



Janne Aapro

Vaihteen kääntölaitteen releryhmän testaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

21.2.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Janne Aapro
Otsikko: Vaihteen kääntölaitteen releryhmän testaus
Sivumäärä: 24 sivua
Aika: 21.2.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Projektipäällikkö Tero Väisänen
Lehtori Eero Kupila

Insinööriyön tavoitteena oli suunnitella automatisoitu kestotestaus junaraiteen pitkän vaihteen sähkökääntölaitteen vaihderyhmälle. Tilaajana insinööriyölle toimi NRC Group Finland Oy. Työ toteutettiin NRC Groupin tiloissa Riihimäellä.

Työssä perehdytään yleisellä tasolla raidetekniikan asetinlaitteisiin sekä vaihteeseen. Työssä kerrotaan myös, mitä komponentteja käytettiin testauksen toteuttamiseksi.

Lopputuloksena saatiin suunniteltua ja toteutettua ohjelmakoodi, joka kytkintä painettaessa toteuttaa kestotestauksen sähkökääntölaitteen vaihderyhmälle.

Yritykselle luotiin myös toimintakuvaus sekä käyttöohjeet työhön tehdystä koodista ja sen toiminnasta.

Avainsanat: asetinlaite, vaihde, vaihderyhmä, ohjelmoitava logiikka

Abstract

Author: Janne Aapro
Title: Point Machine's Relay Group Testing
Number of Pages: 24 pages
Date: 21 February 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Tero Väisänen, Project Manager
Eero Kupila, Senior Lecturer

The objective of this thesis project was to design an automated endurance test for rail track's long point point machine's relay group. This project was carried out for NRC Group Finland Oy. The work was done in NRC Group's facilities in Riihimäki, which is their main production location.

This thesis explains what interlock, rail point and point control group are. Also components used to perform the testing are presented.

As a result, a program code that performs the endurance test for the point machine's control group was designed and implemented. Pressing a switch will start the test, which will turn the point between its extremes according to wanted repetitions and after the desired amount, the test will stop automatically.

Keywords: interlock, rail point, point control group, programmable logic

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	NRC Group Finland Oy	1
3	Asetinlaite	2
3.1	Mekaaninen asetinlaite	2
3.1.1	Kampiasetinlaite	2
3.1.2	Kankiasetinlaite	3
3.2	Sähkömekaaninen asetinlaite	4
3.3	Vapaakytkentäinen releasetinlaite	4
3.4	Elektroninen asetinlaite	6
3.5	Releryhmäasetinlaite	7
3.5.1	Rele	7
3.5.2	Releen toiminta	9
4	Vaihde	9
4.1	Yksinkertainen vaihde	9
4.2	Vaihteen kääntölaite	11
5	Ohjelmoitava logiikka	13
6	Testaus	14
6.1	Testauslaitteiston kokoonpano	19
6.2	Ohjelmakoodin suunnittelu	21
6.3	I/O-moduuli	21
6.4	Lopullinen testaus	22
7	Yhteenveto	23
	Lähteet	24

1 Johdanto

Opinnäytetyö on toteutettu NRC Group Finland Oy:n kanssa. Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa prototyyppi vaihderyhmän kestoestaukseen. Järjestelmän ohjaus toteutettiin ABB:n logiikalla ja I/O-moduulilla sekä ABB:N omalla ohjelmointisovelluksella.

Tämä työ on jatkoa aikaisemmasta tutkimuksesta, jossa oli rakennettu tarvittavat komponentit valmiiksi ja tehty testattavasta vaihderyhmästä tilakone. Tilakoneen perusteella suunniteltiin ohjelmakoodi, joka suorittaa kestoestauksen.

Työn tarkoituksena oli myös tutustuttaa työn tekijä ratatekniikkaan.

Luvussa 2 kerrotaan, millainen yritys NRC Group Finland Oy on ja mitä he tekevät. Luvuissa 3–4 on teoriaosuutta muun muassa asetinlaitteista, mitä ne ovat ja mikä niiden tehtävänä on, sekä rautatievaihteesta. Ohjelmoitavan logiikan toiminnasta kerrotaan luvussa 5. Luvussa 6 on kuvausta testilaitteiston kokoonpanosta sekä ohjelmakoodin suunnittelusta.

2 NRC Group Finland Oy

NRC Group on Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa toimiva Pohjoismaiden johtava raideinfra-alan toimija [1]. Suomessa toimiva NRC on maan suurin rauta- ja raitioteiden rakentaja sekä radan kunnossapitäjä yli 150 vuoden kokemuksella. Yritys on myös merkittävä raideinfran sähköverkkojen ja turvalaitejärjestelmien rakentaja ja kunnossapitäjä sekä rautatiemateriaalien toimittaja. [1.]

Vuonna 2018 NRC Group Norway osti kunnossapitoyhtiö VR Trackin. Yrityskaupan yhteydessä VR Track sai uuden nimen ja brändin. Tämän yrityskaupan myötä muodostui Pohjoismaiden suurin raideinfra-yritys [2]. Tästä perustui NRC Group Finland Oy.

3 Asetinlaite

Asetinlaite on rautatieliikenteen ohjaukseen käytettävä turvalaite. Asetinlaitteella asetetaan junille ajoluvat niille määrätyille reiteille ja varmistetaan kulkuteille niille määrättyjen ehtojen täytyminen. Ehtoina ovat vaihteiden lukitus kulkutien mukaiseen asentoon, muiden kulkuteiden esto ja kulkutien mukaisten opasteiden antaminen.

