

Juha Tuoreslampi

## **Jyrsinkoneen modernisointi**

Nopeuden säätö taajuusmuuttajalla

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Juha Tuoreslampi

Työn nimi: Jyrsinkoneen modernisointi — Nopeuden säätö taajuusmuuttajalla

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä:10

---

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella jyrsinkoneen ohjaus uudella tavalla. Tavoitteena oli suunnitella tapa, jolla oikosulkumoottorien ohjaus saadaan toteutettua taajuusmuuttajaa käyttäen.

Jyrsinkoneen työliikkeiden nopeutta säädetään vaihteiston avulla, jota pyörittävät oikosulkumoottorit. Näin toteutettuna jyrsinkoneen käyttö on osoittautunut työlääksi. Uuden suunnitelman myötä koneen käyttö helpottuu, koska työliikkeiden nopeutta voidaan säätää portaattomasti suoraan käyttöpaneelista.

Työstöliikkeiden portaaton nopeudensäätö ratkaistaan taajuusmuuttajakäytöllä. Tämä työ käsittelee taajuusmuuttajien valintaa ja niiden kytkentää esimerkkinä olevaan jyrsimeen.

Merkittävin osa työtä oli valita soveltuvimmat taajuusmuuttajat työn kohteena olevaan jyrsinkoneeseen ja suunnitella niiden kytkentä. Taajuusmuuttajakäyttö aiheuttaa sen, että karan pyörimisnopeustalukko ei ole enää oikeellinen. Tämä johtuu pääosin kahdesta asiasta, vaihteiston välityksestä ja oikosulkumoottorin pyörimisnopeuden säädön mahdollisuudesta. Pyörimisnopeuden mittausta ratkaistiin käyttämällä anturia, joka ottaa tiedon suoraan karalta ja näin ollen nopeusarvo voidaan lukea suoraan käyttöpaneelin nopeusnäytöltä.

Avainsanat: jyrsinkone, oikosulkumoottori, taajuusmuuttaja, nopeuden säätö

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School Of Technology

Degree programme: Automation Technology

Specialisation: Machine automation

Author: Juha Tuoreslampi

Title of thesis: Modernization of a milling machine — Speed regulation by a frequency converter

Supervisor: Martti Lehtonen

Year: 2012

Number of pages: 33

Number of appendices: 10

---

The purpose of this thesis was to redesign the basic structure of industrial milling machines. The objective was to draw up a design to modify an asynchronous motor and gearbox setting within a factory built milling machine with a frequency converted drive.

The rotational speed and work movements of this milling machine are controlled through a gearbox run by an asynchronous motor. The problem of such a solution is usually seen to be the difficulty of use. According to the revised design the use of the milling machine becomes easier and more effective when the speed of the work movements and the rotational speed can be adjusted directly from the operating panel.

The most significant part of this work is concerned with the selection process of a suitable frequency converter and its installation to the milling machine in question. However, the use of a frequency converter brings out a problem where rotational speed reading is no longer correct. This incorrectness is caused by the combination of two independent variables; the selected gear ratio and the speed adjustability of the asynchronous motor. The problem is worked out by the use of a sensor which delivers data directly from the spindle. The speed value is then readable from a rotary meter in the operating panel.

Keywords: milling machine, asynchronous motor, frequency converter, speed regulation

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ .....	4
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoite .....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Yritysesittely.....	9
2 JYRSINTÄ .....	10
2.1 Jyrsinnan periaate .....	10
2.2 Jyrsinkoneet.....	11
2.3 Jyrsinkone FGUE 32.....	12
2.3.1 Jyrsimen pääosat ja rakenne .....	12
3 OIKOSULKUMOOTTORIT .....	15
3.1 Toimintaperiaate .....	16
3.2 Jyrsimen moottorit.....	16
4 TAAJUUSMUUTTAJAT .....	18
4.1 Taajuusmuuttajan toimintaperiaate .....	18
4.2 Nopeuden säätö.....	19
4.2.1 Jyrsimen nopeuden säätö .....	20
5 TAAJUUSMUUTTAJIEN ASENNUKSEN SUUNNITTELU .....	21
5.1 Työn kulku .....	21
5.2 Taajuusmuuttajien valinta jyrsimeen .....	22
5.3 Kytkenä.....	23
6 KARAN PYÖRIMISNOPEUDEN MITTAAMINEN .....	27
6.1 Induktiivinen anturi ja hammaspyörä .....	27
6.2 Näyttölaite pyörimisnopeudelle .....	28

7 YHTEENVETO .....	30
LÄHTEET .....	31
LIITTEET .....	33

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Jyrsinnän periaate (Ansaharju & Maaranen 1997, 319).....	11
Kuvio 2. FGUE 32 polvimallinen jyrsin (Operating instructions FGE 32) .....	12
Kuvio 3. Yleisjyrsinkoneen pääosat ja rakenne (Ansaharju & Maaranen, 1997, 326) .....	14
Kuvio 4. Oikosulkumoottorin rakenne (Aura & Tonteri, 1996, 119).....	16
Kuvio 5. Moottorien sijainti jyrsimessä (Operating instructions FGE 32).....	17
Kuvio 6. Taajuusmuuttajan pääperiaate (Danfoss, 1992, 8).....	19
Kuvio 7. Vacon 10 – taajuusmuuttajat (Vacon 10 [Viitattu 1.5.2012]) .....	23
Kuvio 8. Moottorin M6 alkuperäinen kytkentä (Operating Instructions FGE 32)....	24
Kuvio 9. Moottorin M6 kytkentä taajuusmuuttajaohjauksella .....	25
Kuvio 10. Anturin ja hammastuksen suunniteltu paikka jyrsimessä .....	28
Kuvio 11. Omron nopeusnäyttö K3HB-R (Industrial Omron [Viitattu 24.4.2012])..	29

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

**Kara** Työstökoneen akseli, johon kiinnitetään työkalu.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

JPT-Industria Oy haluaa konepajalleen uudenlaista ohjausta metallijyrsimelle. Jyrsin on manuaalikäyttöinen, jonka kaikkia toimintoja voidaan myös käyttää sähköisesti käyttöpaneelilta.

Jyrsimen käyttäjä haluaa, että koneeseen saataisiin jyrsimen karalle pyörimisnopeuden näyttö ja että karan nopeutta voitaisiin säätää portaattomasti. Myös jyrsimen syöttöpöydän nopeutta pitäisi saada muutettua portaattomasti. Yrityksen ehdotuksena oli toteuttaa jyrsimen sähkömoottorien nopeuden säätö käyttäen taajuusmuuttajia.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on suunnitella jyrsimen moottorien nopeuden säätö käyttäen taajuusmuuttajia. Jyrsimeen valitaan soveltuvimmat taajuusmuuttajat ja suunnitellaan niiden asennus. Työssä myös etsitään ratkaisu siihen, millä tavoin karan pyörimisnopeus saadaan mitattua ja valitaan muutostöihin tarvittavat komponentit.

Tämän työn perusteella voidaan tehdä suunnitellut muutostyöt metallijyrsimeen.

## 1.3 Työn rakenne

Toisessa luvussa kerrotaan yleistä tietoa jyrsinnästä, erilaisista jyrsinkonetyypeistä sekä tarkemmin tämän työn kohteena olevasta jyrsimestä.

Luvussa kolme kerrotaan oikosulkumoottorien toiminnasta sekä jyrsimen moottoreista.



Työn neljännessä luvussa esitellään taajuusmuuttajien toimintaperiaate, mitoitus ja valintaperusteet sekä kerrotaan sähkökäyttöjen nopeuden säädöstä.

Viidennessä luvussa kerrotaan taajuusmuuttajien asennuksen suunnittelusta sekä jyrsimen sähkökaavioista.

Luvussa kuusi selvitetään millä tavoin karan pyörimisnopeus saadaan mitattua ja mitä komponentteja siihen tarvitaan.

Lopuksi seitsemännessä luvussa on yhteenveto työstä.

#### **1.4 Yritysesittely**

JPT-Industria Oy on perustettu Seinäjoella vuonna 2007. Yrityksellä on toimipisteet Seinäjoella ja Turussa ja toiminta-alueenaan sillä on Suomi ja Pohjoismaat. JPT-Industria Oy:n päätoimialaan kuuluvat teollisuuden kone-, sähkö- ja automaatioasennukset sekä teollisuuden kunnossapitopalvelut. (JPT [Viitattu 22.4.2012].)

JPT-Industria Oy työllistää noin 25 henkilöä ja heidän palveluihinsa kuuluu kone- ja laiteasennukset, ESAB hitsauskonehuolto, ennakoiva kunnossapito, laitevalmistus konepajalla, suunnittelu, sähkö- ja automaatioasennukset sekä lämpökuvaukset. (JPT [Viitattu 22.4.2012].)

JPT-Industria Oy on kevään 2012 aikana muuttanut Seinäjoen toimipisteestä Ilmajoelle. JPT-Industria Oy:n löytää Internetistä osoitteesta [www.jpt.fi](http://www.jpt.fi) (JPT [Viitattu 22.4.2012].)

## 2 JYRSINTÄ

### 2.1 Jyrsinnän periaate

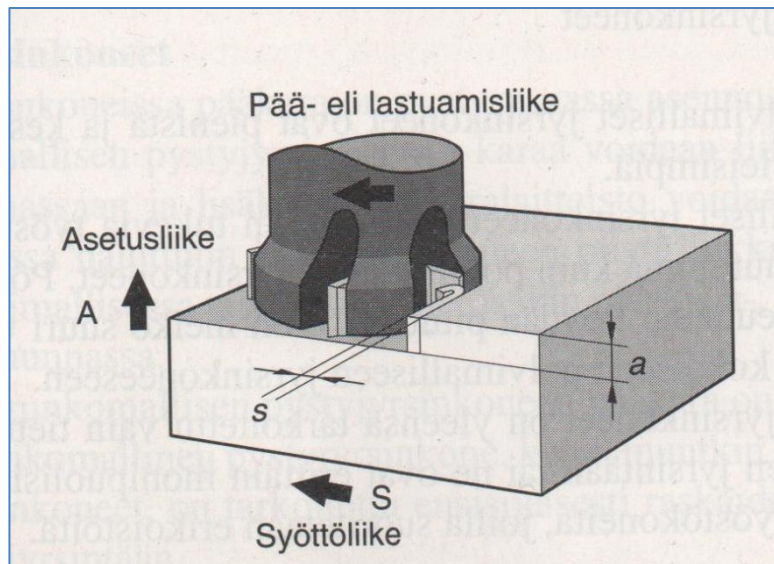
Jyrsiminen on yksi lastuavien työstömenetelmien muoto. Jyrsinnässä pyörivä, tavallisesti monihampainen työkalu irrottaa lastuja työstettävästä kappaleesta. Jyrsimällä voidaan tehdä tasomaisia tai käyriä pintoja sekä uria ja hammasmuotoja. Jyrsinnässä työstettävä kappale kiinnitetään jyrsinkoneen pöytään, joka suorittaa syöttöliikkeen. Jyrsinterä suorittaa lastun poiston. (Ansaharju & Maaranen 1997, 319.)

