

# Underlätta övergång till Ethernet-anlutna frekvensomriktare



---

**Albin Andersson**

Division of Industrial Electrical Engineering and Automation  
Faculty of Engineering, Lund University



# Underlätta övergång till Ethernet-anslutna frekvensomriktare

Examensarbete  
av  
Albin Andersson

Examinator: Mats Lilja  
Handledare: Bengt Simonsson (IEA) och  
Anders L Johansson (Profilgruppen Extrusions AB)

Högskoleingenjörsutbildning i elektroteknik med automation  
Högskoleingenjörsuppsats 22,5 hp, EIEL05  
Datum: 2021-12-21



# LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola  
LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Industriell Elektroteknik och Automation (IEA)

## **Sammanfattning**

Målet med det här examensarbetet var att underlätta för underhållspersonalen på Profilgruppen att byta ut gamla frekvensomriktare som kommunicerar via ControlNet till moderna som kommunicerar via EtherNet/IP. Det har gjorts genom att ta fram en manual som innehåller instruktioner för alla viktiga moment i en systematisk ordning. Dessa instruktioner har skrivits efter att ett par frekvensomriktare byts ut, för att vara så korrekta som möjligt.

Examensarbetet resulterade i en manual som uppfyller målet med examensarbetet samt förberedelser inför byte av tjugo frekvensomriktare samt montering av åtta nya frekvensomriktare. Förberedelserna består av parameterfiler samt PLC-program för styrningen för samtliga omriktare.

### **Nyckelord**

PLC, frekvensomriktare, PowerFlex, EtherNet/IP, Allen-Bradley

## **Abstract**

The goal of this thesis was to make it easier for the maintenance staff at Profilverken to replace old frequency converters that communicate via ControlNet with modern ones that communicate via EtherNet/IP. This has been done by producing a manual that contains instructions for all important steps in a systematic order. These instructions have been written after a few drives were replaced, to be as accurate as possible.

The thesis work resulted in a manual that fulfills the goal of the project, preparations for the replacement of twenty-one frequency converters and the installation of eight new frequency converters. The preparations consist of parameter files and PLC programs for the control for all inverters.

## **Keywords**

PLC, frequency converter, PowerFlex, EtherNet/IP, Allen-Bradley

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>7</b>
1.1. Bakgrund	7
1.1.1. Företagspresentation	7
1.1.2. Tidigare studier	7
1.2. Syfte	8
1.3. Målformulering	8
1.4. Problemformulering	9
1.5. Motivering av examensarbete	10
1.6. Avgränsningar	10
1.7. Terminologi	10
<b>2. Teknisk bakgrund</b>	<b>11</b>
2.1. Frekvensomriktare	11
2.1.1. Uppbyggnad och funktion	11
2.1.2. Dagens industri	16
2.1.3. För- och nackdelar	18
2.2. Studio 5000 Logix Designer och Connected Components Workbench	19
2.3. ControlNet	20
2.3.1. Topologi	21
2.4. EtherNet/IP	22
2.4.1. Allmänt	22
2.4.2. Topologi	23
2.5. EtherNet/IP jämfört med ControlNet	25
<b>3. Metod</b>	<b>26</b>
3.1. Förstudier	26
3.2. Programmering och parametrisering	27
3.3. Montering	28
3.4. Källkritik	28
<b>4. Analys</b>	<b>30</b>
4.1. Kravspecifikation för manual	31

<b>5. Resultat och slutsats</b>	<b>32</b>
5.1. Resultat	32
5.1.1. Svar på frågeställningar	32
5.1.2. Temperaturmätning	33
5.1.3. Förberedelser inför byte	34
5.1.4. Monterings resultat	35
5.1.5. Manual	36
5.2. Slutsats	36
5.2.1. Framtida projekt	37
5.2.2. Reflektion över etiska aspekter	38
<b>6. Källförteckning</b>	<b>39</b>
<b>7. Appendix</b>	<b>41</b>
7.1. Appendix I: Enkät	41
7.2. Appendix II: Sammanställning av enkätsvar	42
7.3. Appendix III: Exempel på parametrar i excel	43
7.4. Appendix IV: PLC-program packavdelningen	44
7.5. Appendix V: PLC-program plastmaskin	45
7.6. Appendix VI: PLC-program färdigsåg	46
7.7. Appendix VII: Manual	47
7.8. Appendix VIII: Hederkodex	83

## Förord

Examensarbetet var den avslutande del i högskoleingenjörsutbildningen inom elektroteknik med automation på Lunds tekniska högskola. Även om examensarbetet inte innehöll så mycket beräkningar eller simuleringar har det utvecklat mig som ingenjör, då jag fick arbeta nära produktionen samt göra litteraturstudier, studera tidigare forskning samt söka i datablad. Dessutom har jag fått värdefull erfarenhet av teknisk dokumentation, både att skriva och inhämta information från denna typ av text.

Jag vill passa på att tacka min handledare Bengt Simonsson på Lunds universitet för tips och återkoppling under arbetets gång. Jag vill även rikta ett stort tack till Anders L Johansson som har varit min handledare på Profilgruppen och hjälpt mig med arbetet genom sin erfarenhet inom ämnet och företaget. Riktar även ett tack till Erik Marnung och Driton Salihu på Rockwell Automation för ett härligt bemötande och experthjälp inom automationsämnet. Jag vill avsluta med att tacka Gustav Alm och resterande personal på Profilgruppen för ett vänligt mottagande.

Åseda, 2021  
Albin Andersson



# 1.

## Inledning

Inledningen är en sammanfattning av bakgrunden till arbetet. Dessutom behandlas syfte, mål, problemformulering och avgränsningar i detta kapitel.

### 1.1. Bakgrund

På Profilgruppen finns det idag ett antal frekvensomriktare som börjar bli gamla och i behov av utbyte. Företaget vill enbart använda sig av Ethernet vilket gör att arbetet att byta dessa enheter omfattande, då de gamla sitter på en så kallade scanport-modul och är anslutna via ControlNet. Bytet innebär en del PLC-programmering, detta försvåras även då frekvensomriktarna som styr ett antal banor på golvet sitter i olika controllers vilket innebär att de måste flyttas till andra controllers som då kanske behöver en uppgradering.

Då arbetet är omfattande och komplext vill företaget ta reda på vilka möjligheter det finns att underlätta för personalen på underhållsavdelningen och på så sätt minska stillestånd i produktionen samt undvika att hålla igång två parallella kommunikationssystem.

#### 1.1.1. Företagspresentation

Profilgruppen AB grundades år 1981 och säljer, utvecklar samt tillverkar kundanpassade profiler och detaljer i aluminium. Företaget har sitt huvudkontor i Åseda, Småland, där de även driver största delen av sin verksamhet. Men har även säljbolag i Norge och Tyskland [1].

Profilgruppen är en helhetsleverantör vilket innebär att de erbjuder hjälp med allt från ide och konstruktion till produktion och förädling [2]. Basen för produktionen av profilerna är de tre processanläggningarna Mia, Eva och Max samt en ny som stod färdig 2020 vid namn Tor. Profilgruppens levererar produkter till kunder inom transportindustrin, elektronik, interiör, industrier samt byggbranschen. Exempel på kunder är GARO, Teknova, Gram Commercial, samt Prido för att nämna några.

#### 1.1.2. Tidigare studier

2010 gjordes ett examensarbete av Peter Nilsson vid Halmstad Högskola, som handlade om en styrskåpkonfigurator. Arbetet innefattar allt från hur moduler och komponenter ska kopplas i skåpen till färdiga PLC-program. Nilssons arbete kan användas som inspiration för manualen som är tänkt att tas fram i det här examensarbetet.

Daniel Arnlund och Gerardo Ponce Poblete skrev år 2015 ett examensarbete som behandlar hur man kan framtidssäkra SP:s automatiska vakuumsystem genom ett moderniserat styrsystem. Arbetet resulterade i ett fullt fungerande uppgraderat system som uppfyllde de mål som hade satts. Genom att använda moderna PLC:s kunde Arnlund och Ponce uppfylla hårdvarukraven samtidigt som de möjliggjorde utbyggnad av systemet. Arbetet innehåller mycket information om PLC:ens funktioner och uppbyggnad.

## **1.2. Syfte**

Syftet med examensarbetet är att underlätta för personalen på underhållsavdelningen genom att ta fram en manual som innehåller instruktioner för alla arbetsmoment som ingår vid byte av frekvensomriktare av modellerna Allen-Bradley 1305 och 1336 som är kopplade via ControlNet till modellen Allen-Bradley PowerFlex 525 som använder EtherNet/IP. Genom att ta fram en manual kan arbete genomföras snabbare och företaget slipper att hålla igång två parallella kommunikationsvägar för de olika frekvensomriktarna.

## **1.3. Målformulering**

Examensarbetet ska undersöka vad som kan göras för att underlätta för personalen vid framtida byten av denna typ av teknik. Därefter ska en manual som innehåller beskriver hur man kan gå tillväga vid ett byte utformas.

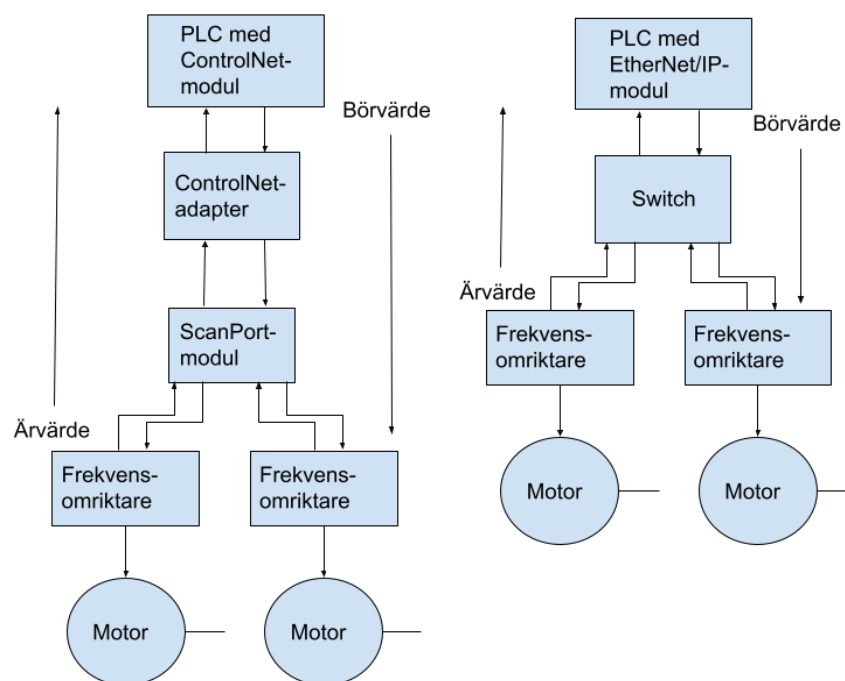
## 1.4. Problemformulering

Idag kan det ta flera timmar att byta en av de gamla frekvensomriktarna på grund av nya gränssnitt, ny typ av kommunikationsanslutningar med mera, figur 1.1, vilket leder till kostsamma stillestånd då inga produkter kan tillverkas.

Tanken med detta examensarbete är att ta fram en standardmetod som ska vara till hjälp för personalen på underhållsavdelningen vid byte av denna teknik. En typ av ”manual” med beskrivningar hur man ska gå tillväga för att byta frekvensomriktare samt parametrar för de olika omriktarna. Med hjälp av denna manual är tanken att byten ska gå snabbare vilket minskar stillestånd i produktionen och på så vis sparar företaget pengar.

Problem som ska lösas är följande:

1. Hur vill personalen att ”manualen” ska vara uppbyggd?
  - a. Ska det finnas metoder för varje enskild omriktare?
2. Vilken standard gäller för PLC-programmering? Hur kan den följas?
3. Går det att återanvända gamla program till de nya omriktarna?
4. Hur ska programmen lagras för att vara tillgängliga för personalen?
5. Hur ska parametrarna vara lagrade för att kunna användas som backup?
6. Reduceras arbetstiden för byte av frekvensomriktare märkbart med hjälp av ”manualen”?



