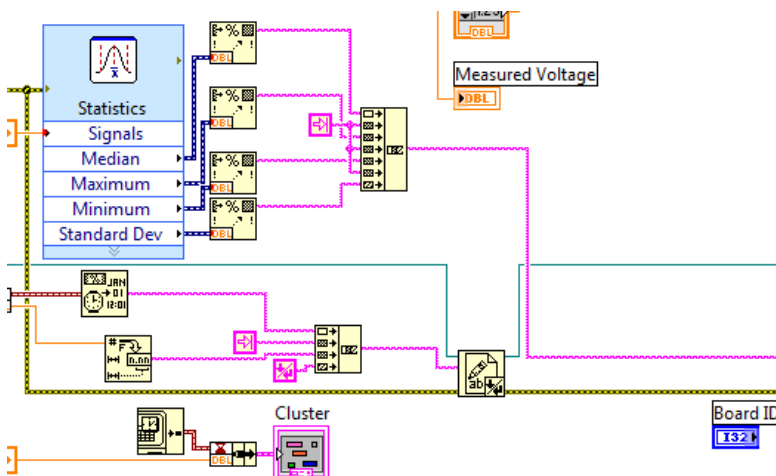
KUVA 6. Mahdollinen testipääidea

Kärkiä on oltava muutama eri malli, jotka sopivat eri liittintyypeille. Samoin puristimen paikka vaihtelee. Mallista riippuen kiukaassa voi olla riviliitin tai kytkentärima. Riviliittimeen kytkettäessä kärkien on oltava tarpeeksi etäällä toisistaan, jotta ne osuvat ruuveihin tai liittimen sisään. Kytkentärimassa on taas pienet ruuvit syvällä muovisuojauksen sisällä.

Testipään ollessa tarpeeksi pieni ei sen kiinnityksestä aiheudu ongelmia kiukaiden sisällä. Toinen tapa on suunnitella usea kärki, jota voidaan vaihtaa tarpeen vaatiessa. Esimerkiksi banaaniliittimet mahdollistavat nopean irrotuksen. Kärki olisi mahdollista valmistaa Premecin omissa tiloissa esimerkiksi 3D-mallin pohjalta. Centrialla on myös mahdollista hyödyntää 3D-ulostusta. Esimerkiksi suojakuoret voitaisiin tulostaa metalliosien päälle mallin pohjalta.

3.8 Labview -testausohjelmisto

Labview on ohjelmointialusta joka mahdollistaa eri käyttöliittymien rakentamisen visuaalisella ohjelmoinnilla. Objekteja yhdistelemällä voidaan tuottaa toimivia tietokoneohjelmia, jotka mittaavat, ilmoittavat ja tallentavat dataa. Erityisesti teollisuudessa ja tutkimustyössä, näistä toiminnoista on hyötyä.

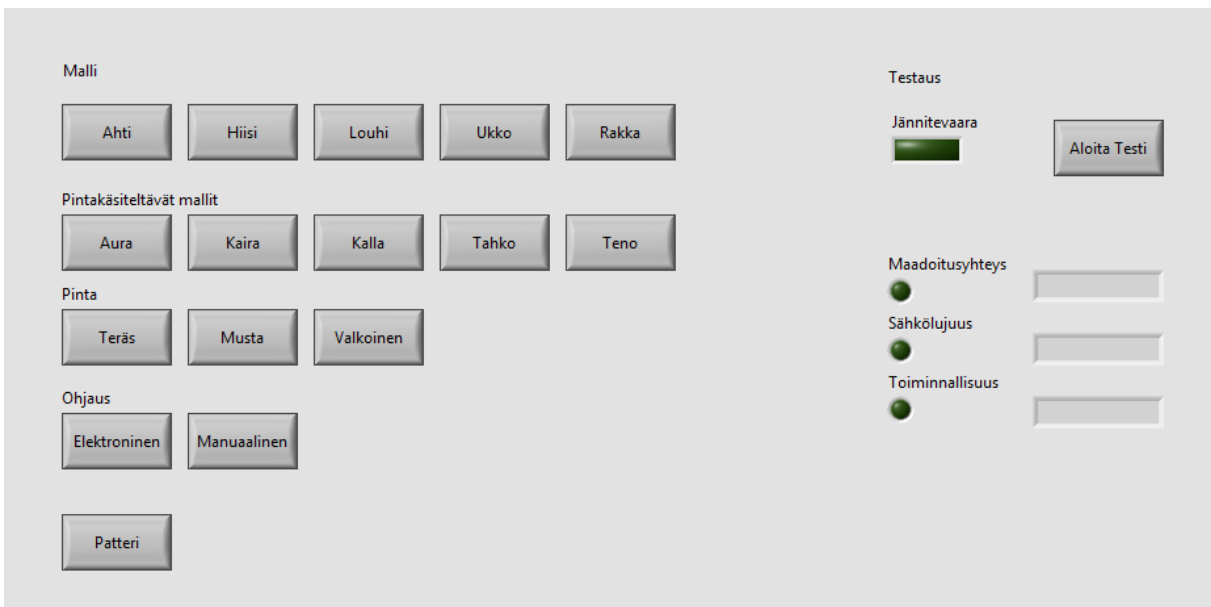


KUVA 7. Esimerkki visuaalisesta ohjelmoinnista (National Instruments 2018).