Pää- eli lastuamisliikkeen tekee jyrsittäessä työkalu. Jyrsinterä saadaan pyörivään liikkeeseen koneen karaa pyörittävän sähkömoottorin avulla. Lastuamisliikkeen mittayksikkö on m/min tai m/s. (Ansaharju & Maaranen 1997, 319);(Operating instructions FGE 32.)

Syöttöliikkeen jyrsinnässä tekee koneen pöytä, jossa työkappale on kiinnitettynä. Syöttöliike voidaan tehdä joko manuaalisesti käsin tai koneellisesti. Syötön mittayksikkö mm/min. (Ansaharju & Maaranen 1997, 319);(Operating instructions FGE 32.)

Asetusliikkeen tekee jyrsinnässä myös koneen pöytä jyrsittävine kappaleineen. Tämä liike asetetaan yleensä käsin käyttäen apuna koneen omia mitta-asteikkoja. Asetusliike määrää lastuamissyvyyden. Tämän mittayksikkö on millimetri. (Ansaharju & Maaranen 1997, 319);(Operating instructions FGE 32.)

Kuvassa 1 nähdään koneistuksen työstöliikkeet.



Kuvio 1. Jyrsinnän periaate (Ansaharju & Maaranen 1997, 319)

## 2.2 Jyrsinkoneet

Teollisuudessa käytetään erityyppisiä jyrsinkoneita, jotka ovat malliltaan ja käyttötarkoitukseltaan erilaisia. Konetyypit voidaan jaotella polvimaisiin sekä runkomalliin jyrsinkoneisiin, jotka ovat joko vaakakaraisia, pystykaraisia tai yleisjyrsinkoneita. Jyrsimiä, joiden pääkara on vaakasuorassa, kutsutaan tasojyrsinkoneiksi. Jyrsimiä, joiden pääkara on pystysuorassa asennossa, kutsutaan pystyjyrsinkoneiksi. Yleisjyrsinkoneen pääkara on vaakasuorassa asennossa ja on monikäyttöisempi kuin tasojyrsinkone, koska siihen on saatavilla erilaisia lisälaitteita. On myös olemassa erilaisia erikoisjyrsinkoneita ja numeerisesti ohjattuja työstökeskuksia. (Ansaharju & Maaranen 1997, 320);(Aaltonen, Andersson & Kauppinen, 1997, 210.)

Polvimaiset jyrsinkoneet ovat kaikkein yleisimpiä pienistä ja keskisuurista koneista. Tämän mallisissa koneissa alhaalla on tukeva pystysuunnassa liikkuva polvi ja sen päällä ristiliikkeen tekevä pöytä, johon työkappale kiinnitetään. Perinteisessä polvityyppisessä jyrsinkoneessa työkappale suorittaa kaikki syöttöliikkeet. Polvityyppisen jyrsimen yksi parhaita puolia on sen kätevyys käsikäyttöisenä. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen, 2003, 166–167.)

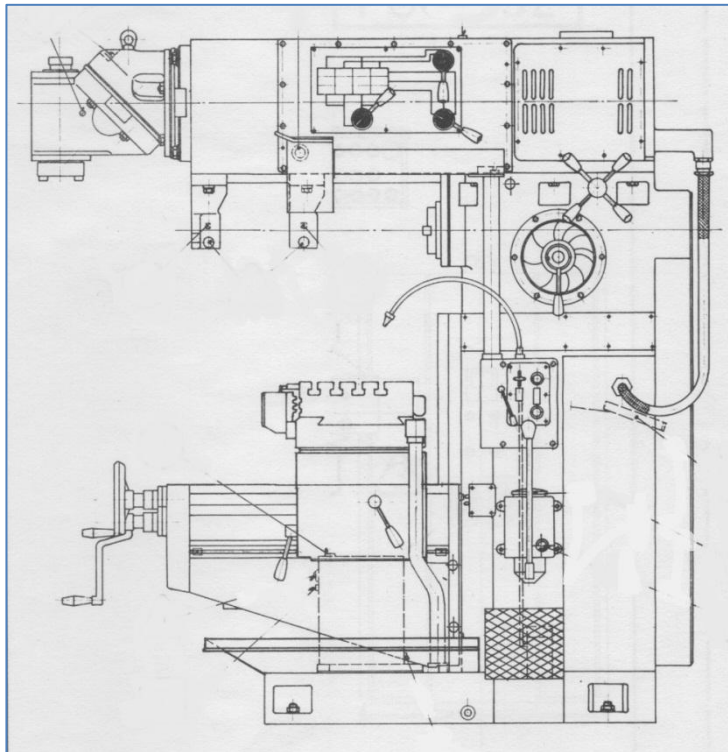
Runkomalliset jyrsinkoneet ovat rakenteeltaan erittäin tukevia työstökoneita. Ne ovat kookkaampia ja niillä voi jyrsiä raskaampia työkappaleita kuin polvimallisilla

koneilla. Runkomallisessa koneessa pöytä liikkuu ainoastaan pitkittäis- ja poikittaissuunnassa ja pöytä toimii aina vakiokorkeudella. Korkeusasetus suoritetaan jyrsinpäällä. (Ansaharju & Maaranen, 1997, 320–321.)

### 2.3 Jyrsinkone FGUE 32

Tämän työn kohteena oleva jyrsinkone on Tšekkoslovakiassa vuonna 1989 rakennettu jyrsin. Kone on TOS Oloumocin valmistama FGUE 32 ja on rakenteeltaan polvimallinen yleisjyrsinkone varustettuna yleispäällä. (Operating instructions FGE 32.)

Kuvassa kaksi on rakennekuva kyseisestä jyrsimestä.



Kuvio 2. FGUE 32 polvimallinen jyrsin (Operating instructions FGE 32)

#### 2.3.1 Jyrsimen pääosat ja rakenne

Jyrsimen runko koostuu kolmesta osasta: puomi, jalusta ja runkokotelo. Alimpana on koneen jalusta, jonka päällä kone seisoo. Jalustan sisälle on laitettu lastuamis-

nestesäiliö. Runkokotelossa on pystyjohteet, joiden varassa polvi liikkuu pystysuunnassa. Runkokoteloon on myös sijoitettu pääkaran käyttömoottori, kiilahihnaveto sekä lastuamismestojärjestelmän moottori. Kotelon yläosassa on vaakasuoraan asennettu pääkara ja pyörimisnopeuden vaihteisto. Puomi on ylimpänä osana rungossa, missä myös sijaitsee jyrsinkoneen pystykara ja sen moottori. (Operating instructions FGE 32.)

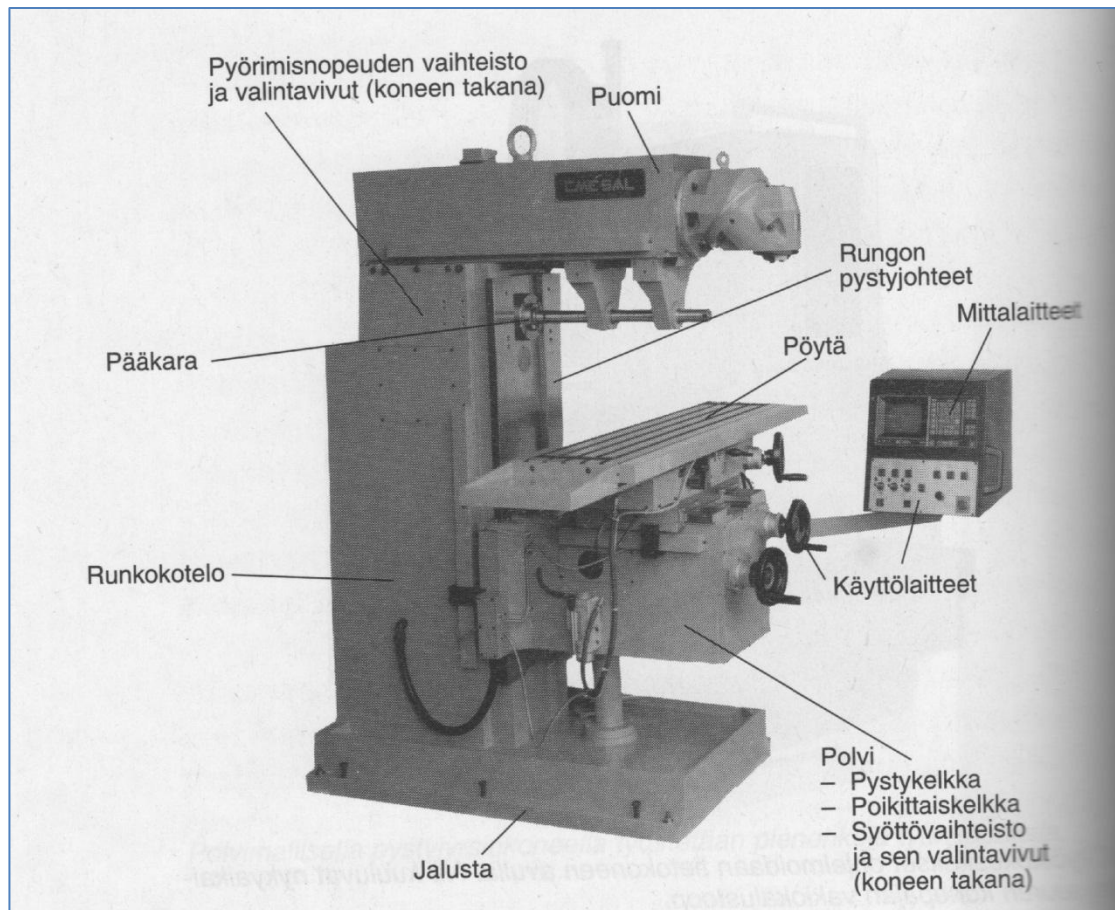
Jyrsinkoneen pääkaran vaihteisto on runkokotelon yläosassa. Vaihteiston kautta voidaan valita kaksitoista eri nopeutta alueelta 31,5 – 1400 kierrosta minuutissa. Jyrsimen toisella karalla on oma vaihteisto ja käyttömoottori, jotka sijaitsevat ylimpänä koneessa. Tälle pystykaralle voidaan myös valita vaihteiston kautta kaksitoista eri nopeutta alueelta 45 – 2000 kierrosta minuutissa. Jyrsinkoneella voidaan työstää kappaleita käyttäen molempia karoja samanaikaisesti. Tällöin koneen polvi ei ole käytössä. (Operating instructions FGE 32.)

Jyrsinkoneen polvi on rungon pystyjohteilla pystysuunnassa liikkuva kokonaisuus. Polven osat ovat: poikittaiskelkka, pystykelkka, pöytä, syöttövaihteisto ja jyrsimen ohjauslaitteet. Jyrsimessä on myös poikittaiskelkan ja pöydän välissä kääntölaatta, jonka avulla pöytää voidaan kääntää vaakatasossa 45 astetta kumpaankin suuntaan. (Operating instructions FGE 32.)

Jyrsimen pöydän maksimikuorma on 300 kg ja pöydän syöttöliikkeet millimetreinä 850 x 275 x 420, (pitkittäis-, poikittais- ja pystysuuntaiset liikkeet). (Operating instructions FGE 32.)

