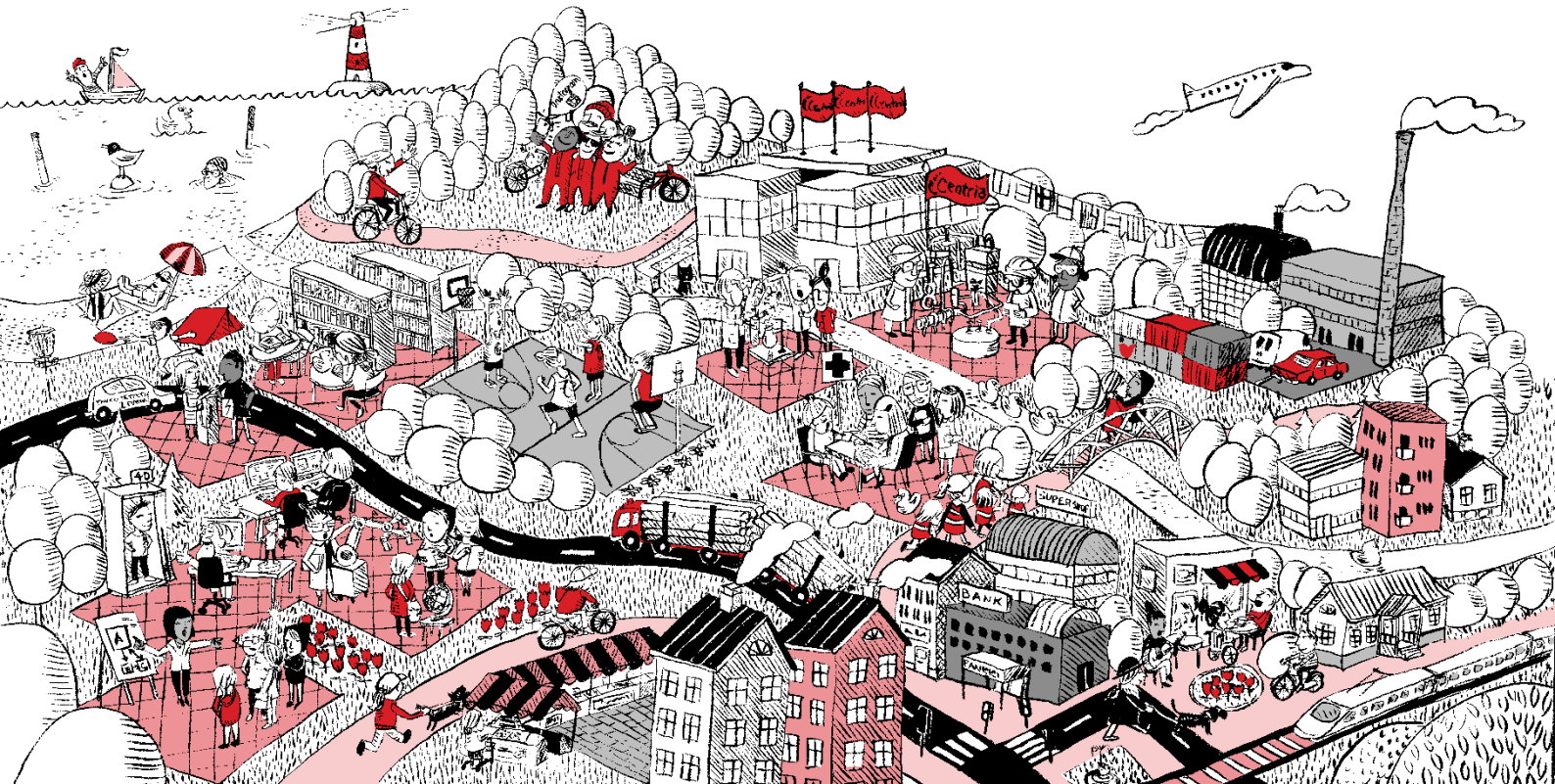


**Ann-Sofie Storbacka**

# **PAPERIKONEEN TAAJUUSMUUTTAJIEN KÄYTTÖVARMUUDEN PARANTAMINEN**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Elokuu 2022**



## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Elokuu 2022	<b>Tekijä/tekijät</b> Ann-Sofie Storbacka
<b>Koulutus</b> Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> Paperikoneen taajuusmuuttajien käyttövarmuuden parantaminen		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Ala-Pönttiö		<b>Sivumäärä</b> 28 + 14
<b>Työelämäohjaaja</b> Marko Kauppi		
<p>Ennakoivalla kunnossapidolla on tärkeä tehtävä katkeamattoman tuotannon varmistamisessa. Ennakoiva kunnossapito tähtää ylläpitämään laitteiden toimintakykyä ja vähentää tällöin tuotannonmenetyksiä. Automatisoidussa prosessinvalvonnassa myös kenttäväylätekniikkaa hyödynnetään entistä laajemmin laitteiston kunnonvalvonnassa.</p> <p>Työssä tutustutaan taajuusmuuttajien ennakkohuoltotarpeisiin sekä seurantatyökaluihin. Tutkitaan myös paperikoneen linjakäytön kenttäväylän kehitysmahdollisuuksia. Työssä perehdytään käytössä olevaan väyläratkaisuun ja siihen, kuinka tämä palvelee teollisuuden tarpeita. Käytössä olevaa Profibus-kenttäväylää verrataan Profinet-väylään. Tutkitaan, miten ethernetiin pohjaavaan väylään siirtyminen toisi lisäarvoa kasvavaan diagnostiikan keruun tarpeisiin.</p> <p>Lopussa tutustutaan taajuusmuuttajan ennakkohuoltoa varten kehitettyyn työkaluun ja sen tuomiin hyötyihin. Verrataan myös väyläratkaisujen ominaisuuksia toisiinsa ja pohditaan, miten käytössä oleva kenttäväylä vastaa paperikoneen ennakkohuollon tarpeisiin ja miten se voisi hyötyä uudistuksesta.</p> <p>Työn lopputuloksen voidaan todeta, että toimiva ennakkohuolto auttaa ylläpitämään taajuusmuuttajan toimintakykyä. Tämä puolestaan parantaa tuotantovarmuutta. Ennakkohuoltotoimenpiteiden toteutumiselle sekä seurannalle suunniteltu työkalu toimii kunnossapidon välineenä.</p> <p>Kenttäväylän tutkiminen tuo esiin diagnostiikan saatavuuden hyödyt ennakoivalle kunnossapidolle. Väylävertailussa käy ilmi Profinet-väylän riittävyys nykyisen diagnostiikan keruussa. Ethernet-pohjaisen kenttäväylän tuomat hyödyt löytyvät nopean tietoliikenteen muodossa, sekä joustavammassa verkkorakenteessa.</p>		
<b>Asiasanat</b> Ennakoiva kunnossapito, kenttäväylä, Profibus, Profinet.		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> August 2022	<b>Author</b> Ann-Sofie Storbacka
<b>Degree programme</b> Electrical and Automation Engineering		
<b>Name of thesis</b> Improving frequency converter reliability of paper machine		
<b>Instructor</b> Hannu Ala-Pöntiö	<b>Pages</b> 28 + 14	
<b>Supervisor</b> Marko Kauppi		
<p>Preventive maintenance plays an important role when striving to avoid unplanned downtime and securing production. It aims to maintain a high performance on the machinery and thereby minimizing any production loss. Field bus technology is also used as a tool for device monitoring and diagnostics.</p> <p>In this thesis we will get to know the maintenance requirements of frequency converters and what kind of solutions are used for tracking scheduled maintenance. This thesis also dives into the network solution of a paper machine sectional drive system. We'll look into the network solutions in how it is serving the need of the industry. The paper machine uses Profibus field bus. Here we examine its features and compare it to an upgraded network solution, Profinet. The main interest is finding the most beneficial tool for preventive maintenance.</p> <p>Finally, we look into developing a more versatile tool for preventive maintenance. We also argue if an upgrade in the network solution gives more value to preventive maintenance.</p> <p>As a result, we find that an effective preventive maintenance helps maintain the performance level of a frequency converter. This improves production reliability. The tool created for maintenance crew is designed to help implement and track preventive maintenance for critical frequency converters.</p> <p>Examining the network solutions show the benefits of diagnostics availability in preventive maintenance. We find the existing field bus solution sufficient for current diagnostics requirements. In comparison, an upgrade to the ethernet based network can handle more traffic without having to compromise speed. It also allows more flexibility in network structure.</p>		

<p><b>Key words</b> Preventive maintenance. field bus. Profibus. Profinet.</p>
--

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **DP**

Decentralized Periphery. Profibusin hajautettu kenttäväylä, jossa laitteet keskustelevat logiikan kautta.

### **CBA**

Component Based Automation. Profibusin hajautettu kenttäväylä suunniteltu laitteiden väliseen kommunikointiin.

### **IO**

Input/Output. Tulo- ja lähtöportit

### **MRP**

Media Redundant Protocol, Kahdennetun väylän protokolla

### **PA**

Process Automation. Profibusin prosessiautomaatioon suunnattu kenttäväylä.

### **PROFIBUS**

Process Field Bus. Standardoitu kenttäväylä.

### **WIFI**

Langaton tiedonsiirto. Pohjautuu IEEE 802.11 -standardiin

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 YRITYKSEN ESITTELY.....</b>	<b>3</b>
<b>3 PAPERIKONEEN MOOTTORIOHJAUS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Taajuusmuuttajat.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Linjakäytöt paperikoneessa.....</b>	<b>5</b>
<b>4 TAAJUUSMUUTTAJAN ENNAKKOHUOLTO.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Jäähdytys.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Kondensaattorit.....</b>	<b>7</b>
<b>4.3 Varalaitteet.....</b>	<b>8</b>
<b>4.4 Lämpökuvaus.....</b>	<b>9</b>
<b>5 TAAJUUSMUUTTAJA ENNAKKOHUOLLON TYÖKALUNA.....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Kunnonvalvonnan toteutuminen.....</b>	<b>10</b>
<b>5.2 Kunnonvalvonnan kehitys.....</b>	<b>11</b>
<b>6 KENTTÄVÄYLÄTEKNIikka.....</b>	<b>13</b>
<b>6.1 Profibus.....</b>	<b>13</b>
<b>6.2 OSI-mallinnus.....</b>	<b>13</b>
<b>6.3 Profibus DP.....</b>	<b>14</b>
<b>6.4 Profinet.....</b>	<b>15</b>
<b>6.5 OSI-mallintaminen Profinetissä.....</b>	<b>15</b>
<b>7 VÄYLÄVERTAILU.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1 Tiedonsiirto-ominaisuudet.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2 Väylärakenne.....</b>	<b>18</b>
<b>8 ENNAKKOHUOLTOKÄYTÄNNÖT.....</b>	<b>20</b>
<b>8.1 Jäähdytys.....</b>	<b>20</b>
<b>8.2 Yleinen kunto ja siisteys.....</b>	<b>21</b>
<b>8.3 Lämpökuvaukset.....</b>	<b>21</b>
<b>8.4 Varaosat.....</b>	<b>21</b>
<b>8.5 Huoltoseuranta ja kehitys.....</b>	<b>22</b>
<b>9 HYÖDYLLISTÄ LAITEDIAGNOSTIIKkaa VÄYLÄSSÄ.....</b>	<b>23</b>
<b>10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA.....</b>	<b>25</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>27</b>

**LIITTEET**

LIITE 1. Taajuusmuuttajien laitekanta

LIITE 2. Ote: ABB ABC800 huolto-ohjelma

- LIITE 3. Ote: ABB ACS880 huolto-ohjelma  
LIITE 4. Taajuusmuuttajien huoltopohja  
LIITE 5. Ote: Sinamics s120 viat ja hälytykset  
LIITE 6. Ote: Sinamics s120 viat ja hälytykset

## **KUVAT**

KUVA 1. Pietarsaaressa sijaitseva Alholmen Industrial Park.....	3
KUVA 2. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate.....	4
KUVA 3. Paperikoneen tuotantolinja jaoteltuna.....	5
KUVA 4. Masterdriver elvytys aika suhteessa laitteen seisotusaikaan.....	9
KUVA 5. PCS7 näkymä linjakäytön hälytyslohkosta.....	11
KUVA 6. OSI-malli ja Profibus-malli.....	14
KUVA 7. Profinet kommunikaatiokanavat.....	16
KUVA 8. Kahdennetun väylän rakenne.....	19
KUVA 9. Sinamics s120 laskurin parametri.....	23

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Profibus ja Profinet erot pääpiirteittäin.....	18
--	----

## 1 JOHDANTO

Ennakoivan kunnossapidon rooli paperikoneen käyttöasteen nostamisessa on merkittävä. Tuotannon kannalta kriittisten laitteiston säännöllisellä ennakkohuollolla ja reaaliaikaisella kunnonvalvonnalla pyritään vähentämään ennakoimattomien katkojen määrää. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, millä tavoin paperikoneen taajuusmuuttajien ennakoivaan kunnossapitoa olisi mahdollista kehittää. Tutkin ennakkohuoltotoimenpiteitä ja tehtaan kenttätason automaatiojärjestelmän rakenteen kehitysmahdollisuuksia. Työ keskittyy paperikoneen taajuusmuuttajien huoltotoimenpiteisiin, kenttäväylään sekä näiden kehitysmahdollisuuksiin. Tutkin, toisiko kenttäväylän kehitys parannusta diagnostiikan hyödyntämiseen kunnossapidon ennakkohuollon näkökulmasta. Syvennyn myös olemassa oleviin ennakkohuoltokäytäntöihin ja näiden kehitysmahdollisuuksiin.

Kunnossapidon rooli tuotannossa on ylläpitää tai palauttaa laitteen tai koneiston toimintakyky. Ennakkohuoltotoimilla pyritään vähentämään koneiden seisokkiaikaa ja saavuttamaan tuotantotavoitteet. Kunnonvalvonnalla ja säännöllisillä ennakkohuoltotoimilla myös pidennetään laitteen elinikää. Tällä on merkittävä taloudellinen vaikutus silloin, kun laiteusinnat voidaan luotettavimmin suunnitella elinkaarilaskelmien mukaan. Työssä perehdyn taajuusmuuttajien elinikään vaikuttaviin huoltotoimenpiteisiin sekä näiden toteutumiseen tehtaalla. Tutustun käytettäviin ennakkohuollon seurantatyökaluihin sekä näiden mahdollisiin parannusmahdollisuuksiin.

Yksi kunnossapidon työkaluista on automaatiojärjestelmä. Automaatiojärjestelmä mahdollistaa koko prosessin ja sen yksittäisten osatekijöiden tarkkailun, säädön ja ohjauksen. Tämä vaatii kuitenkin oikeanlaiset laitteet, ohjelmistot ja ennen kaikkea asenteen ja ymmärryksen kattavan järjestelmän hyödyistä. Työssä keskityn paperikonelinjan sähkökäyttöihin ja näiden tietoliikenneverkkoon. Pyrin selvittämään, mikäli nykyinen automaatiojärjestelmän rakenne mahdollistaa kattavan reaaliaikaisen kunnonvalvonnan ja tiedonsiirron ja mitä parannuksia järjestelmän päivitys toisi. Tietoliikenneverkkoa tutkittaessa keskeisessä roolissa on paperikoneen linjakäytön invertterit ja niiden tiedonsiirtoväylä. Tutkin väylän rakennetta sekä inverttereiltä tuotua diagnostiikkaa.