Labview on siis erittäin monipuolinen työkalu, jolla voidaan ohjata logiikkaohjainta ja tallentaa sen keräämiä tietoja. Koska ohjelma toimii tietokoneella, kyetään tiedot tallettamaan vaikka tarpeen vaatiessa tietokantaan. Siemensin lähettämien tietojen keräämiseen tarvitaan erillinen ajuri, joita on niin maksullisia kuin ilmaisiakin versioita. Yhteys tietokoneen ja logiikkaohjaimen välillä tapahtuu Ethernetin kautta. (National Instruments 2018.)

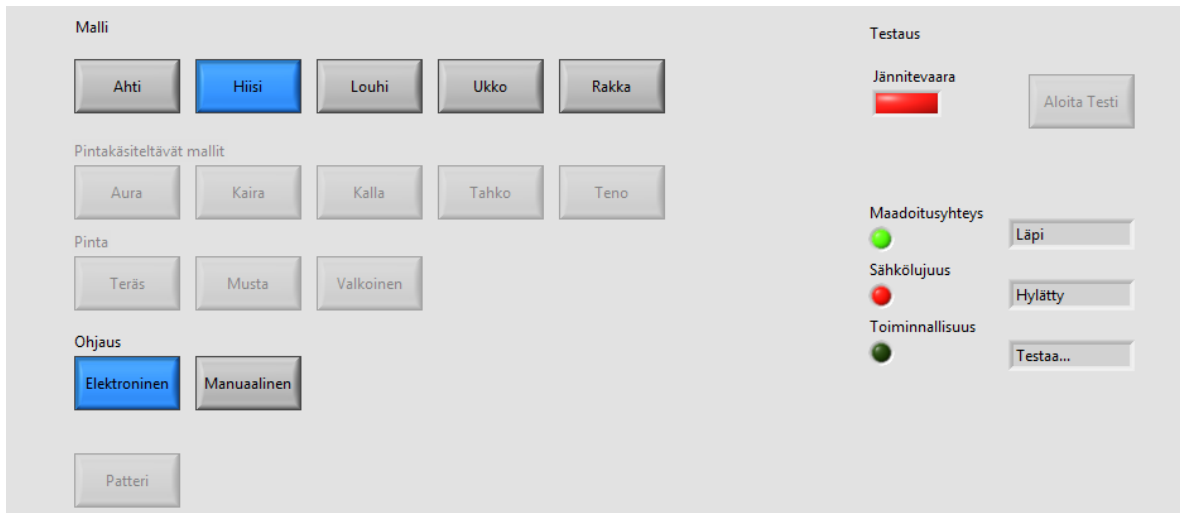
3.9 Labview-ohjelman käyttöliittymä

Labview ohjelmalla syötetään kiukaan tiedot logiikkaohjaimelle, joka tekee testit ja antaa takaisin tiedot testien läpimenosta. Ohjelmaa ajetaan kannettavalla tietokoneella, jonka kosketusnäytön kautta voidaan syöttää tarvittavat testausparametrit, kuten kiukaan malli ja yksityiskohdat. Kosketusnäytöstä on se etu, ettei työpisteellä tarvita erillistä työtilaa hiirelle ja näppäimistölle ja laitetta voi käyttää myös hanskat kädessä. Käyttöliittymän suunnittelussa tämä on otettu huomioon siten, että painikkeet ovat suuria ja niitä on mahdollisimman helppo painaa. Samalta näytöltä näkee myös testin kulun logiikkaohjaimen yhteyden kautta. Ohjain lähettää tilatietoja Labview-ohjelmalle, joka ilmoittaa mikä testi on menossa ja ovatko testit menneet läpi.



