

Eero Santamala

Taajuusmuuttajien käyttö kaivoksissa

Sähkötekniikan korkeakoulu

Kandidaatintyö

Espoo 1.12.2014

Vastuupettaja ja ohjaaja:

TkT Pekka Forsman

Tekijä: Eero Santamala

Työn nimi: Taajuusmuuttajien käyttö kaivoksissa

Päivämäärä: 1.12.2014

Kieli: Suomi

Sivumäärä: 8+8

Koulutusohjelma: Automaatio- ja systeemitekniikka

Vastuupettaja ja ohjaaja: TkT Pekka Forsman

Tiivistelmä suomeksi.

Avainsanat: Avainsanoiksi valitaan kirjoituksen sisältöä keskeisesti kuvaavia käsitteitä

Author: Eero Santamala

Title: Thesis template

Date: 1.12.2014

Language: Finnish

Number of pages: 8+8

Degree programme: Electronics and electrical engineering

Supervisor: TkT Pekka Forsman

Advisor: D.Sc. (Tech.) Olli Ohjaaja

Abstract in English.

Keywords: Resistor, Resistance,
Temperature

Författare: Eero Santamala

Titel: Arbetets titel

Datum: 1.12.2014

Språk: Finska

Sidantal: 8+8

Utbildningsprogram: Elektronik och elektroteknik

Ansvarslärare: TkT Pekka Forsman

Handledare: TkD Olli Ohjaaja

På svenska

Nyckelord: Nyckelord på svenska,
Temperatur

Esipuhe

Esipuhe tähän lel.

Otaniemi, 1.12.2014

Eero H. Santamala

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	ii
Tiivistelmä (englanniksi)	iii
Tiivistelmä (ruotsiksi)	iv
Esipuhe	v
Sisällysluettelo	vi
Symbolit ja lyhenteet	viii
1 Johdanto	1
2 Kaivosympäristön vaatimukset taajuusmuuttajalle	2
2.1 Ympäristöolosuhteet	2
2.1.1 Lämpö	2
2.1.2 Kosteus	2
2.1.3 Pienpartikkelit	2
2.1.4 Mekaaniset rasitukset	2
2.2 Kaivoksen sähköverkko	2
2.3 Käyttöikä ja luotettavuus	3
2.4 Kaivosteollisuuden standardit	3
3 Taajuusmuuttajien toiminnallisuuden hyödyntäminen	4
3.1 Toimintasyklit	4
3.2 Turvallisuustoiminnot	4
3.3 Mittaukset	4
3.4 Ohjaus ja -valvontajärjestelmät	4
3.5 Verkkoon jarruttavat taajuusmuuttajat	4
4 Taajuusmuuttajien käyttökohteet kaivoksissa	5
4.1 Kokoluokat ja sijoittelu	5
4.2 Sovellukset	5
4.2.1 Kaivinkoneet	5
4.2.2 Liukuhihnat ja kuljettimet	5
4.2.3 Murskaimet	5
4.2.4 Hissit	5
4.2.5 Tuulettimet ja ilmanvaihto	5
4.2.6 Pumput	5
4.2.7 Paineilman tuottaminen?	5
5 Yhteenveto	6
Viitteet	7

Symbolit ja lyhenteet

Symbolit

Operaattorit

Lyhenteet

AC vaihtovirta

DC tasavirta

1 Johdanto

Taajuusmuuttajia käytetään yhä enenemässä määrin vaihtovirtasähkömoottoreiden ohjaukseen kaikilla teollisuudenaloilla. Erilaiset käyttöympäristöt ja -sovellukset vaikuttavat taajuusmuuttajalta vaadittuun toiminnallisuuteen ja fyysisiin ominaisuuksiin. Käyttökohteesta riippuvat ominaisuudet luovat taajuusmuuttajavalmistajille näin tarpeen kartoittaa eri teollisuudenalojen erityisvaatimuksia, jotta tuotteet pystytään kehittämään vastaamaan asiakkaiden tarpeita mahdollisimman hyvin.

