



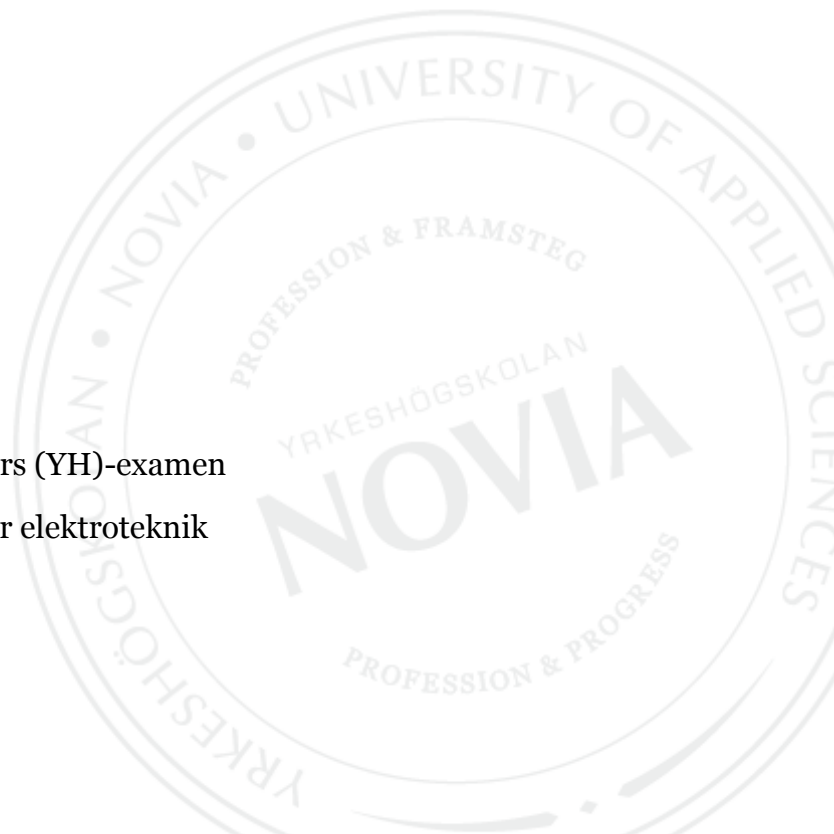
Optimering av staplarrobot

Jesse Piispanen

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Jesse Piispanen
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Automationsteknik
Handledare: Roger Mäntylä & Peter Piispanen

Titel: *Optimering av staplarrobot*

Datum: 4.4.2012

Sidantal: 50

Bilagor:13

Sammanfattning

Detta examensarbete behandlar optimering av en lastpallsstaplare som byggs av Mikrometalli. Lastpallsstaplaren används inom lastpallsindustrin och kan användas för att ta emot färdiga lastpallar från en arbetslinje och stapla dessa i en stapel, som sedan kan avlägsnas med t.ex. en truck. Arbetets huvudpunkter var byte av styrsystem, förbättring av funktionsprincipen, konstruktion av elcentral och planering av en ny elcentral med nya komponenter. Orsaken till bytet av styrsystem var att det gamla styrsystemet var dyrt och omodernt. Dessutom fanns det intresse av att använda en pekskärm i stället för en LCD-panel, som använts tidigare. Målet är att få lastpallsstaplare som fungerar på samma sätt som den gamla. Examensarbetet inleds med beskrivning av funktionssättet för lastpallsstaplaren, varefter en teori för de olika komponenterna följer. Till sist går igenom planeringen och konstruktionen av centralen. Även maskinsäkerhet behandlas. Som slutresultat skapades en fungerande elcentral med ett nytt styrsystem och pekskärm som skall programmeras. Dessutom har ritningarna uppdaterats och en ny central planerats. Samtidigt har en kostnadsberäkning gjorts för de olika komponenterna.

Språk: svenska

Nyckelord: lastpallsstaplare, lastpall, styrsystem

BACHELOR'S THESIS

Author: Jesse Piispanen
Degree programme: Electrical Engineering, Vaasa
Specialization: Automation Technology
Supervisors: Roger Mäntylä & Peter Piispanen

Title: *Optimization of pallet stacker*

Date: 17.4.2012 Number of pages: 50 Appendices:13

Abstract

This thesis is about the optimization of a pallet stacker that is built by Mikrometalli. The pallet stacker is used in the pallet industry and can be used to stack finished pallets, from the working line into a stack that can be retrieved by a trolley. The main purposes of the thesis were to change the control unit, improve the function of the machine, construct an electric switchboard, and plan a completely new switchboard with new components. The reason why the control unit needed a change was because the old one was expensive and out of date. There was also an interest in changing the LCD-panel to a more modern touch screen. The goal was to get the pallet stacker working in the same way as the old one did. The thesis begins with a description of operation for the pallet stacker, followed by a theory part for the different components. Finally the planning and construction of the machine are reviewed. Some concepts of machine safety are grasped. My work resulted in a new functioning switchboard containing a new control unit and a touch screen that can be programmed. The schematics have been updated and a new switchboard has been designed. The cost of the different components has also been calculated.

Language: Swedish

Key words: pallet stacker, pallet, control unit

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	1
1.1	Mikrometalli	1
1.2	Uppgift.....	2
1.3	Lastpallstaplarens funktionsprincip.....	3
1.4	Lastpallsstaplarens elektroniska funktionsprincip.....	4
2	Teori	6
2.1	PLC (programmable logic controller)	6
2.2	Positionering.....	13
2.3	AC-motorn.....	19
2.4	Frekvensomriktare	23
2.5	Maskinsäkerhet	25
2.6	IEC 61131-3	28
3	Praktisk utförande	33
3.1	Teknisk planering	33
3.2	Elcentralen	36
3.3	Komponenter	39
3.4	Kostnadsberäkningar	44
3.5	Programmering	45
4	Resultat.....	46
5	Diskussion	47
5.1	Framtidsmöjligheter.....	48
6	Källförteckning.....	49
	Bilagor.....	50

1 Bakgrund

1.1 Mikrometalli

Det hela började år 1979 när Mikael Piispanen slutade på sin dåvarande arbetsplats för att grunda företaget Mikrometalli i Johannesdahl, Malax. Under årens lopp fick han arbeten, mest inom svarvning, av sin gamla arbetsgivare. Företaget växte under de tre följande åren; det byggdes en ny hall och nya maskiner införskaffades. Han arbetade huvudsakligen ensam, men om somrarna fick han hjälp av sina söner: Peter, Juha, Tom och Jesse.

Sönerna Peter, Juha och Tom har en utbildning inom metallbranschen. På hösten år 2002 beslöt äldsta sonen, Peter, som var utbildad maskiningenjör att säga upp sig från sin dåvarande arbetsplats. Han hade bestämt sig för att arbeta sida vid sida med sin far Mikael. Sonen Tom, som var utbildad maskinkonstruktör, började sin karriär på Mikrometalli följande år, 2003. Juha, som hade utbildat sig till driftsingenjör, beslöt sig för att börja vid företaget år 2007.

2009 byggdes en ny hall på 1200 kvadrat i Johannesdahl, längs Europaväg åtta (se figur 1) där man har goda vägförbindelser åt alla riktningar. Samma år beslöt Mikael Piispanen att överlåta företaget i sina söners händer och skrev över Mikrometalli åt Peter, Juha, Tom och Jesse, med Peter som VD för företaget. År 2010 valdes Mikrometalli till årets företag i Malax kommun med motiveringen:

”Mikrometalli Ab har med sin mångkunnighet, flexibilitet och kämparanda utvecklats till ett framgångsrikt företag”.



Figur 1. Hallen som är belägen bredvid Europaväg 8

Verksamhet

Mikrometalli har idag sju anställda och fungerar som underleverantör åt flera olika företag i Vasanejden. Produkterna är diverse metallprodukter, vars behandling kan variera från helt obehandlade till färdiga för användning. Till dess hjälp har de en mångsidig maskinpark som består av bland annat CNC-svarvar och fräsar, laserskärare och bockningsmaskin. De gjuter även aluminiumprodukter, t.ex. årklykor.

År 2002 samarbetade Mikrometalli med en kund som var verksam inom lastpallsindustrin. Till en början gjorde man åt kunden sorteringslådor för spikar, så kallade spiklådor, som är en del av en lastpallsmaskin. Med åren blev produkterna allt fler och Mikrometalli utvecklade en egen produkt, lastpallsstaplaren (se sidan 3) för lastpallsindustrin.

1.2 Uppgift

En av Mikrometallis egna produkter är lastpallsstaplaren (se figur 2). Den är tillverkad för kunder inom lastpallsindustrin. Paketet innehåller en staplarrobot, transportband och elskåp. Huvuduppgiften är att byta ut styrsystemet i elskåpet, som är en Schneider Telemecanique mot någon annan lämplig och att skapa en programmerbar prototyp, genom att använda de gamla delarna. Andra moment är att planera ett nytt elskåp med nya komponenter, nya elritningar samt I/O-lista (ingång/utgång) och eventuell undersökning av nya delar och ljusport. Styrkretsen som används i Telemecanique passar inte ihop med det nya styrsystemet, varför en eventuell ny planering av den är ett delmoment. Ytterligare undersöks behovet av nya sensorer, nya motorer/servomotorer, förbättringsmöjligheter för luftryckskomponenterna, CAN bus och trådlöskommunikation mellan sensorerna och styrenheten.

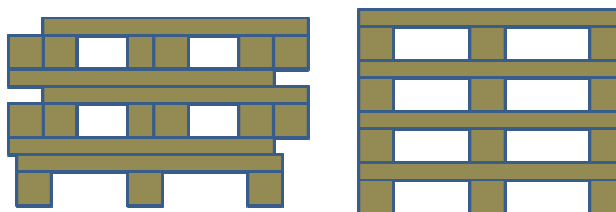


Figur 2. Lastpallsstaplaren med transportör och elcentral.

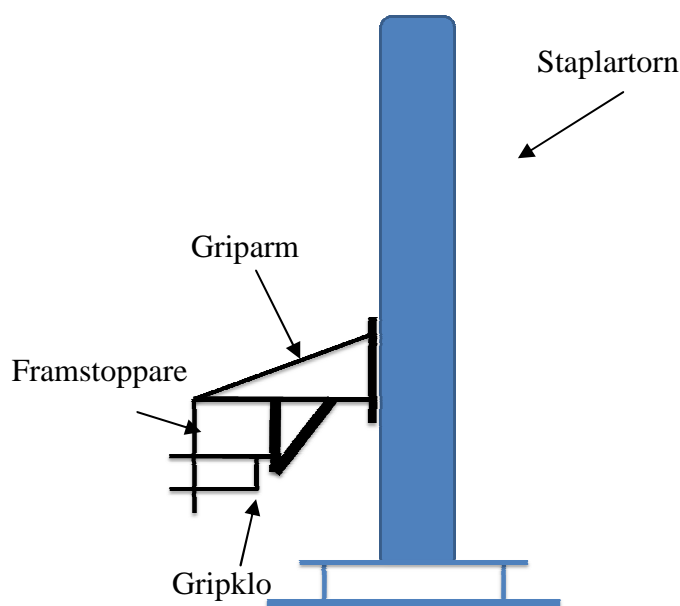
1.3 Lastpallstaplarens funktionsprincip

Lastpallstaplaren är avsedd att användas i slutet av en lastpalls- eller lockmaskinslinje, där den kan stapla färdiga lastpallar eller lock i önskad stapel. Staplaren är utformad så, att den kan stapla både FIN- och EUR-lastpallar, men även lock som framställs på linjen. När en givare (se sidan 13) ger en signal att en lastpall har anlänt till transportören hämtar lastpallstaplaren denna. Efter detta lyfter staplaren lastpallen från transportören och förflyttar den antingen 90° eller 180° åt sidan, där den staplar en stapel av lastpallarna. Staplaren kan enligt behov stapla en eller två olika staplar.

När staplaren har lyft upp lastpallen från transportören, finns möjlighet att svänga på lastpallen 180° och därmed göra en korsstapel (se figur 3), vilket sparar utrymme. Stapeln byggs upp med hjälp av framstopparen (se figur 4), mot vilken den lösgör lastpallen. På detta sätt får man samma positionering på lastpallarna.



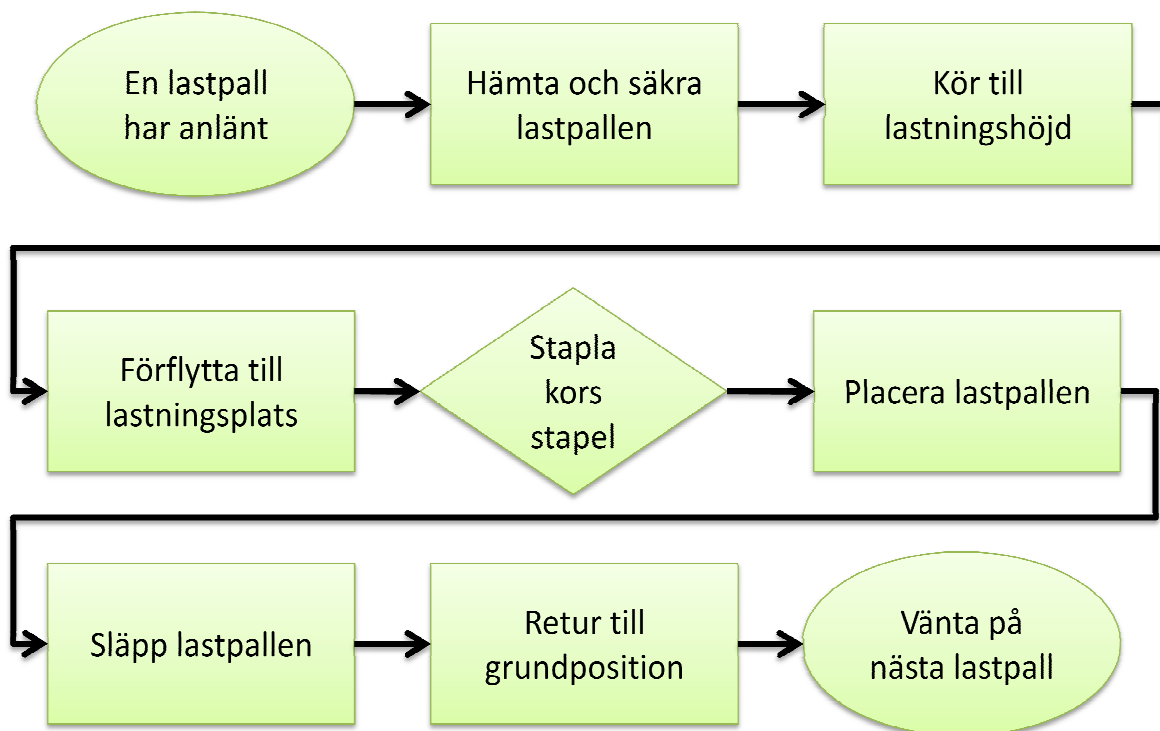
Figur 3. Korsstapel i jämförelse med vanlig stapel.



Figur 4. Lastpallstaplarens beståndsdelar.

Placeringen av lastpallen görs med hjälp av givare. Givaren bestämmer hur högt lastpallen skall placeras. För grundmodellen är den högsta möjliga höjden på stapeln 2,60 meter. En

specialmodell som kan stapla upp till 3,60 meter finns att beställas. Stapeln görs antingen direkt på golvet eller på önskat underlag. När den färdiga stapeln avlägsnas skall detta kvitteras via elcentralen, så att staplaren kan börja om på nytt. Efter att lastpallsstaplaren har staplat en lastpall återvänder den till sin originalposition, för att vänta på nästa signal från transportören (se figur 5). Staplaren använder sig av pneumatik och elmotorer. Detta leder till låg ljudnivå. (Mäki, 2006, s.11)

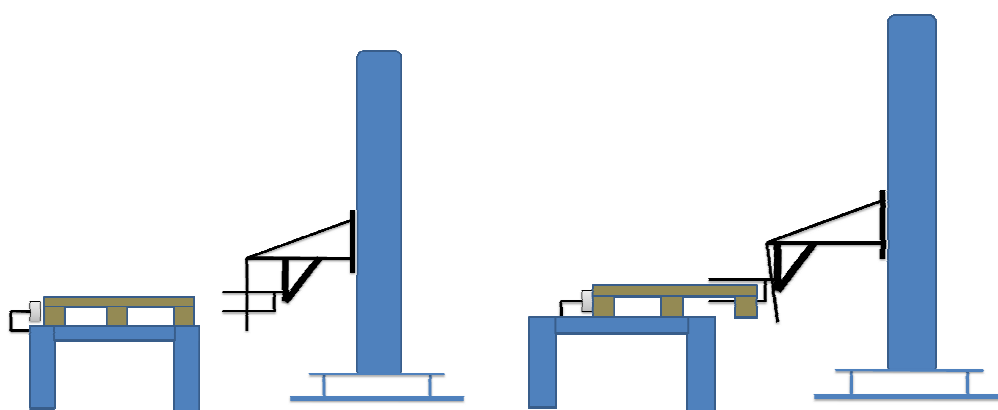


Figur 5. Flödesschema för lastpallsstaplarens funktionsprincip.

1.4 Lastpallsstaplarens elektroniska funktionsprincip

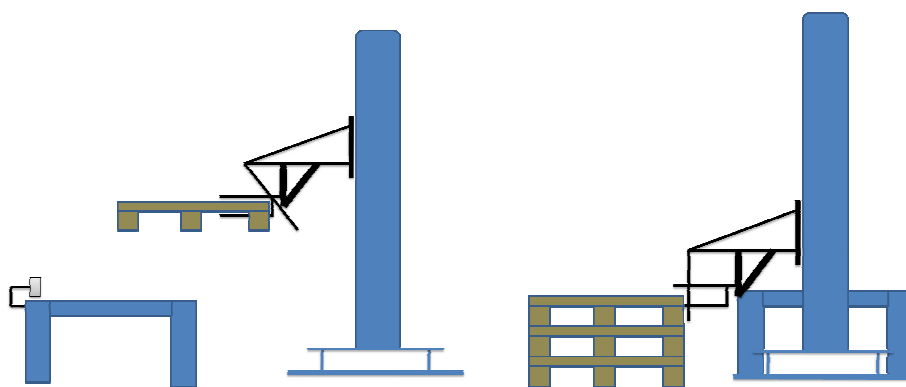
Lastpallsstaplaren är designad att kunna köras både manuellt och enligt program. Vid programkörning detekterar en optisk givare att en lastpall finns vid transportören (Se figur 6) och skickar iväg en signal till en PLC (programmablelogic controller) (se sidan 6). Ifall lastpallsstaplaren är redo att mottaga en lastpall, d.v.s. den är inte upptagen med föregående lastpall så kommer PLC:n att skicka instruktioner till utgångarna. Till en början öppnas en ventil så att en luftcylinder positionerar lastpallen närmare lastpallsstaplaren. Som följande öppnas en ventil så att gripklon öppnas. Därefter öppnas ventilen för luftcylindern till framstopparen, så att den dras tillbaka och ventilen för griparmen så att den skjuts ut (se figur 7). PLC:n kommer nu att lyfta lastpallen till körhöjd (se figur 8) genom att skicka en signal till en frekvensomriktare (se sidan 23), som styr en

asynkronmotor (Se sidan 19). PLC:n får information av en pulsgivare (se sidan 15), som anger på vilken höjd lastpallen finns. Vid korrekt höjd skickas från PLC:n till en annan frekvensomriktare signal om att rotera på staplartornet, vars korrekta position fås med en annan pulsgivare. Ifall behov finns kan man samtidigt svänga på lastpallen genom att PLC:n skickar en signal till en kontaktor som styr en asynkronmotor på griparmen och svänger på gripklon, varmed en korsstapel skapas. När staplartornet har roterat färdigt körs griparmen till lastningshöjd. Lastningshöjden varierar beroende på antalet staplade lastpallar. Gripklon öppnas och griparmen dras tillbaka. Samtidigt trycks framstopparen fram så att lastpallen inte följer med griparmen (se figur 9). Sedan kör PLC:n lastpallsroboten till grundposition för att invänta följande lastpall.