Laitteistokannan uusiutumisen myötä avautuu myös mahdollisuus tehokkaampaan tiedonkeruuseen. Älykäs taajuusmuuttaja osaa analysoida sekä itseään että siihen kytkettyjä laitteita ja lähettämään havainnoistaan reaaliaikaista diagnostiikkaa. Laitteen vikaantumisen ennakoinnin tulisi olla tärkeä tekijä tehokkuutta ja taloudellisuutta tavoitellessa. Työssä selvitan, mikä nykyinen valvontajärjestelmä

on tarpeeksi kattava ja olisiko kenttäväylän päivityksellä mahdollista vähentää paperikoneen seisontaa ja korjauskustannuksia.

## 2 YRITYKSEN ESITTELY

BillerudKorsnäs on paperiseen pakkausmateriaaliin erikoistunut yritys, jonka tavoitteena on haastaa perinteiset pakkaukset. Yritys on kahden ruotsalaisen paperikonsernin fuusioitumisen tulos. Korsnäs Sågverket Aktiebolag -saha perustettiin 1855 ja toiminta laajeni sellun valmistukseen ja paperintuotantoon. Samalla alalla toiminut Billerud AB perustettiin vuonna 1885. Vuoden 2012 helmikuussa Pietarsaaren paperikone PK1 siirtyi UPM:ltä Billerud AB:n omistukseen. Myöhemmin samana vuonna ilmoitettiin Korsnäs ja Billerudin yrityskaupoista ja syntyi BillerudKorsnäs Oy. Konserni omistaa tehtaita Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. Kuvassa 1 näkyy Pietarsaarella sijaitseva paperikone ja tämän kyljessä selluntoimittaja UPM. BillerudKorsnäs Finland Oy Pietarsaaren tehtaalla valmistetaan säkki- ja voimapaperia jauho- ja sokeripakkauksiin, paperikasseihin, hiomapaperiin sekä erilaisiin kääreisiin. PK1:n tuotantokapasiteetti on noin 200 000 tonnia vuodessa. (BillerudKorsnäs 2022.)



KUVA 1. Pietarsaarella sijaitseva Alholmen Industrial Park (BillerudKorsnäs 2022)

### 3 PAPERIKONEEN MOOTTORIOHJAUS

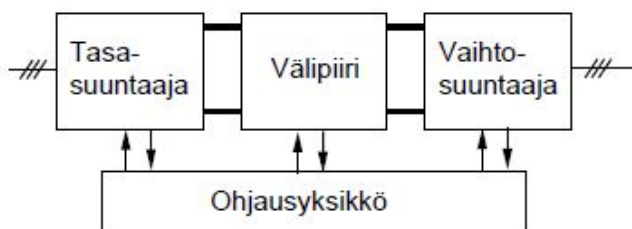
Luvussa 3 tutustutaan taajuusmuuttajaan ja sen toimintaan. Esittelyssä on myös paperikone ja sen kokoonpano. Käyn läpi taajuusmuuttajan rooli paperikoneessa. Kartoitan työhön sisällytetyn laitteistokannan ja taajuusmuuttajien rooli kunnonvalvonnassa.

Tehdasympäristössä suosituin moottori on oikosulkumoottori sen luotettavuuden ja monipuolisten käyttökohteiden ansiosta. Moottori on huoltovapaa ja toimii haastavissakin olosuhteissa. Oikosulkumoottorin käytettävyyttä rajoittaa säätömahdollisuuden puute, jonka takia se yhdistetään usein taajuusmuuttajaan. Teollisuudesta löytyy lukuisia taajuusmuuttajakäyttöjä erilaisiin tarpeisiin.

#### 3.1 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttaja koostuu pääpiirteittäin tasasuuntaajasta, välipiiristä, vaihtosuuntaajasta sekä ohjausyksiköstä kuvan 2 mukaisesti. Tasasuuntaaja muuttaa verkon vaihtosähkön tasasähköksi. Tasasuuntaaja koostuu tehoelektronikan komponenteista: diodeista, tyristoreista tai näiden yhdistelmistä. Komponenttivalinnoilla vaikutetaan siihen, onko tasasuuntaaja ohjattu vai ohjaamaton.

Välipiiri jaotellaan virta- tai jännitevälipiiriksi ja se erottaa tasa- ja vaihtosuuntaajan toisistaan. Tasoituskuristimella varustettu välipiiri toimii virtalähteenä ja virran amplitudi säädetään tasasuuntaajassa tai tasavirtakatkojalla. Tasajännitevälipiirissä on LC-alipäästösuodatin, eli kelasta ja kondensaattorista koostuva kytkentä. Jännitteen amplitudia säädetään välipiirin jännitteen avulla tai pulssileveysmoduloinnilla, PWM. (ABB 2000-07.)



KUVA 2. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate (ABB 2000-07)

Vaihtosuuntaaja muuttaa tasajännitteen takaisin vaihtojännitteeksi halutulla taajuudella. Vaihtosuuntaaja koostuu tasasuuntaajan tavoin tehoelektronikan komponenteista. Taajuusmuuttaja neljäs osa on ohjauspiiri, joka toimii älynä. Tämän kautta taajuusmuuttajaa ohjataan toimimaan halutulla tavalla. (ABB 2000-07.)

Linjakäyttö on yleinen ratkaisu paperikoneen mottoreiden ohjauksessa. Tällainen järjestelmä koostuu tasasuuntaajasta, joka syöttää tasajännitettä usealle vaihtosuuntaajalle, eli invertterille. Paperikone on iso kokonaisuus, joka voi olla jaoteltu usean tasasuuntaajan syöttöryhmään.

### 3.2 Linjakäytöt paperikoneessa

Paperikoneen linjakäyttö on jaoteltu osioihin prosessin vaiheiden mukaisesti, kuten on havainnoitu kuvassa 3. Peräpästä lähtien on pumppukäyttöjä osana lyhytkiertoa. Lyhytkierto on prosessin vaihe, jossa viiraosan suodosvesi käytetään massan laimentamiseen. Kuvassa 3 näkyvä perälaatikko (Headbox) on osana lyhytkiertoa. Linjakäytön pumput vaativat suuren tehon, joten syöttöryhmällä on oma muuntajansa.



KUVA 3. Paperikoneen tuotantolinja jaoteltuna (BillerudKorsnäs 2022)

Perälaatikko syöttää massaa tasaisena virtana viiraosalla (Wire section) massarainaksi. Tästä vetisestä massasta suurin osa suodatetaan viiran läpi pois. Raina jatkaa puristinosalle (Press section), missä raina tiivistyy. Rainan kuiva-ainepitoisuus on puristinosalle tullessa noin 20 % luokkaa ja sieltä poistuessa 35-50 %. Kuten pumppukäytöille, on myös viira- ja puristinosien syöttöryhmille omat muuntajansa. Kuivatusosa (Drying) on osioitu kuivatusryhmiin. Ryhmät on sijoitettu korkeita lämpötiloja omaaviin kaappeihin, eli huuviin. Täällä kosteus poistuu haihduttamalla. Säkkipaperin valmistuksessa käytetään usein Clupak-sylinteriä, joka sijaitsee kuivatusryhmien välissä. Tässä

kohtaan säkkipaperiin haetaan parempia lujuusominaisuuksia muodostamalla kreppiä kuuman terästelan ja kumimaton välissä. (Knowpap 2021.)

Linjaston loppupäässä sijaitsee kalanteri (Calander). Kalanteroimalla voidaan vielä vaikuttaa valmiin paperin pinnan ja paksuuden ominaisuuksiin. Valmistunut paperi pyöritetään telalle poperullaimella. Linjakäytön neljäs syöttöryhmä koostuu kuivatusosasta, kalaterista, clupakista sekä poperullaimesta. (Knowpap 2021.)

Kulisseista on linjakäyttöjä, joiden pääasiallinen tehtävä on pumpata massaa ja vesiä. Linjakäytön lisäksi on lukematon määrä kolmivaihesyötettyjä käyttöjä. Tässä työssä tarkastellaan paperikoneen toiminnan kannalta kriittisiä käyttöjä. Paperikoneen linjakäytön laitteet ovat suurimmaksi osaa Siemensin Simovert Masterdrives-sarjan inverttereitä 15 kW:n telakäytöistä 1000 kW:n pumppukäyttöön. Vanheneva laitteistokanta uusiutuu vähitellen ja käytössä on myös korvaavaa Siemens Sinamics-mallia. Paperikoneen prosessin ohjauksessa on muitakin kuin linjakäytön inverttereitä. Taajuusmuuttajia on niin Vaconin tuotteita kuin ABB:n ACS-sarjaa eri tarkoituksiin. Liitteenä on listaus työn piirissä olleista taajuusmuuttajista (LIITE 1).

Yhteistä kaikilla taajuusmuuttajilla on, merkkiin ja käyttötarkoitukseen katsomatta, huollon tarve. Laitteen elinikää ja toimintavarmuutta voidaan parantaa säännöllisellä ennakkohuollolla sekä kunnonvalvonnalla. Uusiutuvan laitteistokannan myötä avautuu myös uusi mahdollisuuksia kehittää tiedonsiirto ja kerätä aiempaa laajemmin diagnostiikkaa, jota voidaan hyödyntää kunnossapitotoimissa. Moderneissa taajuusmuuttajissa on nykyään valmiiksi liitännät haluamiin kenttäväyliin, tai mahdollisuus liittyä haluttuun väylään lisäosan avulla.

## 4 TAAJUUSMUUTTAJAN ENNAKKOHUOLTO

Neljännessä luvussa käydään läpi, millä tavoin taajuusmuuttajien toimintakyky voidaan ylläpitää ennakkohuoltotoimilla. Tässä esittelen miten ympäristö ja laitteen toimintaolosuhteet vaikuttavat laitteen elinikään. Kunnonvalvonnalla voidaan myös havaita alkavat viat, ja tässä esitellään, millä tavoin voidaan suorittaa järjestelmällistä kunnonvalvontaa taajuusmuuttajille.

Taajuusmuuttajien ennakkohuollolla tavoitellaan toimintavarmempaa tuotantoa. Huolella suunniteltu ja toteutettu laitteiston ennakkohuolto tähtää vähentämään tuotantokatkoksia ja pidentämään laitteiden elinikää. Laittevalmistajat laativat laitteiston huolto-ohjeet sekä suositellut huoltovälit. Nämä pätevät ideaali toimintaympäristössä ja huollot suositellaankin suoritettavan hyvissä ajoin ennen komponentin laskennallisen käyttöiän umpeutumista. Seuraavaksi käyn läpi taajuusmuuttajalle suositellut yleiset ennakkohuoltotoimenpiteet.

### 4.1 Jäähdytys

Jäähdytys on tärkeä taajuusmuuttajan toimintavarmuuden kannalta. Jäähdytyspuhaltimen pysähtyttyä laite lämpenee nopeasti ja ylikuumenemisen saavuttaessa sammuttaa toiminnot suojatakseen komponentteja vaurioitumiselta. Laittevalmistajat ilmoittavat laiteympäristölle ideaalilämpötilan, jonka perusteella osataan arvioida komponenttien elinikä ja huoltovälit. Liian lämmin toimintaympäristö lyhentää komponenttien elinikää ja tekee myös huoltovälien arvioinnista hankalaa.

Taajuusmuuttajia voidaan jäähdyttää eri tavoilla riippuen toimintaympäristöstä. Nestejäähdytys on käytössä erityisesti pölyisissä ja likaisissa ympäristöissä. Ilmajäähdytys suoritetaan jäähdytyspuhaltimilla. Riippuen taajuusmuuttajan runkokoosta voi puhallin toimia 24V–230V jännitteellä. Suuren runkokoon omaavilla tasasuuntaajilla on useampi 230V jäähdytyspuhallin. ABB ilmoittaa jäähdytyspuhaltimen vaihtoväliksi kolme vuotta vanhemmille ACS800-mallin laitteille (LIITE 2). Uusien mallien LONGLIFE-jäähdytyspuhaltimille luvataan jopa yhdeksän vuoden vaihtoväliä (LIITE 3).

## 4.2 Kondensaattorit

Taajuusmuuttajan välipiirissä käytetään elektrolyyttikondensaattoreita lyhytaikaiseen energian varastointiin sekä tasaamaan jännitettä. Kondensaattori on iän myötä heikentyvä komponentti. ABB ohjeistaa vaihtamaan taajuusmuuttajan välipiirin elektrolyyttikondensaattorit yhdeksän vuoden päästä käyttöönotosta. Tämä vaihtoväli koskee optimaalisessa toimintaympäristössä pyöriviä laitteita. Toimintaympäristöllä onkin suuri vaikutus myös kondensaattoreiden elinikään. Lämpötila, kosteus sekä tärinä ovat ulkoisia tekijöitä, jotka voivat heikentää kondensaattorin toimintaa. (ABB 2021b.)

Muita ennakkohuoltotoimenpiteitä, jotka mainitaan taajuusmuuttajien huolto-ohjelmassa, on taajuusmuuttajan puhtaus. Lian ja pölyn kertyminen kojeistokaappiin sekä ympäristöön aiheuttaa ylimääräistä rasiusta ja kuormitusta. Tukkeutuneet raitisilmasuodattimet sekä ilmanottoaukot heikentävät jäähdytysilman virtaamista. Pölyn kerääntyminen ohjauskortille ja elektroniikkakomponenteille aiheuttaa turhaa lämpenemistä. Heikentynyt jäähdytys lyhentää komponentin elinikää merkittävästi.

Johtimien liitoskohdat tulee myös tarkastaa säännöllisesti. Liitosten kireys ja kunto suositellaan tarkastettavaksi ainakin silmämääräisesti. Liitosten kireyttä ja kuntoa ei voida mekaanisesti tarkistaa käytön aika, vaan ainoastaan laitteen ollessa jännitteetön. Sen sijaan lämpökameralla voidaan tarkkailla mahdollista vikaantumista liitoskohdissa.