Syöttövaihteiston avulla jyrsimen pöydän nopeus saadaan sovitettua halutun suuriseksi, kun jyrsintä ajetaan koneellisesti. Vaihteisto sijaitsee polven sisällä ja sitä käyttää oma käyttömoottori. Syöttövaihteisto on 13-portainen. Poikittais- ja pitkittäiskelkan syöttöliikkeet voidaan valita alueelta 14 – 900 millimetriä minuutissa ja pystykelkan nopeus voidaan valita väliltä 4 – 250 millimetriä minuutissa. Koneessa on myös pikaliikkeet syötöille, joita käytetään pöydän asetus- ja palautusliikkeiden nopeuttamiseksi. Pikaliikkeen nopeus pystykelkalla on 800 mm/min ja pitkittäis- ja poikittaiskelkalla 2800 mm/min. (Operating instructions FGE 32.)

Kuvassa kolme on polvityyppisen yleisjyrsinkoneen pääosat ja rakenne.



Kuvio 3. Yleisjyrsinkoneen pääosat ja rakenne (Ansaharju & Maaranen, 1997, 326)

### 3 OIKOSULKUMOOTTORIT

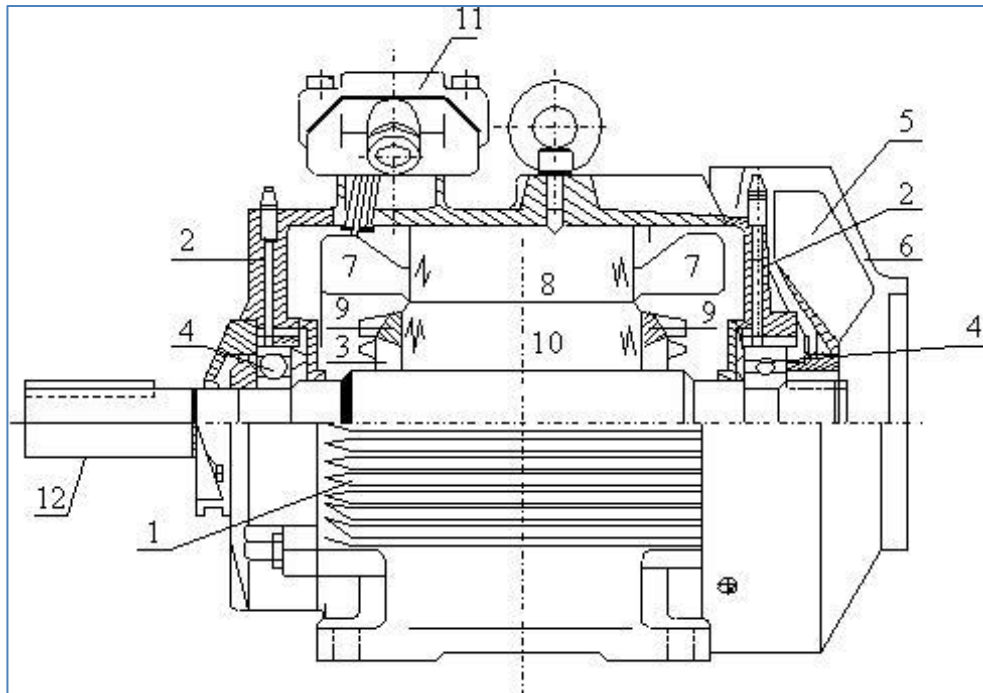
Vaihtovirralla toimivat oikosulkumoottorit ovat yleisimmin käytettyjä sähkömoottoreita teollisuudessa. Ne ovat melko yksinkertaisia rakenteeltaan ja erittäin lujatekoisia ja pitkäikäisiä. Oikosulkumoottoreita on sekä yksi- että kolmivaiheisia. Oikosulkumoottori on vaihtosähkökone, jonka roottori pyörii eri nopeudella staattori-käämityksen synnyttämän pyörivän magneettikentän kanssa. (Aura & Tonteri, 1996, 119.)

Oikosulkumoottorin rakenne koostuu kahdesta pääosasta: kiinteästä staattorista ja pyörivästä roottorista. (Aura & Tonteri, 1996, 119.) Kuvassa neljä nähdään oikosulkumoottorin rakenne.

Staattori on moottorin liikkumaton osa. Sen rungossa on ohuista rautaliuskoista valmistettu rautasydän. Rautasydämässä on urat, joissa on kolme vaihekäämitystä. Rautasydän ja vaihekäämitykset muodostavat magneettikentän. (Aura & Tonteri, 1996, 130.)

Oikosulkumoottorin roottorin rakenne on häkkikäämitys, joka on sijoitettu roottorin uriin ja suljettu kummastakin päästä oikosulkurenkaalla. Roottorin käämitys on yleensä alumiinia ja staattorin käämitys on kuparia. (Aura & Tonteri, 1996, 165.)

Kuvassa neljä on kuvattu oikosulkumoottorin rakenne: 1 staattorin runko, 2 laakerikilvet, 3 roottori, 4 laakerit, 5 tuuletin, 6 tuulettimen kotelo, 7 staattorin käämitys, 8 staattorin levypaketti, 9 roottorin käämitys, 10 roottorin levypaketti, 11 liitäntäkotelo ja 12 moottorin akseli.



Kuvio 4. Oikosulkumoottorin rakenne (Aura & Tonteri, 1996, 119)

### 3.1 Toimintaperiaate

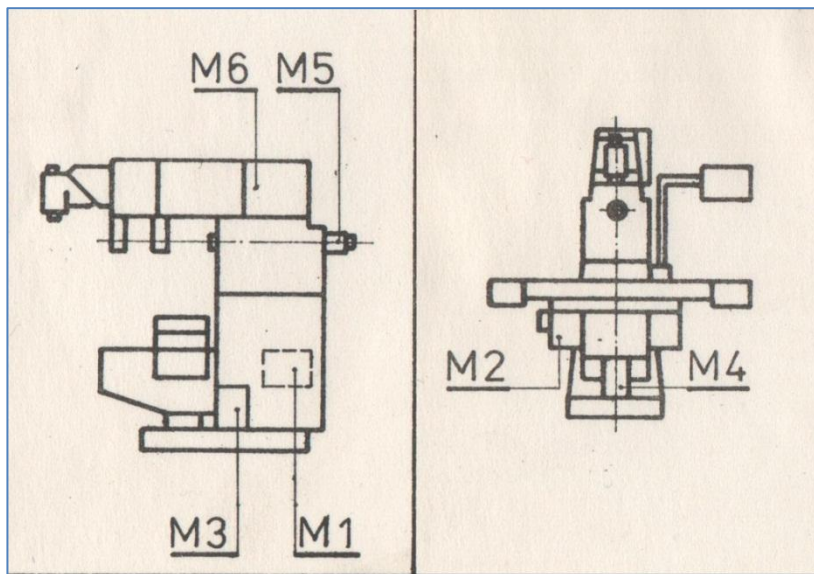
Oikosulkumoottori toimii siten, että staattorikämeissä kulkeva sähkövirta synnyttää staattoriin pyörivän magneettikentän. Magneettikentän kenttäviivat leikkaavat roottorin sauvoja. Näihin sauvoihin indusoituu sähkövirta. Virran ja pyörivän magneettikentän välinen voimavaikutus pyrkii saamaan roottorin pyörivään liikkeeseen. Jos tästä syntyvä vääntömomentti on suurempi kuin roottoria jarruttavan kuorman vääntömomentti, roottori alkaa pyöriä. Moottorin nopeus määräytyy napaparien määrästä ja syötettävän verkon taajuudesta. (Aura & Tonteri, 1996, 139.)

### 3.2 Jyrsimen moottorit

Jyrsimen kaikki viisi sähkömoottoria ovat kolmivaiheisia oikosulkumoottoreita: jyrsimen pääkaran moottori M1 (5,5 kW), syöttöjen moottori M2 (1,1 kW), lastuamiseksijärjestelmän moottori M3 (0,125 kW), jyrsimen polven moottori M4 (0,120 kW) ja pystykaran moottori M6 (4 kW). Tässä mallissa ei ole moottoria sähköiselle työkalun kiinnitykselle, joka olisi moottori M5. (Operating instructions FGE 32.)



Kuvassa viisi on moottorien sijainti jyrsimessä.



Kuvio 5. Moottorien sijainti jyrsimessä (Operating instructions FGE 32)

Jyrsimen moottorit toimivat tällä hetkellä vakiotaajuudella ja vakiokierrosnopeudella. Oikosulkumoottorien kierroslukua voidaan säätää joko napalukua muuttamalla tai sähkön syöttöverkon taajuutta muuttamalla. Kaksinapaiset moottorit pyörivät vakiotaajuudella noin 3000 kierrosta minuutissa ja nelinapaiset noin 1500 kierrosta minuutissa. Jyrsimen moottorit ovat 4-napaisia lukuun ottamatta lastuamisnestejärjestelmän moottoria, joka on 2-napainen.

Karojen moottoreilla M1 ja M6 sekä pöydän syöttöliikkeiden moottorilla M4 on kullakin omat vaihteistot, joiden kautta akseleiden pyörimisnopeutta ja pöydän syöttöjen nopeutta voidaan valita.

Jyrsinkoneen käyttämisen helpottamiseksi pystykaran moottorille M6 pitäisi saada portaaton nopeuden säätö. Myös syöttöpöydän vaaka- ja poikittaisliikkeen moottorille M2 tulisi portaaton säätö samoin jyrsimen polven pystyliikkeen moottorille M4.

Seuraavassa luvussa kerrotaan tarkemmin oikosulkumoottorien nopeuden säädöstä käyttäen taajuusmuuttajaa.

## 4 TAAJUUSMUUTTAJAT

Taajuusmuuttaja on laite, jolla voidaan säätää vaihtovirtamoottorin vääntömomenttia ja pyörimisnopeutta sähköverkon taajuutta muuttamalla. Taajuusmuuttajat ovat yleistyneet vaihtovirtamoottorien ohjauksessa. Etenkin oikosulkumoottorien nopeuden säätö on helpottunut taajuusmuuttajakäytön myötä. (Danfoss, 1992, 3.)

### 4.1 Taajuusmuuttajan toimintaperiaate

Taajuusmuuttajia on kahta eri tyyppiä, välipiirillisiä ja suorita. Suorissa taajuusmuuttajissa vaihtosähkö pilkotaan puolijohdekytkimien avulla halutun taajuiseksi ja jännitteiseksi vaihtosähköksi. Välipiirilliset taajuusmuuttajat toimivat siten, että sähkö muutetaan ensin tasasähköksi ja sitten vaihtosähköksi moottorille. Välipiirilliset taajuusmuuttajat ovat yleisin tyyppi ja niitä käytetään oikosulkumoottorikäytössä. (Aura & Tonteri, 1996, 342.) Tässä luvussa kerrotaan vain tällaisesta taajuusmuuttajatyypistä. Kuvassa 6 on välipiirillisen taajuusmuuttajan toimintaperiaate, joka koostuu neljästä pääosasta: tasasuuntaaja, välipiiri, vaihtosuuntaaja sekä ohjaus- ja säätöpiiri (Danfoss, 1992, 8).

