

# **Automatisering av en brödsåg**

Eero Vainikka

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Elektroteknik
Identifikationsnummer:	3066
Författare:	Eero Vainikka
Arbetets namn:	Automatisering av en brödsåg
Handledare (Arcada):	FM René Herrman
Granskare:	DI Kim Rancken
Uppdragsgivare:	Konejunik Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med detta examensarbete är att planera ett nytt automationssystem till en brödsåg. Uppdragsgivaren vill att gamla relästyrda logiken skall bytas ut till en programmerbar logikkrets PLC. Systemet skall byggas om för att dess pålitlighet i nuläget är för lågt och felsökning och reparation är svårt för att elschemor inte stämmer. Brödsågen används till skivandet av färska bageriprodukter i produktion med löpande band. Produkterna transporteras in, sågas och transporteras ut till en förpackningsmaskin. En stor del av maskinens hårdvara används på nytt, då den fungerar väl. Maskinens elcentral byggs om fullständigt runt en PLC. Elcentralen planeras med programmet JCAD Electra, och resultatet är en plan över maskinens elcentral som gör den pålitligare än det gamla systemet tack vare PLC-styrning, kan utvidgas lätt med addering av tilläggsblock till PLC:n och är lättare att reparera för att den är byggd enligt giltiga elschemor.</p>	
Nyckelord:	PLC, JCAD, Konejunik Oy, Automation, Logik
Sidantal:	37
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Electrical Engineering
Identification number:	3066
Author:	Eero Vainikka
Title:	Automatisering av en brödsåg
Supervisor (Arcada):	M.A. René Herrman
Examinor:	M.Sc. Kim Rancken
Commissioned by:	Konejunik Oy
<p>Abstract:</p> <p>The aim of this thesis is to plan a new automation system to a bread slicing machine. The commissioner wishes that the old relay-controlled logic system will be replaced by a programmable logic controller (PLC). The system needs rebuilding because it's reliability at present is too low and repairing of the machine is difficult due to electrical diagrams that no longer correspond to the construction of the machine. The bread slicer is used for slicing of bakery products as part of production with conveyors. Products are transported in, sliced and transported to a packaging machine. A great part of the machine's hardware will be reused, as it works well. The machine's distribution board will be completely rebuilt with a PLC. The distribution board will be planned with the program JCAD Electra, resulting in a plan of the electrical distribution board is more reliable than the old system thanks to the PLC, can easily be expanded by adding expansion units to the PLC and is easier to repair because it is built according to plans.</p>	
Keywords:	
Number of pages:	37
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

## FÖRORD

Detta arbete har varit mycket lärorikt och krävande, speciellt med tanke på ritandet av CAD-bilder som lärde mig en hel del nytt.

Jag vill tacka min familj för det stöd jag fått under mina studier, min arbetsgivare Konejunik Oy och speciellt vd. Juha Nikander för möjligheten att göra detta examensarbete. Ett stort tack också till min handledare René Herrman och granskare Kim Rancken för goda råd och hjälp med detta arbete.

Helsingfors den 16 juni 2011

Eero Vainikka

# INNEHÅLL

**Sammandrag**

**Abstract**

**Förord**

**Förkortningar och beteckningar**

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Processbeskrivning + logik .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Maskinen .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Nuvarande automatiseringssystem och dess egenskaper .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Planering av förnyat system .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Slutsatser .....</b>	<b>27</b>
	<b>Källor .....</b>	<b>29</b>
	<b>Bilagor .....</b>	<b>30</b>

## FÖRKORTNINGAR OCH BETECKNINGAR

PLC	Programmable logic controller, programmerbar logikkrets
VDC	Voltage direct current, likspänning
NO	Normally open, stängande kontakt
NC	Normally closed, öppnande kontakt

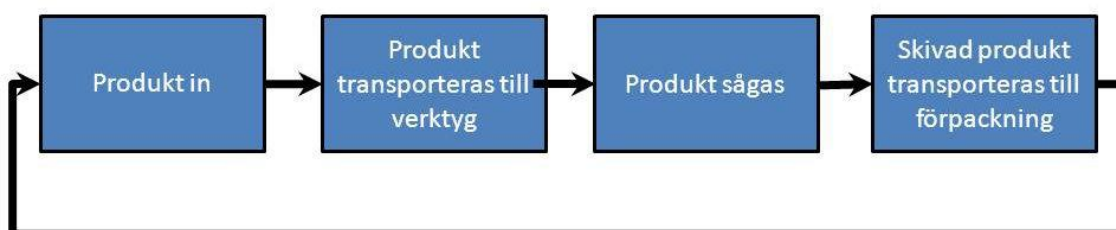
# 1 INLEDNING

Syftet med detta examensarbete är att planera automatiseringen för en bandsåg som används till att skiva olika bageriprodukter i en brödfabrik i huvudstadsregionen. Sågens styrlogik är byggd med reläer som enligt uppdragsgivarens krav skall bytas till en programmerbar logikkrets (PLC). Andra möjligheter för automatisering av maskinen är ett datorstyrt system eller ett inbäddat system med mikrocontrollerstyrning. Ifrågavarande maskin är en Master Slicer-brödsnivare som är ca 20 år gammal, tillverkad av Ipeka Automation Oy [1]. Maskinens automation kräver modernisering för att driftssäkerheten med dagens automationssystem är oacceptabelt låg. Uppbyggnaden och funktionsprincipen hos liknande maskiner är i stort sett likadan på de nyaste maskinerna, största ändringarna har skett i elsystemet där väsentligaste skillnaden hos modernare maskiner är användning av programmerbara logiker (PLC). Ipeka tillverkar fortfarande sågar av modell Master Slicer, som numera utrustas med PLC enligt kundens krav, huvudsakligen med logik tillverkad av Omron [2].

Uppdragsgivare för arbetet är Konejunik Oy som är ett privat företag som grundats år 1992. Konejunik Oy tillverkar huvudsakligen maskiner och transportband för livsmedelsindustrin, men utför också flyttning och modifiering av maskiner. Konejunik Oy erbjuder också reparations- och underhållningsservice för industrin. Bolagets hemort är Högfors och verkstaden finns i Masaby, Kyrkslätt. Viktigaste kunderna för Konejunik Oy är bagerier i hela Finland, bland andra Vaasan-koncernen som är en stor internationell industrikoncern, med fokus på marknaderna i Norden och Baltikum. I Vaasan-koncernen arbetar 2950 personer och omsättningen år 2010 var 392 miljoner euro. I Finland har Vaasan 12 bagerier varav bageriet i Vanda är störst, det tredje största bageriet i Finland. Vaasans populäraste och mest kända produkt är rågbrödet ”Ruispalat” som är Finlands populäraste brödprodukt. Vaasan tillverkar flera slags brödprodukter som förpackas färdigt skivade, varför brödsågen är en viktig komponent i tillverkningsprocessen.

## 2 PROCESSBESKRIVNING + LOGIK

En brödsåg är en apparat som är avsedd för skärning av färska bageriprodukter i bestämda stycken. Sågen arbetar fullständigt automatiskt som en del av en automatiserad bakningslinje, där gräddad produkt transporteras till sågen längs ett transportband, och den skivade produkten förs från sågens uttransport till en förpackningsmaskin. Processen visas i form av ett blockschema i figur 1.



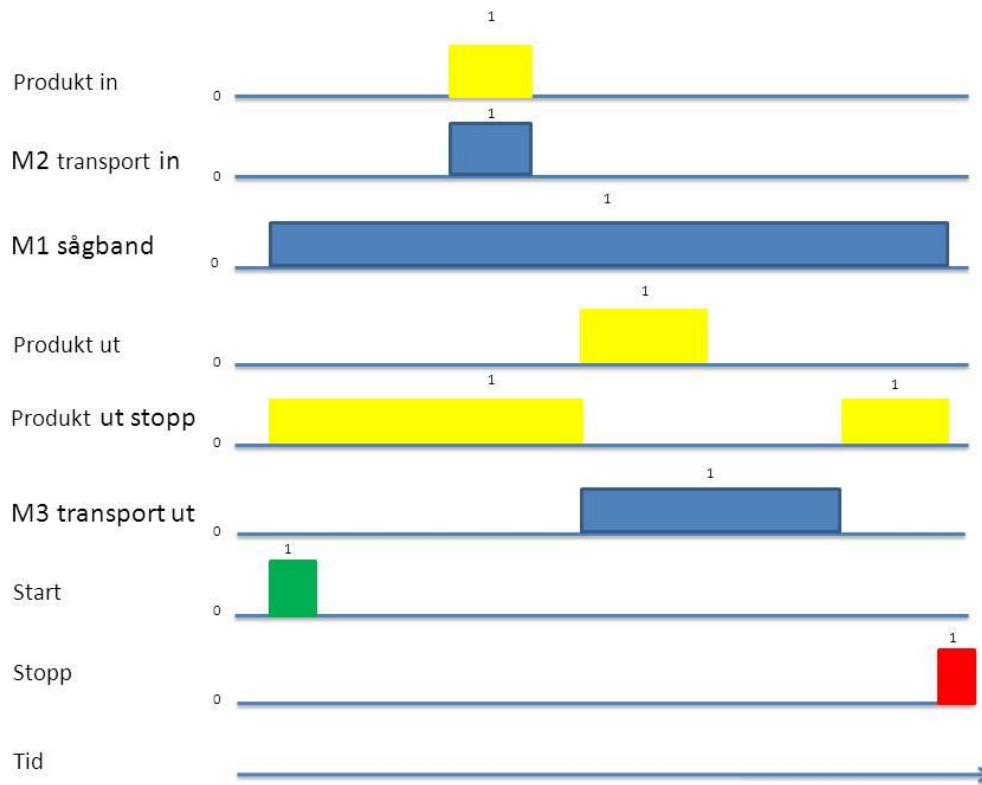
Figur 1. Maskinens funktion beskrivet med ett blockschema.