## 4.3 Varalaitteet

Varalaitteiden toimintakyvyn ylläpito on olennainen osa kunnossapidon suorittamaa ennakkohuoltoa. Varalaite tulee olla käyttökunnossa ja ajan tasalla, jotta minimoidaan koneen seisonta-aika, mikäli vikaantunut laite joudutaan vaihtamaan yllättäen. Myös varastoitua taajuusmuuttajaa tulee huoltaa säännöllisesti, jotta se pysyy käyttövalmiudessa. Varaosalaitteen huollon tarve johtuu lähinnä välipiirin kondensaattoreista, joita joutuu varastoinnin aikana säännöllisesti elvyttää. Laitevalmistajat suosittelevat elvytystä vuoden välein, mutta käytännössä näin usein suoritettava elvytys ei ole tarpeellista. Huomioitavaa on kuitenkin, että taajuusmuuttajan elvytysaika pitenee elvytysvälin pidentyessä. Kuvassa 4 on havainnollistettu se, miten laitteen elvytysaika pitenee seisonta-ajan myötä. (Siemens 1998)

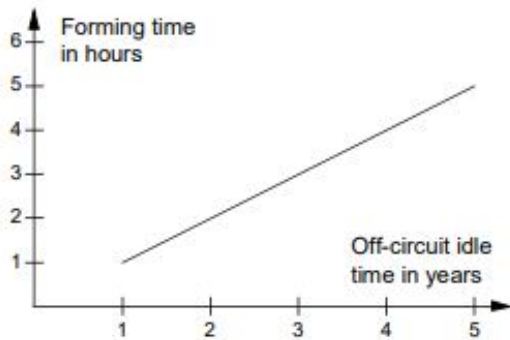


Fig. 13-2 Forming time as a function of converter idle time

KUVA 4. Masterdriver elvytysaika suhteessa laitteen seisotusaikaan. (Siemens 1998)

Elvytys voidaan suorittaa usealla eri tavalla. Välipiiriin voidaan kytkeä ulkoinen tasajännitesyöttö, vaihtojännite voidaan kytkeä diodisillan kautta välipiiriin tai vastusten kautta tasasuuntaajalle (Siemens 1998).

#### 4.4 Lämpökuvaus

Lämpökuvauksella tarkastellaan laitetta käynnin aikana ja pyritään havaitsemaan poikkeamia lämpötilamuutoksen tai -erojen avulla. Lämpökuvaus onkin ennakkohuollolle tehokas ja yksinkertainen tapa havaita vikaantumisen ajoissa ja tuotantoa häiritsemättä. Automaatiokunnossapidon yleisiä kuvauskohteita ovat sähkökeskukset, moottorit, turvakytkimet sekä taajuusmuuttajat.

## **5 TAAJUUSMUUTTAJA ENNAKKOHUOLLON TYÖKALUNA**

Luvussa 5 tutustutaan ennakkohuollon merkitykseen tuotannon varmistamisessa. Käydään läpi, miten taajuusmuuttajan diagnostiikkaa hyödynnetään tehtaalla ennakkohuoltomielessä. Selvitetään, millaisia puutteita kunnonvalvonnassa on ja kartoitan mahdollisia kehityskohteita.

Kuten on todettu, laitteen toimivuuden edellytys on sen huolto ja kunnossapito. Ennakoiva kunnossapito perustuu laitteistoille suoritettavaan aktiiviseen ja järjestelmälliseen kunnonvalvontaan. Tämä kunnonvalvonta voi olla järjestelmän suorittamaa automaattista valvontaa, joka hälyttää poikkeamista, esimerkiksi taajuusmuuttajan ylilämpö tai telamoottorin alkava laakerivaurio. Korjaava kunnossapito on laitteistolle suoritettava toimenpide siinä vaiheessa, kun vaurio on jo sattunut. Korjaavan kunnossapidon osuus pyritään minimoimaan sen kustannusten takia. Laitteiston ennakoimaton hajoaminen tuottaa moninkertaiset kustannukset teollisuudessa. Ennakoivan kunnossapidon merkitystä on korostettava. Ne resurssit, jotka suunnataan konelinjan tuotantokyvyn ylläpitoon ja laitteiden vikaantumisten ennakointiin maksavat itsensä takaisin koneen ajotunteina.

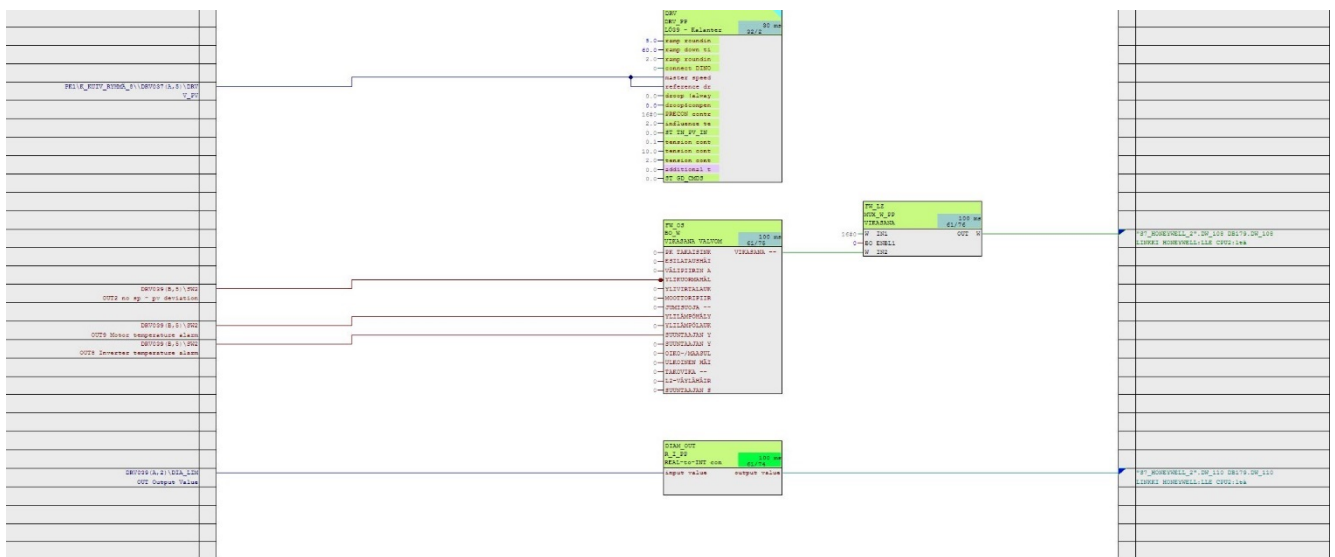
Automaatiojärjestelmän hyödyntäminen kunnonvalvonnassa tuo mittavia etuja, kuten toiminta-asteen parannus ja sitä myötä taloudellista hyötyä. Järjestelmän suorittaman valvonnan avulla saamme tietoa ja hälytyksiä prosessin tilasta ja laitteistoista. Hälytykset luokitellaan prioriteetteihin ja määritellään niistä aiheutuvat toimenpiteet. Eri toimenpiteitä hälytyksen tulesa voivat olla sen ilmaantuminen hälytyslokiin, hälytys voi vilkkua punaisena prosessinohjausnäytöllä ja ilmoittaa itsestään ääni- ja valomerkillä. Hälytys voi myös aiheuttaa koneen alasajon. (Knowpap 2021.)

### **5.1 Kunnonvalvonnan toteutuminen**

Moderni taajuusmuuttaja osaa diagnosoida sekä itseään että ohjaamaansa laitetta. Se osaa myös lähettää tätä tietoa eteenpäin valvontajärjestelmään. Laitteen lähettämien tietojen perusteella voimme havaita mahdollisia poikkeavuuksia mittauksissa ja käytöksessä, voimme asettaa hälytysrajoja ja seurata kehitystrendejä. Kaikki tämä tieto toimii apuvälineenä kunnossapidolle ja mahdollistaa vikaantumisen havainnoinnin ennakkoon.

Paperikoneen linjakäytön laitteilta kerätään diagnostiikkaa kenttäväylän avulla. Väylä mahdollistaa nykyaikaisten käyttöjen tarjoaman runsaan informaation keruun. Linjakäytöltä diagnostiikka tuodaan

Honeywell Experion-prosessijärjestelmään tuotantotilan valvomoihin. Linjakäytön logiikalta tuodaan diagnostiikkaa myös kunnossapidon verstaan koneelle valvontajärjestelmään.



KUVA 5. PCS7-näkymä linjakäytön hälytyslohkosta

Prosessijärjestelmään tuodaan jo tietoa linjakäytön laitteilta. Varsinaista ennakkohoitoa tukevat tiedot ovat moottorin ylikuorman hälytys, sekä moottorin että vaihtosuuntaajan yllilämpöhälytykset. Myös sarjaliikennehäiriötieto on tuotu. Muut hälytykset ovat lähinnä ilmoitusluontoista tiedotusta vikatilasta, jolloin käyttö on jo pysähtynyt ja mahdollisesti pysäyttänyt tuotannon laajemminkin. Kuvasta 5 näkyy esimerkki linjakäytön käyttökohtaisesta hälytyslohkosta. Tämä tieto viedään eteenpäin Honeywell -prosessinohjausjärjestelmään. Tämä hälytystieto tulee tuotannon näkösalille, joten käyttökohtaisen tiedon määrää ei välttämättä ole tarvetta lisätä. Tämä ei toisi varsinaista lisäarvoa ennakkohuoltomielessä.

## 5.2 Kunnonvalvonnan kehitys

Suuri osa taajuusmuuttajista on kenttäväylän ulottumattomissa. Kehitysmahdollisuuksia löytyy esimerkiksi nykyisen kenttäväylän laajentamisessa. Tutkimuksen kohteena työssä on kenttäväylän päivitys ja uudemman tekniikan hyödyntäminen. Taajuusmuuttajalta on, mallista ja iästä riippumatta, paljon diagnostiikkaa saatavilla. Periaatteessa se tieto, jonka laitteelta halutaan tuoda, olisi tavalla tai toisella tuotavissa. Data löytyy joko valmiiksi laitteen diagnostiikkalokista, kuten käytön yllilämpöhälytys. Vaihtoehtoisesti se on ohjelmoitavissa, kuten käytön tarkka lämpötilatieto erillisen lämpötilamittauksen avulla.

Kun tiedämme että diagnostiikka on saatavilla, on määriteltävä mikä siitä olisi ennakkohuoltomielessä hyödyllistä. Linjakäytöltä prosessijärjestelmään tuotavat ennakkohuoltotiedot ovat hyödyllisiä, ja nämä vastaavat tiedot ovat haettavissa myös muilta laitteilta. Tämä diagnostiikka soveltuisi tuotavaksi tuotannon näytölle prosessijärjestelmään hälytys- ja varoitustietoina. Kunnossapito voisi sen sijaan hyötyä laajemmasta diagnostiikasta. Koska kunnonvalvonta on tärkeä ennakkohuollon tehokkaan toteutumisen ehto, on laitteen tuottama diagnostiikka oltava saatavilla. Yleinen taajuusmuuttajan vikatilän syy on käytön ylikuumeneminen, joka johtuu pysähtyneestä jäähdytyspuhaltimesta. Ennakkohuolto hyötyisi jäähdytyspuhaltimen käyntitiedosta, jolloin tieto orastavasta ylikuumenemisestä olisi ennakoitavissa. Koska puhallin on määräaikaishuollon piirissä oleva osa, voisi puhaltimen käyttötuntilaskuri olla mahdollinen kunnossapidon työkalu. Myös takometri on määräajoin vaihdettava osa, jonka laskurista hyötyisi samalla tavalla. Laskureihin saisi ilmoituksen tuntien täytyttyä verstaan näytölle.

Tiedon lisääntyessä on oleellista miettiä, kuka tätä tietoa tarvitsee ja kuka tiedosta hyötyy. Vaikka tietoa on saatavilla runsaasti, on silti käyttäjän näkökulmasta syytä miettiä mikä tieto on relevanttia ja kenelle. Prosessijärjestelmään tulee runsaasti ilmoituksia jatkuvalla syötöllä prosessia valvovalta, mittavalta ja säätävältä kenttälaitteistolta. Liika informaation määrä johtaa aiheellistenkin hälytysten hukkumiseen kaiken muun tiedon tulvan joukkoon. Tämän takia prosessijärjestelmään tuotavan tiedon laajuutta ei välttämättä ole tarve kasvattaa. Määrällisesti ilmoitukset kyllä väkisin kasvavat, mikäli diagnostiikkaa aletaan keräämään käytöiltä, joilta sitä tällä hetkellä ei tuoda. Kunnossapitoa palveleva tieto olisi hyödyllisempi tuoda kunnossapidon lähelle eli verstaalle. Kunnossapidon tiloissa verstaalla sijaitseva kone on liitetty linjakäytön väylään, joten se on jo suuressa määrin osana kunnonvalvontaa. Tätä olemassa olevaa järjestelmää muokkaamalla pääsisi laitteiden tuottamaa diagnostiikkaa hyödyntämään laajemmin ennakkohuollossa.

Tähän mennessä on hahmoteltu, minkälaista tietoa on saatavilla ja mikä tieto toisi lisäarvoa ennakkohuoltomielessä. Tiedon laadun on todettu määrittelevän vastaanottajan. Osa tiedosta kuuluu valvomoiden prosessijärjestelmään, kun taas osa valvonnasta on tarpeellista ainoastaan kunnossapidon työntekijöille. Kun on todettu, että diagnostiikan tuominen on tärkeää ennakkohuoltomielessä ja sen määrää voisi lisätä ennakoimattomien katkojen riskin pienentämiseksi, on pohdittava, miten tätä tietoa haluaa siirtää. Osa laitteistosta on väylässä. Tutkitaan jonkin verran, onko nykyinen väyläratkaisu riittävä vastaamaan tarpeeseen ja tuoko väylän päivitys lisäarvoa. Tutustun tähän seuraavassa luvussa.

## 6 KENTTÄVÄYLÄTEKNIikka

Kuudennessa luvussa käsitellään taajuusmuuttajien diagnostiikan keruun menetelmiä. Syvennyttään kenttäväyliin teoriasolla, tutustutaan tehtaan kenttäväylän rakenteeseen ja selvitetään tiedonsiirron kehitysmahdollisuuksia.

Liittämällä logiikkaan toimilaitteita, sähkökäyttöjä ja PC-laitteistoa saadaan automaatiojärjestelmä, joka mahdollistaa prosessin hallinnan. Tämän avulla voidaan seurata yksittäisen taajuusmuuttajan tilaa tai ohjata kokonaista prosessia. Tieto kulkee yksiköiden välillä kenttäväylää pitkin. Useita alaseimia liittämällä yhteen ja hajauttamalla kentälle, saadaan aikaan laaja järjestelmä. Väylä mahdollistaa tiedonkeruun ja monipuolisen diagnostiikan tuomisen ylemmäs tehdastasolle.

Tehtaalla on käytössä Profibus-kenttäväylä useassa kohteessa. Paperikoneen linjakäytön lisäksi Profibus on käytössä esimerkiksi pakkaamossa, pituusleikkurilla sekä uudelleenrullauskoneella. Tarkastelun alla oleva paperikoneen linjakäytön Profibus-väylä on Siemensin S400-logiikan perässä, joka puolestaan keskustelee prosessinohjausjärjestelmän kanssa.