Figur 6. Lastpall anländer vid transportören.

Figur 7. Lastpall plockas upp av griparmen.



Figur 8. Lastpall lyfts upp till körhöjd.

Figur 9. Griparm placerar lastpall.

2 Teori

2.1 PLC (*programmable logic controller*)

Syftet

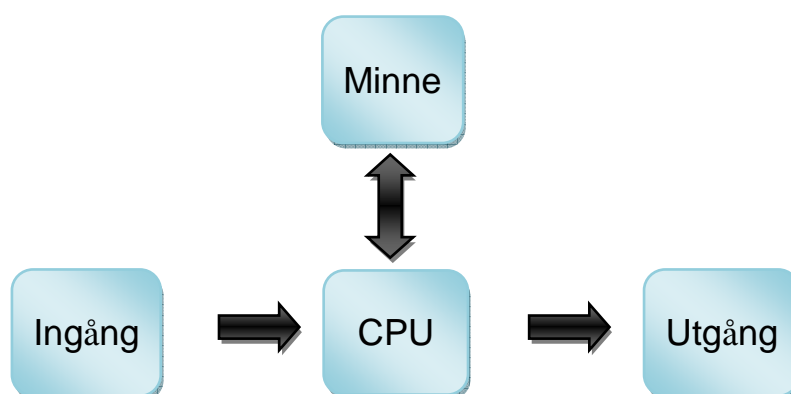
Under senare delen av 1960-talet genomgick bilindustrin drastiska förändringar. Varenda gång man bytte bilmodellens tillverkning var man tvungna att byta om processerna på transportbandet. Detta innebar ofta ett byte av mekaniska och elektroniska delar, som kostade både tid och pengar. Ifall något fel uppstod i elkretsen, innebar det ofta att man var tvungna att byta större delar av kretsen. PLC-tekniken innebar att man kunde programmera om kretsen i stället för att behöva riva ut det gamla systemet. (Hackworth 2004, s. 36)

Funktionssätt

En PLC är utformad för industrimiljö och är ett modernt mikroprocessorbaserat kontrollsystem. Den är ofta programmerad för att styra, kontrollera och detektera. PLC:n kan därför innehålla stora mängder ingångar, som förser systemet med data och tillsammans med programkoden tillåter styrsystemet att kontrollera processen genom utgångarna. PLC:ns huvuddelar består därför av en CPU (Central Processing Unit), minne samt in- och utgångar. (Crispin 1997, s.9)

CPU

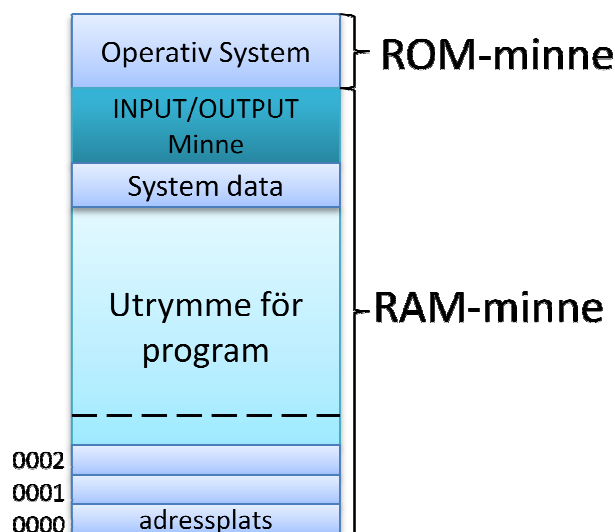
CPU:n är PLC:ns kontrolldel. CPU:ns uppgift är att övervaka minnet och I/O:n (in- och utgångarna) och att bearbeta data. Under en cykel tar CPU:n mot signaler från ingångarna, uppdaterar dem och bearbetar dessa genom att tolka den programkod som finns i minnet och skicka eventuella åtgärder till utgångarna (se figur 10). Varefter den börjar om igen. En cykeltid beror på programmets längd och komplexitet. (Crispin 1997, s. 9)



Figur10. Funktionsprincip för CPU:n.

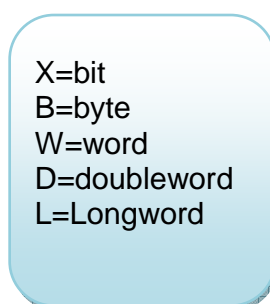
Minnet

Minnet består av två delar: RAM (random access memory) och ROM (read only memory) (se figur 11). I RAM-minnet sparas den programkod och de instruktioner programmeraren vill att CPU:n ska utföra. ROM-minnet innehåller den kod som är PLC:ns operativsystem. Denna kod kan man endast läsa. (Crispin 1997, s. 9)

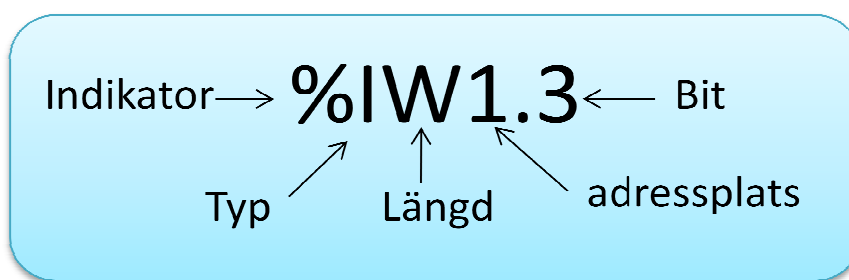


Figur 11. Uppdelning av minnet.

Varje in- och utgång har en specifik adressplats i minnet (se figur 11). Eftersom det finns många olika fabriker så kan syntaxen variera kraftigt. Därför följs oftast IEC 61131-3 standarden (se sidan 28). Enligt den delas minnet i tre olika delar: ingångar (I), utgångar (Q) och interna minnet (M). Genom att tillsätta ett % -tecken framför någon av variablerna kan man direkt kalla på en minnesplats. Detta resulterar i att den första biten kontrolleras. Ifall man vill kontrollera någon av de andra bitarna i adressen skall man tilldela adressen en till bokstav som motsvarar längden på adressen (se figur 12), samt vid behov hänvisa till vilken bit i adressen som skall kontrolleras (se figur 13).(Crispin 1997, s. 9)



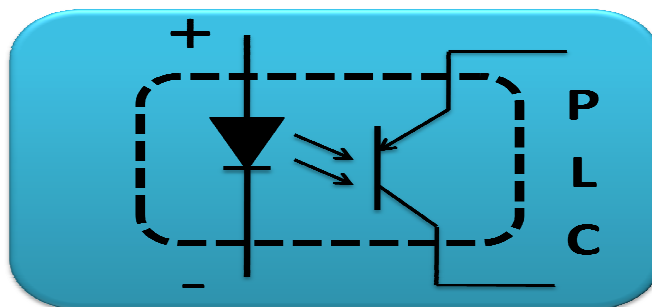
Figur12. Tilldelningsbokstav.



Figur13. Hänvisningsmetod enligt IEC-61131-3.

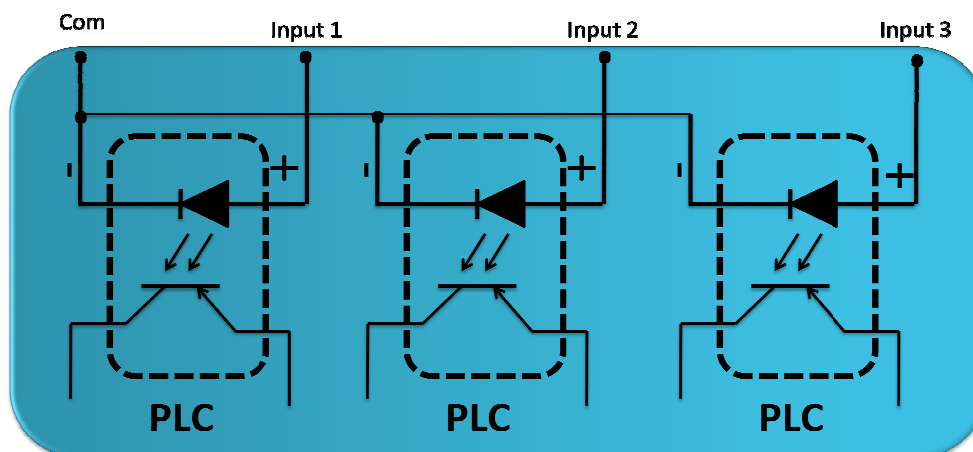
Ingång

Ingångarna förser PLC:n med information och är vanligtvis optiskt isolerade kretsar, oftast optokopplare. Detta innebär att signalövergången sker med ett ljusfenomen (se figur 14), vilket betyder att den interna kretsen på PLC är skyddad från strömmar från yttre signaler. Ingångarna är ofta kopplade till utomstående styrdon t.ex. givare och brytare.



Figur 14. Signalövergången till PLC.

Beroende på märke och modell på PLC:n kan alla ingångar vara helt isolerade från varandra, i så fall har varje ingång två kontaktpunkter, en för den positiva spänningen och en för den negativa. I fall situationen inte kräver att ingångarna är isolerade från varandra, kan de ha en gemensam knutpunkt, en så kallad common, COM (se figur 15). (Hackworth 2004, s.119)



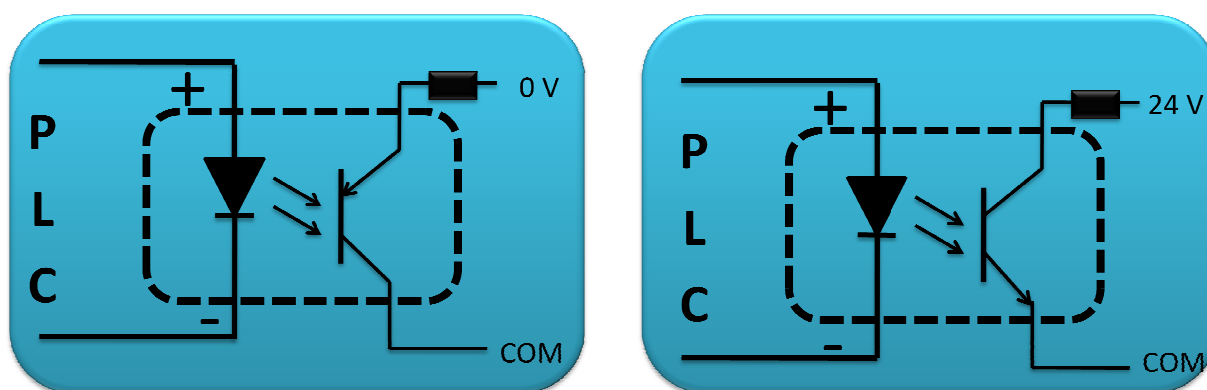
Figur 15. PLC med gemensam minusspänning.

Ingångarna på en vanlig DC-krets kan vara antingen av fallande (NPN) eller stigande (PNP) typ. Vid stigande ingångar förser yttre styrdon den matande spänningen till optokopplaren. Vid fallande förser PLC:n den matande spänningen.

I vissa tillämpningar räcker inte vanliga kretsar till. Då kan det vara skäl att integrera kretsar. Kretsarna som integreras ser ordinära ut, men är mera avancerade. En pulsräknare är ett exempel på sådan krets. Pulsräknarens primära uppgift är att beräkna pulser från t.ex. en optisk givare (se sida 13). För att inte bromsa ner PLC:ns cykeltid så har en pulsräknarkrets en självständig uppdatering av beräkningen och skickar detta till minnet så att den kan läsas av CPU:n när den behövs. Dessutom kan man vid behov avbryta cykeltiden med ett avbrytningkommando när ett bestämt värde har nåtts. (Crispin 1997, 14–15)

Utgång

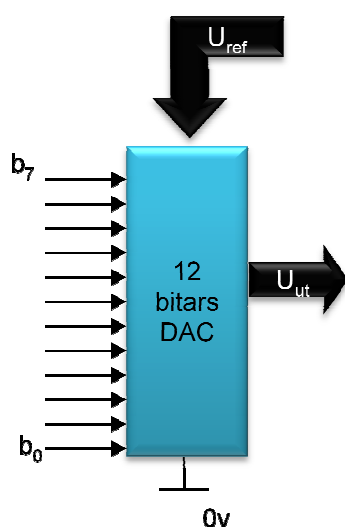
Utgångskretsarna används för att skicka instruktioner till bland annat maskiner. Kretsarna kan indelas i två kategorier, relä och halvledare. Båda är isolerade från kretsen de ska styra. Reläutgångarna är en magnetiskt fungerande brytarkontakt och används när en ström på två amperer behöver kontrolleras eller när en väldigt låg resistans krävs. Det finns flera typer av halvledare, bland de populäraste är transistor. Denna kan vara av två olika typer, PNP och NPN. Då utgången är av PNP-typ förser den spänning till kretsen, t.ex. frekvensomriktare (se sidan 23) (se figur 16). Om den är av NPN-typ förser den yttre kretsen spänning (se figur 16). (Hackworth, 2004, s. 126–136)



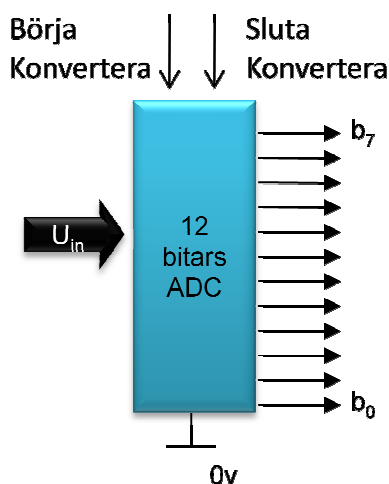
Figur 16. Till vänster: PLC med PNP utgång. Till höger: PLC med NPN utgång.

ANALOG I/O

Vissa gånger räcker det inte med att använda sig av diskreta I/O eller register I/O i en PLC. Det finns tillfällen då en PLC bör kunna övervaka eller producera en analog signal, ström/spänning. För att kunna göra detta måste man omforma signalen till en sådan form att den kan uppfattas i en PLC. För att kunna göra detta används en DAC (Digital to Analog converter) (se figur 17) eller en ADC (Analog to Digital Converter) (se figur 18).



Figur 17. Digital till analog omvandlare.



Figur 18. Analog till digital omvandlare.

En DAC är en analog konverter som omvandlar ett digitalvärde, oftast i binärkod, till en analog signal. Detta görs genom att mata in en referensspänning i DAC:en som samtidigt analyserar en binärkod som finns i ett register. Beroende på värdet på binärkoden skickas en viss del av matningsspänningen ut. En ADC fungerar i motsatt riktning till DAC:en. En spänning, som man vill analysera, skickas in. Ifall ADC:n är startklar analyserar den signalen och konverterar den till ett digitalvärde, i form av en binärkod som skickas till ett register. Denna läses av PLC:n som avbryter analyseringen ifall den får en signal att om att avbryta. (Hackworth 2004, 140–145)

Man kan beräkna signalen med hjälp av formel 1. Den spänning vardera bit symboliserar beror på hur många bitars analog konverter man använder, t.ex. en 12 bitars DAC med en referensspänning, U_{ref} har $2^{12} = 4095$ nivåer. Detta innebär att minsta möjliga utsignal skulle få spänningen $U_{ref} \times 1/4095$. Om vi då säger att vi har en referensspänning på 10 V

och har binärkoden 1000 1010 0011 i registret för DAC:n, ger det värdet 0,539794921875 gånger referensspänningen U_{ref} . Utspänningen U_{ut} blir då ca 5,4 V. Det är viktigt att minnas är att U_{ut} inte är exakt 5,4 V. Vissa gånger kan man bara inte uppnå ett exakt värde.

$$U_{ut} = U_{ref} \times \left(\frac{b_{11}}{2} + \frac{b_{10}}{4} + \frac{b_9}{8} + \frac{b_8}{16} + \frac{b_7}{32} + \frac{b_6}{64} + \frac{b_5}{128} + \frac{b_4}{256} + \frac{b_3}{512} + \frac{b_2}{1024} + \frac{b_1}{2048} + \frac{b_0}{4096} \right)$$

Formel 1. Beräkning av utspänningen för en 12-bitars DAC.

Vid val av en analog konverter lönar det att tänka sig på tre saker: polariteten, spänningen och upplösningen. Den analoga signalen är antingen bipolar eller unipolär. En bipolar innebär att signalen kan vara både positiv och negativ, medan en unipolär är endast positiv. De vanligaste spänningsområdena en analog konverter använder 0–5 V och 0–10V för unipolär och -5–+5 V och -10–+10 V för bipolar. Det sista man ska tänka på är upplösningen. Eftersom den analoga strömmen/spänningen anges som kvantiserad bitinformation är den inte exakt det värde man önskar. Men ju högre upplösningen är, dvs. ju flera bitar man använder, desto mer exakt kan man efterlikna signalen. (Hackworth 2004 s. 140)

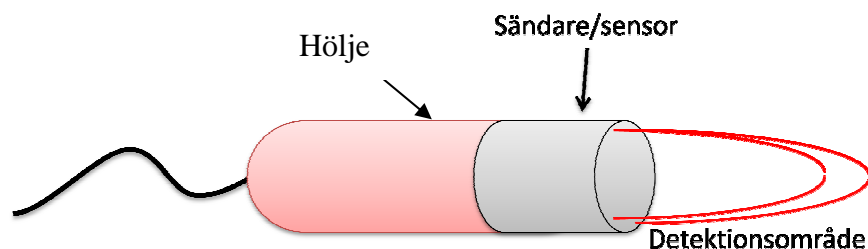
2.2 Positionering

Givare

En PLC används nästan aldrig för att enbart styra en process, utan främst för att veta om processen reagerar på ändringarna. För att PLC:n ska veta och kunna kontrollera om processen reagerar på ändringarna används en eller flera givare. Givare används för att detektera eller mäta fysikaliska egenskaper, såsom temperatur, avstånd och tryck. Det finns två huvudtyper av givare, diskreta och proportionella. Diskreta givare ger en enkel logisk etta eller nolla som utsignal. Det finns många olika variationer på vad och hur dessa givare mäter, men de brukar vara av typen PNP eller NPN. Proportionella givare är givare som mäter värdet på mätobjektet och omvandlar den till en signal, t.ex. en analog signal som är proportionell med mätobjektet. När proportionella givare kopplas till PLC:n brukar de oftast kopplas till analoga ingångar, se sidan 11. I och med användning av video och audioutrustning i samband med givareteknologin finns det nuförtiden ett stort utbud av högteknologiska givare för att kontrollera eller assistera vid produktionen (Hackworth 2004 s.150)

Rörelsegivare

Rörelsegivare är en elektronisk kontaktfri sensor, som används när man vill detektera ett föremåls när- eller frånvaro. Detektionen varierar från typ till typ, men i princip är den någon form av ljus eller elektromagnetisk signal. Dessa kan kopplas till sofistikerade PLC:n eller till helt vanliga reläer. De är uppbyggda så att mottagaren och sändaren är belägna på samma sida (se figur 19).



