

# **Utveckling av testanläggning för portmaskinerier**

Tommi Salmiheimo

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Elektroteknik
Identifikationsnummer:	3375
Författare:	Tommi Salmiheimo
Arbetets namn:	Utveckling av testanläggning för portmaskinerier
Handledare (Arcada):	DI Kim Rancken
Uppdragsgivare:	Ovitor Oy
Experthandledare	Ing. Mikael Eggert
<p>Sammandrag:</p> <p>För att säkerställa att produkter fungerar felfritt och uppfyller fastställda kvalitetskrav genomgår de ett sluttest. Arbetet strävar efter att förbättra sluttestet på Ovitor Oy.</p> <p>I arbetet planeras en ny testanläggning med målet att underlätta testarens arbete och förbättra pålitligheten av sluttestet. För att åstadkomma detta utvidgas testet och de olika testskedena automatiseras.</p> <p>I arbetet behandlas testanläggningens olika delar och egenskaper med en stor vikt på programmerbar logik. Frågor som besvaras är hur den nya testanläggningen skall fungera, vilken utrustning som behövs och hur anläggningen skall förverkligas.</p> <p>Genom att automatisera sluttestet minimeras mänskliga fel, och den ökade mängden egenskaper som testas resulterar i förbättrad kvalitetskontroll.</p> <p>Teorin som används är tagen från litterära verk och datablad.</p>	
Nyckelord:	Ovitor Oy, portmaskineri, programmerbar logik, givare, elmotor
Sidantal:	32
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Electrotechnics
Identification number:	3375
Author:	Tommi Salmiheimo
Title:	Utveckling av testanläggning för portmaskinerier
Supervisor (Arcada):	M.Sc. Kim Rancken
Commissioned by:	Ovitor Oy
Expert supervisor	B.Sc. Mikael Eggert
<p>Abstract:</p> <p>Final testing is conducted in order to ensure flawless operation and quality of products. The goal of the thesis is to improve the final testing of Ovitor Oy products.</p> <p>In the thesis a new test system, that aims to simplify the test process and improve the reliability of the test, is developed. To achieve these goals, the current test is expanded and automated.</p> <p>The thesis presents the different parts and properties of the new test system, with emphasis on programmable logic. It also explains how the system is designed to work, what equipment is needed, and how the system should be put together.</p> <p>Through automation of the test, human errors are minimized, and by expanding the test the reliability of the test is improved.</p> <p>The theory used is taken from literature and datasheets.</p>	
Keywords:	Ovitor Oy, portmaskineri, programmerbar logik, givare, elmotor
Number of pages:	32
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Sähkötekniikka
Tunnistenumero:	3375
Tekijä:	Tommi Salmiheimo
Työn nimi:	Utveckling av testanläggning för portmaskinerier
Työn ohjaaja (Arcada):	DI Kim Rancken
Toimeksiantaja:	Ovitor Oy
Asiantuntija ohjaaja	Ins. Mikael Eggert
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Lopputestauksen tavoitteena on varmistaa tuotteiden oikea toiminta ja laatu. Opinnäytteen tavoitteena on parantaa Ovitor Oy:n nykyistä lopputestausta.</p> <p>Opinnäytteessä suunnitellaan uusi testijärjestelmä, jonka tavoitteena on helpottaa testaajan työtä sekä parantaa lopputestauksen luotettavuutta. Tämän saavuttamiseksi lopputestausta laajennetaan ja automatisoidaan.</p> <p>Työssä esitellään testijärjestelmän osat ja ominaisuudet. Työn keskeisenä osana on ohjelmoitava logiikka. Työssä esitellään järjestelmän toiminta, siihen vaadittavat osat sekä kuinka järjestelmä rakennetaan.</p> <p>Lopputestausta automatisoimalla pystytään minimoimaan inhimilliset virheet, ja testausta laajentamalla lisätään lopputestauksen luotettavuutta.</p>	
Avainsanat:	Ovitor Oy, portmaskineri, programmerbar logik, givare, elmotor
Sivumäärä:	32
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

# INNEHÅLL

## SAMMANDRAG

## ABSTRACT

## TIIVISTELMÄ

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## FIGURER

## TABELLER

## FÖRORD

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>TESTNING</b> .....	<b>10</b>
2.1	Talskjut- och vikportar .....	10
2.2	STA 1 portmaskineri .....	12
2.3	Styrenheterna KV1 och KV2 .....	12
2.4	Det nuvarande sluttestet .....	13
2.4.1	<i>Problem med sluttestet</i> .....	13
<b>3</b>	<b>TEORI</b> .....	<b>14</b>
3.1	Frekvensomriktare .....	14
3.1.1	<i>Mellanledsomriktare</i> .....	14
3.1.2	<i>Direktomriktare</i> .....	15
3.2	Elmotorer .....	15
3.2.1	<i>Likströmsmotor</i> .....	15
3.2.2	<i>Asynkronmotor</i> .....	16
3.3	Givare /3/ .....	16
3.4	Programmerbar logik .....	17
3.4.1	<i>Uppbyggnad /2/</i> .....	18
3.4.2	<i>Val av logik /2/</i> .....	21
3.4.3	<i>Funktionsprincip</i> .....	22
3.4.4	<i>Koppling av givare till logiken /2/</i> .....	23
3.4.5	<i>Programmering av logiken</i> .....	23
<b>4</b>	<b>FÖRBÄTTRING AV SLUTTESTET</b> .....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>DEN NYA TESTANLÄGGNINGEN</b> .....	<b>24</b>
5.1	Utrustning .....	24

5.2	Användning.....	26
5.3	Mätning av motorns tomgångsström.....	26
5.4	Testning av axlarnas rotation.....	28
5.5	Övriga tester.....	29
5.6	Behandling av testresultat.....	29
5.7	Utvecklingsmöjligheter.....	29
<b>6</b>	<b>SLUTORD.....</b>	<b>31</b>
	<b>KÄLLOR.....</b>	<b>32</b>
	<b>BILAGA</b>	

## Figurer

Figur 1. Taksjutport (MFZ Ovitör Oy. Lamellinosto-ovi. Version 2-201/9745).....	10
Figur 2. Vikport (MFZ Ovitör Oy. Taitto-ovi. Version 3-201/9812).....	11
Figur 3. STA 1 portmaskineri (MFZ Ovitör Oy. Ovikoneisto STA 1).....	12
Figur 4. Phoenix Contact ILC 170 ETH 2TX (Phoenix Contact Oy. ILC 170 ETH 2TX.Datablad).....	25
Figur 5. Phoenix Contact MCR-S-1/5-UI-SW-DCI (Phoenix Contact Oy. MCR-S-1/5-UI-SW-DCI. Datablad).....	27
Figur 6. Phoenix Contact ELR H5-I-SC- 24DC/500AC-9 (Phoenix Contact Oy. ELR H5-I-SC- 24DC/500AC-9. Datablad).....	27
Figur 7. Eltra EML50A360X12/28V010X8X3PR (Eltra S.p.a. EML50A360X12/28V010X8X3PR. Datablad).....	28

## Tabeller

Tabell 1. Exempel på strömmvandlarens inställningar (Phoenix Contact Oy. MCR-S-1/5-UI-SW-DCI. Datablad).....	26
---	----

## FÖRORD

Jag vill tacka Mikael Eggert, min handledare på Ovitor, för allt det stöd och goda råd jag fått under arbetets gång. Jag vill även tacka DI Kim Rancken som fungerat som min handledare på Arcada.