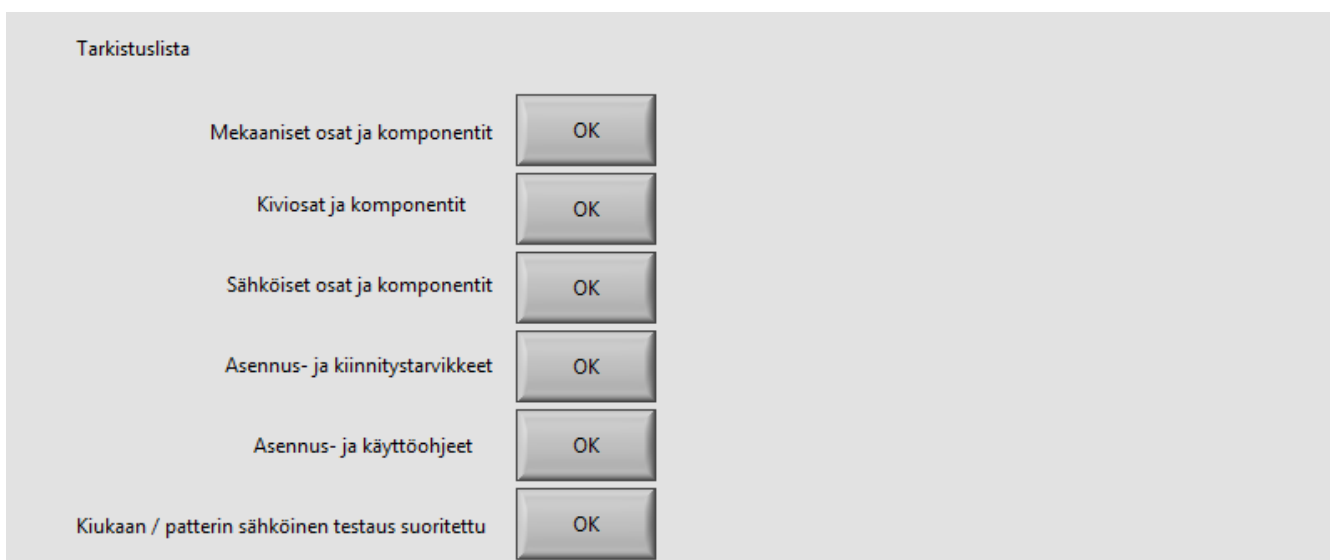
KUVA 8. Käyttöliittymämalli

Vasemmassa laidassa ovat kiukaan mallit (KUVA 8) ja ne ovat vielä eriteltyinä kahteen eri osaan. Liitteessä 2 on kuva nykyisestä paperilistasta. Ensimmäisessä osassa ovat kiukaat, joilla ei ole erillisiä Näiden jälkeen tulevat kiukaat, joissa on eri pintavaihtoehtoja. Yhden mallin valinta sulkee pois muut vaihtoehdot ehtolauseella, niin ettei käyttäjä voi vahingossa painaa useaa vaihtoehtoa samanaikaisesti. Ylärivin mallien valinta sulkee pois pintakäsiteltävät mallit ja niiden pintavalinnat, ja sama tapahtuu toisin päin, jos alarivi valitaan. Painikkeet, joita ei tarvita, tehdään toimimattomiksi, ettei niitä paineta vahingossa.



KUVA 9. Ohjelma käytön aikana

Kiukaan valinnan jälkeen tulee valita teho, jonka pohjalta toiminnallisuustesti suoritetaan. Ilman tehotietoa ei voida varmistua siitä, toimivatko kiukaan vastukset oikein. Kiuasmalleille on monta eri teho- vaihtoehtoa ja jokainen vaatii eri testausparametrit. Valintojen jälkeen kiukaan testaus voidaan aloittaa painamalla testauspainiketta. Tähän väliin tulee ilmoitus, jossa kehoitetaan vielä tarkistamaan kytkennät. Testin käynnistyttyä Labview lähettää Siemensille vain kiukaan tehotiedot, joita verrata virtamittarin tietoihin. Mikäli teho eroaa huomattavasti asetetusta arvosta, testi ei läpäise vaatimuksia ja se hylätään.



KUVA 10. Tarkistuslista

Tarkistuslista tulostetaan, kun siihen on syötetty kaikki testattavat osat. Listalla voidaan seurata sarjanumeroista, mitkä kiukaat eivät ole läpäisseet testejä. Vaihtoehtoisesti tämä kohta voidaan ohittaa ja testaaja kirjaa nämä kohdat itse paperille kynällä, kuten se tällä hetkellä tehdään. Tällöin tarkistuslistan tietoja ei saada sähköiseen muotoon. Lista on lähinnä muistilista testaajalle ja kiuasta ei lähetetä ilman tarkistuslistan tuotteita ja tarkistuksia eteenpäin.

The image shows a software interface for data entry. At the top, there is a label 'Sarjanumero' above a text input field containing '244879'. To the left of the input field are two buttons labeled '-10' and '-1', and to the right are two buttons labeled '+1' and '+10'. Below this is a label 'Pvm' above a date input field containing '11/10/2017'. Further down is a label 'Tarkastanut' above a text input field containing 'M. Meikäläinen'. At the bottom center is a button labeled 'Tulosta'.

KUVA 11. Sarjanumero, päivämäärä ja tarkistaja.

Sarjanumerointi on juokseva numero, mutta se tulostetaan paperille, jotka jakaantuvat kahden työpöydän kesken eli siihen saattaa tulla aukkoja. Jotta sarjanumeron selaaminen olisi joutuisaa, on hyvä että pystytään siirtymään enemmän kuin yhden numeron päähän kerralla. Testaaja korjaa sarjanumeron, jos siihen on tarvetta ja tarkistaa päivämäärän ja nimensä. Lopuksi tulostetaan raportti painamalla tulostuspainiketta. Tietokoneelta saatava raportti liitetään kiukaan mukaan todisteeksi, siitä että tuote on testattu.