Figur 19. Rörelsegivarens uppbyggnad

När ett objekt passerar framför givaren så reflekteras signalen, från sändaren tillbaka till mottagaren och objektet är detekterat. Det finns olika typer för rörelsegivare; de vanligaste

är induktiva givare, kapacitiva givare och optiska givare. Induktiva och kapacitiva givare är uppbyggda på samma sätt. De båda består av en sensor, oscillator, detektor och en utgång (se figur 2). Induktiva givare skickar ut ett elektromagnetiskt fält som vid kontakt med en metallisk yta orsakar en reaktion i sensorn. Sensorn i sin tur orsakar en minskning på amplituden i oscillatoren, vilket uppmärksammas av detektorn som ändrar värdet på utgången. Kapacitiva givare däremot kan känna av både metalliska och icke metalliska material. Den består av en kondensator som är uppladdad. När ett material kommer i närheten av det dielektriska material som finns i kondensatorn orsakar detta en störning i materialet, vilket leder till att en ström flyter igenom. Denna ström gör så att oscillatoren börjar oscillera, vilket leder till att detektorn reagerar och ändrar värdet på utgången (Soloman 1999, s. 1.21-1.41)

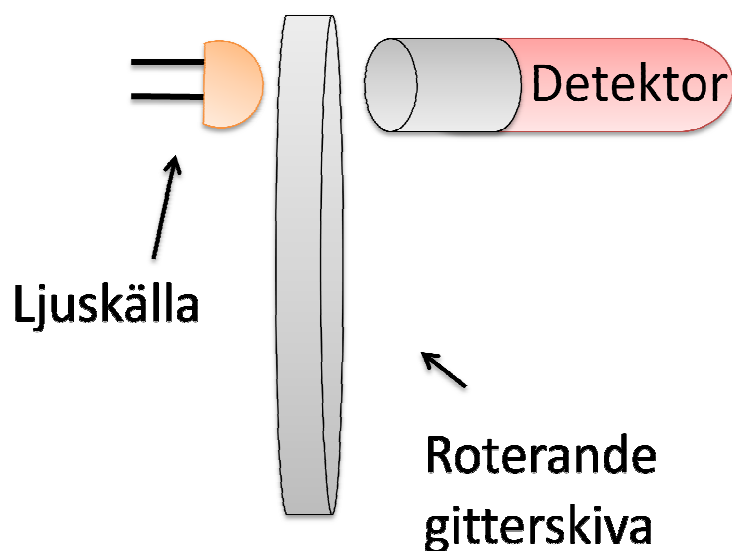


Figur20. Uppbyggnad för induktiv och kapacitiv givare.

Optiska givare består av en sensor, en kontrollenhet och en utgång. Sensorn består av en ljuskälla och en detektor. Funktionen är samma som för de andra två givarna, men den optiska givaren använder sig av en ljuskälla som ska detekteras. Ljuskällan är oftast en LED, Light-Emitting-Diode, vilket är en stark ljusstråle som är antingen infraröd eller någon annan färg i ljusspektret. Det är vanligt att man använder en fotodiod som detektor. Fotodioden är utformad på det sättet att den endast reagerar på ljuskällans ljus. Kontrollenheten försäkrar att strålen som upptagits, har sitt ursprung från ljuskällan. (Soloman 1999, s. 1.21–1.41)

Optiska pulsgivare

För att omvandla rotationsrörelsen till digital information används pulsgivare. Det finns två pulsgivare, inkrementella och absoluta. Deras uppbyggnad fungerar enligt samma principer, båda använder sig av en gitterskiva som snurrar mellan en ljuskälla och en detektor (se figur 21). (Crispin 1997 s. 43)



Figur 21. Pulsgivarens uppbyggnad.

Inkrementella givare

Inkrementella givare består av en glasskiva med ett gitter, som har ett antal ogenomskinliga områden (se figur 22). På ena sidan av glasskivan finns en ljuskälla och på andra en detektor. När ett ogenomskinligt område är helt framför ljuskällan slipper inget ljus till detektorn. När skivan roterar når ljuset detektorn, som skickar en puls till t.ex en PLC.



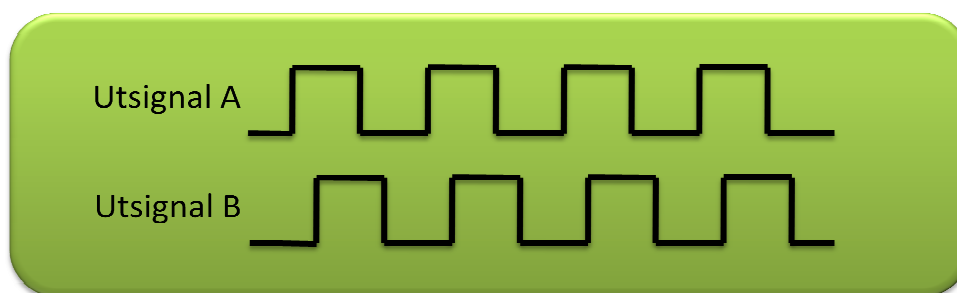
Figur 22. Inkrementella givarens gitter.

Vid fortsatt rotation kommer detektorn att skicka en serie med pulser till detektorn. Om man vet antalet ogenomskinliga områden på skivan, gittrets upplösning (Y i formel 2) och antalet pulser som skickats ut (X i formel 2), kan man beräkna rotationen på givaren (Q i formel 2) (se formel 2). Ju tätare de ogenomskinliga områdena är, desto större är upplösningen och desto exaktare är positioneringen.

$$\frac{360 \times X}{Y} = Q$$

Formel 2. Beräkning av rotationen i pulsgivare.

Problemet är att veta åt vilket håll givaren roterar. Ifall man i stället använder sig av två stycken detektorer och fasförskjuter den ena med 90°. När givaren sedan roterar kan man bestämma rotationsriktningen genom att se vilken av detektorerna som uppfattar signalen först (se figur 23). Detektorerna benämns som A och B.



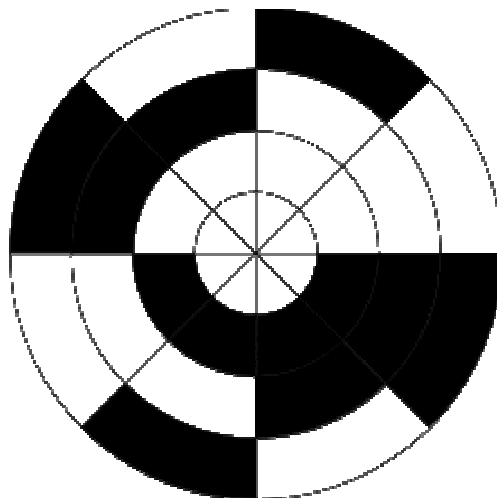
Figur 23. Utsignalen från detektorerna. Eftersom A ligger före B roterar givaren medurs skull B ligger före A skulle det rotera moturs.

Det är viktigt att minnas är att inkrementella givare ger den relativa positionen till startpositionen. För att få den absoluta positionen kan t.ex. en givare användas för nollställning. (Hackworth 2004 s. 197–199)

Absoluta givare

Tidigare nämndes att konstruktionen på absoluta givare påminner mycket om inkrementella givare. Största skillnaden är dock att varje position (vinkel) har en unik kod. Denna binärkod produceras med hjälp av en glasskiva, som har flera olika spår delade i ogenomskinliga och genomskinliga områden (se figur 24). Absoluta givare kan ha en eller flera ljuskällor men varje spår innehåller en egen detektor, som läser av ifall området är ogenomskinligt eller genomskinligt. Om detektorn läser av ett genomskinligt område

producerar detektorn en etta och om det är ett ogenomskinligt område produceras en nolla. På detta sätt skapas en unik binärkod för varje område (se figur 25).

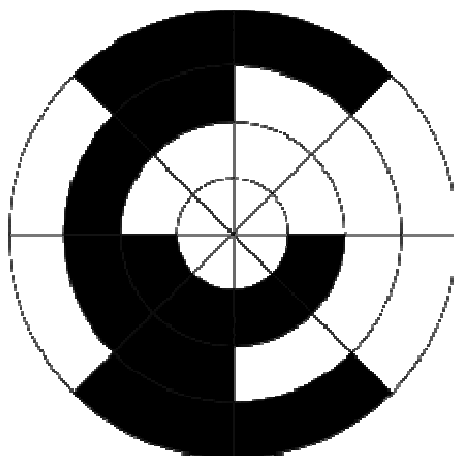


Figur 24. 3-bitars binär absolutgitter (Binary encoder, 2012)

3-bit Binärkod	
0	=000
1	=001
2	=010
3	=011
4	=100
5	=101
6	=110
7	=111

Figur 25. 3-bitars binärkod.

Problemet med binära koder är att de kan byta två siffror samtidigt, vilket innebär att vid ett specifikt ögonblick kan man avläsa fel position. Detta har lösts genom att använda sig av graykod som i stället byter endast en bit åt gången (se figurerna 26 och 27). (Hackworth 2004, s. 197–199)



Figur 26. 3-bitars graykodabsolutgitter (Gray encoder, 2012)

3-bit Graykod

0=000

1=001

2=011

3=010

4=110

5=111

6=101

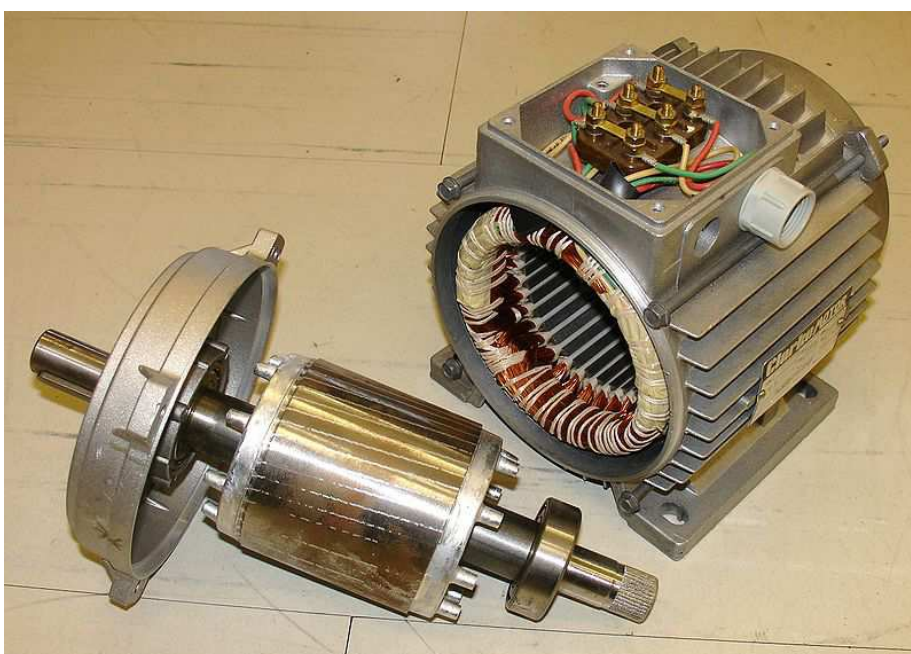
7=100

Figur 27. 3-bitars graykod.

2.3 AC-motorn

Funktion och uppbyggnad

Asynkronmotorn eller induktionsmotorn är en elektromekaniskmaskin som med hjälp av induktionsprincipen producerar en mekanisk rotationsrörelse som man kan utnyttja, bland annat som motor. Det finns två modeller, kortsluten och släpringad motor, men för båda gäller att varvtalet är asynkront, i jämförelse med flödets rotation. Detta innebär att motorns topprotationshastighet kommer att vara aningen lägre än flödets rotationshastighet. På grund av den enkla och robusta konstruktionen har asynkronmotorn goda driftegenskaper, stor överbelastningsförmåga och är servicevänlig.



Figur 28. Asynkronmotors beståndsdelar: rotor och stator. (Stator and rotor, 2008)

Asynkronmotorns huvuddelar består av en rörlig del, rotorn, och en stationär del, statorn (se figur 28). Statorn är en ringformad laminerad järnkärna, som håller upp statorlindningarna. De producerar ett roterande magnetiskt flöde när de är anslutna till nätet. Statorlindningarna kan vara två- eller flerpoliga och är 120 elektriska grader förskjutna från varandra. Rotorn kan vara konstruerad på två olika sätt, kortsluten maskin och släpringad maskin. Rotorn på den kortslutna maskinen består av en järncylinder med rotorlindningar kopplade till ledande stavar som förenas vid rotorns ändor. Detta bildar en så kallad ekorrbur.

Den släpningade motorn däremot lindas på samma sätt som statorn. Dessa statorlindningar är kopplade till tre stycken släpningar. Borsthållare på statorn släpas mot släpningarna, som sedan kan kopplas ihop med en yttre krets, oftast med ett motstånd med vilket man kan motverka startströmmen och öka momentet.

När statorlindningarna kopplas till en matningsspänning kommer det att alstra ett magnetiskt flöde. Detta magnetiska flöde kommer att skapa ett roterande magnetfält, med nord- och sydpol runt rotorn. Detta magnetfält skapar en elektrisk ström i rotorlindningarna som försöker motverka det roterande magnetfältets påverkan, vilket leder till rotation. Rotationsriktningen kan svängas ifall man kopplar om två av faserna.

(Franzen 2002, s. 117–124)

Motorns hastighet

I en tvåpolig motor byter det roterande magnetfältet polaritet varje halvperiod jämfört med den matade spänningen. Detta innebär att efter två halvperioder har de nått sin ursprungliga position. Av detta kan man härleda att flödets rotationshastighet, n_s är samma som frekvensen, f dvs. $n_s=f$ rps eller $n_s=f \times 60$ rpm. Rpm (revolutions per minute) är en enhet som används när man vill beskriva hur många varv ett objekt hinner rotera runt sin egen axel på en minut. Ifall man då har en fyrpolig motor, som har fyra magnetiskapoler, kommer den att endast hinna med ett halvt varv under en period. Detta innebär att $n_s=1/2 \times f$ rps eller $n_s=f \times 30$ rpm, är hälften långsammare. Detta innebär att för en stator med p antal poler blir flödets rotationshastighet 120 gånger frekvensen dividerat med poltalet (se formel 3). Eftersom rotorn inte hänger med den magnetiska flödesändringen släpar rotorns rotationshastighet, n_r efter med 2–6 % jämfört med flödets rotationshastighet. Denna eftersläpning kan benämnas som s och kan definieras som i formel 4. Genom att kombinera dessa två formler kommer rotorns varvtal att bli som i formel 5.

(Franzen 2002, s. 117–124)

$$n_s = \frac{120 \times f}{p}$$

Formel 3. Rotationshastigheten för en asynkronmotor.

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

Formel 4. Eftersläpning för en asynkronmotor.

$$n_r = \frac{120 \times f}{p} (1 - s)$$

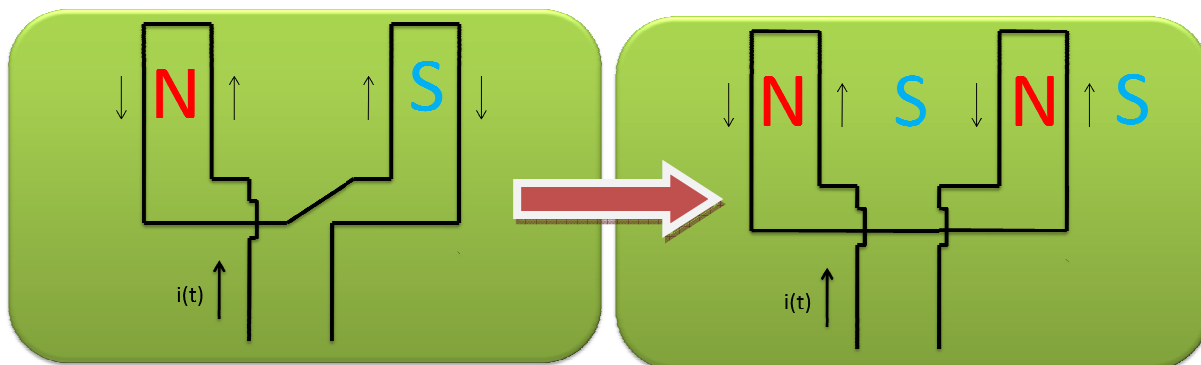
Formel 5. Rotornsrotations hastighet i en asynkronmotor.

Varvtalsstyrning

På basen av formel 5 kan det konstateras att en asynkronmotors hastighet beror på antalet poler som finns i statorn, eftersläpningen på motorn som beror på lasten och på frekvensen på spänningen som skickas in i motorn, frekvensstyrning. Genom att ändra på dessa faktorer kan man indirekt ändra på rotorhastigheten.

Eftersläpningen kan varieras på två sätt: första sättet är att variera på matningsspänningen som inverkar på vridmomentet på maskinen. Detta kan göras ifall lastens hastighet är beroende av momentet t.ex. fläktar. Det andra sättet är att ändra på eftersläpningen genom att ändra på resistansen på en släpringadmotor. Detta påverkar i sin tur momentet, som påverkar hastigheten. (Chapman 1999, s. 412)

Som tidigare beskrevs halveras hastigheten vid ökningen av poltalet. Det finns två sätt att ändra på poltalet i en kortsluten asynkronmotor. Det ena sättet är att ändra på anslutningarna på statorlindningarna så att strömmen, $i(t)$ flyter andra vägen genom hälften av statorlindningarna. Genom att göra detta skapas nordpoler genom lindningarna, vilket resulterar i att det skapas magnetiska sydpoler utanför lindningen, alltså totalt fyra poler, vilket innebär att hastigheten halveras (se figur 29). (Chapman 1999, s. 412-413)



Figur 29. Illustrerar på hur man beroende på lindningsmetod få olik poltal i en asynkronmotor.

Det andra sättet att ändra på poltalet är genom att linda dubbla statorlindningar, med olika poltal på motorn, men endast tillföra ström åt ena statorlindningen. På detta sätt kan man variera varvtalet på motorn med två hastigheter. Problemet är att detta är onödigt dyrt och används därför endast vid behov. Ifall båda systemen kombineras kunde man skapa en motor med fyra olika hastigheter. Till exempel en asynkronmotor har dubbla statorlindningar, 4- och 6-poler och möjligheten att ändra om kopplingarna. Detta skulle innebära att varvtalet vid 50 Hz för motorn skulle bli 1500 rpm, 1000 rpm, 750 rpm och 500 rpm. (Chapman 1999, s. 413–414)

Ifall man ändrar frekvensen på spänningen som skickas till statorn så ändras rotationshastigheten på det magnetiska flöde, n_s i direkt proportionen till frekvensen. Den flödes hastighet som uppstår i en motor vid nominell frekvens kallas för bashastighet. Genom att ändra på frekvensen kan man kontrollera hastigheten från 5 till 200 %, av bashastigheten. För att säkra en säker drift lönar det sig att reglera spänningen och vridmomentet på motorn. (Chapman 1999, s. 414–416)

2.4 Frekvensomriktare

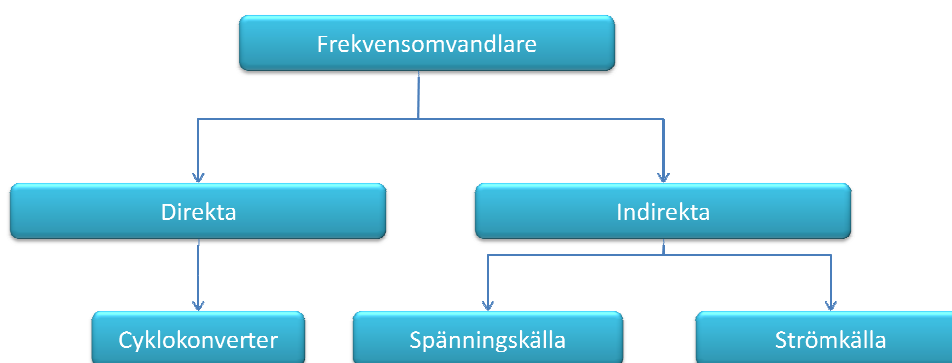
Allmänt

I dagsläget när det gäller hastighetsstyrning av en asynkronmotor är det behändigaste sättet frekvensstyrning. En frekvensomriktare omvandlar frekvensen på spänningen och strömmen från nätet för att effektivare och mer energibesparande kunna styra en asynkronmotor, vars hastighet är beroende av frekvensen (se sidan 20). Frekvensomriktare är väldigt användbara, ingångsspänningen kan vara både en eller trefas och frekvensoberoende. Utsignalen kan varieras både högre och lägre jämfört med nominell frekvens. Dessutom har vissa frekvensomriktare specialfunktioner som gör körningen lättare samtidigt som det kan spara på motorn. För att styra utsignalen kan man antingen styra den manuellt från panelen eller via ett utomstående styrsystem, t.ex. en PLC.