Tämän työn tarkoituksena on tarkastella kaivosteollisuuden asettamia vaatimuksia ja tarpeita taajuusmuuttajan toiminnallisuudelle ja kestävyydelle sekä kartoittaa millaisia eri sovelluksia taajuusmuuttajille kaivostoiminnassa esiintyy. Tämän työn yhteydessä kaivosteollisuudella tarkoitetaan kaivosta ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuvaa malmin siirtoa ja käsittelyä ja tarkastelu keskittyy yksinomaan siihen. Mineraalien jatkokäsittely kaivosalueen ulkopuolella muistuttaa jo tavanomaista prosessiteollisuutta, eikä siksi ole tämän työn kannalta mielenkiintoista.

Yleisin taajuusmuuttajan sijoituspaikka on sisätiloissa esimerkiksi tuotantolaitoksen sähköhuoneessa. Tällöin ympäristöolosuhteet saadaan pysymään hyvin tasaisina ja taajuusmuuttajan toiminnalle edullisina. Lämpötila- tai kosteusvaihteluita ei ilmastointijärjestelmän ansiosta juuri ole ja huoneen ilma on suodatettu pienpartikkeleista jo ennen sen pääsyä kosketuksiin taajuusmuuttajan kanssa. Kaivosteollisuudessa vastaavan tasaisen käyttöympäristön järjestäminen voi olla epäkäytännöllistä tai taloudellisesti kannattamatonta, jolloin taajuusmuuttajalta itseltään edellytetään kestävyyttä ja toimintavarmuutta vaativissakin käyttöympäristöissä

Työn alussa selvitetään kaivosympäristön erityisvaatimukset lähtien liikkeelle ympäristöolosuhteista. Osan tarkoituksena on luoda selvä kuva kaivoksen asettamista vaatimuksista siellä käytettävälle laitteistolle jotta voidaan ymmärtää mitä taajuusmuuttajilta vaaditaan. Tarkastelun alla ovat lisäksi standardit, jotka kaivosteollisuuden laitteita koskevat.

Seuraavassa osassa esitetään millaista toiminnallisuutta taajuusmuuttajien sisäisillä logiikkapiireillä voidaan toteuttaa ja miten niitä voidaan hyödyntää kaivosteollisuuden sovelluksissa. Viimeisessä osassa esitetään taajuusmuuttajien käyttökohteita kaivoksissa lähtien liikkeelle taajuusmuuttajien tyypillisestä sijoittelusta sekä tyypillisistä teho- ja jänniteluokista. Sovellukset-osio käy läpi suurimmat teollisuudenalan sähkövoimaa käyttävät sovellukset ja kertoo millaisia taajuusmuuttajaratkaisuja niissä käytetään ja mitä hyötyjä taajuusmuuttajien käyttö niissä tuo verrattuna perinteisiin ohjausratkaisuihin.

Työssä on oleellista taajuusmuuttajien hyödyntäminen ja niistä saatava lisäarvo kaivosteollisuuden asiakkaan näkökulmasta. Se keskittyy sovelluksiin ja niiden vaatimuksiin eikä niinkään taajuusmuuttajan sisäisiin ratkaisuihin näiden hyötyjen aikaansaamiseksi. Työ esittää alan olemassa olevat taajuusmuuttajaratkaisut ja

pohtii mitä lisäarvoa taajuusmuuttajilla voitaisiin vielä saavuttaa.

2 Kaivosympäristön vaatimukset taajuusmuuttajalle

2.1 Ympäristöolosuhteet

ympäristö rajoittaa käyttöä blaablaa
ipluokat lämmintä derating.

2.1.1 Lämpö

-Kaivosten lämpötilat -Laitteiden käyttölämpötilat, derating -Jäähdytysratkaisut (nestekanaava, perintäplate,...) Kaivoksissa on lämmintä, koska maaperä on lämmin :-D
Maanalaisissa kaivoksissa lämpöolosuhteet eroavat huomattavasti maanpäällisistä. Kaivoksessa lämpöä aiheuttaa itse kallioperän lämpö, ilman puristuminen, lämpimät pohjavesivuodot, koneet, valaistus ja räjäytykset.