3.10 Käsiohjaus

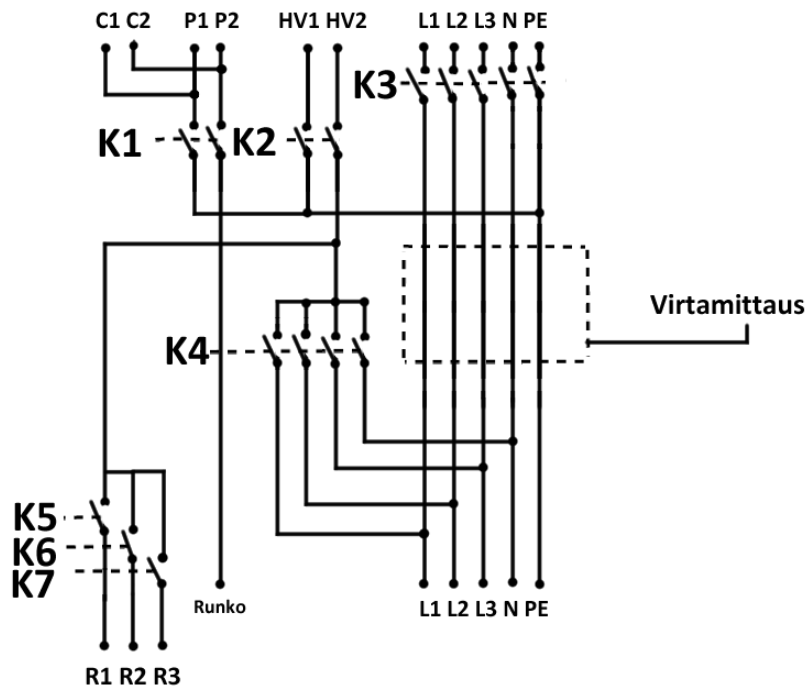
Käsiohjaus olisi mahdollinen varatoiminto testauslaitteelle, muttei pakollinen. Sen avulla mittalaitteen ohjaus tapahtuu painonappien kautta. Varatoiminto ei ole välttämättömyys, mutta se voi olla vaihtoehtoisena lisänä. Käsiohjaus tuo lisäkustannuksia ja lisäkytkentöjä. Laite toimii samalla tavalla kuin tieto-

koneen kanssa, mutta se ei lähetä tai vastaanota ulkoisia käskyjä Labview-ohjelmalta, vaan toimii painonappien ohjaamana. Metrel pidetään automaattiohjauksella ja se käyttäytyy samoin kuin Labview-ohjelman kanssa.

Käsiohjaus valitaan Metrelistä sen omalla kiertokytkimellä. Näin estetään tietokoneen lähettämät komennot, jotka voisivat sotkea testauksen. Manuaalitoiminto toteutetaan siten, että digitaalisen sisääntulon kautta ohjataan ehtokäskyä. Esimerkiksi JA-ehdolla on helppo katkaista signaali, kun ehto kytketään suoraan kiertokytkimen negaatioon. Painonapit kytketään suoraan ohjaimen digitaalisiin sisääntuloihin, jolloin ohjaus tapahtuu suoraan napinpainalluksen kautta. Näissä on myös tärkeä käyttää JA-ehdot, ettei nappeja voi painaa silloin, kun automaattiohjaus on päällä. Testauslaitteesta valitaan kiuaskohtainen teho, esimerkiksi kiertokytkimellä tai painonapeilla. Tämän jälkeen painetaan aloituspainiketta ja logiikkaohjain kytkee kontaktoreja ohjelman mukaan. Testin tulos annetaan hyväksyty / hylätty -tietona näytölle tai värilampuilla.

3.11 Testien kytkennät

Eri testien kytkennät toteutetaan ohjaamalla eri kontaktoreja päälle logiikkaohjaimen avulla. Tiettyjen kontaktorien vetäessä osa johtimissa on käytössä. Kytkentäkaaviosta nähdään, mitkä johtimet ovat käytössä (KUVIO 10). Liitännät C1, C2, P1 ja P2 ovat maadoitusyhteyden mittaukseen tarvittavat liittimet. HV1 ja HV2 kuuluvat sähkölujuustestille. L1, L2, L3, N ja PE ovat toiminnallisen testauksen kytkennöille.



KUVIO 10. Kytentäkaavio

Ensimmäisessä testissä C1 ja P2, sekä C2 ja P2 kytetään toisiinsa (KUVIO 1). K1 kontaktori vetää, jolloin maadoitusyhteyden jatkuvuus on testattavissa. Metrel saa tiedon logiikkaohjaimelta testin aloitukseen, kun kontaktori vetää ja ohjain on saanut sen vetotiedosta varmistuksen. Virta kulkee K1:n kautta runkoon ja sieltä PE-liittimeen. Testin jälkeen kontaktori K1 avautuu ja seuraava testi voi alkaa.

Sähkölujuustestissä kontaktorit K2 ja K4 (KUVIO 2) sulkeutuvat ja sulkeutumisen varmistustiedon jälkeen logiikkaohjain antaa Metrel MultiTesterille aloituskäskyn. Korkea jännite kulkee vain kontaktorien K2 ja K4 läpi kiukaalle. Tämän jälkeen K4 avautuu ja sama testi tehdään vastuksille kontaktorien K5, K6 ja K7 kautta. Vastuksien mittauksessa jokainen niistä testataan yksi kerrallaan sulkemalla yksittäinen kontaktori.