3.1 Mekaaninen asetinlaite

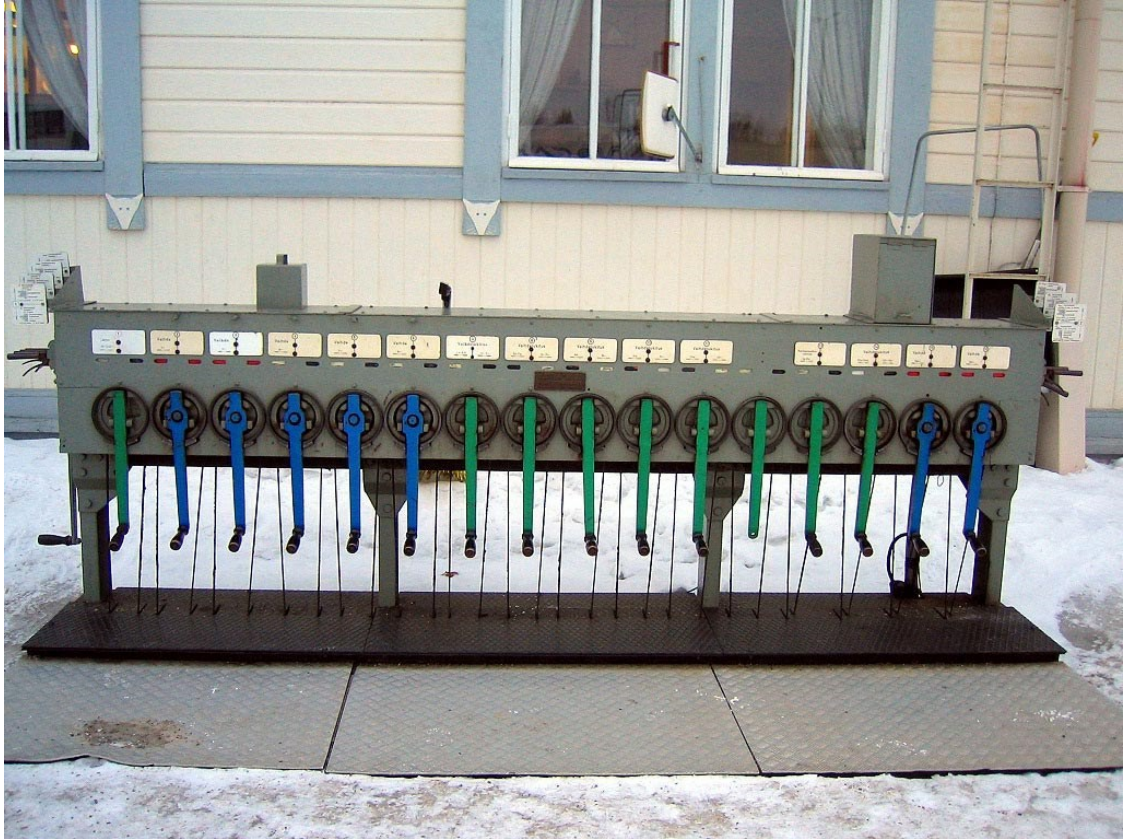
Mekaaninen asetinlaite on käsin paikallisesti ohjattava turvalaite, jolla saadaan asetettua junille kulkutiet. Mekaanisella asetinlaitteella voidaan toteuttaa vaihteiden kääntö ja siipiopastimien asettaminen keskitetysti [3, s. 29]. Mekaanisia asetinlaitteita ovat kampiasetinlaite ja kankiasetinlaite.

3.1.1 Kampiasetinlaite

Kuvassa 1 nähdään, millainen on kampiasetinlaite. Kampiasetinlaitteessa on vaihteille kammet, joita pyörittämällä saadaan käännöt toteutettua. Vaihteille johtaa kaksi vaijeria ja vaihteen suunnasta riippuen valitaan kammenpyöritysuunta, jolloin kääntävä vaijeri vetää vaihteen haluttuun asentoon. [3, s. 29.]

Asetinlaitelaatikon sisällä on valvonta kummastakin vaihteen vaijerista. Laatikosta löytyy myös jokaiselle kulkutielle oma valvontatanko. Valvontatanko on suunniteltu lovien avulla siten, että lovien ollessa tietyssä asennossa saadaan varmuus kulkutiellä olevien vaihteiden lukitus oikeaan asentoon. Opastin on mahdollista asettaa ajon sallivaan asentoon vasta, kun kaikki kulkutievaihteet

ovat vaaditussa asennossa, jolloin siipiopastin on mahdollista kääntää ajon sallivaan asentoon. [3, s. 29.]



Kuva 1. Kajaanissa sijaitseva kampiasetinlaite.

3.1.2 Kankiasetinlaite

Kankiasetinlaiteella on hyvin samanlainen toimintaperiaate kuin kampiasetinlaiteella, eli vaihteita, opastimia ja kulkuteiden varmistamista ohjattiin vaijereiden välityksellä mekaanisesti [3, s. 30]. Kuvassa 2 nähdään kankiasetinlaite, joiden kankia kääntämällä saadaan toteutettua vaihteiden kääntöjä, opastimien ohjauksia sekä kulkuteiden varmistamista.



Kuva 2. Englannissa sijaitseva kankiasetinlaite.

3.2 Sähkömekaaninen asetinlaite

Sähkömekaaninen asetinlaite ohjaa ratalaitteita sähköisesti, mutta kulkutie-ehdojen valvonta tapahtuu mekaanisesti. Sähkökääntölaitteilla varustetut vaihteet voidaan kääntää asetinlaitteella annetuilla ohjauksilla. Kulkutie voidaan lukita mekaanisesti vasta, kun vaihteet ovat oikeissa asennoissa. Asetinlaitteeseen on liitetty valo-opastimia, joita voidaan ohjata lukittujen kulkuteiden sekä raiteiden vapaanaolotietojen mukaisesti. Suomessa sähkömekaanisia asetinlaitteita on ollut vain muutamia kappaleita käytössä, mutta ne ovat poistuneet käytöstä jo monia kymmeniä vuosia sitten. [3, s. 31.]

3.3 Vapaakytkentäinen releasetinlaite

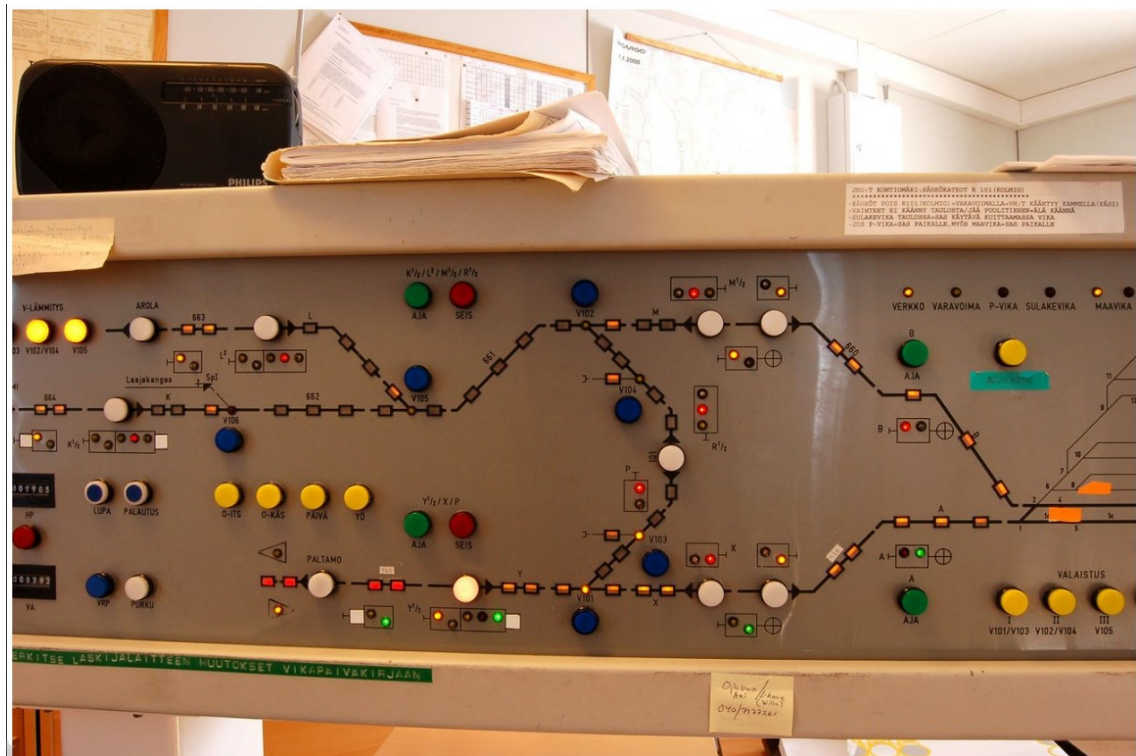
Vapaakytkentäisessä releasetinlaitteessa kytkentäkomponentteina käytetään turvalaitereleitä, joiden oikea sekä turvallinen toiminta on varmistettu kytkentä-

teknisesti tai mekaanisella rakenteella. Releasetinlaitteessa ulkolaitteiden ohjaus- ja valvonta sekä kaikki riippuvuudet on toteutettu relekytkennöillä. [3, s.31.]