Helsingfors 9.5.2011

---

Tommi Salmiheimo



## 1 INLEDNING

Ovitor Oy planerar och tillverkar eldrifter och automatik för industriportar, grindar och bommar. Ovitors produktsortiment består av styrenheter, maskinerier och säkerhetsutrustningar. En typisk produktuppsättning består av elmotor, växel och styrenhet. Motorerna köps in av underleverantörer men växlar och styrningar tillverkas av Ovitor själv. Innan en färdig produkt kan överlåtas till kunden genomgår den ett sluttest. För tillfället sker testningen manuellt, och klara, fastställda krav på elektriska värden och mekaniska egenskaper saknas. Detta betyder att godkännandet av produkterna är beroende av den som utför testet, vilket medför att kvaliteten på de godkända produkterna varierar.

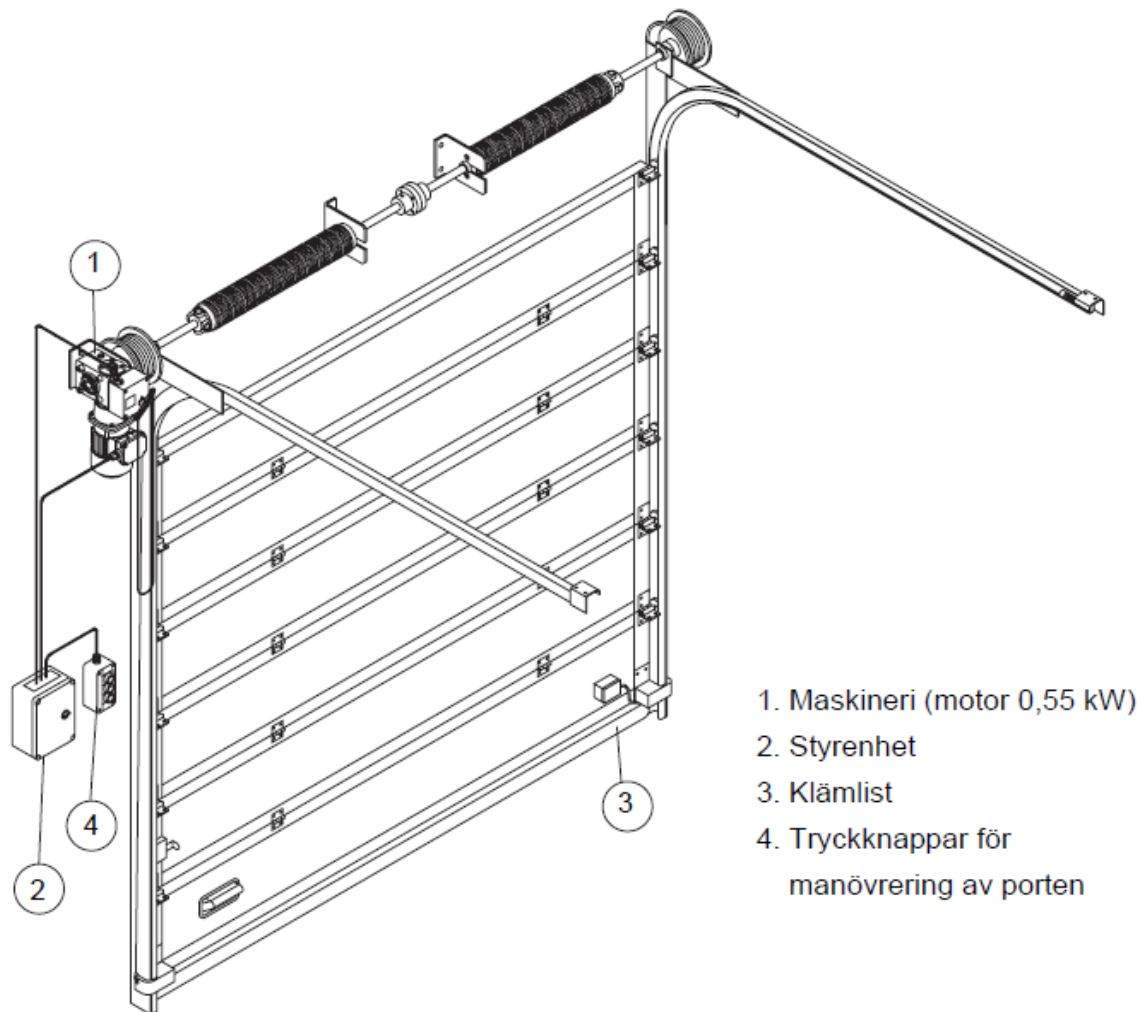
Syftet med detta arbete är att redogöra för hur testningen av elmotorer och växlar på Ovitor kan förenklas, förbättras och göras effektivare, så att de godkända produkterna uppfyller en viss jämn kvalitet. I arbetet undersöks olika möjligheter att förverkliga en ny testanläggning för sluttestet.

## 2 TESTNING

Ändamålet med testningen är att säkerställa att alla produkter som lämnar fabriken uppfyller de kvalitetskrav som fastställts. Sluttestet är mycket viktigt eftersom det inte utförs någon skild ankomstkontroll av inköpta delar. I sluttestet för portmaskinerier måste både elektriska och mekaniska egenskaper testas.

