

Reijo Tähtinen

24V RULLAMOOTTORIKÄYTTÖJEN MÄÄRITTELY  
AUTOMAATIOJÄRJESTELMISSÄ

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma  
2019

## 24V RULLAMOOTTORIKÄYTTÖJEN MÄÄRITTELY AUTOMAATIOJÄRJESTELMISSÄ

Tähtinen, Reijo  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Marraskuu 2019  
Sivumäärä: 48  
Liitteitä: 1

Asiasanat: kuljetinjärjestelmät, automaatio, sähkökäytöt

---

Työn tarkoituksena oli tutkia rullamoottorikäyttöjä ja siihen liittyviä osa-alueita oikean laitekoonpanon valitsemiseksi määritettyjen vaatimusten mukaan.

Työssä tarkasteltiin rullamoottorin etuja sekä ilmenneitä haasteita automaatiojärjestelmissä. Tarkastelun kohteena oli myös kuljetettava kappale ja miten sen fyysiset ominaisuudet tulee ottaa huomioon kuljetinjärjestelmää suunniteltaessa. Rullamoottoreiden käyttö on lisääntymässä ja työssä on esitetty muutamia käyttökohteita. Tarkemmin työssä perehdyttiin rullamoottoreita ohjaaviin ohjainkortteihin sekä niiden ominaisuuksiin ja liitettävyyteen. Jännitteenjakelu suurilla virroilla tuo haasteita kuljetinjärjestelmän sähköistykseen.

Opinnäytetyötä voidaan käyttää materiaalina myöhemmin tehtävälle valintatyökälulle, joka määrittelee rullamoottorikäytöt sovelluskohtaisesti. Opinnäytetyö myös avaa uusia näkökulmia rullamoottorikäytöistä Cimcorp Oy:n automaatiojärjestelmiä suunnitteleville henkilöille.

# SPECIFICATION OF 24V MOTOR DRIVEN ROLLERS IN AUTOMATION SYSTEMS

Tähtinen, Reijo

Satakunnan Ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical and Automation Engineering

November 2019

Number of pages: 48

Appendices: 1

Keywords: conveyor systems, automation, electric drives

---

The purpose of this thesis was to examine motor driven rollers and related subareas in order to select the correct configuration according to specified requirements.

This thesis examined both the benefits and challenges of roller motors in automation systems. The object to be transported and how its physical characteristics should be taken into consideration when designing the conveyor system were also considered. The usage of roller motors is on the rise and a few uses are presented in this thesis. More specifically, this thesis focused on the circuit boards and their features and connectivity. Power distribution at high currents poses challenges to the electrification of the conveyor system.

This thesis can be used as a material for a subsequent selection tool that defines motor driven rollers for each application. This thesis also opens up new perspectives about motor driven rollers for automation system designers in Cimcorp Oy.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	CIMCORP OY .....	6
3	TASAVIRTAMOOTTORI .....	7
3.1	Kenttäkäämitty moottori .....	7
3.2	Harjallinen tasavirtamoottori .....	8
3.2.1	Hyödyt	8
3.2.2	Haitat	9
3.3	Harjaton tasavirtamoottori .....	9
4	24V RULLAMOOTTORI.....	10
4.1	Yleistä .....	10
4.2	Toimintaperiaate .....	11
4.3	Hyödyt.....	11
4.4	Haasteet Cimcorp Oy: n sovelluksissa.....	12
4.5	Itoh Denki rullamoottorin valinta .....	13
5	KULJETETTAVA KAPPALE .....	15
5.1	Kuljetettavan kappaleen pituus ja leveys .....	15
5.2	Kuljetettavan kappaleen korkeus .....	16
5.3	Kuljetettavan kappaleen paino ja painon jakautuminen .....	16
5.4	Kuljetettavan kappaleen materiaali .....	17
6	KULJETTIMEN VAATIMUKSET .....	17
6.1	Staattinen varaus .....	17
6.2	Melutaso.....	18
6.3	Kosteus.....	18
7	VOIMANSIIRTO.....	20
7.1	Hammashihna .....	20
7.2	Moniurahihna.....	21
7.3	Pyöröhihna .....	21
8	KÄYTTÖKOHTEET .....	22
8.1	ZPA kuljetin.....	22
8.2	Kaarre.....	23
8.3	Kitkakuljetin .....	26
8.4	Hihnakuljetin.....	27
9	ITOH DENKI OHJAINKORTIT .....	28
9.1	Rullamoottorin sisäinen ohjainkortti.....	28
9.2	Vakio ohjainkortti .....	31

9.3	Ohjainkortti ZPA logiikalla .....	33
9.4	Ohjainkortti risteykselle .....	34
9.5	Verkko ohjainkortti .....	36
10	INTERROL OHJAINKORTIT .....	37
10.1	DriveControl .....	37
10.2	MultiControl .....	37
10.3	ZoneControl .....	38
10.4	ConveyorControl.....	38
11	PULSEROLLER OHJAINKORTIT .....	40
11.1	Standard Drive Control .....	40
11.2	Advanced Drive Control .....	41
12	VIRTOJEN MITOITUS .....	42
13	YHTEENVETO .....	43
LIITTEET		

## 1 JOHDANTO

Nykypäivän edistyksellisissä tuotanto- ja jakeluympäristöissä kuljetinjärjestelmien suunnittelu voi olla vaikea haaste. Monimutkaiset ongelmat on saatava ratkaistua. Näitä ongelmia helpottamaan on keksitty innovatiivinen ja kehittynyt ratkaisu, joka täyttää tuotantoautomaation vaatimukset ja joustavuuden. Rullamoottori on omavarainen moottoroitu rulla, joka avaa uusia mahdollisuuksia materiaalien käsittelyjärjestelmien suunnittelussa.

Rullamoottorikäytöt ovat monipuolisesti muokattavissa käyttökohteiden määrittelymien vaatimusten mukaisiksi. Rullamoottoreilla saavutetaan monia hyötyjä tavalliseen käyttöön verrattuna, mutta heikompiakin puolia on. On hyvä varmistaa, tarvitaanko kuljetettavan kappaleen kuljettamiseen mitään erityistoiminpiteitä. Vallitsevat ympäristöolosuhteet ja vaatimukset tulee myös ottaa huomioon kuljetinjärjestelmää suunniteltaessa. Rullamoottoreita ohjaavia ohjainkortteja on saatavilla monelta eri valmistajalta ja monilla eri toiminnoilla. Valittavissa on malleja, jotka vain välittävät ohjauskäskyt rullamoottorille tai vaihtoehtoisesti on malleja, jotka kykenevät ohjaamaan rullamoottoreita itsenäisesti. Sovellukseen suunnitellut toiminnot ja vaatimukset määrittelevät rullamoottorikäytön kokoonpanon.

## 2 CIMCORP OY

Cimcorp-konserni on rengasteollisuuden automaatiojärjestelmien johtavia toimittajia koko maailmassa. Yrityksellä on myös vahva asema elintarviketeollisuuden ja vähittäiskaupan jakelun keräilyjärjestelmien sekä postinlajittelun automaation toimittajana. Cimcorpin pääkonttori sijaitsee Ulvilassa. Cimcorp on osa japanilaista Murata Machinery, Ltd (Muratec) –konsernia. Yhteistyö Muratecin kanssa sekä Cimcorpin omat tytäryhtiöt eri maissa mahdollistavat laajan kansainvälisen palveluverkoston. Kotimaassa on kolmella paikkakunnalla huoltoa tarjoavat toimipisteet. Cimcorp toimii kansainvälisillä markkinoilla ja konsernin palveluksessa on noin 450 ammattilaista. (Cimcorp Oy: n intranet)

### 3 TASAVIRTAMOOTTORI

Tasavirtamoottori on tasajännitteellä toimiva sähkömoottori. Tasavirtamoottoreissa magneettien napaisuutta vaihdetaan roottorissa kollektorin eli sähkövirran suunnan kääntäjän avulla. Kollektorissa roottoriakselin pyörimisliike saa aikaan napaisuuden vaihdon. Kollektorin rakenteen perusteella voidaan päätellä, onko kyse harjallisista vai harjattomista tasavirtamoottoreista. Tasavirtamoottorin fysikaalisiin ominaisuuksiin kuuluu vakiojännitteellä nopeuden putoaminen kuorman kasvaessa. Kaikilla sähkömoottoreilla on yhteinen toimintaperiaate, ne toimivat muuntajina sähköenergian muuttamisesta magnetismiksi ja edelleen mekaaniseksi pyöriväksi liikkeeksi. Tapa, jolla tämä muuntaminen tapahtuu, on pohjimmiltaan sama kaiken tyyppisissä sähkömoottoreissa. Erot moottoreiden välillä löytyvät, kun tarkastellaan, miten magneettikenttä syntyy pyörimisvoiman tai vääntömomentin saamiseksi. (Metropolia 2011; Mubeen 2008, 4)

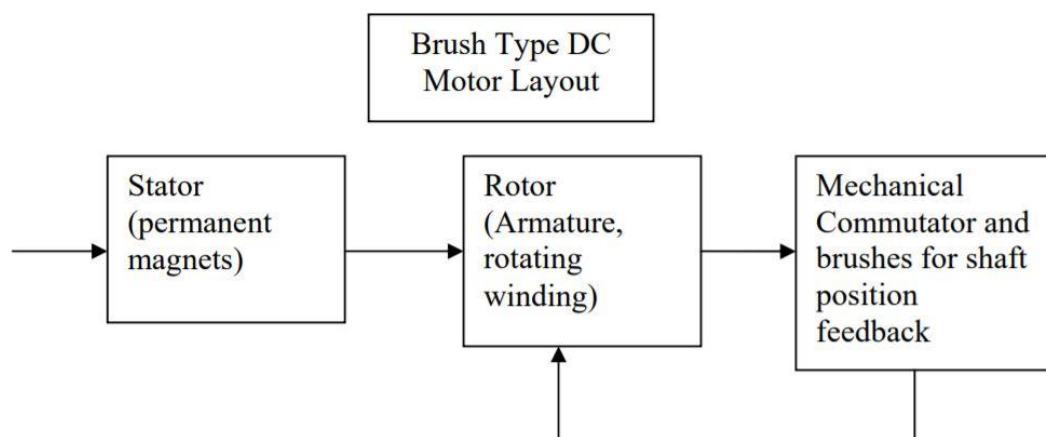
#### 3.1 Kenttäkäämitetty moottori

Kenttäkäämitetyssä moottorissa ei ole kestopagneetteja, vaan ne voidaan korvata sähkömagneettisilla keloilla, jotka ovat tasavirtamoottorin ulkokehällä. Säättämällä staattorin virtaa ja jännitettä on mahdollista vaikuttaa nopeus/voima suhteeseen moottorin akselilla. Moottorin pyörimisnopeus on suoraan verrannollinen staattorin jännitteeseen ja vääntömomentti virtaan. Yleensä kenttäkela ja staattori on kytketty sarjaan. Tällä tavoin käämityllä moottorilla saadaan suuri pyörimismomentti pieninopeuksiselta moottorilta; moottorin pyörimisnopeus riippuu kuormituksesta. Jos kenttäkäämi kytketään staattorin kanssa rinnan, saadaan aikaan, suurinopeuksinen ja pienimomenttinen moottori, jolloin pyörimisnopeus on riippumaton kuormituksesta. Käämit voidaan kytkeä myös osittain sarjaan ja osittain rinnan, jolloin saadaan haluttu pyörimisnopeus ja riittävällä momentilla varustettu moottori. Tällä kytkennällä on mahdollista saavuttaa suuri nopeus, mutta samalla heikompi akselimomentti. Kytkentää kutsutaan kenttäheikennys käytöksi. (Metropolia 2011.)

### 3.2 Harjallinen tasavirtamoottori

Harjallisessa tasavirtamoottorissa, käämitykset ovat rottorissa ja staattori koostuu joko kestmagneeteista tai sähkömagneettisista keloista. Kiertokenttä luodaan kollektorin avulla. Periaatteessa, harjojen kanssa kollektori toimii virrankäntimenä. Kun virta vaihtaa suuntaa käämeissä, syntyy pyörivä sähkömagneettinen kenttä, mikä on välttämätöntä pyörivän liikkeen aikaansaamiseksi. (Mubeen 2008, 13.)

Harjallisessa tasavirtamoottorissa sisäinen takaisinkytkentä on toteutettu mekaanisella kollektorilla ja mekaanisilla harjoilla, joiden läpi virtaa syötetään kollektoriin, josta virta kytkeytyy johtimia pitkin oikealle käämille. (Mubeen 2008, 16.)



Kuva 1. Harjallisen tasavirtamoottorin takaisinkytkentä. (Mubeen 2008, 19)

#### 3.2.1 Hyödyt

Moottorin sisäisen takaisinkytkennän avulla virtaa syötetään oikealle käämille. Tästä syystä tasavirtamoottoreilla on aina korkea käynnistysvääntömomentti, merkittävästi korkeampi kuin induktio moottoreilla. Tasavirtamoottorilla on lineaariset nopeus- ja vääntöominaisuudet. Käämityksessä virta kytkeytyy käämistä toiseen, akselin asennon takaisinkytkennän perusteella. Moottorin nopeutta voidaan muuttaa suhteessa käytettyyn jännitteeseen. (Mubeen 2008, 16.)



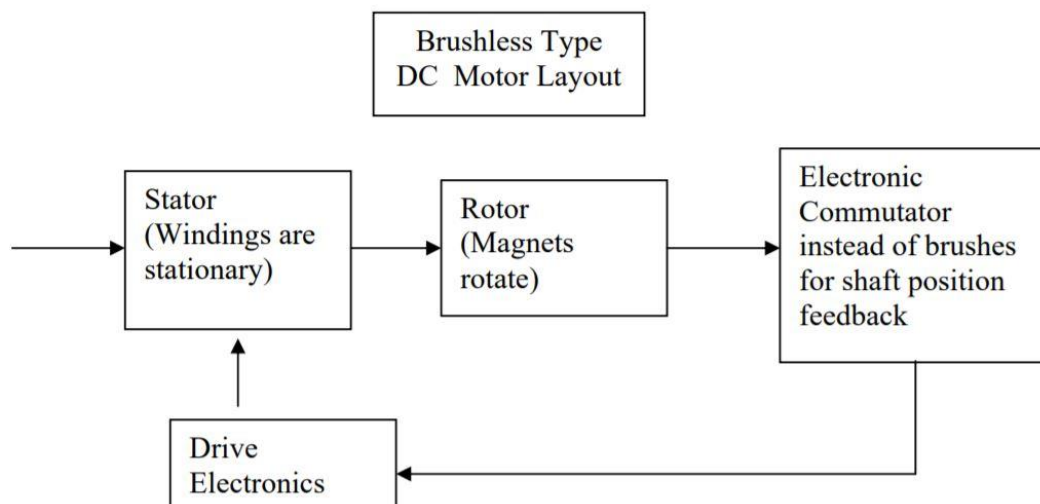
### 3.2.2 Haitat

Harjallisen tasavirtamoottorin olennaisin haitta on harjat. Ne täytyy tarkastaa ajoittain ja vaihtaa, kun ne ovat kuluneet loppuun. Moottorin käyttöikä on siten rajoitettu. Koska moottorin käämit ovat pyörijän päällä, pyörijästä tulee painava. Pyörijän hidaskäyttöisyys voi olla merkittävä haitta nopeisiin käynnistys- tai pysähtymissovelluksiin. (Mubeen 2008, 16.)

### 3.3 Harjaton tasavirtamoottori

Harjattomassa tasavirtamoottorissa magnetointi on roottorissa ja käämitykset staattorissa, päinvastoin kuin harjallisessa tasavirtamoottorissa. Harjat ja kollektori korvataan ohjauselektronikalla, johon käämitykset kytketään. Harjaton tasavirtamoottori on samanlainen verrattuna harjalliseen tasavirtamoottoriin siinä mielessä, että kummassakin moottorissa on sisäinen akselin asennon takaisinkytkentä, joka kertoo tarkalleen mikä käämi kytketään päälle milläkin hetkellä. Sisäinen takaisinkytkentä antaa kummallekin moottorille ainutlaatuiset ominaisuudet eli lineaariset nopeus- ja vääntömomenttikäyrät, jotka sopivat hyvin nopeuden- ja paikanohjaukseen. (Farnell 2019; Mubeen 2008, 16)

Harjattomassa tasavirtamoottorissa sisäinen takaisinkytkentä on toteutettu tietyn tyyppisellä akselin asennon takaisinkytkentäanturilla, joka antaa vaaditun akselin asentotiedon ohjauselektronikalle. Ohjauselektronikka kytkee oikeat käämit päälle täsmälleen oikeaan aikaan. Takaisinkytkentäanturina käytetään tyypillisesti Hall-anturia, enkooderia tai resolveria. Yleensä moottoria käytetään tasajännitteellä, mutta moottoria voidaan käyttää myös vaihtojännitteellä, jos ohjauselektronikassa on tarvittavat piirit vaihtojännitteen muuttamiseksi tasajännitteeksi. (Mubeen 2008, 16.)



Kuva 2. Harjattoman tasavirtamoottorin takaisinkytkentä. (Mubeen 2008, 19)

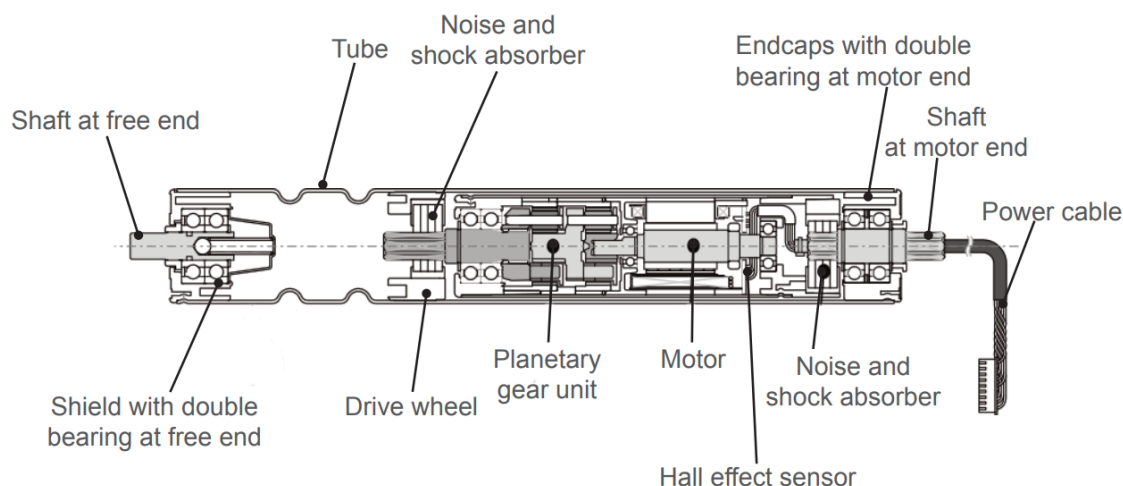
## 4 24V RULLAMOOTTORI

### 4.1 Yleistä

Rullamoottori on tyypillisesti osa kuljetinta, joka saa käyttövoimansa rullan sisäänrakennetusta moottorista. Rullamoottoria ohjataan ohjainkortilla, joka on joko integroitu rullamoottorin sisään tai sijoitettu ulkopuolelle kuljettimen runkoon. Tyypillisesti yhdellä rullamoottorilla ohjataan kuljetinlinjaston aluetta, jossa rullamoottoriin on liitetty tietty määrä vapaita kuljetinrullia. Ohjattava alue on usein kuljetettavan kappaleen kokoinen. Kuljetinlinjaston hajautetun moottoroinnin avulla varmistetaan kappaleiden jatkuva läpimeno. Rullamoottoreita on saatavilla moniin eri käyttötarkoituksiin ja monenlaisilla kokoonpanoilla riippuen sovelluksista, joissa niitä käytetään.