Fullt automatiserade brödsågar används i modern livsmedelsindustri av ekonomiska skäl, en såg utför arbetet mycket snabbare och effektivare än vad människan gör, med relativt små driftkostnader. En såg kan skiva till och med 70 produkter per minut, en människa kanske kan komma upp till högst 5 produkter per minut. En annan stor fördel är att sågen utför arbetet alltid lika, så i teorin sågas alla produkter exakt lika. Detta händer dock ej i praktiken, för att bageriprodukternas kvalitet ändras konstant, två exakt likadana produkter finns inte. I stora drag skivas produkterna ändå lika, i lika tjocka skivor av samma mängd, vilket också i praktiken är svårt att åstadkomma om arbetet utförs av människor. Automatiserade brödsågar används i medelstora och stora bagerier med produktion med löpande band, så i mindre bagerier och konditorier där produktionen sker huvudsakligen för hand finns sådana maskiner inte.

Automationen förverkligas med återkoppling mellan maskinens givare och styrdon, det vill säga att en signal från en givare påverkar styrdonets funktion. Styrdonen i maskinen är fyra motorer och givarna är tre optiska givare, två induktiva givare, fyra dörrgivare, två nödstoppknappar och fyra tryckknappar. Maskinens automation kan indelas i tre huvudblock, vilka styrs av logiken och fungerar oberoende av varandra då maskinen är



igång. Flödesschemat i bilaga 1 klargör för dessa block och logiken mellan maskinens givare och styrdon. För att maskinen skall kunna automatiseras måste man också känna till givarnas och styrdonens tidsmässiga funktion, detta illustreras av figur 2.



*Figur 2. Funktionen hos maskinens givare och styrdon som funktion av tiden, siffrorna står för när respektive givare eller styrdon är på (1) eller av(0). Med i bilden finns också maskinens start- och stoppknapp.*

Automatiseringen av brödsågen måste förverkligas med tanke på beställarens krav, som presenteras i tabell 1.

*Tabell 1: Driftskrav.*

<p>Beställaren kräver att maskinen skall automatiseras med det antal givare och styrdon som maskinen för tillfället har. Detta beror på att funktionen på maskinen inte kommer att ändras och kostnaderna vill hållas nere. Automationen kommer att skötas med 10 stycken givare och fyra motorer.</p>
<p>Säkerhet, krav är att då verktyget är igång är det omöjligt att införa kroppsdelar innanför maskinen och i verktyget.</p>
<p>Hastighet, maskinen bör klara av kapaciteten på 30 produkter per minut.</p>
<p>Driftsäkerhet, maskinen bör vara pålitlig och säker vid drift då eventuella fel omedelbart medför störningar i produktionen. Nuläget är att felsituationer som avbryter produktionen sker ca 1-2 gånger i månaden, om man räknar med att maskinen står en timme varje gång står maskinen åtminstone 12 timmar per år på grund av fel. Detta är alldeles för mycket med tanke på de produktmängder som sågas, 3000-4000 produkter dagligen.</p>
<p>Driftgenskaper, maskinen bör vara lätt och logisk att använda. Användarna är bagare, inte ingenjörer.</p>
<p>Servicetid, detta är viktigt vid eventuella felsituationer då maskinen bör fås igång så fort som möjligt. Felsökning skall vara enkel så att även en montör som inte känner till maskinen kan reparera den. Vid felsituationer får maskinen stå högst en timme, för att längre tider kan försämra kvaliteten på produkter som skall sågas (färska bageriprodukter torkar utan förpackning) och stör övriga produktionen i fabriken.</p>

### 3 MASKINEN

Master Slicer är en bandsåg avsedd för skivandet av avlånga bageriprodukter. Maskinens sågband roterar hela tiden och produkten matas in av transportband och ut av transportband eller pinnar. I figur 3 visas hur maskinen ser ut.



*Figur 3. Helhetsbild av maskinen.*

Sågbanden roterar konstant då maskinen är igång eftersom det inte är nödvändigt att stanna dem under produktion. I maskinen finns två roterande trummor monterade vågrätt ovanför varandra, och sågbanden snurrar i formen av siffran 8 runt trummorna. Figur 4 visar sågbanden med sin spänningsanordning.



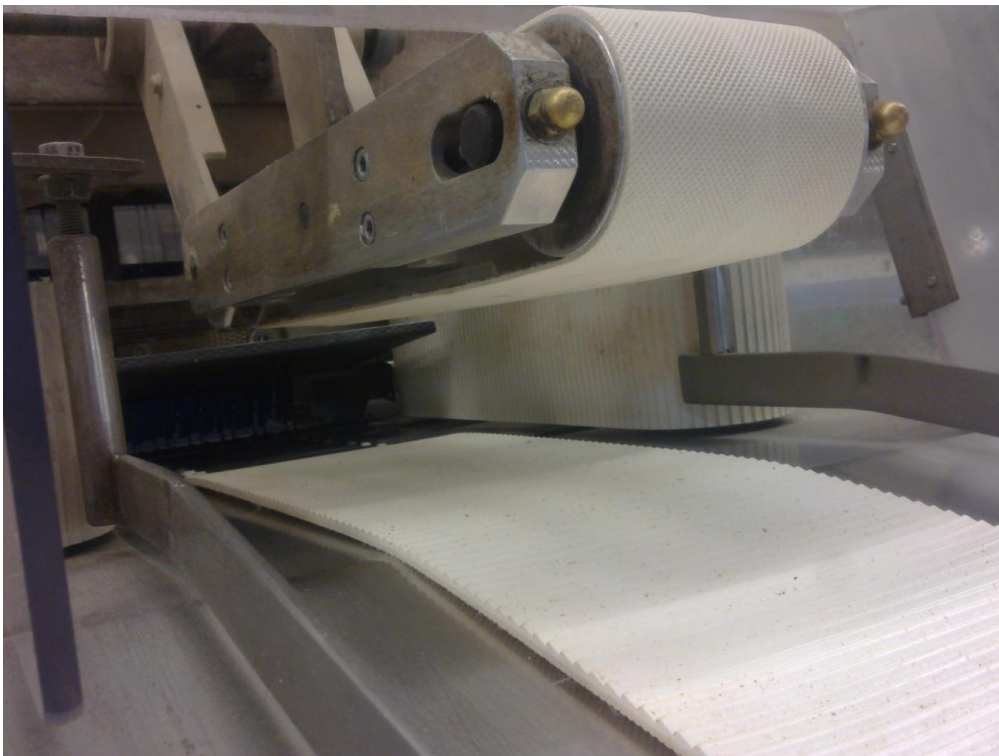
*Figur 4. Sågbanden (1) samt deras mekaniska spänningsanordning (2). Produkten in-förs till sågbanden längs intransportbandet som är kaplat med polykarbonat (3) och den färdigt skivade produkten förs bort med uttransportbandet (4).*

Trummorna är relativt tunga, vilket åstadkommer ett tröghetsmoment som gör skivandet av produkten jämnare, sågbanden saktas inte ner när maskinen går från tomgång till sågning. Trummornas vikt ställer vissa krav på styrdonen och motorn, motorn bör naturligtvis vara tillräckligt effektiv för att driva sågbanden. Banden roterar med konstant hastighet, alltså de kräver ingen hastighetsreglering under produktionen. Vid eventuella nödsituationer (t.ex. maskinens skyddsörr öppnas då maskinen är igång) måste sågbanden bromsas ner snabbt för att undvika skador. Trummorna har stort tröghetsmoment och de tillsammans med sågbanden fortsätter rotera om motorströmmen bryts, vilket leder till en teoretisk risk att kroppsdelar kan införas i sågbanden efter att maskinen stannats och skyddsörrar öppnats medan sågbanden fortfarande roterar. På modernare maskiner drivs även sågbanden med en frekvensomriktare som löser detta problem. I en modern frekvensomriktare kan man nämligen ställa in ramptider för start och stopp, dvs. sågbanden kan bromsas ner snabbt vid behov. På maskinen ifråga finns det ingen frekvensomriktare, motorn startas med direktstart. Bromsning sköts med en Lektromik B-bromsmodul som bromsar ner motorn med likström. Då nödstopp trycks in, öppnas motorns kontakter och matningsspänningen bryts. Samtidigt kopplas två faser till bromsmodulen där de likriktas och matas in till motorn som likström, vilket leder till nedbromsning av motorns rotor. Sågbanden roterar mellan valsar tillverkade av hårdkromat stål, vilkas uppgift är att hålla sågbanden på plats och mellanrummet mellan dem konstant. Det finns två stycken valsar, en ovanför och en under produkten, och den övre valsens höjd kan regleras från styrpanelen enligt behov med en linjärmotor.