### 6.1 Profibus

Profibus eli Process Field Bus on standardoitu kenttäväyläsovellus, jota alettiin työstämään vuonna 1987 vastaamaan digitalisaation tarpeisiin. Analogisen laiteohjauksen digitalisoituminen mahdollisti uudenlaisen tiedonsiirtoverkon rakentamisen. Väylän ansiosta mittavista kaapeloinneista päästiin eroon, diagnostiikka oli yksinkertaista ja nopeaa ja kenttälaitteisto integroitiin aktiiviseksi prosessin osapuoleksi. (PI North America 2022. Profibus Technology)

### 6.2 OSI-mallinnus

Kenttäväyläprotokollan ISO/OSI-mallintaminen mahdollistaa eri valmistajien laitteiden liittämistä samaan verkkoon. International Organization for Standardization (ISO) kehitti Open Systems Interconnection-mallin (OSI) kommunikointia varten. OSI-malli koostuu seitsemästä kerroksesta, jotka ovat OSI-mallin tiedonsiirron kehys. Ensimmäinen kerros on fyysinen kerros, jolla yleensä tarkoitetaan tiedonsiirron tapa, eli kaapeli. Seitsemännen ja viimeisen kerroksen yläpuolella on varsinainen tiedon lähde tai kohde, eli anturi, asennoitin tai operaattorin näyttöpäätte. Jokainen

kerros kommunikoi edellisen ja seuraavan kanssa. Kaikki tiedonsiirtoprotokollat eivät sisällä kaikkia kerroksia. Kuvassa 6 on esitetty kaikki OSI-mallin kerrokset. Kuvasta käyvät myös ilmi Profibus DP:n käyttämät kerrokset, eli kerrokset 1,2 sekä 7. (Mehta & Reddy 2015)

	User program	Application profiles
7	Application Layer	PROFIBUS DP Protocol (DP-V0, DP-V1, DP-V2)
6	Presentation Layer	Not used
5	Session Layer	
4	Transport Layer	
3	Network Layer	
2	Data link Layer	Fieldbus Data Link (FDL): Master Slave principle Token principle
1	Physical Layer	Transmission technology
	OSI Layer Model	OSI implementation at PROFIBUS

KUVA 6. OSI-malli ja Profibus-malli (PROFIBUS Nutzerorganisation 2016)

### 6.3 Profibus DP

Profibus DP, Profibus PA sekä Profibus FMS ovat eri profiileja Profibus-protokollasta. Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) väylässä ainoastaan isäntälaitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään. Seuraaja Profibus DP (Decentralized Periphery) on suosittu kenttäväyläprofiili taajuusmuuttajia ja IO-laitteita sisältävässä väylässä. Profibus PA (Process Automation) pohjautuu samaan protokollaan, mutta kehitettiin räjähdysherkkiä tiloja varten. PA-väylässä on mahdollista viedä käyttöjännite kentälaitteille, sen sijaan tiedonsiirtonopeudet ovat suhteellisen alhaiset. (PI North America. 2022a.)

OSI-mallin kolmea kerrosta käytetään Profibus-kenttäväylän protokollassa: ensimmäinen eli fyysinen kerros, toinen eli siirtoyhteyserros ja seitsemäs kerros, eli sovelluserros. Siirtoyhteys merkitsee väylän käytön lupaa. Profibus-väylässä olevalle laitteelle annetaan osoite, jotta väylä toimii. Väylässä oleva laite on tyypillisesti isäntälaitte tai orjalaitte. Tiedonsiirto on yhdensuuntaista väylässä ja törmäyksiltä vältetään tämän isäntä-orja-asetelman myötä. Yleensä isäntälaitte määrää laitteiden lähetys- ja vastaanotto-oikeuden ja tiedonsiirtojärjestyksen väylässä. Tämä valta voi myös olla hajautettua, jolloin usealla laitteella on yhtä suuri oikeus tiedonsiirtoon verkossa. Tällöin oikeus verkkoon määräytyy ns. token-menetelmällä. Token vaihtaa haltijaa, joka voi suorittaa tiedonsiirtoa. (Mehta & Reddy 2015.)

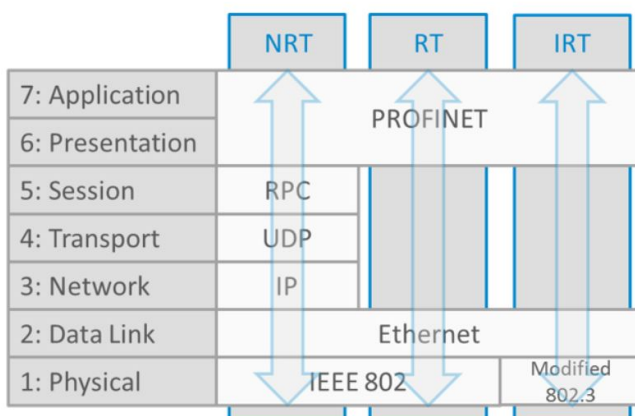
## 6.4 Profinet

Kun Profibus-protokollaa lähdettiin jalostamaan, otettiin käyttöön uudenlainen tiedonsiirtomenetelmä. Nyt Profibusin toiminnot yhdistettiin ethernet-tekniikkaan. Syntyi Profinet, joka pohjautuu teolliseen ethernetin standardiin. Profinet IO ja Profinet CBA (Component Based Automation) ovat eri tarpeisiin kehitettyjä profiileja. Profinet CBA on hajautetun verkon profiili, jossa data kulkee kenttälaitteiston välillä. Profinet IO kehitettiin ohjelmoitavan logiikan ja laitteen välisen IO-tiedon siirtoon, tästä profiilin nimi.

Toiminta, kuten terminologiakin, on hieman erilainen Profibus-väylään nähden, sillä isäntä-orja-asettelua ei ole. Isäntä-laitteiden sijaan puhutaan Profinet-verkossa IO-ohjainlaitteista ja IO-valvontalaitteista. Profinet-verkossa laitteilla on oltava MAC-osoite, IP-osoite sekä laitenimi toimiakseen verkossa.

## 6.5 OSI-mallintaminen Profinetissä

Profinet käyttää ISO/OSI-mallinnusta tiedonsiirtoon samalla tavalla kuin Profibus. Kuvassa 7 on esitetty OSI-mallin viereen Profibusin eri kommunikaatiokanavat ja mitä tiedonsiirtoprotokollan kerroksia nämä hyödyntävät.



KUVA 7. Profinetkommunikaatiokanavat (PI North America 2022a)

NRT (Non-Real Time) -tiedonsiirto sisältää OSI-mallin verkko-, kuljetus sekä istuntokerrokset. Tätä reittiä kulkeva tietopaketti voi olla suurikokoinen. Lähettäjä muodostaa tiedonsiirtokehityksen, jonka vastaanottaja puolestaan purkaa. Tämä on hidasta, joten tätä protokollaa käytetään diagnostiikkaan,

konfiguraatioon ja parametroiintiin, eli ei-aikakriittisiin tehtäviin. Profinet RT (Real Time) käsittelee aikakriittistä dataa, joten se ohittaa OSI-mallin keskimmäiset kerrokset täysin. Tietyissä vaativissa tapauksissa on käytössä vielä Profinet IRT (Isochronous Real Time), kun vaaditaan korkean tason reaaliaikaista tiedonsiirtoa. (PI North America 2022a.)

## 7 VÄYLÄVERTAILU

Seitsemännessä luvussa vertaillaan keskenään nykyistä käytössä olevaa Profibus-väylää uudemman tekniikan Profinet-väylään. Tutkitaan eroavatko teknologiat toisistaan tiedonsiirron kohdalla ja väylän rakenteen näkökulmasta.

### 7.1 Tiedonsiirto-ominaisuudet

Profibus-väylässä käytetään tiedonsiirtoon kuparikaapelia tai kuitukaapelia. Myös langaton tiedonsiirto on mahdollista. Standardin mukaisella RS485-liitännällä kierretty parikaapeli mahdollistaa 9,6 kbit/... 12 Mbit/s tiedonsiirtonopeudet riippuen väylän pituudesta. Väylän pituuden maksimi on 100 metriä 12 Mbit/s nopeudella. Kuitu voi olla lasikuitua, muovikuitua tai muovipäällystettyä lasikuitua (PCF). Lasikuidulla väylän pituus voi olla jopa 1500 metriä kaikilla siirtonopeuksilla. Tiedonsiirtopaketti voi olla 244 tavun kokoinen. Profibus-väylän tiedonsiirto on kaksisuuntaista, mutta data voi kulkea vain yhteen suuntaan kerralla isäntälaitteen sanelemassa järjestyksessä. (Siemens 2009.)

Langaton tiedonsiirto Profibus-väylän laitteiden välillä on mahdollista, mutta vaatii sen, että kaikkien osapuolten laitteet ovat yhteensopivia ja yleensä saman valmistajan laitteita. Tämä hankaloittaa varaosien saatavuutta ja hintakilpailutusta.

Profinet perustuu teollisen ethernetin standardiin ja mahdollistaa nopeammat yhteydet ja suuremman kaistaleveyden, eli paremman tiedonsiirron. Profinetin fyysiset tiedonsiirtovälineet ovat kierretty kuparikaapeli RJ45-liittimellä, kuitukaapeli tai vaihtoehtoisesti langaton tiedonsiirto. Profinet mahdollistaa 1440 tavun kokoisia tiedonsiirtopaketteja ja nopeuksissa päästään 100 Mbit/s, tai jopa Gb/s nopeuksiin nykyään. Tiedonsiirtonopeudet kehittyvät jatkuvasti sen myötä, kun ethernet-tekniikkaa kehitetään. Tästä kehitystä pystytään hyödyntämään myös Profinetissä.

Profinetin tiedonsiirto on huomattavasti nopeampaa laitehierarkian takia, sillä kaikilla laitteilla on yhtä suuri oikeus tiedonsiirtoon. Tämän mahdollistaa puolestaan Ethernetin standardiin pohjautuva full-duplex kaapeli. Full-duplexin myötä laitteet voivat lähettää ja vastaanottaa tietoa samaan aikaan, odottamatta vuoroaan. Ethernetin standardista on hyötyä myös langattomassa tiedonsiirrossa. Tämän ansiosta Profinet pystyy hyödyntämään sekä wifi että bluetooth-tekniikkaa, ja hyötyä näiden kehityksestä. (PI North America 2022b.)

Profibusin ja Profinetin tiedonsiirtoapplikaatio on samantapainen ja tapahtuu syklisenä ja asyklisenä tiedonsiirtona. Asyklinen tiedonsiirto on diagnostiikkaa, parametointia ja konfiguraatiota. Syklinen tiedonsiirto on käyttödatan siirtoa. Profibus-väylässä tämä tiedonsiirto perustuu isäntä- orjasuhteeseen, missä isäntä- laite kutsuu orja- laitetta syklisesti, ja orja- laite vastaa. Ohjelmakierto päättyy, kun kaikki orjalaitteet ovat vastanneet kutsuun. Tiedonsiirto on Profinetissä reaaliaikaista (RT) ja determinististä. Reaaliaikaisuus merkitsee sitä, että järjestelmä käsittelee tapahtumat annetussa ajassa. Deterministisyys taas sitä, että tiedonsiirto suoritetaan odotetulla tavalla odotetussa ajassa.

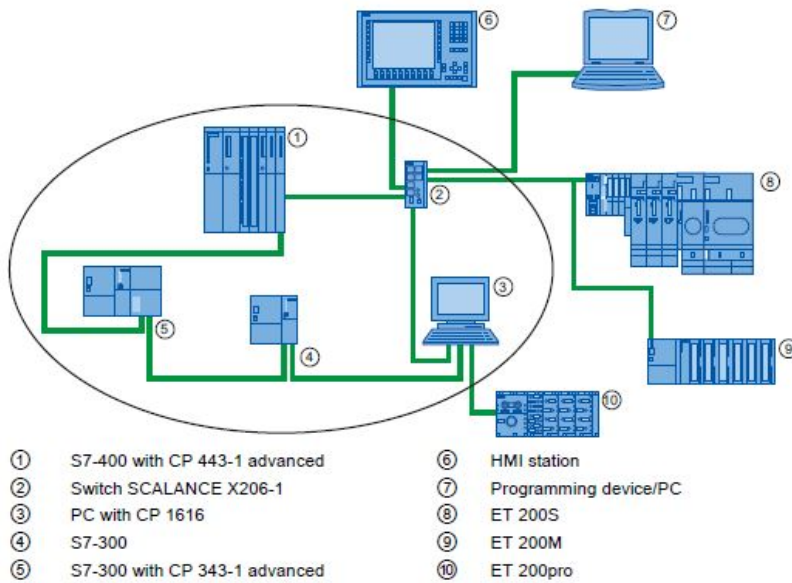
TAULUKKO 1. Profibus ja Profinet erot pääpiirteittäin (PI North America 2022b)

	PROFIBUS	PROFINET
Organization	PROFIBUS & PROFINET International	
Hardware definition	GSD files	
Application profiles	Same	
Physical layer	RS-485	Ethernet
Speed	12 Mbit/s	1 Gbit/s or 100 Mbit/s
Telegram	244 bytes	1440 bytes (cyclic) <sup>1</sup>
Address space	126	unlimited
Technology	master/slave	provider/consumer
Wireless	Possible <sup>2</sup>	IEEE 802.11, 15.1
Motion	32 axes	>150 axes
Machine-to-machine	No	Yes
Vertical integration	No	Yes
Connectivity	PA + others <sup>2</sup>	many buses

## 7.2 Väylärakenne

Topologia on se tapa jolla väylän laitteet ovat liitetty toisiinsa. Profibus DP-väylä ketjutetaan jononmuotoon väyläksi. Väylän segmenttiin voidaan liittää enintään 32 laitetta ja väylä on aina päätettävä molemmista päistä päätevastuksilla. Väylää on mahdollista laajentaa väylätoistimen avulla, mutta laitemäärä rajoittuu silti 126 laitteeseen. Väylässä on myös käytettävä vahvistinta 100–1000 metrin välein riippuen siirtonopeudesta. Kuitukaapelilla on mahdollista muodostaa rengasväylä, joka toimii myös kahdennettuna väylänä turvaamaan tiedonsiirron mahdollisessa väylän vikaantumisessa.

Profibus on joustavampi käytössä olevien topologiamuotojen suhteen. Väylä, tähti ja rengas ovat kaikki käyttökelpoisia ratkaisuja langattoman tiedonsiirron ohella. Eri topologioita on myös mahdollista yhdistää. Kuvassa 8 esitellään kahdennetun väylän rakentumista, mutta kuvasta on myös nähtävissä eri topologioiden yhdistely. Osa laitteista muodostaa rengasmaisen väylän, joka on liitetty tähtimuotoiseen verkkoon. Ethernetiin pohjautuvassa väylässä osoitemäärää ei ole rajoitettu, eli ei myöskään laitemäärää. Yleensä logiikan prosessorin teho sekä muisti rajoittavat väylän kokoa. (PI North America 2022b.)