Vapaakytkentäisen releasetinlaitteen suunnittelu aloitetaan laatimalla lukitustaulukko turvalaitoksen yleiskaavion avulla. Lukitustaulukossa on määritelty jokaisen kulkutien ehdot, kuten viholliskulkutiet, vapaaksi vaadittavat raideosuudet sekä tarvittavat vaihteiden asennot. Tämän taulukon pohjalta laaditaan kyseessä olevan asetinlaitetyypin suunnitteluperiaatteita noudattaen piirustukset kytkennöistä sekä kaikista muistakin toiminnallisuuksista. [3, s. 31.]

Jopa pienessäkin liikennepaikassa, jossa on käytössä vapaakytkentäinen releasetinlaite, voi olla jopa tuhansia kytkentäpisteitä. Tämän johdosta asetinlaitteen luovutuksen käyttöönottotarkastajan täytyy olla todella asiantunteva sekä tarkkaavainen henkilö, joka käy jokaisen toiminnallisuuden läpi myös kytkentävirheiden varalta. [3, s. 31.]

Vapaakytkentäisessä releasetinlaitteessa käyttöliittymänä toimii asetinlaitetaulu, joka on nähtävissä kuvassa 3. Tauluun on koottuna ratapihakaavion mukaisesti kaikki ohjattavat ulkolaite-elementit. Kulkuteiden varmistus tapahtuu painamalla haluttujen kulkuteiden raidekuvioon sijoitettuja aloitus- sekä maalipisteen painikkeita. [3, s. 31.]



Kuva 3. Asetinlaitetaulu.

3.4 Elektroninen asetinlaite

Elektroninen asetinlaite perustuu tietotekniikkaan. Asetinlaite toteutetaan joko tietokoneilla tai ohjelmoitavilla logiikoilla. Ohjelma tunnistaa tulopiirien avulla valvottavien laitteiden tiloja, esimerkiksi vaihteiden asennot tai raidevirtapiirien tilat. Ohjelmoitu logiikka ohjaa lähtöpiirien avulla ratalaitteita, esimerkiksi vaihteiden kääntöjä. [3, s. 33.]

Elektronisen asetinlaitteen turvallisuustoiminnot perustuvat loogisiin operaatioihin, jotka määritellään sovellusohjelmistossa. Kaikki toiminnot perustuvat binääristen muuttujien totuusarvoihin. Turvallisuustoimintojen suunnittelussa yritetään kuvata kaikkien elementtien ominaisuudet täydellisinä, jotta mahdolliset sekä mahdottomatkin tilayhdistelmät tulevat käsitellyiksi. [3, s. 46.]

3.5 Releryhmäasetinlaite

1950-luvun puolivälissä asetinlaitevalmistajat alkoivat suunnittelemaan muita keinoja releasetinlaitteen kulkutielogiikan toteuttamiseksi isommilla ratapihoilla. Tuloksena tästä syntyi releryhmäasetinlaite, jossa jokaisen yksilöllisesti määritellyn kulkutien sijaan käytössä onkin elementtimäärittely, jossa jokaiseen turvalaitokseen kuuluvaa elementtiä, kuten vaihdetta, opastinta tai raideosuutta varten on varattu oma vakiokytkentäinen releryhmä [3, s. 31.]. Yleisin releryhmäasetinlaite Suomessa on Siemensin SpDrS50-VR-asetinlaite [4, s. 17].

Ryhmät yhdistetään toisiinsa releryhmäkaavion mukaisesti turvalaitoksen yleiskaavion perusteella erityisillä spurkaapeleilla, jossa jokaiselle kaapelin säikeelle on varattu tietty vakioehto. [3, s. 31.]

Releryhmäasetinlaitteen etuina vapaakytkentäiseen releasetinlaitteeseen on edullisemmat suunnittelu- ja asennustyöt sekä paljon yksinkertaisemmat käyttöönottotarkastukset, sillä suuri osa releryhmien kytkennöistä on tarkastettu jo valmistustehtaalla. [3, s. 32.]

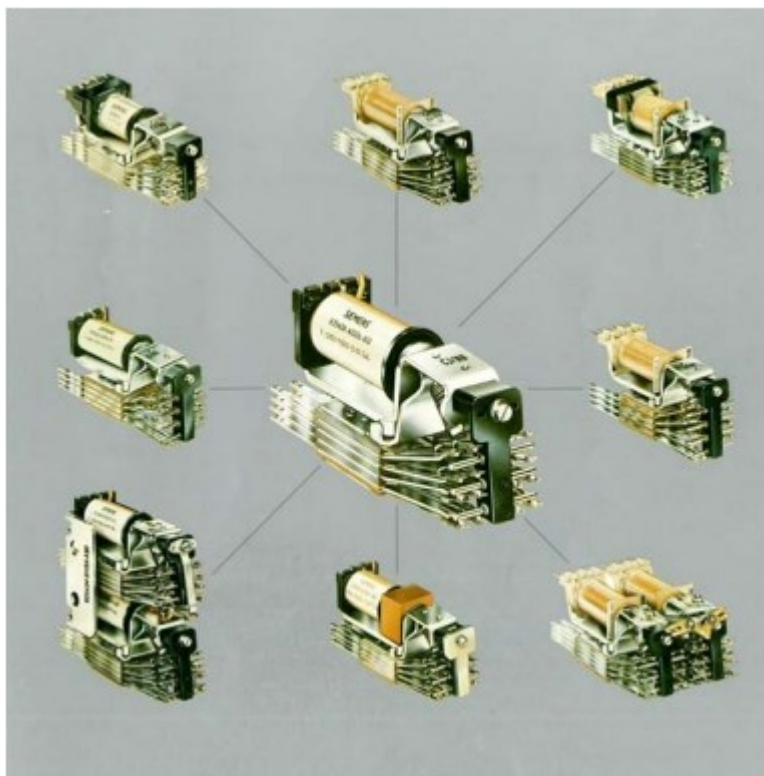
Releryhmäasetinlaitteella on yleensä käytössä samanlainen asetintaulu kuin vapaakytkentäisellä releryhmäasetinlaitteella, mutta suurilla ratapihoilla voi olla käytössä ilmaisintaulu ja erillinen ohjausnäppäimistö. [3, s. 31.]