## 4.2 Toimintaperiaate

Rullamoottorin voimanlähteenä on 24 voltin harjaton sähkömoottori. Moottorin ulkokehän eli roottorin vääntövoima välitetään iskunvaimentimen kautta planeettapyörästölle. Planeettapyörästö pyörittää sisähammasvaihdetta, joka on kiinnitetty rullaan. Rulla pääsee pyörimään, koska pääakselia pidetään paikoillaan kuljettimen rungon avulla. (Product Catalog 2017, 2.)



Kuva 3. Rullamoottorin rakenne. (Technical document PM500FE 2017, 6)

## 4.3 Hyödyt

Rullamoottorikäyttö säästää energiaa. Perinteiset kuljettimet käyvät koko ajan riippumatta siitä onko kuljettimella kappaletta vai ei. Rullamoottoroidun kuljettimen alueita käytetään, kun niitä tarvitaan. Tämä tarkoittaa nopeampaa takaisinmaksuaikaa. Koska rullamoottorissa on sisäänrakennettu moottori, se vie huomattavasti vähemmän tilaa perinteisiin moottoreihin verrattuna. Rullamoottorikäyttöiset kuljettimet voidaan asentaa päällekkäin, jolloin tilaa säästyy myös tuotantotiloissa tai varastossa.

Rullamoottorikäyttö lisää myös turvallisuutta. Rullamoottoroidussa kuljettimessa ei ole merkittäviä puristumiskohtia. Rullamoottori tuottaa käyttövoimaa ja vääntömomenttia lyhyelle alueelle, jolloin käyttövoimaa ei ole tarpeeksi ollakseen vaarallinen. Monissa tapauksissa käynnissä olevaan rullamoottoriin voi tarttua paljaalla kädellä ja

saada se pysähtymään. Rullamoottorikäyttö on myös huomattavasti hiljaisempi perinteiseen käyttöön verrattuna. (The Future of Smart Conveyor Design 2019.) Sähköturvallisuuden kannalta rullamoottori on hyvä valinta, koska se käyttää alhaista 24V pinoisjännitettä.

Rullamoottorin asentaminen kuljettimen runkoon ja yhdistäminen muihin kuljetinrulliin on helppoa ja nopeaa. Tällöin mahdollisesti vikaantunut rullamoottori saadaan vaihtomasti vaihdettua, eikä kuljetin joudu seisomaan kauaa. Alueiden pituus on myös helposti muokattavissa. Jopa nykyaikaisimmat vaihdemoottorit tarvitsevat säännöllistä huoltoa ja voitelua. Rullamoottorit puolestaan ovat täysin huoltovapaita. Rullamoottorin komponentteja ei saa vaihdettua, jolloin varaosina ei tarvitse pitää muuta kuin vara rullamoottoreita. (The Future of Smart Conveyor Design 2019.)

#### 4.4 Haasteet Cimcorp Oy: n sovelluksissa

Cimcorp Oy käyttää Itoh Denkin ja Interrollin rullamoottoreita tietyissä sovelluksissaan. Rullamoottorit ovat käytössä joissakin kuljettimissa, risteyksissä ja oheislaitteissa, kuten pinonpurkajissa. Pinonpurkajissa on käytetty joissakin tapauksissa kahta rullamoottoria yhtä aluetta kohden, suuremman massan, kuten pinojen kuljettamiseksi sulavammin.

Interrollin rullamoottoreiden kanssa haasteeksi osoittautui jännitteenjakelu. Interrollin rullamoottorit ovat tarkkoja jännitteentasosta, jolloin rullamoottorit eivät salli kovinkaan suurta jännitteen alenemaa. Itoh Denkin rullamoottorit sallivat suuremman jännitteen aleneman verrattuna Interrollin rullamoottoreihin. Interrollin kanssa ongelmia oli myös tyhjän kuljettimen käynnistyessä. Kuljettimen ollessa tyhjä, kaikki rullamoottorit käynnistyvät samaan aikaan, jolloin muuntaja ei pysy perässä. Rullamoottoreiden käynnistymistä ei pystynyt porrastamaan. Itoh Denkin kanssa haasteeksi osoittautui nopeuden muuttaminen analogisen jännitteen avulla. Liian suurilla analogisen jännitteen muutoksilla, rullamoottori ei käyttäytynyt niin kuin oli suunniteltu. Jos esimerkiksi rullamoottoria ajettiin ensin 300 mm/s ja sen jälkeen tiputettiin nopeuteen 50 mm/s, ohjainkortti ”ramppaa” yli, jolloin rullamoottori ensin pysähtyy ja sen jälkeen

vasta käynnistyy 50 mm/s nopeuteen. Tämä yli ”ramppaaminen” teki rullamoottorin liikkeestä tökkivää. (Kantola henkilökohtainen tiedonanto 24.10.2019)

#### 4.5 Itoh Denki rullamoottorin valinta

Itoh Denkin rullamoottoreissa on tietyt vakio-ominaisuudet, mutta Itoh Denki räätälöi jokaisen rullamoottorin pituuden asiakaskohtaisesti. Valintaan vaikuttavat seikat on määriteltävä selkeästi, jotta valitaan sovellukseen sopiva rullamoottori. (Selection criteria n.d., 1). Cimcorp Oy käyttää rullamoottorin määrittämiseen Itoh Denkin laskentatyökalua.

1. Valitaan, halutaanko rullamoottoria ohjata joko ulkoisella ohjainkortilla tai rullamoottorin sisäänrakennetulla ohjainkortilla.
2. Kuljetettavan kappaleen pituus. Pituuden tulee olla välillä 225-1000mm. Kappaleen pituus määrittelee, kuinka monta rullaa jakaa kappaleen painon.
3. Kuljetettavan kappaleen leveys. Leveyden tulee olla välillä 200-950mm. Kappaleen leveys määrittelee rullamoottorin pituuden, johon lisätään 50-100mm.
4. Kuormitus. Kuormitukseen lasketaan kuljetettavan kappaleen paino sekä mahdolliset pakkausmateriaalit, kuten lava. Kuormitusalue on 1-300kg.
5. Vierintävastus. Eri materiaaleilla on erilainen vierintävastus, mikä vaikuttaa rullamoottorin tangentiaalisen voiman laskemiseen.
6. Iskukuormitus. Tämä tulee ottaa huomioon, jos kappale tiputetaan kuljettimelle. Rullan staattinen kuormitusraja vähennetään laskelmassa puoleen, jotta iskusta aiheutunut voima kompensoituu.
7. Valitaan rullamoottorin halkaisija. Mitä suurempi halkaisija, sitä suurempaa kuormaa voidaan kuljettaa.
8. Kumipinnoitus. Pinnoitus estää kappaleita liukumasta ja suojaa kappaleiden pintaa kuljetuksen aikana. Tästä täytyy huomioida, että kumipinnoituksen kanssa kehänopeus kasvaa ja tangentiaalinen voima pienenee.
9. Rullien asennusvälin määrittäminen. Pidemmällä asennusvälillä rullia tarvitaan vähemmän, mutta kuormituskapasiteetti ja kuljetuksen vakaus heikkenevät.

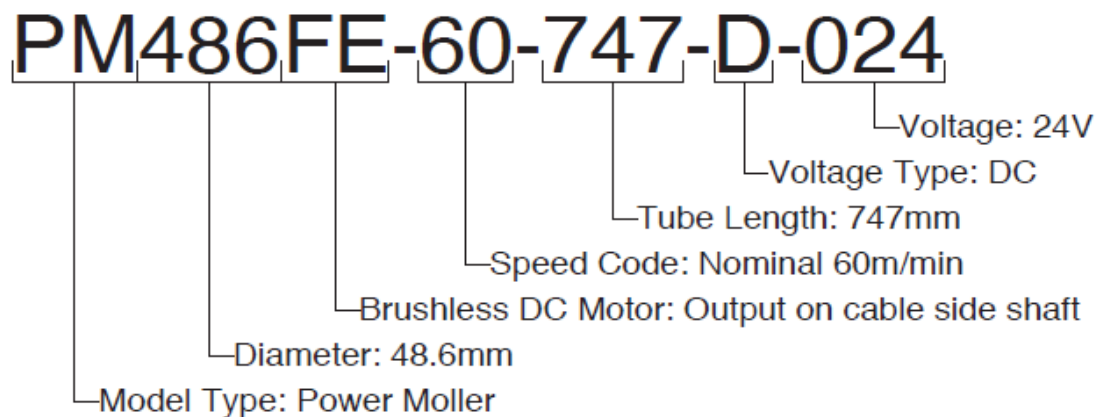
10. Jarru. Jarrullinen vaihtoehto valitaan, jos vaatimuksena on kuorman paikallaan pitäminen kaltevassa tasossa.
11. Määritellään kuljettimen kaltevuuskulma. Kaltevuuskulma voi olla korkeintaan viisi astetta. Mikäli kuljetin on kaltevassa tasossa, suositellaan rullamoottori vaihtoehtoa, joka on varustettu sisäänrakennetulla sähkömagneettisella jarrulla.
12. Valitaan tapa, jolla vapaat kuljetinrullat yhdistetään rullamoottoriin.
13. Valitaan rullamoottorin nopeuskoodi. Suuremmalla nopeuskoodilla kuljetusnopeus kasvaa, mutta tangentiaalinen voima pienenee. Nopeudet ilmoitetaan yksikössä m/min. (Power Moller Selection Tool, 2019.)

Seuraavaksi täytyy määrittää tarvittavien rullamoottoreiden määrä, joilla varmistetaan kuorman kunnollinen kuljettaminen. Tarkistetaan kuorman paino ja pohjamateriaali, joiden avulla määritetään tarvittavan tangentiaalisen voiman määrä. Tangentiaalisen voiman avulla ilmaistaan kuorman siirtämiseen tarvittavaa voimaa rullakuljettimella. (Selection criteria n.d., 2.) Tarvittava voima lasketaan kaavalla:

$$TF = a * \mu * m$$

missä TF on tarvittava tangentiaalinen voima, a on normaali putoamiskiihtyvyys,  $\mu$  on kuorman pohjamateriaalin vierintävastus ja m on kuorman paino.

Jokaisella rullalla ja rullamoottorilla on staattinen kuormitusraja. Kuormitusraja selviää rullamoottoria vastaavasta teknisestä asiakirjasta. Rullamoottoria ei saa kuormittaa kuormitusrajan yli. Kuorman paino jakautuu tasaisesti alle jäävien rullien kesken, jos kaikki rullat ovat asennettu samaan tasoon. Rullamoottoreiden määrä yhtä aluetta kohti lasketaan jakamalla vaadittu tangentiaalinen voima ja valitun rullamoottorin tangentiaalisella voimalla. Rullamoottoreiden tangentiaaliset voimat löytyvät niitä vastaavista teknisistä asiakirjoista. (Selection criteria n.d., 2-3.)



Kuva 4. Itoh Denkin esimerkki osanumeroinnista. (Product Catalog 2015)

## 5 KULJETETTAVA KAPPALE

Kuljetettavan kappaleen ominaisuudet, vaatimukset suhteessa kuljetinjärjestelmään ja ympäristöolosuhteet ovat järjestelmän suunnittelun lähtökohdat.

### 5.1 Kuljetettavan kappaleen pituus ja leveys

Kuljetettavan kappaleen pituudella ja leveydellä on vaikutus useisiin tekijöihin. Mitä suurempi on kappaleen pituuden ja leveyden suhde, sitä vakaammin kappale käyttäytyy kuljetettaessa. Pituuden ja leveyden suhteen pienentyessä, voi olla tarpeellista ryhtyä lisätoimenpiteisiin, vakaan kuljettamisen saavuttamiseksi. Kuljettimen suositeltu leveys vastaa kuljetettavan kappaleen leveyttä +50mm tai suurille kappaleille, kuten lavoille, +100mm. Kappaleen kuljettamiseksi ilman ongelmia, rullien väli tulee valita niin, että kappale kulkee vähintään kolmen rullan päällä millä tahansa hetkellä. (Planning basics 2018, 249.)

Rullia voidaan kuormittaa eri suuruisilla voimilla. Rullan staattinen kuormitus on annettu, sitä vastaavassa teknisessä asiakirjassa. Arvot perustuvat oletukseen, että kappale lepää kokonaisuudessaan käytettävän rullan päällä, eikä vain osan rullan päällä. Hyvin pitkät kappaleet eivät yleensä lepää kaikkien rullien päällä, jotka jäävät kappaleen

leen alle. Pitkille kappaleille, rullien kiinnityskorkeuden toleranssi tulisi olla mahdollisimman pieni, jotta mahdollisimman monet rullat kuljettaisivat kappaletta. (Planning basics 2018, 249.)

## 5.2 Kuljetettavan kappaleen korkeus

Mitä korkeampi on kuljetettavan kappaleen korkeus, sitä suurempi riski on sen kaatumiseen kuljettimella. Kuljetinrullien väli tulee olla mahdollisimman lyhyt, jotta kappaleen liikkuminen on tasaista ja mahdollisimman suuri alue kappaleesta on kuljetinrullien päällä. Kaltevilla kuljetinreiteillä täytyy määrittää kuljetettavan kappaleen painopiste ja tarkistaa, onko riskiä kappaleen kaatumiseen. (Planning basics 2018, 249.) Rullamoottoreita käytetään ohjainkorteilla, joissa on säädettävät kiihdytys- ja pysähtymisrampit. Näillä rampeilla pystytään välttymään ei toivotuilta äkillisiltä liikkeiltä ja sitä kautta välttämään kappaleen kaatuminen.

## 5.3 Kuljetettavan kappaleen paino ja painon jakautuminen

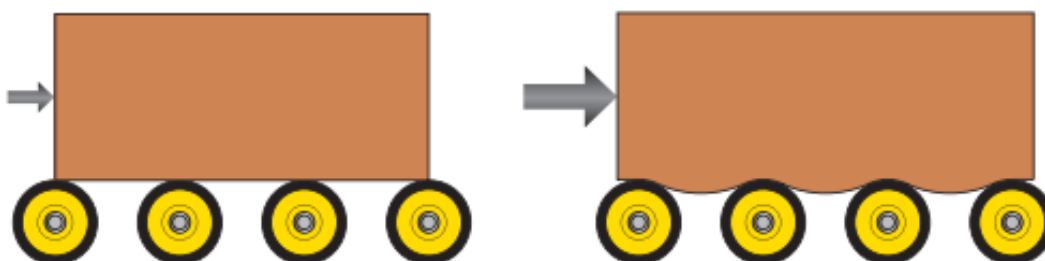
Kappaleen paino on jaettava kuljetinrullille siten, että yksittäisen rullan enimmäiskuormitusrajaa ei ylitetä. Tämän takia voi olla mahdollista, että enemmän kuin kolmen kuljetinrullan on tuettava kuljetettavaa kappaletta. Kappaleen painon tulee jakautua niin tasaisesti kuin mahdollista. Epätasainen painonjakautuminen hankaloittaa luotettavaa kuljettamista. Suuremmalla rullan halkaisijalla saavutetaan korkeampi kuormituskapasiteetti. Rullat vahvistavat kuljetinta ja toimivat kuljettimen poikittaistukina. (Planning basics 2018, 249.)

Rullamoottori on valittava siten, että vääntömomentti on riittävä liikuttaakseen järjestelmää, joka koostuu useista kuljetinrullista ja käyttöelementeistä. Sen lisäksi, käyttö on mitoitettava kappaleen painon mukaan. Käyttöelementtejä, kuten pyöröhihnoja tai lattahihnoja valitessa, kappaleen paino on otettava huomioon. Painavia kuormia siirrettäessä suositellaan käytettävän moniurahihnoja pyöröhihnojen sijasta. Niiden käyttöikä ja voimansiirtokyky ovat huomattavasti korkeammat pyöröhihnoihin verrattuna. (Planning basics 2018, 249.)



#### 5.4 Kuljetettavan kappaleen materiaali

Materiaalilla on vaikutus vierintä- ja käynnistysvastukseen. Kovilla materiaaleilla on pienempi vierintä- ja käynnistysvastus kuin pehmeillä materiaaleilla. Materiaalilla on suora vaikutus vaadittuun tehomäärään ja se täytyy sisällyttää laskelmiin. Vaikka kaksi eri materiaalia painaisivat saman verran, pehmeämmän materiaalin kuljettamiseen vaaditaan enemmän tehoa. Myöskin kuljetinrullien väli pienenee, pehmeitä materiaaleja kuljetettaessa. Jos rullien väli materiaaliin nähden on liian suuri, seurauksena kitkakuljettimissa voi olla, että kappale lakkaa liikkumasta kuljettimella. Kappaleessa mahdollisesti olevat urat tai hihnät eivät vaikuta siirrettävyyteen, jos ne ovat liikesuunnan kanssa samaan suuntaan. (Planning basics 2018, 249-250.)



Kuva 5. Kovan ja pehmeän materiaalin käyttäytyminen rullakuljettimella. (Planning basics 2018, 269)

## 6 KULJETTIMEN VAATIMUKSET

Kuljettimen kokoonpanoa määriteltäessä on otettava huomioon suurin mahdollinen läpimenevien kappaleiden määrä suunnitellussa ajassa, kappaleen muoto, kappaleen paino ja painon jakautuminen, ohjaus vaatimukset ja ympäristöolosuhteet.