Tasasuuntaajan tehtävä on muuttaa syötettävän kolmivaiheverkon vaihtojännite tasajännitteeksi. Tasasuuntaaja koostuu diodeista, joiden avulla vaihtosähkö muutetaan tasasähköksi. (Aura & Tonteri, 1996, 342.)

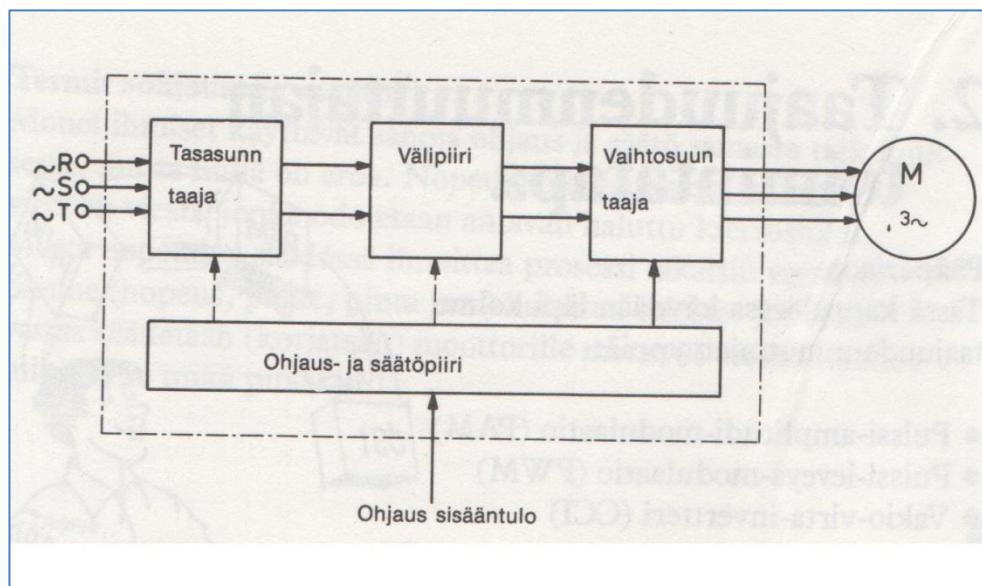
Välipiiri toimii energian varastoimispaikkana, josta vaihtosuuntaajan avulla annetaan moottorille sen tarvitsema energia. Välipiirin ja vaihtosuuntaajan rakenne jakaa taajuusmuuttajat eri tyyppisiin:

- Suuntaaja, jonka tasavirtavälipiirin virtaa säädetään
- Suuntaaja, jonka tasajännitevälipiirin jännitettä säädetään
- Suuntaaja, jonka tasajännitevälipiirin jännite on vakio

(Aura & Tonteri, 1996, 458–462)

Taajuusmuuttajassa on viimeisenä ennen moottoria vaihtosuuntaaja. Vaihtosuuntaajassa tasasuuntaajan kautta saatu tasasähkö muutetaan takaisin vaihtosähköksi moottorille. Vaihtosuuntaaja saa välipiiristä joko vakiotasajännitteen, muuttuvan tasajännitteen tai tasavirran. (Hieta-Wilkman & Erkinheimo, 1997, 8-9.)

Ohjaus- ja säätöpiirin tehtävänä on mitata jännitettä, virtaa ja taajuutta. Näitä arvoja verrataan sisääntuloviestiin ja säädetään sitten sen mukaan. Ohjaus- ja säätöpiiri kerää taajuusmuuttajaan kytketyistä laitteista tietoa ja välittää niitä eteenpäin. Esimerkiksi nopeusohje välitetään moottorille. (Danfoss, 1997, 7-8.)



Kuvio 6. Taajuusmuuttajan pääperiaate (Danfoss, 1992, 8)

## 4.2 Nopeuden säätö

Useimmissa koneissa on käyttövoimana sähkömoottori, erityisesti oikosulkumoottori. Koneiden nopeuden säätö näissä tapauksissa voidaan toteuttaa joko käyttämällä kaksinopeusmoottoria, taajuusmuuttajaa energiansäätkomponenttina tai vaihteita tehonsiirtokomponenttina. (ABB 2001). Portaaton nopeuden säätö on mahdollista tässä tapauksessa vain taajuusmuuttajan avulla.

Portaattomalla nopeuden säädöllä saavutetaan prosessista riippuen monenlaisia hyötyjä, kuten energian säästö, materiaalin säästö, tuotannon kasvu ja laadun parannus (Danfoss, 1997, 4-5).

#### **4.2.1 Jyrsimen nopeuden säätö**

Vanhemmissa manuaalikäyttöisissä jyrsinkoneissa nopeuden asettelu on työlästä, koska eri materiaalit tarvitsevat eri työstöarvot. Nopeusarvot asetetaan karalle ja syöttöpöydälle vaihteiston kautta ja oikea vaihde pitää lukea taulukosta. Taajuusmuuttajan avulla oikean työstöarvon asettaminen helpottuu, koska voidaan ensin valita karkeasti vaihteistosta vaihde ja sen jälkeen hienosäätää nopeus oikeaksi säätimen avulla. Taulukosta ei tarvitse lukea nopeutta, koska sen näkee nopeusnäytöltä.

Seuraavissa luvuissa kerrotaan, kuinka jyrsimeen saadaan portaaton nopeuden säätö ja millä tavoin pyörimisnopeus saadaan mitattua karalta.

## 5 TAAJUUSMUUTTAJIEN ASENNUKSEN SUUNNITTELU

### 5.1 Työn kulku

Projekti lähti liikkeelle siitä, että ensin tutustuttiin työn kohteena olevaan jyrtimeen ja sen käyttöön. Koneen käyttäjä opasti ja näytti, kuinka jyrintä käytetään ja mitä toivomuksia sen uudistamisen suhteen oli. Jyrsimen pystykaraa käytetään koneistuksessa ja siihen pitäisi saada taajuusmuuttaja kiinni. Jyrsinkoneen pystykaran moottorille M6, syöttöpöydän vaaka- ja poikittaisliikkeen moottorille M2 sekä polven moottorille M4 tulisi saada portaaton nopeuden säätö taajuusmuuttajan avulla.

Karan pyörimisnopeudelle tarvitaan nopeusnäyttö, koska jos karan nopeutta säädetään taajuusmuuttajan avulla, vaihteiston taulukkoarvot pyörimisnopeudelle eivät enää pidä paikkaansa.

Jyrtimeen oli olemassa käyttöopas sekä sähkökaaviot kytkennöistä. Näistä saatiin tarkemmin tietoa koneen ominaisuuksista, teknisistä tiedoista sekä sähkökytkennöistä. Näiden ohjekirjojen perusteella pystyttiin hahmottamaan paremmin se, kuinka jyrin on rakennettu ja kuinka se toimii.

Ohjekirjasta löytyi jyrsimessä käytettyjen oikosulkumoottoreiden tarkemmat tiedot. Sinne oli merkitty akselitehot, tyyppinumerot ja nimelliskierrosluvut. Taajuusmuuttajaa valitessa oleellisimmat tiedot moottorista ovat akseliteho, nimellisvirta ja tehokerroin eli hyötysuhde. Nimellisvirtaa ja tehokerrointa ei ollut mainittu ohjekirjassa. Nämä tiedot on yleensä merkitty jokaisen moottorin kylkeen (ns. kilpitiedot). Näitä kilpitietoja ei kuitenkaan löytynyt jyrsimen moottoreista, joten ne piti etsiä moottorin valmistajan taulukoista tyyppinumeron perusteella.

Seuraavassa luvussa kerrotaan taajuusmuuttajien valinnasta ja niiden kytkennöistä tarkemmin.

## 5.2 Taajuusmuuttajien valinta jyrtimeen

Taajuusmuuttajan valintaa tehdessä täytyy ottaa huomioon monia erilaisia tekijöitä. Tärkeimmät tekijät ovat sovelluksen kuormitusolosuhteet sekä käyttölämpötila. (Vacon – Tee oikea valinta [Viitattu 22.4.2012].) Ensimmäiseksi katsotaan onko moottorien syöttöjännite yksi- vai kolmivaiheista vaihtosähköä. Jyrtimeen kaikki moottorit toimivat kolmivaiheisella vaihtosähköllä, jännitteellä 400 voltia. Tämän jälkeen selvitetään moottorien nimellisarvot joiden perusteella taajuusmuuttajat voidaan valita tarkemmin moottorikohtaisesti.

Jyrtimeen moottorien nimellisarvot, joihin taajuusmuuttajat tarvitaan.

- Pystykaran moottori M6

Akseliteho 4.0 kW, tehokerroin 0,83, nimellisvirta 8,3 A, nimelliskierrosnopeus 1440 kierrosta minuutissa.

- Syöttöpöydän vaaka- ja poikittaisliikkeen moottori M2

Akseliteho 1.1 kW, tehokerroin 0,79, nimellisvirta 2,64 A, nimelliskierrosnopeus 1420 kierrosta minuutissa.

- Polven moottori M4

Akseliteho 0,125 kW, tehokerroin 0,64, nimellisvirta 2,64 A, nimelliskierrosnopeus 1350 kierrosta minuutissa. (Operating instructions FGE 32.)

Moottoreille valittiin Vaconin valmistamat taajuusmuuttajat Vacon 10 -sarjasta. Tämän sarjan taajuusmuuttajat soveltuvat tehoalueelle 0,25 – 5,5 kW. Vacon 10 on kompakti, monipuolinen ja edullinen valinta tällaisiin taajuusmuuttajasovelluksiin. (Vacon 10 [Viitattu 22.4.2012].) Liitteessä yksi on Vacon 10 -sarjan taajuusmuuttajat, jotka on valittu moottoreille. Kuviossa seitsemän on Vacon 10 -sarjan taajuusmuuttajat.