3.5.1 Rele

Rele on sähkötekniinen komponentti, jolla saadaan ohjattua erillisen ohjausvirran avulla toisia virtapiirejä, joissa voi olla suurempia sähkövirtoja ja jännitteitä. Releet tulivat turvalaitekäyttöön 1900-luvun alussa. Ensimmäiset sovellukset liittyivät mekaanisen asetinlaitteen liityntöihin. Tärkeimpänä näistä oli raiderele raiddevirtapiiriin, joka on vieläkin käytössä. [3, s. 51.]

Releen käytön etu turvalaitesovelluksissa on loogisten toimintojen helppo toteutus, hyvät tehokytkeä- ja potentiaalierotusominaisuudet, epäherkkyys ympäristöolosuhteisiin sekä sen avulla on mahdollista yhdistää loogiset ja kytkentätoiminnot samaan komponenttiin. [3, s. 51.]

Releitä on kahta eri päätyyppiä: C- (controlled) ja N- (Non-controlled). C-tyyppin releitä valvotaan virtapiirien kytkentöjen avulla ja N-tyyppin releitä valvotaan sen oman mekaniikan avulla. N-tyyppin releet ovat kooltaan suurempia kuin C-tyyppin releet, koska releen toiminta varmistetaan suurella ankkurirakenteella. C-tyyppin releen rakenteen mekaaniset vaatimukset ovat pienemmät, jolloin rele on pienempi kuin N-tyyppin. Suomessa on pääosin käytössä C-tyyppin releitä. Yleisin käytetty rele on Siemensin K 50-rele ja sen tukireleversiot (kuva 4). [3, s. 51.]



Kuva 4. K 50 -rele sekä sen variaatioita.

3.5.2 Releen toiminta

Rele on sähköisesti toimiva kytkin, jonka toiminta perustuu sähkömagneettiin. Kun releen kelaan kytketään jännite, sen kautta alkaa kulkea sähkövirta. Sähkövirta tekee kiinteästä rautasydäimestä magneetin, joka vetää liikkuvan ankkurin kiinni rautasydämeen ja tästä saadaan aikaan releen kosketintoiminnot. Kun kelan virtapiiri katkaistaan, rautasydämen magneettisuus katoaa ja liikkuva ankuri irtoaa rautasydäimestä, jolloin koskettimet palautuvat perusasentoon. [5, s. 96.]

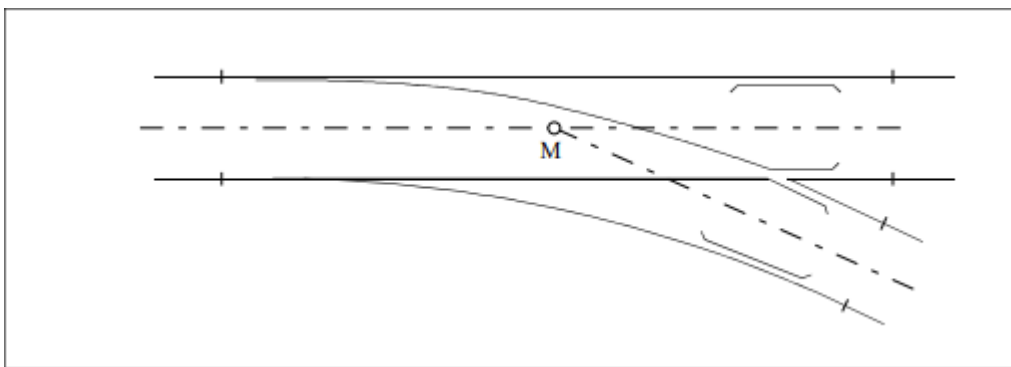
4 Vaihde

Vaihteella tarkoitetaan junaraiteiden liityntäkohtaa, jossa liikennettä voi ohjata raiteelta toiselle [6, s.5]. Suomen junaliikenteessä on käytössä neljä erilaista vaihdetyyppiä, joilla junat kulkevat. Nämä ovat yksinkertaiset vaihteet, kaksoisvaihteet, risteysvaihteet sekä raideristeykset. Insinööriyön kannalta tarkastellaan yksinkertaista vaihdetta hieman tarkemmin, sillä kestotestauksen vaihde-ryhmä on liitettynä yksinkertaiseen vaihteeseen.

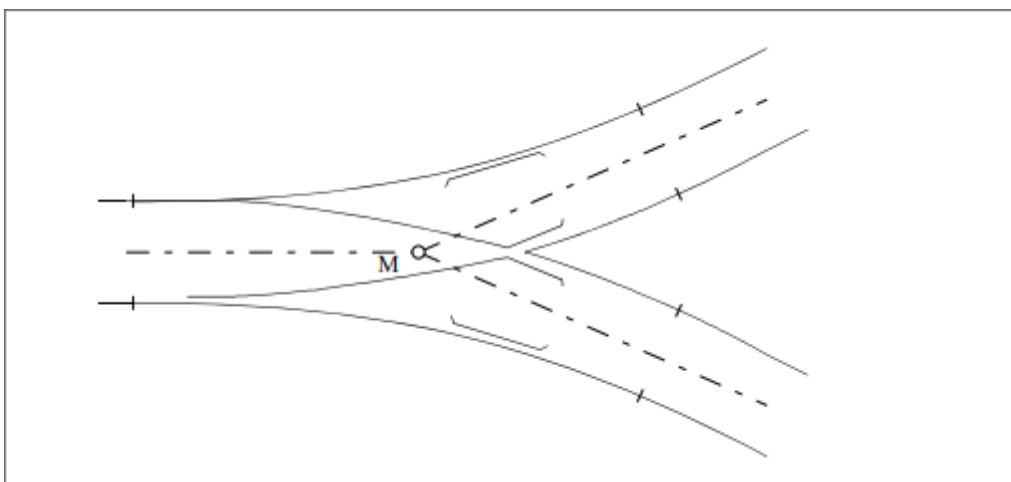
4.1 Yksinkertainen vaihde

Suorat yksinkertaiset vaihteet ovat tavallisimpia vaihteita. Yksinkertaisiin vaihteisiin kuuluu erikoismuotoina lisäksi kaarrevaihteet (sisäkaarrevaihde sekä ulkokaarrevaihde) ja tasapuoliset vaihteet. Vaihteet jaetaan lyhyihin tai pitkiin vaihteisiin risteyskulman ja vaihteen poikkeavan raiteen kaarresäteen perusteella. Lyhyeen vaihteeseen lasketaan poikkeava raideosuus, jonka suurin sallittu nopeus on enintään 40 km/h ja pitkän vaihteen nopeus on suurempi kuin 40 km/h. [7, s. 10.]