### 6.1 Staattinen varaus

Kuljetinrullien välityksellä tapahtuva kuljetus luo sähköstaattisen varauksen, joka riippuu rullan materiaalista sekä kuljetettavasta materiaalista. Sähköstaattisen varauksen ehkäisemiseksi tai varauksen hälventämiseksi kokonaan ilman kipinöitä, valmistajat

tarjoavat antistaattisia versioita teräsputkellisista rullista. Varaus voidaan johtaa antis-taattisen elementin avulla putkesta akseliin. Jos akselin ja kuljettimen sivuprofiilin vä-lillä on johtava liitos, varaus purkautuu maadoitettuun sivuprofiiliin sen avulla. (Plan-ning basics 2018, 251.)

## 6.2 Melutaso

Melua syntyy kuljettimen eri komponenteista sekä kuljetettavasta materiaalista. Rul-lamoottorit ovat suunniteltu toisistaan erotetuilla elementeillä, mikä vähentää vaihde-laatikon melua. Tyypillisesti rullamoottorin melutaso on alle 50 desibeliä. Ketjukäyttö aiheuttaa enemmän melua kuin hihnakäyttö. Yhä enenevässä määrin, ZPA kuljetusjär-jestelmiä muutetaan pneumaattisista ratkaisuisista rullamoottorikäyttöisiksi. Yhtenä rat-kaisevana tekijänä on rullamoottorikäytön merkitsevästi alhaisempi melutaso. (Plan-ning basics 2018 2018, 251.)

Rullien melun kehittyminen riippuu laakerista ja siitä, kuinka se on kiinnitetty rullaan. Myös laakeripesän materiaali on vaikuttava tekijä rullan melutasoon. Erittäin hiljai-sista rullista ja käyttöelementeistä ei ole paljoakaan hyötyä, jos kuljetettava materiaali aiheuttaa melua kuljettimella. Materiaalista aiheutuvaa melua voidaan ehkäistä monin eri tavoin. Useimmiten, rullien välien lyhentäminen laskee melutasoa. Myönteinen vaikutus on myös rullien asentamisella pystysuunnassa mahdollisimman pienellä to-leranssilla kuljettimen runkoon. Rullat voidaan myös päällystää jollakin meluavaimen-tavalla materiaalilla. (Planning basics 2018, 251.)

## 6.3 Kosteus

Kosteutta voi esiintyä eri muodoissa. Kosteus voi johtua kuljetettavasta materiaalista, ympäristön kosteudesta tai sovelluksesta johtuvasta kosteudesta. Jos järjestelmässä oletetaan olevan kosteutta, kaikki komponentit tulee valita oletettua kosteutta vastaa-vaan suojausluokkaan. Rullamoottorit voidaan valmistaa ruostumattomasta materiaa-lista, kuten ruostumattomasta teräksestä. Vaihtoehtoisesti, rullat voidaan suojata eri-laisilla viimeistelyprosesseilla, kuten sinkittämällä, kromauksella tai typpihiiletyskar-

kaisulla. Rullamoottoreilla on luonnostaan korkea IP54 suojausluokka. Jos sovelluksessa on odotettavissa korkeaa kosteusmäärää tai järjestelmän putsaamista painepesurilla, suojausluokaksi suositellaan IP66. (Planning basics 2018, 251.)

### *Sinkitys*

Teräsrullan pinta on galvaanisesti sinkitty elektrolyysissä. Elektrolyysi tuottaa äärimmäisen tasaisen ja ohuen kerroksen. Kerroksen paksuus on 6-15 µm. Teräsrullien galvanoitu sinkitys on kustannustehokas korroosiosuoja. Galvanoitu sinkitys on kuitenkin väliaikainen suoja teräsrullille korroosiota vastaan. Korroosiosuojauksen kestoa lyhentävät mekaaniset- ja lämpökuormitukset. Sinkkikerroksen partikkelit saattavat kulkeutua pois kuljetettavan materiaalin mukana. Sinkityt pinnat ovat herkkiä naarmuttamaan ja hankaamaan. Äärimmäisiä lämpötilan vaihteluita tulee välttää. Lisäksi, korroosionkestävyys laskee lämpötilan noustessa. Sinkitys soveltuu kuiviin sovelluksiin, joissa on normaalilämpötila. Ehdollinen soveltuvuus suola- ja kosteusympäristöihin sekä kosteiden tai märkien materiaalien kuljettamiseen. Sinkittyjä rullia voidaan käyttää satama-alueilla tai subtrooppisissa maissa. Rullien lisäksi, akselit ja sproketit eli hammaspyörät voidaan sinkittää. Sinkitystä ei voida käyttää elintarvikkeiden kanssa. (General technical information 2018, 25.)

### *Kromaus*

Kromaus on teräsrullien kirkas korroosiosuojaus, joka ei hankaa materiaaleja, toisin kuin sinkityt rullat. Rullat kromataan elektrolyysissä, jonka tuloksena on tasainen ja ohut kromikerros. Kerroksen paksuus on 15-30 µm. Kromaus tarjoaa hyvän suojan korroosiota vastaan. Korroosiosuojauksen kestoa lyhentävät mekaaniset- ja lämpökuormitukset. Vauriot kromipinnoituksessa voivat johtaa pistekorroosioon. Myös kromipinnoitusta käytettäessä äärimmäisiä lämpötilan vaihteluita tulee välttää. Kromipinta on 50 kertaa kestävämpi sinkitettyyn pintaan verrattuna. Kromipinnoitettu rulla soveltuu väri- ja kulumisherkillä materiaaleille. Soveltuu myös paperi- ja puuteollisuuteen ja kuiviin sovelluksiin, joissa on normaalilämpötila. Ympäristöihin, joissa on suolaa, pinnoituksen sopivuus täytyy tarkistaa. (General technical information 2018, 26.)

### *Typpihiiletyskarkaisu*

Typpihiiletyskarkaisu on kulumisenkestävä korroosiosuoja teräsrollalle. Typpihiiletyskarkaisu on lämpökemiallinen prosessi. Prosessissa rullanpinta rikastetaan tyypellä, joka luo kulumisenkestävän keraamisen pinnoitteen. Keraaminen pinnoite on hyvä, mutta väliaikainen suoja korroosiota vastaan. Se on naarmuuntumisen ja hankaamisen kestävä. Mekaaniset vauriot pinnoitteessa voivat johtaa pistekorrosioon. Pinnoite erottautuu edukseen, sillä pinnoite omaa erinomaisen lämmönkestävyyden. Lisäksi pinnoitteella on hyvä liukuominaisuus. Typpihiiletyskarkaistu pinta on 120 kertaa kestävämpi sinkittyyn pintaan verrattuna. Pinnoite soveltuu erittäin raskaita kuljettimille ja sovelluksiin, joissa materiaaleja on kuljetettava akselin suuntaisesti rullien päällä. Pinnoitetta ei voida käyttää elintarvikkeiden kanssa. Typpihiiletyskarkaistu pinnoite ei aiheuta hankaumia, mutta se voi jättää kuljetettavaan materiaaliin värjäjäkiä. (General technical information 2018, 26-27.)

## 7 VOIMANSIIRTO

Käyttöelementeillä viitataan erilaisiin voimansiirron tyyppeihin. Rullamoottorikäytöissä voimansiirto toteutetaan yleensä hammashihnalla, moniurahihnalla tai pyöröhihnalla. Rullamoottoreihin voidaan yhdistää vapaita kuljetinrullia kahdella tavalla, tangentiaalisesti tai rullalta rullalle ketjuttamalla.

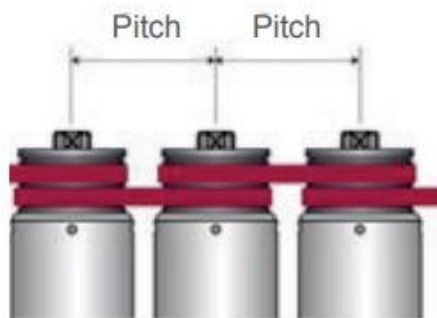
### 7.1 Hammashihna

Hammashihnojen käyttäminen rullakuljetinjärjestelmässä on laskusuunnassa. Yleensä hammashihnat yhdistetään rullalta rullalle ja niitä ei voi käyttää mutkissa. Hammashihnan rakenteen vuoksi, se vaatii enemmän tehoa, kuin moniura- tai pyöröhihnat. Rullien välit tulee olla tarkasti mitoitettu, jotta hammashihna sopii käyttöpään profiiliin. Hammashihnat ovat kuitenkin hiljaisia ja huoltovapaita. Niitä ei tarvitse voidella

eikä kiristää. Hammashihnalla varustetun kuljettimen käyttöpituuden tulee olla mitoitettu siten, että samanaikaisesti kuljetettava materiaali ei ylitä 12 000 Newtonia. (Planning basics 2018, 257.)

## 7.2 Moniurahihna

Moniurahihnat ovat uritettuja kiilahihnoja. Yleensä yhdistetään kuljetinrulliin rullalta rullalle. Hihnassa on oltava joustava vetojännityksen vastaanottava rakenteen osa, mikä tekee siitä huomattavasti joustamattomamman, verrattuna useimpiin pyöröhihnoihin. Siitä huolimatta, hihnaa voidaan käyttää ongelmitta, vaikka rullien väleissä olisi vähän heittoa. Hihna voidaan käyttää myös mutkissa. Rullassa olevan uritetun käyttöpään ja hihnan pienen leveyden ansiosta, hihnat voidaan sijoittaa lähelle kuljettimen sivuprofiilia. Tällöin kuljetinrullan leveyttä voidaan hyödyntää optimaalisesti. Kuljetinjärjestelmissä käytetään yleensä kaksi- tai kolmiuraista hihnaa. (Planning basics 2018, 257.)

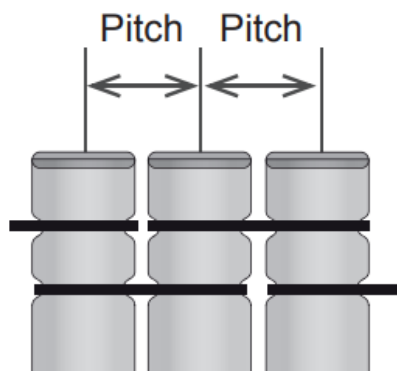


Kuva 6. Kuljetinrullien ketjuttaminen moniurahihnoilla. (Technical document PM500FE 2017, 38)

## 7.3 Pyöröhihna

Pyöröhihnoja on saatavilla eri materiaaleissa, väreissä ja eri kokoisina. Niitä käytetään usein voimansiirtoon rullalta rullalle. Pyöröhihnat ovat kustannustehokkaita ja ne ovat helppoja asentaa. Hihnat asennetaan rullissa oleviin uriin, jolloin hihnat jäävät kuljetettavan kappaleen alle. Tällä tavoin koko rullan leveyttä pystytään hyödyntämään kokonaisuudessaan. Kuitenkin haittapuolena on niiden suhteellisen huono voimansiirto

ja suhteellisen lyhyt käyttöikä. Tämän vuoksi, pääasiallisesti moniurahihnoja käytetään kuljetinjärjestelmissä. (Planning basics 2018, 257.)



Kuva 7. Kuljetinrullien ketjuttaminen pyöröhihnoilla. (Technical document PM500FE 2017, 39)

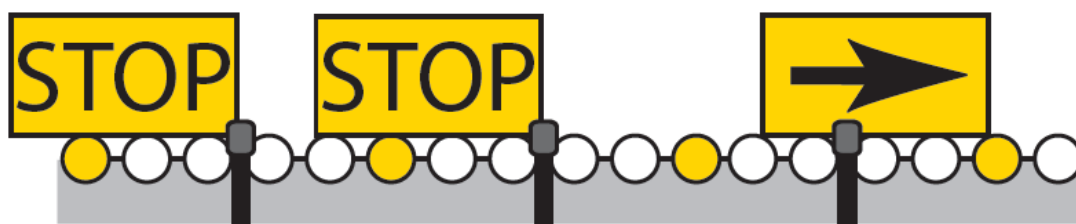
## 8 KÄYTTÖKOHTEET

Cimcorp Oy käyttää Itoh Denkin ja Interollin rullamoottoreita tietyissä sovelluksissaan. Rullamoottorit ovat käytössä joissakin kuljettimissa, risteyksissä ja oheislaitteissa, kuten pinonpurkajissa.

### 8.1 ZPA kuljetin

ZPA kuljetin on yleensä jaettu alueisiin. Alueen koko riippuu pisimmän kuljetettavan kappaleen pituudesta. Jokaisen alueen ominaisuuksiin kuuluu kuljetettavan kappaleen tunnistaminen, esimerkiksi valokennolla. Jos kappale pysähtyy jollekin kuljettimen alueelle, seuraavat kappaleet akkumuloituvat siten, että jokainen kappale jää omalle alueelleen. Kuljettimella olevat kappaleet eivät siten pääse milloinkaan törmäämään toisiinsa. Tämä kuljetusmuoto soveltuu hyvin särkyville kappaleille tai jos halutaan kuljettaa kappaleita yksitellen jotakin tiettyä toimintoa varten, esimerkiksi robotin noukintapaikkaan.

Yhtä aluetta voidaan käyttää yhdellä tai useammalla rullamoottorilla. Kuitenkin, jos aluetta käytetään usealla rullamoottorilla, kuljettimen käytettävyys laskee. Mitä enemmän rullamoottoreita käytetään yhtä aluetta kohti, sitä todennäköisemmin rullamoottori rikkoutuu. On suositeltavaa asentaa rullamoottori alueen keskelle. Alueen vapaat kuljetinrullat yhdistetään rullamoottoriin käyttäen joko moniura- tai pyöröhihnoja. Kuljettimen alueet voidaan aktivoida tai deaktivoida kytkemällä rullamoottorit päälle tai pois päältä halutulla tavalla. (Planning basics 2018, 254.)



Kuva 8. ZPA kuljettimen toimintaperiaate. (Technical Documentation 2017, 6)

## 8.2 Kaarre

On mahdollista rakentaa kaarre sylinterin muotoisilla rullilla. Sylinterin muotoisilla rullilla kuljetettava kappale ei kulje kaarteeseen keskellä vaan vaaditun sivuohjaimen vierellä. Tämä vaatii enemmän energiaa ja aiheuttaa vaurioriskin kuljetettavalle kappaleelle tai sivuohjaimelle. Tästä syystä kaarteeseen suunnittelu kartiomaisilla kuljetinrullilla on suositeltavaa. Kartiomaisen rullan halkaisija kasvaa mentäessä kaarteeseen ulkokehää kohti. Halkaisijan kasvaessa, kehänopeus kasvaa. Tämä mahdollistaa materiaalien kuljettamisen keskellä kaarretta. Tavanomaisilla nopeuksilla ja ideaalilla kaarteeseen suunnittelulla, sivuohjainta ei tarvita. (Planning basics 2018, 262.)



Kuva 9. Kartiomainen kuljetinrulla. (Overview of Conveyor Rollers 2019)

Kaarteen suunnittelu aloitetaan valitsemalla käyttöelementti. Yleisin ratkaisu on käyttää moniurahihnaa. Kaksi- ja kolmiuraiset joustavat hihnat ovat kaarre käyttöön sopivia. Hihnat täytyy asentaa käyttöpään ensimmäisiin uriin kaarteen sisäpuolelle. Kahden hihnan välille jätetään yksi ura väliä. Kun suurimman kuljetettavan kappaleen mitat ovat selvillä voidaan valita kaarteen sisäkehän säteen pituus. Sisäkehän säteen valitsemisen jälkeen lasketaan kaarteen minimi ulkokehän säde kaavalla:

$$R_o = 50mm + \sqrt{(R_i + W) + \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

missä  $R_o$  on kaarteen ulkokehän säteen pituus,  $R_i$  on kaarteen sisäkehän säteen pituus,  $W$  on kuljetettavan kappaleen maksimi leveys ja  $L$  on kuljetettavan kappaleen maksimi pituus.

Kun kaarteen ulkokehän säde on tiedossa, lasketaan kuljetinrullien minimi asennuspituus kaavalla:

$$EL_{MIN} = R_o - R_i$$

missä  $EL_{MIN}$  on minimi asennuspituus,  $R_o$  on kaarteen ulkokehän säteen pituus ja  $R_i$  on kaarteen sisäkehän säteen pituus.

Kaarteeseen valittavan rullan pituus täytyy olla suurempi kuin laskettu minimi asennuspituus. Valinnan jälkeen lasketaan kaarteen todellinen ulkokehän säteen pituus kaavalla:

$$R_o = EL + R_i$$

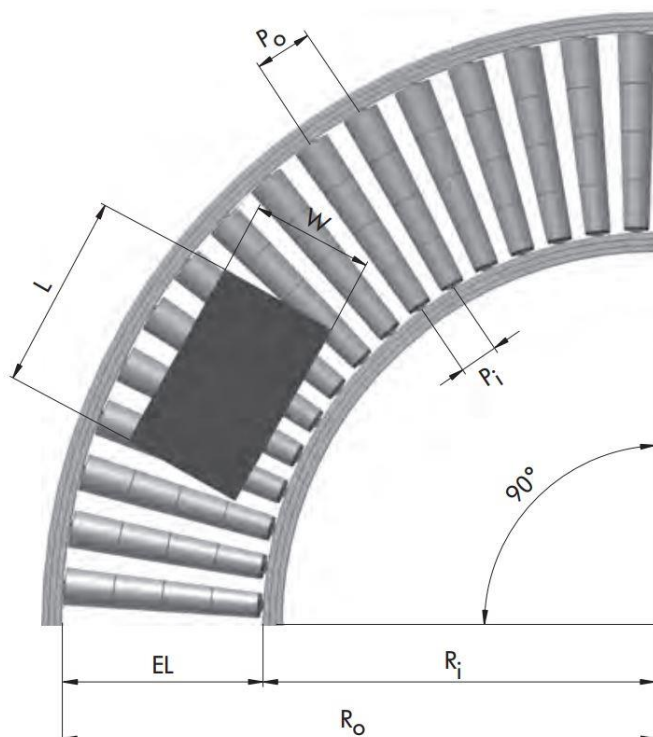
missä  $R_o$  on kaarteen todellinen ulkokehän säteen pituus,  $EL$  on valitun rullan asennuspituus ja  $R_i$  on kaarteen sisäkehän säteen pituus.

Määritetään rullien kiinnitysväli sisäkehälle tai rullien välinen kulma, joka saa olla enintään viisi astetta. Lasketaan rullien kiinnitysväli kaarteen ulkokehälle kaavalla:



$$P_o = P_i * \frac{R_o}{R_i}$$

missä  $P_o$  on rullien kiinnitysväli kaarteen ulkokehällä,  $P_i$  on rullien kiinnitysväli kaarteiden sisäkehällä,  $R_o$  on kaarteiden todellinen ulkokehän säteen pituus ja  $R_i$  on kaarteiden sisäkehän säteen pituus.