Figur 1.1: Skiss över hur systemet ser ut idag (vänster) och skiss över hur systemet är tänkt att se ut (höger)

## 1.5. Motivering av examensarbete

Examensarbetet valdes då det behandlar hela kedjan i ett styrsystem, hela vägen från programmering av PLC:en till frekvensomriktaren som styr motorn. Företaget ville byta ut sina gamla frekvensomriktare som styrs via ControlNet till nya som använder sig av EtherNet/IP.

Denna typ av arbete tar idag lång tid att utföra på grund av bland annat nya gränssnitt som gör att den gamla koden inte går att använda. Genom att ta fram standardprogram för den nya tekniken kommer företaget spara resurser vid byten av frekvensomriktare i framtiden.

## 1.6. Avgränsningar

Företaget använder sig uteslutande av teknik från Rockwell, frekvensomriktaren PowerFlex används vid pressarna samt på anodiseringen. Alla komponenter i kedjan är från Rockwell, vilket innebär PLC, frekvensomriktare, kommunikationskort etc. Allt det här innebär att examensarbetet kommer rikta in sig mot detta fabrikat.

## 1.7. Terminologi

ControlNet – Nätverksprotokoll för industriautomation

HMI – Kontrollpanel (Human-Machine Interface)

IGBT – Bipolär transistor med isolerat styre (Insulated Gate Bipolar Transistor)

PAM – Pulsamplitudmodulering (Pulse Amplitude Modulation)

PWM – Pulsbreddsmodulering (Pulse Width Modulation)

DOL – Direct On Line

OSI – Open System Interconnection

IP – Industriellt protokoll (Industrial Protocol), i exempelvis EtherNet/IP

IP-adress – Internet Protocol address, ett nummer som används som adress på internet

NUI – Network Update Interval

NUT – Network Update Time

LAN – Lokalt nätverk (Local Area Network)

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

DLR – Device Level Ring

SS – Svensk standard

EN – Europeisk standard

ETAP – Ethernet Tap

Plug-and-play – I examensarbetet innebär det att enheten ska vara redo att köras vid inkoppling

## 2.

### Teknisk bakgrund

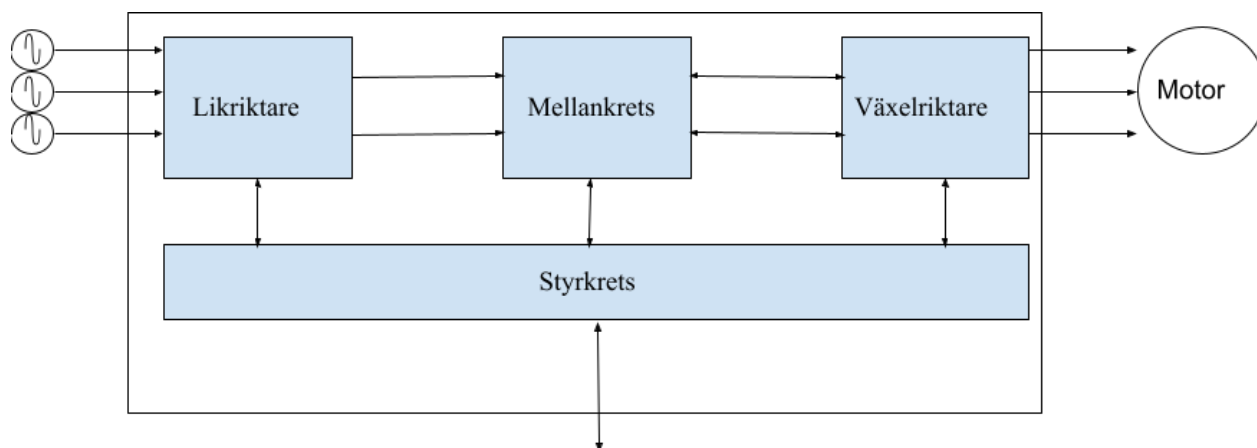
För att kunna utforma en så bra manual som möjligt krävs fördjupade kunskaper om systemets komponenter, hur de fungerar, används och hur de är uppbyggda. I följande kapitel ska detta studeras.

#### 2.1. Frekvensomriktare

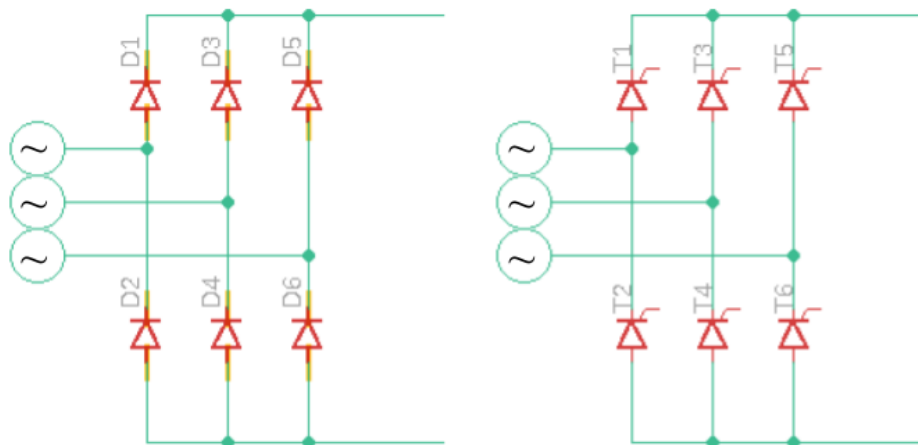
Allmän information om vad frekvensomriktare är och dess funktioner. Majoriteten av informationen i detta kapitel är hämtad från Danfoss [5].

##### 2.1.1. Uppbyggnad och funktion

Frekvensomriktare även kallat frekvensomvandlare eller frekvensomformare är en typ av enhet för att styra elmotorer. En frekvensomriktare består av fyra huvuddelar, dessa är likriktare, mellanledskrets, växelriktare och styrkrets, figur 2.1.



Figur 2.1: Blockdiagram för frekvensomriktare



Figur 2.2: Ostyrd sexpulslirikrtare (vänster) och Fullstyrd sexpulslirikrtare (höger)

Lirikrtaren har som uppgift att likrikta matningsspänningen som kommer från antingen ett enfas- eller ett trefasssystem [6]. Det finns fyra huvudtyper av lirikrtare, dessa är:

- ostyrd—dioderna i en sexpulslirikrtare, figur 2.2, kan delas in i två grupper  $D_{1,3,5}$  och  $D_{2,4,6}$ . Varje diod i grupperna leder ström en tredjedel av periodtiden. Diodgruppen  $D_{1,3,5}$  matar den positiva strömskenan, den övre i figur 2.2, medan  $D_{2,4,6}$  matar den negativa. Vilken diod som leder av  $D_1$ ,  $D_2$  eller  $D_3$  beror på vilken som har mest positiv spänning på anoden. Samma sak gäller  $D_2$ ,  $D_4$  och  $D_6$  fast för negativ spänning på katoden [7]. Eftersom inte diodernas strömförbrukning är sinusformad genererar de störningar i nätet, för att förbättra kurvformen på inkommande ström kan en aktiv brygga användas, det vill säga transistorer. Detta möjliggör även återmatning till nätet.
- halvstyrd—har samma koppling som den ostyrda lirikrtaren men en av diodgrupperna har bytts ut mot tyristorer. Genom att skicka en styrsignal till tyristorernas gate när de ska vara igång möjliggör att man kan minimera strömflödet till kondensatorerna i mellanledskretsen
- helstyrd—alla dioderna har bytts ut mot tyristorer, högerdel av figur 2.2. Denna typ av lirikrtare fungerar som den ostyrda med undantaget att man kan styra när tyristorerna ska leda. Genom att skicka en styrsignal  $\alpha$  till tyristorernas gate kan ledningstiden fördröjas. Signalen  $\alpha$  beräknas från tiden en diod i den ostyrda lirikrtaren normalt skulle leda vilket är  $30^\circ$  efter sinuskurvans nollställe. Den helstyrda lirikrtaren ger också möjlighet att variera spänningen genom styrsignalen [5]. Utspänningen blir ett genomsnittsvärde som beräknas enligt ekvation 1.

$$U = 1,35 * U_{matning} * \cos \alpha \quad (1)$$

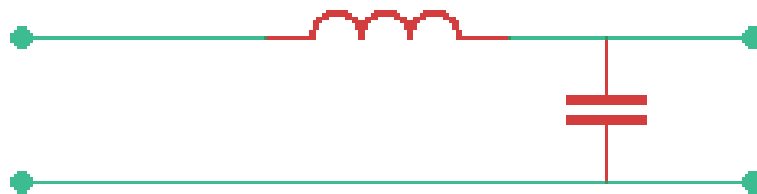
- Aktiv front-end—dioderna sitter parallellkopplade med varsin IGBT, vilket medför att elektrisk energi kan färdas i båda riktningarna. Detta är användbart i tillämpningar där motorn agerar generator under viss tid. När momentriktningen och rotationsriktningen är olika så agerar motorn som generator och alstrar en ström som kan matas tillbaka till nätet.

Mellanledskretsen kan delas in i fyra olika varianter, vilken variant som används beror på vilken likriktare och växelriktare som kretsen ska kombineras med.



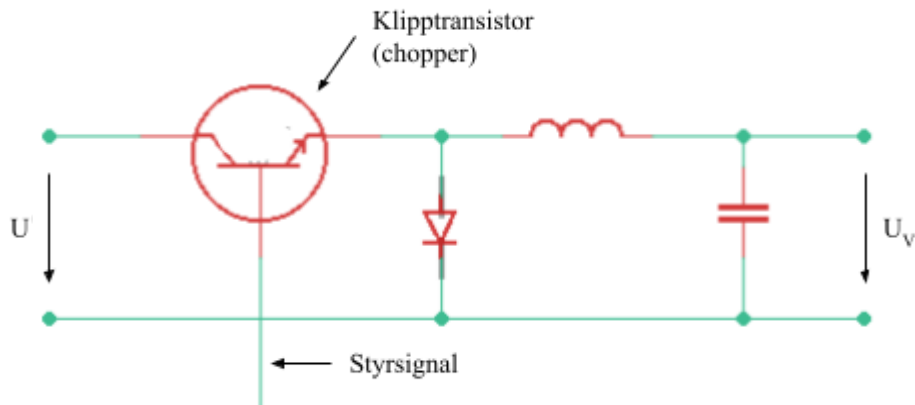
Figur 2.3: *Variabel likströmsmellanled med en spole*

Första varianten är enklast och består utav en stor spole, figur 2.3, som omformar den likriktade spänningen till variabel ström. Denna typ av mellanled används tillsammans med en helstyrd likriktare och en växelriktare som behöver en strömkälla [5].



Figur 2.4: *Mellanled konstant likspänning*

Den andra varianten består av ett filter uppbyggt av en induktor och en kondensator, figur 2.4. Kretsen kan användas tillsammans med flera typer av likriktare. Genom att den pulserande likspänningen från likriktaren glättas i filtret blir utsignalen en konstant likspänning. Om det är en styrd likriktare innan kretsen kan utspänningen varieras något. [8].