Produkten införs i sågbanden sidlänges med ett transportband som roterar vid behov, d.v.s. inte konstant (se figur 4). Detta åstadkommer man med signalåterföring; transportbandet regleras med en optisk sensor i början av transportbandet som ger en signal då en produkt passerar den, och bandet rör på sig. Transportbandet rör sig endast då optiska sensorn ger en impuls, alltså då produkten passerat sensorn stannar bandet. Meningen med detta är att produkterna matas in till sågbanden utan mellanrum, för att transportbandet tar slut före sågbanden och varje produkt drivs in till sågbanden av följande produkt. Varje ny produkt skjuter alltså in föregående produkt i sågen. Före sågbanden krävs korta transportband på sidorna och ovanpå produkten för att den skall träffa sågbanden i exakt samma ställning varje gång och den skivade produkten blir all-



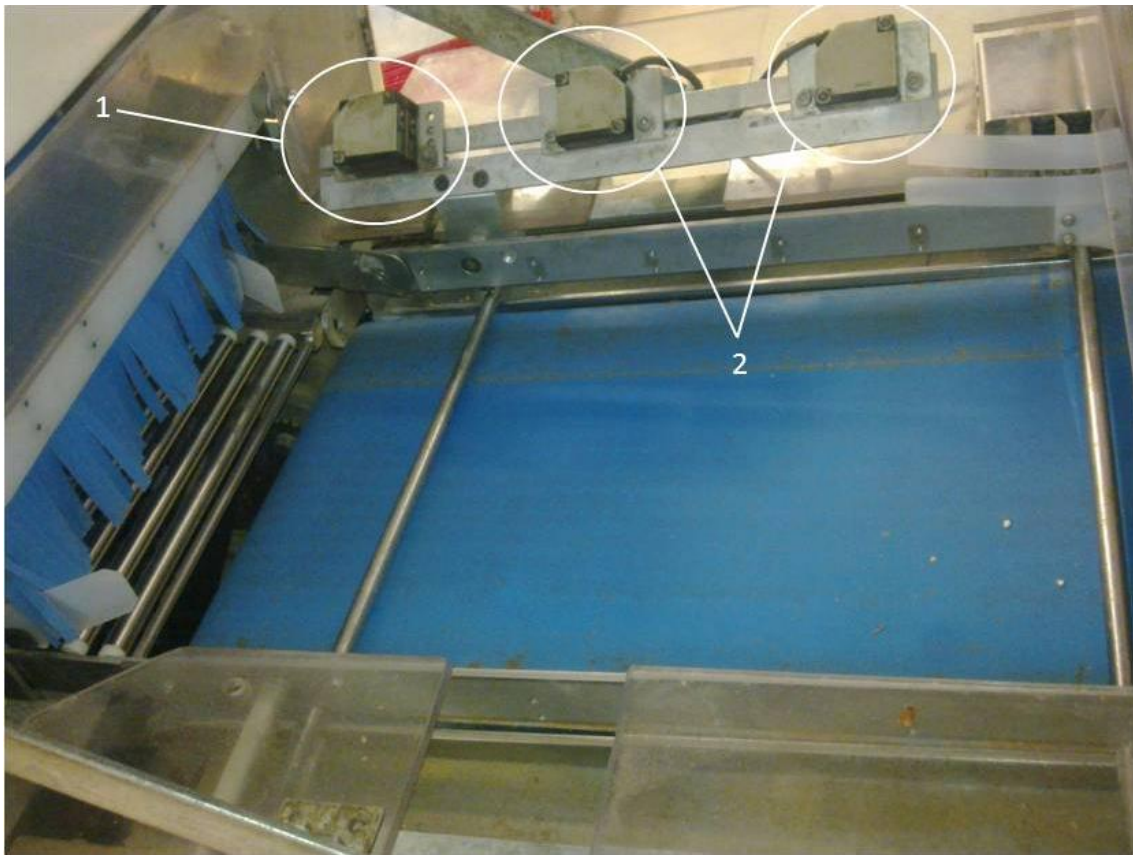
tid likformig. Dessa bands position kan ställas in manuellt enligt produktens storlek, och de drivs av samma motor som själva transportbandet som för in produkten i sågen. Transportbanden vid intransport skall rotera med önskad hastighet, vilket man åstadkommer med frekvensomriktare. I figur 5 visas hur transportbandkonstruktionen ser ut.



*Figur 5. Transportband för införing av produkter, notera banden även på sidorna och ovan.*

Den skivade produkten kommer ut från sågbanden till en speciell transportör, som består av stålpinor monterade mellan två kedjor, se figur 6. Kedjorna är monterade i samma riktning som ett konventionellt transportband, och pinnarna mellan kedjorna skjuter den skivade produkten framför sig. Mellan kedjorna finns ett transportband som roterar långsammare än kedjorna och pinnarna genom att det helt enkelt slirar på axlarna en aning, och uttransportens bredd kan justeras med lodrätt monterade sidoplåtar. Även här används signalåterföring; pinnarna stoppas alltid i samma läge med två parallellkopplade induktiva sensorer som känner igen metallpinnen och ger en impuls som stannar transportören. Vid utmatningen efter sågbanden finns två optiska sensorer mon-

terade ovanpå varandra som känner av att produkten kommer ut och ger en impuls som sätter igång transportören, tills pinnen når den induktiva sensorn och stannar. Även de optiska sensorerna är parallellkopplade, så transporten startar om bara en av sensorerna känner av produkten. Dubbla sensorer används för att produkternas storlek och form kan variera, så dubbla sensorer känner av produkten säkrare än endast en. Med detta strävar man till att en pinne alltid stannar i sådant läge att en skivad produkt förs ut framför pinnen, inte på den eller bakom den. Om två produkter av någon orsak hamnar framför en pinne, skjuts de samtidigt mot packmaskinen, men före denna hindras de av två sidoplåtar, som inte tillåter två produkter att passera bredvid varandra. På detta sätt förhindrar man att packmaskinen skulle packa två produkter i en och samma påse. Även denna uttransport drivs med en frekvensomvandlare, alltsomallt finns det alltså två stycken frekvensomriktare i sågmaskinen. Uttransportens frekvensomriktare är kopplad till en utomstående potentiometer som finns på kontrollpanelen för att transportens hastighet kan anpassas till packmaskinen av användaren. Den egendomliga konstruktionen med pinnar vid uttransport beror på att transportereringen av en skivad bageriprodukt är krävande: produkten skall hållas ihop i ett stycke trots att den är skivad för att packmaskinen skall kunna föra in den i en påse. Figur 6 visar konstruktionen där produkten matas ut från sågen. Produkten kommer ut från sågens transport fortfarande sidlänges, man vänder den sedan 90° till en Hartmann-packmaskin, som transporterar den med ändan före in i en påse.



*Figur 6. Uttransport, produkten kommer ut från sågen vid rullarna till vänster och skjuts framåt av pinnarna till förpackningsmaskinen till höger. I figuren syns också tydligt sidoplåtarna som kan justeras enligt produktens bredd. De optiska sensorerna längst till vänster (1) känner av när den skivade produkten kommer till transportbandet, de två övriga sensorerna (2) är inte i bruk.*



## 4 NUVARANDE AUTOMATISERINGSSYSTEM OCH DESS EGENSKAPER

Sågens ursprungliga automation har byggts med relälogik, och till systemet har senare tillbyggs frekvensomriktare för transportbanden samt andra mindre ändringar som ingen av fabriken personal egentligen fullt känner till för att ändringar inte har dokumenterats i maskinens elschemor. Erfarenhet har visat att relälogiken är känslig för störningar då reläer är mekaniska komponenter som slits vid drift. Elcentralens kondition uppfyller inte mera de krav som företaget ställer för sin utrustning. Maskinen är opålitlig vid drift, felsituationer som leder till avbrott i produktionen händer ungefär 1-2 gånger i månaden, och då elschemorna inte stämmer är felsökning svårt och tidskrävande. Problemet åskådliggörs i figur 7, där man ser bl.a. lösa delar, överlopps kablar mm samt synnerligen icke-professionellt kabeldragning. Långa avbrott kan störa fabriken produktion märkbart, då någon reservmaskin inte finns. Majoriteten av komponenterna i relälogiken är så gamla och slitna att de i varje fall borde bytas ut, så fabriken ledning har ansett det lönsamt att modernisera hela elsystemet på samma gång.