Kuva 8. Kahdennetun väylän rakenne (Siemens 2017a)

MRP, eli Media Redundant Protocol, on kahdennetun väylän protokolla, jolla varmistetaan rengasrakenteisen väylän toimintaa. MRP-väylä mahdollistaa diagnostiikan ja uudelleen konfiguroinnin 200 ms sisällä. Kuvassa 6 on esimerkki kahdennetun väylän rakenteesta, jossa ympyrän sisällä olevat laitteet ovat kahdennettuja. Rengasmaisen väylärakenne rajoittaa laitemäärän 50 laitteeseen. Rajoituksella varmistetaan tuon diagnostiikan 200 ms aikarajan toteutuminen. MRP-väylä on kustannustehokas tapa rakentaa kahdennettu väylä vähäisen kaapeloinnin takia. Väylän rakenne on yksinkertainen ja helposti laajennettavissa. (Siemens 2017b.)

## **8 ENNAKKOHUOLTOKÄYTÄNNÖT**

Luvussa kahdeksan palaan takaisin ennakkohuollon pariin ja perehdyn tehtaan kunnossapito-osaston ennakkohuoltokäytäntöihin ja niihin työkaluihin, joita asentajat käyttävät laitteiston ennakkohuollon kirjaamiseen. Esittellään varalaitteiston käyttövalmiuden varmistamisen ja tälle olemassa olevan työkalun. Tässä luvussa käsitellään myös asentajien ennakkohuollon seurantaan käyttämien työkalujen kehitysehdotus.

Tehtaalla on käytössä hyödyllinen kunnossapitojärjestelmä IFS, jonka avulla laitteistoille suoritettavia ennakkohuoltotoimia voidaan suunnitella. Taajuusmuuttajien ennakkohuoltotoimet on hyvä olla järjestelmässä, ja jaksotettuna huoltovälien mukaan, jotta ne tulevat kirjattua muiden toimenpiteiden kanssa samaan järjestelmään. IFS-järjestelmään voidaan myös kirjata taajuusmuuttajakohtaiset varaosat ja -laitteet sekä näiden sijainti. Kunnossapitojärjestelmän käyttäminen on haasteellista, kun haluaa laajemman yleiskäsityksen huollettavien laitteiden määrästä, huoltoajankohdasta sekä varaosatarpeista. Yleiskuvan antamiseksi asentajat ovat suosineet taulukkopohjaista huoltokirjanpitoa. Tämä mahdollistaakin hyvän yleiskuvan suoritetuista toimenpiteistä sekä näiden ajantasaisuudesta. Perustellusti toimiva käytäntö on siis olemassa, jota voidaan kehittää monipuolisemmaksi työkaluksi.

### **8.1 Jäähdytys**

Kunnossapidolla on olemassa selkeä ennakkohuoltosuunnitelma linjakäytön jäähdytyspuhaltimien osalta. Laitteista löytyy listaus yrityksen tietojärjestelmästä, jolle kaikilla on luku- ja muokkaus-oikeus. Listasta käy ilmi invertterin puhaltimen viimeisin vaihto-aika, minkä mallinen puhallin on kyseessä sekä puhaltimen kondensaattorin vaihtopäivä. Linjakäytöt sijaitsevat sähkötiloissa, joita jäähdytetään tehokkaasti. Vaikka valmistaja lupaa jäähdytyspuhaltimien vaihtovälin tarpeen kolmesta vuodesta ylöspäin, on yrityksessä käytäntönä pitää vaihtoväli kahdessa vuodessa, koska tehtaalla yleinen syy taajuusmuuttajien vikaantumiselle on ylikuumeneminen johtuen vikaantuneesta jäähdytyspuhaltimesta. Käytäntö ja työkalu ovat siis olemassa. Kehittäisin työkalua sen verran, että lisäisin sarakkeen laitekohtaisen jäähdytyspuhaltimen kondensaattorin tietoja varten sekä tämän vaihtopäivälle. Myös puhallinmallikohtaiset laakeritiedot olisi syytä olla listattuna valmiina. Kunnossapito laakeroi itse uudelleen kaksi vuotta pyörineet puhaltimet. Kun vaihdettavat varaosatieidot ovat valmiiksi kirjattuna, helpottuu työn suunnittelu. Puhaltimien laakerit ja kondensaattorit on hankittu suuremmissa erissä tilaustavarana, mikä tulee huomioida ennakkohuoltotyön valmistelussa. Yrityksen käytössä olevalta

puhallinhuoltolistalta löytyy myös muita kuin linjakäytön inverttereitä, muttei silti läheskään kattavaa listausta taajuusmuuttajista. Listalle voisi koota laajemmin laitteita.

## **8.2 Yleinen kunto ja siisteys**

Taajuusmuuttajan yleisestä kuntotarkastuksesta ei kunnossapidolla ole seurantatyökalua. Kunnossapito ei suorita välipiirin kondensaattoripakettien määräaikaisvaihtoa. Linjakäytön kondensaattorien rikkoontumista esiintyy, mutta hyvin harvoin. Tämä aiheuttaa pahimmassa tapauksessa tuotannonkatkoksen sen ajaksi, että kondensaattoripaketti, tai koko laite saadaan vaihdettua toimivaan. Jäähdytyspuhaltimien vaihdon yhteydessä on silmämääräisesti tarkastettu välipiirin kondensaattoreiden kunto, moduulikaapin puhtaus sekä johdinliittimien kunto. Tätä aistinvaraista tarkastusta ei tule aliarvioida, sillä monissa tapauksissa alkava vikaantuminen voidaan nähdä tai haistaa. Löysä kaapeliliitos lämpenee runsaasti, jolloin muutos voi näkyä jo kaapelin eristeessä värimuutoksena. Myös hajusta voi päätellä laitteistossa tapahtunutta muutosta. Aistinvarainen kuntotarkastus olisi syytä liittää samaan taulukkoon puhallinhuollon kanssa, jolloin se tulee tehtyä ja suorituksesta olisi seurantaa.

## **8.3 Lämpökuvaukset**

Kunnossapidon vuosittainen ennakkohuoltotoimenpide on lämpökuvaukset. Lämpökuvaukset suoritetaan FLIR E6-sarjan lämpökuvauuskameralla. Kojeistojen sekä turvakytkinten lisäksi kuvataan myös taajuusmuuttajat. Lämpökuvauksille on olemassa oma kirjanpito paperisessa muodossa. Tähän kirjataan ylös kuvatut kohteet, kuvausajankohta sekä poikkeamat, joista tehdään omat työnsä IFS-järjestelmään. Yleensä taajuusmuuttajien kaapeliliitännät on koteloitu piiloon, jolloin kuvaus käytön aikana ei ole mahdollista. Tämän takia käyttöjen lämpökuvaukset poikivat harvoin lisätöitä, silti näitäkin esiintyy. Kuumenevien kaapeliliitännöiden lisäksi on havaittu ohjausyksikön kuumenemista vanhemmissa taajuusmuuttajissa, jolloin on ehditty reagoimaan lisäämällä ulkoista jäähdytystä ja parantamalla ilmanvaihtoa. Haluttaessa samaan kirjanpitoon puhallinhuollon kanssa voitaisiinkin lisätä oma sarake lämpökuvauksista, jolloin saisi nopean yleissilmäyksen taajuusmuuttajille suoritetusta tarkistuksesta.

## 8.4 Varaosat

Tehtaalla on ollut käytäntönä kahden vuoden elvytysvälit varakäytöille. Elvytys tehdään kytkemällä ulkoinen jännitelähde välipiiriin. Jännitelähteenä toimivaan laitteeseen on tehty valmiit ohjelmat eri käytöille. Elvytyksessä virta on rajoitettu 500 mA:iin, mutta jännite nostetaan asteittain 500–1000 VDC asti valitusta ohjelmasta riippuen. Kahden vuoden välein suoritettava elvytys kestää noin kaksi tuntia laitetta kohti. Tehtaalla on käytössä lainalaite elvytystä varten. Kunnossapito pitää varakaluston ajan tasalla ja käyttöjen elvytyksestä pidetään kirjanpitoa erillisen taulukon muodossa.

## 8.5 Huoltoseuranta ja kehitys

Taulukkopohjalle laadittu laajempi työkalu on saman tapainen kuin mitä on totuttu käyttämään jo jäähdytyspuhaltimien osalta. Listalle on nyt valikoitunut linjakäytön inverttereiden lisäksi muitakin paperikoneen kannalta kriittisiä taajuusmuuttajia. Tällä tavalla saadaan kootusti tietoa kriittisten laitteiden huollosta. Sarakkeita on lisätty, jotta jäähdytyspuhaltimien huoltovaihtoa koskevien tietojen lisäksi saadaan listattua myös vaihdossa tarvittavat komponentit sekä näitä koskevat tiedot. Puhallinkoko kertoo minkä mallinen puhallin taajuusmuuttajassa on. Laakeritiedot ovat uudelleenlaakerointia varten. Tehtaalla on puhaltimia varaosana valmiina, sekä laakeroitavia, että laakeroimattomia malleja. Seisakkiin varauduttaessa voidaan valmiiksi suunnitella vaihdot varaosasaatavuuden ja taulukosta ilmenevän vaihtotarpeen mukaan. Puhaltimen yhteydessä tarkistetaan ja tarpeessa vaihdetaan jäähdytyspuhaltimen kondensaattori. Tämän tiedot on hyvä lisätä taulukkoon, jotta osataan varautua oikeilla kondensaattorikoolla.

Taulukkoon on myös lisätty sarakkeet silmämääräisen tarkistuksen seurannalle sekä lämpökuvauksille. Ennakkohuoltotoimenpiteet on tällä tavoin koottu yhteen taulukkoon huoltovälienseurantaan sekä varaosahankintaa varten. (LIITE 4).

## 9 HYÖDYLLISTÄ LAITEDIAGNOSTIIKKA VÄYLÄSSÄ

Tässä luvussa perehdytään laitteilta saatavaa diagnostiikkaan. Kartoitetaan varsinkin sellainen tieto, josta olisi hyötyä ennakkohuoltomielessä. Suurin osa paperikoneen kriittisistä käytöistä ovat kenttäväylän ulottumattomissa, joten tässä työssä on keskitytty linjakäyttöihin. Tämän johdosta tässä luvussa esiintyvät parametritiedot ovat peräisin Siemensin laitteilta.

Väyläteknikkaa kehitettiin korvaamaan kenttälaitteiden analoginen ohjaus. Tämä mahdollisti älyn hajauttamisen laitetasolle. Hajautus vähensi kaapeloinnin määrää, mikä näkyi kustannuksissa ja toimintavarmuudessa. Laiteohjauksen lisäksi kenttäväylä mahdollisti suuremman tiedonsiirron määrän. Tämä vastasi tarpeeseen kerätä laitediagnostiikkaa.

Modernit taajuusmuuttajat osaavat analysoida niin itseään kuin ohjattavaa laitetta. Yleisimmät taajuusmuuttajat tukevat kenttäväyläteknikkaa joko RS485- tai RJ45-liitännän kautta. Tämä mahdollistaa diagnostiikan tuomisen ylemmälle laitetasolle käyttäjän ulottuville. Koska taajuusmuuttajalta on saatavilla runsaasti tietoa, on syytä miettiä mikä toisi ennakkohuoltomielessä lisäarvoa.

Linjakäyttöjen sukupolven vaihdos tuo uusia laitteita uusimmilla ominaisuuksilla. Laitteet sisältävät muun muassa entistä enemmän työkaluja kunnonvalvontaan. Väylään liitetyn käytön ohjaaman moottorin lämpötilaa seurataan, jotta muutoksiin voidaan reagoida lisäämällä viilennystä tai laskemalla tuotantotehoa. Yleinen taajuusmuuttajan häiriötilan aiheuttaja on käytön yllämpö, joten myös käytön lämpötilatiedon tuomisesta olisi hyötyä. Taajuusmuuttajien tehoyksiköiden puhaltimet ovat ennakkohuollon piirissä, ja puhaltimen käyntiaikalaskuri voi helpottaa huoltojen suunnittelua ja toteutuksen seuranta. Kuvassa 9 on ote Sinamics S120-käytön parametrilistauksesta, jossa käy ilmi tehoyksikö jähdytyspuhaltimen laskurin parametri.

p0251[0...n] Operating hours counter power unit fan / PU fan t_oper			
A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: T Data type: Unsigned32 P-Group: Modulation Not for motor type: - Min 0 [h]	Calculated: - Dyn. Index: PDS, p0120 Units group: - Scaling: - Max 4294967296 [h]	Access level: 3 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting 0 [h]
<b>Description:</b>	Displays the power unit fan operating hours. The number of hours operated can only be reset to 0 in this parameter (e.g. after a fan has been replaced).		
<b>Dependency:</b>	Refer to: p0252		
<b>Note:</b>	For liquid-cooled chassis power units, the operating hours of the inner fan are displayed in p0251 and not in p0254.		

KUVA 9. Sinamics s120 laskurin parametri (Siemens 2014)

Laskuriin saa lisättyä hälytyksen, joka ilmoittaa lähestyvistä vaihtoajankohdasta tai vaihtoajankohdan ylityksestä. Tämä toimii muistutuksena lisätä puhaltimen vaihto esimerkiksi seuraavaan seisakkiin. Puhaltimesta on myös mahdollisuus tuoda hälytystä puhaltimen käyntiviasta sekä puhaltimen kondensaattoriviasta (LIITE 6). Ohjausyksiköllä on oma jäähdytyspuhallin, jonka toimintaa on myös mahdollisuus valvoa etänä (LIITE 5).

Kunnossapitoa palvelevan tiedon lisäksi voidaan nykyajan taajuusmuuttajia käyttää energiansäästötarkoituksiin. Teollisuudessa pyritään taloudelliseen toimintaan ja energiankäyttöä seurataan entistä tarkemmin. Käytöltä on energiankulutuksen lisäksi mahdollista tuoda seurantaasetettujen energiavoitteiden toteutumisesta (LIITE 5). Tätä tietoa voidaan hyödyntää tuotannon suunnittelussa ja mahdollisissa laitehankinnoissa, kun tavoitellaan säästöjä. Kenttäväylän avulla taajuusmuuttajaa on siis mahdollista hyödyntää paljon monipuolisemmin kuin pelkkään moottorinohjaukseen. (Siemens 2014.)

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

On selvää, että taajuusmuuttajan säännöllisellä huoltamisella on toimintavarmuutta lisäävä vaikutus. Ympäristön vaikutus taajuusmuuttajan komponenttien ennenaikaiseen vanhenemiseen on suuri. Pöly ja lika kerääntyvät laitteiston sisälle ja heikentävät lämmön haihtumista. Likaiset ilmasuodattimet estävät korvausilman pääsyn moduulikaappeihin. Heikentynyt ilmankierto ja jäähdytys nostavat toimintaympäristön lämpötilaa, joka puolestaan lyhentää kondensaattoreiden laskettua elinikää. Ylilämpö on yleinen syy taajuusmuuttajahäiriölle. Pysähtynyt jäähdytyspuhallin johtaa nopeasti liian korkeaan lämpötilaan ja taajuusmuuttaja menee vikatilaan suojatakseen itseään vaurioilta. Jäähdytyspuhalltimien vaihto tarpeeksi usein on tehokas ennakkohuoltotoimenpide.