(Chapman 1999, s. 420)

Funktionssätt

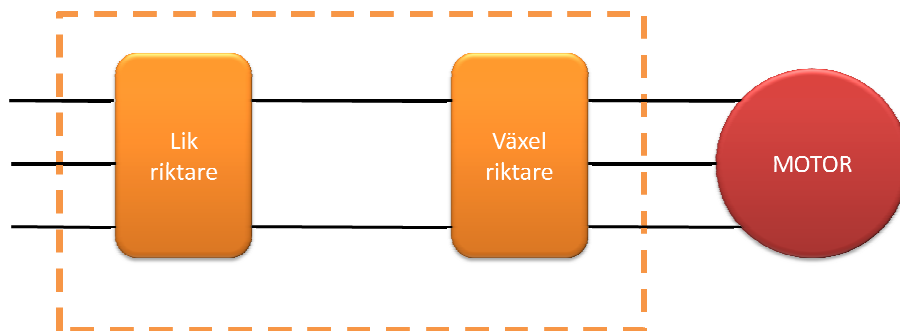
Det finns flera olika sorters frekvensomriktare, beroende på vad och hur man vill omrikta frekvensen, men det finns två huvudtyper, direkta och indirekta omriktare (se figur 30).



Figur 30. Olika typer av frekvensomriktare.

Direkta omriktare benämns oftast som cyklokonverterar. Den funktionerar för både enfas- och trefas-system, trefas-cyklokonverterar är vanliga. Utsignalen på frekvensen kommer att variera mellan 0 och $0.5 \times f_s$, där f_s är frekvensen för nätet. För stabilare kurvformer på utsignalen begränsas oftast frekvensen till cirka en tredjedel av nätets, d.v.s. $0,33 \times f_s$. Dessa är bäst lämpade för applikationer som kräver lågt varvtal och stor kraft, t.ex. cementugnar. (Krishnan 2001, s. 313–314)

Ifall större variation på frekvensen behövs kan det löna sig att använda en indirekt omriktare. Indirekta omriktare likriktar först växelspanningen från nätet till likspänning. Detta gör så att den nya frekvensen är oberoende av nätfrekvensen. Likriktningen sker oftast med en diod- eller tyristorbrygga. För att variera spänningen/strömmen i kretsen används en tyristorbrygga. Den likriktade spänningen växelriktas sedan till växelspanning med önskad frekvens, som sedan skickas till önskad elmaskin (se figur 31).



Figur 20. Beståndsdelar för en indirekt frekvensomriktare.

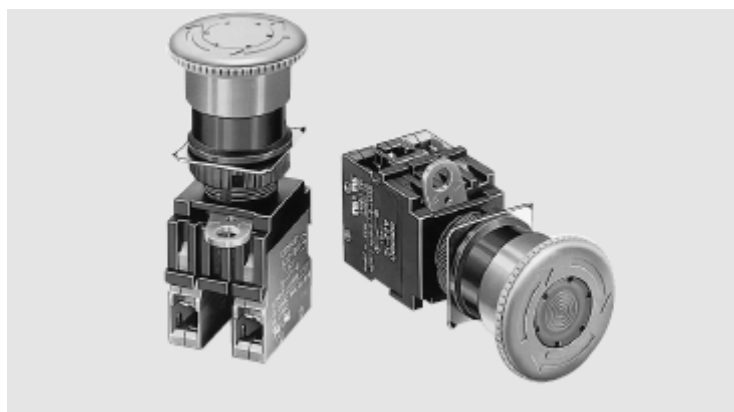
Hur växelriktningen sker beror till stor del på vad man vill kontrollera, men det är vanligt att man använder sig av PWM, Pulse Width Modulation, som hackar sönder likspänningen till korta pulser så att man får önskad spänning och frekvens. (Krishnan 2001, s. 314–316)

2.5 Maskinsäkerhet

Vid planering och idrifttagning av en maskin skall den första prioriteringen vara människors säkerhet. Olika hälso- och skyddsdirektiv för maskiner och skyddskomponenter bestäms enligt maskindirektiv 98/37/EC. För att få sälja och använda maskiner på EU-områden skall dessa krav fyllas. De som konstruerar en maskin för eget bruk skall även följa maskindirektiven och placera ett CE-märke på maskinen. (OMRON Europe B.V 2003, s.1)

Nödstopp och skyddsrelä

En maskin måste innehålla en separat kopplad nödstoppskrets och en stoppknapp (se figur 32), så att användaren vid behov kan stoppa maskinens drift. Ett nödstopp får inte vara beroende av mjukvara, elektronisk logik och inte heller vara kopplad genom en PLC.



Figur 32, Nödstopp med och utan ledlampa (Omrons elektroniska katalog),

Ett skyddsrelä (se figur 33) är ett sätt att implementera nödstoppskretsar. För att uppfylla kraven som ställts på maskinsäkerheten, enligt europeisk lagstiftning, skall ett skyddsrelä ha en extra kontrollkrets om det uppstår fel i den primära kretsen. Dessutom ska skyddsrelä garantera att ifall en krets kortsluts så kommer felet att upptäckas och omstart kan inte ske. (Crispin 1997, s. 34)

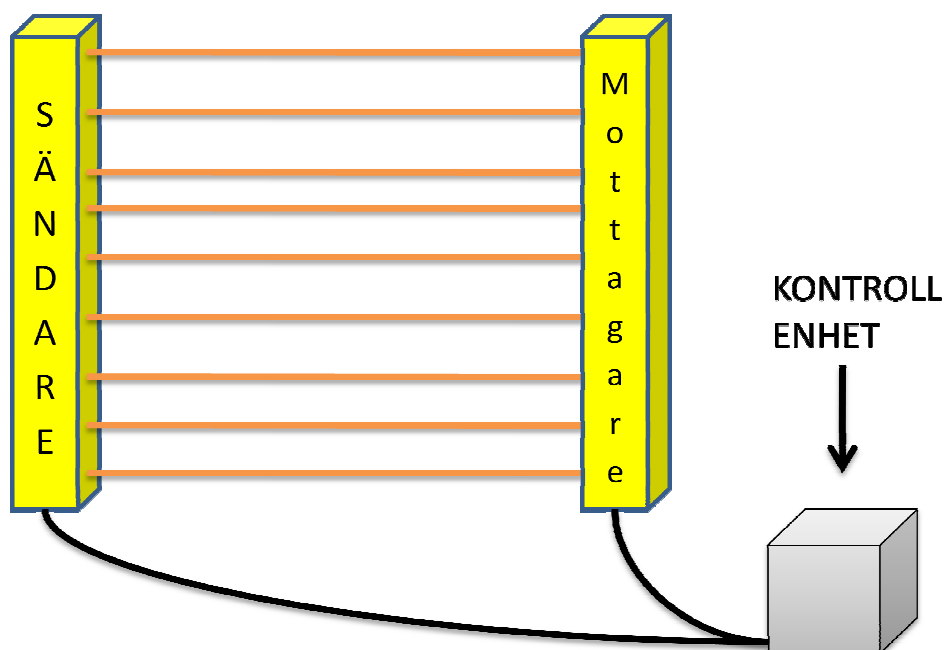


Figur 33. Skyddsrelä (Omrons elektroniska katalog).

Ljusridå

Områdena runtomkring maskinernas rörliga delar kan vara farliga. Därför är det nödvändigt att omringa området med något skydd, så att man inte kommer nära området. Ett mycket bekvämt sätt är att installera en ljusridå. Ljusridån är en skyddsanordning som separerar människa och maskin med en ridå av ljus.

Ljusridån har samma funktionssätt som en thru-beam sensor, som tillhör klassen optiska givare. Den består av tre delar, en sändare, en mottagare och en kontrollenhet (se figur 34). Sändaren skickar en stråle till mottagaren. Ifall strålen kommer fram utan att någonting stör den, är allt bra och inget händer. Ifall någonting stör strålen från att nå mottagaren, t.ex. en kroppsdel, så skickas en signal från kontrollenheten. Denna signal kan t.ex. användas i en styckrets för att stänga av maskinen så att ingen kommer till skada.



Figur 34. Funktionsskiss för en ljusridå.

Skillnaden mellan en thru-beam sensor och en ljusridå är mängden strålar. Sensorn skickar ut en stråle medan ljusridån skickar ut en mängd parallella stålar som täcker ett helt område (se figur 34). Strålen som skickas ut är infraröd, dvs. inte synlig för ögat. Den är även pulserande och störs därför inte av andra ljusfenomen. Eftersom strålen har den karaktär den har är den mycket gemytlig för människan och stör inte denna i hans/hennes arbete. (Hackworth 2004, s. 270–271)

2.6 IEC 61131–3

Allmänt

IEC 61131–3, som tidigare benämns som IEC 1131–3 är en standard bestämd av International Electro-technical Commission, som är en systerorganisation till International Standardisation Organisation, ISO. Eftersom många olika industrier och företag använder sig av PLC:n kan det vara en oumbärlig säkerhetsåtgärd att fler personer har kunskap om det programmeringsspråk som används. Detta för att det inte ska utvecklas egna variationer av språken, dvs. dialekter på de olika företagen och att en person utbildad på ett företag skulle kunna misstolka koden. Detta skulle kunna föra med sig stora missöden. IEC 61131–3:s syfte är att ha en gemensam syntax för de språk man använder inom PLC-programmering för att undvika missförstånd. (Lewis 1998, s. 2)

I slutet av 1970-talet tillsattes en arbetsgrupp inom IEC för att genomföra en undersökning om de olika språken och deras dialekter. I samarbete med fabrikatörerna granskades språken i ett försök att utveckla en standard för de olika språken. Man publicerade den första standarden år 1998. (Lewis 1998, s. 3)

För tillfället inkluderar standarden tre stycken grafiska språk; LD, FBD och SFC och två textbaserade språk, IL och ST. IEC 61131-3:s syfte är inte att förhindra nya språk från att skapas, exempelvis standarden tillåter att nya funktionsblock skapas i C++.

Förutom språket betonar IEC 61131-3 en väl strukturerad hierarkisk uppbyggnad. Detta görs genom så kallad POU:s, Programmable Organisation Unit. POU:er kan indelas i funktioner, funktionsblock och program.

Program organistaion units, POU

Funktion

En funktion är ett återanvändbart mjukvaruelement. De ingångsvärden som skickas till funktionen kommer att producera ett utgångsvärde. Exempel på funktioner kan vara matematiska funktioner som SIN (sinus) och SQRT (kvadratroten), men även textbehandlingsfunktioner såsom INSERT. Viktigt att notera är att det inte går att spara värden i interna variablerna i funktioner. Detta innebär att när man skickar information till en funktion bearbetar funktionen informationen alltid på samma sätt. (Lewis 1998, s. 77)

Funktionsblock (FB)

FB innehåller data och algoritmer, med vilka den kan hålla koll på det förflutna. Det data en FB kan innehålla är t.ex. förflutna värden av en process. Detta är en av de större skillnaderna mellan FB och funktioner. När FB en gång är definierad kan de användas om och om igen i olika program eller olika projekt. Algoritmen i FB:n kan skrivas på alla IEC- språk. Detta innebär att egna funktionsblock kan bli gjorda. En PID-kod är ett utmärkt exempel på ett funktionsblock. (Lewis 1998, s. 98)

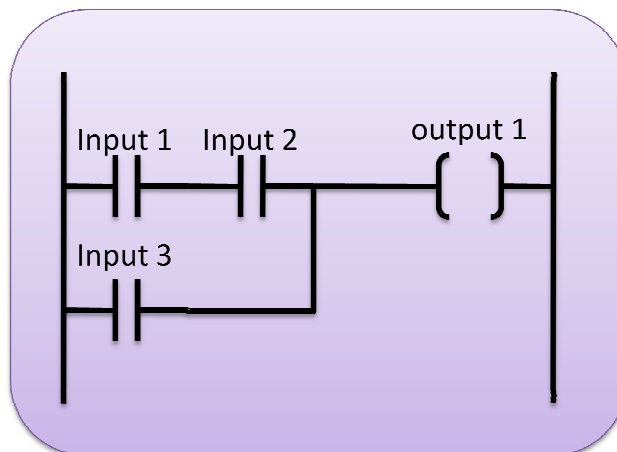
Program

Program är det största mjukvaruelementet i POU. Till sin karaktär är den mycket lik FB. Program används för mera att styra helheten, därför kan ett projekt innehålla många olika funktionsblock men bara en eller några få program. Program kan även innehålla sådana variabler som andra maskiner behöver tillgång till. (Lewis 1998, s. 103)

Språk

Ladderdiagram (LD)

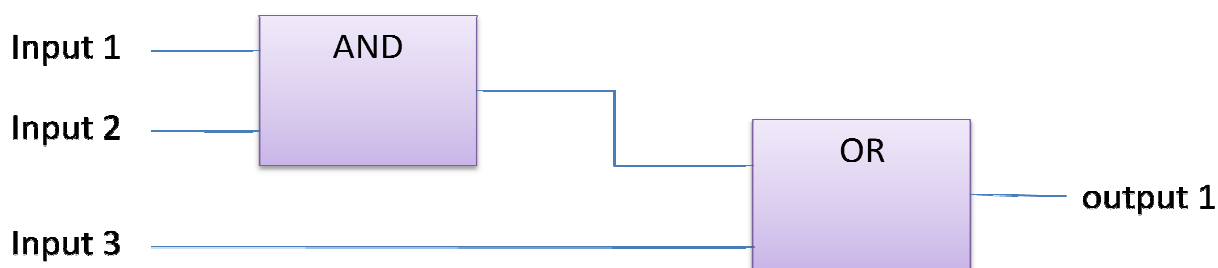
Ladderdiagram är ett grafikbaserat språk som har sitt ursprung hos elkretsar och logiska relädiagram. Dess fördelar är att de är lätta att lära och att utföra felsökning. Den passar bra till komplexa AND- och OR-kretsar medan dess största svaghet är att de allra mest komplexa programmen kan vara svåra eller till och med omöjliga att utföra i ladderdiagram. Även om den har hoppfunktioner kan en annan programmeringsmetod för sekvensprogrammering vara enklare. (Lewis 1998, s. 151)



Figur 35. Exempel på ladderdiagram.

Function blockdiagram (FBD)

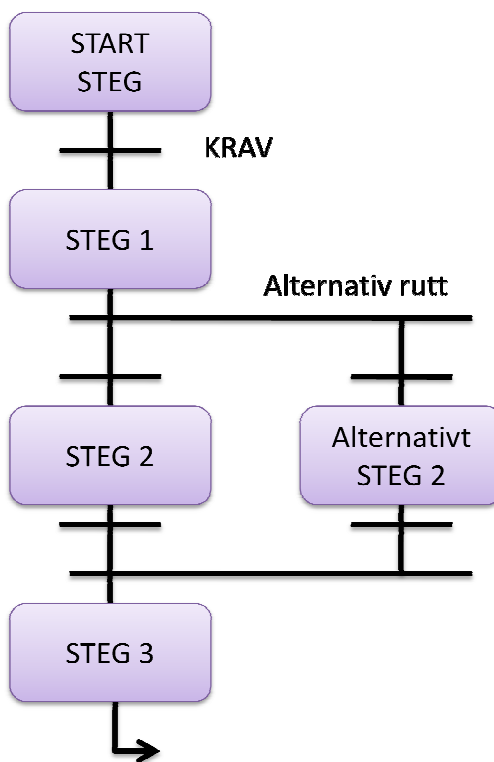
FBD är ett grafiskt språk som är idealiskt vid programmering av signalflödet mellan styrblock. Den påminner mycket om kretsscheman där kopplingarna motsvarar signalbanor mellan komponenterna. Därför är den mera populär bland dem som är vana med kretsscheman (se figur 36 för exempel). (Lewis 1998, s. 135)



Figur 36. Exempel på Function blockdiagram.

Sequentialflowchart (SFC)

SFC är ett grafiskt språk baserat på det franska Grafset. Det illustrerar en serie steg som ska utföras. Varje sekvens börjar med ett startsteg. För att kunna flytta vidare till nästa steg ska kravet mellan stegen uppfyllas, förutsatt att man inte har ett parallellt steg. Stegen kan programmeras med de andra programmeringsspråken. SFC:s fördelar framkommer i program som kräver sekvensstyrning. (Lewis 1998, s. 185)



Figur37. Exempelpå sequential flow chart.

Instruction List (IL)

IL är ett simpelt textbaserat språk, mycket likt assembler. IEC utvecklade IL eftersom många operatörer använde sig av det. Detta kan bero på att det är väldigt enkelt att utveckla en PLC som förstår IL och programmeringen kan ske utan komprimering. Därför är det mindre PLC:n som använder IL. IL:s struktur är väldigt simpel och lättlärd. Den är idealisk för att skriva kort och koncist kod som kan lösa enkla problem med begränsat antal ändringar i programmets flöde. (Lewis 1998, s. 169)

```

LD Speed
GT 1000
JMPCN VOLTS_OK
LD VOLTS
SUB 10
ST VOLTS
  
```

Figur 38. Exempel på instruction list.

Structured Text (ST)

ST är ett språk på hög nivå vars utseende ser ut att ha sina rötter i PASCAL. Trots utseendet har ST endast några likheter med PASCAL eftersom det blivit utformat för industriella styrapplikationer. På grund av detta har språket varierande sätt att bl.a. tilldela variabler, uttryck, skapa funktioner/funktionsblock och vid upprepningar. Uttrycken kan skrivas relativt fritt med teckenindragningar, flikar och kommentarer. Ett bra kommenterat program är väldigt lättläst. Detta leder till att för en mjukvaruprogrammerare är ST väldigt lättlärt och lätt användbart. Det är mest användbart vid mycket komplexa beräkningar. (Lewis 1998, s. 117)

```
IF flag = 3 THEN
    IF average < criterion - margin THEN
red_lamp := TRUE;
    ELSEIF average > criterion + margin THEN
red_lamp := TRUE;
    ELSE
green_lamp := TRUE;
    END_IF;
END_IF;
```

Figur 39. Exempel på structured text.

3 Praktisk utförande

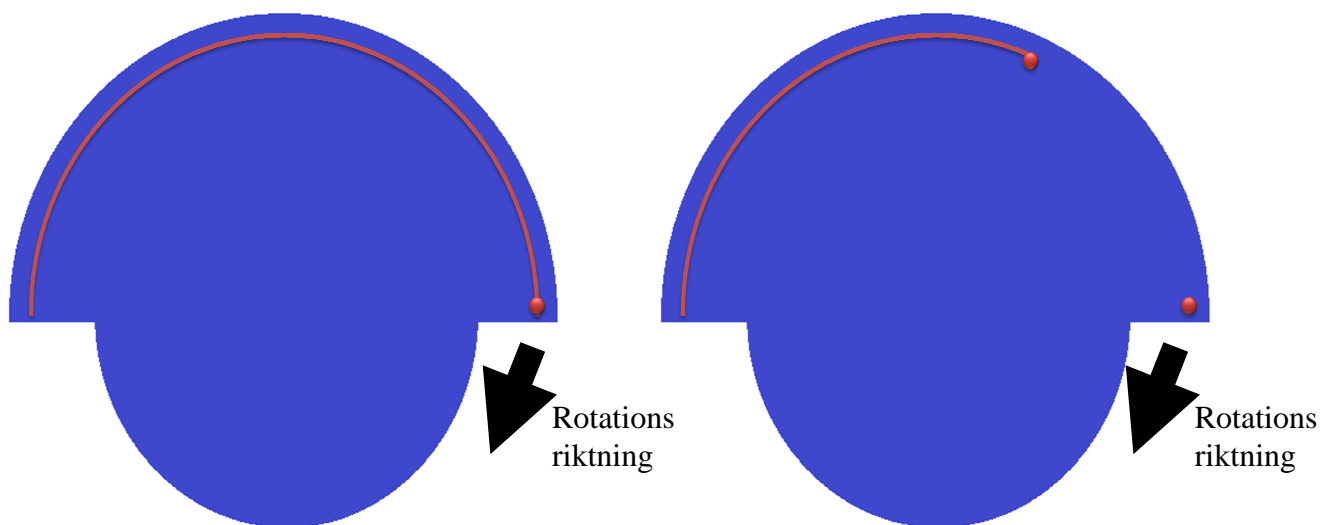
3.1 Teknisk planering

Lastpallsstaplaren var planerad att innehålla fler komponenter än vad som behövdes, som säkerhet, om någon av kretsarna skulle få något fel. Dessa slopades eftersom det ansågs att man kunde byta ut de söndriga delarna vartefter fel uppkom. Den gamla manuella styrningen hade skett med knappar och lcd-styrpanel på dörrpanelen. Tanken var att man i stället kunde använda sig av en pekskärm där man kunde välja mellan manuell- eller programstyrning. Vid val av manuell styrning skulle knapparna som tidigare varit på dörrpanelen visas på pekskärmen för att styra maskinen via dem. De knappar som behålls som fysiska knappar på dörrpanelen är nödstopp, eftersom det är ett krav att den är fysisk (se sidan 25). Dessutom behövs autostopp, kvittering av gränsvärdena, kvittering av fullstapel, kvittering av nödstopp och kvittering av autostopp. Dessa behövs eftersom vid arbete är det meningen att använda skyddshandskar och för att använda pekskärmen vore man tvungen att avlägsna dessa. Det är dessutom dessa knappar som används vid programkörning. Det är även planerat att ha extern nödstopp- och autostoppknapp som kan placeras vid den andra ljusgrinden eller porten till maskinen. Dessa är planerade så att om det inget finns behov av dem, skall de inte ingå.