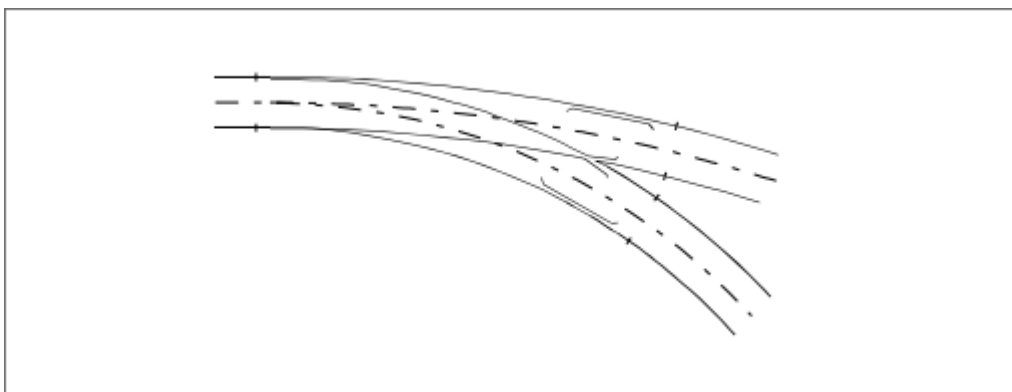
Kuvat 5–7 auttavat ymmärtämään, mitä tarkoitetaan yksinkertaisella vaihteella ja millaisia ne ovat.



Kuva 5. Oikeakätinen yksinkertainen vaihde.



Kuva 6. Tasapuolinen yksinkertainen vaihde.



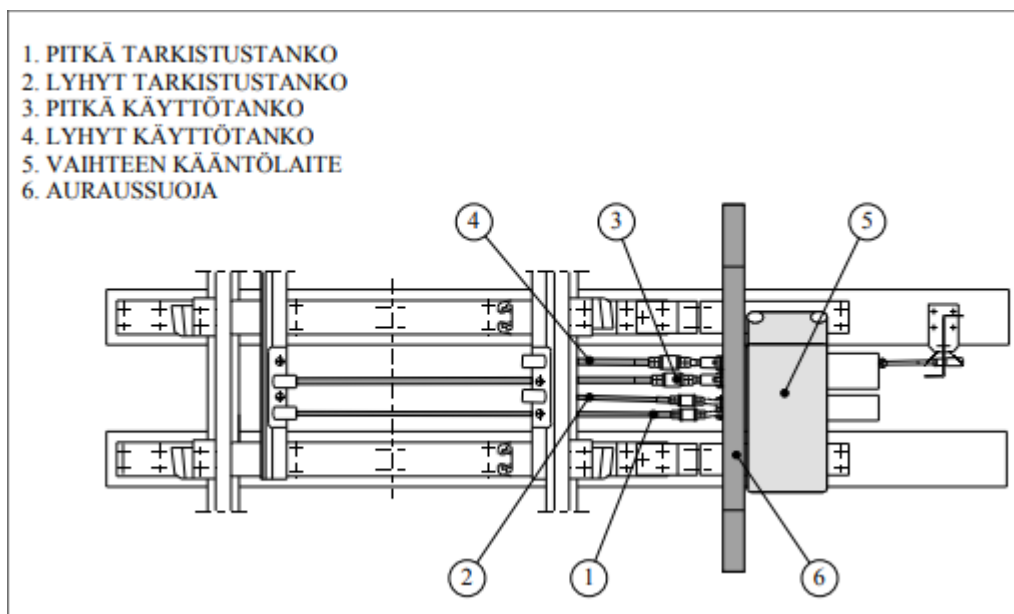
Kuva 7. Yksinkertainen sisäkaarrevaihte.

4.2 Vaihteen kääntölaite

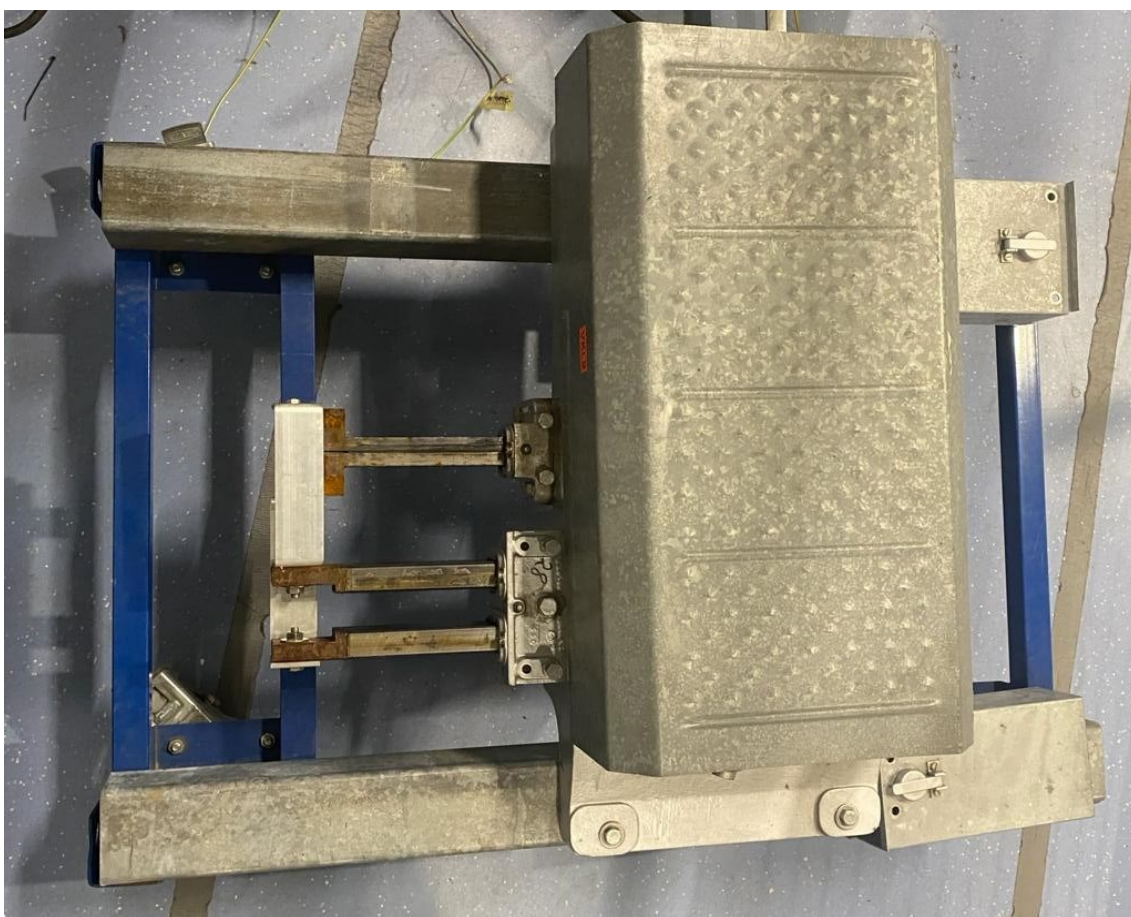
Vaihteen kääntölaitteen tarkoituksena on siirtää juna raiteelta toiselle. Vaihteen kielien kääntämiseen pääteasentojen välille käytetään käsikäyttöisiä, sähkömekaanisia tai sähköhydraulisia kääntölaitteita. Kääntölaite sisältää vaihteen asettimen ja välitysmekanismiin. Usein kääntölaitteeseen on yhdistetty vaihteen pääteaseman varmistamiseksi lukitukseen ja valvontaan tarvittavat komponentit. [6, s. 35.]