Figur 2.5: Mellanled med variabel likspänning

Den tredje varianten av mellanled består av en chopper (klipptransistor) kopplad innan ett filter, figur 2.5. Filtret har som uppgift att jämna ut fyrkantsvågen som choppern genererar. Detta sker genom att spänningen hålls konstant av induktorn och kondensatorn för en given frekvens. Fyrkantsvågen genereras genom att chopperväxelvis kopplar till och från spänningen från likriktaren. När choppertransistorn ska leda ( $t_{on}$ ) och vara spärrad ( $t_{off}$ ) för att få önskad spänning regleras av styrkretsen. Detta sker genom att styrkretsen jämför den variabla spänningen efter filtret ( $U_v$ ) med inspänningen som kommer från likriktaren. Om dessa två värden skiljer sig så kan transistorens ledtid ändras enligt ekvation 2, för att få den önskade spänningen.

$$U_v = U * \frac{t_{off}}{t_{on} + t_{off}} \quad (2)$$

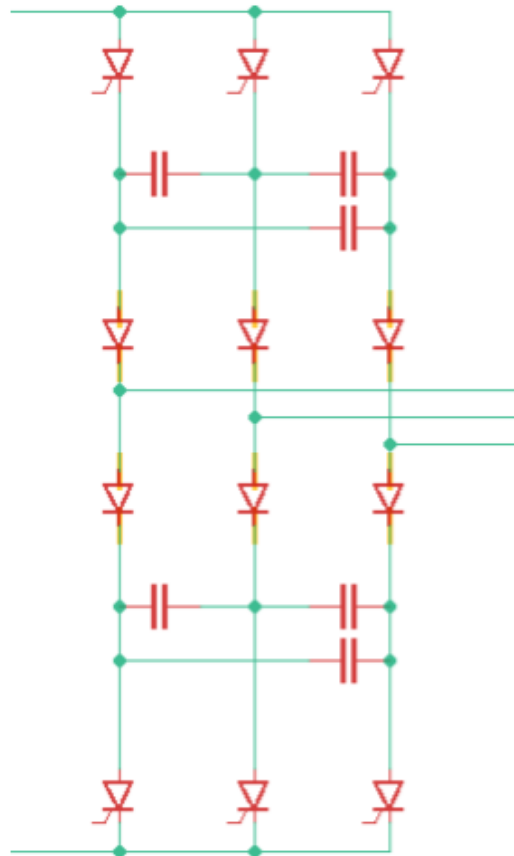
När strömmen bryts av chopperväxelvis genererar spolen en hög spänning på grund av att den försöker bibehålla strömmen. Denna spänning kan skada choppertransistorn och därför kopplas en frihjulsdiod in i kretsen [5], [8]. Hur hög spänningen blir när strömmen i kretsen bryts kan beräknas enligt ekvation 3.

$$e = L * \frac{d_i}{d_t} \quad (3)$$

Den sista typen av mellanledskrets har utvecklats på senare år och är uppbyggd på ett sådant sätt att kondensatorer och induktorer inte krävs. Detta på grund av att styrkretsen kan kontrollera likriktningen av matningsspänningen på ett sådant sätt att ströminflödet kan minskas. Denna typ av mellanled kallas "capacitorless" och har lägre byggkostnad och är kompaktare än andra mellanled [5].

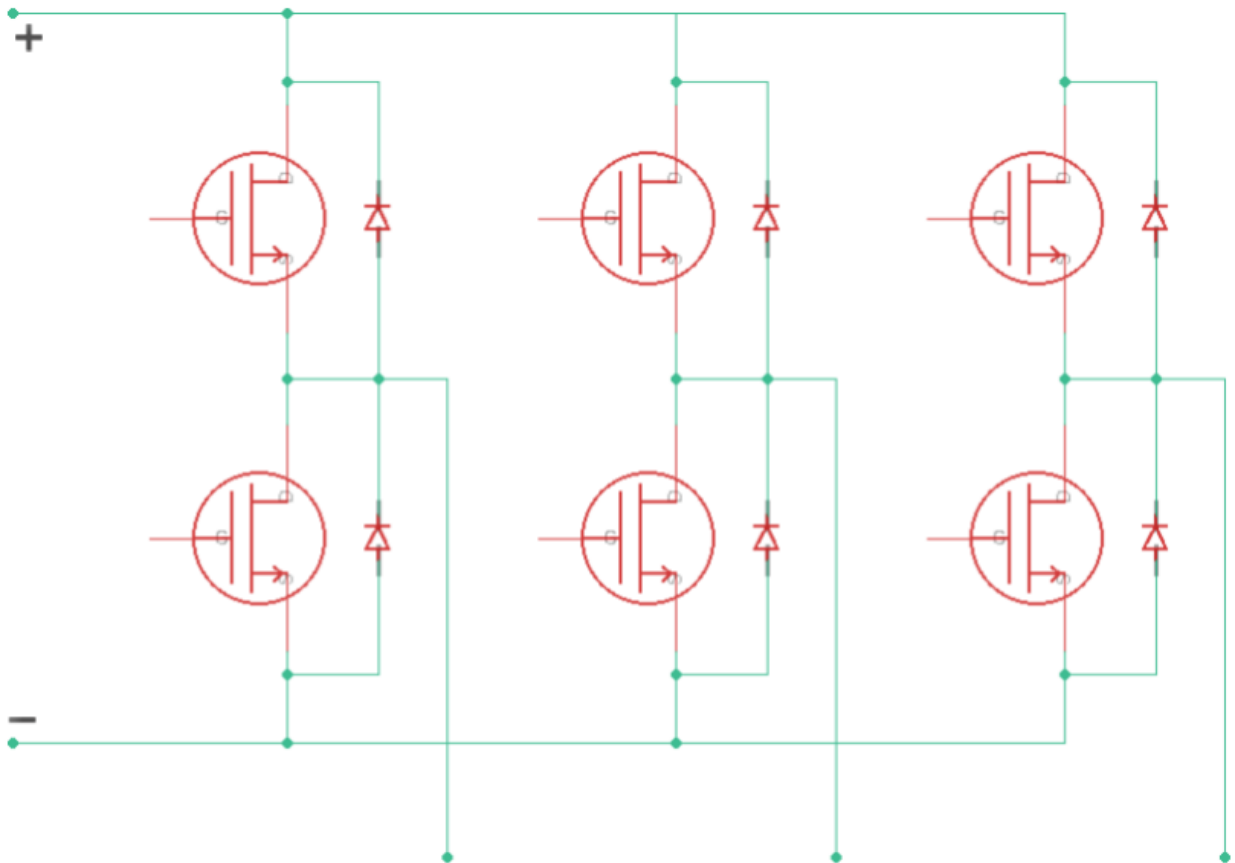


Växelriktaren är den sista hårdvarudelen som frekvensomriktaren är uppbyggd av. Det är i denna del som utgångspänningen och frekvensen anpassas efter den motor som är kopplad till frekvensomriktaren kräver. Konstruktionen av växelriktaren kan se ut på två sätt beroende på om mellankretsens utsignal är variabel likström, variabel likspänning eller konstant likspänning. Funktionen av växelriktaren är dock samma, att se till att motorn får en variabel växelspanning.



Figur 2.6: Växelriktare med tyristorer

Första konstruktionen, figur 2.6, består utav sex dioder, sex tyristorer och sex kondensatorer som styrs av styrkretsen. Denna konstruktion hör till historien och användes tidigare till väldigt speciella laster. Från 1980-talet gick man ifrån LM (likströmsmotorer) till AM (asynkronmotorer) som drivs med transistorbrygga mot maskinen inom industrin. [8]



Figur 2.7: Växleriktare med transistorer

Den andra konstruktionen, figur 2.7, består av sex transistorer som är parallellkopplade med varsin frihjulsdiod för att skydda dem när de bryter strömmen. Denna typ av konstruktion har blivit allt vanligare då transistorerna har många goda egenskaper som gör att tekniken blir bättre. Några av dessa egenskaper är; att de klarar av högre strömmar och spänningar dessutom kan man ha högre switchfrekvens vilket ger en jämnare motorgång.

### 2.1.2. Dagens industri

I dagens industri är en kombination av diodlikriktare, mellanledskondesatorer och transistorbrygga den vanligaste uppbyggnaden av frekvensomriktare. Denna typ av omriktare används i området en halv till två hundra kilowatt. Vid större effekter och mycket inbromsningar kan aktiv front-end användas för att möjliggöra återmatning av den energin till nätet. Det finns även andra lösningar men dessa är ovanliga.

Det finns två grundprinciper av modulering när mellanledet levererar konstant eller variabel spänning. Dessa två är:

- PAM – står för pulsamplitudmodulering (Pulse Amplitude Modulation), används när mellanledskretsen genererar variabel spänning eller variabel ström. På grund av att spänningen/strömmen redan är variabel behöver bara frekvensen skapas. Detta görs genom att upprepa ett mönster då de enskilda transistorerna ska leda respektive spärra. Det är utsignalen från mellanledskretsen som avgör hur dessa mönster ska se ut.
- PWM – står för pulsbreddsmodulering (Pulse Width Modulation), används då spänningen från mellanledskretsen är konstant. Eftersom spänningen från mellanledet är konstant (DC) måste både växelspanning och frekvens skapas. För att generera en variabel spänning styr styrkretsen tiden då mellanledskretsens spänning är inkopplad till motorledningarna. Frekvensen skapas genom att växla spänningspulserna längs tidsaxeln, positiva under halva periodtiden och negativa under andra halvan. Hur styrkretsen bestämmer när transistorerna ska vara tända respektive släckta kan göras genom att bestämma skärningspunkten mellan en trekantsspänning och en sinusformad referensspänning (s.k. sinusstyrd PWM) [5].

Till skillnad från de övriga delarna i frekvensomriktaren skiljer sig styrkretsen mycket beroende på tillverkare. Men uppgifterna för styrkretsen för de flesta fabrikat är bland annat att styra halvledarna, kommunicera med bland annat PLC:er, detektera fel samt skydda frekvensomriktaren och motorn [5].

### 2.1.3. För- och nackdelar

I det här underkapitlet presenteras ett par för- och nackdelar med frekvensomriktare jämfört med mjukstartare

Största skillnaden mellan de två teknikerna är att mjukstartare inte fungerar på alla laster, utan bara på laster som inte kräver något moment vid låga varvtal (exempelvis fläktar och pumpar). Båda utrustningarna möjliggör en mjukare start av motorer, vilket leder till reducerat slitage och på så sätt kan industrier spara pengar på underhållsarbete.

Enda fördelen med mjukstartare jämfört med frekvensomriktare är att de är billigare. Men mjukstartare är på väg att försvinna från marknaden då skillnaden i priset på en mjukstartare och en frekvensomriktare minskar för varje år. Medan den största fördelen med frekvensomriktare är att tekniken möjliggör steglös styrning av hastigheten.

För att summera fördelar och nackdelar med respektive teknik är frekvensomriktare ett bättre val i de allra flesta fall. En frekvensomriktare är bättre på energispara än mjukstartare då de möjliggör att motorn arbetar kontinuerligt i optimalt varvtal jämfört med mjukstartare som låter motorn arbeta kontinuerligt vid maximalt varvtal. I tabell 2.1 och 2.2 kan fler fördelar och nackdelar för mjukstartare respektive frekvensomriktare ses [9], [10].

Tabell 2.1: Några fördelar och nackdelar med mjukstartare

Fördelar	Nackdelar
Minskat slitage av utrustning vid start (jämfört med DOL)	Fungerar inte på alla laster
Skyddar motorn från överhettning	Enbart hastighets- och momentstyrning vid uppstart
Billigare än frekvensomriktare*	Har inte bromskraftåtervinning som frekvensomriktare har
Oftast mindre dimensioner än frekvensomriktare	Kräver att det finns en mjukstoppare för mjuka stopp

\* Prisskillnaden för inköp av mjukstartare och frekvensomriktare minskar med varje år.

Tabell 2.2: Några fördelar och nackdelar med frekvensomriktare

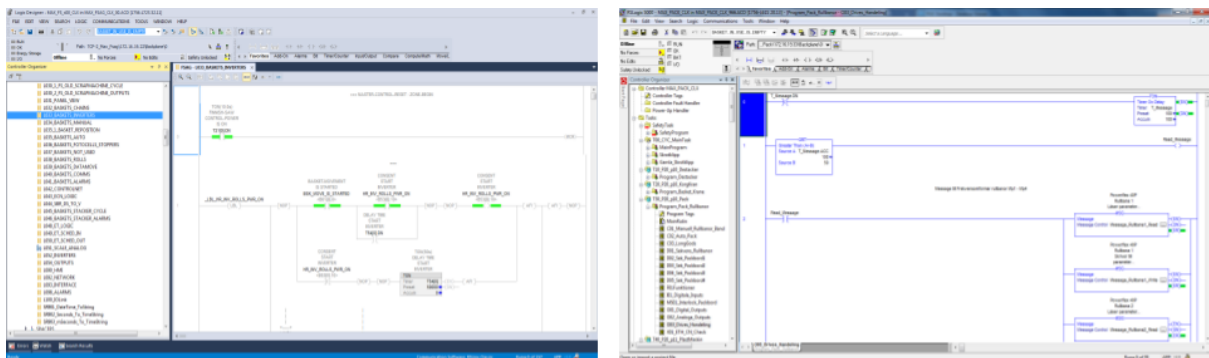
Fördelar	Nackdelar
Minskat slitage av utrustning vid start och stopp (jämfört med DOL)	Dyra vid inköp jämfört med mjukstartare*
Energibesparande	Oftast större formgivning än mjukstartare
Skyddar motorn från överhettning	Kan leda till övertoner i systemet
Hastighets- och momentstyrning under hela motordriften	Kräver mer värmeavledning på grund av att de alstrar värme
Snabbare inbromsning än mjukstartare	Ökad ljudnivå vid olika frekvenser på grund av switchning
Möjlighet för bromskraftåtervinning	

\* Prisskillnaden för inköp av mjukstartare och frekvensomriktare minskar med varje år.