Hastigheten på motorerna har tidigare skötts av frekvensomriktare (se sidan 23). Fyra stycken utgångar från en PLC var kopplade till en frekvensomriktare. Två av dessa bestämde rotationsriktningen för elmotorn. De andra två bestämde hastigheten. Genom att skicka in olika kombinationer av utgångarna kunde maskinen köras med tre olika hastigheter: långsam, mellan och snabb hastighet. För att få bättre kontroll på motorns hastighet byttes detta system ut mot att i stället köra frekvensomriktaren analogt. Det innebär att man på PLC:n skall ha en analogutgång (se sidan 11) som skickar ut en spänning till en analogingång på frekvensomriktaren och på basen av storleken på spänningen bestäms hastigheten. För att styra spänningen som skickas ut från analoga utgången används en pekskärm.

För att försäkra sig att rotationen på staplartornet inte överskrider 180° har man skurit en metallskiva enligt figur 40. Den röda punkten representerar en induktiv givare (se sidan 13). Givarens normala tillstånd finns på den röda linjen på skivan. Ifall givaren går utanför skivan kommer den att ändra tillstånd. PLC:n märker att signalen i givaren ändrar tillstånd

vilket leder till att maskinen stannar, på grund av att gränsvärden har överskridits. Problem uppstår, då man inte kan rotera maskinen 180° till exempelvis vid utrymmesbrist. En lösning vore att skära bort ett segment av skivan. Tyvärr vore det en permanent lösning och ifall man flyttade maskinen till en plats där den hade utrymme att kunna rotera 180° vore detta inte möjligt. Därför är det planerat att placera en till induktiv givare med vilken man kan styra hur mycket lastpallsstaplaren kan svänga (se figur 40). Givarn kan dessutom flyttas på och på så sätt kan rotationen ändras.



Figur 40. Skiss på skiva som används vid bestämning av rotation. röda prickarna symboliserar givare och röda linjen normalt område.

Tidigare har ett staket med en port omringat lastpallsstaplaren för att obehöriga inte ska få tillgång till dess rörliga delar och på så vis komma till skada. Ifall porten öppnas skickas från en gränsbrytare en signal till ett skyddsrelä som stoppar maskinen. Problem som kan uppstå är vid avhämtning av lastpallarna. Ett inhängt område kan vara svårt åtkomlig med en truck i vissa fall även för en pumpkärra. Dessutom kan gränsbrytarens funktion överskridas genom att få den att tro att dörren är stängd fast den är upp. Användning av ljusridå skulle däremot tillföra obehörig vistelse från lastpallsstaplaren och dessutom ge mera utrymme för avhämtningen. Dock är ljusridån dyr och att omringa hela maskinen med en ljusridå skulle bli extremt kostsamt. Därför vore den bästa lösningen att omringa området med ett staket, men i stället för en port skulle man ha en ljusridå. Detta skulle ge mest utrymme och ändå vara ett relativt billigt system.

En orsak att uppdatera ritningarna är om många ändringar skett t.ex. nya komponenter, nya tillgångar lagts till och vissa ingångar och tilläggskort tagits bort. Till en början skall nya elritningar för denna prototypmaskin göras och dessa skall vara grunden för hur elcentralen kopplas. När allt klart skall även elritningar till den nya elkretsen göras. Prototypcentralen kommer att kräva mest ändringar på ritningarna, eftersom det kommer att innebära driftsmässiga ändringar på lastpallsstaplaren. När sedan nya ritningar till en ny central med nya komponenter görs, kommer det att påverka endast märkningarna på komponenterna, eftersom driftmässigt skulle lastpallsstaplaren fungera på samma sätt.

3.2 Elcentralen

Gamla centralen

Den gamla centralen hade måtten 800×1000×300 mm och stod upprätt på en ställning. På dörren fanns 12 knappar som styrde diverse funktioner, samt två platser för tilläggsknappar. Högst uppe finns en styrningspanel för PLC:n. På vänstra sidan fanns en huvudbrytare för centralen. En fläkt fanns i nedre vänstra hörnet och ett luftintag i högra övre hörnet. De olika komponenterna kan ses i figur 41. Komponenterna är fastsatta i en DIN-skena.



Figur 41. Komponenterna i gamla centralen.

Ny central

Problemet med den gamla elcentralen var att den var onödigt stor. Storleken berodde inte på värmeutveckling i komponenterna utan gav möjlighet att vid behov att utöka komponentantalet i kretsen. Eftersom man nu skall använda en pekskärm faller många knappar bort. Vid diskussion kom man fram till att höjden borde vara samma, men bredden kunde dras in på. Vid planeringen användes färdiga ritningar på lådor. En central (se bilaga 1) som planerades hade dimensionerna 600×900×350 mm. Komponenterna som

användes vid planeringen av centralen är sådana komponenter som kommer att användas i framtiden. Dessutom planerades en pulpetmodell (se figur 42 och se bilaga 2) med måtten 600×965×400. Pulpetmodellens fördel är att den kan vara placerad på marken och inte i en ställning som de övriga. Eftersom Mikrometalli har en varierande maskinpark så kan man om man anser det lönsamt, själva tillverka elcentralen. Detta skulle öppna en mängd möjligheter på utseendet på elcentralen.



Figur 42. Nya centralens utseende (Pulpetcentral, u.å.).

Prototyp Central

Mikrometalli hade fortfarande kvar en låda av storleken 800×1000×300, liksom flera av de gamla komponenterna. Det som saknades var en PLC. Tanken med denna låda var att skapa en programmerbar helhet med en ny PLC och pekskärm. Konstruktionen av lådan påbörjades efter att man hade planeringen och ritningarna i ordning. Eftersom det ofta uppstår ändringar under ett projektets gång var detta ett ypperligt tillfälle att bearbeta de problem och frågeställningar som kom fram vid kopplingen av kretsen. Eftersom lådan var planerad för det gamla styrsystemet var man tvungen att göra en del konstruktionsändringar till lådan t.ex. pekskärmen var större än lcd-skärmen, varför det befintliga hålet förstörades. Konstruktionen av lådan fortlöpte enligt figurerna 43-46.



Figur 43. Placering av DIN-skenor och kabelhyllor.



Figur 44. Komponenterna placerade.



Figur 45. Alla komponenter och kablar dragna.



Figur 46. Nya pekskärmen och knapparna på plats.

3.3 Komponenter

Vid val av komponenter betraktades inte enbart priset på produkten. Vissa komponenter kan behöva ha specialfunktioner som inte finns i basmodellen eller något billigare alternativ. För att undvika extra komponenter eftersöks komponenter med liknandefunktionssätt. Dessutom kommer de att vara placerade i utrymmen där både damm och vibrationer kan förekomma, vilket kräver att de är dammtäta och lite stryktåliga.

PLC

Den gamla PLC:n var en Telemecanique modicon micro modell TSX3722101. Den fungerade med en matningsspänning på 24 V och hade 20 kB RAM-minne. Den hade totalt 32 ingångar och 24 utgångar samt ett externt pulsräknar kort. Utgångarna var av typen PNP. Dessutom hade den en XBT-R400 som är en 20 knappars LCD-baserad HMI. Programkoden i PLC:n är skriven med Grafset och som programmeringsprogram används PL7 micro Junior. Kraven i programmet är skrivna med LD.

För att slippa onödiga ändringar i ritningarna beslöts att skaffa en driftsmässigt sett likadan PLC som den gamla Telemecanique. Detta innebar att den ska drivas med 24 V spänning. Utgångarna ska vara halvledare eftersom dessa håller längre. Det gamla programmet hade tagit c. 15 kB utrymme från RAM-minnet. För att vara på den säkra sidan beslöts att PLC:n åtminstone ska ha 20 kB minne eftersom det finns en möjlighet att programmet kan bli större. Ifall programmet skulle bli för stort vore man tvungen att skära på programkoden. Det skulle innebära att maskinen inte skulle ha samma funktionssätt som tidigare. På grund av att det nya systemet skall använda en pekskärm kan programkoden bli större.

Val av ny PLC

Två återförsäljare av PLC:n hade varit i kontakt med Mikrometalli: Beckhoff och Omron. Beckhoff har varit verksam i Finland sedan 1986 och erbjuder sina kunder försäljning, teknisk support, utbildning, produktutveckling, applikationer och service. Beckhoff erbjöd åt vår process en CP6607-PLC (se bilaga 3). CP6607 är en datorbaserad PLC vars operativsystem är Windows CE. Den har en 5,7 tums pekskärm men inga utgångar eller ingångar. Dessa får köpas skilt. Som programmeringsprogram används Twincat. Detta stöder alla språk enligt IEC 61131-3 (se sidan 28).

Omron är verksamt i 36 länder. Omron tillverkar och levererar system och komponenter för industriautomation. Omrons förslag på PLC var CP1H-serie som är en traditionell PLC vars basmodell har minst 24 ingångar och 16 utgångar (se bilaga 4). Pekskärmen skulle man vara tvungen att köpa skilt. Omrons CP1H kan programmeras med LD och dess funktionsblock med LD och ST. Som programmeringsprogram används CX-one lite. Programmeringen med CX-one skilde sig lite från IEC-standard. Man kan dessutom programmera Omrons frekvensomvandlare med CX-one.

Vid jämförelse av dessa två är CP1H billigare än CP6607. Dessutom var det planerat att använda en traditionell PLC. TwinCAT har bättre programmeringsmöjligheter, eftersom den har fler språk. Det är fullt möjligt att skriva ett liknande program med de språk som används i CX-one. En av de mest avgörande faktorerna var att Omron förutom PLC:n, erbjöd en rad andra komponenter såsom frekvensomriktare. Detta innebär att maskinen kan förverkligas med så få tillverkare som möjligt. Därför valdes Omron och CP1H.

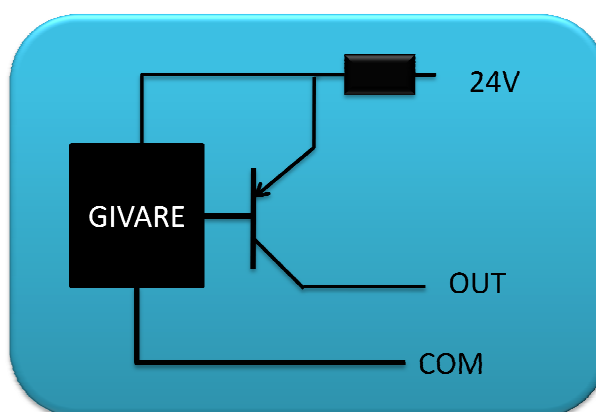
CP1H har tre olika modeller att välja mellan. CP1H-Y modellen har 20 I/O:n, både CP1H-X och CP1H-XA har 40 I/O, 24 ingångar och 16 utgångar. Dessutom har de färdigt inbyggda pulsräknarkretsar. Skillnaden mellan dessa två är att XA-modellen innehåller fyra analoga ingångar och två analoga utgångar. Styrningen till frekvensomriktaren ska ske via en analog spänning. Därför vore det bättre att skaffa CP1H-XA, eftersom den har två analoga utgångar, en till vardera frekvensomriktare. Utgångarna kan vara antingen NPN, PNP eller relä. Eftersom utgångarna skulle vara halvledare och skulle förse spänning till andra komponenter blev valet PNP-utgångar (se sidan 10).

Pekskärm

Det valdes att skaffa en pekskärm från Omron. Den skulle ha 5,7 tums skärm, fungera med 24 volts spänning och kommunicera via Ethernet. Detta innebar anskaffning av ett Ethernet tilläggskort till PLC:n. Den skulle inte heller ha några fysiska knappar, vilket var ett rent utseendemässigt beslut. Två modeller undersöktes NS5 och NQ5 (se bilaga 5 och 6). NS-modellen är den klart bättre modellen av dessa två. Den har bättre grafik, större internt minne och inga knappar. Dock valdes NQ5 för att den var hälften billigare än NS5 och att det inte fanns behov av bättre grafik. NQ5 programmeras med en egen programvara, NQ-designer, denna får laddas ner gratis från Internet.

Givare

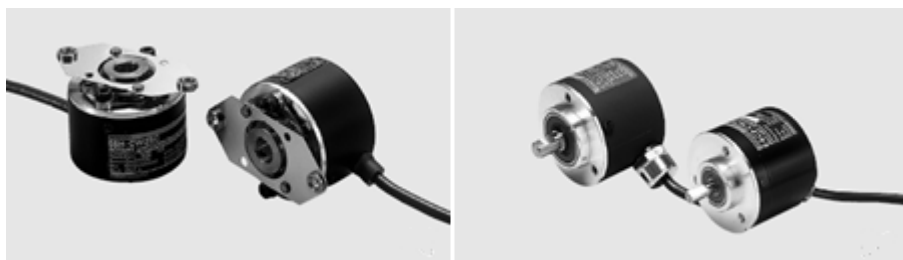
Givarna skall vara av typen PNP eftersom ingångarna på PLC förser kretsen med en negativ spänning (se figur 47). Dessutom ska givarna fungera med en 24 V spänning. Lastpallsstaplaren använder sig av en optisk givare för att detektera en lastpall och tio induktiva givare för att styra maskinen. Två pulsgivare av inkrementell typ används för rotationspositionering, tre ventiler för att styra griparmen och en ventil vid transportören. Givarna hade tidigare beställts från OEM men även Omron erbjuder givare.



Figur 47. Kretsschema för en givare av PNP-typ.

Pulsgivare

Tidigare användes Küblers Hollowshaft pulsgivare och dessa har fungerat bra. Problemet är att de har onödigt stor upplösning, 2500 pulser/varv för en process såsom lastpallsstaplaren. Dessa var av typen Push-Pull, både NPN och PNP. Hollowshaft innebär att en roterande axel kan placeras in i pulsgivaren (se figur 48).



Figur 48. Till höger en hollowshaft pulsgivare. Till vänster en standard pulsgivare.

(Omrons elektroniska katalog.)

Det var tänkt att använda Omrons hollowshaft pulsgivare (se bilaga 7). Men problemet med dem är att de fungerar med en matningsspänning på 5–12 V. Eftersom lastpallsstaplaren använder en 24 V likspänningskälla är Omrons pulsgivare inte lämpliga.

För att få den att fungera korrekt bör en till likspännings införskaffas, som skulle bli en extra kostnad. Omron hade en hollowshaft pulsgivare som fungerade med spänningen 24 V. Tyvärr var den av NPN-typen och kunde därför inte användas. I stället erbjöd Omron en standard pulsgivare (se bilaga 8) som skulle fungera enligt kraven. Användningen av en sådan skulle innebära en ändring på kopplingssättet av pulsgivaren till objektet som roterar (se figur 48).

Eftersom modellen som söktes inte var tillgänglig hos Omron söktes det från andra leverantörer. Från OEM erbjöds en Bei Sensors DHO5 (se bilaga 9). Den var hollowshaft och push-pull typ, vilken var ändamålsenlig men hade ett ganska högt pris och lång leveranstid.

Dessutom övervägdes att konstruera en egen pulsgivare, eftersom det inte krävs exakt positionering. Den skulle vara konstruerad så att man skulle ha en slitsad skiva och en induktiv givare som skickar ut pulser till PLC:n. Problemet är att vanliga pulsgivare använder två stycken signaler för att bestämma rotationsriktning. Eftersom denna skulle använda endast en signal så skulle det leda till att pulsräknaren endast skulle räkna uppåt. En undersökning borde även göras för att bekräfta hur bra induktiva givaren hinner skicka signalerna.

Ljusridå

En ljusridå används endast som dörr, med avsikten att motverka att personer kommer i närheten av maskinen medan den är igång. Detta innebär att ljusridån inte kommer att behöva så många signaler som skickas från sändaren till mottagaren, den behöver alltså inte vara finger- eller handskyddad. Däremot för att behålla systemet flexibelt kan det vara bra att kunna skicka signalerna en lång distans så att utrymme finns för en truck att köra emellan sändaren och mottagaren och hämta lastpallarna utan att behöva stöta till något. Omron erbjöd en modell (se bilaga 10) som skickade ut fyra signaler på en maxdistans på sju meter. Området detta täcker har höjden 1200 mm. Denna kan kopplas direkt till ett skyddsrelä.

Motorer

Lastpallstaplaren använder sig av fyra stycken asynkronmotorer. Den ena är för transportören, den andra för rotation av staplartornet, den tredje för placering av Gripararmen och den fjärde för att svänga om lastpallen. Transportören och svängningen av lastpallen styrs med kontaktorer medan de två andra styrs med frekvensomriktare. Samtliga motorer har en hastighet på cirka 1400 varv i minuten. Dock har hastigheten begränsats med en mekanisk växellåda mellan elmotorn och axeln. Motorerna har beställts från SEW Eurodrive och fungerat godtyckligt. Därför används dessa i fortsättningen för byggandet av lastpallsstaplaren.

Frekvensomvandlare

Tidigare har två Vacon NXL frekvensomriktare använts. Dessa med storleken 0,4 kW och 0,75 kW. Eftersom Omron även tillverkar frekvensomriktare fanns det planer på att beställa dessa från därifrån. Det söktes en modell med likadana egenskaper som Vacon omriktare har. Dessutom skulle den kunna styras med en analog spänning. Omron erbjöd sin MX2-modell (se bilaga 11) och ansåg den vara mest lämplig för vår process.

3.4 Kostnadsberäkningar

För att hålla reda på vad allt detta skulle kosta ifall en ny central skulle konstrueras frågades offerter av olika företag. För kostnadsberäkning användes sådana produkter man ansågs vara mest lämpliga för att konstruera en lastpallstaplare som fungerade enligt samma princip som den gamla. Kostnaderna för arbetet, själva metallederna, vissa mindre komponenter och kabelkostnader togs inte i beaktande. Dessutom blev den gamla centralen ihopkopplad av en utomstående person. Denna kostnad kan försummas eftersom det är tänkt att Mikrometalli själv kopplar centralen. Det kan även vara lönt att tänka på att om man bygger flera maskiner samtidigt, bör det beställas större kvantitet på produkter, eftersom företag brukar erbjuda mängdavgifter och på så vis få ner totala kostnaden på maskinen. I bilaga 12 kan ses kostnadsberäkning för den nya centralen både med och utan ljusridå.

3.5 Programmering

Eftersom det gamla programmet var skrivet med Grafcet hade det självklara valet varit att skriva programmet med SFC, eftersom det både funktions- och utseendemässigt är lika. Då skulle det gamla programmet kunna utnyttjas mera som var skrivet med Telemecaniques PL7. Tyvärr stöder inte CP1H-logiken SFC, varför programmet till största delen måste skrivas om. Det stöder däremot LD och även ST i funktionsblocken. Eftersom LD inte är lämpad för sekvensstyrning kan det vara lönt att dela upp mycket av programmet i olika funktionsblock och skriva de mest komplicerade delarna i ST.