*Figur 7. Elcentralen i sitt nuläge.*

Maskinens nuvarande givare har konstaterats lämpliga, och de är redan tillgängliga så de kommer att återanvändas om möjligt för att få ner kostnaderna. Maskinens funktioner eller kapacitet kommer inte att ändras, så den nuvarande mängden givare räcker till. Maskinens fysiska egenskaper kommer inte heller att ändras, så de nuvarande motorerna tillsammans med sina frekvensomriktare kommer också att användas. Trefasmotorer är mycket slitstarka och maskinens motorer fungerar väl, så det finns inget behov att byta dem. Frekvensomriktare är relativt dyra komponenter, och då maskinens befintliga omriktare är ganska nya lönar det sig inte att byta dem.

Utrustning som redan finns och kommer att återanvändas återges i tabellerna 2 till 5.

*Tabell 2: Motorer*

Sågband:	VEM Motors KPER 132M6 4kW (specialmotor för ex-utrymmen, explosionsskyddad)
Utmatning:	VEM Motors K 21 R 80K6 0,37kW (specialmotor för ex-utrymmen, explosionsskyddad)
Inmatning:	Bonfiglioli BN 71 B4 0,37kW

*Tabell 3: Frekvensomriktare*

Inmatning:	Omron VS Mini J7 3-fas 0,55kW +3-fas filter 3G3JV PFI 3005E
Utmatning	Omron VS Mini J7 1-fas 0,55kW

Tabell 4: Sensorer

Optisk sensor vid inmatning:	Omron E3JM-R4M4G
Optiska sensorer vid utmatning:	Omron E3JK-DS30M1 2 stycken
Induktiva sensorer vid utmatning trans- port:	Omron E2A-M12KN05-M1-B1 2 stycken
Sensorer för dörrar:	Schmersal AZ 16 zvr

Tabell 5: Övrigt

Linjärmotor för vals:	Multielektro/Mingardi 1D20-225- 142 600N, 225mm, 220V, 50Hz, 250W
-----------------------	--

## 5 PLANERING AV FÖRNYAT SYSTEM

Vid val av komponenter måste iaktas beställarens krav och önskemål. Beställaren har ett lager reservdelar, och utrustningen bör planeras så att så mycket av komponenterna som möjligt finns färdigt i beställarens lager. Detta för att reservdelslagret inte behöver utvidgas onödigt, och maskinens reservdelar finns säkert tillgängliga vid eventuella felsituationer. En situation där en komponent går sönder och en reservdel inte finns och inte kan skaffas t.ex. under en helg eller nattetid kan orsaka stora ekonomiska förluster då produktionen stannar. Beställarens övriga utrustning använder sig huvudsakligen av komponenter tillverkade av Omron Electronics, då de har ansetts pålitliga och reservdelar är snabbt tillgängliga.

Utrustning som ytterligare måste införskaffas är strömförsörjningsutrustning samt OLC och nödstopprelä.

Strömkälla, maskinens sensorer, nödstopp-relä samt PLC och skärm kommer att drivas med 24 VDC-spänning, för detta krävs en transformator och likriktare. Beställarens krav är att strömkällan finns i Phoenix Contacts sortiment. Strömkällans val regleras av lämplig spänning samt tillräcklig strömkapacitet. I tabell 6 analyseras hur stor strömförbrukning olika komponenter har, så att man kan bestämma vad som krävs av strömförsörjningen.

*Tabell 6: Komponenternas strömförbrukning.*

<p>PLC av denna storlek använder enligt tillverkarens specifikationer högst 300 mA.</p>
<p>Optiska sensorerna har enligt tillverkaren en effekt på max 2 W. Då matnings-spänningen är 24 VDC kan vi härleda enligt Ohms lag strömförbrukningen enligt följande:</p> $P=U \cdot I \quad P=2 \text{ W} \quad U=24 \text{ V}$ $I=P/U \quad I=2 \text{ W} / 24 \text{ V} \quad I=0.0833333 \text{ A} = 83,3 \text{ mA}$
<p>Induktiva sensorerna har en angiven strömförbrukning på 10 mA</p>
<p>Nödstopp-relä har en angiven effekt på 3,5 W. Precis enligt kalkylationen för optiska sensorerna kan nödstopp-reläets strömförbrukning räknas:</p> $P=U \cdot I \quad P=3,5 \text{ W} \quad U=24 \text{ V}$ $I=P/U \quad I=3,5 \text{ W} / 24 \text{ V} \quad I=0,1458333 \text{ A} = 146 \text{ mA}$
<p>Skärmen har en angiven effekt på max. 10 W. Strömförbrukning blir då:</p> $P=U \cdot I \quad P=10 \text{ W} \quad U=24 \text{ V}$ $I=P/U \quad I=10 \text{ W} / 24 \text{ V} \quad I=0,41666... \text{ A} = 417 \text{ mA}$ <p>Adaptorn RS 232C matas av PLC:n, ingen skild matning behövs.</p>

När alla 24 VDC-komponenter och deras strömförbrukning har beräknats, kan det totala strömbehovet beräknas:

PLC: 300 mA

Optiska sensorer, 3 stycken:  $3 \cdot 83,3 \text{ mA} = 249,9 \text{ mA} = 250 \text{ mA}$

Induktiva sensorer, 2 stycken:  $2 \cdot 10 \text{ mA} = 20 \text{ mA}$

Nödstopp-relä: 146 mA

Skärm: 417 mA

Sammanlagt:  $300 \text{ mA} + 250 \text{ mA} + 20 \text{ mA} + 146 \text{ mA} + 417 \text{ mA} = 1133 \text{ mA}$

Beställaren använder strömkällor av Phoenix Contact Quint Power-modellserien, vilket innebär att strömkällan till brödsågen väljs av samma modellserie. Den minsta modellen har en utström på 3,5 A, vilket räcker till mycket väl i detta fall. Strömkällan som kommer att användas är av typ Phoenix Contact Quint-PS/1AC/24DC/3,5. Den har 1-fas matning och utspänning kan ställas in mellan 18-29,5 VDC. Strömkällan ger ut DC-spänning så en skild likriktare behövs inte.

PLC, programmerbar logikkrets. Vid val av logikkrets skall följande saker iakttas;

- Applikation, är systemet nytt eller gammalt? Val av logikens tillverkare kan begränsas av existerande komponenter. I detta fall kommer att användas en produkt från Omrons sortiment, på grund av beställarens krav.
- Omgivning, måste logiken tåla krävande omgivning? Inom industriautomation kan en logik utsättas för hög temperatur, vibration, damm med mera. Brödsågens logik kommer att monteras in i elcentralen där den är relativt bra skyddad, så ingen specialkapsling på logiken krävs.
- Ingångar och utgångar, antal och slag? PLC:n skall ha en tillräcklig mängd ingångar för givare samt utgångar för styrdon. PLC:n skall ha åtminstone 14 ingångar för att passa denna applikation, varav alla är digitala. Ingen analog in-

formation matas till PLC:n, analog information kan vara data som konstant ändras, t.ex. spänning, ström eller temperatur. Utgångar behövs endast 5 stycken, linjärmotorn skall ha två utgångar för att den skall justeras upp eller ner, övriga motorerna behöver endast startsignal.

- Specialfunktioner, t.ex. räknare eller ”positioning”. Behov av specialfunktioner kan begränsa valet av PLC då alla modeller naturligtvis inte har några specialfunktioner. I detta fall behövs inga specialfunktioner.
- Kommunikation, skall PLC:n kopplas till ett nätverk med t.ex. Profibus? Skall PLC:n kopplas till en annan PLC? I detta fall finns inget behov av att koppla PLC:n till nätverk, den skall endast kopplas till en skärm som skall fungera som användargränssnitt.
- Minne, PLC:n skall ha tillräckligt med program- samt dataminne. Komplexa och långa program kräver stort programminne, och dataminne krävs för manipulering av dynamisk data från givarna. Kravet av dataminne kan vara stort om applikationen skall lagra stora mängder mätdata.

PLC:n valdes från Omrons CPM1A-modellsortiment. CPM1A är kompakta och effektiva logikkretsar för enkla industriapplikationer. Sågens funktion är enkel och behovet för I/O-punkter liten, så en kompakt PLC som tar lite plats i sågens trånga elcentral är idealisk. Modellen CPM1A-30CDR-D har 30 I/O-terminaler, 18 ingångar och 12 utgångar vilket är tillräckligt för denna applikation. Utgångarna matar 24VDC-spänning, detta dikteras av frekvensomriktarna som har styringångar med signalnivån 24VDC. Till PLC:n kopplas en pekskärm som kommer att fungera som användargränssnitt. För att koppla skärmen behövs en Omron RS 232C-adapter, skärmen är en Omron NQ3-MQ svartvit skärm med storleken 3,8 tum.

Nödstopp-relä, åter dikteras val av nödstopp-relä av kunden. Kravet är att använda nödstopp-relä tillverkat av Pilz, från serien PNOZ. Modellen PNOZ XV1P används i övrig utrustning i fabriken och den ansågs passlig också för denna applikation. XV1P drivs med 24 VDC spänning och den har 3 säkerhetskontakter vilket räcker till i denna applikation.