## 2.2. Studio 5000 Logix Designer och Connected Components Workbench

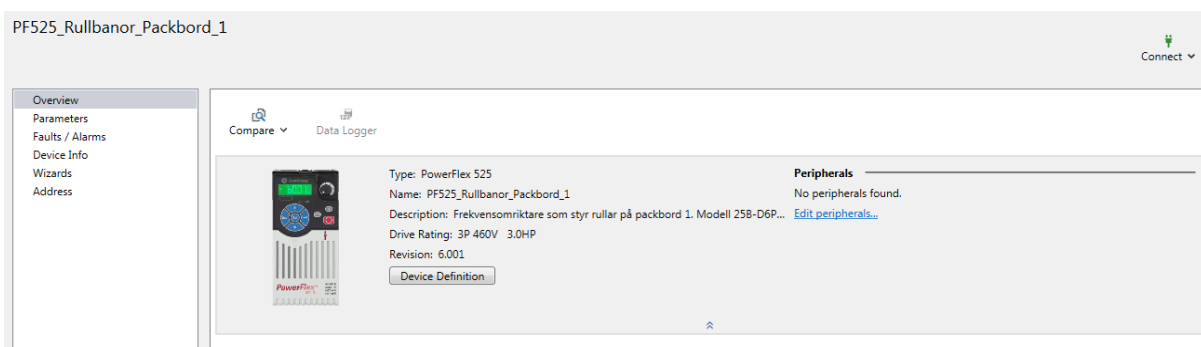
Underkapitlet innehåller översiktliga beskrivningar av de två utvecklingsmiljöerna Studio 5000 Logix Designer och Connected Components Workbench.

Studio 5000 Logix Designer, figur 2.8, som tidigare hette RSLogix 5000 (till och med version 20 av programmet) är en plattform för att programmera och konfigurera Allen-Bradley PLC:er. Mjukvaran är baserad på Rockwells integrerade arkitektur och ger ett gränssnitt för utveckling av program med standarden IEC 61131-3 [11]. Studio 5000 ger även möjligheter att ändra, ladda upp och ner parametrar till Rockwells frekvensomriktare exempelvis PowerFlex 525.



Figur 2.8: Studio 5000 (vänster) och RSLogix 5000 (höger)

Connected Components Workbench, figur 2.9, eller CCW som det förkortas är en gratis mjukvara som är baserat på teknik från Rockwell Automation och Microsoft Visual Studio. Programmet erbjuder bland annat en utvecklingsmiljö för programmering och konfigurering av PowerFlex frekvensomriktare samt visualisering av systemet för operatörspaneler. CCW följer den internationella standarden IEC 61131-3 som är den standard som gäller PLC programmering. Mjukvaran möjliggör att parametrar importeras från, ändras och sedan exporteras tillbaka till omriktarna [13].



Figur 2.9: Connected Components Workbench

## 2.3. ControlNet

Underkapitlet innehåller grundläggande information om ControlNet.

### 2.3.1. Allmänt

ControlNet är ett nätverksprotokoll för industriella automationsapplikationer även kallat fältbuss. Protokollet använder sig av CIP (Common Industrial Protocol) som utgörs av de tre översta lagerna i OSI-modellen. Dessa lager är applikation, presentation samt session. Rockwell som ligger bakom ControlNet anpassade de sista lagerna i modellen (transport, nätverk, datalänk och fysiska) för att klara kraven för nätverket. Dock ägs ControlNet numera av ODVA (Open DeviceNet Vendors Association) som även äger EtherNet/IP. ControlNet designades för att vara ett snabbt och pålitligt sätt att kommunicera med olika enheter som exempelvis PLC, HMI, datorer och frekvensomriktare i industrimiljöer.

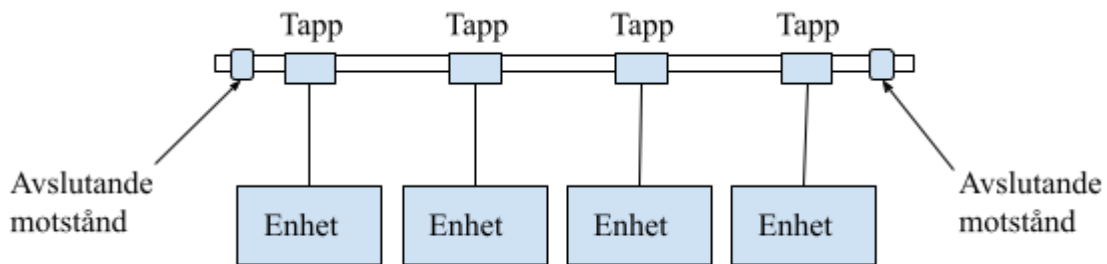
Protokollet är baserat på IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.5 även känt som Token Ring. Ett sådant system innebär att alla enheter är kopplade i en ring och kan lyssna på trafiken på kanalen. För att bestämma vilken enhet som får sända används en markör (token). Enheten som har markören sänder sin information och skickar sedan vidare markören till nästa nod. I ControlNet har markören en bestämd tid innan den försvinner och en ny skapas och skickas vidare.

ControlNet arbetar i cykler som kallas för NUI (Network Update Interval). Varje NUI består av tre delar, dessa är scheduled, unscheduled och guardband. I den första delen, scheduled, får alla noder som har viktig data att skicka en möjlighet att skicka denna. Andra delen, unscheduled, finns det inga garantier att alla noder får skicka data. Den tredje och sista delen, guardband, är innehåller synkronisering och en metod för att bestämma vilken nod som ska få möjlighet att sända data först i nästa unscheduled fas. Som tidigare nämnts finns det en markör i ControlNet för att bestämma vilken nod som får sända data. Denna används i första (scheduled) och andra (unscheduled) delen av NUI. Hur lång varje NUI är bestäms av NUT (Network Update Time) och har en fixerad periodtid mellan två och hundra millisekunder. När perioden tar slut upprepas den [13], [14].

### 2.3.1. Topologi

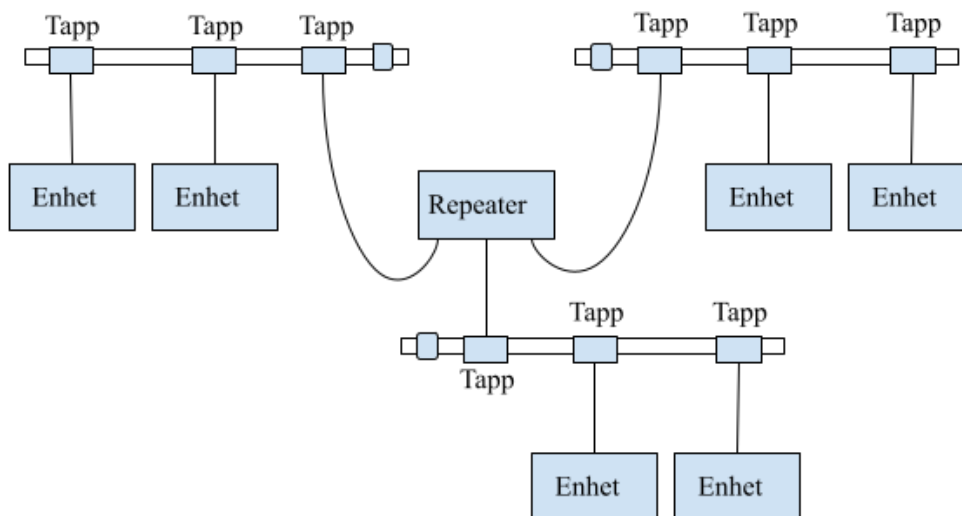
Det finns tre olika sätt att koppla ControlNet, dessa tre topologier är:

- Linjär eller trunkline-dropline – alla nätverksnoder är kopplade till en gemensam dataöverföringsmedium, figur 2.10, som ibland kallas trunk. All data som skickas i nätverket överförs via denna kabeln, när signalen når slutet av överföringskabeln så stoppas den.



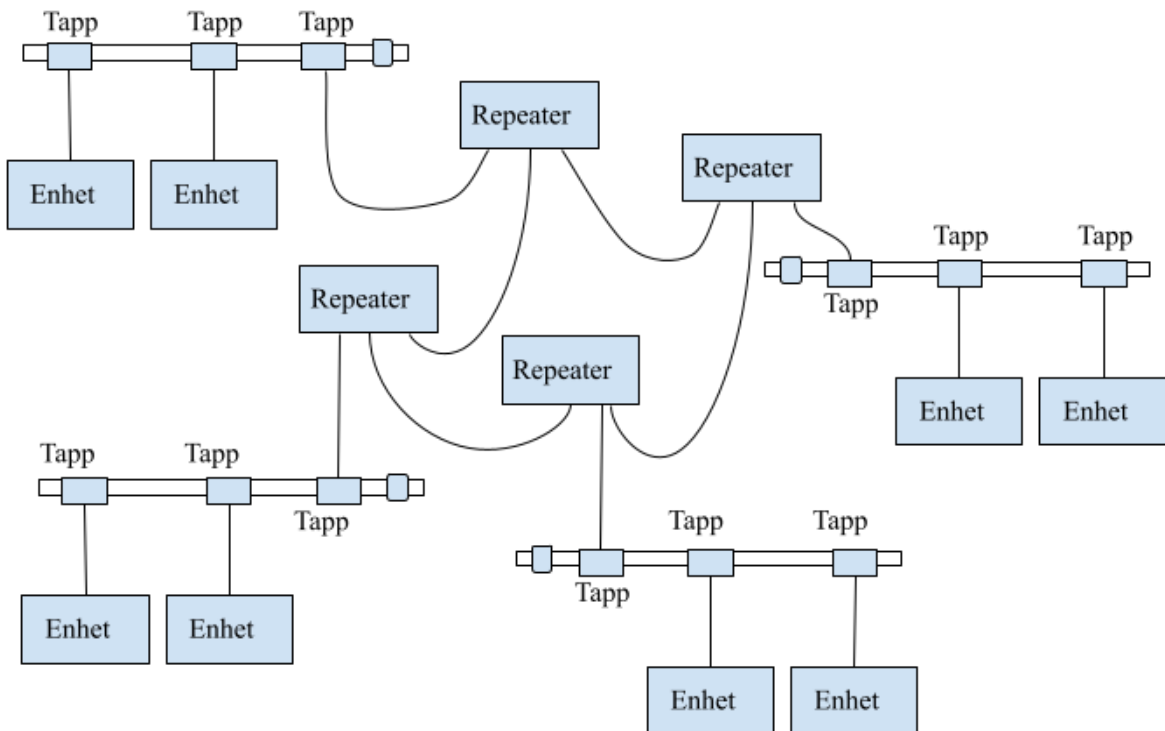
Figur 2.10: ControlNet trunkline-dropline

- Stjärn – i denna topologi, figur 2.11, är alla enheter kopplade till en centralnod som kallas switch eller hubb. För att stjärntopologin ska fungera måste repeaters användas.



Figur 2.11: ControlNet stjärntopologi

- Ring – alla enheter är kopplade till en sluten slinga, figur 2.12, överföringen av data från varje enhet sker av en repeater och färdas i slingan till den stoppas av samma repeater efter ha gått varvet runt [15].



Figur 2.12: ControlNet ringtopologi

## 2.4. EtherNet/IP

I följande underkapitlet presenteras grundläggande information om EtherNet/IP.