För att underlätta programmeringen erbjöd Omron en gratis kurs i Mikrometallis utrymmen. Kursen skulle poängtera de aspekter som behövdes för att programmera maskinen så att den fungerar på önskvärt sätt. Detta var en orsak till varför konstruktionen av maskinen skulle ske till en sådan grad att det fanns möjlighet att programmera den och se ifall kontaktorerna och frekvensomvandlarna reagerar på det sätt man vill. Dessutom skapades en I/O-lista (se bilaga 13) på basen av de fysiska in- och utgångarna. Denna kan användas som grund för programmeringen. I/O-listan kommer att vara till stor fördel eftersom pulsräknarna har specifika ingångar på PLC:n. Vid planering av pekskärmens utseende kan det gamla utseendet som fanns i lcd-skärmen användas. Lcd-skärmens utseende finns bevarat i pappersformat.

4 Resultat

Det konstruerades en elcentral där testning av framtida program är möjlig. Elcentralen är baserad på den gamla men den har en ny programmerbar logik och pekskärm. Den nya logiken kommer att ha delvis ny funktionssätt från den gamla, eftersom den styr frekvensomriktarna via en analog spänning. I och med ändringarna ledde detta till att I/O-listan och ritningarna uppdaterades. Dessutom planerades en helt ny elcentral som har både nya komponenter och nytt utseende och det gjordes en beräkning på kostnaden på de utomstående komponenterna för lastpallsstaplaren. Det är först efter att skapandet av nytt program och en testkörning av detta som kan det bekräftas om det nya styrsystemet fungerar bättre och hur mycket smidigare det är jämfört med det gamla.

5 Diskussion

Arbetet med projektet har varit väldigt intressant. Jag har fått ett bra intryck om hur det är att arbeta med ett PLC-projekt. Trots att programmet inte blev färdigt har det fått en att förstå hur mycket tid det går bakom ett projekt av större magnitud, speciellt planeringsfasen. Det har dessutom varit intressant att leta fram nya komponenter. Vid komponentval har jag blivit tvungen att förstå stora delar av helhetsbilden för att kunna välja sådana komponenter som passar in systemets alla aspekter. Dessutom har jag fått samverka med en rad försäljare och diskutera vad som vore bäst och möjligheterna att förverkliga maskinen.

Att få planera utseendet på själva centralen var väldigt intressant. Eftersom jag grävde ner mig i kataloger av produkter var det ett bra avbrott med att fundera på utseendet och få använda min kreativa sida, samtidigt som jag var tvungen att komma ihåg att det skulle fungera praktiskt. Det samma gällde för planeringen av pekskärmens display.

Tidsmässigt har det praktiska arbetet: ritningarna och konstruktionen gått undan väldigt smidigt. Däremot blev jag förvånad över hur mycket tid det tar att gå igenom och bestämma vilka komponenter som behövs.

Jag är lite besviken att jag inte hann göra en programmering till lastpallsstaplaren, men samtidigt glad. Under konstruktionens gång skedde det ändringar som påverkade maskinens funktion. Ifall jag skulle ha gjort programmeringen före konstruktionen var färdig hade jag varit tvungen att ändra på det även i programkoden. Eftersom jag ändå skulle få en utbildning i programmeringen med Cx-one ansågs det vara bättre att först konstruera maskinen så man kunde lära sig det väsentliga.

Så här i efterhand kan man konstatera att det hade behövts mycket mera planering och diskussion av projektet innan påbörjandet av arbetet. Dessutom anser jag att jag borde ha läst in mig i teorin mera för då skulle jag ha varit mera förberedd vid valet av komponenterna och jag hade haft en större förståelse för funktionen.

5.1 Framtidsmöjligheter

Ifall behov finns kunde lastpallsstaplaren utvecklas vidare med servomotorer för positioneringen. Det positiva med servomotorer är att möjligheter för att styra lastpallsstaplaren är bättre och en exaktare positionering skulle fås. Däremot är det lönt att fundera ifall det finns behov av så exakt positionering för en sådan process. Dessutom måste servomotorns fördelar övervägas jämfört med att kostnaden kan stiga väldigt högt. I slutändan är det kanske inte lönt att skaffa så avancerad styrning för en sådan process.

Mikrometalli har haft som framtidsplan att skapa hela lastpallslinjen. Det lönar sig kanske att tänka på användningen av PC-baserade PLC:n. På detta viset kunde flera elcentraler med enskild styrning användas, men även en centralenhet varifrån hela processen kunde styras. Möjligheterna att använda trådlösa I/O:n tänkas över. Med vanligt system bildas det en massa kablar mellan maskin och central. Dessa kunde undvikas med användningen av trådlösa I/O:n. Dessutom kunde den logiska delen av maskinen placeras på ett annat ställe.

En möjlighet är att slopa pneumatiken och i stället byta ut de pneumatiska komponenterna med trapetskruv- eller kulskruvsdrivna ställdon. Dessa är elektrisk styrda och på detta sätt skulle inte behovet av kompressor finnas för att skapa lufttrycket. Problemet med luftcylindrarna är att dessa inte kan styras utan är antingen on eller off. Om det i framtiden finns behov att kunna styra positioneringen av griparmen vore det bättre att ha elektriskt styrda ställdon eftersom de har positioneringsmöjligheter. Dock som med servomotorerna är det lönt att tänk på om behovet av sådana uppväger kostnaden.

6 Källförteckning

Chapman, S.J (1999). *Electric machinery fundamentals*. New York: McGraw-Hill

Crispin, A.J (1997) *Programmable logic controllers and their engineering applications*. London: McGraw-Hill

Franzén, T& Lundgren, S (2002). *Elkraftteknik*. Lund: Studentlitteratur

Hackworth, J.R. & Hackworth F.D (2004). *Programming Methods and Applications*. New Jersey: Pearson Education, Inc

Krishnan, R. (1999) *Electric motor drives : modeling, analysis, and control*. New Jersey: Pearson Education, Inc

Lewis, R. W. (1998) *Programming industrial control systems using IEC 1131-3*. London: The Institute of Electrical Engineers

Mäki, T (2006) *Kuormalavapinoajansuunnittelu ja dokumentaatio*. Lärdomsprov för ingenjörsexamen. Vasa yrkeshögskola, maskin- och produktionsteknik, Vasa

OMRON Europe B.V (2003) *Safety Application handbook*

Soloman, S (1999) *Sensors handbook*. New York: McGraw-Hill

Figurkällor

Binary encoder (2012)

http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder (hämtat: 4.3.2012)

Gray encoder (2012)

http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder (hämtat: 4.3.2012)

Omrons elektroniska katalog

Omron Technical Library 2011 (DVD) (hämtat:7.3.2012)

Pulpetcentral (u.å.)

http://www.oem.fi/Archive/ProductImages/images/bigimg/275005_4_566.png

(hämtat: 21.3.2012)

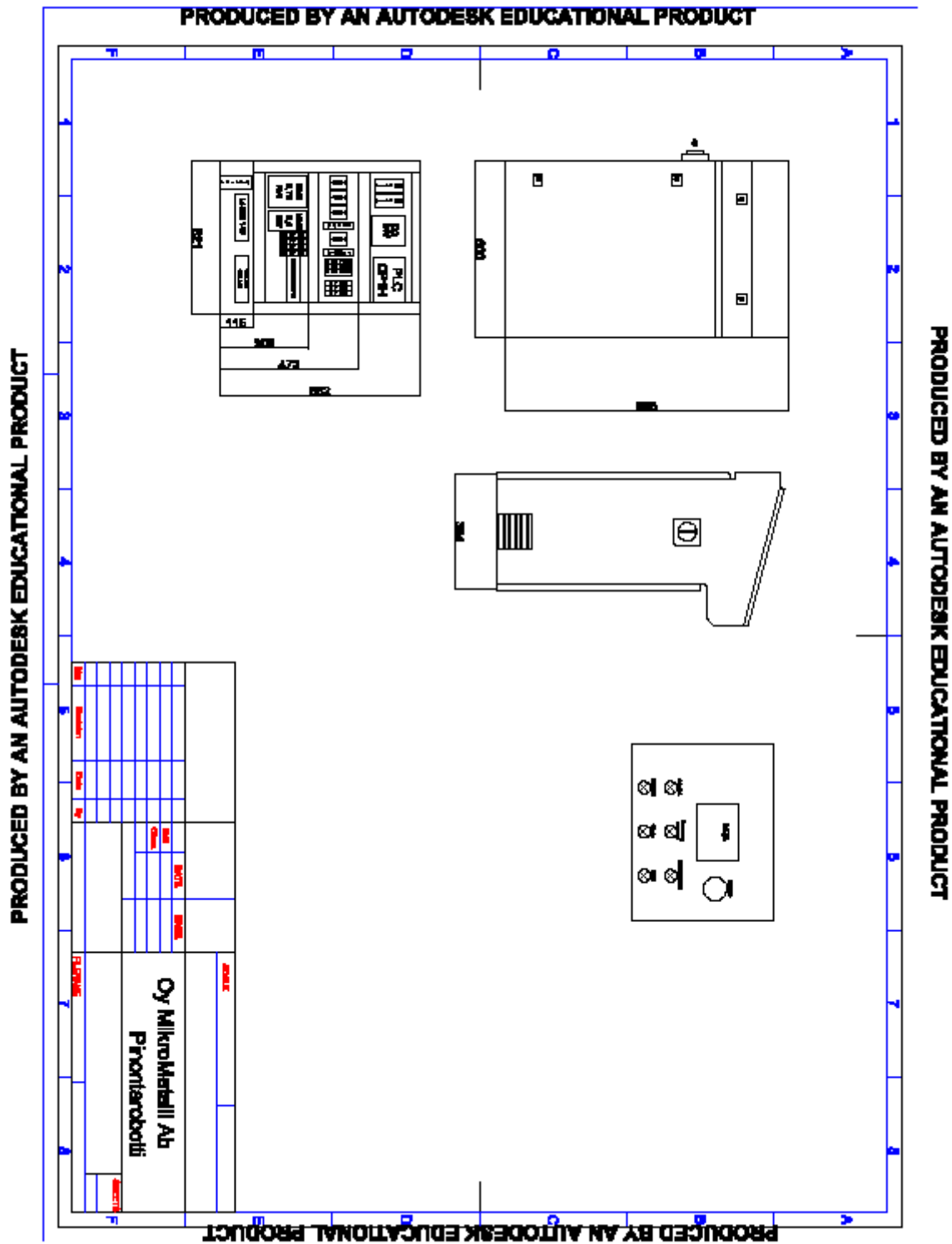
Stator and rotor (2008)

http://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedosto:Stator_and_rotor_by_Zureks.JPG (hämtat: 21.3.2012)

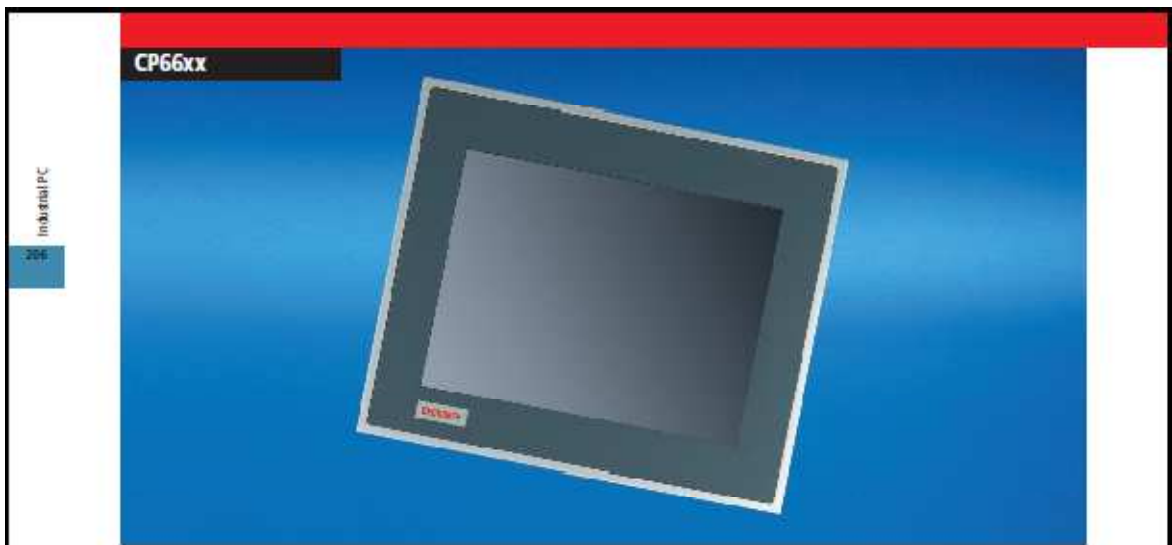
Bilagor

Bilaga 1	Ritning på ny central
Bilaga 2	Ritning på pulpetcentral
Bilaga 3	PLC datablad: CP66XX
Bilaga 4	PLC datablad: CP1H
Bilaga 5	Pekskärm datablad: NS-serie
Bilaga 6	Pekskärm datablad: NQ-serie
Bilaga 7	Pulsgivare: Hollowshaft-modell Omron
Bilaga 8	Pulsgivare: Standardmodell Omron
Bilaga 9	Pulsgivare: Hollowshaft-modell Bei sensors
Bilaga 10	Ljusridå Omron
Bilaga 11	Frekvensomriktare: MX2 Omron
Bilaga 12	Kostnadsberäkningar för pulpetcentral
Bilaga 13	I/O-lista

Bilaga 2 Ritning på pulpetcentral



Bilaga 3 PLC datablad: CP66XX



CP66xx | "Economy" built-in Control Panel with Ethernet interface

CP66xx	"Economy" built-in Control Panel	Drawings with dimensions	243
Features	<p>TFT display in four sizes</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5.7-inch display 640 x 480 - 6.5-inch display 640 x 480 - 12-inch display 800 x 600 - 15-inch display 1024 x 768 <p>aluminium front with sheet-steel rear cover, front side IP 65, rear side IP 20</p> <p>front laminate in four variants</p> <ul style="list-style-type: none"> - only display - function keys and 10 PLC special keys with LED - numeric keyboard and 10 PLC special keys with LED - alphanumeric PC keyboard in US layout and 10 PLC special keys with LED <p>integrated PC, 3 1/2-inch motherboard for Intel® DXP processor with XScale® technology</p> <p>Intel® DXP420 with XScale® technology, clock frequency 533 MHz</p> <p>128 MB on-board RAM</p> <p>32 MB on-board flash</p> <p>slot for 1 Compact Flash card accessible from the rear side</p> <p>lithium battery of the system clock, accessible from the rear side</p> <p>on-board graphic adapter, graphic chip SM501 (max. resolution 1024 x 768)</p> <p>1 Mini PCI slot free, e.g. for a fieldbus interface card</p> <p>2 USB ports</p> <p>2 RJ 45 Ethernet connectors 10/100 Mbits</p> <p>1 RS232 serial port, D-sub, 9-pin</p> <p>all connectors at the lower rear side</p> <p>24 V power supply</p> <p>operating temperature 0...55 °C</p> <p>pull-out clamping levers for fast installation without loose parts</p> <p>operating system Microsoft Windows CE, English</p>		

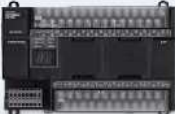

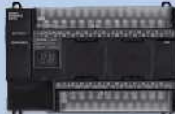


CP66xx	"Economy" built-in Control Panel
Options	touch screen pen with wall holder
	push-button extension with electromechanical switches and keys
	Compact Flash card
	1 Mini PCI slot for cards installed ex factory with fieldbus Interface, Ethernet port or NOVRAM
	TwinCAT run-time for Windows CE
Further Information	wall mounting frame for building installation
	www.beckhoff.com/CP66xx



CP66xx	"Economy" built-in Control Panel with Ethernet Interface		Weight	Power consumption
CP6607-0000	5.7-inch display 640 x 480	without keys	1.5 kg	12 W
CP6607-0001	5.7-inch display 640 x 480	without keys	touch screen	1.5 kg 12 W
CP6608-0000	5.7-inch display 640 x 480	without keys, without CF card slot	1.1 kg	12 W
CP6608-0001	5.7-inch display 640 x 480	without keys, without CF card slot	touch screen	1.1 kg 12 W
CP6609-0000	6.5-inch display 640 x 480	without keys	1.6 kg	15 W
CP6609-0001	6.5-inch display 640 x 480	without keys	touch screen	1.6 kg 15 W
CP6619-0000	6.5-inch display 640 x 480	function keys	1.9 kg	15 W
CP6619-0001	6.5-inch display 640 x 480	function keys	touch screen	1.9 kg 15 W
CP6629-0000	6.5-inch display 640 x 480	numeric keyboard	2.3 kg	15 W
CP6629-0001	6.5-inch display 640 x 480	numeric keyboard	touch screen	2.3 kg 15 W
CP6601-0000	12-inch display 800 x 600	without keys	3.6 kg	19 W
CP6601-0001	12-inch display 800 x 600	without keys	touch screen	3.6 kg 19 W
CP6601-0020	12-inch display 800 x 600	without keys, USB A, socket in the front	3.7 kg	19 W
CP6601-0021	12-inch display 800 x 600	without keys, USB A, socket in the front	touch screen	3.7 kg 19 W
CP6611-0000	12-inch display 800 x 600	function keys	4.8 kg	19 W
CP6611-0001	12-inch display 800 x 600	function keys	touch screen	4.8 kg 19 W
CP6621-0000	12-inch display 800 x 600	numeric keyboard	5.5 kg	19 W
CP6621-0001	12-inch display 800 x 600	numeric keyboard	touch screen	5.5 kg 19 W
CP6621-0002	12-inch display 800 x 600	numeric keyboard	touch pad	5.7 kg 19 W
CP6631-0000	12-inch display 800 x 600	alphanumeric keyboard	5.7 kg	19 W
CP6631-0001	12-inch display 800 x 600	alphanumeric keyboard	touch screen	5.7 kg 19 W
CP6631-0002	12-inch display 800 x 600	alphanumeric keyboard	touch pad	5.7 kg 19 W
CP6602-0000	15-inch display 1024 x 768	without keys	5.0 kg	30 W
CP6602-0001	15-inch display 1024 x 768	without keys	touch screen	5.0 kg 30 W
CP6602-0020	15-inch display 1024 x 768	without keys, USB A, socket in the front	5.1 kg	30 W
CP6602-0021	15-inch display 1024 x 768	without keys, USB A, socket in the front	touch screen	5.1 kg 30 W
CP6612-0000	15-inch display 1024 x 768	function keys	6.5 kg	30 W
CP6612-0001	15-inch display 1024 x 768	function keys	touch screen	6.5 kg 30 W
CP6622-0000	15-inch display 1024 x 768	numeric keyboard	7.2 kg	30 W
CP6622-0001	15-inch display 1024 x 768	numeric keyboard	touch screen	7.2 kg 30 W
CP6622-0002	15-inch display 1024 x 768	numeric keyboard	touch pad	7.2 kg 30 W
CP6632-0000	15-inch display 1024 x 768	alphanumeric keyboard	7.3 kg	30 W
CP6632-0001	15-inch display 1024 x 768	alphanumeric keyboard	touch screen	7.3 kg 30 W
CP6632-0002	15-inch display 1024 x 768	alphanumeric keyboard	touch pad	7.3 kg 30 W

Bilaga 4 PLC datablad: CP1H

CPU unit overview

CP1H-XA40D□-□ Built-in Analogue I/O	CP1H-X40D□-□ Basic Model	CP1H-Y20D□-□ High-speed Positioning <i>(To be released soon)</i>
 <p>CP1H-XA40DR-A AC power supply, 24 DC inputs, 16 relay outputs, 4 analogue inputs, 2 analogue outputs</p>  <p>CP1H-XA40DT-D DC power supply, 24 DC inputs, 16 transistor (sinking) outputs, 4 analogue inputs, 2 analogue outputs</p> <p>CP1H-XA40DT1-D DC power supply, 24 DC inputs, 16 transistor (sourcing) outputs, 4 analogue inputs, 2 analogue outputs</p>	 <p>CP1H-X40DR-A AC power supply, 24 DC inputs, 16 relay outputs</p>  <p>CP1H-X40DT-D DC power supply, 24 DC inputs, 16 transistor (sinking) outputs</p> <p>CP1H-X40DT1-D DC power supply, 24 DC inputs, 16 transistor (sourcing) outputs</p>	 <p>CP1H-Y20DT-D DC power supply, 12 DC inputs, 8 transistor (sinking) outputs</p> <p>Two 1-MHz line-driver inputs (phases A, B, and Z) and two 1-MHz line-driver outputs (CW and CCW) are provided separately.</p>

	CP1H-XA CPU Units	CP1H-X CPU Units	CP1H-Y CPU Unit
I/O capacity	24 inputs, 16 outputs	12 inputs, 8 outputs	12 inputs, 8 outputs
High-speed counter	100 kHz (single-phase), 50 kHz (differential phase), 4 axes	1 MHz (single-phase), 500 kHz (differential phase) for 2 axes (line-driver input), 300 kHz (single-phase), 150 kHz (differential phase) for 2 axes (4 axes total)	1 MHz (single-phase), 500 kHz (differential phase) for 2 axes (line-driver input), 300 kHz (single-phase), 150 kHz (differential phase) for 2 axes (4 axes total)
Pulse output function (Models with Transistor Outputs only)	100 kHz for 2 axes and 30 kHz for 2 axes (4 axes total)	1 MHz for 2 axes (line-driver output), 30 kHz for 2 axes (4 axes total)	1 MHz for 2 axes (line-driver output), 30 kHz for 2 axes (4 axes total)
Serial communications	USB port (peripheral port) and 2 optional serial ports (either RS-232C or RS-422A/485 Option Boards)	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)
Analogue I/O	4 analogue inputs and 2 analogue outputs	-	-
Interrupt inputs (Quick-response inputs (50-ns width min.))	8 inputs	6 inputs	6 inputs
User program capacity	20 kstep	32 keywords	32 keywords
EM capacity	7 (Refer to page 6 for Unit restrictions.)	7 (Refer to page 6 for Unit restrictions.)	7 (Refer to page 6 for Unit restrictions.)
Maximum number of CP1H Expansion I/O Units	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)
Maximum number of C-series Units	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)	2 (C-series Special I/O Units and CPU Bus Units only. Refer to page 14 for information on Units that can be used.)