Systemets grund är styrlogiken som illustreras med ett flödesschema, se bilaga 1. Logiken implementeras med PLC:n, som får data från givarna och ger kommandon åt styrdonen och därmed automatiserar maskinen. För att PLC:n skall fungera enligt logiken måste den programmeras, vilket görs efter att systemet byggts.

Det övriga systemet byggs upp runt PLC:n. Huvudschemat visar alla komponenter som matas med 400/230 VAC-spänning, se bilaga 2. Spänningen matas in genom en huvudsäkring och vidare i systemet till frekvensomriktare och motorer. Strömkällan 01-T1 som matar PLC och andra komponenter med 24 VDC-spänning drivs med 230 VAC spänning. Nödstopprelät 01-A1 matas också med 24 VDC, men 230 VAC kopplas till ett av dess säkerhetskontakter som styr kontaktorn 01-K1 som bryter motorspänningen från transportbanden 02-M2 och 02-M3 då nödstopp trycks in. Notera att motorn för sågbanden 02-M1 inte kan kopplas loss för att motorn måste nedbromsas då nödstopp trycks in. Även ett 1-fas uttag planerades med i systemet, som kommer att monteras in i elcentralen och som kan användas t.ex. för bärbar dator vid programmering av PLC.

Styrspänning-schemat illustrerar matning av 24 VDC-spänning, se bilaga 3. Strömkällan 01-T1 matas med 230 VAC genom en automatsäkring på 5 A från L1, och strömkällan ger ut en likspänning på 24 volt. Likspänning matas till alla sensorer som ger data åt PLC:n, sensorerna kopplas till PLC:ns två ingångkanaler, 0 CH och 1 CH. Notera även minus, som kopplas till PLC:ns Common-port. Själva PLC:n och skärmen som kopplas till den med adaptern RS 232C matas också med 24 VDC, PLC:n skall även kopplas till skyddsjord. Nödstopprelät 01-A1 drivs även den med 24 VDC, plus kopplas till porten A1 och minus till A2.

Nödstopp-schemat klargör för kopplingen av nödstopp-kretsen i bilaga 4, vars grund är nödstopp-relät Pils PNOZ XV1P. Reläet har 3 säkerhetskontakter varav 2 används i denna applikation. Säkerhetskontakterna är NO-kontakter som öppnas då reläet aktiveras. Kontakt 13-14 kopplas till kontaktor 01-K1, som släpper då nödstopp trycks och motorerna för transportbanden blir spänningslösa. Motorn 02-M1 som driver sågbanden kan inte göras spänningslös, för att den skall nedbromsas. Spänning till bromskontaktor 02-K2 kopplas från NC-kontakten 21-22 på 01-K1, som kopplar spänningen på då kontaktorn släpper och bromsning börjar. Spänning till bromsmodul 02-B1 kopplas från NC-kontakten 31-32, som också kopplar spänningen på då kontaktorn släpper. Säker-



hetskontakten 23-23 på nödstopp-relät bryter spänningen till porten 00 på PLC:ns kanal 0, och programmet stannas. Nödstopp-knapparna samt dörrgivare kopplas i kedja mellan S11 och S12, och då vilken som helst av kontakterna öppnas bryts spänningen och nödstopp-relät aktiveras. Kontakterna S11 och S14 kopplas ihop så att nödstopp-relät har automatisk reset.

Motorschemat visar motorernas matning samt styrning, se bilaga 5. Motorn 02-M1 som driver sågbanden matas med en 3-faskontaktor medan motorerna 02-M2 och 02-M3 för sågbanden drivs med frekvensomriktare. Omriktare 02-O1 har trefasmatning medan 02-O2 har enfasmatning, givetvis båda genom automatsäkringar. Motorn 02-M1 som drivs med en kontaktor kräver ett skilt motorskydd 02-F2 som skyddar motorn för överström och en automatsäkring 02-F1. Motorkontaktor 02-K1 kör motorn i vanligt läge, och kontaktor 02-K2 tillsammans med bromsmodulen 02-B1 bromsar ner motorn då nödstopp trycks. Då nödstopp trycks släpper kontaktor 02-K1 och motorn blir spänningslös, samtidigt drar kontaktor 02-K2 som matar två faser till bromsmodul 02-B1. Den likriktar spänningen och matar DC till motorn, vilket leder till nedbromsning av motorns rotor. Styrsignalen från PLC till 02-K1 A1 matas genom NC-kontakten 21-22 i 02-K2, som öppnas när nödstopp trycks och 02-K2 drar. På detta sätt försäkras att styrsignalen bryts och 02-K1 släpper, om PLC av någon anledning inte bryter styrsignalen. Styrsignalen till 02-K2 kommer från nödstopp-relät 01-A1. Omriktarna 02-O1 och 02-O2 får styrsignalerna från PLC, de kopplas till portarna S1. Omriktarna ger ut en felsignal från port MA som kopplas till ingången 0CH: 06 på PLC för att ge utslag på skärmen vid eventuell störning i någondera av frekvensomriktarna.

Schemat för linjärmotorn illustrerar kopplingen av linjärmotorn som används för att höja och sänka valsen som håller sågbanden på sin plats. Valsen fungerar med 230 VAC-spänning, och matningen tas från L2 genom en automatsäkring. PLC ger ut styr signaler på 24 VDC, så linjärmotorn måste kopplas till två reläer som kan styras med 24 VDC. Reläerna 02-R1 och 02-R2 får styrsignalerna från PLC:ns portar 03 och 04 på kanal 10.

Schemat för ingångarna på PLC i bilaga 7 visar kopplingen av givare till PLC. PLC:n har 18 ingångar i två kanaler: 12 ingångar i kanal 0 och 6 ingångar i kanal 6. I COM-portarna kopplas 24V – och i portarna 00-11 i kanal 0 och portarna 00-05 i kanal 1 24 V

signal från givarna. På schemat finns också illustrerat kopplingsplintar där givarna kopplas, till kopplingsplintarna kopplas 24 VDC spänningsmatning för givarna från strömkällan samt insignal från givare som kopplas vidare till PLC. Kopplingsplintarna är numrerade enligt PLC:ns portar. I port 00 kopplas signalen från nödstopprelät, den ger en signal till PLC då den aktiveras så att programmet kan stannas. Port 01 tar emot signalen från motorskydd 02-F1 då den utlöses för att PLC kan ge utslag på skärmen. Portarna 02-05 kopplas till maskinens skyddsörrar, som har NO-kontakter. Då en dörr öppnas under drift stannas maskinen och skärmen ger utslag om vilken dörr är öppen. Port 06 mottar felsignalen från frekvensomriktarna, åter berättar skärmen åt användaren om felet. Portarna 07 och 08 kopplas till tryckknappar vilka fungerar som start- och stoppknappar. Portarna 09-11 kopplas till maskinens optiska och induktiva givare. Port 00 och 01 i kanal 1 kopplas till tryckknappar, med vilka man justerar linjärmotorn som höjer eller sänker valsen som styr sågbanden.

Schemat för utgångarna på PLC redogör för koppling av utgångssignaler från PLC till styrdon, se bilaga 8. Port 00 kopplas till styrsignal A1 för motorkontaktor 02-K1 genom NC-kontakten 21-22 på bromskontaktor 02-K2, A2 på 02-K1 kopplas till PLC:ns COM-port. Följande porter 01 och 02 kopplas till frekvensomriktarnas styrportar S1, och COM-portarna kopplas till omriktarnas SC-portar, kopplingen för båda omriktarna är likadan. Portarna 03 och 04 används till höjreglering av sågbandens styrvals, observera att port 03 har samma COM-port som 02, medan port 04 använder samma COM-port som portarna 05-07 vilka inte är i bruk i denna applikation.

Planeringen av automationssystemet gjordes med programmet JCAD Electra version 3.1.

## 6 SLUTSATSER

Främsta orsaken till moderniseringen av sågens logik är förbättring av pålitlighet, då erfarenhet har visat att relästyrningens livstid är begränsad för att mekaniska komponenter slits varje gång de slås på eller av. Nya systemet avskaffar dessa problem till en stor del tack vare PLC:n som styr systemet, de enda mekaniska kontaktorna som blir kvar är motorkontakterna. Även motorkontakterna kunde avskaffas om sågbandet drivs med en frekvensomriktare, men sågbandens hastighet behöver inte regleras så uppdragsgivaren ansåg att motorkontakter och bromsmodulen är så billiga komponenter och lätta att byta ut vid eventuella felsituationer att addering av en frekvensomriktare inte ansågs lönsamt. Sågbanden går konstant då maskinen är i bruk, så kontaktorna kopplas inte konstant på och av så deras livslängd i normalt bruk är mycket lång. Som exempel anger Eaton-Moeller åt sina 3-fas kontaktorer i DILEM-serien en livslängd på  $1 \cdot 10^6$  operationer. Detta betyder att om sågen kopplas på och av två gånger per dag, 365 dagar varje år, har kontaktorna en teoretisk livslängd på 685 år. I det relästyrda automationssystemet kopplas reläerna på och av flera tusen gånger under en produktionscykel, så reläerna slits märkbart snabbare än motorkontakterna.