Kuva 10. Kaarteiden mitoittaminen. (Planning basics 2018, 262)

Materiaalin täydelliseen kuljettamiseen kaarteiden läpi, nopeuksien tulee olla identtiset kaarteissa sekä kaarteiden molemmiin puolin. Jos nopeudet ovat erisuuruiset, kuljetettava kappale voi menettää asemansa kuljettimella ja osua sivuohjaimiin. Kartiomaisen rullan nopeus ei ole sama rullan joka kohdassa. Jotta kaarteeseen asennettavan rullamoottorin nopeus saadaan selville, täytyy ensin laskea rullan keskimääräinen halkaisija kaavalla:

$$\varnothing_{\varnothing} = \frac{\varnothing_{min} + \varnothing_{max}}{2}$$

missä  $\varnothing_{\varnothing}$  on rullan keskimääräinen halkaisija,  $\varnothing_{min}$  on rullan halkaisija kapeimmasta kohdasta ja  $\varnothing_{max}$  on rullan halkaisija leveimmästä kohdasta.

Kun rullan keskimääräinen halkaisija on tiedossa, voidaan laskea kaarteeseen rullamoottorille asetettava nopeus kaavalla:

$$v_m = \frac{v_s}{\varnothing_{\varnothing}} * \varnothing_s$$

missä  $v_m$  on kaarteeseen asennettavan rullamoottorin nopeus,  $\varnothing_{\varnothing}$  on rullan keskimääräinen halkaisija,  $v_s$  on kaarteeseen molemmin puolin olevien kuljettimien nopeus, ja  $\varnothing_s$  on kaarteeseen molemmin puolin olevien kuljetinrullien halkaisija.

Kaarteeseen vaikuttaa erilaisia voimia. Jos keskipakoisvoima on suurempi kuin staattinen kitkavoima, kuljetettavat materiaalit menettävät melkein aina asemansa kuljettimella. Tämä koskee nopeuksia, jotka ovat yli 0,8 m/s. Kappaleen menetettyä asemansa kuljettimella, kappale ei enää kulje kuljettimen keskellä.

### 8.3 Kitkakuljetin

Jos materiaalit kerääntyvät peräkkäin kuljettimelle ja rullamoottorit jatkavat pyörimistä, siitä aiheutuu kuljetettaviin materiaaleihin kerääntymispainetta. Kerääntymispaine jatkaa kasvamistaan, mitä enemmän materiaaleja kerääntyy. Tämä voi johtaa kuljetettavien materiaalien vaurioitumiseen. Kitkakuljettimet estävät tämän ongelman vähentämällä kerääntymispainetta. Kitkakuljettimen toiminta perustuu jättökytkimeen. Kuljettaakseen materiaaleja kytkimen kitkan on oltava suurempi kuin kitka materiaalin ja rullan välissä. Kun materiaali pysäytetään, rulla pysähtyy, mutta rullan käyttöpää jatkaa pyörimistä. Pysäytys on usein toteutettu jollain mekaanisella ratkaisulla. Kun pysäytin ei ole enää vaikuttuneena, käyttöpään lisäksi myös rulla jatkaa pyörimistä ja kuljetettavat materiaalit jatkavat kuljettimella eteenpäin. (Planning basics 2018, 259.)

Kitkakuljettimia käytetään yleensä kuljettamiseen ja materiaalien kerääntymiseen kuljettimella. Kitkakuljettimien erityispiirre on, että materiaalien kerääntyminen saadaan aikaan pienellä paineella, jolloin kuljettimella oleviin materiaaleihin ei muodostu suurta kerääntymispainetta. Joihinkin sovelluksiin haittana voi olla, että materiaalit ovat kosketuksissa toisiinsa, vaikka kerääntymispainetta olisi vähennetty. Näihin sovelluksiin ZPA kuljetin on sopivampi ratkaisu. (Planning basics 2018, 254.)

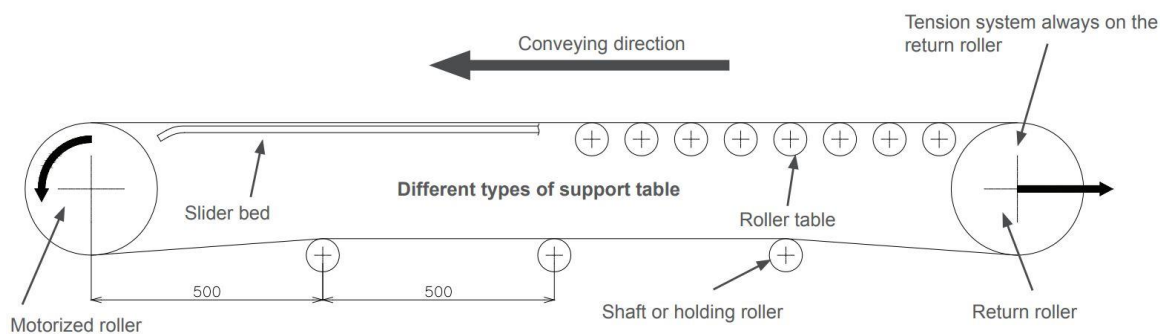
#### 8.4 Hihnakuuljetin

Rullamoottoreita voidaan käyttää myös hihnakuuljettimena. Rullamoottoroidulla hihnakuuljettimella voidaan kuljettaa kevyitä kuormia. Tähän kuljettimeen liittyy suosituksia, joita tulisi noudattaa. Käytettävän hihnan paksuus tulisi olla korkeintaan 1mm ja paino korkeintaan 1,4kg/m<sup>2</sup>. Kuljettimesta voidaan tehdä korkeintaan 2000mm pitkä ja 800mm leveä. Nämä mitat ovat riippuvaisia rullamoottorin nopeuskoodista. Pienemmällä nopeuskoodilla rullamoottori tuottaa enemmän vääntöä, jolloin kuljettimesta saadaan pidempi kuin isommalla nopeuskoodilla. Rullamoottori asennetaan kuljettimen loppupäähän ja paluurulla alkupäähän. Kuljetinta voidaan käyttää vain yhteen suuntaan. Kappaleen kuljettamiseen tarvittava tangentialinen voima voidaan laskea kaavalla:

$$TF = (m_{load} + m_{belt}) * \mu * 1,25 * a$$

missä TF on tarvittava tangentialinen voima,  $m_{load}$  on kuorman paino,  $m_{belt}$  on hihnan paino,  $\mu$  on kitkakerroin ( $0,2 \leq \mu \leq 0,5$ ) kuljettimen tukipöydän ja hihnan välillä ja  $a$  on normaali putoamiskiikkyvyys.

Käytettävän hihnan kireys tulisi olla enemmän kuin 10 Newtonia, mutta enintään 200 Newtonia. Hihnan kiristys toteutetaan aina paluurullaan. Hihnan kiristämisestä johtuvan jännityksen kestämiseksi, rullamoottoreissa on vahvistetut päätykappaleet, joissa on kaksi tarkkuuskuulalaakeria.



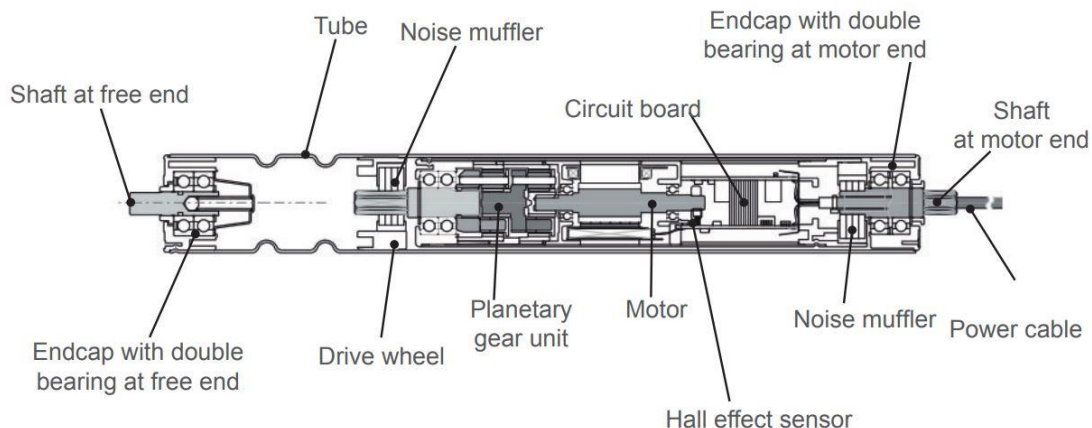
Kuva 11. Rullamoottorikäyttöisen hinnakuljettimen rakenne. (Technical document PM500FE 2017, 29)

## 9 ITOH DENKI OHJAINKORTIT

Rullamoottorin ohjaamiseen tarvitaan ohjainkorttia. Ohjainkortin valintaan vaikuttavat valittu rullamoottori sekä rullamoottorin ohjaustapa. Ohjainkortti on asennettu joko rullamoottorin sisään tai sijoitettu rullamoottorin lähelle kuljettimen runkoon. Yleensä yhdellä ohjainkortilla ohjataan yhtä rullamoottoria. Ohjainkortti toimii myös rullamoottorin suojalaitteena.

### 9.1 Rullamoottorin sisäinen ohjainkortti

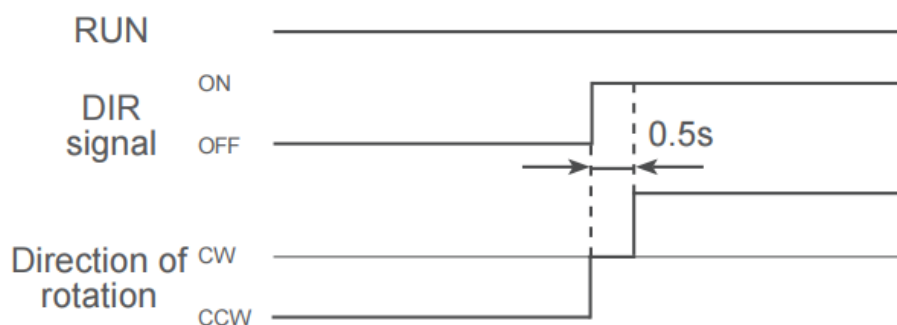
Koska ohjainkortti on asennettu rullamoottorin sisään, ohjainkortti on hyvin suojattu. Rullamoottori sisäänrakennetulla ohjainkortilla on siten hyvä vaihtoehto olosuhteisiin, joissa on paljon epäpuhtauksia. Ohjainkortin syöttö ja ohjaustiedot ovat samassa viisi johtimisessa kaapelissa. Sisäisessä ohjainkortissa ominaisuuksia on huomattavasti vähemmän ulkoiseen ohjainkorttiin verrattuna. Vähäisistä liitännä mahdollisuuksista huolimatta, ohjainkortti on mahdollista liittää esimerkiksi logiikkaan. Moottorin tai ohjainkortin vikaantuessa, koko rullamoottori täytyy vaihtaa.



Kuva 12. Rullamoottorin rakenne sisäisellä ohjainkortilla. (Technical document PM500XE 2017, 7)

Rullamoottoriin ja ohjainkortille menevästä kaapelista, kaksi johdinta syöttää jännitettä. Jäljelle jäävistä kolmesta johtimesta ohjainkortille kulkeutuu päälle/pois tieto, rullamoottorin pyörimissuunta ja nopeusohje. Sisäisellä ohjainkortilla ei ole valintakytkimiä tai muitakaan säätimiä.

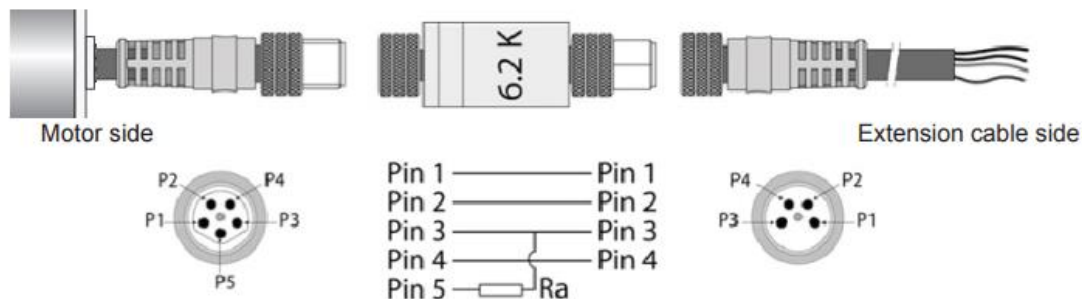
Moottorin suuntaa vaihdettaessa, moottori pysähtyy välittömästi. Moottori on puoli sekuntia paikoillaan ennen kuin käynnistyy vastakkaiseen suuntaan.



Kuva 13. Rullamoottorin suunnanvaihto kaavio sisäisellä ohjainkortilla. (Technical document PM500XP 2017, 36)

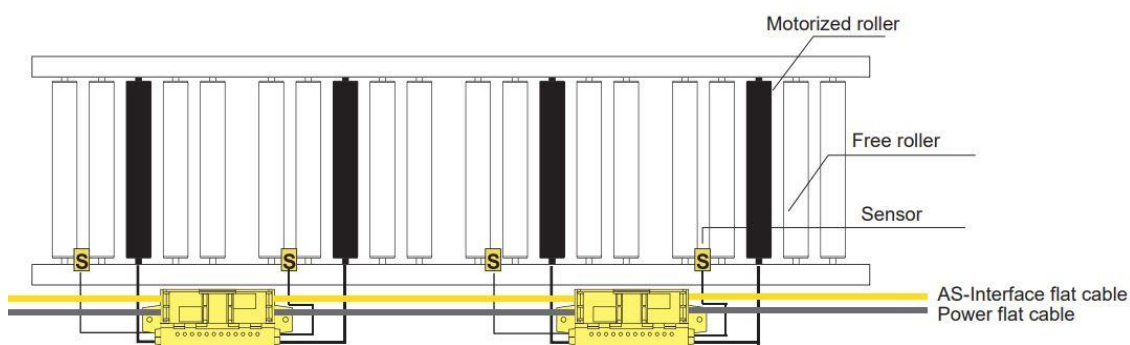
Nopeutta säädellään 0-10V jännitteellä. Nopeuksia vastaavat jännitteet löytyvät rullamoottoreiden teknisistä asiakirjoista. Sisäisessä ohjainkortissa ei ole kytkimiä, joilla kiinteän nopeuden voisi asettaa, mutta asettamalla kaapelin pinnien 3 ja 5 väliin sopivan kokoisen vastuksen, on mahdollista asettaa kiinteä nopeus. Nopeuksia vastaavien

vastusten koot löytyvät myös teknisistä asiakirjoista. Itoh Denki toimittaa valmiita vastuksellisia adapttereita rullamoottorin kaapelin ja syöttökaapelin väliin.



Kuva 14. Nopeuden asettamiseen tarkoitettu adapteri. (Technical document PM500XP 2017, 37)

Koska rullamoottorin kaapelissa on viisi napainen M8 liitin, moottori on helposti liitettävissä eri kenttäväyliin moduulien avulla. PEPPERL+FUCHS ja Bihl+Wiedeman toimittavat AS-i moduuleita, jotka ohjaavat kahta rullamoottoria. Molex toimittaa Motor Drive Roller IO moduulia, johon voi liittää joko Profinet tai Ethernet/IP väylän. Moduuli ohjaa jopa neljää rullamoottoria.



Kuva 15. AS-i väylä moduuliin liitetty kaksi rullamoottoria. (Technical document PM500XK 2017, 4)

## 9.2 Vakio ohjainkortti

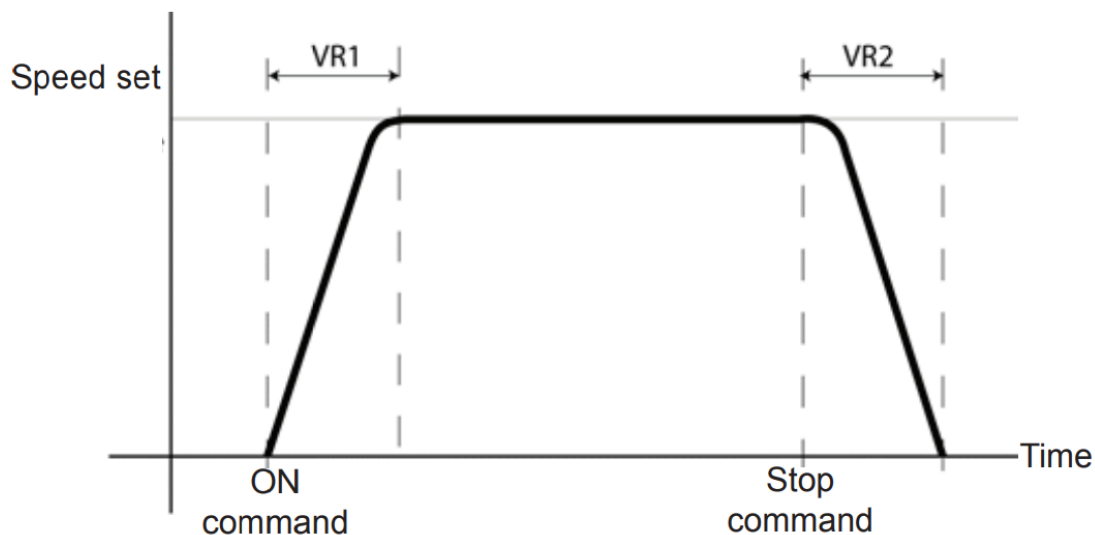
Ulkoisella ohjainkortilla on enemmän ominaisuuksia ja liitännät mahdollisuuksia verrattuna rullamoottorin sisäiseen ohjainkorttiin. Vakio ohjainkortissa on liitännät syötölle, logiikan lähtö- ja tulotiedoille ja ohjattavalle rullamoottorille. Yhdellä ohjainkortilla voidaan ohjata vain yhtä rullamoottoria. Jarrulliselle ja jarruttomalle rullamoottorille on omat ohjainkortit.