Options





 <p>CP1W-ME05M Memory Cassette</p>	 <p>CP1W-CF01 RS-232C Option Board</p>	 <p>CP1W-CIF11 RS-422A/485 Option Board</p>
--	--	---

Bilaga 5 Peksärm datablad: NS-serie

OMRON

NS Series Portfolio

Advanced HMI – NS					
					
Model	NS12	NS10	NS8	NS6	NS5 Handheld
Display	12.1 inch TFT colour	10.4 inch TFT colour	8.4 inch TFT colour	5.7 inch Monochrome or STN-TFT colour	5.7 inch STN colour
Resolution	800x600 pixels	640x480 pixels	640x480 pixels	320x240 pixels	320x240 pixels
Number of colours	256 (32,768 for image data)	256 (32,768 for image data)	256 (32,768 for image data)	Monochrome 16 grey-scale, STN-TFT 262 colours (STN-4000, TFT 32,768 for image data)	256 colours (4096 colours for image data)
Memory Size	60MB screen memory, 32,768 words + 32,768 bits internal memory and 8192 words + 8192 bits relative memory	60MB screen memory, 32,768 words + 32,768 bits internal memory and 8192 words + 8192 bits relative memory	60MB screen memory, 32,768 words + 32,768 bits internal memory and 8192 words + 8192 bits relative memory	60MB screen memory, 32,768 words + 32,768 bits internal memory and 8192 words + 8192 bits relative memory	60MB screen memory, 32,768 words + 32,768 bits internal memory and 8192 words + 8192 bits relative memory
Options	Ethernet, Controller Link, Video input board (RGBComposite)	Ethernet, Controller Link, Video input board (RGBComposite)	Ethernet, Video input board (RGBComposite)	Ethernet	RS-232 or RS-422 communication (depending on cable)
Size in mm (HxWxD)	241x315x48.5	241x315x48.5	177x126x48.5	142x126x54	176x223x70.5 (incl. emergency button)

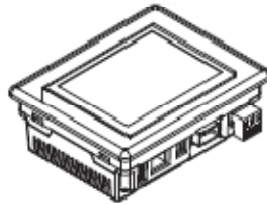
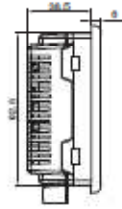
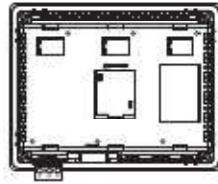
HMI & Control – SYMAC Drive				
				
Model	NS12	NS10	NS8	NS5
Display	12.1 inch colour TFT	10.4 inch colour TFT	8.4 inch colour TFT	5.7 inch colour TFT or STN
Display Size / Resolution	246x184.5 mm (800x600 pixels)	215.5x162.4 mm (640x480 pixels)	170.3x128.2 mm (640x480 pixels)	117.2x88.4 mm (320x240 pixels)
Control	CJ1G-CPU45H 60k steps program memory, 128k words data memory, logic instruction time 0.04 µs	CJ1G-CPU45H 60k steps program memory, 128k words data memory, logic instruction time 0.04 µs	CJ1G-CPU45H 60k steps program memory, 128k words data memory, logic instruction time 0.04 µs	CJ1G-CPU45H 60k steps program memory, 128k words data memory, logic instruction time 0.04 µs
Communication	DeviceNet Master/Slave or PROFIBUS Master and optional Ethernet interface	DeviceNet Master/Slave or PROFIBUS Master and optional Ethernet interface	DeviceNet Master/Slave or PROFIBUS Master and optional Ethernet interface	DeviceNet Master/Slave or PROFIBUS Master and optional Ethernet interface
Expansion (1 board max.)	Ethernet, Controller Link, I/O extension	Ethernet, Controller Link, I/O extension	Ethernet, Controller Link, I/O extension	Ethernet, Controller Link, I/O extension
Size in mm (HxWxD)	Without expansion unit 241x315x73.3 With expansion unit 241x315x88.3	Without expansion unit 241x315x73.3 With expansion unit 241x315x88.3	Without expansion unit 177x223x73.3 With expansion unit 177x223x88.3	Without expansion unit 136x142x75 With expansion unit 136x142x86

Bilaga 6 Pekskärm datablad: NQ-serie

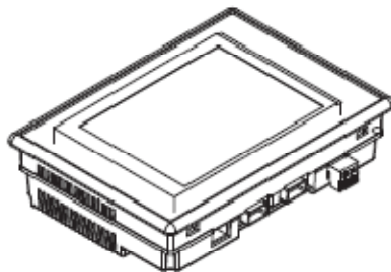
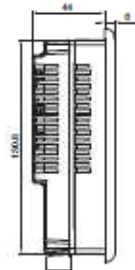
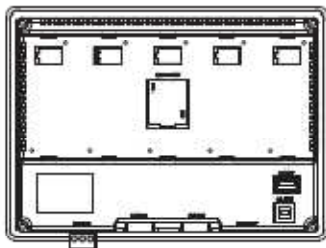
NQ HMI series

Dimensions

NQ3-TQ/MQ



NQ5-TQ/SQ/MQ



NQ HMI series

Specifications

Item	NQ5-TQ	NQ5-SQ	NQ5-MQ	NQ3-TQ	NQ3-MQ
Display type	5.7 inch Colour TFT	5.7 inch Colour STN	5.7 inch Monochrome STN blue mode	3.5 inch Colour TFT	3.5 inch Monochrome / STN black/white
Display resolution	320 x 240 (QVGA)				
Number of colours	256 (32,000 for image data)	256 (4096 for image data)	16 gradations	256 (32,000 for image data)	4 gradations
Backlight	LED	1 x CCFL		LED	
Backlight lifetime	Min. 50,000 hours at 25°C				
Touch panel	Analogue resistive touch				
Number of functional keys	8			8	
Dimensions in mm (HxWxD)	142 x 189 x 50			102 x 126 x 44.5	
Weight	0.4 kg max.			0.4 kg max.	
Screen data capacity	8 MB			8 MB	
Internal memory	SR, WR and Retentive memory				
Serial (COM1)	1 x RS-232C/102/485				
Serial (COM2)	1 x RS-422				
USB Slave	For programming				
USB Host	For USB stick file transfer				
Ethernet	IEEE 802.3u 10Base-T/100Base-TX				
Line voltage	24 VDC \pm 15%				
Power consumption	12 W max.			10 W max.	
Battery	NQ-BAT01 (2 V coin battery)				
Battery lifetime	5 years (at 25°C)				
Enclosure rating (front side)	IP65				
Obtained standards	CE, UL, UL 508, IEC61010				
Operating environment	No corrosive gases				
Ambient operating temperature	0 to 50°C*				
Ambient operating humidity	10–85% RH, no condensation				

* see manual for details.

Ordering information

Type			Order Code
Colour TFT	5.7 inch, 320x240 pixels	Ethernet	NQ5-T0010-B
Colour STN	5.7 inch, 320x240 pixels	No Ethernet	NQ5-S0000-B
		No Ethernet, Portrait mode	NQ5-S0001-B
Monochrome STN	5.7 inch, 320x240 pixels	No Ethernet	NQ5-M0000-B
		No Ethernet, Portrait mode	NQ5-M0001-B
Colour TFT	3.5 inch, 320x240 pixels	No Ethernet	NQ3-T0000-B
		Ethernet	NQ3-T0010-B
Monochrome FSTN	3.5 inch, 320x240 pixels	No Ethernet	NQ3-M0000-B

Accessories

Type		Order code
Cables	Micro-USB peripheral port: G1/GS1/COM1/UCP/M2G P.L.C. 2 m	NQ-CN221
	Serial port RS-232 C/1/CS1/CP1/COM1/H P.L.C. 2 m	NQ-CN222
	Serial port RS-232 C/1/CS1/CP1/COM1/H P.L.C. 5 m	NQ-CN221
	USB programming cable, 2 m	CP1W-CN221
	Serial programming cable, 2 m	NT25-CN202
Software	NQ-Designer can be downloaded for free from Omron website.	—
Accessories	Maintenance set including 2 x 24 V plug and 4 x mounting clips	NQ-ATT01
	Battery	NQ-BAT01

OMRON

Incremental Rotary Encoder OD 40 dia. (hollow-shaft model)

E6H-C

Hollow Shaft Without Coupling Compact, High Resolution General Model

- A wide operating voltage range from 5 to 24 VDC (open collector model).
- Resolution as high as 3,600 pulses/revolution in a rugged 40 mm (1.57 inch) diameter housing
- High-speed response frequency of 100kHz
- Wide operating temperature range from -10 to +70°C
- Line drive output available (100 m max.)
- Shock resistance strengthened by metal disk. (200 P/R max.) (Patent)



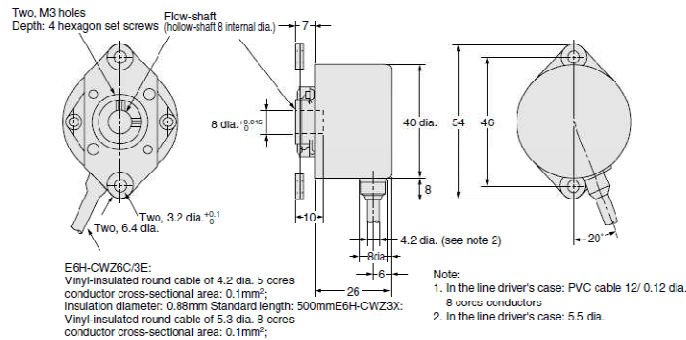
Ordering Information

Supply voltage	Output form	Resolution (pulse/rotation)	Model
5 to 24 VDC	Open collector output	300, 360, 500, 600, 720, 800, 1,000, 1,024	E6H-CWZ6C
		1,200, 1,500, 1,800, 2,000, 2,048 2,500, 3,600	
5 to 12 VDC	Voltage output	300, 360, 500, 600, 720, 800, 1,000, 1,024	E6H-CWZ3E
		1,200, 1,500, 1,800, 2,000, 2,048 2,500, 3,600	
5 to 12 VDC	Line drive output	300, 360, 500, 600, 720, 800, 1,000, 1,024	E6H-CWZ3X
		1,200, 1,500, 1,800, 2,000, 2,048 2,500, 3,600	

Note: For order placement add the resolution (pulses per revolution) after the part number. For example, E6H-CWZ6C 1000P/R.

Dimensions (Unit: mm)

E6H-C



E6H-C

Bilaga 8 Pulsgivare: Standardmodell Omron

OMRON

Pulssianturi

E6C2-C

Vankkarakenteinen inkrementaalianturi nollapulssilla

- Koko vain $\varnothing 50 \times 40$ mm
- Erottelukyky maks. 2000 pulssia/kierros
- Tukeva metallikotelo
- Akselin kuormitettavuus: aksiaalinen maks. 3 kgf ja radiaalinen 5 kgf
- Nollapulssi (Z) referenssisignaalia varten
- Oikosulku- ja napaisuussuojattu
- Kaapelin asento säädettävissä
- säästää asennustilaa



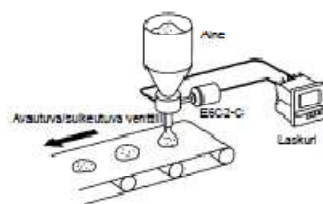
Valintataulukko

Syöttöjännite	Lähtö	Erottelukyky (pulsia/kierros)	Malli
5 ... 24 VDC	NPN avoin kollektori	10, 20, 30, 40, 50, 60, 100, 200, 300, 360, 400, 500, 600, 1000, 1200, 1500, 1800, 2000	E6C2-CWZ6C
5 ... 12 VDC	Jännitelähtö		E6C2-CWZ3E
5 VDC	Line driver -lähtö		E6C2-CWZ1X
12 ... 24 VDC	PNP avoin kollektori	100, 200, 360, 500, 600, 1000, 2000	E6C2-CWZ5B

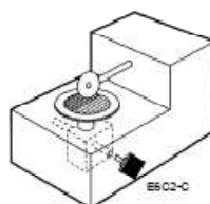
Lisätarvikkeet (tilataan erikseen)	Malli	Selitys
Kytkin	E69-C06B	Muovikytin
	E69-C68B	Muovikytin, eri kokoiset päät
	E69-C06M (toimitusajalla tilattaessa)	Metallirakenne
Kiinnityslaippa	E69-FCA	---
	E69-FCAQ2	---

Sovellusesimerkkejä

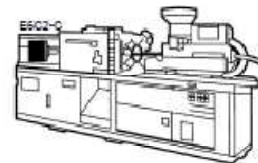
Täyttäjän ohjaus



Leikkaukoneen paikoitus



Puristuskoneen paikoitus



Ominaisuudet

Malli	E6C2-CW26C	E6C2-CW23E	E6C2-CW21X	E6C2-CW25E
Käyttöjännite	5 ... 24 VDC (4,75 ... 27,8 VDC)	5 ... 12 VDC (4,75 ... 13,2 VDC)	5 VDC \pm 5%	12 VDC -10% ... 24 VDC +15%
Virran kulutus maks.	80 mA	100 mA	160 mA	100 mA
Erottelukyky	10, 20, 30, 40, 50, 60, 100, 200, 300, 360, 400, 500, 600, 1000, 1200, 1500, 1800, 2000 P/R			100, 200, 360, 500, 600, 1000, 2000 P/R
Lähdöt	A, B, ja Z (käännettävissä)		A, \bar{A} , B, \bar{B} , Z, \bar{Z}	A, B ja Z (käännettävissä)
Lähdön toiminta	NPN avoin kollektori	Jännitelähti (NPN)	Line driver (FG-422A)	PNP avoin kollektori
Lähdön kuormitettavuus	maks. 30 VDC I_{sink} : maks. 35 mA Jännitehäviö: maks. 0,4 V	2 k Ω (jännitehäviö: maks.0,4 V I_{sink} : maks. 20 mA)	AM26LS31 Virta: High level (I_O): -20 mA Low level (I_S): 20 mA Jännite: V_{ce} : min. 2,5 V V_{ce} : maks. 0,6 V	I_{sink} : maks. 35 mA Jännitehäviö: maks.0,4 V (I_{sink} : maks. 35 mA)
Maks. pulssitaajuus	100 kHz			50 kHz
Lähtöjen vaihte-ero	90 \pm 45° A $_1$ ja B $_1$ välillä (1/4T \pm 1/8T)			
Lähdön nousu- ja laskuajat	Maks. 1 μ s (Ohjauslähdön jännite: 5V, kuormattomassa tilassa; 1 k Ω ; kaapelin pituus 2 m)	Maks. 1 μ s (kaapelin pituus: 2 m; I_{sink} : maks. 10 mA)	Maks. 0,1 μ s (kaapelin pituus: 2 m; I_O : -20 mA; I_S : 20 mA)	Maks. 1 μ s (kaapelin pituus: 2 m; I_{sink} : maks. 10 mA)
Eristysväestus	Min. 100 M Ω (500 VDC) rungon ja kuoren välillä			
Eristyslujuus	500 VAC, 50/60 Hz 1 min ajan rungon ja kuoren välillä			

Mekaaniset arvot

Malli	F6C2-CW76C	F6C2-CW73F	F6C2-CW71X	F6C2-CW75F
Akselikuorma	Radiaalinen: 5 kgf (49,0 N) akseliaalinen: 3 kgf (29,4 N)			
Hilautusmomentti	10 g \cdot cm 2 (1×10^{-9} kg \cdot m 2) maks.; 3 g \cdot cm 2 (3×10^{-7} kg \cdot m 2) maks. 600 P/R.			
Kiynnistysmomentti	Maks. 100 gf \cdot cm (9,8 mN \cdot m)			
Maks. kierrosnopeus	8000 rpm			
Tärinän kesto	Hajoaminen: 10 ... 500 Hz, 150 m/s 2 (15G) tai 2mm kaksoisamplitudilla 11 min ajan 3 kertaa X, Y ja Z suuntiin			
Iskun kesto	Hajoaminen: 1000 m/s 2 (100G) 3 kertaa X, Y, ja Z suuntiin			
Paino	n. 400 g (kaapelin pituus: 2 m)			

Ympäristö

Malli	E6C2-CW26C	E6C2-CW23E	E6C2-CW21X	E6C2-CW25E
Lämpötila	Toiminta: -10 $^{\circ}$ C ... 70 $^{\circ}$ C Varastointi: -25 $^{\circ}$ C ... 85 $^{\circ}$ C			
Kosteus	Toiminta: 35% ... 85%			
Suojaukset	Oikosulku- ja napaisuussuojaus			
Suojausluokka	IEC IP64 (JEM IP64f) JEM1020 1001			

DHO5-inkrementtianturi



- Halkaisija 58 mm
- 14 mm reiällä
- Resoluutio max. 80 000 P/K
- Ulostulo push-pull (pnp+npn)
- A-, B- ja Z-kanavat ja samat invertoituna
- Myös ohjelmoitava

Tekniset tiedot

Ulostulo	Push-pull (pnp+npn)
Syöttöjännite Vn	5-30 V DC
Virrankulutus	75 mA
Lähdön kuormitettavuus	50 mA
Max. ulostulotaajuus	300 kHz
Max. resoluutio	80 000 P/K (50-80 000 P/K)
Max. kierros/luku	9000 rpm
Lirtäntä	2 m kaapeli tai M23-liitin
Max. akselikuorma	50 N radiaalinen 20 N aksiaalinen
Iskunkesto	<50 G/ 8 ms
Tärinän kesto	<10 G, 55-2000 Hz
Kotelointiluokka	IP65
Käyttölämpötila	-30°C...+100°C (raj.käyttö -40°C...+100°C)
Käynnistysmomentti	0,8 Ncm
Paino	300 g
Materiaali	Kotelo Sinkki-alumiiniseos Laippa Alumiini Akseli Alumiini

F3S-TGR-CL

Safety sensors



Multi-beam, finger- and hand protection safety sensor

The multi-beam sensors are available in Category 2 (PL c) and Category 4 (PL e) with integrated muting function. The finger- and hand protection models are available in Category 2 (PL c) and Category 4 (PL e) with integrated safety control functions.