Toiminnallisuustestaus toteutetaan sulkemalla kontaktori K3, joka kytkee kiukaan verkkoon. Toiminnallisen testauksen aikana virtamuunnin lähettää logiikkaohjaimelle mittaustiedot ja näyttää mitatut arvot. Osa kiukaista on ohjattu tyristorein, mutta niiden ohjausta ei ole tässä kaaviossa. Niiden ohjaus tapahtuu suoraan logiikkaohjaimen releillä.

3.12 Kotelointi

Kotelon kustannustehokkain ratkaisu olisi omavalmisteinen, liikuteltava taso, jossa testilaite sijaitsisi. Koska testilaite tulee avoimeen tilaan ja sen sisällä kulkee suuria jännitteitä, sen suojaaminen on tärkeää. Teollisuusympäristössä on myös likaa ja kolhut ovat mahdollisia. Yleisten muovisten ABS-koteloiden haittana on niiden huono liikuteltavuus, sillä ne ovat suunniteltu seinäkiinnitykselle. Multitester on kaiken lisäksi erillinen laite, joten sellaisten siirtäminen on hankalaa. Renkailla varustellut rack-tyyppiset kotelot olisivat liikuteltavuuden kannalta hyvä ratkaisu, mutta ne ovat erittäin kalliita ja usein suurikokoisia. Premec voi säästää huomattavan summan valmistamalla kotelon itse omissa tiloissaan.

3.13 Kustannusarvio

Hinta laskettiin eri tukkureiden kauppahinnoista (LIITE 3). Suurimmat yksittäiset kustannuserät ovat logiikkaohjain, tietokone ja kontaktoritsekä ohjaimen lisämoduuli. Erityisesti tietokoneessa on tärkeää kestävä rakenne. Teollisuuskäyttöön valmistettuja kosketusnäytöllisiä koneita saa halvalla käytettyinä. Labview ohjelman pyörittämiseen ei vaadita suuria tehoja, joten on järkevää harkita vanhemman koneen hankintaa. Uudet tietokoneet maksavat useasta sadasta eurosta jopa tuhansiin.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHINTA

Sain työn toteutukseen vapaat kädet, mikä oli sekä ongelma, että etu. Työssä oli monta eri osa-aluetta ja jokaisen oli toimittava yhteen. Automaation olisi toimittava nykyisten laitteiden ohjaajana ja kyettävä käskyttämään mittalaitteita. Hahmottaminen alkoi tutkimalla, mitä nykyisillä laitteilla kyettiin tekemään, ja voitiinko niihin kytkeä ulkopuolista ohjausta. Yrityksessä käytävä Metrel Multimeter on erittäin monipuolinen työkalu, ja laitteen manuaaleista etsittiin mahdollista tapaa ulkoiselle ohjaukselle.

Etäohjauksen etsiminen alkoi sarjaportteista, jotka vaikuttivat lupaavimmilta. Nämä portit toimivat kuitenkin vain tietokoneen kanssa, eikä suoraa ohjausta niiden kautta näyttänyt olevan mahdollista tehdä. Tietokoneessa täytyi olla myös valmistajan oma ohjelmisto, joka on vanhentunut. Polkimen käyttö ohjauksessa osoittautui helpoimmaksi tavaksi käskyttää testeriä. Toiminta testattiin erillisellä painonapilla, joka kytkettiin DIN-liittimeen.

Itse automaation suunnittelu aloitettiin aikaisempien testausohjeiden pohjalta purkamalla eri työvaiheet osiin. Palojen joukosta alkoi hahmottua tapa, miten järjestelmä voisi toimia kontaktoreilla. Työvaiheet jaettaisiin kontaktoreille, jotka vuorostaan vaihtaisivat kytkentöjä vain automatiikan sisällä. Näin saadaan yhdellä kytkennällä tehtyä kaikki mittaukset. Automaattisen testauslaitteen osien kartoituksessa oli yllättävä työmäärä, kun osia on paljon ja kaikkien on toimittava yhteen. Eri vaihtoehtoja on satoja, ellei tuhansia ja on tiedettävä tarkalleen, mitä hakee. Suunnittelu ja järjestelmällisyys olivat tärkeitä, jotta työssä pääsi eteenpäin. Rakennetta hahmottelemalla saattoi huomata, että oleellisia osia puuttui. Osia myös vaihtui, kun jotkin tuotteet eivät toimineet yhteen tai niistä puuttui tärkeä toiminto.

Kontaktorit olivat myös asia, oli perehdyttävä perusteellisesti. Osien eri käyttötarkoitukset, eri tiedot, luokitukset ja teholuokat tuli käytyä läpi. En ollut ennen työtä tutustunut kontaktoreihin tai releisiin. Ainoastaan niiden toimintaperiaate oli tuttu ennestään. Tietoa niiden tehosta ja virrankulutuksesta oli vaikea löytää, sillä osa valmistajista ei ilmoita niitä sivuillaan. Kontaktoriluokitukset, teho, käyttötavat ja ohjausjännitteet olivat tärkeitä tietoja valintoja tehdessä. Kontaktorien tehot ilmoitettiin usein katkaisuvirtana, minkä laite voi katkaista AC3-tilassa eli induktiivisen kuorman kanssa. Tästä oli aiheutua iso ylirajoitusvirhe, koska resistiivisen kuorman tehonkestot ovat huomattavasti suuremmat. Osien toimivuutta kannattaisi testata vielä ennen rakentamista. Kontaktorien ilmavälin on kestettävä 1000V ja jos näin ei käy, on niitä asetettava sarjaan.