Kuva 16. Vakio ohjainkortin liitännät. (Technical document CB016 2017, 4)

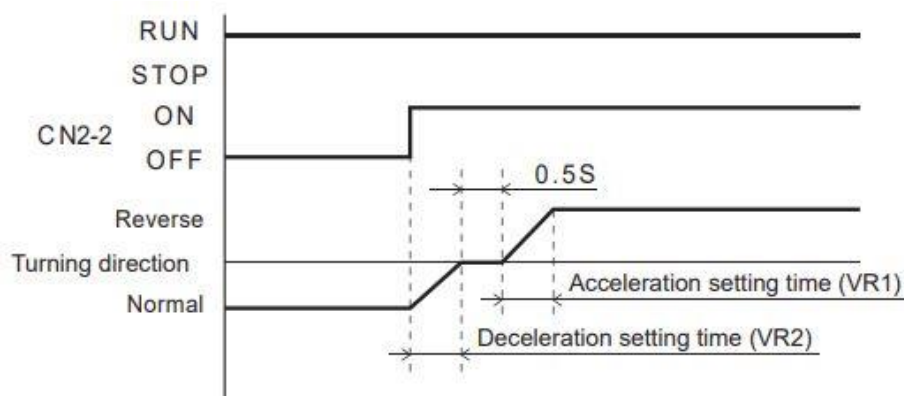
Virtalähde syöttää ohjainkortille 24V tasajännitettä. Ohjainkortin ja logiikan välille asennetaan kaapeli, mitä pitkin liikkuu analogiset tulo- ja lähtötiedot. Tulotietoina logiikalta ohjainkortille menevät päälle/pois tieto, nopeusohje ja rullamoottorin pyörimissuunta. Lähtötietoina ohjainkortilta logiikalle menevät rullamoottorin virhe- ja pulssitiedot. Vakio ohjainkortissa on myös valintakytkimiä moniin eri toimintoihin, joita säätämällä saadaan aikaan haluttu toiminnallisuus. Rullamoottori käynnistyy päälle tiedon saatuaan  $\leq 15$  millisekunnissa. Johdonsuojakatkaisijaa ei tule käyttää rullamoottorin päälle/pois kytkemiseen. Rullamoottorin päälle/pois kytkemiseen tulee käyttää ohjainkortissa olevaa tuloa.

Vakio ohjainkortissa on potentiometrit rullamoottorin kiihdytyksen ja hidastuksen säätämiseen. Kumpaakin arvoa voidaan säätää 0-2,5 sekunnin välillä. Kun logiikalta tulee käynnistys tieto, ohjainkortti kiihdyttää rullamoottorin lineaarisesti asetetun ajan kuluessa tavoite nopeuteen. Vastaavasti pysäytys komennon saadessaan, ohjainkortti pysäyttää rullamoottorin asetetun ajan mukaisesti.



Kuva 17. Kiihdytys ja hidastus kaavio. (Technical document CB016 2017, 20)

Rullamoottorin pyörimissuunta voidaan invertoida ohjainkortissa olevalla vaihtokytkimellä. Pyörimissuunta voidaan kääntää myös vaihtamalla kyseisen tulotiedon tilaa. Jos pyörimissuuntaa vaihdetaan moottorin käydessä ja ohjainkorttiin on asetettu kiihdytys/hidastuvuus ajat, rullamoottori hidastuu ensin asetetun arvon mukaisesti, jonka jälkeen pysähtyy puoleksi sekunniksi. Kun puoli sekuntia on kulunut, rullamoottori kiihdyttää asetetun arvon mukaisesti vastakkaiseen suuntaan. (Technical document CB016 2017, 17)



Kuva 18. Rullamoottorin suunnanvaihto kaavio. (Technical document CBK-109 2017, 12)

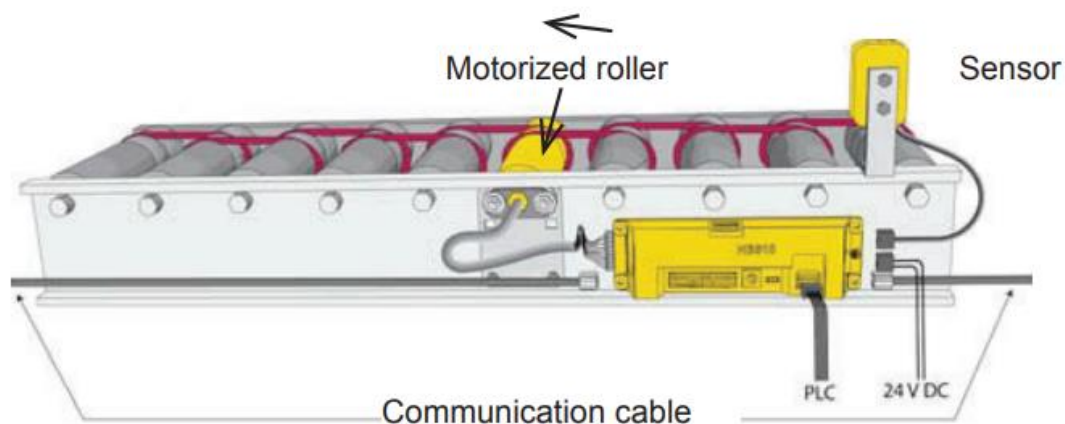
Rullamoottorin nopeus voidaan asettaa suoraan ohjainkortista. Ohjainkortissa on useita erilaisia nopeusvaihtoehtoja. Vaihtokytkimen ja pyöritettävän nopeusvalitsimen yhdistelmällä saadaan valittua sopivin kiinteä nopeus rullamoottorille. Rullamoottorin



nopeutta voidaan ohjata myös logiikalla. Rullamoottorin nopeus voidaan asettaa tai nopeutta voidaan vaihdella syöttämällä 0-10V jännitettä logiikan lähtökortista. Syötettävää jännitettä vastaavat nopeudet löytyvät ohjainkortteja vastaavista teknisistä asiakirjoista. Nopeus on riippuvainen rullamoottorin nopeuskoodista. Samalla ohjainkortilla voidaan ohjata eri nopeuskoodin omaavia rullamoottoreita.

### 9.3 Ohjainkortti ZPA logiikalla

Itoh Denkin valmistaa kahta ohjainkortti mallia, joilla saadaan aikaan ZPA toiminnallisuus. Ohjainkorttiin voidaan yhdistää yksi tai kaksi rullamoottoria. Ohjainkortti ohjaa rullamoottoreita siten, etteivät kuljetettavat kappaleet pääse koskemaan toisiinsa. Ohjainkorttiin liitetään myös ohjattavan alueen anturi, jonka avulla moottori joko käynnistetään tai pysäytetään. Ohjainkortissa on valittavana useita eri kuljetusmuotoja. Ohjainkortit voidaan yhdistää toisiinsa kommunikaatiokaapelilla.



Kuva 19. ZPA ohjainkortin liitännät. (Technical document HB510 2017, 4)

Ohjainkorttiin liitetään 24V syöttö, rullamoottorin kaapeli, ohjattavan alueen anturi, logiikalle kaapeli tulo- ja lähtötietoja varten ja kommunikaatio kaapelit seuraavalle/edelliselle ohjainkortille. Ohjainkortit voidaan yhdistää vain saman tyyppisten ohjainkorttien kesken. Kommunikaatiokaapelin avulla ohjainkortit saavat tietoja edel-

liseltä ja seuraavalta ohjainkortilta. Tämän kaapelin avulla voidaan myös lähettää kaikille ohjainkortteille sama nopeusohje. Kommunikaatiokaapeliin liitettävien ohjainkorttien määrää ei ole rajoitettu, mutta signaalien viiveet kasvavat ohjainkorttien lisääntyessä. ZPA logiikalla varustetussa ohjainkortissa on samat perusominaisuudet verrattuna vakio ohjainkorttiin lukuun ottamatta kiihdytys ja hidastus ominaisuuksia. Ohjainkortti on varustettu erilaisilla ajastimilla.

Jos kuljetin on jostain syystä pysähtynyt tai pysäytetty hätäseis painikkeella, ohjainkortit alustavat kuljettimen ennen kuin jatkavat toimintaansa. Alustusaika on säädettävissä. Kappaleet, jotka ovat anturin kohdalla eivät liiku, kun taas kappaleet, jotka ovat jääneet alueiden väliin, liikkuvat seuraavalle anturille. Alustustoiminnolla on suurempi prioriteetti kuin käynnistys- ja pysäytyskomennolla, mutta pienempi prioriteetti kuin hätäpysäytyksellä.

Ohjainkortilla on valittavissa erilaisia kuljetusmuotoja. Kappaleet voidaan kuljettaa kuljettimella eteenpäin yksi kerrallaan tai kaikki kuljettavat kappaleet liikkuvat omilla alueillaan samanaikaisesti. Patentoidun hallintajärjestelmän ansiosta, voidaan kuljettaa myös pidempää kappaletta kuin mitä yksi alue on. Jos kappale ulottuu useammalle alueelle, nämä alueet ”yhdistyvät” hetkellisesti ja toimivat yhtenä alueena. Tämä mahdollistaa alueiden pitämisen saman kokoisina, eikä pitkiä kappaleita varten tarvitse pidentää alueita. (Technical document HB510 2017, 24.)

#### 9.4 Ohjainkortti risteykselle

Ohjainkortti ohjaa risteyksen kolmea moottoria ja liikkeitä valitun siirtomuodon mukaan, yksinkertaistaa siirtohallinnan ohjelmointia ja takaa tasaisen ja hiljaisen siirtopöydän liikkeen. (Technical document HBR-605FP 2017, 11).

Ohjainkortilla on kolme kuljetusmuotoa. ”L” kuljetusmuodossa, risteys lähettää kappaleen tulosuuntaan nähden 90 asteen kulmassa olevalle kuljettimelle. Ohjaus on mahdollista toteuttaa oikealle tai vasemmalle. Tämä kuljetusmuoto toimii automaattisesti, eikä sitä tarvitse erikseen ohjelmoida. ”T” kuljetusmuoto sopii sovelluksiin, joissa kappaleet tulevat yhdestä suunnasta ja risteykseen tullessaan voivat jatkaa suoraan tai

kappaleet voidaan ohjata oikealle tai vasemmalle. Ohjainkorttiin sisällytetty logiikka yksinkertaistaa PLC:n ohjelmointia. Pakotetussa ohjauksessa PLC ohjaa risteyksen kaikkia toimintoja. Tämä soveltuu sovelluksiin, joissa kappaleilla on risteykseen nähden useita tulo- ja lähtösuuntia. (Technical document HBR-605FP 2017, 14.)

Ohjainkorttiin johdotetaan 24V syöttö ja kaapeli logiikan ja ohjainkortin välisille signaaleille. Ohjainkortissa on valintakytkimiä eri toiminnoille. Valintakytkimillä voidaan valita, tuleeko kuljetettava kappale risteykseen rullien vai hihnojen avulla. Kytkimillä voidaan erikseen valita rullien ja hihnojen pyörimissuunnat. Valittavia toimintoja ovat myös kuljetusmuodon valitseminen sekä nopeuden valinta risteyksen rullille tai hihnoille.

Ohjainkortissa on myös ajastintoimintoja. Anturi ajastinta käytetään risteykseen saapuvalla kappaleella. Jos risteyksen kuormitusanturin tila ei muutu annetussa ajassa, ohjainkortti antaa virhesignaalin ja pysäyttää lastausmoottorin. Anturi ajastin on käytettävissä vain ”L” kuljetusmuodon kanssa. Jumiutumisajastinta käytetään risteyksestä poistuvan kappaleen seurantaan. Jos kappale ei poistu kuormitusanturilta annetussa ajassa, ohjainkortti antaa virhesignaalin. Tätä ajastinta voidaan käyttää ”L” ja ”T” kuljetusmuotojen kanssa. Käymisajastin jatkaa rullamoottorin toimintaa tietyn ajan verran, jotta kappale voi poistua risteyksestä. Ajastin alkaa laskea, kun kappale on poistunut kuormitusanturilta. Ajastin soveltuu ”L” ja ”T” kuljetusmuodoille. Jos käytetään pakotettua ohjausta, ajastintoiminnot kytkeytyvät pois päältä. (Technical document HBR-605FP 2017, 15.)

Käynnistettäessä, risteyksen alustus sekvenssi suoritetaan automaattisesti. Kuormia ei siirretä 15 sekuntiin. Kun alustus on valmis, rullaosa siirtyy kohotettuun asentoon, jolloin risteys odottaa syklin alkamista. (Technical document HBR-605FP 2017, 22.)

## 9.5 Verkko ohjainkortti

IB-P01 ohjainkortti liitetään Profinet kenttäväylään ja ohjainkortti IB-E EtherNet/IP kenttäväylään. Ohjainkortit liitetään toisiinsa väylän avulla. Ohjainkortti ohjelmoidaan ohjaamaan kahta rullamoottoria ja siihen voi liittää kahden alueen anturit. Ohjausjännite ja moottoreiden syöttöjännite tuodaan ohjainkortille IB-P01 erikseen. Ohjainkortissa on liitännäspaikat valinnaisille I/O tiedoille. Valintakytkimillä voidaan valita, ohjataan kumpaakin moottoria erikseen vai synkronoidaanko toinen moottori toimimaan ohjatun moottorin mukaisesti. Itoh Configurator on Itoh Denkin työkalu ohjainkorttien konfiguroimiseen ja logiikka ohjelmointiin.

Ohjainkortit voidaan kytkeä väylään joko sarjakytkentänä tai tähtikytkentänä kytkimen avulla. Ohjainkortit voidaan konfiguroida joko Master tai Slave tilaan. Jos PLC on yhdistetty ohjainkortteihin ja ohjainkortit asetetaan Slave tilaan, PLC ohjaa kaikkia ohjainkortteja. Jos taas PLC on yhdistetty ohjainkortteihin, ohjainkortit asetetaan Master tilaan ja ohjainkortteihin ladataan ohjelma, jokainen ohjainkortti ohjaa omaa kuljettimen aluettaan. Tällöin PLC vain monitoroi jokaista aluetta. Tässä tapauksessa PLC:stä on mahdollista kirjoittaa jokaisen ohjainkortin tiedot tietorekisteriin. Ohjainkortit voivat ohjata kuljetinta myös ilman PC:tä tai PLC:tä. Jos jokainen ohjainkortti on asetettu Master tilaan ja ohjainkortteihin on ladattu ohjelma, ohjainkortit ohjaavat omia alueitaan. Ohjainkortit kommunikoivat keskenään väylän avulla. Yksi ohjainkortti voi myös ohjata muita ohjainkortteja ja niiden alueita. Tämä on mahdollista toteuttaa, jos yhteen ohjainkorttiin on asetettu Master tila, siihen on ladattu ohjelma ja muut ohjainkortit ovat asetettu Slave-tilaan. Slave ohjainkortteja voidaan yhdistää Master ohjainkorttiin enintään seitsemän. (Technical document IB-P01 2017, 22-24.)

## 10 INTERROL OHJAINKORTIT

### 10.1 DriveControl

DriveControl on yksinkertainen ohjainkortti rullamoottorille. Siinä ei ole mitään omaa logiikkaa, jolloin se vaatii ulkoisia ohjaussignaaleja. Vaihtokytkimillä voidaan asettaa pyörimissuunta, käynnistys- ja jarrutusramppi sekä nopeus 15 portaan asteikolla. Digitaaliset tulot ja lähdöt toimivat rajapintana ylemmän tason ohjaukselle. Signaalien avulla pyörimissuuntaa ja nopeutta voidaan säätää seitsemän portaan asteikolla. (DriveControl 20 2019.)

Jos rullamoottori pysäytetään tai nopeus alenee äkillisesti, kuljetetun materiaalin kiineettinen energia muunnetaan sähköenergiaksi. Tämä energia syötetään takaisin järjestelmään, jolloin se voidaan käyttää muissa rullamoottori yksiköissä. Jos takaisin syötetään enemmän energiaa kuin voidaan käyttää, ylimääräinen energia muuntuu lämmöksi jarrukatkojassa. Jarrukatkoja tulee aktiiviseksi, kun jännite kasvaa yli 26.5V. Tämä estää liian korkeat jännitteet järjestelmässä. (Operating manual DriveControl 2019, 15.)

Nopeus voidaan asettaa kahdella tavalla, vaihtokytkimillä tai kolmen digitaalisen tulon avulla. Kolmen tulon avulla nopeusvaihtoehdot on kahdeksan. Nopeuden muutokset ovat myös mahdollisia käytön aikana, jolloin ramppitoiminnot voidaan toteuttaa vastaavassa PLC piirissä. Ohjainkortti muuttaa nopeusasetuksen analogiseksi ohjausjännitteeksi, jonka rullamoottori tulkitsee tavoitearvoasetuksena. Tämä tavoitearvoasetus on riippumaton rullamoottorin vaihteista ja rullan halkaisijoista. Rullamoottorin kiihtyvyyden ja hidastuvuusominaisuudet määräytyvät niiden omien hitausmomenttien perusteella. (Operating manual DriveControl 2019, 36.)

### 10.2 MultiControl

MultiControl ohjainkortti on neljän alueen ohjaukseen. Siihen voidaan liittää neljän alueen anturit ja rullamoottorit. Y-haaroittimen avulla voidaan kytkeä neljä ylimää-

räistä tuloa ja lähtöä. Liitännät voidaan konfiguroida erikseen. Ohjainkortti tukee monia protokollaa. Profinet, Ethernet/IP ja EtherCat kenttäväyliä voidaan käyttää yksinkertaisesti kytkimen avulla. Ohjainkortin avulla anturit ja rullamoottorit ovat suoraan integroitua kenttäväylän tasolle. Näin ollen ylimääräistä toimilaitetasoa, eikä siihen liittyviä tietoliikenneyhteyksiä tarvita. Erillinen jännitesyöttö mahdollistaa rullamoottorin turvallisen sammuttamisen, kun väylä ja anturit jatkavat toimintaansa. Osoittaminen ja nimeäminen tehdään PLC ohjelmalla, verkko käyttöliittymän tai Interrollin opetusmenetelmän avulla. Opetusmenetelmällä kaikkien MultiControl laitteiden automaattinen osoittaminen ja konfigurointi on mahdollista. Lisäksi kaikkien kuljetinlinjastossa olevien laitteiden järjestys voidaan määrittää. (MultiControl BI 2019.)

### 10.3 ZoneControl

ZoneControl on ohjainkortti ZPA kuljettimeen. Ohjainkortti ohjaa yhtä aluetta ja siihen voi liittää alueen anturin ja rullamoottorin. Ohjainkortilla voidaan luoda itsenäisiä ZPA kuljettimia, jotka eivät vaadi ylemmän tason ohjausta. Lisätoimintoja ja viestintä edellisen/seuraavan kuljetinalueen kanssa voidaan toteuttaa digitaalisten tulojen ja lähtöjen avulla. ZoneControllin etuna on, että ZPA logiikka on sisällytetty ohjainkorttiin, eikä sitä tarvitse erikseen ohjelmoida logiikalla. Vaihtokytkimillä voidaan asettaa rullamoottorin nopeus, pyörimissuunta sekä kuljetusmuoto. Kaikkien toisiinsa kytkettyjen ohjainkorttien nopeutta voidaan muuttaa analogisen signaalin avulla sekä kumulatiivinen virhetieto voidaan lukea. ZoneControl ohjainkortti ei tarvitse osoitetta, jolloin vikatilanteessa ohjainkortti on helppo vaihtaa ja korvaava ohjainkortti voidaan helposti konfiguroida vaihtokytkimillä. (ZoneControl 2019.)