### 2.4.1. Allmänt

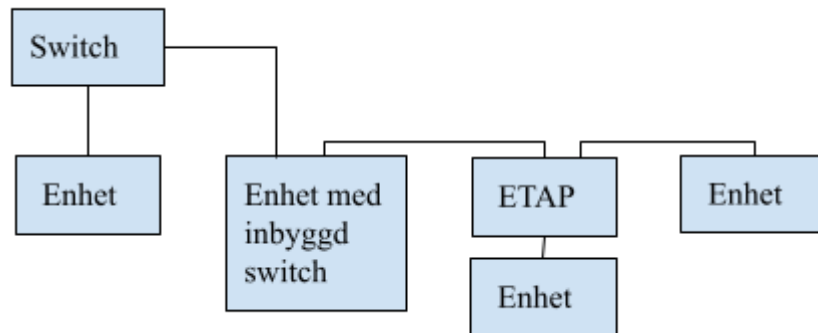
EtherNet/IP är precis som ControlNet ett nätverksprotokoll för industriella automationsapplikationer eller en så kallad fältbuss som är baserat på CIP. EtherNet/IP använder sig IEEE-protokollet Ethernet som innehåller bland annat definitioner för det fysiska lagret i OSI-modellen. Datan skickas via Ethernet-kablar som bygger upp ett LAN (Local Area Network). I Ethernet finns även protokollet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) som kan användas för att generera Ethernetpaket som sedan sändas via kabeln. Kombinationen av alla dessa protokoll utgör alla lager i OSI-modellen. CIP utgör de tre översta lagerna (applikation, presentation och session) och möjliggör de olika funktionerna för frekvensomriktaren som är kopplad till PLC:en. TCP/IP utgör lagerna transport och nätverk som sköter bland annat sändning och mottagning av paket. De sista lagerna (datalänk och fysiskt, utgörs av Ethernet) tar hand om adressering och själva signalöverföringen. [16], [17].



### 2.4.2. Topologi

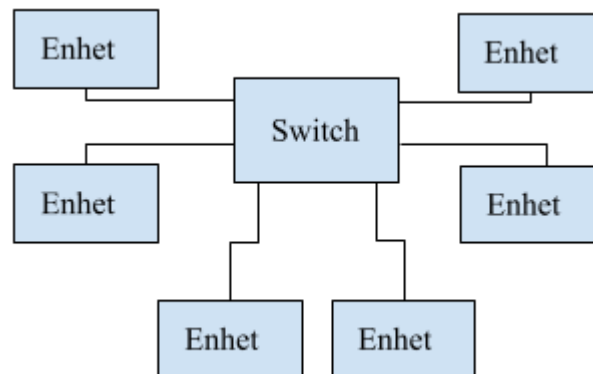
Det går att använda samma topologi i EtherNet/IP-system som för ControlNet-system skillnaden är typen av utrustning som används för att möjliggöra kommunikationen mellan noderna.

I den linjära topologin, figur 2.13, behövs att enheten har integrerad EtherNet/IP, en kommunikationsmodul eller en separat ETAP (Ethernet Tap).



Figur 2.13: EtherNet/IP linjär topologi

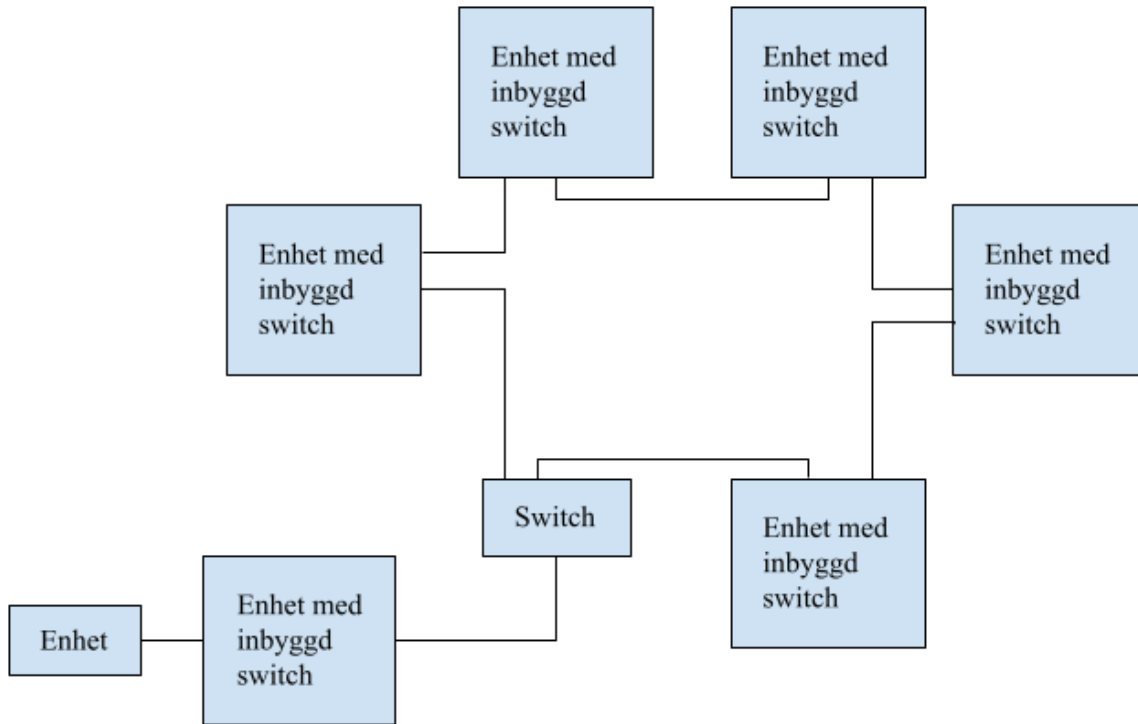
Stjärntopologi, figur 2.14, kräver att en switch som enheterna kan kopplas till finns med [15].



Figur 2.14: EtherNet/IP stjärntopologi

Avslutningsvis vad som krävs för ringtopologi, figur 2.15, är följande:

- alla enheter måste vara switchar
- switcharna måste ha DLR-enabled trunk portar
- router för kommunikation med andra nätverk [18]



Figur 2.15: *EtherNet/IP ringtopologi*

## 2.5. EtherNet/IP jämfört med ControlNet

Följande underkapitel innehåller en kort jämförelse av protokollen EtherNet/IP och ControlNet.

I tabell 2.3 presenteras några viktiga egenskaper för ett industriellt nätverk. EtherNet/IP har bland annat en högre bandbredd jämfört med ControlNet. Bandbredden i ControlNet ligger på fem Mbps medan EtherNet/IP vanligtvis ligger mellan hundra Mbps och en Gbps.

I ControlNet ser alla noder i systemet trafiken och i EtherNet/IP kan en switch användas, vilket gör att bara den enheten som trafiken ska till kan se den. ControlNet har även mindre kapacitet än EtherNet/IP. Om inte repeaters används kan nätverket ha 48 noder och med den tekniken kan det ha upp till 99 noder, medan antalet noder i ett EtherNet/IP-system bara begränsas av antalet tillgängliga IP-adresser i nätverket [15].

Tabell 2.3: *EtherNet/IP jämfört med ControlNet*

Funktioner	EtherNet/IP	ControlNet
Trådlöst	Ja	Nej
Antal noder	Samma antal som IP-adresser på nätverk	max 99
Hastighet	10/100/1000 Mbps	5 Mbps
Integrerat skydd (CIP skydd)	Ja	Nej
Olika topologier	Ja, stjärn, linjär och ring	Ja, stjärn, dropline och ring

## 3. Metod

I detta kapitel behandlas tillvägagångssättet för examensarbetet samt källkritik.

### 3.1. Förstudier

Arbetet började genom fördjupningsarbetet i systemet genom att litteraturstudier gjordes. Litteratur som studerades var allt från hur kommunikationsprotokollen är uppbyggda och fungerar till hur enskilda frekvensomriktare kan få parametrar lättast.

I det här steget av arbetet kontaktades även Rockwell Automation som är tillverkare av frekvensomriktarna (och kringutrustning) som Profilgruppen använder och vill använda i framtiden. Rockwell bifogade mycket material om bland annat de befintliga frekvensomriktarna, referensmanual för övergång från ControlNet till EtherNet/IP och förslag på diagnostikverktyg som kan användas i framtiden.

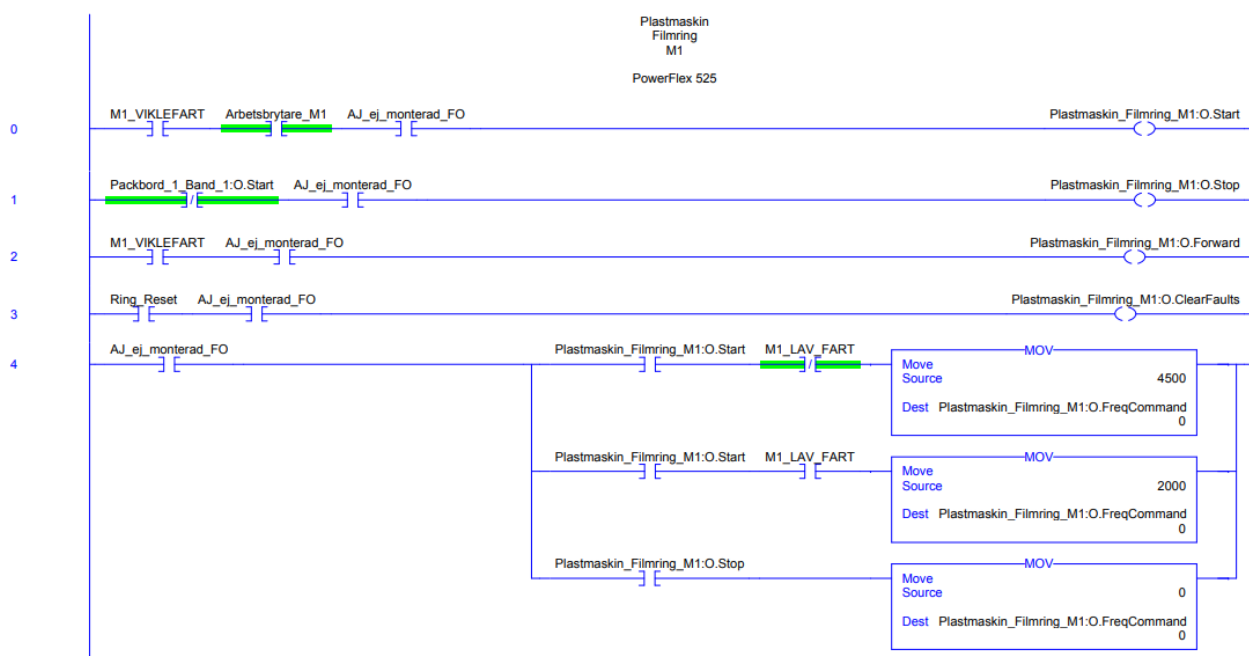
Efter det skrevs en enkät, appendix I, som skickades ut till de anställda på Profilgruppens underhållsavdelning. Enkäten som skickades ut var till för att reda ut vilka de största problemen var vid byten av frekvensomriktare. Samt hur "manualen" skulle utformas för att vara till så stor nytta som möjligt för underhållspersonalen. Svaren från enkäten utvärderades och sammanfattades för att kunna användas under arbetets gång.

## 3.2. Programmering och parametrisering

Parametrar till de nya frekvensomriktare är baserade på parametrar från de gamla frekvensomriktarna. Dessa parametrar låg lagrade som textfiler och gjordes därför om till excel-ark för enklare presentation av datan, appendix III.

De nya parametrarna skapades i programmet CCW (Connected Components Workbench) och exporterades som pf5-filer. Denna typ av fil är en parameterfil som kan laddas över till frekvensomriktarna av typen PowerFlex 525 via en USB-kabel typ B. Alla projekten i CCW samt parameterfiler lagras på en nätverksenhet som all personal på underhållsavdelningen har tillgång till.

Eftersom arbetet behandlar övergången från ControlNet-anlutna frekvensomriktare till EtherNet/IP-anlutna så krävdes en del programmering då de gamla PLC-programmen behövde uppdateras.



Figur 3.1: Kodexempel

Programmeringen utfördes i programmet Studio 5000 Logix Designer samt en lite äldre version vid namn RSLogix 5000. Programmen följer den internationella standarden IEC 61131-3 för PLC-programmering. Det finns en svensk standard som är baserad på denna vid namn SS-EN 61131-3 [18]. Standarderna innehåller bland annat beskrivningar om de olika programmeringsspråken för programmering av PLC. Programmen för att styra de olika frekvensomriktarna är mestadels ladder-kod vilket kan ses i figur 3.1.