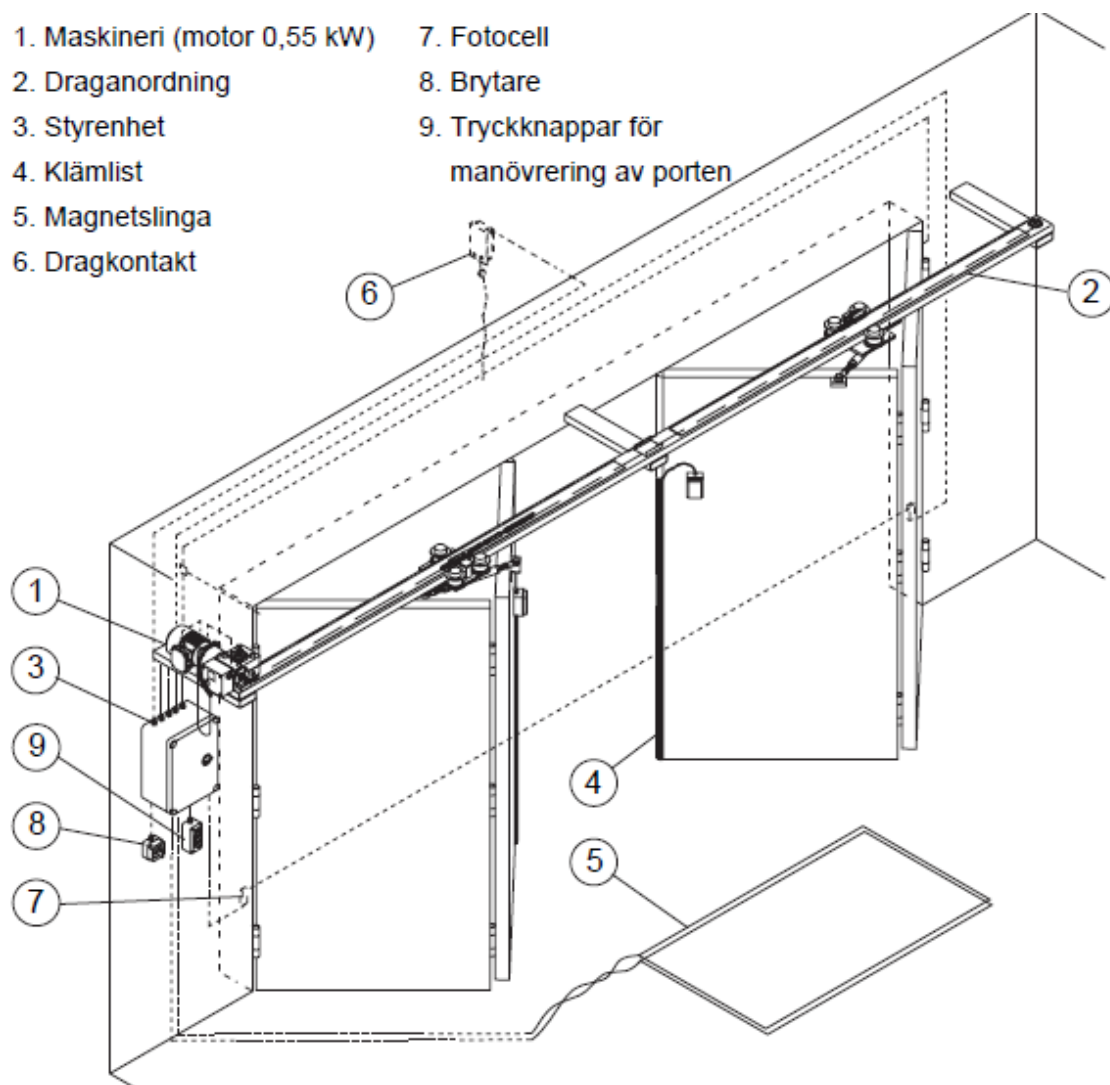
### 2.1 Takskjut- och vikportar

**Takskjutportar** lämpar sig ypperligt för motorhallar, shoppingcenter, jordbrukshallar och liknande byggnader. Porten löper inåt parallellt med taket vilket gör att man kan använda det lediga utrymmet på båda sidor av porten (figur 1). /7/



Figur 1. Takskjutport. /7/

**Vikportar** lämpar sig för stora portöppningar och används t.ex. i tvätt-, industri- och försäljningshallar samt brand- och räddningsstationer. Vikportar är mycket slitstarka och kräver litet underhåll. En annan fördel med vikportar är att de öppnas snabbt, vilket är ett krav på brand- och räddningsstationer. Den principiella uppbyggnaden av en vikport ses i figur 2. Fastän porten är mycket snabb är den ändå mjuk i sina rörelser. Man bör dock fästa uppmärksamhet vid portens hastighet då den installeras på allmänna platser, eftersom hastiga portrörelser kan medföra klämrisker. /6/



Figur 2. Vikport . /6/

## 2.2 STA 1 portmaskineri

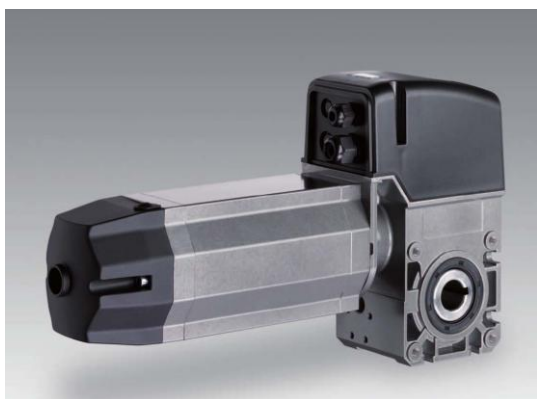
Till en början kommer testanläggningen att vara i provdrift för Ovitors STA-series portmaskinerier. Anläggningen planeras dock så att det i framtiden är möjligt att testa även andra maskinerier.

Ett portmaskineri består av elmotor, växel och styrenhet. Styrenheten kan vara extern eller integrerad i motorn. Externa styrenheter kommer inte att testas med testanläggningen eftersom det för dem redan finns en egen testanläggning.

STA 1-serien består av 3-fas 400/230 VAC och 1-fas 230 VAC –maskinerier. De finns att få med digitalt eller mekaniskt gränsläggessystem, och det är möjligt att använda en integrerad styrenhet. STA-serien består av följande produkter:

- STA 1 >> 3-fas 400/230 VAC
- STAC 1 >> 3-fas 400/230 VAC, med integrerad styrenhet
- STAW 1 >> 1-fas 230 VAC
- STAWC 1 >> 1-fas 230 VAC, med integrerad styrenhet
- STA 1 FU-I >> 1-fas 230 VAC, med integrerad frekvensomriktare

Produkterna finns att få med olika utväxlingar, vridmoment och tilläggsutrustning, som t.ex. radiomottagare för fjärrstyrning. /5/



Figur 3. STA 1 portmaskineri /5/

## 2.3 Styrenheterna KV1 och KV2

KV1 är en enkel, liten och smidig styrenhet för 3-fas eller symmetriskt lindade 1-fas - maskinerier. Den kan levereras som en färdigkopplad produkt, som endast kräver att

montören fäster maskineriet i porten och sätter sladden i stickkontakten. Styrenheten baserar sig på programvara med avskild säkerhetskrets. KV1 är integrerad i motorn, vilket sparar utrymme och gör den smidig. Till KV1 är det möjligt att koppla klämlist, fotocell och Radiostyrning. Maskineriets rotationsriktning styrs med en kontaktor, men det finns planer på att byta ut kontaktorn mot en frekvensomriktare. Styrenheten KV2 används för osymmetriskt lindade 1-fas maskiner. KV2 skiljer sig från KV1 i motorkopplingen och programvaran, men förutom det är styrenheterna identiska. /4/

## **2.4 Det nuvarande sluttestet**

Det nuvarande sluttestet går ut på att kontrollera växel- och gränslägesaxelns rotation, gränslägesbrytarnas funktion samt att maskineriet inte avger onormala ljud.