### 10.4 ConveyorControl

ConveyorControl on ohjausjärjestelmä kuljetinjärjestelmiin, joka mahdollistaa monien parametrien asettamisen, mikä tekee siitä joustavan käyttöä. Se voi toimia kokonaan itsenäisesti. Onnistuneen osoittamisen ja parametroidin jälkeen mitään ulkoista ohjaustietokonetta tai logiikkaa ei tarvita. Järjestelmä voidaan yhdistää Profibus, Profinet tai EtherNet/IP kenttäväylään. Konfiguraattorin avulla voidaan suunnitella sadan

ConveyorControl moduulin kuljetinjärjestelmä ja antaa moduuleille osoitteet sekä parametrit. Kenttäväylän enimmäispituus voi olla 200 metriä. ConveyorControl koostuu seuraavista komponenteista: CentralControl tai GatewayControl, SegmentControl, ComControl, konfiguraattorista ja lisätarvikkeista. (ConveyorControl 2017, 13.)

CentralControl moduuli tarkkailee yksilöllisesti moduulien yhteyksiä ja toimintaa. Se kytketään moduuleihin kenttäväylän avulla ja voi siten tunnistaa ja arvioida erilaisia järjestelmävirhetyyppejä. Tapahtuneet virheet ilmaistaan ledeillä. CentralControl moduuli voidaan yhdistää kenttäväylään missä tahansa kohdassa. Kenttäväylän molemmat päät täytyy päättää päätevastuksella. Jokaisessa kuljetinjärjestelmässä on vain yksi CentralControl moduuli. (ConveyorControl 2017, 13.)

GatewayControl moduulissa on sama toiminnallisuus kuin CentralControl moduulissa. Lisäksi se voidaan yhdistää ylemmän tason ohjausjärjestelmään kenttäväylän avulla. Yhdistäminen toteutetaan I/O sovittimen avulla, joka tukee syklistä ja asyklisiä tiedonsiirtoa. Moduuli voidaan yhdistää mihin kenttäväylän kohtaan tahansa ja väylän molemmat päät tulee päättää päätevastuksella. Moduulia voidaan käyttää kahdella tavalla. Ensimmäisessä tavassa SegmentControl ja ComControl moduulit ohjaavat kuljetusprosessia. Master PLC voi seurata ja vaikuttaa kuljetusprosessiin käyttämällä prosessikarttaa yksittäiselle alueelle tai koko kuljetinjärjestelmälle. Toisessa tavassa Master PLC ohjaa kuljetusprosessia. PLC: n prosessikartta näyttää anturien ja rullamoottorin tilat ja yksittäinen rullamoottori voidaan ohjata päälle tai pois. Tällä ohjaustavalla ConveyorControl ei tarjoa ZPA ohjauslogiikkaa, se logiikka on ohjelmoitava PLC: n kautta. (ConveyorControl 2017, 13-14.)

SegmentControl moduuli voi ohjata yhtä tai kahta kuljettimen aluetta. Jokaisella alueella on yksi anturi ja yksi ohjattava rullamoottori. Moduulin toiminnallisuus on joustavasti säädettävissä. Tapahtuneet virheet, esimerkiksi rullamoottorissa tai anturoinnissa, ilmaistaan ledeillä tai ohjausrekistereissä. Virheen tapahtuessa tai kun virhe on jo korjattu, moduuli suorittaa määritellyn vastauksen, mikä riippuu kyseessä olleesta virheestä. Jos kuljetinjärjestelmässä tarvitaan kaksi rullamoottoria samalle alueelle, toinenkin rullamoottori voidaan kytkeä samaan ohjainkorttiin. Sitä kutsutaan ”orja rullamoottoriksi” ja se vastaanottaa samat komennot kuin ensimmäinen rullamoottori, jos se on parametroidu samalla tavalla. Toimiakseen ConveyorControl järjestelmässä,

SegmentControl moduuli tarvitsee vähintään yhden CentralControl tai GatewayControl moduulin ja kaksi päätevastusta. (ConveyorControl 2017, 14.)

ComControl moduuli ohjaa yhtä aluetta. Jokaisella alueella on yksi anturi ja yksi ohjattava rullamoottori. Lisäksi moduuliin voidaan yhdistää kaksi tuloa ja kolme lähtöä enemmän. Moduulin toiminnallisuus on joustavasti säädettävissä. Kenttäväylä voidaan haaroittaa porteista Data A1 ja Data A2. Jos moduuli on asennettu väylän loppuun, sisäinen päätevastus voidaan kytkeä päälle. Toimiakseen ConveyorControl järjestelmässä, ComControl moduuli tarvitsee vähintään yhden CentralControl tai GatewayControl moduulin ja yhden päätevastuksen. (ConveyorControl 2017, 14.)

## 11 PULSEROLLER OHJAINKORTIT

Pulserollerin kaikissa ohjainkortteissa on perusominaisuudet, kuten nopeudensäätö, säädettävä kiihtyvyys ja hidastuvuus rullamoottorille sekä pyörimissuunnan vaihto digitaalisten tulojen kautta. Ohjainkortteja on saatavilla älykkäämpinä versioina tai edullisina versioina, jotka vain käyttävät rullamoottoria.

### 11.1 Standard Drive Control

Pulserollerin vakio ohjainkortti on edullinen ja se on tarkoitettu yhden moottorin ohjaukseen. Ohjainkortissa ei ole omia toiminnallisuuksia, joten kaikki ohjaus signaalit tulevat logiikalta. Logiikalta ohjainkortille tulevia digitaalisia tulotietoja ovat pyörimissuunta ja kaksi päälle tietoa; Run A ja Run B. Ohjainkortilta kulkeutuu virhe tieto logiikalle. Ohjainkortin Common- liitin johdotetaan, jos logiikalla ja ohjainkortilla on erilliset virtälähteet. (Reference Manual EQUBE 2016, 20).

Rullamoottorin pyörimisnopeus asetetaan vaihtokytkimillä. Vaihtokytkimien asennoilla saadaan 32 erilaista nopeutta. Koska ohjainkortissa on vain digitaalisia tuloja, nopeutta ei voida säätää analogisella signaalilla. Signaalien Run A ja Run B erilaisilla yhdistelmillä saadaan ohjattua käyttöön tietty prosentuaalinen osuus ohjainkorttiin



asetetusta nopeudesta. Vain signaalin Run A ollessa päällä, rullamoottori käy ohjainkorttiin asetetulla nopeudella. Rullamoottori käy puolella nopeudella, kun pelkästään signaali Run B on päällä. Molempien signaalien ollessa päällä, rullamoottori käy 75 prosentin nopeudella. Kun kumpikin signaali ohjataan pois päältä, rullamoottori pysähtyy.

Vaihtokytkimillä asetetaan myös pyörimissuunta sekä kiihdytys- ja hidastusaikaa. Pyörimissuuntaa voidaan vaihtaa myös logiikalta tulevalla tulotiedolla. Kiihdytys- ja hidastusaikaa ei voi erikseen asettaa. Asetettava aika pätee sekä kiihdytykseen että hidastukseen. Aika asetetaan 0-2 sekunnin välille.

## 11.2 Advanced Drive Control

Älykkäämpään ohjainkorttiin voidaan yhdistää joko yksi tai kaksi rullamoottoria. Alueiden anturit voidaan yhdistää suoraan ohjainkorttiin. Ohjainkortit yhdistetään toisiinsa suojatulla Ethernet kaapelilla. Logiikka yhdistetään joko ensimmäiseen tai viimeiseen ohjainkorttiin Ethernet kaapelilla.

EasyRoll on pulserollerin ohjainkorttien konfiguroimiseen tarkoitettu ohjelmisto, joka on ladattavissa ilmaiseksi. Kun PC on yhdistetty joko ensimmäiseen tai viimeiseen ohjainkorttiin, EasyRoll antaa jokaiselle ohjainkortille osoitteet automaattisesti ja määrittää ohjainkorteille ZPA toiminnallisuuden. Ohjelmalla voidaan tehdä tarvittavia muutoksia konfiguraatioon. Ohjainkorttiin on sisällytetty parametreja, joita voidaan säätää, kuten ajastimet, rullamoottorin nopeus, kiihtyvyys/hidastuvuus ja pyörimissuunta. Ohjainkortit toimivat itsenäisesti ZPA kuljettimessa ilman ulkopuolista logiikkaa. (Advanced Drive Control Solution 2019.)

Monimutkaisemmissa kuljettimissa ohjainkortti voidaan yhdistää suoraan logiikkaan kenttäväylän avulla. Käytettäviä kenttäväyliä ovat ProfiNet, Modbus ja EthernetIP. Kaikki kenttäväyliin tarvittavat GSD ja EDS tiedostot ovat saatavilla. Kun logiikka on yhdistetty, se voi tarvittaessa ohjata mitä tahansa kuljettimen aluetta. Tietyillä ohjau-

tasoilla, logiikka voi hyödyntää ZPA käyttötapaa, mikä mahdollistaa kuljetinjärjestelmän perusohjauksen, kuten nopeuden ohjaamisen ja akkumulointi pisteiden määrittämisen. Logiikalla on pääsy jokaisen ohjainkortin tulo- ja lähtötietoon, jolloin ohjainkorteista tulee käytännössä moottorinkäynnistimiä ja I/O lohkoja. (Advanced Drive Control Solution 2019.)

## 12 VIRTOJEN MITOITUS

Rullamoottoreita syötetään yleensä 24 voltin tasajännitteellä. Joillakin rullamoottori valmistajilla on tarjolla omia virtalähteitä, jotka ovat tarkalleen mitoitettuja rullamoottoreille ja niiden ohjaimille. Jos käytetään jotakin muuta virtalähdettä, täytyy varmistua virtalähteen sopivuudesta rullamoottorikäytölle.

Virtalähdettä valittaessa täytyy ottaa huomioon rullamoottorin nimellis- ja käynnistysvirrat. Rullamoottori ja sen ohjain syöttävät jännitettä takaisin virtalähteeseen, joten virtalähteen täytyy olla takaisinkytkentäkykyinen. Yleensä yhdellä virtalähteellä syötetään useita rullamoottoreita. Pitkiä syöttölinjoja tulisi välttää, sillä niistä voi aiheutua suuria jännitteen alenemia. Rullamoottoreita käytetään eniten ZPA kuljettimissa, missä kaikkia rullamoottoreita ei käynnistetä samanaikaisesti. Tässä tapauksessa, virtalähteen mitoituksen näkökulmasta voisi olla mahdollista sisällyttää tasoituskerroin laskelmiin. Jos ei ole varmuutta, kuinka monta rullamoottoria käynnistyisi samaan aikaan, suositellaan laskettavan, sillä oletuksella, että kaikki rullamoottorit käynnistyvät samaan aikaan. (Planning basics 2018, 270.)

## 13 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia rullamoottorikäyttöjä ja huomioon otettavia seikkoja. Työssä käytiin läpi tasavirtamoottoria yleisesti sekä rullamoottorikäytöllä saavutettavia hyötyjä ja käytössä havaittuja haasteita. Kuljetettavan kappaleen fyysisillä ominaisuuksilla on merkittävä vaikutus kuljettimen kokoonpanoon. Ympäristöolosuhteet vaikuttavat omalta osaltaan käytön vaatimuksiin.

Ennen rullamoottorin valitsemista on selvitettävä kuljetettavien kappaleiden ominaisuudet sekä määritellä miten ja millä nopeudella rullamoottoria ohjataan. Nopeus, jolla rullamoottori suunnitellaan liikkuvan, määrittelee valittavan rullamoottorin nopeuskoodin. Lisäksi määritellään, tarvitaanko sovelluksessa käytettävään rullamoottoriin jotain lisävarusteita, kuten jarrua. Rullamoottorin valitsemisen jälkeen, valitaan sille sopivin ohjainkortti, joka on varustettu tarvittavilla ominaisuuksilla ja liitännöillä. Rullamoottorin voimansiirto vapaisiin kuljetinrulliin toteutetaan yleisimmin moniurahihoilla.

Rullamoottorikäyttöjä voidaan hyödyntää monissa sovelluksissa. Työssä esitettiin muutamia kuljetintyyppisiä, joissa rullamoottoria voidaan käyttää. Kuljetintyyppillä on myös olennainen vaikutus rullamoottorin komponenttien valintaan.

Kun sovellukseen on valittu rullamoottori, valitaan sille sopiva ohjainkortti. Ohjainkortteja tarkasteltiin työssä kolmelta valmistajalta. Jokaiselta valmistajalta löytyy valikoimistaan yksinkertaisempia ohjainkortteja sekä kehittyneempiä ohjainkortteja. Ohjainkortin valintaan vaikuttaa ohjaustapa. Jos kuljetinta halutaan ohjata logiikalla ja I/O tiedot välitetään tavallisen kaapeloinnin avulla, yksinkertaisemmat ohjainkortit osoittautuvat oivalliseksi valinnaksi. Ohjaaminen väyläkaapelin avulla tarkoittaa kehittyneemmän ohjainkortin valintaa. Kehittyneemmissä ohjainkorkeissa on myös valmius ohjata kuljetinta itsenäisesti tai suorittaa tiettyjä toimintoja ilman ulkopuolista logiikkaa.

Itoh Denki oli valmistajista ainoa, kenen valikoimasta löytyy rullamoottori sisäisellä ohjainkortilla. Rullamoottorin sisäänrakennetulla ohjainkortilla on havaittavissa hyötyjä ainakin suojausluokan ja kaapeloinnin osalta, koska ohjainkortti on suojassa suljetun rullamoottorin sisällä ja samassa kaapelissa kulkee syöttö sekä I/O tiedot. Ohjaaminen ulkoisella ohjainkortilla lisää rullamoottorin suorituskykyä ja liitännämahdollisuuksia. Sisäänrakennetulla ohjainkortilla on suppeammat mahdollisuudet ohjata rullamoottoria.

Kaikilta valmistajilta löytyi myös ohjainkortit, jotka ovat varustettuja ZPA toiminnallisuudella. Valmistajilta löytyi myös ratkaisut ohjainkorttien väyläohjaukseen. Ohjainkortit voivat toimia logiikan ohjauksen alaisina tai ne voivat toimia itsenäisesti. Interrollin ja Pulserollerin kehittyneemmät ohjainkortit ovat multiprotokolla kykyisiä, jolloin ne voidaan liittää eri kenttäväyliin. Itoh Denkin verkko ohjainkortteja on kaksi erilaista, joista toinen voidaan liittää Profinet väylään ja toinen EtherNet/IP väylään. Itoh Denkin valikoimasta löytyy ohjainkortti risteyksen ohjaamiseen.

Jännitteenjakaminen on rullamoottorikäyttöjen yksi suurimmista haasteista. Jännitteen jakaminen suurilla virroilla aiheuttaa jännitteenaleneman suhteellisen lyhyellä matkalla. Jännitteenalenema on suurimmillaan rullamoottoreiden käynnistyksen yhteydessä.

Liitteessä 1 on piirikaavio rullamoottorikäytön sähköistämisestä. Piirikaaviossa esitetään syötöt rullamoottorikäytölle sekä rullamoottorikäytön ohjaamiseen tarvittaville komponenteille. Turvamoduuliin kytkettävät kontaktorit on kahdennettu, korkeamman turvallisuusluokan saavuttamiseksi. I/O tietoina logiikan ja ohjainkortin välillä ovat tieto virheestä ja rullamoottorin käynnistys.

Tätä työtä voidaan käyttää materiaalina myöhemmin toteutettavalle valintatyökälulle, joka määrittelee sopivan rullamoottorin ja siihen soveltuvan ohjainkortin sovelluskohdaksi Cimcorp Oy:n automaatiojärjestelmissä.

## LÄHTEET

Advanced Drive Control Solution. 2019. Pulseroller. Viitattu 23.10.2019.  
[https://www.pulseroller.com/controls/conveylinx\\_ai2/](https://www.pulseroller.com/controls/conveylinx_ai2/)

Cimcorp Oy: n intranet. 2019. Cimcorp Oy: n intranet sivut. Viitattu 31.10.2019.

ConveyorControl. 2017. Interroll. Viitattu 25.10.2019.  
[https://www.interroll.fi/fileadmin/user\\_upload/Downloads\\_\\_PDF\\_/User\\_Manuals/Controls/ConveyorControl/ConveyorControl\\_V3\\_en.pdf](https://www.interroll.fi/fileadmin/user_upload/Downloads__PDF_/User_Manuals/Controls/ConveyorControl/ConveyorControl_V3_en.pdf)

Designation. n.d. Itoh Denki. Viitattu 12.10.2019.  
<http://itohdenki.co.jp/english/pdf/designation.pdf>

DriveControl 20. 2019. Interroll. Viitattu 26.10.2019.  
<https://www.interroll.fi/tuotteet/drives-and-controls/controls/drivecontrol-20/>

Farnell www-sivut. 2019. Viitattu 23.9.2019.  
<https://fi.farnell.com/motor-control-brushless-dc-bldc-technology>

General technical information. 2018. Interroll. Viitattu 5.10.2019.  
[https://www.interroll.com/fileadmin/user\\_upload/Downloads\\_\\_PDF\\_/Rollers/Catalog\\_2018/Conveyor\\_Roller\\_Catalog\\_EN.pdf](https://www.interroll.com/fileadmin/user_upload/Downloads__PDF_/Rollers/Catalog_2018/Conveyor_Roller_Catalog_EN.pdf)

Kantola, M. 2019. Cimcorp Oy. Ulvila. Henkilökohtainen tiedonanto 24.10.2019.