Taulukko on yksinkertainen ja selkeä tapa huollon kirjaamisille sekä toteutuneiden huoltojen seurannalle. Tarvittavien varaosamallien kirjaamisen mahdollistaa oikeiden osien hankinnan ennakkoon. Taulukko toimii hyvin kunnossapitojärjestelmän ohella. IFS-kunnossapitojärjestelmään voisi kirjata taajuusmuuttajien silmämääräiset tarkistukset sekä lämpökuvaukset vuotuisiksi ennakkohuoltotoimenpiteiksi toimimaan muistutuksena sekä tuntien kirjaamista varten.

Kenttäväyläteknikka kehittyy jatkuvasti niin kuin tekniikalla on tapana. Käytössä olevalla Profibus-kenttäväylä riittää pitkälle tavallisessa prosessiautomaatioympäristössä. Väylän tarjoamat siirtonopeudet ja tiedonsiirtokehysten koko palvelee teollisuuden tarpeita. Tiedonsiirtomahdollisuudet ovat riittävät laitteiden ohjaamiseen ja perusdiagnostiikan hallintaan. Olemassa olevassa kenttäväyläratkaisussa pitäytymisen puolesta puhuu tiedonsiirron riittävyyden lisäksi myös se, että tekniikka on ollut käytössä pitkään, minkä johdosta yhteensopivia laitteita on laajasti saatavilla useimpien teollisuuden toimijan toimesta. Tehtaan taajuusmuuttajat ja automaatioverkon laitteisto tukevat laajasti RS485-väyläliitäntää. Kenttäväylän ominaisuuksien takia ei sinänsä ole painavaa syytä lähteä uusimaan tiedonsiirtovälinettä.

Tehtaalla suuri määrä taajuusmuuttajia on täysin kenttäväylän ulottumattomissa. Kun tulee uusia tai laajentaa tiedonsiirtoverkkoa, on Profinet ehdottomasti vaihtoehto Profibusille. Ethernetin full-duplex tuo mahdollisuuden suuremman diagnostiikan keräämiselle kuormittamatta väyläliikennettä. Profinetin myötä mahdollisuudet eri väylärakenteisiin tuo joustavuutta verkon diagnostiikkaan. Redundantti väylä on myös etu, kun tavoitellaan käyttövarmuutta. Vikaantunut laite tai verkon kohta on mahdollista korjata kaatamatta koko väylää ja sen myötä koko prosessia. Profinet tuo myös

mahdollisuuden liittyä saumattomasti tehtaan ylemmän tason ethernet-verkkoon. Tämä luo joustavuutta diagnostiikan hyödyntämiselle ja on ehdottomasti etu, kun halutaan tuoda diagnostiikkaa käyttäjän ulottuville mahdollisimman toimintavarmasti ja saumattomasti.

## LÄHTEET

ABB. ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. Saatavilla:

[http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/18\\_S%84hk%94moottorik%84yt%94t.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/18_S%84hk%94moottorik%84yt%94t.pdf). Haettu 10.6.2022

ABB. 2021a. Capacitor reforming instructions. Saatavilla:

[https://library.e.abb.com/public/9ecf79a5a8df41189708d58761f33565/EN\\_Capacitor\\_reforming\\_instructions\\_INSTR\\_A4\\_H.pdf](https://library.e.abb.com/public/9ecf79a5a8df41189708d58761f33565/EN_Capacitor_reforming_instructions_INSTR_A4_H.pdf). Haettu: 24.5.2022

ABB. 2021b. Preventive Maintenance - Electrolytic Capacitors Saatavilla:

[https://library.e.abb.com/public/e36c656838e74928805f398d65192c06/Technical\\_note\\_electrolytic\\_capacitors\\_1\\_page\\_101121.pdf](https://library.e.abb.com/public/e36c656838e74928805f398d65192c06/Technical_note_electrolytic_capacitors_1_page_101121.pdf). Haettu 24.5.2022

BillerudKorsnäs. 2022. Verkkosivu. <https://www.billerudkorsnas.com/> Luettu 1.3.2022

Knowpap. 2021. KnowPap – Paperinvalmistuksen oppimisympäristö. Saatavilla:

<https://www.knowpap.com/>. Verkkomateriaali. Luettu 1.3.2022

Mehta. B. R., Reddy. Y. J., 2015. Industrial Process Automation Systems. Amsterdam: Elsevier Inc.

PI North America. 2022a. Profibus Technology. Saatavilla:

<https://us.profinet.com/technology/profibus/#Fieldbuses%20in%20General> Haettu 15.4.2022

PI North America. 2022b. Profibus vs Profinet: Comparison and migration strategies. Saatavilla:

<https://us.profinet.com/white-papers/profibus-vs-profinet-comparison-and-migration-strategies/> Haettu 15.4.2022

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO). 2016. PROFIBUS System Description Saatavilla:

<https://www.profibus.com/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=52380&token=4868812e468cd5e71d2a07c7b3da955b47a8e10d>. Haettu 3.12.2021

Siemens. 1998. Siemens SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control – Operating Instructions. Saatavilla:

<https://adegis.com/media/asset/589c1fc1b6ff59a12774e8ef676308cc98e6a985f2e6dcae0e89809a2d68b30e.pdf>. Haettu: 24.5.2022

Siemens. 2009. Profibus network manual. Saatavilla:

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/591/35222591/att\\_105793/v1/mn\\_pbnets\\_76.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/591/35222591/att_105793/v1/mn_pbnets_76.pdf)>. Luettu 27.3.2022

Siemens. 2012. Profinet System Description. Saatavilla:

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/127/19292127/att\\_69558/v1/profinet\\_system\\_description\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/127/19292127/att_69558/v1/profinet_system_description_en-US_en-US.pdf). Haettu 1.3.2022

Siemens. 2014. Sinamics S120/S150 List Manual. Saatavilla:

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/911/99682911/att\\_863921/v1/S120\\_S150\\_List\\_Manual\\_LH1\\_0414\\_eng.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/911/99682911/att_863921/v1/S120_S150_List_Manual_LH1_0414_eng.pdf). Haettu: 15.4.2022

Siemens. 2017a. Setup of a Ring Topology based on “MRPD” Saatavilla: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/035/109744035/att\\_910361/v1/109744035\\_config\\_Redundancy\\_en.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/035/109744035/att_910361/v1/109744035_config_Redundancy_en.pdf) Haettu 25.3.2022

Siemens. 2017b. SIMATIC PCS 7 with PROFINET – Typical Architectures and Engineering. Saatavilla: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/082/72887082/att\\_857751/v2/72887082\\_PCS7\\_PROFINET\\_Engineering\\_DOC\\_en.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/082/72887082/att_857751/v2/72887082_PCS7_PROFINET_Engineering_DOC_en.pdf). Haettu: 29.12.2021

# LIITTEET

## LIITE 1

Sähkötila	Laitetunnus	Laite	Malli		
50L5.1	LX0214	KUIVATUSOSAN VOITELUÖLJYPUMPPU 1	ABB ACS601		
50L5.1	LX0215	KUIVATUSOSAN VOITELUÖLJYPUMPPU 2	ABB ACS580		
50L5.1	LX0218	MÄRÄNPÄÄN KESKUSVOITELUJÄRJESTELMÄ PPU 1	ABB ACS601		
50L5.1	LX0219	MÄRÄNPÄÄN KESKUSVOITELUJÄRJESTELMÄ PPU 2	ABB ACS580		
50L5.1	LK02	TYHJIÖPUMPPU 10	ABB ACS800		
50L1.3.1	LA02	JÄÄHDYTYSVEDEN SYÖTTÖPUMPPU	ABB ACS880		
50L1.3.1	LA04	SAKEUSSÄÄTÖVESIPUMPPU	ABB ACS880		
50L1.3.1	LA10	SAOSTAJAKYYPPI 2, MASSAPUMPPU	ABB ACS800		
50L1.3.1	LA26	VÄLIKYYPPY 1, MASSAPUMPPU	ABB ACS800		
50L1.3.1	LA27	VÄLIKYYPPY 2, MASSAPUMPPU	ABB ACS800		
50L5.3	LX21	HYLKYMASSASÄILIÖN PUMPPU 2	ABB ACS580		
50L5.3	LX15	PURISTINOSAN NEULASUIHKUPUMPPU 2	ABB ACS580		
50L2	LG0610	JÄÄHDYTYSTORNIN PUHALLIN 1	ABB ACS580		
50L2	LG0617	JÄÄHDYTYSTORNIN PUHALLIN 2	ABB ACS601		
50L2	LG15	PURISTINOSAN NEULASUIHKUPUMPPU 1	ABB ACS580		
50L6	LM09A1	STABIILAATTORIKOMPRESSORI	VACON NXS		
50L1	LA13	LAIMENNUSVESI SAKEAMASSALAIITTELUUN	VACON0100-3L-0080		
50L1	LA15	SAKEAMASSASIHTI 1	VACON0100-3L-0208		
50L1	LA16	SAKEAMASSASIHTI 2	VACON0100-3L-0080		
50L1	LA21	VÄLIKYYPPY 2 MASSAPUMPPU 2	VACON0100-3L-0170		
50L1	LY25	PP1-VAIHEEN SYÖTTÖPUMPPU	VACON0100-3L-0590		
50L2	LC02	SAOSTAJAKYYPPI 1 MASSAPUMPPU 2	VACON NXS		
50L2	LC03	SAOSTAJAKYYPPI 1 MASSAPUMPPU 3	VACON NXS		
50L2	LG09	SAKEAMASSATORNIN LAIMENNUSVESIPUMPPU	VACON NXC		
50L10.2	LZ01	VIIRAN IMUTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7041-1WL60		
50L10.2	LZ02	VIIRAN VETOTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7036-5WK60		
50L10.2	LZ03	VIIRAN PALAUTUSTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7032-1WG60		
50L10.3	LÄ11	PICK-UP	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.3	LÄ12	1 PUR PAINOTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L10.3	LÄ13	KESKI-IMUTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L10.3	LÄ14	KESKITELA M1	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7036-5WK60		
50L10.3	LÄ15.1	KESKITELA M2	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7036-5WK60		
50L10.4	LÖ22	KÄÄNTÖTELA 2 KR1A	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ23	1A KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ24	1B KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L10.4	LÖ25	2 KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L10.4	LÖ26	3 KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ2141	JOHTOTELA 41	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2142	JOHTOTELA 42	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ27	CLUPAK SYLINTERI	SIEMEN SINAMICS S120		
50L10.4	LÖ2143	JOHTOTELA 43	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2144	CLUPAKIN JOHTOTELA 44	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ28	KUVIOPURISTIN	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7026-0WF60		
50L10.4	LÖ29	VÄLIPURISTIN YLÄTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7026-0WF60		
50L10.4	LÖ30	VÄLIPURISTIN ALATELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ2145	VÄLIPURISTIMEN JOHTOTELA 45	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ31	5 KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7032-1WG60		
50L10.4	LÖ2146	JOHTOTELA 46	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ32	LIIMAPURISTIN (LIIKKUVA) ALATELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ33	LIIMAPURISTIN (KIINTEÄ) YLÄTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ2147	LIIMAPURISTIMEN JOHTOTELA 47	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2149	JOHTOTELA 49	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2150	JOHTOTELA 50	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2151	JOHTOTELA 51	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2148	JOHTOTELA 48	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ35	KUIVATUSSYLINTERI 1A	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7026-0WF60		
50L10.4	LÖ35	6 KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7032-1WG60		
50L10.4	LÖ36	7 KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ37	8 KUIVATUSRYHMÄ	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7032-1WG60		
50L10.4	LÖ2152	JOHTOTELA 52	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ2153	JOHTOTELA 53	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ38	KALANteri YLÄTELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L10.4	LÖ39	KALANteri ALATELA	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L10.4	LÖ2154	JOHTOTELA 54	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L10.4	LÖ40	RULLAUSSYLINTERI	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L10.4	LÖ2155	TAMPUURIN KÄYNNISTIN	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7023-4TC61		
50L1	LV61	PERÄLAATIKON SYÖTTÖPUMPPU M1	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7041-1WL60		
50L1	LV62	PERÄLAATIKON SYÖTTÖPUMPPU M2	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7041-1WL60		
50L1	LV63	PERÄLAATIKON LAIMENNUSVESIPUMPPU	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7034-5WJ60		
50L1	LV64	PERÄLAATIKON OHIKIERTOPUMPPU	SIEMEN SINAMICS S120		
50L1	LV65	KONEKYYPIN MASSAPUMPPU	SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES 6SE7031-5WG60		
50L1	LV66	PERIVACIN LAIMENNUSVESIPUMPPU	SIEMEN SINAMICS S120		

<b>ABB</b>	<b>Maintenance Schedule ACS800 Drives</b>					4FPS10000223379	
Issued by ABB Oy, Drives Service	Creator name ESP300	Date 24.5.2019	Language en	Revision M	Distribution Public	Page 1 (1)	

For drives manufactured or maintained 2016 or before.

Drives manufactured or maintained 2017 or later, refer to 4FPS10000573508.

Recommended maintenance intervals and component replacements are based on specified operational and environmental conditions. ABB recommends annual drive inspections to ensure the highest reliability and optimum performance. More detailed maintenance information can be found in maintenance instructions, product manuals and on the Internet.

[www.abb.com/drives](http://www.abb.com/drives)

**NOTE! Long term operation near the maximum specified ratings or environmental conditions may require shorter maintenance intervals for certain components. Check the device specific technical specifications in the relevant hardware manual and consult your local ABB Service for maintenance recommendations at:**

[www.abb.com/searchchannels](http://www.abb.com/searchchannels)

Legend:	
Inspection (visual inspection and maintenance action if needed)	I
Performance of on-/off-site work (commissioning, tests, measurements or other work)	P
Replacement of component (if installation is in appropriate environment - see Hardware manual)	R

	Years from start-up																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>Start-up</b>	P																					
<b>Cooling, air cooled</b>																						
Internal/additional cooling fan for ACS800-01, -04, -11, -31, -104 (IP20, IP21 and IP55)				R			R			R			R			R			R			R
Cooling fan for ACS800-01, -02, -04, -07, -11, -17, -31, -37, -38, -14, -104, DSU, ISU, ALCL				I			R			I			R			I			R			I
DOL Cooling fan for DSU+992, ALCL-1X, DX-X (mains supply frequency 60Hz)*				R			R			R			R			R			R			R
Cooling fan for DSU+V992 (mains supply frequency 50Hz)				I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I
Enclosure extension cooling fan (ACS800-02)				R			R			R			R			R			R			R
Extra cooling fans inside cabinet (ACS800-x7, ACS800 md)				I			R			I			R			I			R			I
Extra IP54 cooling fan on roof of cabinet (ACS800-07, ACS800 md)				I			R			I			R			I			R			I
<b>Cooling, liquid cooled units</b>																						
Cooling fans ACS800LC, 50Hz				I			R			I			R			I			R			I
DOL Cooling fan for ACS800LC, DSU LC, (mains supply frequency 60Hz)*				R			R			R			R			R			R			R
Check pH of coolant			P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	
Add coolant corrosion inhibitor			P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	
Heat exchanger cleaning			P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	
Expansion tank air pressure			P		P		P		P		P		P		P		P		P		P	
Cooling liquid pump assembly				I			R			I			R			I			R			I
Change coolant in internal cooling circuit										R									R			
Expansion tank										R									R			
Cooling liquid pipe connections	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>Aging</b>																						
Electrolytic capacitors (DC circuit)										R									R			
Converter electronic boards: APOW, AFIN, AFPS, AGPS, CMRB, CMIB, DSMB, DSAB, DSCB										R									R			
Cabinet Auxiliary Power Supplies***										R									R			
Memory backup battery replacement in APBU-xx unit							R						R						R			
ALCL filter capacitor 380 - 415V supply network** (ACS800-14, -17, -37, -38, -67, md, LC)							I			I/R			I			I			I/R			I
ALCL filter capacitor 460V - 690V supply network** (ACS800-14, -17, -37, -38, -67, md, LC)							I/R			I			I/R			I			I/R			I



ABB Oy, Drives Service

**Maintenance Schedule**

ACS880-01,-01XT,-04,-04XT,-04F,-04FXT,-11,-14,-31,-34 Single drives and modules

ACS880-07,-17,-37 Cabinet-build single drives

ACS880U/R-x7xx Retrofit single drives

Valid for drives manufactured or maintained in 2017 onwards.