Sähkökääntölaite toimii sähkömoottorilla, joka kääntää hammaspyörien, kitkakytkimen ja hammastankojen avulla vaihdetta kumpaankin kieleen kytkettyjen käyttötankojen avulla. Kääntölaitteelle tulevia kaapelisäikeitä käytetään vaihteen valvontaan sekä moottorijohtimina. Kun vaihdetta halutaan kääntää, kääntökytkentä katkaisee vaihteen valvonnan, jonka jälkeen kytkee moottorivirran. Vaihteen kääntymällä moottorivirta katkeaa ja vaihteen valvonta kytkeytyy päälle. [3, s. 117.]

Kuvassa 8 nähdään vaihteen sähkökääntölaitteen periaatekuva ja kuvassa 9 valokuva todellisesta kääntölaitteesta.



Kuva 8. Vaihteen sähkökäyttölaite. [5]



Kuva 9. Vaihteen sähkökäyttölaite.

5 Ohjelmoitava logiikka

PLC eli ohjelmoitava logiikka on mikroprosessoripohjainen laite, jonka tarkoitus on lukea käyttäjän sille annettuja muuttuvia tuloja eli inputeja ja tulojen avulla ohjata lähtöjä eli outputeja. Logiikka toimii ohjelmoitavalla koodilla, jossa rakennetaan toimintoja tulojen ja lähtöjen avulla. Ohjelmakoodi tallennetaan paristolla toimivaan prosessorin sisäiseen muistiin. Tulot ja lähdöt ovat joko integroituja tai modulaarisia, joihin kytketään toimilaitteita, kuten kytkimiä, painikkeita, merkivaloja ja moottoreita sekä antureita. Logiikka saa tuloporttien kautta tietoa eri toimilaitteista. Ajantasaisten tilatietojen avulla logiikka voi ohjata lähtöportteihin liitetyjä laitteita.

Logiikka käyttää joko digitaalisia tai analogisia signaaleja. Esimerkiksi kytkimet ja painikkeet käyttävät digitaalista signaalia, joka ilmaisee kytkimen tilan olevan joko tosi tai epätosi (1 tai 0).

Analogiset signaalit välittävät kaikki toiminta-alueensa arvot. Tyypilliset laitteet, jotka käyttävät analogista signaalia ovat lämpötila-, virtaus- ja painelähettimet.

Ohjelmoitavan logiikan ohjelmakoodia on mahdollista luoda viidellä erilaisella ohjelmointikielellä. Nämä ovat tikapuukaavio eli Ladder Diagram (LD), sekvenssikaavio eli Sequential Function Chart (SFC), toimilohkokaavio eli Function Block Diagram (FBD), strukturoitu teksti eli Structured Text (ST) ja ohjeluettelo eli Instruction List (IL).

Tikapuukaavio, sekvenssikaavio sekä toimilohkokaavio rakentuvat erilaisista toimintalohkoista. Strukturoitu teksti ja ohjeluettelo rakentuvat lähdekoodista eli tekstistä, joka kirjoitetaan itse. Yleisimpiä ohjelmointikieliä lähdekoodin tuottamiselle on C-kieli, JavaScript sekä Python.

6 Testaus

NRC Groupilla on erilaisten vaihderyhmien huoltoon sekä käyttöönottestaukseen keskittynyt korjaamo Riihimäellä. Varsinainen huollon tarkastus tehdään vasta asetinlaitteen avulla. Tällä hetkellä vain yksittäisiä toimintoja voidaan testata huoltopisteessä. Laajempi testaus on suoritettava aina asetinlaitteella. Asetinlaitteella tehtävä testaus on haasteellisempaa, sillä se täytyy tehdä junaliikenteen ehdoilla.



Kuva 10. Vaihderyhmä A203.

Kuvassa 10 on nähtävillä testattavan vaihderyhmän A203 releyhdistelmät. Releet WL2 sekä WS1 ovat tukireleitä; muut releet ovat yksittäisinä.

Tukireleen käytössä aina toinen releistä on vetäneessä tilassa ohjausjännitteestä riippumatta. Tukirelettä ohjataan antamalla pulssimainen ohjaus ylä- sekä alakäämille vuorotellen. Tukirele toimii bistabiilina muistina. Bistabiilin muistin ominaisuutena on kaksi vakaata tasapainotilaa tarkoittaen, että tukirele voi olla levossa vain toisessa tasapainotilassa kerrallaan. Etuja tällaisella releyhdistelmällä on tilansäästö, taloudellisempi toteutus sekä kytkentöjen helppompi toteutus. [8, s. 16–17.]

Kuvassa 12 on vaihderyhmä kuvattuna takaapäin. Nastat ovat merkittyinä ylhäältä alaspäin niin, että yksi rivi on yksi kirjain ja oikealta vasemmalle rivillä mentäessä jokaisella nastalla on oma numero. Esimerkiksi ylin rivi on rivi A ja nastat ovat 1–10. Releiden koskettimiin yhdistyviin *nastoihin* kytketään spurkaapeli, jossa jokaisella kaapelin säikeellä on varattu vakioitehtävänsä. Vaihderyhmiä voi yhdistää toisiinsa näiden nastojen ja spurkaapelin avulla, jolloin ryhmät saavat ja lähettävät tietoja toistensa välillä.

Vaihderyhmä voi vikaantuessaan pienimmillään estää junaliikenteen käytön vain siinä vaihteessa, johon vaihderyhmä on kytkettynä. Se voi mahdollisesti myös vaikuttaa muidenkin vaihteiden toimintaan ja estää liikennöinnin laajemmalla alueella.

A203 tilakone	
Rele	Vedossa Päästänyt
Vaihteen asennovalvontarele WU 11.1	
kaantokäskyn ilmaisurele WSM	
Vaihteen kääntörele WS 1	
Vaihteen asentorele WLL 1.11.4 (Magneettirele)	
Vaihteen asentorele WLL 11.5 (tukirele)	
Vaihteen kääntörele WS2	
Vaihteen aukajon ilmaisurele WAM 2.01.7	
Ydistelmä rele WKA 11.9	
Vaihteen asentorele WLL 1.11.11 (Magneettirele)	
Vaihteen kääntövirran kytkentäkontaktori WSS	Vaihde kääntyy
I/O	
Input 2g (NOK 0)	Vaihde vakotus+ plus asennossa
Output 8h (NOK 18.0)	Max. 7s
Input 8g (NOK 3)	
Output 4h (NOK 18.2)	Max. 7s
Input 2g (NOK 2)	
Output 2h (NOK 18.5)	Max. 7s
Output 6g (NOK 18.4)	Max. 6s
Input 3h (NOK 1)	Vaihde vakotus+ miinus asennossa

Kuva 11. Vaihderyhmän A203 tilakone.