Byte till PLC ger också den fördelen att systemet kan utvidgas vid behov, nya funktioner kan tillbyggas vid behov genom att addera tilläggsblock till PLC:n. Till CPM1A-PLC:n kan adderas 3 tilläggsblock så får man en PLC med hela 100 I/O-punkter. CPM1A har inbyggda funktioner som kan användbara i framtida applikationer, till exempel en räknare och färdighet för temperatursensorer. Utvidgning av systemet med relälogik innebär alltid tillsättning av komponenter eller t.o.m. fullständig ombyggnad av systemet, i en PLC-styrd logik räcker det med addering av sensorer och eventuella styrdon samt ändring i programvaran.

Moderniseringen av styrsystemet åtgärdar även problemet med det nuvarande systemets allmänna kondition. Personalen i bageriet har upplevt elsystemets kondition som ett stort problem då all service och reparation på elsystemet är svårt och tidskrävande för att elschemorna inte mera stämmer överens med systemet. Vid modernisering byggs hela elcentralen om, och mängden komponenter blir mindre då den komplicerade relästyrningen nedmonteras. Viktigast är att det nya systemets sammansättning är exakt en-

ligt elschemorna, så att montörerna kan lita fullt på bilderna då de söker efter möjliga fel i systemet. Detta kommer enligt erfarenhet att underlätta allt underhåll märkbart, vilket är exakt det som beställaren strävar efter. Saklig uppbyggnad av elcentralen med alla komponenter monterade stadigt i DIN-skenor förbättrar också pålitligheten, då lösa komponenter och kablar i maskinens nuvarande uppbyggnad har lidit av kontaktfel.

## KÄLLOR

[1.] Ipeka Automation Oy [www] Hämtat 20.5.2011

[www.ipeka.com](http://www.ipeka.com)

[2.] Omron Industrial Automation Finland [www] Hämtat 20.5.2011

[industrial.omron.fi](http://industrial.omron.fi)

[3.] Omron Industrial Automation Finland: E3JK [datablad]

[4.] Omron Industrial Automation Finland: E3JM [datablad]

[5.] Omron Industrial Automation Finland: E2A [datablad]

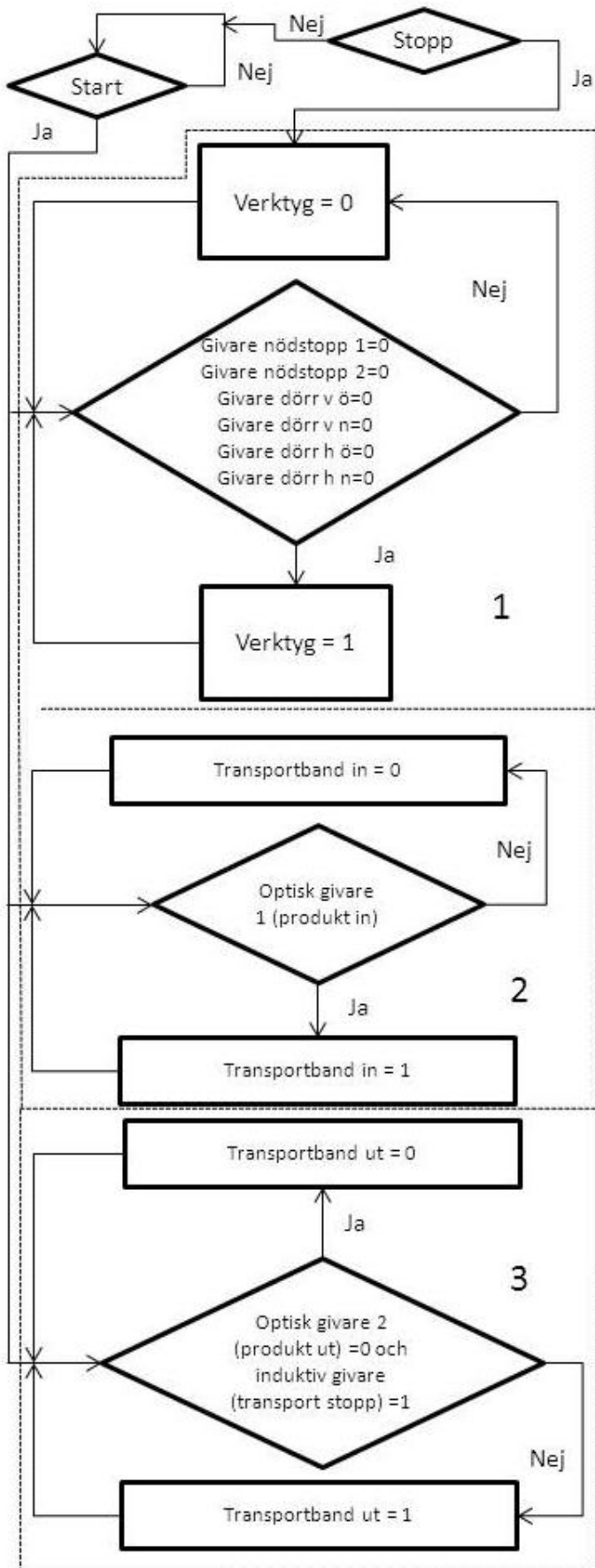
[6.] Omron Industrial Automation Finland: Varispeed J7 [datablad]

[7.] Omron Industrial Automation Finland: Sysmac CPM1A [manual]

[8.] Omron Industrial Automation Finland: NQ Series HMI [manual]

[9.] Pilz: PNOZ XV1P [datablad]

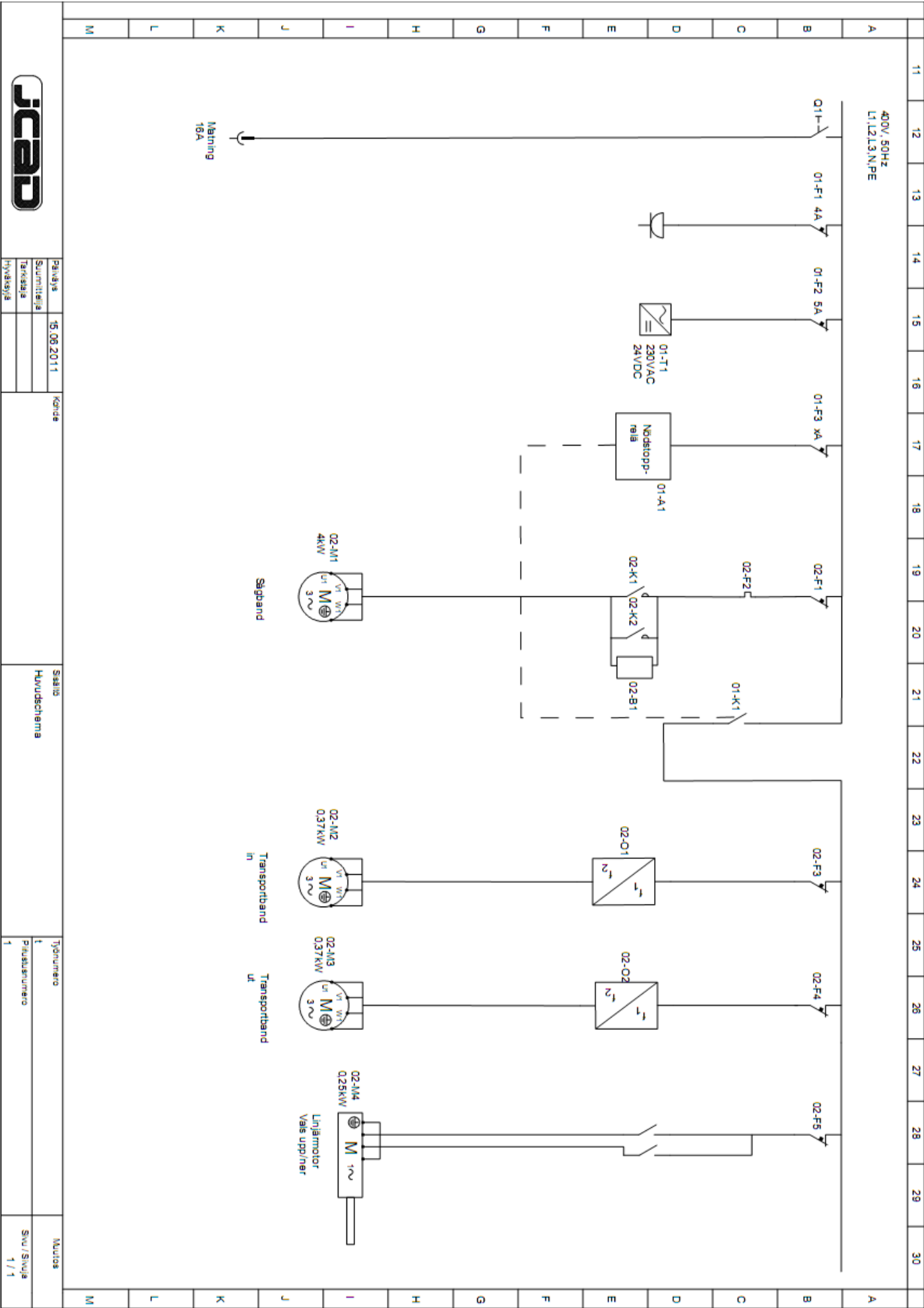
## **BILAGOR**



Blocket 1 beskriver funktionen av maskinens verktyg. För att verktyget kan sättas igång då man trycker ”Start” bör alla nödstopp-givare samt dörrgivare vara 0. Om vilken som helst av givarna är 1 kan maskinen inte startas