Vacon 10 -sarjan taajuusmuuttajat on saatavilla kolmella eri liitäntäkorttipaketilla, jotka ovat API – Full, API – Limited, ja API – RS-485 (Vacon 10 [Viitattu

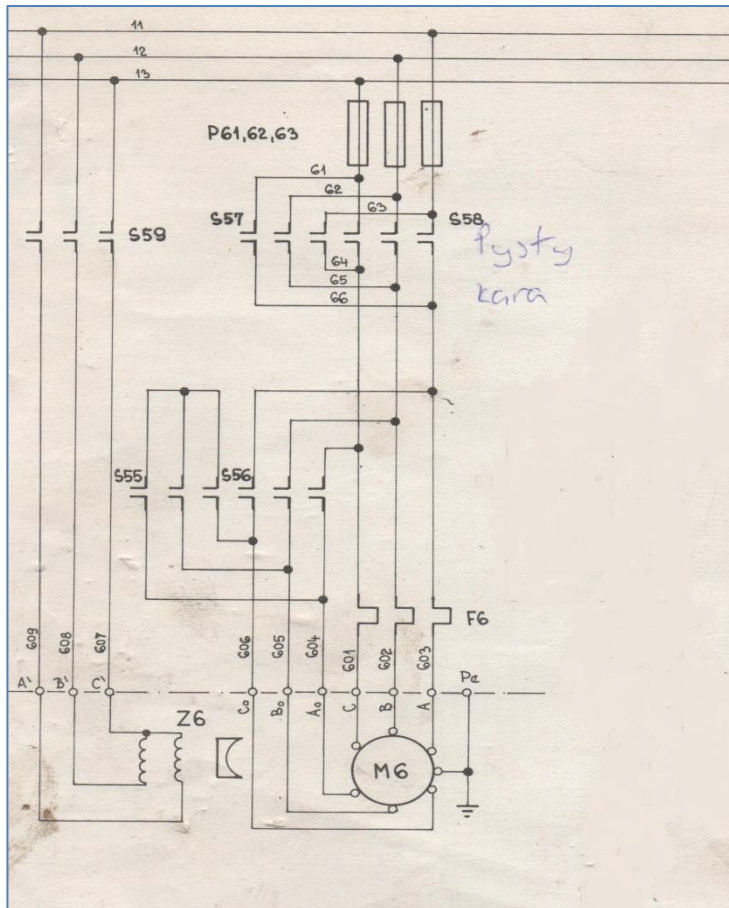
22.4.2012]). Jyrsimeen valittavissa taajuusmuuttajissa tulee olla liitännäkorttipaketti API – Full, koska siinä on riittävä määrä analogia- ja digitaalituloja tarvittavia liitännöitä varten. Liitteessä kaksi on Vacon 10:n ohjausriviliitännät.



Kuvio 7. Vacon 10 – taajuusmuuttajat (Vacon 10 [Viitattu 1.5.2012])

### 5.3 Kytkenä

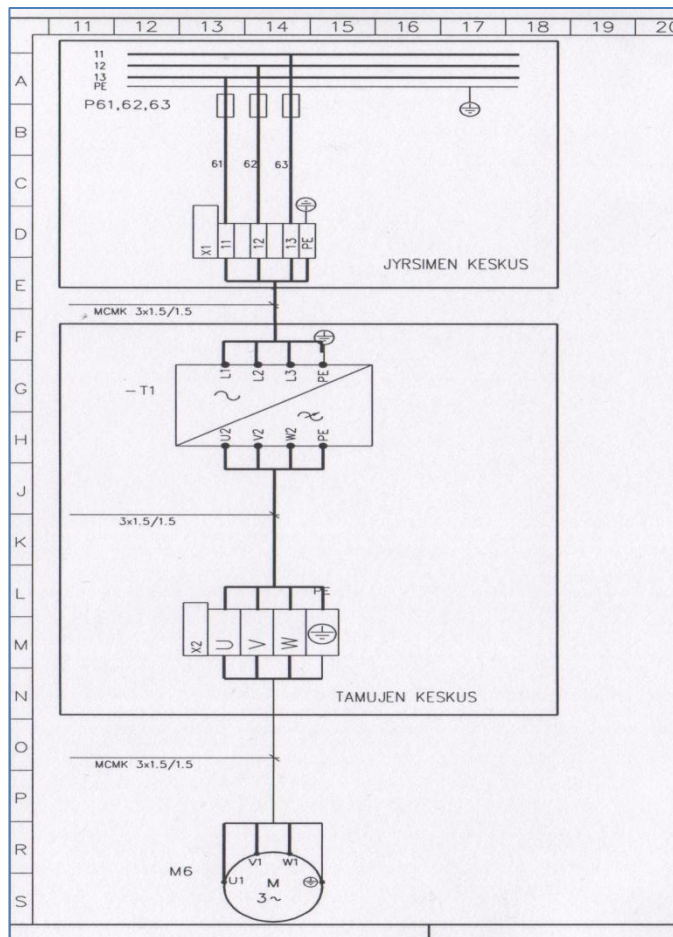
Taajuusmuuttajien kytkentä on pyritty suunnittelemaan niin, että mahdollisimman vähän muutetaan jyrsimen alkuperäisiä sähkökytkentöjä. Pystykaran, syöttöpöydän ja polven moottorien taajuusmuuttajat kytketään jyrsimeen samalla tavalla.



Kuvio 8. Moottorin M6 alkuperäinen kytkentä (Operating Instructions FGE 32)

Pääkaran moottorin taajuusmuuttaja kytketään siten, että sulakkeiden P61, P62 ja P63 jälkeen tulee taajuusmuuttajan syöttöjännite. Taajuusmuuttajalta vedetään johdotukset suoraan moottorille M6. Taajuusmuuttaja tulee siis sähkökaaviossa kontaktorien S57 ja S58 tilalle. Taajuusmuuttajan ohjaus otetaan kontaktoreilta S57 ja S58, jotka vaihtavat moottorin pyörimissuunnan. Tähti/kolmio-muunnosta hoitavat kontaktorit S55 ja S56 jäävät pois, kuten myös moottorin lämmönsuojarele F6. Liitteessä neljä on pystykaran moottorin uudet sähkökuvat. Kuviossa kahdeksan on pystykaran kytkentäkuva taajuusmuuttajaohjauksella.





Kuvio 9. Moottorin M6:n kytkentä taajuusmuuttajaohjauksella

Syöttöpöydän moottorin M2:n kytkentä tapahtuu samalla tavalla. Poikkeuksena on se, että sulakkeet ennen taajuusmuuttajaa ovat P4, P5 ja P6 ja taajuusmuuttajan ohjaus otetaan kontaktoreilta S5 ja S6. Tässä moottorissa ei ole tähti/kolmio-muunnosta. Moottorin lämmönsuojarele F2 jää pois. Liitteessä viisi on uudet sähkökuvat moottorista.

Polven moottori M4 kytketään taajuusmuuttajaan sulakkeiden P7, P8 ja P9 jälkeen ja ohjaus otetaan kontaktoreilta S8 ja S9. Liitteessä kuusi on uudet sähkökuvat moottorista.

Taajuusmuuttajien kytkennät pitää tehdä siten, että jos jokin taajuusmuuttaja menee vikatilaa, niin kaikki liikkeet pysähtyvät jyrsimessä. Tällä estetään jyrsimen rikkoutuminen.

Taajuusmuuttajiin kytketään potentiometrit, joiden avulla moottorien nopeutta voidaan säätää portaattomasti säätimestä. Potentiometrit asennetaan jyrsimen omien käyttöpainikkeiden läheisyyteen, josta moottorien nopeutta voidaan helposti säätää. Kunkin moottorin uusista sähkökuvista löytyy potentiometrin kytkentäpaikat.

## 6 KARAN PYÖRIMISNOPEUDEN MITTAAMINEN

Jyrsimen karan pyörimisnopeus pitää määrittää uudelleen. Vaihteiston taulukkoarvot eivät pidä taajuusmuuttajakäytön asennuksen jälkeen enää paikkaansa. Tavallisesti pyörimisnopeuden mittaamiseen käytetään pulssianturia. Pulssianturia ei voida käyttää tässä tapauksessa nopeuden mittaamiseen, koska anturin akselia ei saada kiinnitettyä jyrsimen karan pyöriin osiin järkevästi. Pyörimisnopeuden mittaaminen toteutetaan jyrsimeen induktiivisen anturin ja hammaspyörän avulla.

### 6.1 Induktiivinen anturi ja hammaspyörä

Induktiivinen anturi tunnistaa vain metalleja. Kun metalli lähestyy anturia, anturin tuntopään magneettikenttä vaimenee. Tästä seuraa se, että kelan jännite pienenee ja anturin elektroniikka muuttaa virran muutokset on/off-tiedoksi. Anturin tunnistusetäisyydet ovat 0,5 mm:stä 150 mm:iin asti. Induktiivisten anturien kytkentätaajuuden maksimiraja on 10...5000 Hz riippuen anturityypistä. Kytkentätaajuus hertseinä tarkoittaa sitä, montako kertaa anturi antaa tietoa sekunnin ajanjaksolla. (Fonselius, Pekkola, Selosmaa, Ström & Välimaa, 1999, 34.)

Induktiivinen anturi ja hammaspyörä toimivat nopeuden mittaamisessa siten, että hammaspyörän liikenopeus on suoraan verrannollinen pulssitaajuuteen. Anturin käämiin indusoituu jännitepulssi, kun hammas kulkee tuntopään ohi ja samalla aiheuttaa muutoksen anturin kestopolttimissa. (Pihkala, 2008, 169.)

Kuvassa kahdeksan nähdään jyrsimen pystykaran työkalun kiinnitys kuvattuna ylhäältä päin. Mutterikiinnityksen ympärillä olevan kiristinpyörän ulkokehälle voidaan koneistaa hammastus nopeuden mittausta varten. Toinen vaihtoehto on kiinnittää pyörän päälle valmiiksi tehty hammaspyörä. Hammaspyörän ulkokehän halkaisijan tulee olla 200 mm ja hampaiden lukumäärän 50. Hammaspyörä voidaan kiinnittää kiristinpyörän päälle ruuvikiinnityksellä.



Kuvio 10. Anturin ja hammastuksen suunniteltu paikka jyrsimessä

Anturin mitoituksessa täytyy ottaa huomioon sen kytkentätaajuus ja tunnistusetäisyys. Anturin maksimitaajuus saadaan laskettua karan maksimipyörimisnopeuden ja hammasluvun avulla. Karan maksimipyörimisnopeus on 2000 kierrosta minuutissa eli noin 33 kertaa sekunnissa. Tämä kerrotaan hammasluvulla 50, joten tulokseksi saadaan 1650. Anturin pitää siis pystyä käsittelemään tietoa 1650 kertaa sekunnissa eli sen taajuuden pitää olla vähintään 1650 Hz. Anturin tunnistusetäisyyden ei tarvitse olla erityisen suuri tässä tapauksessa, koska anturi saadaan asetettua lähelle hammastusta. Liitteessä kahdeksan on tähän tarkoitukseen soveltuvan anturin tekniset tiedot.

## 6.2 Näyttölaite pyörimisnopeudelle

Pyörimisnopeuden näyttölaitteen pitää olla tarkoitettu nimenomaan nopeusnäytöksi. Siinä tulee olla vähintään nelinumeroinen näyttö ja sen pitää pystyä vastaanottamaan digitaalista signaalia anturilta. Yleensä tällaiset näytöt toimivat joko 24 vol-

tin tasajännitteellä tai 230 voltin vaihtojännitteellä. Jyrsimeen sopivan näytön tulisi olla 230 voltin syöttöjännitteellä toimiva, koska tasasähköä jyrsimen omasta sähkökeskuksesta ei ole saatavilla. Näytössä tulisi olla myös tasasähköulostulo, josta saataisiin siihen kytkettävälle anturille käyttöjännite. Liitteessä yhdeksän on Omronin valmistaman nopeusnäytön I/O-listaus, josta löytyvät kaikki nämä ominaisuudet. Näytöksi voidaan myös valita tasasähköllä toimiva näyttö, jos jyrsimeen asennetaan muuntaja.



Kuvio 11. Omron nopeusnäyttö K3HB-R (Industrial Omron [Viitattu 24.4.2012])

## 7 YHTEENVETO

Suunnitteluprojektina tämä työ oli erittäin mielenkiintoinen. Tarkoituksena oli suunnitella, kuinka taajuusmuuttajat saadaan kytketyksi jyrtimeen ja millä tavoin koneen karan pyörimisnopeus saadaan mitattua.