För tillfället testas följande egenskaper:

- axlarnas rotationsriktning
- gränslägen
- maskineriets ljud

Testet börjar med att produkten som skall testas kopplas till en testcentral. Därefter väljs rätta inställningar för produkten. Först kör testaren elmotorn i ”öppna”-riktningen och kontrollerar att motorn stannar vid rätt gränsläge. Därefter upprepas samma procedur i ”stäng”-riktningen. Under dessa två skeden kontrollerar testaren även att axlarna roterar i rätt riktning samt lyssnar efter icke önskade ljud från maskineriet.

### **2.4.1 Problem med sluttestet**

Ett problem med sluttestet är att det utförs manuellt vilket betyder att en testare kan godkänna en produkt som en annan testare inte skulle godkänna. Detta är speciellt fallet med testandet av ljudet av produkten, som endast sker genom att lyssna. Dessutom är det möjligt att testaren råkar glömma att testa någon egenskap. För tillfället görs inte heller någon slutrapport över testet, vilket försvårar eventuell felsökning.

## 3 TEORI

I detta kapitel behandlas likströms- och asynkronmotorer samt testanläggningens olika delar på teoretisk nivå. Testanläggningen består av frekvensomriktare och programmerbar logik för styrning samt givare för att utföra mätningar. Likströms- och asynkronmotorer är de mest använda typerna av elmotorer i Ovitors portmaskinerier.

### 3.1 Frekvensomriktare

Det flesta maskinerier som Ovitör tillverkar fungerar med 50 Hz matningsfrekvens men även maskinerier med 60 Hz matningsfrekvens förekommer. Elnätets frekvens i Finland är 50 Hz, vilket betyder att det för 50 Hz maskinerier är möjligt att ta matningsspänningen direkt från nätet. Även 60 Hz maskinerier skulle gå att koppla direkt till nätet, men p.g.a. att deras funktion önskas testas med korrekt matning, måste nätspänningen först omriktas till 60 Hz med hjälp av en frekvensomriktare.

En frekvensomriktares uppgift är att omvandla en växelspanning med en viss frekvens till en växelspanning med en annan frekvens. Det finns två huvudtyper av frekvensomriktare, så kallade mellanleds- och direktomriktare. /8/

#### 3.1.1 Mellanledsomriktare

Funktionsprincipen för en mellanledsomriktare är att den ingående växelspanningen först likriktas och sedan igen växelriktas. Mellanledsomriktare består av tre delar, likriktardelen, mellanledet och växelriktaren.

Likriktardelen består av dioder som omvandlar den ingående växelspanningen till en likspänning. I mellanledet finns ett så kallat LC-filter bestående av en spole och en kondensator. Spolen jämnar ut likströmmen och kondensatorn jämnar ut likspänningen från likriktaren. I växelriktaren "hackas" likspänningen sönder och portioneras ut som pulser. Genom att växelvis portionera ut positiva pulser från mellanledets positiva pol och negativa pulser från den negativa polen åstadkoms en växelspanning. /8/

### 3.1.2 Direktomriktare

Den vanligaste typen av direktomriktare kallas för cyklokonverter. I ett trefasutförande är den uppbyggd så att det i varje fas finns två antiparallellkopplade tyristorbryggor. Användning av tyristorbryggor har både för- och nackdelar. Tyristorbryggor klarar av både spännings- och strömpikar, men ju högre den ingående frekvensen är, dess mera avviker den utgående signalens form från sinusform. En cyklokonverters utgående frekvens kan dessutom maximalt vara hälften av den ingående frekvensen. /8/

## 3.2 Elmotorer

En elmotors huvudsakliga uppgift är att omvandla elektrisk energi till mekanisk energi. Elmotorer delas in i två huvudgrupper: likströms- och växelströmsmotorer. Det finns dock många olika varianter som skiljer sig i uppbyggnad, funktionsprincip och egenskaper.

En elmotor består i princip av endast två delar, en stillastående stator och en inuti statorn roterande rotor. I både stator och rotor finns lindningar som matas med ström. Strömmen i lindningarna bildar tillsammans ett magnetfält som får rotorn att rotera. /8/

### 3.2.1 Likströmsmotor

I likströmsmotorns stator finns en så kallad fältlindning och i rotorn en så kallad ankarlindning. Fältlindningen matas med likström och ankarlindningen med växelström. Växelströmmen i rotorn fås från en så kallad kommutator. Mot kommutatorn släpar två kontakter, borstar, till vilka en yttre likströmskälla kopplas. Likströmmen växelriktas av kommutatorn och matas till rotorn. Även likströmsmotorn är alltså egentligen en växelströmsmotor, men för användaren är detta inte av någon egentlig betydelse.

En likströmsmotors rotationshastighet kan ökas genom att öka ankarspänningen eller genom att minska fältlindningens flöde. Det är dock viktigt att notera att i fall magnetiseringsströmmen av någon orsak bryts, kan rotationshastigheten i värsta fall öka så mycket att motorn går sönder.

Likströmsmotorer delas in i fyra typer enligt hur fältledningen magnetiseras:

- Permanentmagnetiserad
- Separatmagnetiserad
- Parallellmagnetiserad eller shuntmagnetiserad
- Seriemagnetiserad

Likströmsmotorns tillverkning kräver många arbetskedor, vilket betyder att den jämfört med asynkronmotorn är dyr. /8/

### **3.2.2 Asynkronmotor**

Asynkronmotorns uppbyggnad är mycket enkel. I statorn finns en trefaslindning, men rotorlindning består av stavar som sitter i spår. Stavarnas ändor är sammankopplade med kortslutningsringar. Vid tillverkning av små motorer gjuts både rotorlindning och kortslutningsringarna på samma gång. Denna typ av asynkronmotor är mycket hållbar och lätt att tillverka.

Asynkronmotorns namn kommer från att rotorlindningens varvtal under belastning är asynkront jämfört med det tillförda växelströmsmagnetfältets frekvens. Denna hastighetskillnad kallas för eftersläp. Eftersläpet är nödvändigt för att inducera ström i kortslutningsringarna och få rotorn att rotera. Asynkronmotorns rotationshastighet kan justeras steglöst genom att ändra matningsfrekvensen.

Asynkronmotorer är billiga och enkla att tillverka. De är dessutom hållbara och tål både fukt och orenheter i omgivningen. Enda nackdelarna med asynkronmotorn är verkningsgraden som typiskt är ca 0,8-0,86 och att den inte klarar av stor överbelastning. /8/

### **3.3 Givare /3/**

En givare omvandlar en uppmätt storhet till en jämförbar elektrisk eller pneumatisk signal. I maskinautomation används oftast en analog signal i storleksklassen 4-20 mA. De vanligaste problemen med givare är olinjär utsignal och känslighet för störningar.