Recommended maintenance intervals and component replacements are based on specified operational and environmental conditions. ABB recommends annual drive inspections to ensure the highest reliability and optimum performance. More detailed maintenance information can be found in maintenance instructions, product manuals and on the Internet.  
[www.abb.com/drives](http://www.abb.com/drives)

**NOTE!** Long term operation near the maximum specified ratings or environmental conditions may require shorter maintenance intervals for certain components. Check the device specific technical specifications in the relevant hardware manual and consult your local ABB Service for maintenance recommendations at:  
[www.abb.com/searchchannels](http://www.abb.com/searchchannels)

**Legend**

- I Inspection (visual inspection and maintenance action if needed)
- P Performance of on/off-site work (commissioning, tests, measurements or other work)
- R Replacement

Functional safety actions	
Safety function test Interval	I
Safety component expiry (Mission time T <sub>w</sub> ) 20 years	R

Recommended annual actions by the user	
<b>Connections and environment</b>	
Cabinet door filters IP54	R
Quality of supply voltage	P
<b>Spare parts</b>	
Spare parts	I
DC circuit capacitors reforming, spare modules and spare capacitors	P
<b>Inspections by user</b>	
IP22 and IP42 air inlet and outlet meshes	I
Tightness of terminals	I
Dustiness, corrosion and temperature	I
Heat sink cleaning	I
<b>Other</b>	
ABB-SACE Air circuit breaker maintenance	I

Cooling	Years from start-up						
	3	6	9	12	15	18	21
<b>Main cooling fan</b>							
Main cooling fan (R1 to R9) speed controlled LONG-LIFE			R			R	
Main cooling fan (R10 and R11) speed controlled*			R			R	
Main cooling fan (R8I and D8T) speed controlled*			R			R	
Main cooling fan (D7T) speed controlled LONG-LIFE			R			R	
Main cooling fan (BLCL) direct online 50 Hz LONG-LIFE			R			R	
Main cooling fan (BLCL) direct online 60 Hz LONG-LIFE		R		R		R	
<b>Aux cooling fan</b>							
Auxiliary cooling fan for circuit boards (R1 to R9) LONG-LIFE			R			R	
Auxiliary cooling fan IP55 (R8 and R9) LONG-LIFE			R			R	
Circuit board compartment cooling fans (R10, R11) LONG-LIFE			R			R	
Internal cooling fan for circuit boards (R8I and D8T) LONG-LIFE			R			R	
<b>Cabinet cooling fan</b>							
Internal LONG-LIFE 50Hz			R			R	
Internal LONG-LIFE 60Hz		R		R		R	
Door LONG-LIFE 50 Hz			R			R	
Door LONG-LIFE 60Hz			R			R	
IP54 50Hz*			R			R	
IP54 60Hz *		R		R		R	
<b>xSIN filter cooling fan</b>							
Filter cooling fan LONG-LIFE			R			R	

\*Fan has been always "LONG-LIFE" type



For r0035 equal to -200.0 °C, the following applies:

- this temperature display is not valid (temperature sensor error).
- A PTC sensor or bimetallic NC contact is connected.
- the temperature sensor of the synchronous motor is de-activated (p0600 = 0 or p0601 = 0).

<b>r0036</b>	<b>CO: Power unit overload I2t / PU overload I2t</b>		
A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - <b>Min</b> - [%]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: PERCENT <b>Max</b> - [%]	Access level: 3 Func. diagram: 6014 Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting - [%]
<b>Description:</b>	Displays the power unit overload determined using the I2t calculation. A current reference value is defined for the I2t monitoring of the power unit. It represents the current that can be conducted by the power unit without any influence of the switching losses (e.g. the continuously permissible current of the capacitors, inductances, busbars, etc.). If the I2t reference current of the power unit is not exceeded, then an overload (0 %) is not displayed. In the other case, the degree of thermal overload is calculated, whereby 100% results in a trip.		
<b>Dependency:</b>	Refer to: p0290, p0294		
<b>r0037[0...19]</b>	<b>CO: Power unit temperatures / PU temperatures</b>		
A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - <b>Min</b> - [°C]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: 21_1 Scaling: p2006 <b>Max</b> - [°C]	Access level: 3 Func. diagram: 6014 Unit selection: p0505 Expert list: 1 Factory setting - [°C]
<b>Description:</b>	Display and connector output for the temperature in the power unit.		
<b>Index:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[0] - Inverter maximum value</li> <li>[1] - Depletion layer maximum value</li> <li>[2] - Rectifier maximum value</li> <li>[3] - Air Intake</li> <li>[4] - Interior of power unit</li> <li>[5] - Inverter 1</li> <li>[6] - Inverter 2</li> <li>[7] - Inverter 3</li> <li>[8] - Inverter 4</li> <li>[9] - Inverter 5</li> <li>[10] - Inverter 6</li> <li>[11] - Rectifier 1</li> <li>[12] - Rectifier 2</li> <li>[13] - Depletion layer 1</li> <li>[14] - Depletion layer 2</li> <li>[15] - Depletion layer 3</li> <li>[16] - Depletion layer 4</li> <li>[17] - Depletion layer 5</li> <li>[18] - Depletion layer 6</li> <li>[19] - Cooling unit liquid Intake</li> </ul>		
<b>Notice:</b>	Only for internal Siemens troubleshooting.		
<b>Note:</b>	<p>The value of -200 indicates that there is no measuring signal.</p> <p>r0037[0]: Maximum value of the inverter temperatures (r0037[5...10]).</p> <p>r0037[1]: Maximum value of the depletion layer temperatures (r0037[13...18]).</p> <p>r0037[2]: Maximum value of the rectifier temperatures (r0037[11...12]).</p> <p>The maximum value is the temperature of the hottest inverter, depletion layer, or rectifier.</p> <p>In the case of a fault, the particular shutdown threshold depends on the power unit, and cannot be read out.</p>		


## 2 Parameters

## 2.2 List of parameters

<b>r0037[0...1]</b>	<b>Control Unit temperature / CU temp</b>		
CU_I, CU_I_D410, CU_NX_CX, CU_S_AC_DP, CU_S_AC_PN, CU_S120_DP, CU_S120_PN, CU_S150_DP, CU_S150_PN	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - <b>Min</b> - [°C]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: p2006 <b>Max</b> - [°C]	Access level: 3 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting - [°C]
<b>Description:</b>	Displays the measured Control Unit temperature. An appropriate message is output when the permitted operating temperature is exceeded.		
<b>Index:</b>	[0] = Actual measured value [1] = Maximum measured value		
<b>Notice:</b>	Only for internal Siemens troubleshooting.		
<b>Note:</b>	The value of -200 indicates that there is no measuring signal.		
<b>r0037[0...1]</b>	<b>CO: HLA temperature / HLA temp</b>		
HLA	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - <b>Min</b> - [°C]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: p2006 <b>Max</b> - [°C]	Access level: 3 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting - [°C]
<b>Description:</b>	Display and connector output for the measured temperature in the Hydraulic Module. Fault F30611 with fault value 1950 is output when the permitted operating temperature is exceeded. An implausible operating temperature value results in fault F30611 with fault value 1951.		
<b>Index:</b>	[0] = Actual measured value [1] = Maximum measured value		
<b>Notice:</b>	Only for internal Siemens troubleshooting.		
<b>Note:</b>	The value of -200 indicates that there is no measuring signal.		
<b>r0038</b>	<b>Power factor smoothed / Cos phi smooth</b>		
A_INF, R_INF, S_INF, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - <b>Min</b> -	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: - <b>Max</b> -	Access level: 3 Func. diagram: 6799, 6850, 6950 Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting -
<b>Description:</b>	Displays the smoothed actual power factor.		
<b>Notice:</b>	For infeed units, the following applies: For active powers < 25 % of the rated power, this does not provide any useful information.		
<b>Note:</b>	Smoothing time constant = 300 ms The signal is not suitable as a process quantity and may only be used as a display quantity. Meaning for motor: - power factor of the basic fundamental signals at the converter output. Meaning for infeed: - Power factor at the connection point (r3470, r3471)		

<b>r0039[0...2]</b>	<b>Energy display / Energy displ</b>		
SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - Min - [kWh]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: - Max - [kWh]	Access level: 2 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting - [kWh]
<b>Description:</b>	Displays the energy values at the output terminals of the power unit.		
<b>Index:</b>	[0] = Energy balance (sum) [1] = Energy drawn [2] = Energy fed back		
<b>Dependency:</b>	Refer to: p0040		
<b>Note:</b>	Re index 0: Sum of the energy drawn and energy that is fed back.		
<b>p0040</b>	<b>Reset energy consumption display / Energy usage reset</b>		
SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: U, T Data type: Unsigned8 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - Min 0	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: - Max 1	Access level: 2 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting 0
<b>Description:</b>	Setting to reset the display in r0039 and r0041. Procedure: Set p0040 = 0 --> 1 The displays are reset and the parameter is automatically set to zero.		
<b>Dependency:</b>	Refer to: r0039		
<b>r0041</b>	<b>Energy consumption saved / Energy cons saved</b>		
VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: - Data type: FloatingPoint32 P-Group: Displays, signals Not for motor type: - Min - [kWh]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: - Max - [kWh]	Access level: 2 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting - [kWh]
<b>Description:</b>	Displays the saved energy referred to 100 operating hours.		
<b>Dependency:</b>	Refer to: p0040		
<b>Note:</b>	This display is used for a fluid-flow machine. The flow characteristic is entered into p3320 ... p3329. For an operating time of below 100 hours, the display is interpolated up to 100 hours.		
<b>p0045</b>	<b>Display values smoothing time constant / Disp_val T_smooth</b>		
A_INF, R_INF	Can be changed: U, T Data type: FloatingPoint32 P-Group: - Not for motor type: - Min 0.00 [ms]	Calculated: - Dyn. Index: - Units group: - Scaling: - Max 10000.00 [ms]	Access level: 2 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting 150.00 [ms]
<b>Description:</b>	Sets the smoothing time constant for the following display values: r5515[1], r5516[1]		

**Note:** For several hydraulic drives with the same system pressure, and only one system pressure measurement, the value can be interconnected from another axis via this connector input.  
To do this, the following BiCO interconnection should be set:  
p0264 (axis without system pressure measurement) = r0089 (axis with system pressure measurement).  
Cl: p0246 = 0:  
The analog measurement of its own axis is effective (p0244, p0245).  
Cl: p0246 > 0:  
The value of the source is accepted, and displayed in r0089 of its own axis.

<b>p0247</b>		<b>Voltage measurement configuration / U_mes config</b>		
VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	<b>Can be changed:</b> C2(2), U, T	<b>Calculated:</b> -	<b>Access level:</b> 3	
	<b>Data type:</b> Unsigned32	<b>Dyn. index:</b> -	<b>Func. diagram:</b> -	
	<b>P-Group:</b> Converter	<b>Units group:</b> -	<b>Unit selection:</b> -	
	<b>Not for motor type:</b> -	<b>Scaling:</b> -	<b>Expert list:</b> 1	
	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Factory setting</b>	
	-	-	0000 0000 bin	
<b>Description:</b>	Sets the configuration for the voltage measurement.			
<b>Bit field:</b>	<b>Bit</b>	<b>Signal name</b>	<b>1 signal</b>	<b>0 signal</b>
	05	Use voltage measured values for flying restart	Yes	No
				<b>FP</b>
				-
<b>Warning:</b>	Re p0247.5 = 1 (only for induction motors): If the Voltage Sensing Module (VSM) is connected to the line voltage, then the line frequency is interpreted as speed. In this case, the flying restart function cannot be used together with VSM and the bit should be set to 0. If only one VSM is connected at the Motor Module, line synchronization must be deactivated (p3800 = 0), in order to be able to use flying restart together with VSM. If two VSMs are connected, the second VSM is used for flying restart.			
				
<b>Note:</b>	The functions are only available if a Voltage Sensing Module (VSM) is assigned to the Motor Module (p0150, p0151).			

<b>p0249</b>		<b>Power unit cooling type / PU cool type</b>		
S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	<b>Can be changed:</b> C2(1, 2)	<b>Calculated:</b> -	<b>Access level:</b> 4	
	<b>Data type:</b> Integer16	<b>Dyn. index:</b> -	<b>Func. diagram:</b> -	
	<b>P-Group:</b> Converter	<b>Units group:</b> -	<b>Unit selection:</b> -	
	<b>Not for motor type:</b> -	<b>Scaling:</b> -	<b>Expert list:</b> 1	
	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Factory setting</b>	
	0	1	0	
<b>Description:</b>	Sets the cooling type for booksize compact power units. This therefore defines whether for these power units, the internal air cooling is shut down and instead, the "Cold-Plate" cooling type is used.			
<b>Value:</b>	0: Air cooling int 1: Cold-Plate			
<b>Note:</b>	For booksize compact power units, there is a 4 at the 5th position in the Order No. The parameter is irrelevant for all other power unit types.			

<b>p0251[0...n]</b>		<b>Operating hours counter power unit fan / PU fan t_oper</b>		
A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	<b>Can be changed:</b> T	<b>Calculated:</b> -	<b>Access level:</b> 3	
	<b>Data type:</b> Unsigned32	<b>Dyn. index:</b> PDS, p0120	<b>Func. diagram:</b> -	
	<b>P-Group:</b> Modulation	<b>Units group:</b> -	<b>Unit selection:</b> -	
	<b>Not for motor type:</b> -	<b>Scaling:</b> -	<b>Expert list:</b> 1	
	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Factory setting</b>	
	0 [h]	4294967295 [h]	0 [h]	
<b>Description:</b>	Displays the power unit fan operating hours. The number of hours operated can only be reset to 0 in this parameter (e.g. after a fan has been replaced).			
<b>Dependency:</b>	Refer to: p0252			
<b>Note:</b>	For liquid-cooled chassis power units, the operating hours of the inner fan are displayed in p0251 and not in p0254.			