De nya PLC-programmen lagras på samma sätt som de gamla gjordes i Microsoft SourceSafe. Programmet skapar ett virtuellt bibliotek för att lagra och organisera filerna. Genom SourceSafe kan flera användare arbeta samtidigt i datafilerna som ligger lagrade i biblioteket [19]. Detta möjliggör att alla anställda på underhållsavdelningen har tillgång till dessa program, förutsatt att de har en inloggning till SourceSafe.

### 3.3. Montering

För att få kunskap om hur ett byte av frekvensomriktare görs på bästa sätt och på så vis kunna förbättra manualen byts några frekvensomriktare på packavdelningen på press Max. De frekvensomformarna som byts ut var av en äldre modell (Allen-Bradley 1305 Adjustable Frequency AC Drive) som utgick ur Rockwells sortiment år 2014. Eftersom parametrarna till de nya frekvensomriktarna (av typ PowerFlex 525) tidigare hade överförts behövdes enheterna bara monteras i styrskåpen.

Innan de nya omriktarna monterades jämfördes olika monteringsalternativ för att avgöra vilket som passade bäst. Alternativerna var vertikal zero stacking eller vertikalmontering. Zero stacking innebär att det inte är något mellanrum mellan enheterna. Denna typ av monteringsfunktion fungerar om temperaturen i skåpet ligger i intervallet  $-20$ – $45$  grader Celsius. Vid vertikalmontering ska det vara minst 25 mm mellan varje enhet. Med denna monteringsstyp får temperaturen ligga lite högre eftersom luften kan cirkulera mellan enheterna. Temperaturen får ligga i intervallet  $-20$ – $50$  grader Celsius. Genom att koppla upp en dator mot ett par omriktare som redan kommunicerar med EtherNet/IP kunde temperaturen på frekvensomriktarna i skåpen läsas av, tabell 5.1.

### 3.4. Källkritik

Källkritik är en viktig del i examensarbetet för att kunna presentera korrekt fakta och ta välgrundade beslut. I denna delen presenteras varför källorna i arbetet kan anses vara trovärdiga.

Informationen från Profilgruppens hemsida är av allmän karaktär om företaget (exempelvis när det grundades). Kan anses trovärdigt då det är ett etablerat företag.

Examensarbetet av D. Arnlund och G. Ponce (2015) beskriver skillnader mellan olika PLC-system. Arbetet kan anses trovärdigt då det är gjort vid Chalmers tekniska högskola som är en känd svensk högskola.

Examensarbetet av P. Nilsson (2010) behandlar hur allt från hur komponenter ska kopplas i ett styrskåp till färdiga PLC-program. Även detta arbete har hög trovärdighet då det är gjort vid Högskolan i Halmstad som också är en känd svensk högskola.

Handboken *Facts Worth Knowing about AC Drives* som är utgiven av Danfoss innehåller mycket information och beskrivningar om frekvensomriktare. Den är inte så gammal, utgiven 2019, vilket innebär att informationen är uppdaterad och gör den trovärdig. Dessutom ökar trovärdigheten eftersom Danfoss är ett multinationellt företag som bland annat tillverkar frekvensomriktare.

Faktan som är hämtad från ElectronicsTutorials kan anses trovärdig eftersom den överensstämmer med vad som lärdes ut i kursen Kraftelektronik (ETEF10) på LTH.

Examensarbetet av J. Ferm och L.-J. Andersson (2007) beskriver hur positionering av en asynkronmotor kan göras med hjälp av en frekvensomriktare. Arbetet innehåller även beskrivningar av de olika komponenterna i systemet. Trovärdigheten kan anses vara hög eftersom arbetet har gjorts vid Lunds universitet som är ett känt svenskt universitet.

Faktan som är hämtad från *ROKTalk on Drives* utgiven av Rockwell Automation beskriver bland annat olikheterna mellan mjukstartare och frekvensomriktare. Källan kan anses trovärdig då den kommer från ett ledande företag inom området.

Informationen som är hämtad från ABB:s frekvensomriktare och mjukstartare för lågspänning innehåller grundläggande förklaringar på vad som är bra att tänka på vid val av frekvensomriktare och mjukstartare samt allmän information om de båda teknikerna. Källan är trovärdig då den kommer från ett företag som är stora inom automationsteknik.

Information från MathWorks är en allmän beskrivning av programmet Studio 5000 Logix Designer. Källan kan anses vara trovärdig eftersom MathWorks är ett etablerat företag som specialiserar sig på mjukvara för matematisk databehandling.

All information som är hämtad från PDF-filer som är utgivna av Rockwell kan anses trovärdiga då det är bland annat användarmanualer och datablad för de olika produkterna som produceras av företaget.

Videoklippen *What is EtherNet/IP* och *What is ControlNet* beskriver de olika nätverksprotokollen. Trovärdigheten kan anses vara hög då de är utgivna av RealPars som en etablerad plattform för utläring av automationsteknik dessutom är många i gruppen bakom plattformen automationsingenjörer.

SS-EN 61131-3 är den svenska standarden som gäller vid PLC programmering. Den innehåller rekommendationer angående de olika språken samt grafiska symboler. Standarden är en europastandard som baseras på den internationella standarden IEC 61131-3 vilket gör den trovärdig.

Boken *Electric Motors and Drives : Fundamentals, Types and Applications* (Hughes 2019) beskriver bland annat elmotorer och drivenheter på ett bra och tydligt sätt. Vilket gör det lätt för en individ med grundläggande kunskaper inom elektronik att förstå. Det är även femte upplagan av boken vilket gör att eventuella fel som funnits i tidigare upplagor borde ha rättats till.

Informationen som är hämtad från Enlyft är av allmän karaktär om SourceSafe och kan anses vara trovärdig då det företaget jobbar tillsammans med Microsoft som är utvecklare av programmet.

## 4. Analys

Kapitlet behandlar bland annat problem som uppstod under arbetets gång, motiveringar för de val som gjorts samt en kort kravspecifikation för manualen.

CCW har använts i examensarbetet eftersom det rekommenderades av en frekvensomriktarspecialist på Rockwell. Enligt honom var CCW det enklaste och bästa sättet att konfigurera omriktarna.

Det fanns en tanke att lagra alla parametrar i en egen SQL-databas. Men efter samtal med personal på företaget ansågs detta onödigt då parameterfilerna kunde lagras på samma nätverksenhet som resten av datan för PLC:erna. Tanken var att använda filestream i SQL som möjliggör att ostrukturerad data lagras. Ostrukturerad data är exempelvis dokument och bilder. Eftersom denna idé ansågs onödigt behövde ingen mer undersökning om hur detta skulle gå till göras.

Enkäten *manual för frekvensomriktare* resulterade, appendix II, i att sex av de tjugosju som den skickades till svarade. Det ska dock nämnas att alla dessa tjugosju inte har jobbat med den elektriska delen på press Max, vilket kan vara en anledningen till att de inte svarade. En påminnelse skickades ut i ett försök att få fler att svara. Dock gav påminnelsen inget resultat.

Utifrån svaren och diskussioner med några i personalen framgick det att de största problemen var parametrering av frekvensomriktarna, programmeringen av PLC:er samt att det är gammal utrustning som sitter i skåpen. Det som önskades av manualen var att den skulle förklara arbetsprocessen på ett systematiskt sätt från början (var lediga IP-adresser) till slut (enheten är i drift) samt förklaringar på felkoder.

De frekvensomriktare som är tänkta att monteras i styrskåpen är av modellen PowerFlex 525. Dessa kommer i olika storlekar och de som kommer att användas är storlekarna 0,4 kW (25B-D1P4N114), 1,5 kW (25B-D4P0N114), 2,2 kW (25B-D6P0N114), 4,0 kW (25B-D010N114) samt 5,5 kW (25B-D013N114). PowerFlex 525 valdes på grund av att de kan kommunicerar med hjälp av protokollet EtherNet/IP via Ethernet-kablar som var målet med examensarbetet. Dessutom har de fördelen att parameterfilerna kan göras via CCW och laddas över via en USB-kabel. En annan fördel med dessa är att det finns arbetserfarenheter hos personalen med denna typ tidigare då de återfinns på andra avdelningar på företaget.

Monteringstypen som valdes var vertikalmontering eftersom det fanns mycket plats i styrskåpen och denna typ ökar temperaturlågheten hos enheterna. Zero stacking valdes bort baserat på att det inte var någon platsbrist i styrskåpen, vilket gjorde att det var onödigt att placera enheterna så tätt.

Det uppstod problem vid test av överföring av parametrarna via USB-kabel eftersom programmet PF52XUSB inte kunde kommas åt på datorer som hade operativsystemet Windows 10 installerat. Lösningen till problemet var att föra över programmet med hjälp av en dator med Windows 7 från omriktaren till nätverksenheten. Från den enheten kunde sedan programmet exekveras.



Eftersom de nya frekvensomriktarna inte fanns på lager behövdes de beställas från tillverkaren. Detta gjordes men tyvärr blev det ett fel, då enfasomriktare och inte trefas beställdes. Problemet åtgärdades genom samtal med Rockwell och en ny korrekt order lades. Leveranstiden var lång då Rockwell hade haft det svårt att få fram frekvensomriktare på grund av coronapandemin.

## 4.1. Kravspecifikation för manual

### Krav:

1. Manualen ska på ett systematiskt sätt gå genom arbetsprocessen
2. Förklaringar av felkoder samt lösningsförslag

### Hur kraven ska uppfyllas:

#### Krav 1

Dokumentet ska ha följande disposition för att kunna följas från start till slut eller snabbt kunna leta information under arbetets gång

#### Disposition:

##### Inledning

##### Förberedelser

- Hitta lediga IP-adresser

- Parametrering och adressering

  - Skapa nya parametrar

  - Exportera parametrar

  - Ändra i parameterfilerna

  - HMI/HIM (Human Machine Interface / Human Interface Module)

- Överföring av parametrar via USB

  - Överföring av parametrar till frekvensomriktare

  - Överföring av parametrar till dator

- Ethernet

  - Lägga till enhet i RSLinx Classic

  - Ansluta till specifik frekvensomriktare

  - Importera parametrar från frekvensomriktare på nätverket

- PLC-program

  - Lägga till frekvensomriktare i Studio 5000 (RSLogix 5000)

- Koppling

- Montering

  - Montering I: Vertikalmontering

  - Montering II: Vertikal zero stacking

- Uppmärkning av enhet

##### Felsökning

#### Krav 2

Tabell ska innehåller felkoden (nummer), felkodens namn samt lösningsförslag till felet (denna tabell behöver kontinuerliga uppdateringar).

## 5.

### Resultat och slutsats

Avslutningsvis summeras arbetet i ett tydligt resultat och i en slutsats på vad som kan förbättras i framtiden.

#### 5.1. Resultat

##### 5.1.1. Svar på frågeställningar

###### 1. Hur vill personalen att "manualen" ska vara uppbyggd?

Enligt personalen ska manualen innehålla en systematisk genomgång av alla moment som ingår i arbetsprocessen. Det behövs inte finnas metoder för varje enskild omriktare ut manualen ska vara mer generell.

###### 2. Vilken standard gäller för PLC-programmering? Hur kan den följas?

Standarden som gäller för PLC-programmering är den internationella standarden IEC 61131-3. I Sverige finns det även en svensk standard som är baserad på den internationella vid namn SS-EN 61131-3 [19]. Dessa standarder följs genom att utvecklingsmiljön Studio 5000 samt RSlogix 5000 används.

###### 3. Går det att återanvända gamla program till de nya omriktarna?

Stora delar av de gamla programmen gick att återanvända. Uppdateringar som krävdes var bland annat logik för att styra de nya frekvensomriktarna samt att lägga till dessa på nätverket.

###### 4. Hur ska programmen och parametrarna till de nya frekvensomriktarna lagras för att vara tillgängliga för personalen?

PLC-programmen ligger lagrade i Microsoft SourceSafe och parametrarna ligger på en nätverksenhet tillsammans med resterande data för PLC:erna.