Metropolian www-sivut. 2011. Viitattu 23.9.2019.  
<https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Tasavirtamoottorit#app-switcher>

Metropolian www-sivut. 2011. Viitattu 23.9.2019.  
<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=27204544>

Mubeen, M. 2008. Brushless DC Motor Primer. Viitattu 22.9.2019.  
<https://www.pulseroller.com/files/NA/Sales%20Literature/Motorized%20Roller%20Primer.pdf>

MultiControl BI. 2019. Interroll. Viitattu 26.10.2019.  
<https://www.interroll.fi/tuotteet/drives-and-controls/controls/multicontrol-bi/>

Operating manual DriveControl. 2019. Interroll. Viitattu 26.10.2019.  
[https://www.interroll.fi/fileadmin/user\\_upload/Downloads\\_\\_PDF\\_/User\\_Manuals/Controls/DriveControl/EN\\_-\\_Operating\\_Manual\\_DriveControl\\_Online.pdf](https://www.interroll.fi/fileadmin/user_upload/Downloads__PDF_/User_Manuals/Controls/DriveControl/EN_-_Operating_Manual_DriveControl_Online.pdf)

Overview of Conveyor Rollers. 2019. Interroll. Viitattu 8.10.2019.  
[https://www.interroll.co.th/fileadmin/products/en/Resources\\_pdf\\_342635531.pdf](https://www.interroll.co.th/fileadmin/products/en/Resources_pdf_342635531.pdf)

Planning basics. 2018. Interroll. Viitattu 26.9.2019.  
[https://www.interroll.fi/fileadmin/user\\_upload/Downloads\\_\\_PDF\\_/Rollers/Catalog\\_2018/Planning\\_section.pdf](https://www.interroll.fi/fileadmin/user_upload/Downloads__PDF_/Rollers/Catalog_2018/Planning_section.pdf)

Power Moller Selection Tool. 2019. Itoh Denki. Viitattu 12.10.2019.  
<https://itohdenki.co.jp/english/support/index2.php?valval=4#4>

Product Catalog. 2015. Itoh Denki. Viitattu 12.10.2019.  
<https://www.tkkcorporation.com/PDF/2015-Catalog-for-web.pdf>

Product Catalog. 2017. Itoh Denki. Viitattu 24.9.2019.  
<http://itohdenki.com/wp-content/uploads/2017-Catalog.pdf>

Reference Manual EQUBE. 2016. Pulseroller. Viitattu 22.10.2019.  
<https://www.pulseroller.com/files/EU/Control%20Literature%20&%20Drawings/EQube%20Ai/Users%20Manual%20and%20Specifications/EN/Reference%20Manual.pdf>

Selection criteria. n.d. Itoh Denki. Viitattu 12.10.2019.  
[http://itohdenki.co.jp/english/pdf/selection\\_criteria.pdf](http://itohdenki.co.jp/english/pdf/selection_criteria.pdf)

Technical Documentation. 2017. Itoh Denki. Viitattu 4.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500FE/Technical%20document%20PM500FE%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500FE/Technical%20document%20PM500FE%20[EN].pdf)

Technical document CB016. 2017. Itoh Denki. Viitattu 13.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/CB016/Technical%20document%20CB016%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/CB016/Technical%20document%20CB016%20[EN].pdf)

Technical document CBK-109. 2017. Itoh Denki. Viitattu 19.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/CBK-109/Technical%20document%20CBK-109%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/CBK-109/Technical%20document%20CBK-109%20[EN].pdf)

Technical document IB-P01. 2017. Itoh Denki. Viitattu 2.11.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/IB-P01/Technical%20document%20IB-P01%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/IB-P01/Technical%20document%20IB-P01%20[EN].pdf)

Technical document HB510. 2017. Itoh Denki. Viitattu 20.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/HB510/Technical%20document%20HB510%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/HB510/Technical%20document%20HB510%20[EN].pdf)

Technical document HBR-605FP. 2017. Itoh Denki. Viitattu 2.11.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/HBR605/Technical%20document%20HBR-605FP%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/HBR605/Technical%20document%20HBR-605FP%20[EN].pdf)

Technical document PM500FE. 2017. Itoh Denki. Viitattu 9.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500FE/Technical%20document%20PM500FE%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500FE/Technical%20document%20PM500FE%20[EN].pdf)

Technical document PM500XE. 2017. Itoh Denki. Viitattu 19.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500XE/Technical%20document%20PM500XE%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500XE/Technical%20document%20PM500XE%20[EN].pdf)

Technical document PM500XK. 2017. Itoh Denki. Viitattu 19.10.2019.  
[http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocu-  
ment/PM500XK/Technical%20document%20PM500XK%20\[EN\].pdf](http://www.itoh-denki.com/images/TechnicalDocument/PM500XK/Technical%20document%20PM500XK%20[EN].pdf)

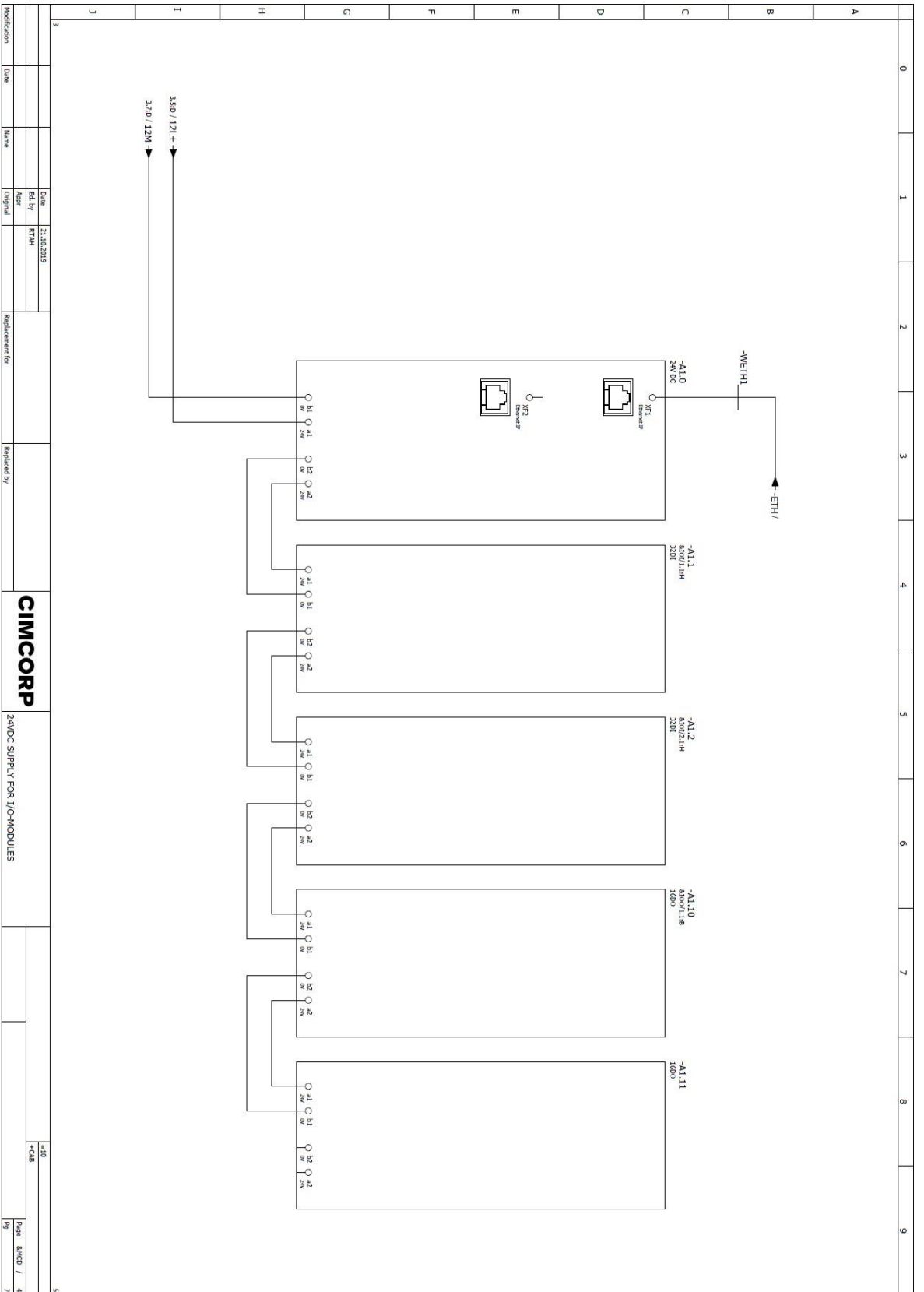
The Future of Smart Conveyor Design. 2019. Pulseroller. Viitattu 27.10.2019.  
<https://www.pulseroller.com/resources/ideas/index.php>

ZoneControl. 2019. Interroll. Viitattu 26.10.2019.  
<https://www.interroll.fi/tuotteet/drives-and-controls/controls/zonecontrol/>









Date	21.03.2019
Edi by	RTM
Appt	
Original	

Replacement for

Replaced by

**CIMCORP**

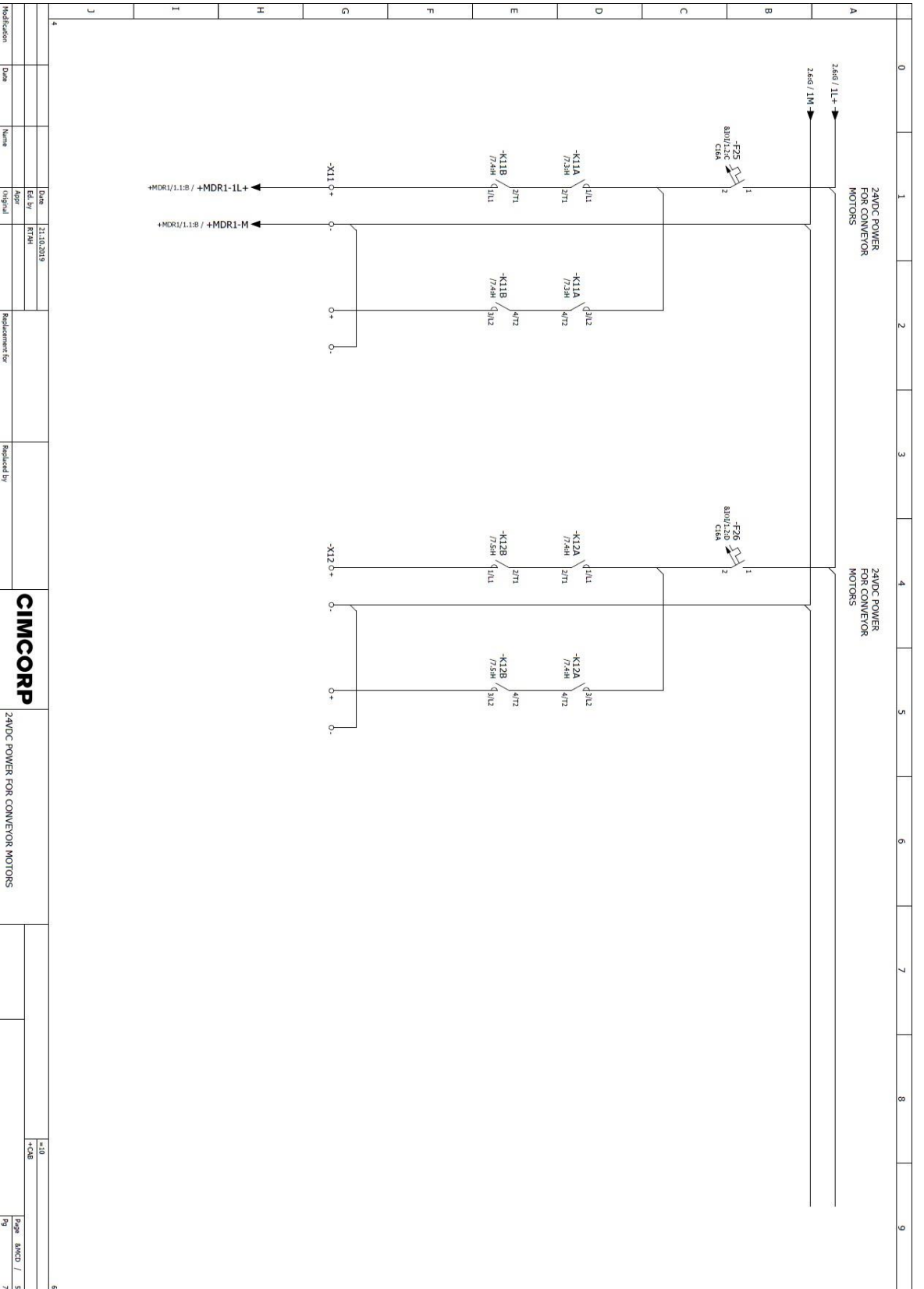
24VDC SUPPLY FOR I/O-MODULES

4

Page 8/10 / 4

Pg 7

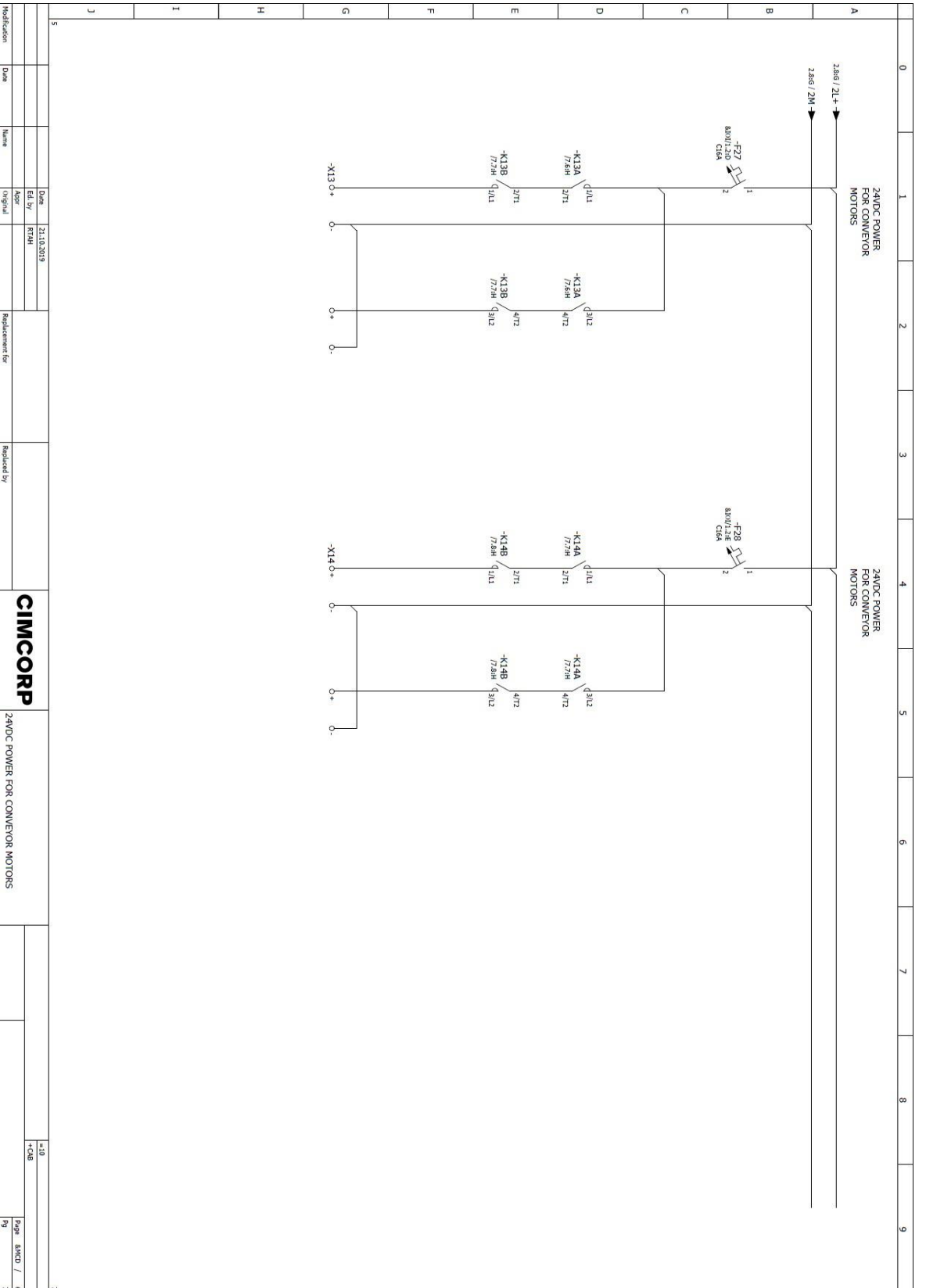
5



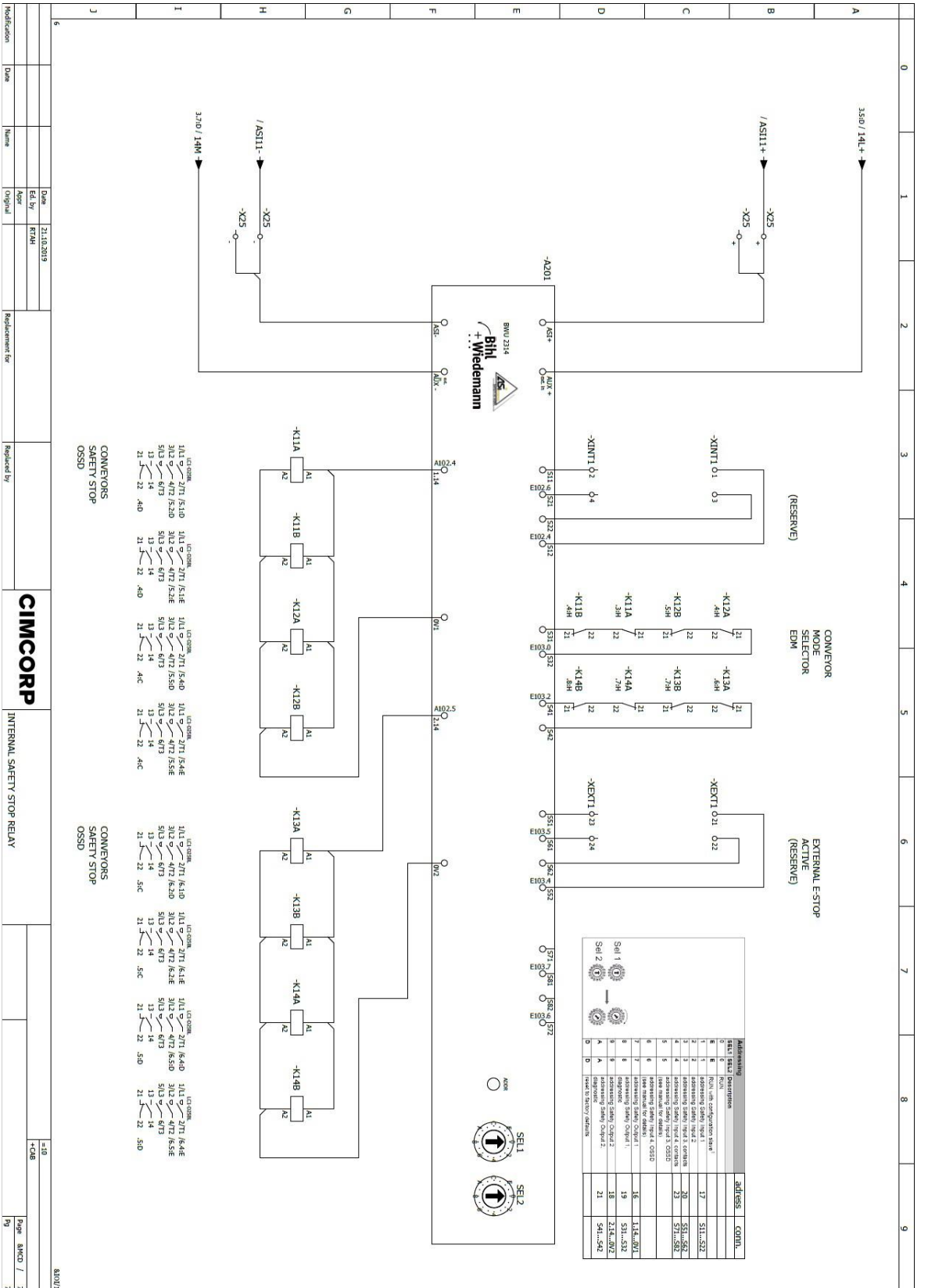
Modification	Date	Name	Date	Ed. by	Appr.	Replacement for	Replaced by
			21.10.2019	RTM			