Työn aikana opin paljon uutta tietoa koneistuksesta, erityisesti projektin kohteena olevan jyrtsimen toiminnasta ja sen rakenteesta. Myös suunnittelutyön osalta oli tärkeää tietää oikosulkumoottorien toiminnasta ja siitä, kuinka niiden nopeutta saadaan säädetyksi.

Työ suunniteltiin suurimmaksi osaksi jyrtsimen käyttöohjeen ja koneen sähkökaavioiden perusteella. Haasteellisinta työssäni oli ottaa selvää vanhoista sähkökuvisista ja etsiä sieltä sähkömerkintöjen selityksiä. Pyörimisnopeuden mittaaminen suoraan koneesta oli ongelmallista.

Työssäni on kerrottu eri muutostyön edellyttämien eri komponenttien vaatimukset ja ominaisuudet. Taajuusmuuttaja-, anturi-, ja näyttötyypit voidaan tilata listan mukaan (liite kymmenen) tai valita vastaavat komponentit eri valmistajalta. Listassa ehdotettujen komponenttien kokonaishinnaksi tulee noin 2000 euroa.

Tämän työn perusteella jyrtsimen muutostyöt voidaan toteuttaa. JPT-Industria aikoo toteuttaa taajuusmuuttajakäytön jyrtsinkoneeseen tämän työn mukaan tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

- ABB 2001. Tekninen opas nro 4 - Nopeussäädettyjen käyttöjen opas. 19.2.2001. [Verkkojulkaisu]. ABB Automation Group Ltd. [Viitattu 20.4.2012]. Saatavana: [http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/32f0404329db7689c1256d2800411f0a/\\$file/Tekninen\\_opas\\_nro4.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/32f0404329db7689c1256d2800411f0a/$file/Tekninen_opas_nro4.pdf)
- Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. 1.p. Porvoo: WSOY.
- Ansaharju, T. & Maaranen, K. 1997. Koneistus. 1.p. Porvoo: WSOY.
- Aura L. & Tonteri, A. 1996. Sähkökoneet ja tehoelektroniikan perusteet. 1.p. Porvoo: WSOY.
- Danfoss. 1992. Tietämisen arvoista asiaa taajuusmuuttajista. Danfoss A/S.
- Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M. & Välimaa, T. 1999. Automaatiolaitteet: Koneautomaatio. 1.p. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Hieta-Wilkman, S. & Erkinheimo, H., Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. 1997. Taajuusmuuttajat: käyttö, asennus, häiriöt. Espoo: Sähköinfo.
- Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki M. & Sihvonen P. 2003. Valmistustekniikka. 10. p. Helsinki: Otatieto Oy.
- JPT. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. JPT-Industria Oy. [Viitattu 22.4.2012]. Saatavana: <http://www.jpt.fi/>
- Omron K3HB-R / -P / -C Käyttäjän käsikirja. [Ei päiväystä]. [Verkkojulkaisu]. © Omron Corporation 2012. [Viitattu 23.4.2012]. Saatavana: [http://industrial.omron.fi/fi/system/popups/show\\_large\\_visual.html?visual=http%3A/images.industrial.omron.fi/IAB/Products/Control%2520Components/Digital%2520Panel%2520Indicators/1-8%2520DIN%2520Advanced%2520Digital/images/K3HB-RPC400x400.jpg&type=&height=400&width=400](http://industrial.omron.fi/fi/system/popups/show_large_visual.html?visual=http%3A/images.industrial.omron.fi/IAB/Products/Control%2520Components/Digital%2520Panel%2520Indicators/1-8%2520DIN%2520Advanced%2520Digital/images/K3HB-RPC400x400.jpg&type=&height=400&width=400)
- Omron nopeusnäyttö K3HB-R. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. © Omron Corporation 2012. [Viitattu 24.4.2012]. Saatavana: [http://industrial.omron.fi/fi/system/popups/show\\_large\\_visual.html?visual=http%3A/images.industrial.omron.fi/IAB/Products/Control%2520Components/Digital%2520Panel%2520Indicators/1-8%2520DIN%2520Advanced%2520Digital/images/K3HB-RPC400x400.jpg&type=&height=400&width=400](http://industrial.omron.fi/fi/system/popups/show_large_visual.html?visual=http%3A/images.industrial.omron.fi/IAB/Products/Control%2520Components/Digital%2520Panel%2520Indicators/1-8%2520DIN%2520Advanced%2520Digital/images/K3HB-RPC400x400.jpg&type=&height=400&width=400)

Operating instructions FGE 32. TOS Oloumocin. Tšekkoslovakia. 1989.

Pihkala, J. 2008. Prosessisuureiden mittaustekniikka. 1.p. Helsinki: Opetushallitus.

Pulsotronic KJ3-M8MN33-DPS. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu].© 2012 Pulsotronic GmbH & Co. KG.[Viitattu 14.4.2012]. Saatavana: [http://www.pulsotronic.de/index.php?page=shop.product\\_details&product\\_id=689&flypage=flypage\\_pulso\\_all.tpl&pop=0&option=com\\_virtuemart&Itemid=100227&lang=en](http://www.pulsotronic.de/index.php?page=shop.product_details&product_id=689&flypage=flypage_pulso_all.tpl&pop=0&option=com_virtuemart&Itemid=100227&lang=en)

Vacon - Tee oikea valinta. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. Vacon© Plc. [Viitattu 22.4.2012]. Saatavana: <http://www.vacon.fi/Default.aspx?id=461934>

Vacon 10 käsikirja. [10.10.2008]. [Verkkosivu]. Vacon © Plc. [Viitattu 19.4.2012]. Saatavana: <http://www.vacon.fi/Default.aspx?id=465761>

Vacon 10. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. Vacon © Plc. [Viitattu 22.4.2012]. Saatavana: <http://www.vacon.com/Default.aspx?id=469084>

Vacon 10 taajuusmuuttajat. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. Vacon © Plc. [Viitattu 1.5.2012]. Saatavana: [http://www.vacon.fi/File.aspx?id=468566&ext=jpg&routing=396771&webid=461915&name=VaconMicro\\_HR](http://www.vacon.fi/File.aspx?id=468566&ext=jpg&routing=396771&webid=461915&name=VaconMicro_HR)

VEM hinnasto. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. VEM motors Finland Oy. [Viitattu 20.4.2012]. Saatavana: [http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vem-motors-fi/hinnasto/vmf\\_taajuusmuuttajat\\_ovh\\_2012.pdf](http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vem-motors-fi/hinnasto/vmf_taajuusmuuttajat_ovh_2012.pdf)



## **LIITTEET**

**LIITE 1. Vacon 10 Taajuusmuuttajat**

**LIITE 2. Vacon 10 Ohjausriviliittimien kytkennät**

**LIITE 3. Vacon 10 Hinnasto 2012**

**LIITE 4. Pääkaran moottorin M6 taajuusmuuttajan kytkentä**

**LIITE 5. Syöttöpöydän moottorin M2 kytkentä**

**LIITE 6. Polven moottorin M4 kytkentä**

**LIITE 7. Layout – kuva keskuksesta**

**LIITE 8. Pyörimisnopeuden mittauksen anturin tekniset tiedot**

**LIITE 9. Nopeusnäytön kytkentäkuva**

**LIITE 10. Tarvittavat Komponentit**

## LIITE 1. Vacon 10 Taajuusmuuttajat

### 10.2.2 Vacon 10 – Verkköjännite 380–480 V

Verkköjännite 380–480 V, 50/60 Hz, 3~ -sarja						
Taajuusmuuttajan tyyppi	Nimelliskuormitettavuus		Moottorin akseliteho 380–480 V syöttö P [kW]	Nimellistulovirta [A]	Mekaaninen koko ja paino (kg)	
	100 %:n jatkuva virta $I_N$ [A]	150 % ylikuormitusvirta [A]				
M4 ●	Vacon 10-3L-0001 - 4	1,3	2,0	0,37	2,2	MI1 0,55
	Vacon 10-3L-0002 - 4	1,9	2,9	0,55	2,8	MI1 0,55
	Vacon 10-3L-0003 - 4	2,4	3,6	0,75	3,2	MI1 0,55
M2 ●	Vacon 10-3L-0004 - 4	3,3	5,0	1,1	4,0	MI1 0,55
	Vacon 10-3L-0005 - 4	4,3	6,5	1,5	5,6	MI2 0,70
	Vacon 10-3L-0006 - 4	5,6	8,4	2,2	7,3	MI2 0,70
M6 ●	Vacon 10-3L-0008 - 4	7,6	11,4	3,0	9,6	MI3 0,99
	Vacon 10-3L-0009 - 4	9,0	13,5	4,0	11,5	MI3 0,99
	Vacon 10-3L-0012 - 4	12,0	18,0	5,5	14,9	MI3 0,99

Taulukko 10.3: Vacon 10:n tehoalueet, 380–480 V

(Vacon 10 käsikirja [Viitattu 19.4.2012])

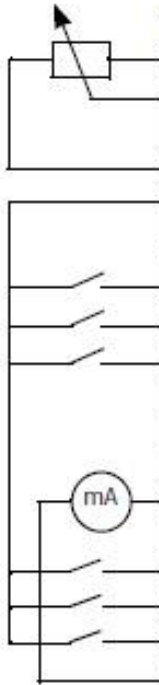
## LIITE 2. Vacon 10 Ohjausriviliittimien kytkennät

26 • VACON

VACON 10:N API

## 6.3 Ohjausriviliitin

## API FULL



Liitin	Signaali	Tehdasasetus	Kuvaus
1	+10Vre	Ohjearvojännite	Maksimikuorma 10 mA
2	AI1	Analogiatulo 1	Taajuusohje <sup>P)</sup> 0 - +10 V Ri - 200 kΩ (min)
3	GND	I/O maa	
6	24Vout	Ohjausjänn. lähtö	±20 %, maks. k. 50 mA
7	GND	I/O maa	
8	DI1	Digitaalitulo 1	Käy eteen <sup>P)</sup> 0 - +30 V Ri - 12 kΩmin
9	DI2	Digitaalitulo 2	Käy taakse <sup>P)</sup>
10	DI3	Digitaalitulo 3	Vakionopeus B0 <sup>P)</sup>
A	A	RS485 signaali A	Kenttäv.yhteys
B	B	RS485 signaali B	Kenttäv.yhteys
4	AI2	Analogiatulo 2	PI oloarvo <sup>P)</sup> 0(4) - 20 mA, Ri - 200Ω
5	GND	I/O maa	
13	GND	I/O maa	
14	DI4	Digitaalitulo 4	Vakionopeus B1 <sup>P)</sup> 0 - +30 V Ri - 12 kΩ (min)
15	DI5	Digitaalitulo 5	Vian kuittaus <sup>P)</sup>
16	DI6	Digitaalitulo 6	Estä PI-ohjaus <sup>P)</sup>
18	AO		Lähtötaajuus <sup>P)</sup> 0(4) - 20 mA, RL - 500Ω
20	DO	Digitaalilähtö	Aktiivinen - VALMIS <sup>P)</sup> Open collector, maks. kuorma 48 V / 50 mA
22	RO 11	Relelähtö 1	Aktiivinen - KÄY <sup>P)</sup> Maks. kytkentäkuorma: 250 Vac / 2 A tai 250 Vdc / 0,4 A
23	RO 12		
24	RO 21	Relelähtö 2	Aktiivinen - VIKA <sup>P)</sup> Maks. kytkentäkuorma: 250 Vac / 2 A tai 250 Vdc / 0,4 A
25	RO 22		
26	RO 23		

Taulukko 6.2: Vacon 10:n General purpose -sovelluksen I/O-oletusasetukset ja liitännät API FULL -versiossa  
<sup>P)</sup> = Ohjelmoitava toiminto, lisätietoja parametrituetteloissa ja -kuvauksissa, luvut 8 ja 9.