Givare med inbyggd databehandling kallas för smarta eller aktiva givare. Ifall en givare på något sätt förbättrar signalkvaliteten, t.ex. genom förstärkning, impedansändring eller filtrering kan den anses vara aktiv. En smart givare innehåller logik, räknekapacitet eller följer ett givet program.

Fördelar med smarta givare jämfört med passiva givare:

- mätområdet väljs med program
- mätfelen är mindre
- självdiagnostik
- digital dataöverföring i båda riktningarna
- flera olika funktionsmoder

I testanläggningen används givare för mätning av följande:

- rotationsriktning och rotationshastighet
- motorns tomgångsström

### **3.4 Programmerbar logik**

I testanläggningen används programmerbar logik för automatisering av de olika testskedena.

Programmerbar logik (Programmable Logic Controller, PLC) är den vanligaste typen av styrning inom automation. Funktionsprincipen för logik är att ta emot signaler från t.ex. en givare, och att utgående från informationen fungera på ett sätt som är givet i logikens program. Logikens funktion beror på programmet och reaktionshastigheten på logikens egenskaper.

Programmerbar logik används bl.a. för styrning av produktionslinjer, packnings- och sorteringsmaskiner samt för automatisering av såväl enskilda maskiner som t.o.m. hela fabriker.

Traditionellt delas logiker in i kompakta respektive modulära logiker. En kompakt logik är liten, billig och har endast begränsade möjligheter för utvidgning. Den är oftast försedd med 10-30 ingångar/utgångar (I/O) och är avsedd för styrning av enskilda, små

maskiner. Förutom I/O:n kan en kompakt logik innehålla t.ex. räkne- och analoga ingångar samt en RS-232C-port. I dagens läge kan även kompakta logiker vara modulära. Modulära logiker består av en spänningskälla, processorenhet och olika I/O-moduler. I/O-modulernas antal bestäms av ändamålet för vilket logiken används. Tilläggsmoduler ansluts till processorenheten med en parallell I/O-buss vars bredd varierar från 8 till 32 bit. Genom att använda modulära logiker kan planeraren själv bestämma en uppsättning som passar ändamålet. /2/

### 3.4.1 Uppbyggnad /2/

En logik kan bestå av följande delar:

- Spänningskälla
- Processorenhet (CPU, Central Processing Unit)
- In- och utgångsmoduler (I/O, Input/Output modules)
- Specialmoduler
- Minne

**Spänningskällans** uppgift är att försörja processorenheten och I/O-modulerna med effekt och att fungera som en galvanisk åtskiljare. Arbetsspänningen för spänningskällan är 24 VDC eller 230 VAC. Möjlig tilläggsutrustning har egen spänningskälla.

**Processorenheten** består av en processor, minne och möjliga kommunikationsportar. Logiken kan innehålla 1-4 processorer som alla har en egen uppgift. Huvudprocessorn sköter om operativsystemet och så kallade ord-operationer, tillverkarens egen ASIC-krets sköter om så kallade bit-operationer och en kommunikationsprocessor sköter om yttre kommunikation.

**Ingångsmodulernas** (Input modules) uppgift är att:

- förmedla information från givare till processorenheten
- utföra galvanisk åtskiljning
- anpassa spänningar från givare till logikens spänning
- skydda logiken för störningar

I ingångsmoduler utförs galvanisk åtskiljning oftast med en optokopplare.

Optokopplaren används även för spänningsanpassning och som skydd för statiska störningar. Andra alternativ för att utföra galvanisk åtskiljning är ett relä eller en transformator.

Vid val av givare är det viktigt att försäkra sig om att de är kompatibla med logiken.

Man bör kontrollera hurdana spänningar givaren använder, och ifall det till ingångsmodulen är möjligt att koppla givare av både PNP- och NPN-typ. För likspänningsingångar är det möjligt att använda spänningar på 12-60 V. I en 24 V ingångsmodul motsvaras en logisk "0" av 0-7 V och en logisk "1" av 12-33 V. I växelspänningsmoduler används 24-250 V spänningsnivåer. En ingångsmodul kan oftast användas med både lik- och växelspänning.

**Utgångsmodulernas** uppgifter är att:

- utföra galvanisk åtskiljning
- anpassa spänningar för logiken och yttre system

I utgångsmodulerna är den galvaniska åtskiljningen oftast förverkligad med en optokopplare eller ett relä.

Som brytare i en utgångsmodul används oftast ett relä, men även en transistor eller en triac kan användas. En fördel med en reläutgång är att den kan styra både lik- och växelspänningar upp till 250 V. I logiker används miniatyrreläer som klarar av en belastningsström på max. 5 A. En nackdel med reläer är slitage p.g.a. mekanisk rörelse, och därför är det möjligt att använda moduler med transistorutgångar. Nackdelen med transistorutgångar är att de endast klarar av att styra maskiner som fungerar med 24 VDC, och att de inte kan belastas med strömmar större än 0,3-0,5 A. Med en triac-utgång kan endast maskiner som fungerar med 230 VAC styras.

**Analoga ingångsmoduler** utför analog/digital-omvandling (A/D conversion) och behövs för att kunna ta emot analoga signaler. Ett exempel på A/D omvandling är att en signal på 0-10 V omvandlas till ett 16-bitars digitalord. Mängden bitar som används inverkar direkt på noggrannheten som fås från givaren; större mängd bitar ger noggrannare resultat. Önskar man använda en analog signal för styrning krävs en analog

utgångsmodul, d.v.s. en digital/analog-omvandlare (D/A). För A/D- och D/A-omvandling används oftast 8-16 bitars omvandlare.

I omvandlarna är det möjligt att med dip-brytare välja ifall man önskar arbeta med spännings- eller strömmeddelande. Oftast är det möjligt att använda sig av ett eller flera standardmeddelanden: 0-20 mA, 4-20 mA, 0-5 V, 0-10 V, -5-5 V och -10-10 V. Av dessa är de fyra förstnämnda de mest använda.

**Specialmoduler**, eller så kallade ”smarta” moduler innehåller en egen processor och används för specialbehov. Exempel på specialmoduler är buss-, lokaliserings- och regleringsmoduler samt snabba counter-moduler.

Önskar man koppla en digital signal med hög frekvens till logiken, krävs en snabb counter-modul. En sådan modul krävs även för användning av pulsgivare, eftersom en normal counter-modul endast klarar av att detektera 10-1000 pulser i sekunden.

Till en buss-modul kopplas andra logiker, apparater, datorer och tilläggsutrustning. En lokaliseringsmodul kan t.ex. användas för att styra stegmotorer, lik- och växelströmsservon samt hydraulik- och tryckluftsanordningar.