**CIMCORP**

24VDC POWER FOR CONVEYOR MOTORS

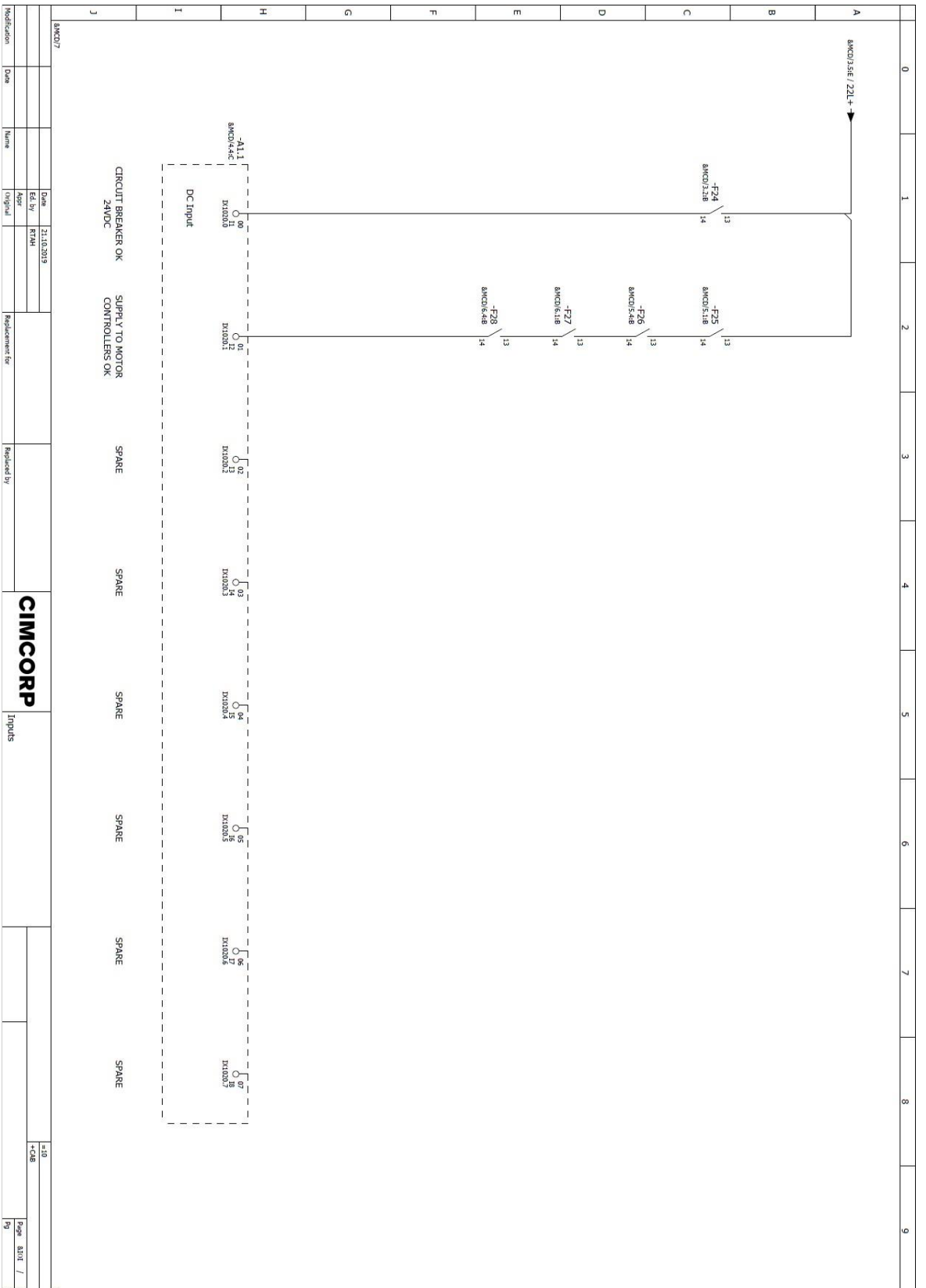


Modification	Date	Name	Date	Ed. by	Appr.	Original	Replacement for	Replaced by	<b>CIMCORP</b>	24VDC POWER FOR CONVEYOR MOTORS	=10 +CIB	Page 3/MD / 6 Pg 7
			21.10.2019	RTM								

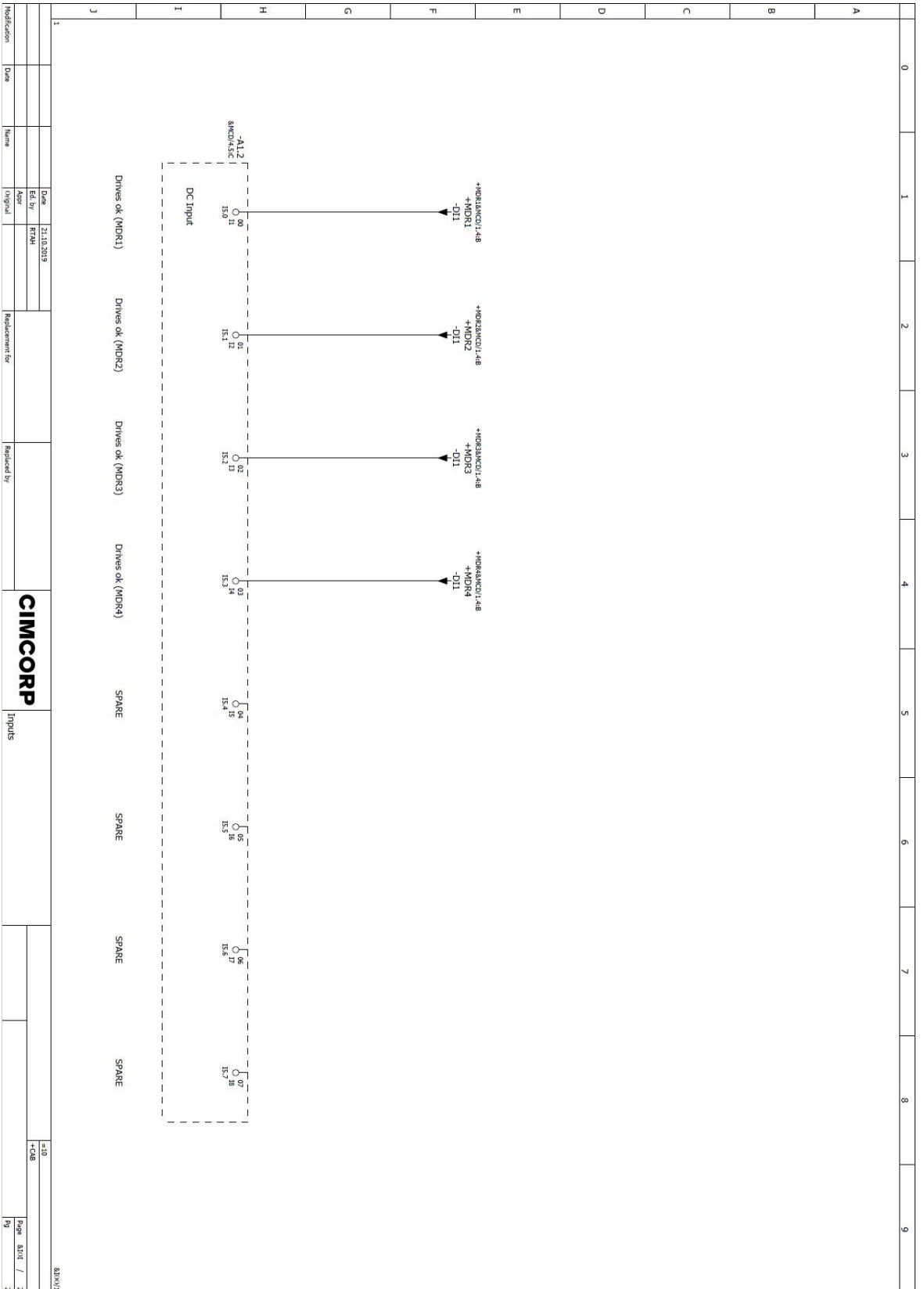


Address	Relay Description	Address	Control
1	Relay coil configuration select	17	511...532
2	Addressing Safety Input 1	20	531...552
3	Addressing Safety Input 2	21	511...552
4	Addressing Safety Input 3	22	511...552
5	Addressing Safety Input 4	23	511...552
6	Addressing Safety Input 5	24	511...552
7	Addressing Safety Input 6	25	511...552
8	Addressing Safety Input 7	26	511...552
9	Addressing Safety Input 8	27	511...552
10	Addressing Safety Input 9	28	511...552
11	Addressing Safety Input 10	29	511...552
12	Addressing Safety Input 11	30	511...552
13	Addressing Safety Input 12	31	511...552
14	Addressing Safety Input 13	32	511...552
15	Addressing Safety Input 14	33	511...552
16	Addressing Safety Input 15	34	511...552
17	Addressing Safety Input 16	35	511...552
18	Addressing Safety Input 17	36	511...552
19	Addressing Safety Input 18	37	511...552
20	Addressing Safety Input 19	38	511...552
21	Addressing Safety Input 20	39	511...552

LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE	LCI CODE
11L 271 / 5.14	11L 271 / 5.14	11L 271 / 5.14	11L 271 / 5.14	11L 271 / 5.44	11L 271 / 5.44	11L 271 / 5.44	11L 271 / 5.44	11L 271 / 5.44	11L 271 / 5.44	11L 271 / 5.44
312 472 / 5.20	312 472 / 5.20	312 472 / 5.20	312 472 / 5.20	312 472 / 5.50	312 472 / 5.50	312 472 / 5.50	312 472 / 5.50	312 472 / 5.50	312 472 / 5.50	312 472 / 5.50
513 673	513 673	513 673	513 673	513 673	513 673	513 673	513 673	513 673	513 673	513 673
21 22 4D	21 22 4D	21 22 4D	21 22 4D	21 22 4C	21 22 4C	21 22 4C	21 22 4C	21 22 4C	21 22 4C	21 22 4C

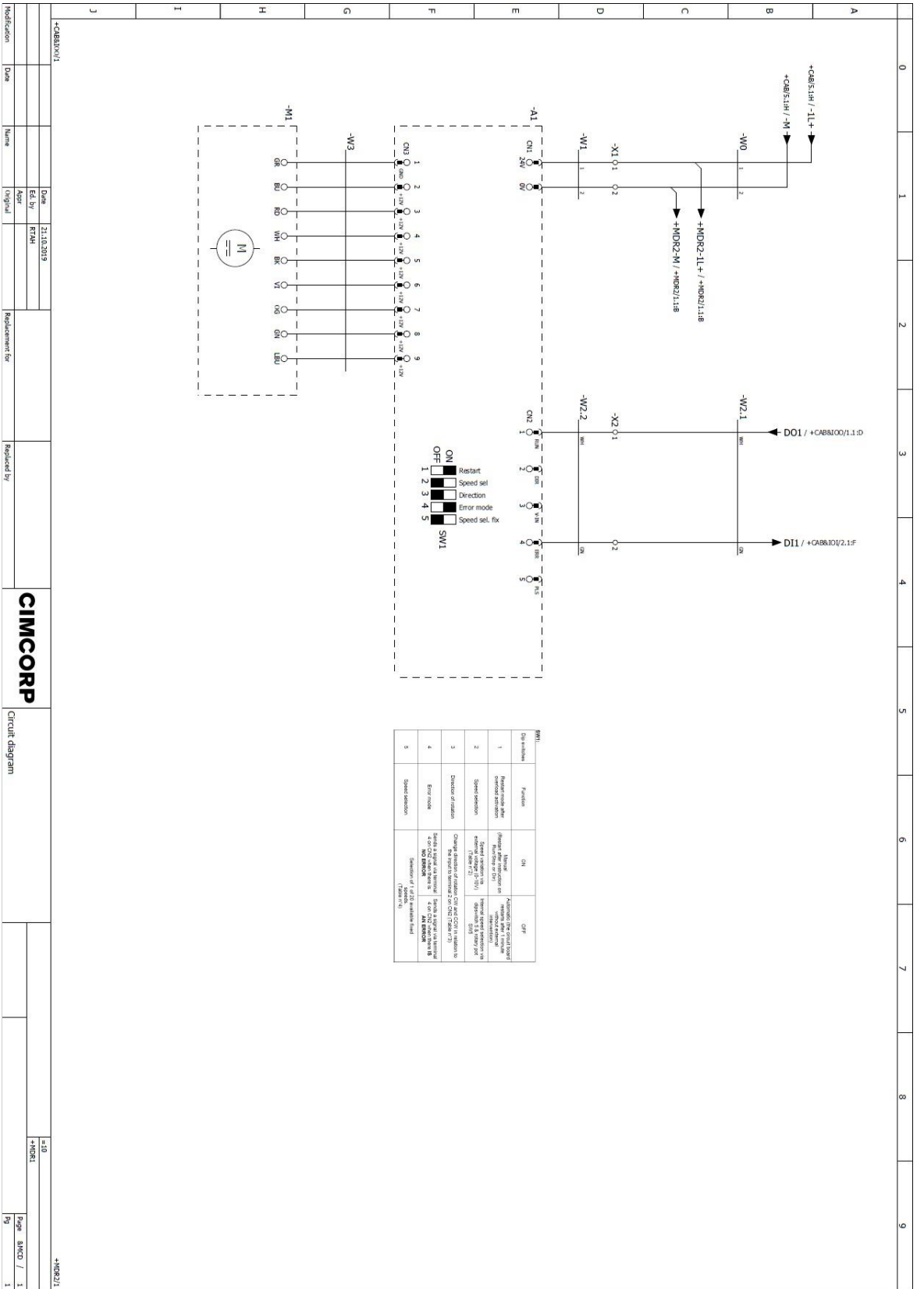


Modification	Date	Name	Original	Replacement for	Replaced by	Inputs	Page 8/10 / 1
	21.10.2019	RTM					







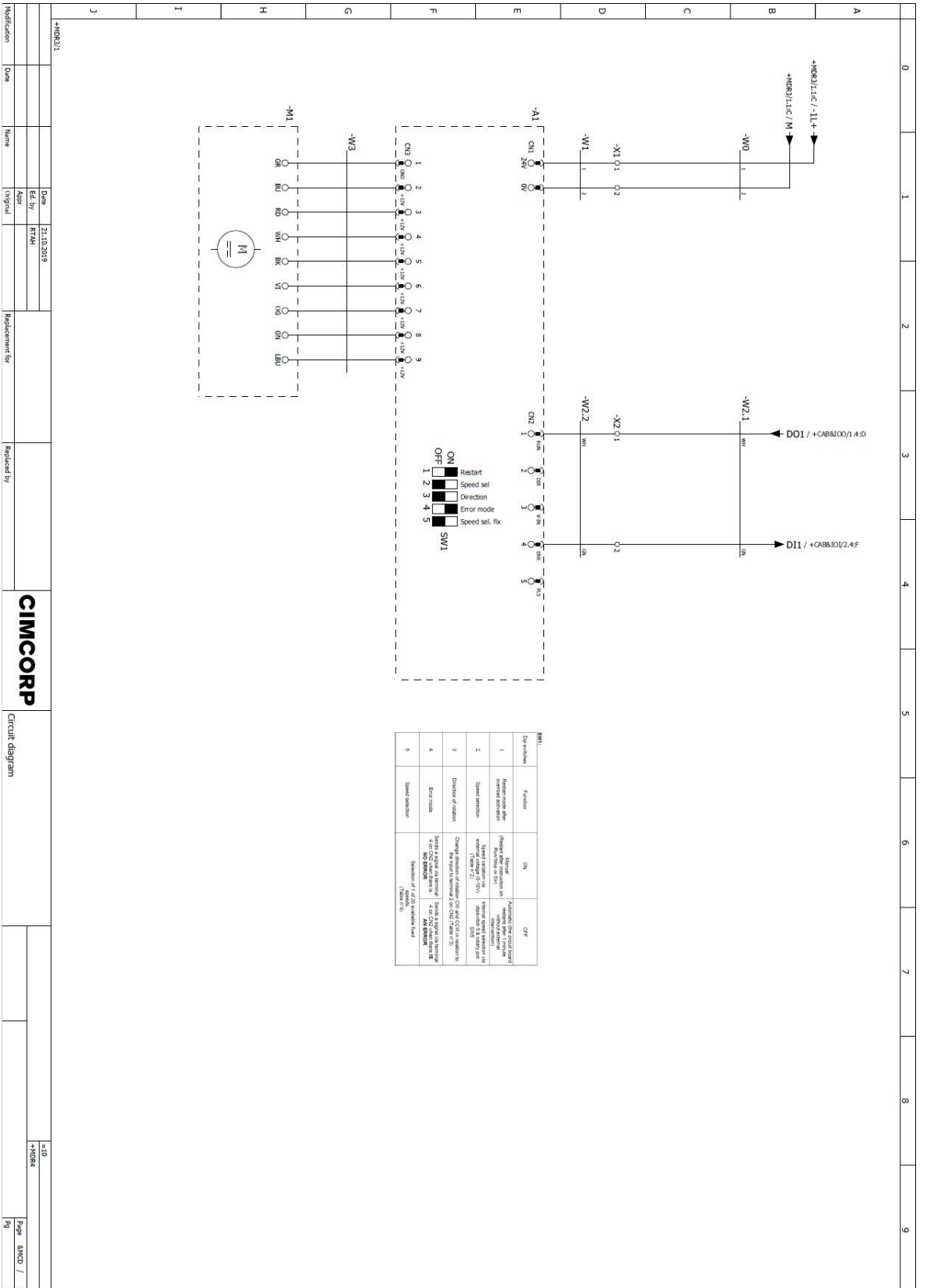


SW1	ON	OFF
1	Restart	Emergency stop
2	Speed sel.	Speed sel.
3	Direction	Direction
4	Error mode	Error mode
5	Speed sel. rtk	Speed sel. rtk

**CIMCORP**  
Circuit diagram







SW1	ON	OFF
1	Restart	Restart
2	Speed sel.	Speed sel.
3	Direction	Direction
4	Error mode	Error mode
5	Speed sel. rtk	Speed sel. rtk

Modification	Date	Name

Date	Ed. By
21.10.2019	RTM

Original	Replaced by

**CIMCORP**

Circuit diagram

=10  
+MDSK