Kuvassa 11 on kuvattu työssä käytetyn vaihderyhmän tilakone. Tilakone esittää, mitä toimintoja vaihderyhmän sisällä pitäisi tapahtua missäkin järjestyksessä. Ylempänä on kuvattu releiden tilat ja alempana on I/O:n tulojen ja lähtöjen tilat.

Punainen väri kuvastaa tilaa epätosi, eli rele on päästäneenä tai I/O tilassa 0. Vihreä väri kuvastaa tilaa tosi, eli rele on vetäneenä tai I/O on tilassa 1. Releiden tiloja ohjataan tulojen ja lähtöjen avulla. Tuloportti ohjaa tietyn lähdön päälle, joka sitten ohjaa lähtöön liitetyn releen vetäneeksi. Kun kaikki tulot ja lähdöt menevät kuvan mukaisesti tietyssä järjestyksessä päälle, vaihde kääntyy plusasennosta miinusasentoon, eli toisesta ääripäästä toiseen ääripäähän.

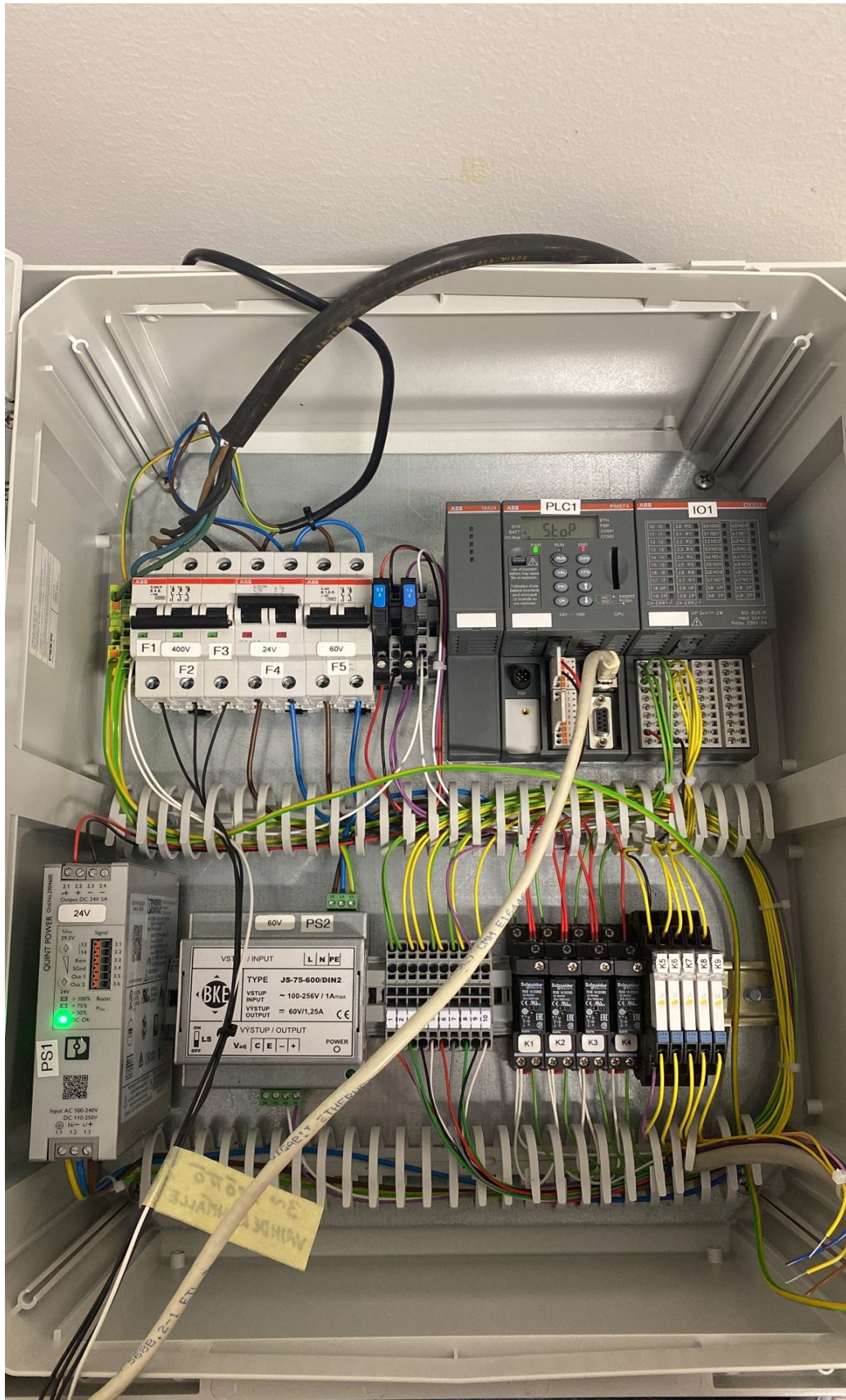


Kuva 12. Vaihderyhmä A203 kuvattuna takaa.

6.1 Testauslaitteiston kokoonpano

Insinööriyössä oli valmiiksi rakennettu laitteistokokonaisuus asennuskoteloon, joka on nähtävissä kuvassa 13. Laitteistolla oli aiemmin tutkittu olisiko automatisoitu testaus mahdollista toteuttaa tietyille vaihderyhmälle. Automatisoitu testaus nopeuttaisi huollettujen laitteiden käyttötarkastusta sekä vaatisi vähemmän resursseja testejä toteuttaessa.

Laitteistoa ohjataan ABB AC500 ohjelmoitavalla logiikalla sekä ABB DX522 I/O moduulilla, johon on kytketty tulot sekä lähdöt.



Kuva 13. Testilaitteiston komponentit asennuskotelon sisällä.

6.2 Ohjelmakoodin suunnittelu

ABB AC500 PLC:n käytössä on ABB:n oma ohjelmointisovellus nimeltä ABB Automation Builder. Sovelluksen ohjelmakoodiksi päädyttiin käyttämään tika-puukaaviomenetelmää (Ladder Diagram), jossa on toteutettu asetinlaitteen vaihteenkääntötestaus. Ohjelmakoodin lähdöt ja tulot toimivat digitaalisilla signaaleilla, eli ovat joko tilassa tosi (1) tai epätosi (0). Koodi on toteutettu tavalla, jossa yhdessä networkissa on kuvattu yhden releen ehdot saadakseen rele vetäneeksi ja koodissa päästään seuraavaan networkiin vasta, kun aikaisemman ulostulon tila on tosi. Ulostulojen tilat ovat aikamäärättyjä ajastimien avulla, eli ne ovat määrätyn ajan päällä.