**Minnen** i logiken delas in i RAM-minne (Random Access Memory) och PROM-minne (Programmable Read Only Memory). Ifall spänningen till logiken bryts, töms RAM-minnet. För att förhindra detta är RAM-minnet försett med ett batteri. Batteriet måste bytas ut med ca 5 års mellanrum. Som PROM-minne används följande typer av minnen: EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) och PROM. EEPROM är vanligast p.g.a. att det är lätt att programmera. För att programmera EPROM- och PROM-minnen krävs särskild utrustning.

Logikens minne kan även delas in i typer enligt användning, i vilket fall man talar om I/O-rymd. I/O-rymden delas in i olika minnesområden med olika ändamål. Sådana minnesområden kan t.ex. vara ingång/utgång, hjälpminne, buffrat hjälpminne, timer- och counterminne, special-hjälpminne och dataminne. Ingångs- och utgångsminnesområdet används för I/O-information och hjälpminne används för att spara information som behövs för programmering av logiken. Buffrat hjälpminne skiljer sig från hjälpminne genom att det inte tappar information vid ett strömavbrott. En viss

mängd minne är reserverat för timers och counters och antalet timers och counters som går att använda beror på det givna minnesområdets storlek. Special-hjälpminne innehåller logikens interna minnesplatser som alla har ett specifikt ändamål. Ett exempel på ett sådant ändamål kan t.ex. vara olika klockpulser. Dataminne används för att spara information som är nödvändigt för att programmet ska funktionera.

### **3.4.2 Val av logik /2/**

Saker som måste beaktas vid val av logik är bl.a. antalet in- och utgångar, krav på logikens hastighet, antal enheter som önskas styras och pris. Det första man måste ta reda på är hur många digitala och analoga in- och utgångar som behövs eftersom detta bestämmer storleksklassen för logiken.

Fastän logikerna i dagens läge klarar av en stor mängd instruktioner, måste man alltid kontrollera att logiken är försedd med de instruktioner som den önskade applikationen kräver. Små logiker kan till exempel sakna instruktioner för reglering och stegstyrning. Även möjliga behov för specialmoduler måste utredas eftersom det inte i alla logiker är möjligt att använda sådana moduler.

Vid val av logik bör bl.a. följande frågor besvaras:

- Hur många in- och utgångar behövs?
- Vilken storleksklass logik behövs?
- Skall systemet gå att utvidga?
- Är in- och utgångarna galvaniskt åtskilda?
- Är arbetsspänningen för ingångarna 24 VDC eller 230 VAC?
- Är utgångarnas spänning 230 VAC/2A eller 24VDC/5A?
- Hur mycket programminne behövs?
- Går logiken att programmera med dator?
- Hurdana I/O moduler är det möjligt att använda?

### 3.4.3 Funktionsprincip

En logiks uppgift är att ta emot signaler, och på basen av informationen utföra logiska, i programmet definierade grundfunktioner. Funktionen kan t.ex. se ut på följande sätt: ifall ingångarna A och B är aktiverade, aktiverar programmet utgången C. I fall detta skulle vara hela programmet, skulle logiken utföra samma funktion med ca 1 ms mellanrum. Varje gång logiken utfört funktionen, sparar processorn resultatet i ett register. Nästa gång funktionen utförs, jämför processorn ingångarnas läge med registret, och sparar därefter igen resultatet i registret. Vid aktivering av utgången sätts ingångarna till det de varit i registret.

Behandling av digital information förverkligas med enkla logiska funktioner. Ifall en applikation kräver en stor mängd logiska funktioner eller en stor mängd in- och utgångar, är det viktigt att programmet dokumenteras väl. Då logiken används för reglering behövs analoga signaler. Behandling av analog information är svårare än behandling av digital information och kräver mer komplexa funktioner som uträknings-, dataöverförings-, jämförelse- och datakonverteringsfunktioner.

Det finns två olika typer av logiker: svepande logik och realtidslogik. Realtidslogiken strävar till att fungera i realtid, medan svepande logik går igenom programmet cykliskt.

I svepande logik utförs programmet med givna mellanrum. Under ett svep (Scan) sker följande: Först läser logiken ingångarnas tillstånd och sparar dem i minnet. Därefter utför logiken programmet, läser ingångarnas tillstånd från minnet, och sparar utgångarnas önskade tillstånd i minnet. Efter att programmet är utfört ställer logiken utgångarna till de tillstånd som är givet i minnet. Ett svep tar vanligen några millisekunder.

Realtidslogik läser ingångarnas tillstånd och uppdaterar utgångarna omedelbart. Detta betyder att realtidslogik reagerar på ändringar snabbare än svepande logik. En nackdel med realtidslogik är att in- och utgångarnas tillstånd kan ändras under tiden som programmet körs, vilket betyder att programmeringen kan vara svårare än med svepande logik.

I dagens läge är det möjligt att behandla kritiska in- och utgångar i realtid och resten svepande. Det är även möjligt att välja enligt vilken funktionsprincip logiken fungerar.

/2/

### 3.4.4 Koppling av givare till logiken /2/

Givarnas uppgift är att förmedla information till logiken om processen som ska styras. Givarna ansluts till logikens ingångsmodul, fjärr-I/O-modul eller specialmodul.

De mest använda givarspänningarna är 24 VDC och 230 VAC. 24 VDC används bl.a.

- i Ex-klassade utrymmen
- som arbetsspänning för halvledargivare
- som arbetsspänning för mekaniska brytare vid korta distanser (t.ex. i kontrollrum)

Med 230 VAC

- fungerar kontakter pålitligt
- är strömmarna måttliga, även då det bakom samma säkring sitter flera givarmatningar
- krävs särskilda monteringsrättigheter för starkström

### 3.4.5 Programmering av logiken

Utgångspunkten för programmeringen är ofta ett funktionsschema eller en förklaring över önskad funktion. Från dem görs sedan ett logikschema, reläschema eller ett funktionsdiagram, och på basen av det görs själva programmet.

För programmering av logiken finns en mängd olika programmeringsutrustningar och programmeringssätt. De mest använda programmeringssätten är Function Block Diagram (FBD), Ladder Diagram (LD), Sequential Function Chart (SFC), Instruction List (IL) och Structured Text (ST).

Logikens program är modulärt och är uppbyggt av olika programenheter som är organiserade enligt uppgift. En del enheter utförs i varje svep, en del med vissa mellanrum och en del kan utföras enligt specifika kriterier. Programenheter består av strömkretsar och programmeras på något av de sätt som nämnts ovan. I programmet är det möjligt att använda globala (global) och lokala (local) variabler. Globala variabler kan användas av alla enheter medan lokala endast är tillgängliga i den enhet där de är definierade. /2/

## 4 FÖRBÄTTRING AV SLUTTESTET

För att förbättra sluttestets pålitlighet planeras en ny, automatiserad testanläggning. Genom att automatisera de olika testskedena är det möjligt att minimera mänskliga misstag och underlätta testarens arbete. För att bättre säkerställa produkternas kvalitet kommer sluttestet även att utvidgas så att motorns tomgångsström och axlarnas rotationshastighet testas.