SourceSafe möjliggör att personalen kan hämta och redigera programmen så länge de har rättighet till det. Genom att kräva inloggning till SourceSafe skyddas PLC-programmen. Nätverksenheten kan alla på underhållsavdelning komma åt och då också parametrarna.

###### 5. Reduceras arbetstiden för byte av frekvensomriktare märkbart med hjälp av "manualen"?

Detta kunde inte undersökas under examensarbetet då inte tillräckligt många frekvensomriktare kunde bytas på grund av att leveranstiden för dessa var för långa.

### 5.1.2. Temperaturmätning

Som tidigare nämnts i analyskapitlet så valdes zero stacking bort på grund av att det inte fanns några skäl till att placera omriktarna så nära varandra i styrsåpen. I tabell 5.1 presenteras de värdena som hämtades från ett par omriktare som redan är monterade i styrsåpen och kommunicerar via EtherNet/IP.

Tabell 5.1: *Temperaturer på frekvensomriktare*

Datum	Drive Temp* (°C)	Enhet
2021-06-24	39	PowerFlex 40p (1)
2021-06-24	39	PowerFlex 40p (2)
2021-06-24	28	PowerFlex 40p (3)
2021-06-24	37	PowerFlex 40p (4)
2021-06-24	36 (control temp**: 62)	PowerFlex 525
2021-07-06	42	PowerFlex 40p (1)
2021-07-06	42	PowerFlex 40p (2)
2021-07-06	41	PowerFlex 40p (3)
2021-07-06	38	PowerFlex 40p (4)
2021-07-06	39 (control temp**: 65)	PowerFlex 525
2021-07-19	38	PowerFlex 40p (1)
2021-07-19	39	PowerFlex 40p (2)
2021-07-19	38	PowerFlex 40p (3)
2021-07-19	36	PowerFlex 40p (4)
2021-07-19	30 (control temp**: 58)	PowerFlex 525

\* temperaturen på kylfläns (inuti omriktaren)

\*\* aktuell drifttemperatur drivreglage

### 5.1.3. Förberedelser inför byte

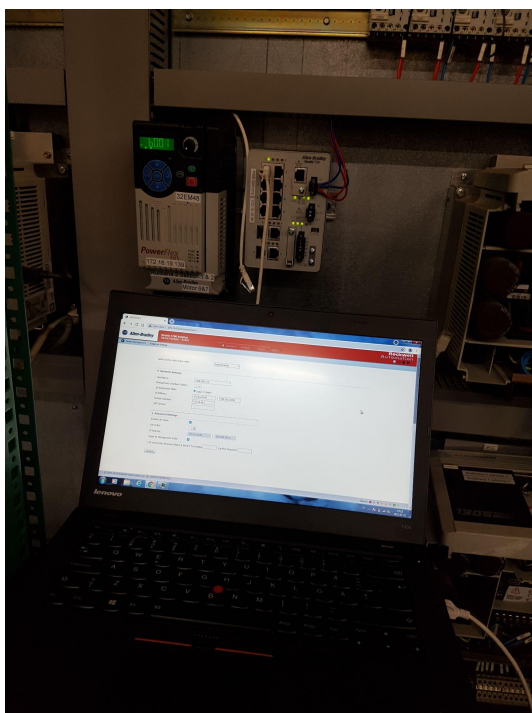
Förberedelse inför bytet av ett tjugonio stycken (femton stycken till rullbanor i golvet för transport av korgar och elva stycken på packavdelningen) frekvensomriktare. Dessa förberedelser bestod av att skapa parametrar till alla omformarna samt lägga till programkod i PLC:en för styrningen av samtliga frekvensomriktare.

Parametrarna är skapade i programmet CCW och ligger sparade i en mapp på en nätverksenhet som underhållspersonalen har tillgång till. De finns som CCW-projekt samt pf5-filer som kan överföras med hjälp av programmet PF52XUSB via en USB-kabel typ B.

Exempel från PLC-programmen för styrningen av frekvensomriktarna på packavdelningen återfinns i appendix IV. Exempel från Ladder-logiken för frekvensomriktarna som styr motorerna i en plastmaskin på packavdelningen och logik för styrning av några rullbanor återfinns i appendix V respektive appendix VI.

Andra förberedelser som har gjorts inför bytet är att ett antal nya switchar av modellen Stratix 5700 har satts upp i styrskåpen. Till dessa ska frekvensomriktarna sedan kopplas för att kunna få kontakt med PLC:erna. Eftersom det fanns plats i skåpen och produktionen låg nere under semestern kunde dessa monteras utan svårigheter.

Stratix-switcharna konfigurerades genom att en dator anslöts via Ethernet-kabel till en ledig port efter att setup-läget hade startats på switchen. Efter det så gavs en IP-adress via ett webbgränssnitt, figur 5.1.



Figur 5.1: Konfiguration av Stratix 5700 som är placerad i styrskåp vid färdigsåg

Dessa förberedelser innebär att frekvensomriktarna kommer att vara mer *plug-and-play* när de anländer. Det som måste göras är att ladda över parametrarna och montera omriktarna i respektive styrskåp.

#### 5.1.4. Monterings resultat

Under examensarbetets gång ersattes åtta stycken frekvensomriktare av den äldre modellen 1305 på packavdelningen. Eftersom den nya modellen (PowerFlex 525) är mindre än 1305 fanns det ingen anledning att montera dessa med principen zero stacking. Figur 5.2 visar hur styrskåpet såg ut innan och efter monteringen av de nya frekvensomriktarna.



Figur 5.2: Styrskåp innan (höger) och styrskåp efter montering (vänster)

Det uppstod ett par problem vid driftsättningen av de nya frekvensomriktarna. Det första problemet var att en av enheterna hade fått samma IP-adress som en annan enhet på nätverket. Detta problem löstes genom att ge frekvensomriktaren en ny IP-adress som inte var upptagen av någon annan enhet. Det andra problemet som uppstod var att en annan frekvensomriktares effekt i Studio 5000 Logix Designer inte överensstämmer med den verkliga enhetens effekt. Problemet löstes genom att ändra effekten som angivits i Studio 5000 till effekten på den frekvensomriktaren som hade monterats i verkligheten.

Monteringen av dessa åtta frekvensomriktare innebar även att manualen uppdaterades. Uppdateringen innehöll bland annat beskrivning av problemen som uppstod under arbetets gång samt lösningsförslag till dem.

Bytet innebär även att åtta av de tjugonio gamla frekvensomriktarna som är förberedda att bytas blivit ersatta av den nya modellen PowerFlex 525 som kommunicerar via Ethernet/IP.

### 5.1.5. Manual

Manualen som skrevs under examensarbetets gång återfinns i appendix VII. Den har dispositionen som fastställdes i den korta kravspecifikationen som presenterades i analyskapitlet tidigare i rapporten.

Undersökning om manualen reducerar arbetstiden märkbart kunde inte undersökas på grund av att det inte gick att få tag på tillräckligt många frekvensomriktare från Rockwell. Detta berodde på bland annat att en av Rockwells fabriker i Polen hade brunnit.

## 5.2. Slutsats

Examensarbetet resulterade i en manual som förhoppningsvis kommer att underlätta för personalen på Profilgruppens underhållsavdelning vid liknande arbete, det vill säga byte av frekvensomriktare.

Då PLC-programmen är gjorda i Studio 5000 och RSLogix 5000 kan parametreringen av nya omriktare göras i CCW utan att påverka programmen. Detta minimerar risken att något ändras av misstag, vilket skulle kunna leda till problem och stillestånd i produktionen. När en enhet behöver bytas kan den nya läggas till i Studio 5000 och parametreras genom USB-kabel.

Eftersom frekvensomriktare från Powerflex 520 serien består av två delar (en logikmodul och en kraftmodul), figur 5.3, kan underhållselektrikerna och systemutvecklarna jobba parallellt. Installationen av kraftmodulen kan göras samtidigt som parametrering av logikmodulen görs med hjälp av programmen CCW och PF52XUSB. Detta ökar effektiviteten eftersom elektrikererna inte behöver vänta på att parametreringen blir klar. När logikmodulen är redo är det bara sätta tillbaka den på kraftmodulen.



Figur 5.3: PowerFlex 525 moduler (kraftmodul (vänster) och logikmodul (höger))

Under examensarbetets gång har det även framkommit att reduktion av arbetstid vid byte görs genom att PLC-program och parametrar för nya frekvensomriktare förbereds. Detta går att göra eftersom dessa delar görs via en dator.

### 5.2.1. Framtida projekt

Rockwell erbjuder en rad olika diagnostikverktyg men *Analytics for devices* är ett som rekommenderades av en anställd på Rockwell. Profilverket har redan denna mjukvara. Det som behövs för att kunna använda programmet på pressanläggning Max är installation av hårdvara. Hårdvaran är en VersaView 5400 och används för att samla in information från de ”smarta” enheterna som ingår i systemet.

Efter övergången till EtherNet/IP kan detta paket användas. Som tidigare nämnts samlar VersaView (hårdvaran) in data från bland annat frekvensomriktarna. Datan behandlas sedan i *Analytics for devices* (mjukvaran) och presenteras i form av så kallade *Action cards*. Dessa kort kan vara exempelvis förslag på åtgärder som bör tas för att enheterna ska ”må så bra som möjligt”. Personalen på Profilverket kan sedan bestämma om åtgärderna är viktiga eller oviktiga genom att ge tumme upp respektive ner. Programmet lär sig då vilka enheter och typ av åtgärdsförslag som är viktiga och prioriterar dessa.

Ett annat projekt för framtiden är att ersätta all den gamla utrustningen (ControlNet) på de andra avdelningarna till nyare (EtherNet/IP) och på så sätt använda sig av ett enda kommunikationsprotokoll i produktionen på hela företaget. Det skulle underlätta för både personal och miljö. Personalen skulle inte behöva lära sig två olika system, vilket skulle minska arbetsbelastningen och modernare utrustning är bättre på energisparande.

Innan ett sådant projekt genomförs borde en inventering av alla installerade enheter göras. En inventering skulle ge en förståelse för vilken typ av teknik man har på de olika avdelningarna samt ge information var i deras livscykel de befinner sig i (Aktiv, Aktiv mogen, Slutet av livet eller Avbrytas). Inventeringen kan sedan användas för att se över om man har de viktigaste komponenterna i lager, planera utbyte av gammal teknik samt få reda på vilka enheter som inte längre tillverkas och stöds av tillverkaren.

Eftersom frekvensomriktarna av typen PowerFlex 525 består av två moduler kan möjligheten av att köpa in kraftmoduler separat undersökas. Detta på grund av att de flesta frekvensomriktarna av denna typ som har slutat att fungera på företaget har fått problem i kraftmodulen och inte logikmodulen. Genom att ha ett lager av kraftmoduler i olika storlekar kan byten av defekta enheter göras snabbare. Dessutom sparar företaget pengar på att inte köpa en helt ny frekvensomriktare (båda modulerna) och kanske även lite på miljön. Tanken är då att man kan ha ett par kraftmoduler av de vanligaste storlekarna på lager, exempelvis 1,5 kW, 2,2 kW och 4,0 kW.

### *5.2.2. Reflektion över etiska aspekter*

Flera av de punkter som finns i ingenjörernas hederskodex, appendix VIII, genomsyrar arbetet. Punkterna ett och åtta är de delar av hederskodexen som har vägt tyngst under arbetets gång. Punkt ett kan ses som en stor del av examensarbetet, i denna punkt står det att en ingenjör bör känna ett personligt ansvar att tekniken används på ett sätt som är till nytta för människan, miljön och samhället. Genom att ta fram en manual som underlättar arbetet för underhållspersonal samt byta ut de gamla frekvensomriktarna mot moderna som är bättre på att spara energi gynnar alla dessa aspekter. Bättre energibesparing minskar miljöpåverkan eftersom det minskar mängden el som måste produceras. Människan är i detta fall personalen på företaget som får ett hjälpmedel som ska minska arbetsbördan.

Åttonde punkten i hederkodexet nämner att en ingenjör i både tal och skrift bör sträva efter ett sakligt framställningssätt och undvika felaktiga och missvisande påståenden. Genom att vara källkritisk vid litteraturstudierna under arbetets gång har risken för missvisande och felaktigheter i rapporten av examensarbetet minimerats.