### LIITE 3. Vacon 10 Hinnasto 2012

IP 20, EMC-2

380...480 V verkkojännitteille (3~)

TYYPPI	MOOTTORIN AKSELITEHO JA VIRRAT			RUNKO- KOKO MI	MITAT L x K x S [mm]	PAINO [kg]	HINTA	TNO
	P [kW] (230 V)	Jatkuva virta [A]	150 % virta [A]					
Vacon 0010-3L-0001-4	0,37	1,3	2	MI1	66 x 157 x 98	0,6	210	20195339
Vacon 0010-3L-0002-4	0,55	1,9	2,9	MI1	66 x 157 x 98	0,6	226	20195340
Vacon 0010-3L-0003-4	0,75	2,4	3,6	MI1	66 x 157 x 98	0,6	242	20195341
Vacon 0010-3L-0004-4	1,1	3,3	5	MI2	90 x 195 x 102	0,7	276	20195342
Vacon 0010-3L-0005-4	1,5	4,3	6,5	MI2	90 x 195 x 102	0,7	327	20195343
Vacon 0010-3L-0006-4	2,2	5,6	8,4	MI2	90 x 195 x 102	0,7	377	20195344
Vacon 0010-3L-0008-4	3	7,6	11,4	MI3	100 x 251 x 109	1,0	427	20195345
Vacon 0010-3L-0009-4	4	9,0	13,5	MI3	100 x 251 x 109	1,0	486	20195346
Vacon 0010-3L-0012-4	5,5	12,0	18	MI3	100 x 251 x 109	1,0	573	20195347

Vakiotoimituksessa Vacon 10 on varustettu:

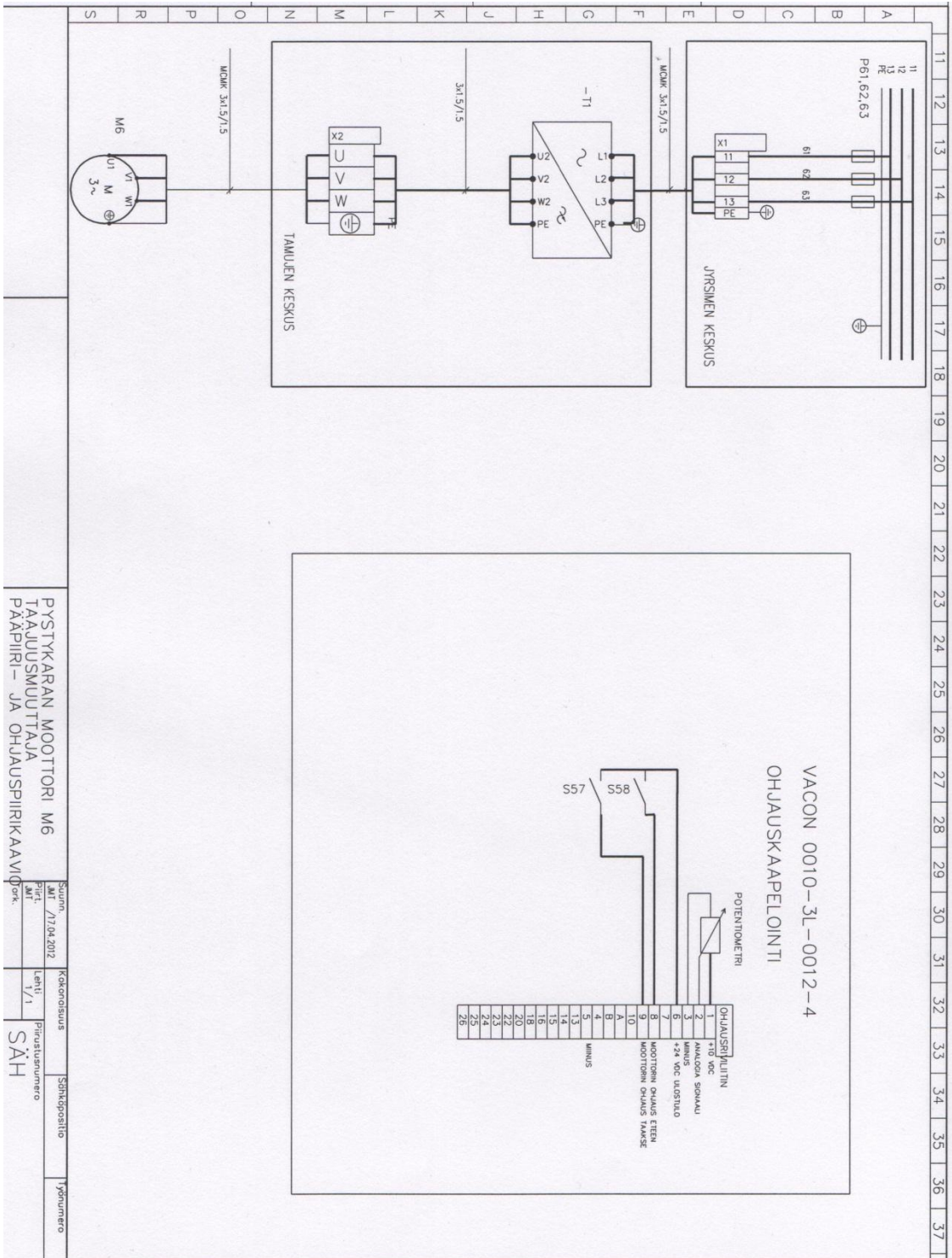
- I/O-laajennusosalla (+SM01)  
- laitteessa on 2 x AI (0-10 V, 0(4)-20 mA), 6 x DI, 1 x AO, 1 x RO (NO/NC), 1 x RO (NO), RS485, + 24 V, + 10 V
- EMC-2 -tason sisäisellä EMC-suotimella (+EMC2)
- kaapelin kiinnitys/maadoitusalustoin (+QPES)

3-vaiheisissa runkokokojen MI2 ja MI3 laitteissa on jarrukatkoja vakiona.

[http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vem-motors-fi/hinnasto/vmf\\_taaajuusmuuttajat\\_ovh\\_2012.pdf](http://www.vem.fi/userData/vem/downloads/vem-motors-fi/hinnasto/vmf_taaajuusmuuttajat_ovh_2012.pdf)

(VEM hinnasto [Viitattu 20.4.2012])

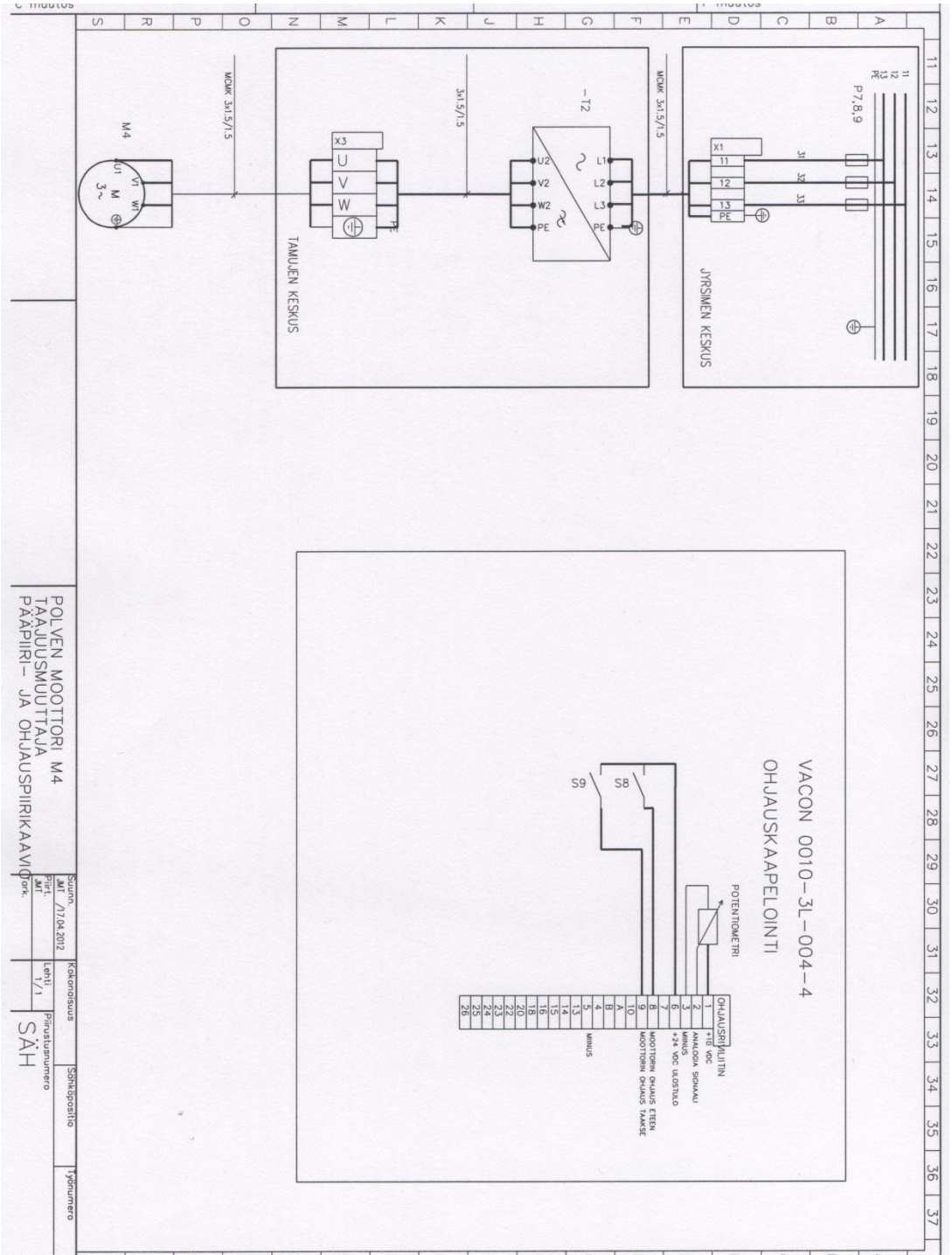
**LIITE 4. Pääkaran moottorin M6 taajuusmuuttajan kytkentä**