Mätning av motorns tomgångsström är viktigt eftersom flera möjliga fel inverkar på den. Möjliga fel kan vara t.ex. fel i växeln eller i matningen av motorn. Rotationshastigheten mäts för att säkerställa att maskineriets utväxling är korrekt.

För tillfället finns ingen data över hur mycket tomgångsströmmen varierar från produkt till produkt. Ovitör har inte kapacitet att tillverka maskinerier skilt för teständamål, vilket innebär att detta måste utredas under den nuvarande testningen. Då tillräcklig mängd data har samlats in, kan den användas för att fastställa gränsvärden som används i den nya testanläggningen.

## 5 DEN NYA TESTANLÄGGNINGEN

Den nya testanläggningen är en vidareutveckling av den testcentral som för tillfället används för sluttestet. I och med att testanläggningen är automatiserad, är testcentralens kontaktorstyrning ersatt av programmerbar logik.

### 5.1 Utrustning

Som ”hjärna” för testanläggningen används PLC:n ILC 170 ETH 2TX från Phoenix Contact. Denna processorenhet är försedd med 8 st. digitala 24 VDC ingångar och 4 st. digitala 24 VDC utgångar, 2 st. Ethernet portar och en RS-232 port. En del av enhetens funktioner, som t.ex. nätverksfunktioner, kräver licenser. Testanläggningen kommer att använda logikens egenskap att överföra data med FTP, och därför förses enheten med ett SD-kort som innehåller licenserna. SD-kortet fungerar även som logikens arbetsminne. Förutom processorenheten består testanläggningens logik av en



utgångsmodul, en analog ingångsmodul och en 3-fas motorstyrning. Förutom logiken behövs dessutom en strömomvandlare (eng. current transducer) och två stycken givare.

Testanläggningens delar:

- Phoenix Contact ILC 170 ETH 2TX
  - o Processorenhet /11/
- Phoenix Contact IB IL 24 DO 8-PAC
  - o Digital utgångsmodul med 8 st. utgångar /9/
- Phoenix Contact IB IL AI 8/SF-PAC
  - o Analog ingångsmodul med 8 st. ingångar /10/
- Phoenix Contact ELR H5-I-SC- 24DC/500AC-9
  - o 3-fas motorstyrning, max. belastning 9 A /12/
- Phoenix Contact MCR-S-1/5-UI-SW-DCI /13/
  - o strömomvandlare, mätområde 0-11A
- 2 st. Eltra EML50A360X12/28V010X8X3PR /1/
  - o Magnetiska absolutgivare (linjära)



*Figur 4. Phoenix Contact ILC 170 ETH 2TX /11/*

## 5.2 Användning

För styrning av testanläggningen programmeras ett särskilt kontrollprogram. För programmeringen används programmet WEBVISIT, som möjliggör styrning och övervakning av Phoenix Contacts logiker.

Eftersom testanläggningen är automatiserad, är kontrollprogrammet mycket simpelt och består av endast en ”start”-knapp och några inmatningsfält. Programmet körs på en bärbar dator. På skärmen visas vilken produkt användaren valt att testa, inställningarna för ström och spänning, samt indikatorer för mätvärden. Ifall ett mätvärde är onormalt blir indikatorn för ifrågavarande mätvärde röd. På detta sätt informeras testaren om att ett värde avviker från det som förväntats.

Testet börjar med att testaren kopplar produkten till testanläggningen. För att eliminera felkoppling är anläggningen försedd med snabbkontakter som inte går att koppla fel p.g.a. att de endast passar in på rätt ställe och rätt sätt. Efter att ha kopplat produkten till anläggningen, matar testaren in en produktkod i kontrollprogrammet. Med hjälp av denna kod väljer anläggningen automatiskt rätta inställningar för produkten, och testet kan startas. För fall då en specialprodukt skall testas är det även möjligt att manuellt välja inställningar för testet.

## 5.3 Mätning av motorns tomgångsström

Tomgångströmmen mäts med hjälp av en strömomvandlare som kopplas till en analog-ingång i logiken. Strömomvandlaren's uppgift är att minska strömmen till en nivå som logiken klarar av. Det är möjligt att justera strömomvandlaren's mätområde mellan 0 och 11 A. Utsignalen för strömomvandlaren är 0-20 mA eller 4-20 mA. Programmeringen sköts med hjälp av DIP-brytare eller skild programmeringsmjukvara.

*Tabell 1. Exempel på strömomvandlaren's inställningar /13/*

Mätområdet börjar	Mätområdet slutar	Utsignal
0 A	5 A	0-20 mA
0,5 A	7,5 A	4-20 mA
1 A	9 A	4-20 mA



*Figur 5. Phoenix Contact MCR-S-1/5-UI-SW-DCI /13/*

Strömomvandlaren är även försedd med en reläutgång som aktiveras vid ett givet gränsvärde. Ifall strömmen överskrider detta värde, avbryts testet för att förhindra skada på produkten. Nominell ström för STA-seriens maskinerier ligger mellan 1,85 och 4,8 A (se bilaga 1).

Motorstyrningen för 3-fas motorer är försedd med inbyggd mätning av fasernas symmetri. Denna egenskap används för att granska att alla tre faser belastas rätt.



*Figur 6. Phoenix Contact ELR H5-I-SC-24DC/500AC-9 /12/*

## 5.4 Testning av axlarnas rotation

För testning av axlarnas rotation används absolutgivare. Givarens axel är smalare än maskineriets axlar, vilket betyder att givaren måste försees med en adapter. Adaptern består av en holk och skruvfästen och tillverkas av Ovitor själv. För att nå pålitliga mätresultat är det viktigt att det mellan givare och axel inte förekommer glapp, samt att adaptern inte slirar.

Rotationsriktningen fås direkt med hjälp av absolutgivarna. Givarna ger ut 0-10 V på 360 graders rotation och sjunkande spänning indikerar rotation medsols (sett från axelns yttre ända). Rotationshastigheten måste däremot räknas ut med hjälp av timers och counters i logiken. Timers används för att kolla hur snabbt givarna roterar 360 grader och counters används för att kolla hur många gånger detta sker inom en viss tid. Utgående från det räknar logiken sedan ut hastigheten.

Växelaxelns rotationshastighet för STA 1-serien är 15, 19, 24 eller 30 varv per minut, och rotationshastigheten för gränslägesaxeln 16 eller 22 varv per minut. För STA 1 FU-I är det möjligt att justera växelaxelns rotationshastighet mellan 0 och 60 varv per minut.