Logiikkaohjaimen kuormitettavuus oli myös tärkeä huomioida. Laitteen resistiivisen kuorman tehonkesto oli ilmoitettu, mutta induktiivisen kuorman tietoa ei. Kontaktorit vievät kuitenkin murto-osan laitteen maksimitehosta, joten välireleitä ei välttämättä tarvitse käyttää. Välireleet voivat olla apuna, jos tehoraja kuitenkin ylittyy. Niiden kuluttama virta on huomattavasti pienempi, mutta ne eivät psyty katkaisemaan suuria virtoja eivätkä ne kestä suuria jännitteitä.

Virtamittaukselle oli parikin eri toteutustapaa, kuten esimerkiksi releiden käyttö yhden mittavirtamuuntimen kanssa. Käytössä voisi olla yksi muunnin ja kontaktorit ohjaisivat virran muuntimen läpi. Tämä on kuitenkin monimutkainen vaihtoehto, ja laitteen vikaantumisriski kasvaa. Kolmen muuntimen kanssa releet voisivat vaihtaa logiikalle menevää kytkentää, niin että yksi mittari vuoron perään antaa tiedon mitattavasta virrasta. Tässä on kuitenkin rikkoutumisriski ja laite olisi taas monimutkainen.

Työ hintaa ei ollut laskettu laitteen kokonaiskustannuksiin, sillä sähköalan urakkahinnoittelu ohje keskittyi lähinnä arkisempiin työtehtäviin eikä niinkään laitteistojen rakentamiseen. Työhön kuuluu lisäksi ohjelmointia, mikä on myös vaikea arvioida. Tuotteiden hinnat kuitenkin löytyivät internetistä ja niiden hinnat poimittiin suomalaisista tukkuriliikkeistä. Sähkönumeroista joutui etsimään paljon tietoa komponenteista ja niiden yhteensopivuuksista. Komponenteista on paljon eri malleja ja niiden tiedot eroavat toisistaan.

Laitteen yhteys tietokantaan voisi olla järkevä jatkokehittämisen idea. Tietokantaan voidaan tallentaa kaikki mittaustiedot suoraan testauspöydältä, jolloin kirjanpito selkeytyisi huomattavasti. Tämä vaatisi internetyhteyden testipöydältäsekä tietojen välittämisen testauskoneelta suoraan palvelimelle. Labview pystyy lähettämään tietoa ja kirjoittamaan tietokantoihin, joten ratkaisu ei olisi mahdoton toteuttaa. Se, onko tietojen kerääminen oleellista, onkin sitten eri kysymys. Itselleni Labview on suhteellisen tuttu ohjelma ja tiedän, mitä sillä voidaan tehdä. Ohjelman visuaalinen käyttöliittymä on miellyttävämpi kuin tekstipohjainen koodaaminen.

Metrelin omien raporttitietojen purkaminen tiedostoista voisi olla hyvä ratkaisu myös. Ongelmana on tällä hetkellä laitteen käyttämä tiedostomuoto, jota ei sellaisenaan voi hyödyntää, vaan tiedosto tulisi muuttaa toiseen muotoon. Tietojen kaappaus olisi toinen vaihtoehto. Multitesterin korvaaminen toisella laitteella voisi olla myös yksi ratkaisu, muttei luultavasti ole kovin kannattavaa. Rakentamalla testeri itse ja suoraan voidaan testausta automatisoida enemmän ja mittaustuloksia voidaan kirjata ylös helpommin. Tässä testerissä tulisi siis olla oma virtalähde ja samat toiminnot kuin tämänhetkisessä laitteessa.

LÄHTEET

ABB. TTT-käsikirja. Saatavilla: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatio-labrat/TTT/12_3_Pienj%84nnitekytkinlaitteet.pdf. Viitattu 11.5.2018

Carlo Gavazzi. 3-vaihe mittamuunnin. 2006. Saatavilla: <http://www.productselection.net/PDF/UK/a74105.pdf>. Viitattu 11.5.2018

Eaton. Dilem-1. 2018. Saatavilla: <https://datasheet.eaton.com/datasheet.php?model=51795>. Viitattu 2.5.2018

Hobut. Mittamuunnin. Saatavilla: <https://www.hobut.co.uk/current-sensors/ct132tran-current-sensor-current-transducer>. Viitattu 11.5.2018

Kangas, M. 2017. Mondex aura -kiukaiden sähköinen testaus. Premec Oy

CE Metrel. 2013. MultiTester MI 2094 User Manual

National Instruments. Siemens ajuri. Saatavilla <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/fin/nid/212973>. Viitattu 2.5.2018

National Instruments. Siemens ajuri. 2018. Saatavilla <https://forums.ni.com/t5/Example-Program-Drafts/S7-PLC-TCP-IP-Protocol-Reference-Example/ta-p/3492191#/>. Viitattu 2.5.2018

National Instruments. Labview. 2018. Saatavilla <http://finland.ni.com/labview>. Viitattu 2.5.2018