Blocket 2 visar funktionen av det första transportbandet som inför produkten till verktyget. Transportbandet styrs av en optisk givare som skall vara 1(Ja) för att transportbandet skall gå. Så snart givaren blir 0(Nej) stannar bandet

Blocket 3 hanterar funktionen av andra transportbandet som tar skivade produkten ut från verktyget. Transportbandet styrs av två parallellkopplade optiska sensorer och två parallellkopplade induktiva sensorer (för tydlighetens skull finns på schemat bara en sensor av vardera, för att det räcker med impulsen från en sensor). Då optiska sensorerna är 0 och induktiva sensorerna 1 står bandet, i alla andra lägen går bandet



Projeks	15.08.2011
Skapad av	
Reviderad av	
Hyväkskt av	

Kontak

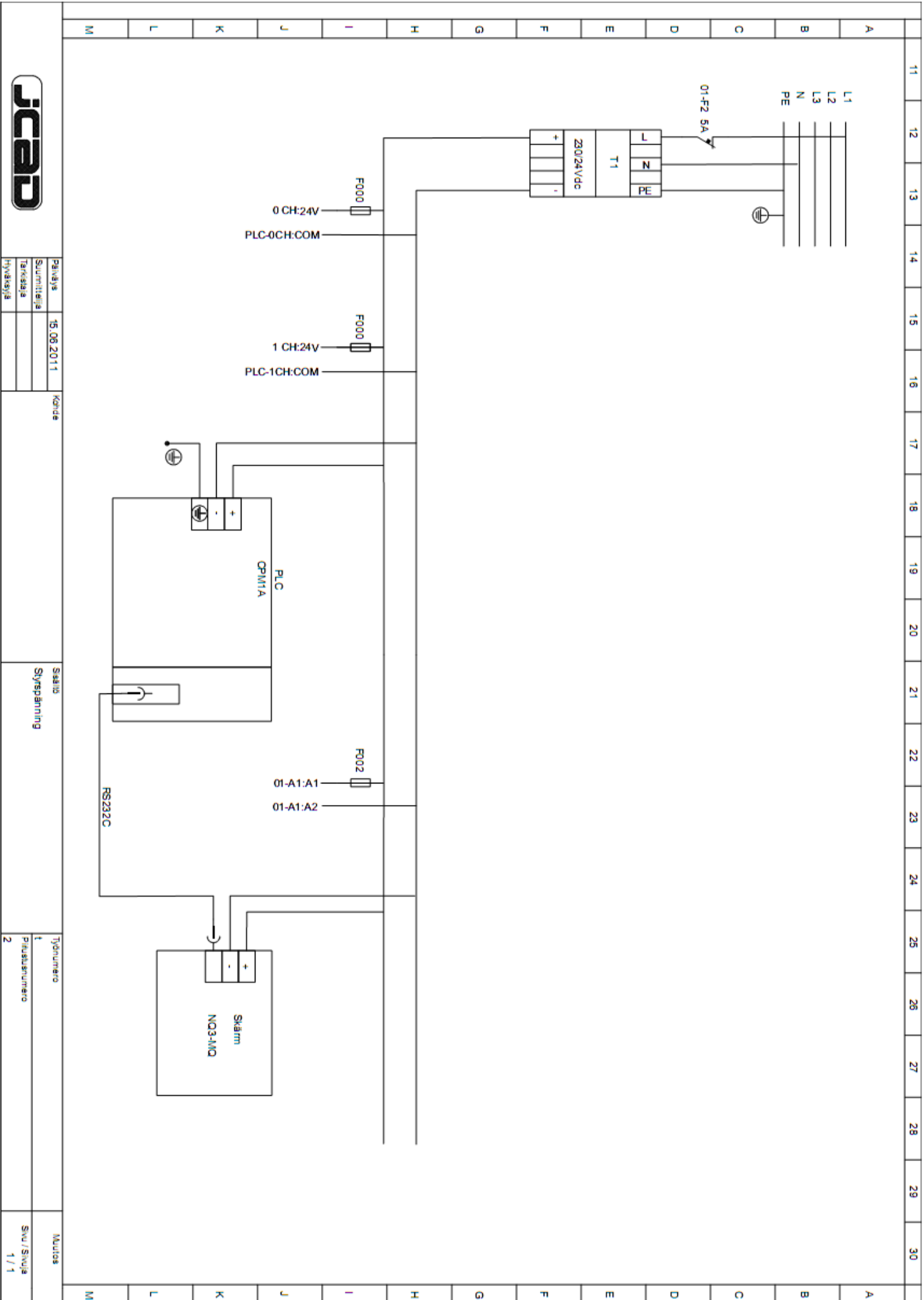
Saais  
Huvudschema

Typnumera	1
Prjektnumera	1

Muioa  
Sv / Svja  
1 / 1



Bilaga 3. Styrspänning



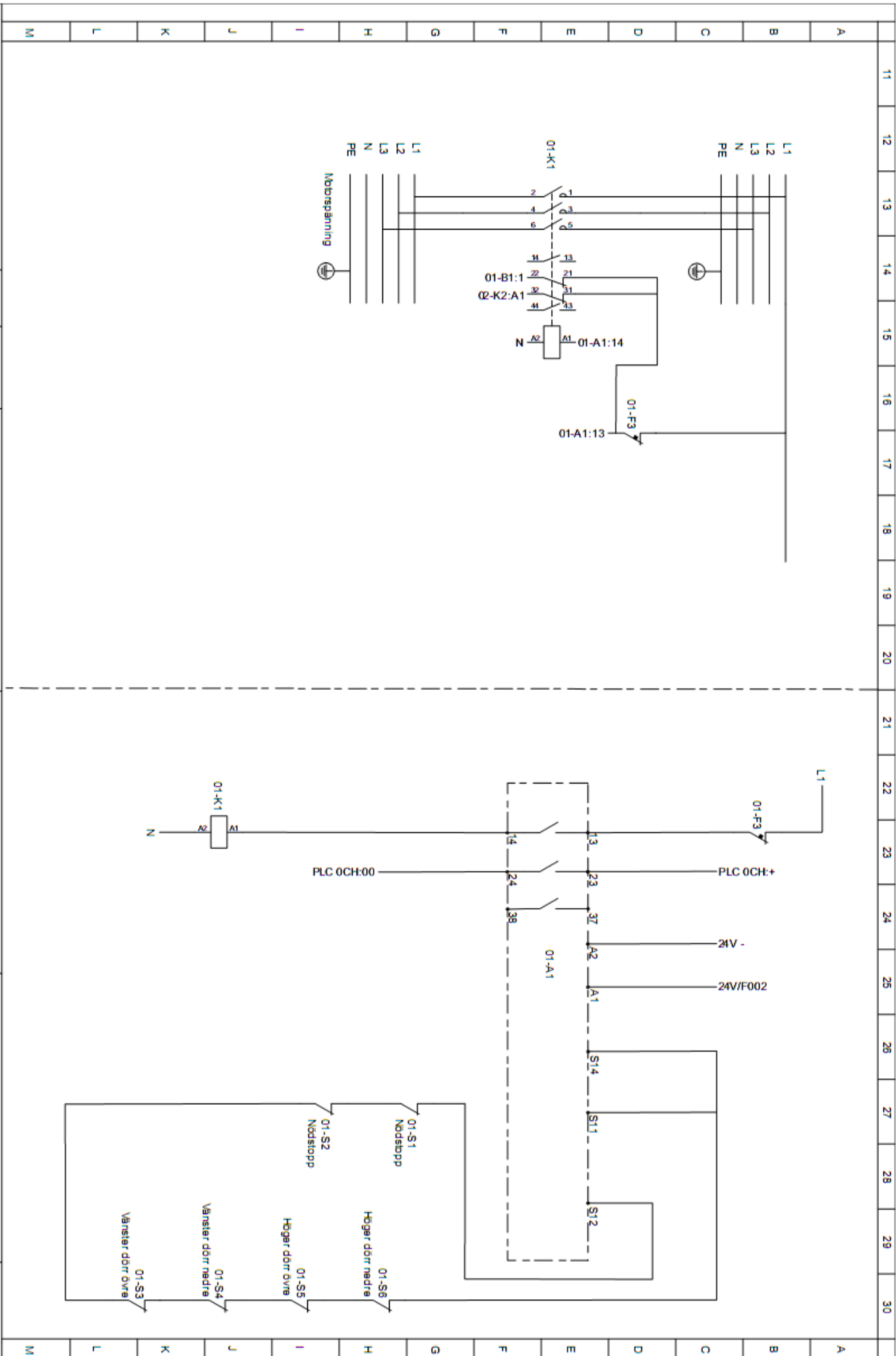
Prüfung	15.08.2011
Scheinnummer	
Teilnummer	
Hilfsblätter	