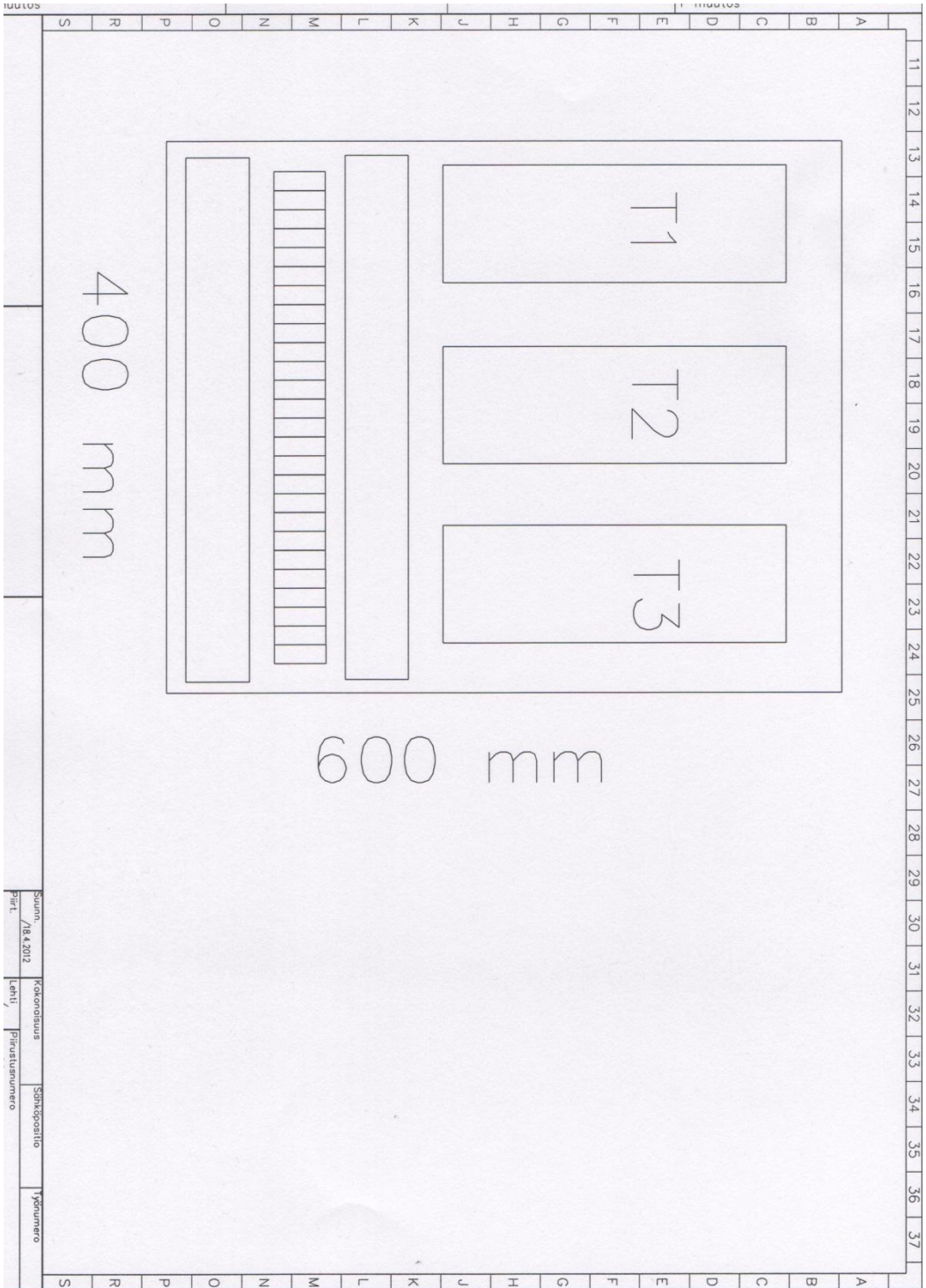
**LIITE 6. Polven moottorin M4 kytkentä**



POLVEN MOOTTORI M4  
TÄÄYDYSUUTTAJA  
PÄÄPIIRI- JA OHJAUSPIIRIKAAVIO

Siuna	M4	17.04.2012	Kalkkiosuus	ESRinkopasto	Yrjönumero
Piir.	M4		Lahti		
			1/1		
				SÄH	

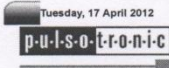

LIITE 7. Layout – kuva keskuksesta






## LIITE 8. Pyörimisnopeuden mittauksen anturin tekniset tiedot

KJ3-M8MN33-DPS http://www.pulsotronic.de/index.php?page=shop.product\_details&...

Tuesday, 17 April 2012  
 *we design your automation*   
 Pulsotronic GmbH & Co. KG

Online catalogue Home Sensor Technology Company News Download


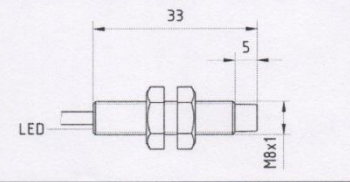



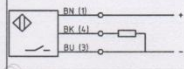
Online Catalogue  Produktnavigation  
 KJ2-M8MBS0-DNS-V1 KJ3-M8MN33-DPS


**KJ3-M8MN33-DPS** KJ3-M8MN33-DPS-X0409


Search (Online Catalogue)

List All Products

Product Search   
 Advanced Search

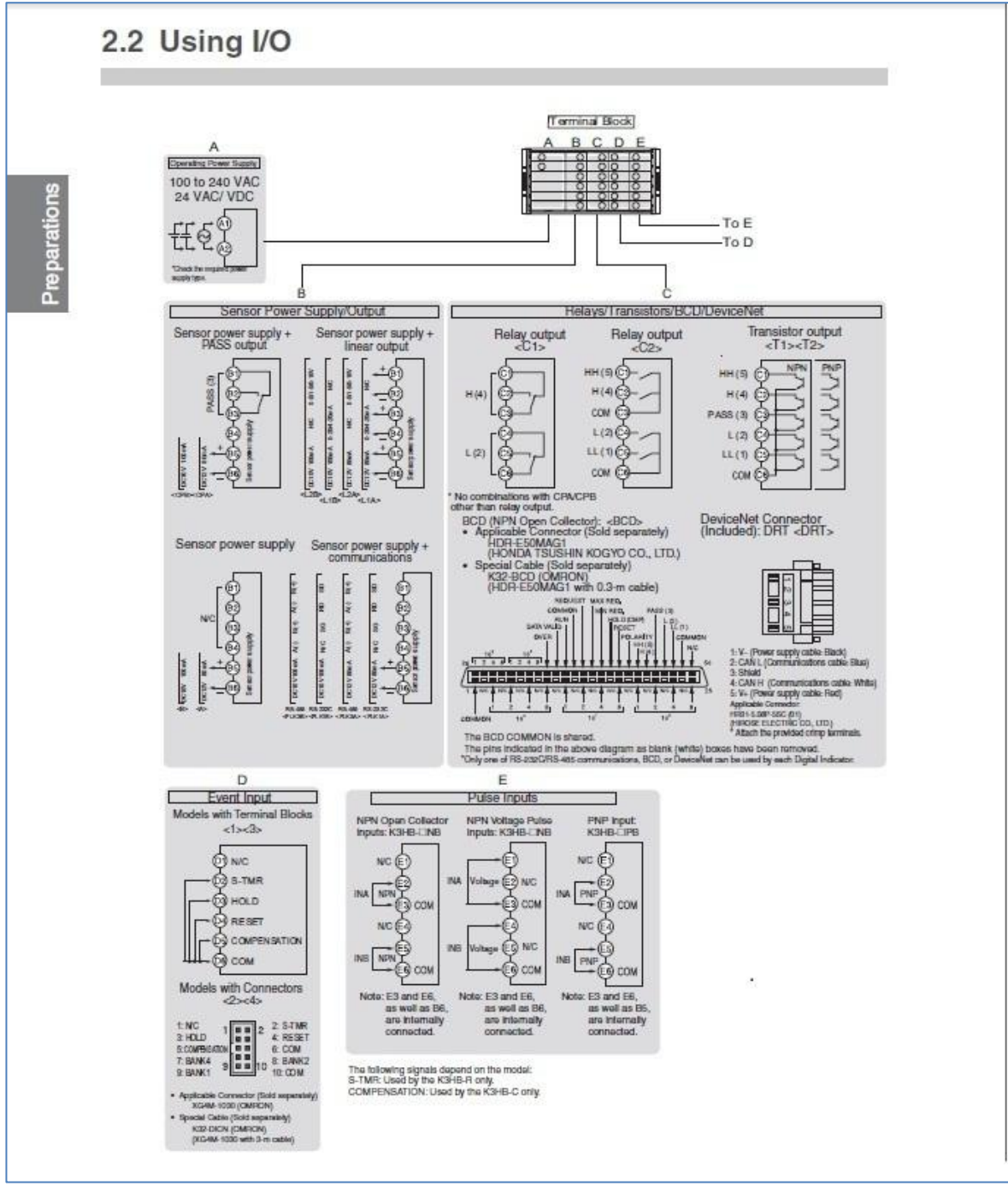
product description:	Inductive sensor DC
08317811200 (KJ3-M8MN33-DPS)	
	
Type:	KJ3-M8MN33-DPS
Order number:	08317811200
Matchcode:	9981-1200
Switching distance:	3 mm
Mounting:	 Non shielded
Switch type:	 N.O.
Signal type:	DC PNP
Connection:	 Cable
Connection diagramm:	
Dimension:	M8x1x33 mm
Technical data:	
Operating voltage:	10 - 30 VDC
Max. ripple:	≤ 10 %
Voltage drop:	≤ 2,4 V
Max. load current:	200 mA
No load current:	≤ 10 mA
Leakage current:	≤ 10 µA
Switching frequency:	2500 Hz
Switching hysteresis:	≤ 10%
Operating temperature:	from -25° C to +70° C
Temperature drift:	≤ 10%
Repeat accuracy:	≤ 10 %
Operating state:	No
Switching state:	Yes
Interface:	
Digital output:	Yes
short-circuit proof:	Yes
overload protection:	Yes
reverse voltage protection:	Yes
protection category:	IP67
EMV - level:	DIN EN 60947-5-2:2008
housing material:	Brass, nickel plated
material active face:	PCB
termination:	2m PVC 3x0,14mm <sup>2</sup>

  
 - Speedometer  
 - Tachometer  
 - Gauges  
 the right gauge for every kind of taste  
 Read more...

© 2012 Pulsotronic GmbH & Co. KG  
 Impressum 

(Pulsotronic KJ3-M8MN33-DPS [Viitattu 14.4.2012])

LIITE 9. Nopeusnäytön kytkentäkuva



(Omron K3HB-R / -P / -C Käyttäjän käsikirja [Viitattu 23.4.2012])

**LIITE 10. Tarvittavat Komponentit**

- Vacon 10 taajuusmuuttajat 3 kappaletta

Vacon 10-3L-0001 - 4

Vacon 10-3L-0004 - 4

Vacon 10-3L-0009 – 4

- Pulsotronic anturi KJ3-M8MN33-DPS
- Nopeusnäyttö Omron K3HB-R
- Seinään asennettava sähkökaappi 600 mm x 400 mm x 120 mm
- Potentiometrit (10 k ohm) 3 kappaletta ja säätörullat 3 kappaletta
- Asennuslevy säätimille