Partco. Jännitteenmuunnin. Saatavilla: <https://www.partco.fi/fin/teholaehteet/dcdc-muuntimet/712-dsn6009.html>. Viitattu 11.5.2018

Siemens. S7-1200. 2018. Saatavilla: <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/238877>. Viitattu 2.5.2018

Siemens. S7-1200 analogiamoduuli. 2018. Saatavilla: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7231-4HD32-0XB0>. Viitattu 22.5.2018

Siemens. S7-Graph. Saatavilla: <https://w3.siemens.com/mcms/simatic-controller-software/en/step7/simatic-s7-graph/Pages/Default.aspx>. Viitattu 22.5.2018

Siemens. Simatic S7-1200 jännitteen mittaus. 2013. Saatavilla: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/67396370/how-can-the-cpu-analog-inputs-of-the-simatic-s7-1200-also-measure-currents-of-0-20ma-?dti=0&lc=en-US>. Viitattu 11.5.2018

Siemens. Lamp load. 2006. Saatavilla: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/24176167/what-is-the-meaning-of-the-lamp-load-specification-in-digital-modules-?dti=0&lc=en-WW>. Viitattu 2.5.2018

Suomen Standardisoimisliitto. Saatavilla: <https://sales.sfs.fi/fin/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/235581.html.stx>. Viitattu 2.5.2018

STEK. Maadoitus. Saatavilla: https://www.stek.fi/Perustietoa_sahkosta/fi_FI/Maadoitus/. Viitattu 2.5.2018

STEK. Sähköasennuksen suojaus. Saatavilla: https://www.stek.fi/Perustietoa_sahkosta/Sahkojarjestelmat/Sahkoasennuksen_suojaus/fi_FI/Sahkoasennusten_suojaus/. Viitattu 29.4.2018

STEK. Sähkölaitteiden suojausluokat. Saatavilla: https://www.stek.fi/Perustietoa_sahkosta/Sahkojarjestelmat/Sahkoasennuksen_suojaus/fi_FI/Sahkolaitteiden_suojausluokat/. Viitattu 2.5.2018

STEK. Suojausluokka 1. Saatavilla: https://www.stek.fi/Perustietoa_sahkosta/Sahkojarjestelmat/Sahkoasennuksen_suojaus/fi_FI/Sahkolaitteiden_suojausluokat/. Viitattu 2.5.2018

2. Description of the instrument

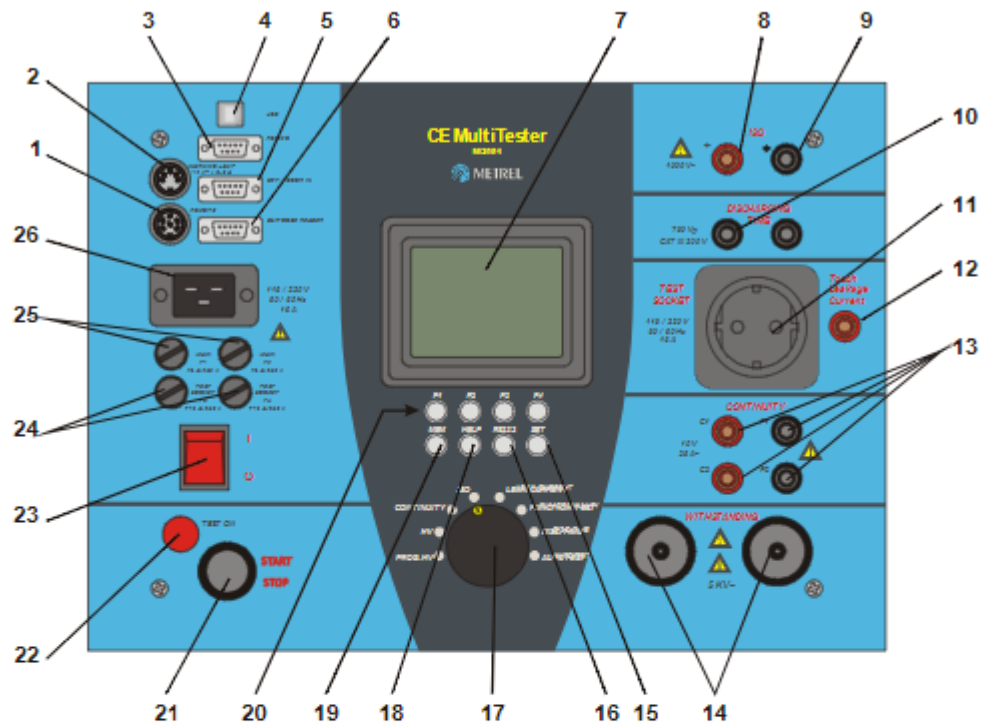


Fig.1. Front panel layout

Legend:

- 1..... REMOTE connector to connect REMOTE CONTROL PEDAL
- 2..... WARNING LAMP connector to connect WARNING LAMP
- 3..... RS 232 connector to connect external printer or PC
- 4..... USB connector to connect PC
- 5..... EXT/DOOR IN connector
- 6..... BAR CODE READER connector
- 7..... LCD dot matrix display with continuous backlight
- 8..... Positive INSULATION test terminal
- 9..... Grounded INSULATION test terminal
- 10.... DISCHARGE TIME test terminals
- 11.... TEST SOCKET 230V /16A
- 12.... TOUCH LEAKAGE test terminal
- 13.... CONTINUITY test terminals (current test terminals C1, C2, and potential test terminals P1, P2)
- 14.... WITHSTANDING test terminals