/5/



*Figur 7. Eltra EML50A360X12/28V010X8X3PR /1/*

## 5.5 Övriga tester

I testning tillämpar Ovitor bl.a. standarderna SFS-EN 60439-1 och SFS-EN 60204-1. Enligt dessa måste maskineriets och styrenhetens isolationsresistans och skyddsjordningens kontinuitet testas. Dessa elsäkerhetstester utförs dock manuellt efter att den automatiserade testet är slut, och behandlas därför inte i detta arbete. /14/ /15/

## 5.6 Behandling av testresultat

Efter slutförd test skall testresultaten sparas. För detta ändamål används logikens egenskap att flytta testresultat över FTP. Logiken flyttar testresultaten automatiskt till en nätskiva i Ovitors interna nätverk. Som en extra säkerhetsåtgärd säkerhetskopieras nätskivan. Ifall produkten i framtiden får något fel, är det alltså möjligt att kontrollera hur testresultatet för produkten sett ut, och på det viset underlätta felsökning.

## 5.7 Utvecklingsmöjligheter

Här behandlas testanläggningens egenskaper och funktioner som undersökts i planeringskedet, men av olika orsaker inte ännu utnyttjas.

### **Belastningstest**

För tillfället testas alla egenskaper med maskineriet på tomgång. För att få en bättre bild över hur maskineriet fungerar under verkliga förhållanden, kunde maskineriet belastas med t.ex. en induktionsbroms.

### **Vibrationsmätning**

Testanläggningen kommer att befinna sig i samma utrymme med andra maskiner som för mycket ljud, vilket betyder att det inte är möjligt att utföra ljudmätningar på maskineriet. Ett alternativ för att säkerställa motorns respektive växelns funktion, skulle vara att mäta vibrationer i maskineriet. Detta skulle gå att förverkliga med t.ex. en inkrementell givare och en specialmodul till logiken.

### **Databas för testresultat**

Ett alternativ till att flytta testresultaten över FTP skulle vara att använda logikens egenskap att flytta data till en SQL-databas. PLC:n är dock endast kompatibel med Microsofts SQL-server som kräver licens. Att spara testresultaten i en databas skulle underlätta arkivering och underhåll av resultaten.

## 6 SLUTORD

Syftet med detta arbete var att redovisa hur testningen av portmaskinerier på Ovitor skulle kunna förbättras. Arbetet gick ut på att undersöka möjliga brister i den nuvarande testningen och att på basen av det planera en ny testanläggning.

Fördelar med den nya testanläggningen är minimering av mänskliga fel genom automatisering och förbättrad kvalitetskontroll genom ökad mängd egenskaper som testas.

Resultatet blev en redovisning över hur den nya testanläggningen ska fungera, vilken utrustning som behövs och hur anläggningen skall förverkligas. På basen av detta byggs en prototyp som till en början tas i användning för sluttestet av Ovitors STA-series portmaskinerier.

Arbetet som helhet var mycket intressant och gav nya insikter om automation och planeringsarbete. Av nytta var även diskussioner som fördes med flera olika företag och möjligheten att bekanta sig med deras produkter. Detta gav en bild över hur samarbete och diskussioner mellan olika företag går till.

## KÄLLOR

- /1/ Eltra S.p.a. EML50A360X12/28V010X8X3PR. Datablad.
- /2/ Fonselius, Jaakko – Pekkola, Kari – Selosmaa, Seppo – Ström, Markku - Välimaa, Taisto 1996. Automaatiolaitteet I: Oy Edita Ab 1996. ISBN 951-37-1834-4
- /3/ Fonselius, Jaakko – Laitinen, Esko – Pekkola, Kari – Sampo, Arto – Välimaa, Taisto 1994. Koneautomaatio Anturit 3 uppl.I: Painatuskeskus Oy 1994. ISBN 951-37-1480-2
- /4/ MFZ Ovitor Oy. Ohjauskeskuset KV1 3-vaihe koneistolle ja KV2 1-vaihe koneistolle.
- /5/ MFZ Ovitor Oy. Ovikoneisto STA 1
- /6/ MFZ Ovitor Oy. Taitto-ovi. Version 3-201/9812
- /7/ MFZ Ovitor Oy. Lamellinosto-ovi. Version 2-201/9745
- /8/ Niiranen, Jouko 1999. Sähkömoottorikäytön digitaalinen ohjaus I: Yliopistokustannus/Otatieto 1999. ISBN 951-672-270-9
- /9/ Phoenix Contact Oy. IB IL 24 DO 8-PAC. Datablad.
- /10/ Phoenix Contact Oy. IB IL AI 8/SF-PAC. Datablad.
- /11/ Phoenix Contact Oy. ILC 170 ETH 2TX. Datablad.
- /12/ Phoenix Contact Oy. ELR H5-I-SC- 24DC/500AC-9. Datablad
- /13/ Phoenix Contact Oy. MCR-S-1/5-UI-SW-DCI. Datablad
- /14/ Suomen standardisoimisliitto SFS. Jakokeskukset. Osa 1: Tyypitestattujen ja osittain tyypitestattujen keskusten vaatimukset. Standard SFS-EN 60439-1 + A1. Utgiven 3.7.2005.
- /15/ Suomen standardisoimisliitto SFS. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa1: Yleiset vaatimukset. Standard SFS-EN 60204-1. Utgiven 11.9.2006.



**BILAGA 1****STA 1 specifikationer**

<i>Modell</i>	<i>Driftspänning [V]</i>	<i>Nominell ström [A]</i>	<i>Rotationshastighet [min-1]</i>	<i>Vridmoment [Nm]</i>
<i>STA / STAC 1-13-15</i>	<i>3~400</i>	<i>2,4</i>	<i>15</i>	<i>130</i>
<i>STA / STAC 1-11-19</i>	<i>3~400</i>	<i>1,85</i>	<i>19</i>	<i>110</i>
<i>STA / STAC 1-12-19</i>	<i>3~400</i>	<i>2,4</i>	<i>19</i>	<i>120</i>
<i>STA / STAC 1-10-24</i>	<i>3~400</i>	<i>2,1</i>	<i>24</i>	<i>100</i>
<i>STA / STAC 1-11-24</i>	<i>3~400</i>	<i>3,0</i>	<i>24</i>	<i>110</i>
<i>STA / STAC 1-10-30</i>	<i>3~400</i>	<i>3,0</i>	<i>30</i>	<i>100</i>
<i>STA 1-11-24 FU-10-48</i>	<i>1~230</i>	<i>-</i>	<i>0-48</i>	<i>110</i>
<i>STA 1-10-30 FU-10-60</i>	<i>1~230</i>	<i>-</i>	<i>0-60</i>	<i>100</i>
<i>STAW / STAWC 1-7-19</i>	<i>1~230</i>	<i>4,8</i>	<i>19</i>	<i>100</i>
<i>STAW / STAWC 1-9-24</i>	<i>1~230</i>	<i>-</i>	<i>24</i>	<i>90</i>