## 2 Parameters

## 2.2 List of parameters

<b>p0252</b>	<b>Maximum operating time power unit fan / PU fan t_oper max</b>		
A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: T Data type: Unsigned32 P-Group: Modulation Not for motor type: - Min 0 [h]	Calculated: - Dyn. index: - Units group: - Scaling: - Max 100000 [h]	Access level: 4 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting 40000 [h]
<b>Description:</b>	Sets the maximum operating time of the power unit fan. The pre-alarm (warning) is output 500 hours before this set value. The monitoring is de-activated with p0252 = 0.		
<b>Dependency:</b>	Refer to: p0251		
<b>p0254[0...n]</b>	<b>Operating hours counter power unit fan inside the converter / PU inner fan t_op</b>		
A_INF, R_INF, S_INF, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: T Data type: Unsigned32 P-Group: Modulation Not for motor type: - Min 0 [h]	Calculated: - Dyn. index: PDS, p0120 Units group: - Scaling: - Max 4294967295 [h]	Access level: 3 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting 0 [h]
<b>Description:</b>	Displays the power unit fan operating hours of the internal fan in the power unit. The number of hours operated can only be reset to 0 in this parameter (e.g. after a fan has been replaced).		
<b>Note:</b>	For liquid-cooled chassis power units, the operating hours of the inner fan are displayed in p0251 and not in p0254.		
<b>p0255[0...7]</b>	<b>Power unit contactor monitoring time / PU cont t_monit</b>		
A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC	Can be changed: T Data type: FloatingPoint32 P-Group: Modulation Not for motor type: - Min -1 [ms]	Calculated: - Dyn. index: - Units group: - Scaling: - Max 65535 [ms]	Access level: 3 Func. diagram: - Unit selection: - Expert list: 1 Factory setting [0] 0 [ms] [1] 0 [ms] [2] -1 [ms] [3] -1 [ms] [4...7] 0 [ms]
<b>Description:</b>	Sets the monitoring time for internal monitoring of the contactor feedback contacts. For a value 0.0 or negative values, the particular monitoring is deactivated. Re index 0 ... 3: Is used to monitor the delay time between the control and feedback signals of the particular contactor. Re index 4 ... 7: Is used for simultaneity monitoring for a parallel connection. After a contactor has been opened or closed, this checks whether, after the monitoring time has expired, all contactors of the parallel connection have assumed the same state. Re Index 2, 3: The value -1.0 means that the particular opening time is taken from index 0 or 1.		
<b>Index:</b>	[0] = Pre-charging contactor closing time [1] = Bypass contactor closing time [2] = Pre-charging contactor opening time [3] = Bypass contactor opening time [4] = Simultaneity pre-charging contactor closing time [5] = Simultaneity bypass contactor closing time [6] = Simultaneity pre-charging contactor opening time [7] = Simultaneity bypass contactor opening time		
<b>Dependency:</b>	Refer to: r0256		

---

<b>A30034</b>	<b>Power unit: Internal overtemperature</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Power electronics faulted (5)
<b>Drive object:</b>	A_INF, B_INF, HLA, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
<b>Reaction:</b>	NONE
<b>Acknowledge:</b>	NONE
<b>Cause:</b>	The alarm threshold for internal overtemperature has been reached. If the temperature inside the unit continues to increase, fault F30036 may be triggered. - ambient temperature might be too high. - insufficient cooling, fan failure. Fault value (r0949, Interpret decimal): Only for internal Siemens troubleshooting.
<b>Remedy:</b>	- check the ambient temperature. - check the fan for the inside of the unit.

---

<b>F30035</b>	<b>Power unit: Air intake overtemperature</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Power electronics faulted (5)
<b>Drive object:</b>	A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
<b>Reaction:</b>	OFF1 (OFF2)
<b>Acknowledge:</b>	IMMEDIATELY
<b>Cause:</b>	The air intake in the power unit has exceeded the permissible temperature limit. For air-cooled power units, the temperature limit is at 55 °C. - ambient temperature too high. - insufficient cooling, fan failure. Fault value (r0949, Interpret decimal): Temperature [0.01 °C].
<b>Remedy:</b>	- check whether the fan is running. - check the fan elements. - check whether the ambient temperature is in the permissible range. Notice: This fault can only be acknowledged after this alarm threshold for alarm A05002 has been undershot.

---

<b>F30036</b>	<b>Power unit: Internal overtemperature</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Power electronics faulted (5)
<b>Drive object:</b>	All objects
<b>Reaction:</b>	OFF2
<b>Acknowledge:</b>	IMMEDIATELY
<b>Cause:</b>	The temperature inside the drive converter has exceeded the permissible temperature limit. - insufficient cooling, fan failure. - overload. - ambient temperature too high. Fault value (r0949, Interpret decimal): Only for internal Siemens troubleshooting.
<b>Remedy:</b>	- check whether the fan is running. - check the fan elements. - check whether the ambient temperature is in the permissible range. Notice: This fault can only be acknowledged once the permissible temperature limit minus 5 K has been fallen below.

## 4 Faults and alarms

## 4.2 List of faults and alarms

<b>F30037</b>	<b>Power unit: Rectifier overtemperature</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Power electronics faulted (5)
<b>Drive object:</b>	A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
<b>Reaction:</b>	OFF2
<b>Acknowledge:</b>	IMMEDIATELY
<b>Cause:</b>	The temperature in the rectifier of the power unit has exceeded the permissible temperature limit. - insufficient cooling, fan failure. - overload. - ambient temperature too high. - line supply phase failure.
<b>Remedy:</b>	Fault value (r0949, interpret decimal): Temperature [0.01 °C]. - check whether the fan is running. - check the fan elements. - check whether the ambient temperature is in the permissible range. - check the motor load. - check the line supply phases.
	<b>Notice:</b> This fault can only be acknowledged after this alarm threshold for alarm A05004 has been undershot.
<b>A30038</b>	<b>Power unit: Capacitor fan monitoring</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Infeed faulted (13)
<b>Drive object:</b>	B_INF
<b>Reaction:</b>	NONE
<b>Acknowledge:</b>	NONE
<b>Cause:</b>	The capacitor fan signals a fault.
<b>Remedy:</b>	Replace the capacitor fan in the power unit.
<b>F30039</b>	<b>Power unit: Failure capacitor fan</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Infeed faulted (13)
<b>Drive object:</b>	B_INF
<b>Reaction:</b>	OFF1
<b>Acknowledge:</b>	IMMEDIATELY
<b>Cause:</b>	The capacitor fan has failed.
<b>Remedy:</b>	Replace the capacitor fan in the power unit.
<b>F30040</b>	<b>Power unit: Undervolt 24 V</b>
<b>Message value:</b>	%1
<b>Message class:</b>	Supply voltage fault (undervoltage) (3)
<b>Drive object:</b>	A_INF, B_INF, R_INF, S_INF
<b>Reaction:</b>	OFF2
<b>Acknowledge:</b>	IMMEDIATELY (POWER ON)
<b>Cause:</b>	The undervoltage threshold of the 24 V power supply for the power unit was fallen below for longer than 3 ms. <b>Note:</b> - for booksize power units, the undervoltage threshold is 15 V. - for all other power units, the undervoltage threshold depends on the power unit, and is not displayed.
<b>Remedy:</b>	Fault value (r0949, interpret decimal): 24 V voltage [0.1 V]. - Check the power supply of the power unit. - carry out a POWER ON (power off/on) for the component.

## 4 Faults and alarms

## 4.2 List of faults and alarms

---

<b>A30041 (F)</b>	<b>Power unit: Undervolt 24/48 V alarm</b>
Message value:	Channel: %1, voltage: %2 [0.1 V]
Message class:	Supply voltage fault (undervoltage) (3)
Drive object:	SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC
Reaction:	NONE
Acknowledge:	NONE
Cause:	For the power unit power supply, the lower threshold has been violated. Alarm value (r2124, Interpret hexadecimal): yyxxx hex: yy = channel, xxx = voltage [0.1 V] yy = 0: 24 V power supply yy = 1: 48 V power supply
Remedy:	- Check the power supply of the power unit. - carry out a POWER ON (power off/on) for the component.
Reaction upon F:	NONE (OFF1, OFF2)
Acknowl. upon F:	IMMEDIATELY (POWER ON)

---

<b>A30041 (F)</b>	<b>Power unit: Undervoltage 24 V alarm</b>
Message value:	%1
Message class:	Supply voltage fault (undervoltage) (3)
Drive object:	VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
Reaction:	NONE
Acknowledge:	NONE
Cause:	For the power unit power supply, the lower threshold has been violated. Alarm value (r2124, Interpret decimal): 24 V voltage [0.1 V].
Remedy:	- Check the power supply of the power unit. - carry out a POWER ON (power off/on) for the component.
Reaction upon F:	NONE (OFF1, OFF2, OFF3)
Acknowl. upon F:	IMMEDIATELY (POWER ON)

---

<b>A30042</b>	<b>Power unit: Fan has reached the maximum operating hours</b>
Message value:	%1
Message class:	Power electronics faulted (5)
Drive object:	A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
Reaction:	NONE
Acknowledge:	NONE
Cause:	The maximum operating time of at least one fan will soon be reached, or has already been exceeded. Fault value (r0949, Interpret binary): Bit 0: heat sink fan will reach the maximum operating time in 500 hours. Bit 1: heat sink fan has exceeded the maximum operating time. Bit 8: Internal device fan will reach the maximum operating time in 500 hours. Bit 9: Internal device fan has exceeded the maximum operating time. Note: The maximum operating time of the heat sink fan in the power unit is displayed in p0252. The maximum operating time of the internal device fan in the power unit is internally specified and is fixed.
Remedy:	For the fan involved, carry out the following: - replace the fan. - reset the operating hours counter (p0251, p0254). See also: p0251 (Operating hours counter power unit fan), p0252 (Maximum operating time power unit fan), p0254 (Operating hours counter power unit fan inside the converter)

**Remedy:**

- check the 24 V DC voltage supply to power unit.
- carry out a POWER ON (power off/on) for the component.
- replace the module if necessary.

**Reaction upon F:** NONE (OFF1, OFF2)

**Acknowl. upon F:** IMMEDIATELY (POWER ON)

---

**A30046 (F) Power unit: Undervoltage alarm**

**Message value:** %1

**Message class:** Power electronics faulted (5)

**Drive object:** SERVO, SERVO\_AC, SERVO\_I\_AC, VECTOR, VECTOR\_AC, VECTOR\_I\_AC

**Reaction:** NONE

**Acknowledge:** NONE

**Cause:** Before the last restart, a problem occurred at the power unit power supply.  
The voltage monitor in the internal FPGA of the PSA signals an undervoltage fault on the module.  
Fault value (r0949, interpret decimal):  
Register value of the voltage fault register.

**Remedy:**

- check the 24 V DC voltage supply to power unit.
- carry out a POWER ON (power off/on) for the component.
- replace the module if necessary.

**Reaction upon F:** Servo: NONE (OFF1, OFF2)  
Vector: NONE (OFF1, OFF2, OFF3)

**Acknowl. upon F:** IMMEDIATELY (POWER ON)

---

**F30047 Cooling unit: Cooling medium flow rate too low**

**Message value:** %1

**Message class:** Application / technological function faulted (17)

**Drive object:** A\_INF, B\_INF, R\_INF, S\_INF, SERVO, SERVO\_AC, SERVO\_I\_AC, VECTOR, VECTOR\_AC, VECTOR\_I\_AC

**Reaction:** OFF2

**Acknowledge:** IMMEDIATELY

**Cause:** The flowrate of the cooling unit has fallen below the fault threshold.

**Remedy:**

- Check the feedback signals and parameter assignment (p0260 ... p0267).
- Check the coolant feed.
- Check the thermal conductivity of the coolant.
- Check the coolant concentration.

---

**A30048 Power unit: External fan faulty**

**Message value:** -

**Message class:** External measured value / signal state outside the permissible range (16)

**Drive object:** A\_INF, B\_INF, R\_INF, S\_INF, SERVO, SERVO\_AC, SERVO\_I\_AC, VECTOR, VECTOR\_AC, VECTOR\_I\_AC

**Reaction:** NONE

**Acknowledge:** NONE

**Cause:** The feedback signal from the external fan indicates a fault.

- fan faulty, blocked.
- feedback signal inaccurate.

**Remedy:**

- check the external fan and replace if necessary.
- If you are using an external fan with feedback, check its wiring (X12.2 or X13.2).

**Note:**  
If you are using an external fan without feedback, check that the feedback terminal wiring on the power unit is connected to ground and make this connection if necessary (X12.1/2 or X13.1/2).

## 4 Faults and alarms

## 4.2 List of faults and alarms

<b>A30049</b>	<b>Power unit: Internal fan faulty</b>
Message value:	-
Message class:	Auxiliary unit faulted (20)
Drive object:	A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
Reaction:	NONE
Acknowledge:	NONE
Cause:	The internal fan has failed.
Remedy:	Check the internal fan and replace if necessary.
<b>F30050</b>	<b>Power unit: 24 V supply overvoltage</b>
Message value:	-
Message class:	Supply voltage fault (undervoltage) (3)
Drive object:	A_INF, B_INF, HLA, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
Reaction:	OFF2
Acknowledge:	POWER ON
Cause:	The voltage monitor signals an overvoltage fault on the module.
Remedy:	- check the 24 V power supply. - replace the module if necessary.
<b>F30051</b>	<b>Power unit: Motor holding brake short circuit detected</b>
Message value:	%1
Message class:	External measured value / signal state outside the permissible range (16)
Drive object:	SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
Reaction:	OFF2
Acknowledge:	IMMEDIATELY
Cause:	A short-circuit at the motor holding brake terminals has been detected. Fault value (r0949, Interpret decimal): Only for internal Siemens troubleshooting.
Remedy:	- check the motor holding brake for a short-circuit. - check the connection and cable for the motor holding brake.
<b>F30052</b>	<b>EEPROM data error</b>
Message value:	%1
Message class:	Hardware / software error (1)
Drive object:	A_INF, B_INF, R_INF, S_INF, SERVO, SERVO_AC, SERVO_I_AC, VECTOR, VECTOR_AC, VECTOR_I_AC
Reaction:	OFF2
Acknowledge:	POWER ON
Cause:	EEPROM data error of the power unit module. Fault value (r0949, Interpret decimal): 0, 2, 3, 4: The EEPROM data read in from the power unit module are incorrect. 1: EEPROM data is not compatible to the firmware of the power unit application. Additional values: Only for internal Siemens troubleshooting.
Remedy:	Re fault value = 0, 2, 3, 4: Replace the power unit module or update the EEPROM data. For fault value = 1: The following applies for CU31x and CUA31: Update the firmware \SIEMENS\SINAMICS\CODE\SAC\cu31x.ufw (cua31.ufw)