Etenkin syvissä kaivoksissa kallioperän lämpö on suurimpia kaivoksen sisäilman lämmittäjiä. Kallioperän lämpötila kasvaa noin 25-30c/km, joten jo kilometrin syvyydessä kaivoksessa lämpötila voi ylittää 30-40c riippuen paikallisesta ilmastosta. [1]

Myös työkoneet tuottavat lämpöä etenkin jos käytetään dieselkäyttöisiä koneita?

Taajuusmuuttajien ratkaisut flange ym ilmastointitavat?

2.1.2 Kosteus

-Kaivosten kosteus Kaivoksissa on myös kosteaa. -Laitteiden kosteuskäytettävyys -IP ja - NEMA-lokitukset

2.1.3 Pienpartikkelit

-Pöly -Kemikaalit -Syövyttävyyys -Elektroniikan eristys (flange)

2.1.4 Mekaaniset rasitukset

-kuljetus, asennus -Tärinä (murskaimet yms. Liikkuvat laitteet?)

2.2 Kaivoksen sähköverkko

Kaivoksen sähköverkko (EMC häiriöt) -jännite, laajuus, häiriönsieto, EMC -kuristimien/filttereiden tarpeellisuus

2.3 Käyttöikä ja luotettavuus

-kaivoksen ikä? Sama laite koko elinkaaren? -Esim tuuletusjärjestelmän luotettavuus ensisijaisen tärkeää? -Virran katkeaminen? varavoimalähde?

2.4 Kaivosteollisuuden standardit

-ex-luokitus: Räjähdysherkkä tila? -mitä muita?

3 Taajuusmuuttajien toiminnallisuuden hyödyntäminen

Miten taajuusmuuttajien ominaisuuksia voidaan hyödyntää? Mitä on? MITÄ EI OLE??

3.1 Toimintasyklit

-Murskaimet -Kuljettimet (ramppikäynnistys? kuorman mukaan säätyminen?) - Multidrive? ACS800 OPM (open pit mine) control program?

3.2 Turvallisuustoiminnot

-STO, miten voisi hyödyntää? -Profisafe yms.

3.3 Mittaukset

-Kuljettimet, määrän mittaus kuormasta ja nopeudesta?

3.4 Ohjaus ja -valvontajärjestelmät

-Keskitetty automaatiojärjestelmä?

3.5 Verkkoon jarruttavat taajuusmuuttajat

-Missä voidaan hyödyntää? (hissit yms.)

4 Taajuusmuuttajien käyttökohteet kaivoksissa

4.1 Kokoluokat ja sijoittelu

-Teho- ja jänniteluokat (kuvia!) -Seinä,lattia,floorstanding -Asennuspaikat -fyysinen koko? -Hyvät/huonot puolet -kaapelien pituus, EMC

4.2 Sovellukset

4.2.1 Kaivinkoneet

-mitä erilaisia? (jäättävän isot osana sähköverkkoa vs pienet)

4.2.2 Liukuhihnat ja kuljettimet

-Millaisia erilaisia? (liukuhihnat,ruuvit,nostimet,yms.) -Nykyratkaisut? -Miten tamuja hyödynnetään? edut perinteiseen verrattuna?

4.2.3 Murskaimet

-Millaisia? kuinka isoja? -Toimintasyklit? -Automaation taso?

4.2.4 Hissit

-Henkilöhissit, junat, karryt. Millä ihmiset liikkuu?

4.2.5 Tuulettimet ja ilmanvaihto

-Kaivoksen tuulettaminen! -Miten tehty? -Ohjaus, valvonta? -Varajärjestelmät?

4.2.6 Pumput

-mutapumput, vesipumput. -puhdistus -mittaukset

4.2.7 Paineilman tuottaminen?

Paljon sähköä kuluttava? Mihin käytetään kaivoksissa? Miten tamuja voidaan hyödyntää?

5 Yhteenveto

-Energiansäästö -Kustannukset -Tarkemmat prosessit →value -Tulevaisuus?

Viitteet

- [1] Fridleifsson, Ingvar B., Bertani, Ruggero, Huenges, Ernst, Lund, John W., Ragnarsson, Arni ja Rybach, Ladislaus. *The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change*, IPCC Scoping Meeting on Renewable Energy Sources. Luebeck, Germany, 2008, Saatavissa: <http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/proc-renewables-lubeck.pdf>

A Liite 1