LIITE 2. Kiukaan / Patterin tarkistuslista

MONDEX

Kiukaan / patterin tarkastus
Sauna heater / radiator checking

Malli / Model

Ahti	<input type="checkbox"/>		Louhi	<input type="checkbox"/>				
Ukko	<input type="checkbox"/>		Hiisi	<input type="checkbox"/>				
Rakka	<input type="checkbox"/>							
Teno	<input type="checkbox"/>	Teräs	<input type="checkbox"/>	Musta				
Tahko	<input checked="" type="checkbox"/>	Teräs	<input type="checkbox"/>	Musta	<input type="checkbox"/>	Valkoinen		
Kaira	<input type="checkbox"/>	Teräs	<input type="checkbox"/>	Musta				
Aura	<input type="checkbox"/>	Teräs	<input type="checkbox"/>	Musta				
Kalla	<input type="checkbox"/>	Teräs	<input type="checkbox"/>	Musta				
Teho / Rating	<input type="checkbox"/>	6kW	<input type="checkbox"/>	6,6 kW	<input type="checkbox"/>	8 kW	<input checked="" type="checkbox"/>	9 kW
	<input type="checkbox"/>	10,5kW						
Ohjaus	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	M				

Sarjanumero / Serial number

Patteri / Radiator

Tarkastettu /
Checked

Mekaaniset osat ja komponentit /
Mechanical parts and components

Sähköosat ja komponentit /
Electrical parts and components

Kiviosat ja komponentit /
Stone parts and components

Asennus- ja kiinnitystarvikkeet /
Installation and fastening components

Asennus- ja käyttöohjeet /
Installation and user instructions

Kiukaan / patterin sähköinen testaus suoritettu /
Electrical testing of sauna heater or radiator done

Pvm / Date

11.1.10 / 2017

Tarkastanut / Checked by

Lisätietoja / If You need more information, please call Mondex +358 (0)500 602 508
e-mail: info@mondex.fi

LIITE 3. Tuotelista ja hinta-arvio

Valmis- taja	Tuote	Snum (+linkit)	Kpl	Hinta arvio (+linkit)		Myyjä
				kpl	Yht.	
Eaton	Kontaktori	38 320 53	7	29,60 €	207,20 €	Ahlsel, Onninen, Rexel, SLO
Eaton	Apukosketin	38 321 61	1	18,20 €	18,20 €	Onninen, Rexel, SLO
Eaton	Apukosketin	38 321 54	8	10,50 €	84,00 €	Onninen, Rexel, SLO
Eaton	Välirele	35 875 33	2	33,60 €	67,20 €	Onninen, Rexel, SLO
Siemens	PLC	27 020 78	1	670,00 €	670,00 €	Rexel, SLO, Farnell
Siemens	PLC laajennus	2702188	1	255,00 €	150,00 €	Rexel, SLO
Hobut	Mittamuunnin	Farnell	3	37,22 €	111,66 €	Farnell
ABB	Merkkivalo val.	23 135 67	1	2,60 €	2,60 €	Finnparttia
ABB	Merkkivalo pun.	23 135 53	3	2,60 €	7,80 €	Finnparttia
Schneider	Valintakytkin	23 216 09	1	20,10 €	20,10 €	Onninen, Rexel, SLO
ABB	häätäseispainike	23 121 74	1	25,50 €	25,50 €	Onninen, Rexel, SLO
ABB	Tasopainike, vi RJ-45	23 127 03 -	1 1	14,90 € 5,00 €	14,90 € 5,00 €	Onninen, Rexel, SLO
Fluke	Mittapää+hleuka	6752356	1	66,00 €	66,00 €	Ahlsell, Finnparttia, Rexel, SLO
Fibox	Johdotuskouru	14 025 28	1	20,00 €	20,00 €	
Fibox	DIN kisko	34 239 78	2	11,90 €	23,80 €	
Schlegel	Riviliittimiä	19 160 02	25	0,48 €	12,00 €	
	Päätylevyt	19 160 30	2	0,33 €	0,66 €	
	Oikosulksilta	19 221 90	6	1,26 €	7,56 €	
	Oikosulksilta	19 233 30	1	1,67 €	1,67 €	
	Läpivientilaippa	34 130 23	1	11,40 €	11,40 €	
	Kojekotelo	34 219 32	3		0,00 €	
	Pistotulppa	24 490 47	1	20,00 €	20,00 €	
	Lattiakaappi	72 814 55	1	373,00 €	373,00 €	
	Banaaniliittimet N	-	20	3,30 €	66,00 €	Rexel
	Banaaniliittimet U	-	20	1,50 €	30,00 €	
	Tietokone	-	1	500,00 €	500,00 €	
	Johdot	-				
	Kaapeli - kumi	472167	0,08	420,00 €	33,60 €	
					Yht. 2 654,85 €	