- Type 2/Type 4 sensor complying with EN 61496-1
- Family concept in wiring and mounting

Multi-beam models

- Sensing distance up to 50 m
- DIP-switch setup for muting, pre-reset, interlock function and optical coding
- Muting function and muting lamp integrated

Finger- and hand protection models

- Sensing distance up to 0.2 m...6 m (14 mm) and 0.2 m...14 m (35 mm)
- DIP-switch setup for blanking, interlock function, muting and optical coding
- Floating blanking and Fixed blanking supported

Ordering information multi-beam safety sensor

Long-range active/active systems

F3S-TGR-CL2 -K_ (Type 2)

Number of optical axes	Sensing distance	Beam pitch	Feature set ^{*1}	Order code
2	0.5 m ... 40 m	500	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K2-500
2	0.5 m ... 40 m	500	Basic	F3S-TGR-CL2B-K2-500
3	0.5 m ... 40 m	400	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K3-800
3	0.5 m ... 40 m	400	Basic	F3S-TGR-CL2B-K3-800
4	0.5 m ... 40 m	300	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K4-900
4	0.5 m ... 40 m	300	Basic	F3S-TGR-CL2B-K4-900
4	0.5 m ... 40 m	400	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K4-1200
4	0.5 m ... 40 m	400	Basic	F3S-TGR-CL2B-K4-1200
2	25 m ... 50 m	500	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K2-500-LD
2	25 m ... 50 m	500	Basic	F3S-TGR-CL2B-K2-500-LD
3	25 m ... 50 m	400	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K3-800-LD
3	25 m ... 50 m	400	Basic	F3S-TGR-CL2B-K3-800-LD
4	25 m ... 50 m	300	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K4-900-LD
4	25 m ... 50 m	300	Basic	F3S-TGR-CL2B-K4-900-LD
4	25 m ... 50 m	400	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K4-1200-LD
4	25 m ... 50 m	400	Basic	F3S-TGR-CL2B-K4-1200-LD

F3S-TGR-CLA -K_ (Type 4)

Number of optical axes	Sensing distance	Beam pitch	Feature set ^{*1}	Order code
2	0.5 m ... 40 m	500	Advanced	F3S-TGR-CLA-K2-500
2	0.5 m ... 40 m	500	Basic	F3S-TGR-CLAB-K2-500
3	0.5 m ... 40 m	400	Advanced	F3S-TGR-CLA-K3-800
3	0.5 m ... 40 m	400	Basic	F3S-TGR-CLAB-K3-800
4	0.5 m ... 40 m	300	Advanced	F3S-TGR-CLA-K4-900
4	0.5 m ... 40 m	300	Basic	F3S-TGR-CLAB-K4-900
4	0.5 m ... 40 m	400	Advanced	F3S-TGR-CLA-K4-1200
4	0.5 m ... 40 m	400	Basic	F3S-TGR-CLAB-K4-1200
2	25 m ... 50 m	500	Advanced	F3S-TGR-CLA-K2-500-LD
2	25 m ... 50 m	500	Basic	F3S-TGR-CLAB-K2-500-LD
3	25 m ... 50 m	400	Advanced	F3S-TGR-CLA-K3-800-LD
3	25 m ... 50 m	400	Basic	F3S-TGR-CLAB-K3-800-LD
4	25 m ... 50 m	300	Advanced	F3S-TGR-CLA-K4-900-LD
4	25 m ... 50 m	300	Basic	F3S-TGR-CLAB-K4-900-LD
4	25 m ... 50 m	400	Advanced	F3S-TGR-CLA-K4-1200-LD
4	25 m ... 50 m	400	Basic	F3S-TGR-CLAB-K4-1200-LD

Short-range active/passive systems

F3S-TGR-CL2 -K_C (Type 2)

Number of optical axes	Sensing distance	Beam pitch	Feature set ^{*1}	Order code
2	0.5 m ... 12 m	500	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K2C-500
2	0.5 m ... 12 m	500	Basic	F3S-TGR-CL2B-K2C-500
3	0.5 m ... 8 m	400	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K3C-800
3	0.5 m ... 8 m	400	Basic	F3S-TGR-CL2B-K3C-800
4	0.5 m ... 7 m	300	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K4C-900
4	0.5 m ... 7 m	300	Basic	F3S-TGR-CL2B-K4C-900
4	0.5 m ... 7 m	400	Advanced	F3S-TGR-CL2A-K4C-1200
4	0.5 m ... 7 m	400	Basic	F3S-TGR-CL2B-K4C-1200

*1. Feature set: Basic: Manual/automatic restart, coding
Advanced: Basic + Muting + Pre-reset

F3S-TGR-CLA -K_C (Type 4)

Number of optical axes	Sensing distance	Beam pitch	Feature set ^{*1}	Order code
2	0.5 m ... 12 m	500	Advanced	F3S-TGR-CLA-K2C-500
2	0.5 m ... 12 m	500	Basic	F3S-TGR-CLAB-K2C-500
3	0.5 m ... 8 m	400	Advanced	F3S-TGR-CLA-K3C-800
3	0.5 m ... 8 m	400	Basic	F3S-TGR-CLAB-K3C-800
4	0.5 m ... 7 m	300	Advanced	F3S-TGR-CLA-K4C-900
4	0.5 m ... 7 m	300	Basic	F3S-TGR-CLAB-K4C-900
4	0.5 m ... 7 m	400	Advanced	F3S-TGR-CLA-K4C-1200
4	0.5 m ... 7 m	400	Basic	F3S-TGR-CLAB-K4C-1200

Ordering information finger- and hand protection safety sensor

Safety category	Feature set ^{*2}	Resolution	Length	Order code
2	Basic	14 mm	150 mm ... 2400 mm	F3S-TGR-CL2B-014-
		35 mm		F3S-TGR-CL2B-035-
	Advanced	14 mm		F3S-TGR-CL2A-014-
		35 mm		F3S-TGR-CL2A-035-
4	Basic	14 mm	F3S-TGR-CLAB-014-	
		35 mm		F3S-TGR-CLAB-035-
	Advanced	14 mm		F3S-TGR-CLAM-014-
		35 mm		F3S-TGR-CLAM-035-

*2. Feature set: Basic: Manual/automatic restart, coding
Advanced: Blanking functions + Muting + Pre-reset

Specifications

Multi-beam safety sensor

Item	F3S-TGR-CL2 -K	F3S-TGR-CL4 -K
Sensor Type	Type 2	Type 4
Operating range	F3S-TGR-CL...-K: 0.5 m... 40 m F3S-TGR-CL...-K...-LD: 25 m... 50 m F3S-TGR-CL...-K2C-500: 0.5 m... 12 m F3S-TGR-CL...-K3C-800: 0.5 m... 8 m F3S-TGR-CL...-K4C: 0.5 m... 7 m	
Beam pitch	F3S-TGR-CL...-K2-500: 2 beams, 500 mm F3S-TGR-CL...-K3-800: 3 beams, 400 mm F3S-TGR-CL...-K4-900: 4 beams, 300 mm F3S-TGR-CL...-K4-1200: 4 beams, 400 mm	
Effective aperture angle acc. EN 61496-2 (2006) for distances < 3 m	Within $\pm 5^\circ$	Within $\pm 2.5^\circ$
Light source	Infrared LED (880 nm), Power dissipation <3 mW, Class 1 per EN 60825-1	
Supply Voltage	24 VDC $\pm 20\%$, according EN/IEC60204 able to cover a drop of voltage of at least 20 ms	
OSSD	2 PNP transistor outputs, load current 2x250 mA max	
Test functions	Self test (after power ON and during operation)	
Safety-related functions	All versions: Auto reset/ Interlock with manual reset, EDM (external device monitoring) Advance version only: Muting and Pre-reset function	
Response time	< 13 ms	
Ambient temperature	Operating: $-10^\circ\text{C} \dots +55^\circ\text{C}$, Storage: $-25^\circ\text{C} \dots +70^\circ\text{C}$ (no icing, no condensation)	
Degree of protection	IP 65 (IEC 60529)	
Materials	Case: Painted Aluminium, Front window: Acrylic Lexan, Cap: ABS, mounting brackets: cold rolled steel	
Size (cross section)	37x48 mm	
Suitable for safety control systems	Cat. 2 (EN954-1), PLc (EN ISO 13849-1)	Cat. 4 (EN954-1), PLs (EN ISO 13849-1)
MTTFd, DC	MTTFd = 450 years, DC = High, MTTR = 8 hours	
PFH, Proof test interval	PFHd = 2.5×10^{-9} , Proof test interval: every 20 years	

Finger- and hand safety protection sensor

Item	F3S-TGR-CL2 -0	F3S-TGR-CL4 -0
Sensor Type	Type 2	Type 4
Operating range: short setting	F3S-TGR-CL...-014: 0.2 m... 3 m; F3S-TGR-CL...-035: 0.2 m... 8 m	
Operating range: long setting	F3S-TGR-CL...-014: 3 m... 6 m; F3S-TGR-CL...-035: 7 m... 14 m	
Beam pitch (center)	14 mm resolution: 7.5 mm 35 mm resolution: 18 mm	
Detection capability	14 mm resolution: 14 mm non-transparent 35 mm resolution: 35 mm non-transparent	
Effective aperture angle acc. EN 61496-2 (2006) for distances < 3 m	Within $\pm 5^\circ$	Within $\pm 2.5^\circ$
Light source	Infrared LED (880 nm), Power dissipation <3 mW, Class 1 per EN 60825-1	
Supply Voltage	24 VDC $\pm 20\%$, according EN/IEC60204 able to cover a drop of voltage of at least 20 ms	
OSSD	2 PNP transistor outputs, load current 2x250 mA max	
Test functions	Self test (after power ON and during operation)	
Safety-related functions	All versions: Auto reset/ Interlock with manual reset, EDM (external device monitoring) Advance version only: Blanking, Muting and Pre-reset function	
Response time	ON to OFF: 14 ms... 103 ms	
Ambient temperature	Operating: $-10^\circ\text{C} \dots +55^\circ\text{C}$, Storage: $-25^\circ\text{C} \dots +70^\circ\text{C}$ (no icing, no condensation)	
Degree of protection	IP 65 (IEC 60529)	
Materials	Case: Painted Aluminium, Front window: Acrylic Lexan, Cap: ABS, mounting brackets: cold rolled steel	
Size (cross section)	37x48 mm	
Suitable for safety control systems	Cat. 2 (EN954-1), PLc (EN ISO 13849-1)	Cat. 4 (EN954-1), PLs (EN ISO 13849-1)
MTTFd, DC	MTTFd = 450 years, DC = High, MTTR = 8 hours	
PFH, Proof test interval	PFHd = 2.5×10^{-9} , Proof test interval: every 20 years	

MX2

Born to drive machines

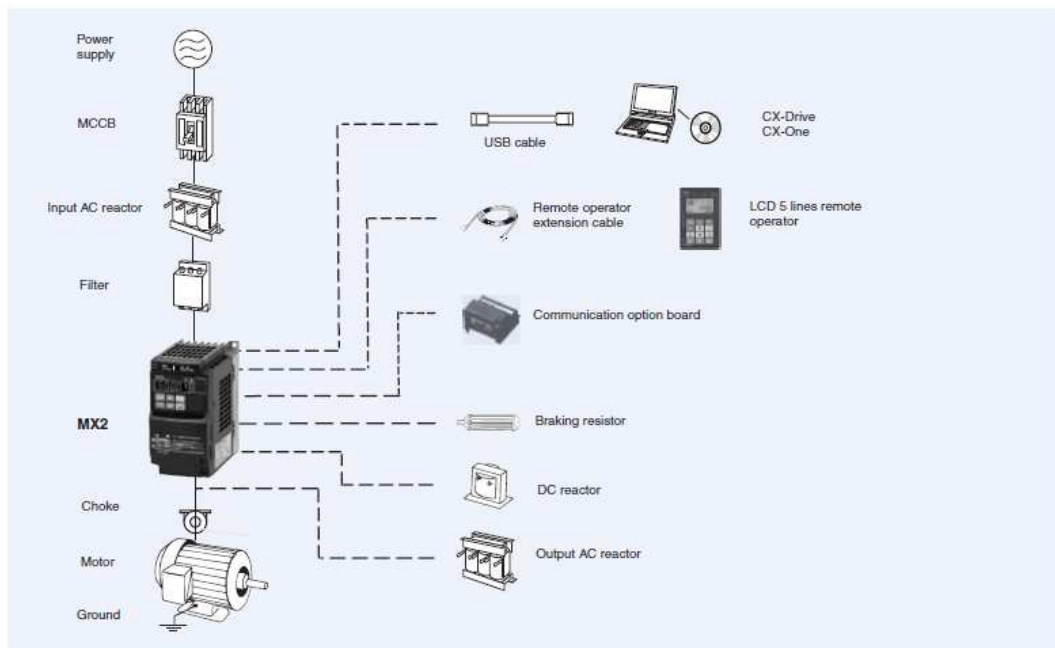
- Current vector control
- High starting torque: 200% at 0.5 Hz
- Double rating VT 120%/1 min and CT 150%/1 min
- Speed range up to 1000 Hz
- IM & PM motor control
- Torque control in open loop vector
- Positioning functionality
- Built-in application functionality (i.e. Brake control)
- User programmable as standard
- Safety embedded compliant with ISO13849-1 (double input circuit and external device monitor EDM)
- USB port for PC programming
- 24 VDC backup supply for control board
- Fieldbus communications: Modbus, DeviceNet, Profibus, Comonent, Ethercat, ML-II and CanOpen
- PC configuration tool: CX-Drive
- RoHS, CE, cULus

Ratings

- 200 V Class single-phase 0.1 to 2.2 kW
- 200 V Class three-phase 0.1 to 15.0 kW
- 400 V Class three-phase 0.4 to 15.0 kW



System configuration



Bilaga 12 Kostnadsberäkningar för pulpetcentral

MYJJÄ	Produkt/tuote	Kod	pris/hinta	alennus	Hinta/pris	kpl/st	Total
Omron	TAMUT 0,4KW	MX2-AB004-E	118,00	0 %	118	1	118,00
Omron	TAMUT 0,75KW	MX2-AB007-E	139,00	0 %	139	1	139,00
Omron	Paneli	NQ5-TQ010-B	450,00	0 %	450	1	450,00
Omron	PLC	CP1H-XA40DT1-D	662,00	0 %	662	1	662,00
Omron	Turvarele	G9SB-301-D	115,50	0 %	115,5	2	231,00
Omron	Ethernetlisä	CP1W-CIF41	136,00	0 %	136	1	136,00
Omron	Vastuu	AX-REM00k1200-IE	9,80	0 %	9,8	1	9,80
Omron	POWER	SV8S-240-24	115,00	0 %	115	1	115,00
Omron	Motorsuoja	J7MN-3P-E63	31,00	0 %	31	1	31,00
Omron	Motorsuoja	J7MN-3P-1E6	34,00	0 %	34	1	34,00
Omron	Kontaktori	J7KNA-09-01-24D	17,00	0 %	17	4	68,00
Omron	Rele	g2r-1-sndi24s	5,15	0 %	5,15	3	15,45
Omron	Relekanta	P2RF-05-E	2,35	0 %	2,35	3	7,05

SEW	Kierukkavaihdemoottori S57		700,00	0 %	700	1	700,00
SEW	Kulmavaihdemoottori WAF30		460,00	0 %	460	1	460,00
SEW	Kierukkavaihdemoottori SA47		560,00	0 %	560	1	560,00
SEW	Hammasvaihdemoottori R17		270,00	0 %	270	1	270,00

OEM	BALTIC PULPETTI PC600 IP55	PC 600	389,00	40 %	233,4	1	233,4
OEM	ASENNUSLEVY BALTIC 682x521	PLBA600	38,00	40 %	22,8	1	22,8
OEM	ASENNUSLEVY BALTIC 434x517 po	PLBE600	23,00	40 %	13,8	1	13,8
OEM	VALOPAINIKE VIHREÄ	L21AH20	7,79	40 %	4,674	1	4,674
OEM	VALOPAINIKE PUNAINEN	L21AH10	7,79	40 %	4,674	1	4,674
OEM	VALOPAINIKE KELT.	L21AH40	7,79	40 %	4,674	1	4,674
OEM	SIENIP.PUN.40MM KIERTOP.EN418	L22ER01	27,86	40 %	16,716	1	16,716
OEM	SIENIPAIN.MUSTA.KIERTOPAL.32MM	L22EC03	14,67	40 %	8,802	1	8,802
OEM	PIDIKE KOLMELLE KOSKETTIMELLE	333E	1,06	40 %	0,636	1	0,636
OEM	LEDLAMPPILOHKO VIHREÄ 24V	33EAGL	9,38	40 %	5,628	1	5,628
OEM	LEDLAMPPILOHKO PUNAINEN 24V	33EARL	9,38	40 %	5,628	1	5,628
OEM	LEDLAMPPILOHKO KELTAINEN 24V	33EAYL	9,38	40 %	5,628	1	5,628
OEM	KOSKETINYKSIKKÖ 1 SULK.KOSK.	33E10	4,12	40 %	2,472	1	2,472
OEM	KOSKETINYKSIKKÖ 1 AV.KOSKETIN	33E01	4,12	40 %	2,472	1	2,472
OEM	Bernstein M12 vakiomalli	693.2944.001	12,38	0 %	12,38	10	123,8
OEM	kaapeli 5M kaapeli 4 napa naaras M12 liitin	804001E03M050G	7,50	0 %	7,5	11	82,5
OEM	Datalogic Kohteesta heijastava 10 cm M12 liitin	S50-MA-5-C10-PP	24,60	0 %	24,6	1	24,6
OEM	Bei Sensors DHO5 inkrementtianturiResoluutio: 500	DHO514PG5905006	268,60	0 %	268,6	2	537,2
OEM	kaapeli 5M kaapeli+naaras M23 liitin	RAL-050-001	52,60	0 %	52,6	2	105,2
OEM	Sovitusholkki 12 mm	9431/A12	10,00	0 %	10	2	20,00

Produkt/tuote	Kod	pris/hinta
Valoverho	F3S-TGR-CL2A-K4C-1200	673,75

Utan Ljusridå 5231,60

Med Ljusridå 5905,35

Bilaga 13 I/O lista

INPUT	PLC	Channel	Adress	Uppgift
IN 0	00	Ch 0		Nödstopp
IN 1	01	ch 0		Autostop
IN 2	02	Ch 0		pulssi 1
IN 3	03	Ch 0		pulssi0
IN 4	04	Ch 0		Färdig lastpall
IN 5	05	Ch 0		skyddsgränser
IN 6	06	Ch 0		pulssi 1
IN 7	07	Ch 0		pulssi 1
IN 8	08	Ch 0		pulssi 0
IN 9	09	Ch 0		pulssi 0
IN 10	10	Ch 0		Staplare nere
IN 11	11	Ch 0		Staplare uppe
IN 12	00	CH 1		Placeringsgivare
IN 13	01	Ch 1		Vänster gränsvärde
IN 14	02	CH 1		Höger gränsvärde
IN 15	03	CH 1		Griparm inne
IN 16	04	CH 1		Griparm ute
IN 17	05	CH 1		Lastpall i normal position
IN 18	06	CH 1		Lastpall roterad
IN 19	07	CH 1		Stapel full kvittering
IN 20	08	CH 1		Autostop kvittering
IN 21	09	CH 1		Lastpall färdig för stapling
IN 22	10	CH 1		påskjutare i bakreläge
IN 23	11	CH 1		Reserv

OUTPUT	PLC	Channel	Adress	Uppgift
OUT 0	00	Ch 0		staplarbord motor
OUT 1	01	ch 0		Rotation av staplartornet
OUT 2	02	Ch 0		Rotation av staplartornet retur
OUT 3	03	Ch 0		Griparm upp
OUT 4	04	Ch 0		Griparm ner
OUT 5	05	Ch 0		Lastpallsvändare
OUT 6	06	Ch 0		Lastpallsvändare retur
OUT 7	07	Ch 0		Kvittering av stapel
OUT 8	00	CH 1		Autostart
OUT 9	01	CH 1		Redo att ta emot lastpall från linje
OUT 10	02	CH 1		Påskjutare
OUT 11	03	CH 1		Gripklo fast
OUT 12	04	CH 1		Griparm ut
OUT 13	05	Ch 1		Griparm in
OUT 14	06	CH 1		Reserv Ventil
OUT 15	07	CH 1		Reserv