Kunde

Schaltplan  
Styrspänning

Zeichnungsnummer	1
Blattnummer	2

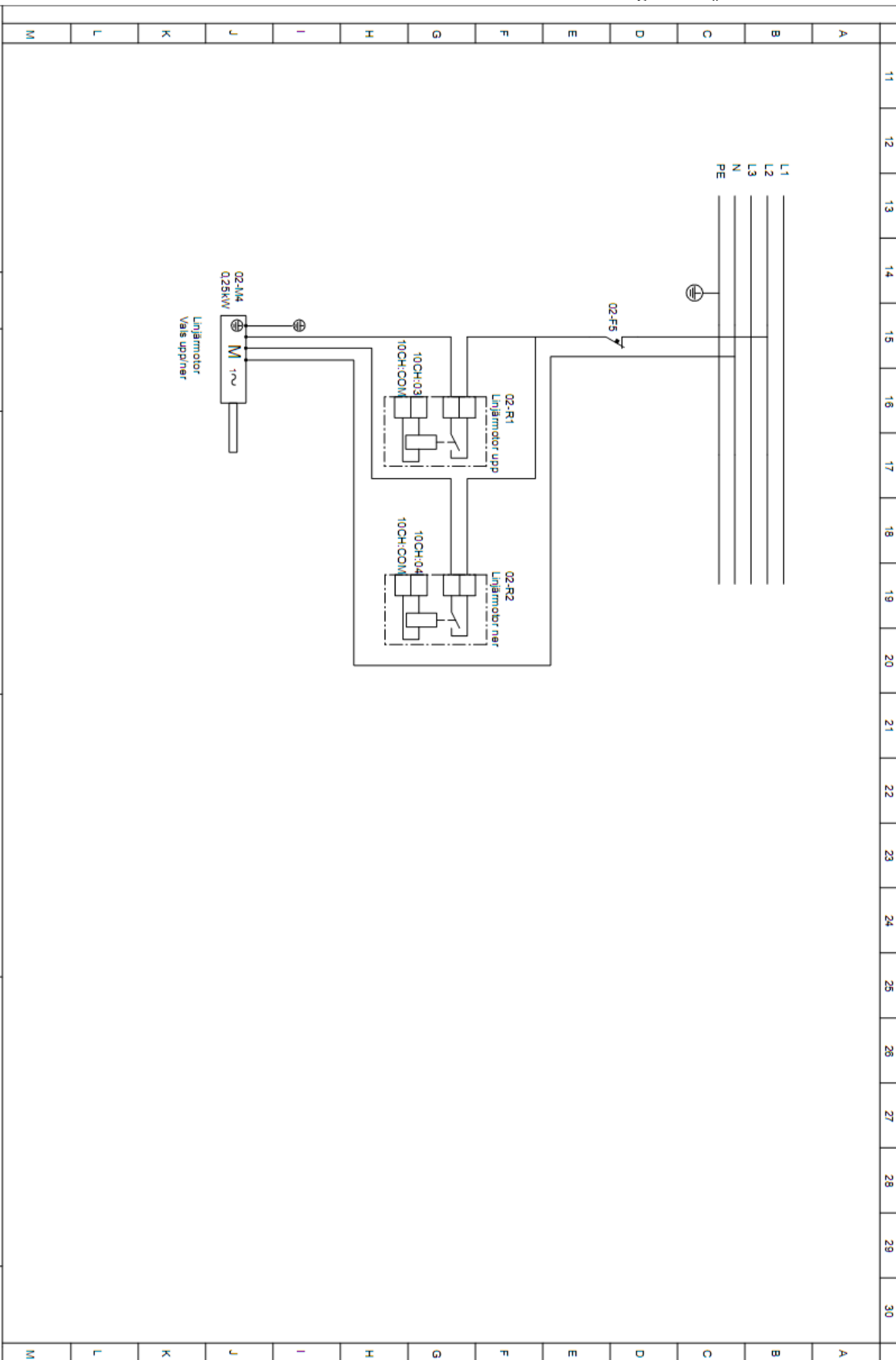
Maßstab  
Styl / Stufe  
1 / 1



PÅVÄRS Surenittens Tarksa Hyväsya	15.08.2011	Kontid	SÄLID Nödstop	Tidnumera	Måttas Siv/Sivla 1/1
				1	
jicad				3	



# Bilaga 6. Linjärmotorschema



Päiväys: 15.06.2011  
 Suunnittelija: [Blank]  
 Tarkastaja: [Blank]  
 Hyväksyjä: [Blank]

Kortti

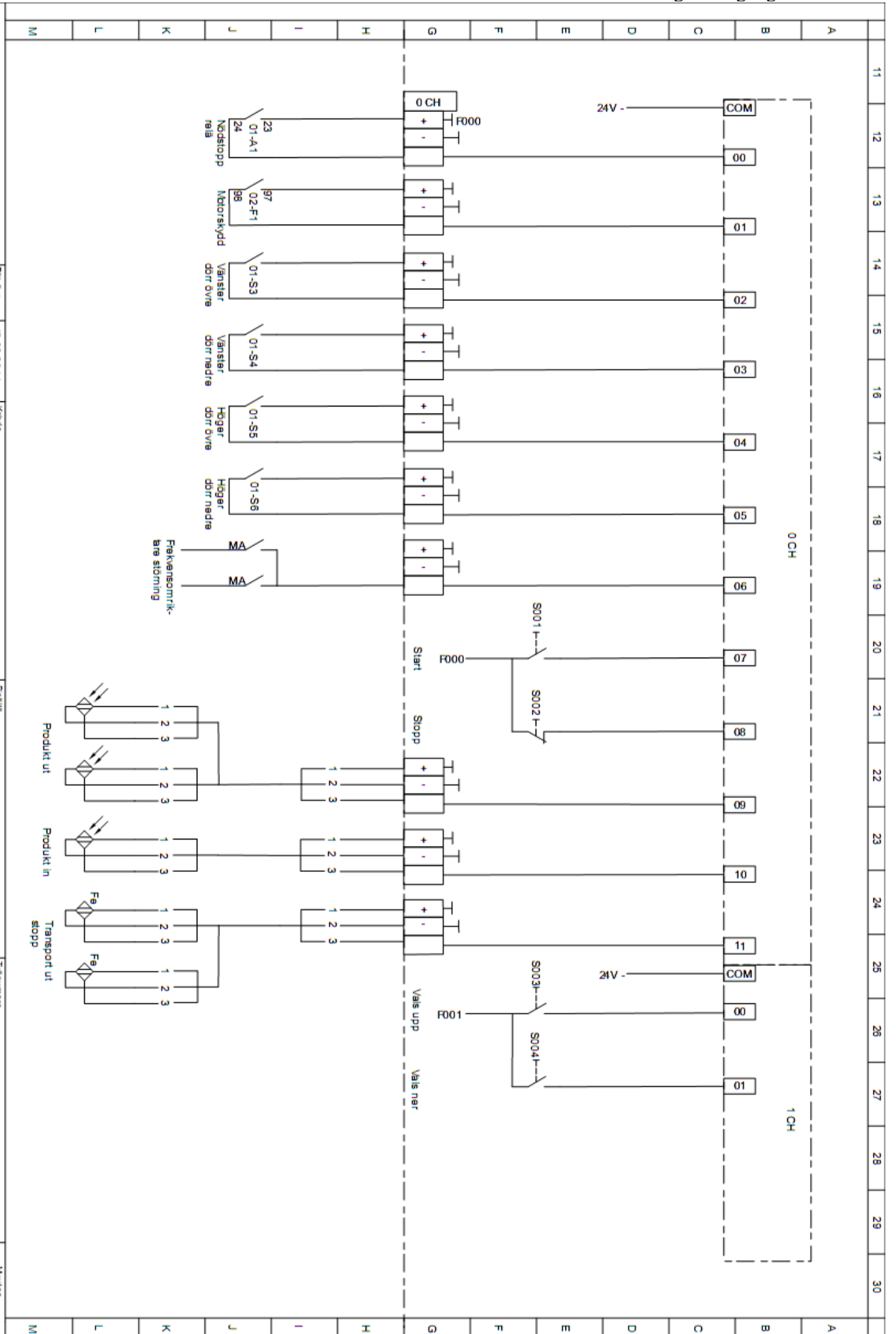
Sääris  
 Linjärmotor

Työnumero:  
 T. Valt/  
 Pituusnumero  
 5

Muutos

SW / Sivuja  
 1 / 1

Bilaga 7. Ingångschema



	Planlys	15.08.2011	Kunde	Status gång schema	Tydningsnummer	Måttas Snu / Snjula 1 / 1
	Saurittilinja				Plussnummer	
	Tarkelaja					
	Hävisysjä					