Ensimmäiseen networkiin on tehty testauksen aloitus. Seuraavaan networkiin on tehty kääntökäskyn hyväksymisen ilmoitus, kun vaihde on valvotussa asennossa toisessa ääripäässä. Myös toiselle ääripäälle on tehty oma network ja näiden kahden väliltä koodi lukee itse, kumman networkin ehdot täyttyvät ja jatkaa sitten seuraavaan networkiin. Koodissa on olemassa myös laskuri, joka laskee vaihteiden kääntöjen määrän ja lopettaa koodin lukemisen asetettujen toistojen jälkeen. Kun laskuri on laskenut kaikki toistot, sen nollaus onnistuu testin aloituskytkimen kautta, eli aloituskytkimen asento täytyy kääntää ennen uutta testausta.

6.3 I/O-moduuli

I/O-moduuliin kytketään kaikki järjestelmän ohjattavat laitteet. Tässä tapauksessa I/O-moduuliin on kytketty releiden apukoskettimia, jotka syöttävät virtaa vaihderyhmän releille. Kuvassa 14 on lueteltuna työhön liitetyt tulot ja lähdöt.

Object Name	Variable	Channel	Address	Type	Description	Terminal
DX522		Digital inputs I0 - I7	%IB0	BYTE		
DX522	K1_11	Digital input I0	%IX0.0	BOOL	3g	1.0
DX522	K2_11	Digital input I1	%IX0.1	BOOL	3h	1.1
DX522	K3_11	Digital input I2	%IX0.2	BOOL	2g	1.2
DX522	K4_11	Digital input I3	%IX0.3	BOOL	8g	1.3
DX522	START_STOP	Digital input I4	%IX0.4	BOOL	Aloittaa testauksen/lopettaa testauksen	1.4
DX522		Digital input I5	%IX0.5	BOOL		1.5
DX522		Digital input I6	%IX0.6	BOOL		1.6
DX522		Digital input I7	%IX0.7	BOOL		1.7
DX522		Relay outputs R0 - R7	%QB18	BYTE		
DX522	K5_A1	Relay output R0	%QX18.0	BOOL	8h	2.0
DX522	K6_A1	Relay output R1	%QX18.1	BOOL	4g	2.1
DX522	K7_A1	Relay output R2	%QX18.2	BOOL	4h	2.2
DX522	K8_A1	Relay output R3	%QX18.3	BOOL	2h	2.3
DX522	K9_A1	Relay output R4	%QX18.4	BOOL	6g	2.4
DX522	STOP_OUTPUT	Relay output R5	%QX18.5	BOOL	Pysäyttää testauksen, kun laskuri laskenut loppuun	2.5
DX522		Relay output R6	%QX18.6	BOOL		2.6
DX522		Relay output R7	%QX18.7	BOOL		2.7

Kuva 14. I/O-luettelo.

6.4 Lopullinen testaus

Testaus toteutettiin ohjelmakoodilla, jonka kuvaus on kerrottu luvussa 6.2. Testaus onnistui vaaditulla tavalla. Vaihekääntöjä saatiin tehtyä laskurin mukainen määrä. Määrän täytyttyä laskuri asetti päälle lähdön, joka estää uuden vaihekäännön tekemisen. Vikaisuutta testattiin asettamalla releille lukituksia, jotka estävät relettä vetämästä. Onnistuneesti koodi ei mennyt eteenpäin eikä vaihde kääntynyt.

Lopullinen testilaitteisto asennetaan sellaiseen kuntoon, missä johdotukset on tehty oikeaoppisesti asennuskotelossa. Laitteelle myös tehdään oma alue, jossa vaihderyhmän testauksia on mahdollista toteuttaa huoltojen jälkeen.

Automatisoidulla testauksella saadaan nopeutettua huollettujen laitteiden käyttöönottoa, koska testaus toimii yhden kytkimen painalluksella. Jos testi menee läpi, niin kaikki on kunnossa ja laite voidaan viedä kentälle takaisin asennettavaksi käyttöön. Vikatilanteissa tarkastajalla on tarkastettavana 11 relettä. I/O-moduulin listaukset sekä ohjelmakoodin näkeminen nopeuttavat vian löytämistä, koska niiden avulla pystyy näkemään tarkalleen, mitkä tulot ja lähdöt menevät viimeisimpänä päälle.

7 Yhteenveto

Työ aloitettiin tutustumalla teoriassa asetinlaitteisiin, varsinkin releryhmäasetinlaitteeseen sekä vaihteen sähkökääntölaitteeseen. Tämän jälkeen alettiin tutkia aikaisemmassa tutkimuksessa tehtyä asennuskoteloä ja siinä olevia komponentteja sekä niiden toimintoja. ABB:n sovellukseen perehtymiseen sekä sen käyttöönottoon meni pitkään, sillä ohjelma oli entuudestaan tuntematon. Ohjelmakoodin simulointitestauksia tehtiin paljon, ja koodia jouduttiin hiomaan paljon, ennen kuin simulaatiota oli mahdollista kokeilla oikean sähkökääntölaitteen sekä vaihderyhmän kanssa.

Työssä onnistuttiin tavoitteiden mukaisesti, sillä ohjelmakoodin testaus onnistui tavoitteiden mukaisesti ja vaihteen sähkökääntölaitetta kytetään nyt ohjaamaan vaihteen ääripäiden välillä.

Lähteet

- 1 NRC Group Finland Oy. NRC Group pähkinänkuoressa. Verkkoaineisto <https://nrcgroup.fi/yritys/>. Luettu 29.11.2021.
- 2 Kuukkanen Tatu. 2018. Norjalainen NRC Group ostaa VR Trackin – kaupassa muodostuu Pohjoismaiden suurin raideinfrayhtiö. Verkkoaineisto <https://yle.fi/uutiset/3-10451180>. Luettu 28.1.2022.
- 3 Järvinen Laura & Viitanen Jari. 2014. Rautatieturvallitteet. Helsinki: Kustantaja Laaksonen. Luettu 18.11.2021.
- 4 Sorsimo, Tero. 2017. Releasetinlaite Siemens DrS. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. Luettu 29.11.2021.
- 5 Ahoranta, Jukka. 2014. Sähköasennustekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Luettu 9.12.2021.
- 6 Ratahallintokeskus. 2000. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Verkkoaineisto https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rato_4_vaihteet.pdf. Luettu 24.11.2021.
- 7 Liikennevirasto. 2012. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 4 Vaihteet. Verkkoaineisto https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2012-22_rato_4_web.pdf. Luettu 24.11.2021.
- 8 Liikennevirasto. 2013. Releiden käyttö rautatieturvallitteetekniikassa. Verkkoaineisto https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lop_2013-05_releiden_kaytto_web.pdf. Luettu 19.1.2022.