## 6.

### Källförteckning

- [1] Profilgruppen. *Fakta om Profilgruppen*.  
<https://www.profilgruppen.se/varfor-profilgruppen/fakta-om-profilgruppen/> (Hämtad 2021-02-18)
- [2] Profilgruppen. *Kundreferenser*. <https://www.profilgruppen.se/referenser/> (Hämtad 2021-02-19)
- [3] D. Arnlund och G. Ponce. (2015). *Styrning av ett statiskt expansionssystem för kalibrering av UHV- och HV-givare*. Institutionen för signaler och system. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.  
<https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/227398/1/227398.pdf> [Online] (Hämtad: 2021-04-26)
- [4] P. Nilsson. *Styrskåpskonfigurator*. Högskoleingenjörsuppsats. IDE-sektionen. Halmstad: Högskolan i Halmstad. <http://hh.diva-portal.org/smash/get/diva2:321990/FULLTEXT01.pdf> [Online] (Hämtad: 2021-04-26)
- [5] Danfoss. (2019). *Facts Worth Knowing about AC Drives*.  
<https://danfoss.ipapercms.dk/Drives/DD/Global/SalesPromotion/FWK/fw-2019/?page=1> (Hämtad: 2021-06-01)
- [6] A. Hughes. (2019) *Electric Motors and Drives : Fundamentals, Types and Applications*. Oxford: Newnes. [Elektronisk resurs].  
<https://search-ebshost-com.ludwig.lub.lu.se/login.aspx?direct=true&db=cat07147a&AN=lu b.6573537&site=eds-live&scope=site> (Hämtad: 2021-11-12).
- [7] ElectronicsTutorial. (u. å.). *Three Phase Rectification*.  
<https://www.electronics-tutorials.ws/power/three-phase-rectification.html> (Hämtad 2021-08-04)
- [8] J. Ferm och L.-J. Andersson. (2006). *Positionering av last med frekvensomriktare*. Institutionen Industriell elektronik och Automation. Lund: Lunds Tekniska Högskola (LTH).  
[https://www.iea.lth.se/publications/MS-Theses/Full%20document/5231\\_Postionering%20av%20last%20med%20frekvensomriktare.pdf](https://www.iea.lth.se/publications/MS-Theses/Full%20document/5231_Postionering%20av%20last%20med%20frekvensomriktare.pdf) [Online] (Hämtad: 2021-08-04)
- [9] B. Martin, J. Finak och N. Corbett, talare. *ROKTalk on Drives Episode 1-Drives vs. Soft Starters*. ROKTalk on Drives. (2020). Rockwell. [Podcast].  
<https://open.spotify.com/episode/17578YaouyMOYjWjaRrCfH> (Hämtad 2021-08-04)
- [10] ABB. *Frekvensomriktare och mjukstartare för lågspänning*. (2018).  
<https://www.sverull.se/download/778-FEF0960792CCA8DC5B776DA46AE67438/ABB--Frekvensomriktare-och-mjukstartare-for-lagspanning.pdf> (Hämtad 2021-08-04)
- [11] MathWorks. *Studio 5000 Logix Designer*. (u. å.).  
[https://se.mathworks.com/products/connections/product\\_detail/studio-5000-logix-designer.html](https://se.mathworks.com/products/connections/product_detail/studio-5000-logix-designer.html) (Hämtad: 2021-05-27)

- [12] Rockwell. (u. å.). *Connected Components Workbench*.  
[https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/multi\\_media/documents/multimedia/files/virtualbrochure/Guardmaster440C-CR30/connected\\_components\\_workbench.html](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/multi_media/documents/multimedia/files/virtualbrochure/Guardmaster440C-CR30/connected_components_workbench.html) (Hämtad 2021-08-04)
- [12] [13] RealPars. (2019). *What is ControlNet?*. Youtube. [Videoinspelning].  
<https://www.youtube.com/watch?v=aE6-L20EaYU> (Hämtad 2021-08-04)
- [14] Rockwell. (2008). *ControlNet PLC-5 Programmable Controllers*.  
[https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1785-um022\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1785-um022_-en-p.pdf) [Online] (Hämtad 2021-08-20)
- [15] Rockwell. (2019). *ControlNet to EtherNet/IP Migration*.  
[https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/cnet-rm001\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/cnet-rm001_-en-p.pdf) [Online]. (Hämtad 2021-08-04)
- [16] RealPars. (2019). *What is EtherNet/IP?*. Youtube. [Videoinspelning].  
<https://www.youtube.com/watch?v=mm-NHrLtRWI> (Hämtad 2021-08-04)
- [17] P. Brooks. (2001). Institute of Electrical and Electronic Engineers, EFTA. *EtherNet/IP: Industrial Protocol White Paper*. Rockwell.  
[https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/at/enet-at007\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/at/enet-at007_-en-p.pdf) [Online] (Hämtad 2021-08-04)
- [18] Rockwell. (2019). *EtherNet/IP Device Level Ring*.  
[https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/at/enet-at007\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/at/enet-at007_-en-p.pdf) [Online] (Hämtad 2021-08-04)
- [19] Svenska Institutet för Standarder (SIS) (2013). *SS-EN 61131-3 Programmerbara styrsystem - Del 3: Programspråk*. Stockholm: SIS.
- [20] Enlyft (2021). *What is Microsoft Visual SourceSafe?*.  
<https://enlyft.com/tech/products/microsoft-visual-sourcesafe> (Hämtad 2021-11-12)

# 7. Appendix

## 7.1. Appendix I: Enkät

### Manual för frekvensomriktare

Mitt namn är Albin Andersson och jag ska göra mitt examensarbete här på ProfilGruppen. Arbetet handlar om att ta fram en "manual/rutin" för byten av frekvensomriktare. Jag behöver därför er hjälp för att reda ut vilka de största problemen med denna typ av arbete är idag samt hur "manualen" bör vara uppbyggd för att vara till så stor nytta som möjligt. Hoppas att ni tar er tid att svara på enkäten.

Har ni varit med vid byte av frekvensomriktare tidigare?

Ja

Nej

Vilka är de största problemen vid byte av frekvensomriktare idag?

Your answer

Skulle en "manual" med saker att tänka på vara till hjälp vid byte av frekvensomriktare?

Ja

Nej

Vad bör finnas med i en sådan manual enligt er?

Your answer

**Submit**

Never submit passwords through Google Forms.

This form was created inside of Lunds universitet. [Report Abuse](#)

Google Forms

## 7.2. Appendix II: Sammanställning av enkätsvar

Antal svar: 6 av 27\*

### **Har ni varit med vid byte av frekvensomriktare tidigare?**

Alla svarade ja

### **Vilka är de största problemen vid byte av frekvensomriktare idag?**

Två stycken tyckte att parametreringen av frekvensomriktarna var det största problemet. Två andra menade att problemet var att nya modeller inte passar ihop med den gamla utrustningen som sitter i styrskåpen. En svarade att problemen var att man var tvungen att vara inne i många olika program och svårt att få kontakt med omriktarna. Den sista tyckte inte att det inte fanns några problem alls.

### **Skulle en "manual" med saker att tänka på vara till hjälp vid byte av frekvensomriktare?**

Fyra svarade att en manual skulle vara till hjälp och två svarade att det inte skulle vara till hjälp.

### **Vad bör finnas med i en sådan manual enligt er?**

Av de fyra som tyckte att en manual skulle kunna vara till hjälp var det två som ville se att manualen innehöll alla moment i arbetet med byte av frekvensomriktare. Momenten kunde i så fall presenteras i form av steg eller punkt för punkt lista. Manualen skulle då enligt personerna vara ett hjälpmedel vid osäkerhet under arbetets gång. Även ett namn förslag på manualen kom in av en av dessa personer, "Frekvensomformare For Dummies".

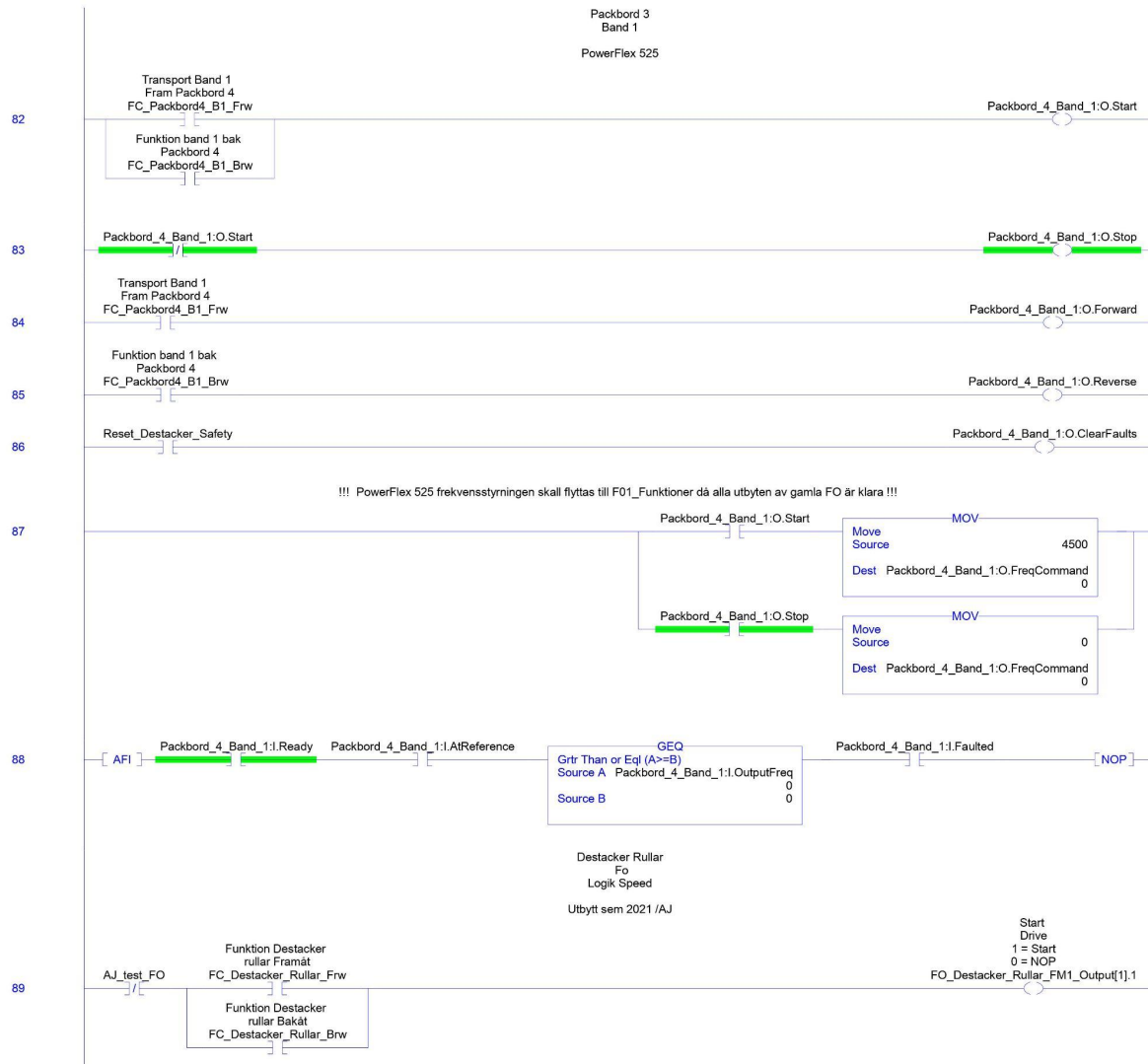
En annan tyckte att manualen skulle innehålla förklaringar av felkoder som kan dyka upp under arbetet vid montering samt driftsättning. Den sista ville ha exempel på olika sätt att koppla upp sig mot enheterna.

\*Enkäten skickades ut till 27 stycken men alla som den skickades till har inte jobbat med den elektriska delen på Max. Detta kan vara en anledning till att bara cirka 22% svarade på enkäten.

### 7.3. Appendix III: Exempel på parametrar i excel

Rullbana 1 sektion 1					Rullbana 1 sektion 2					Rullbana 1 sektion 3				
Index	Namn	Varde	Enhet		Index	Namn	Varde	Enhet		Index	Namn	Varde	Enhet	
R 1:0.1	Output Voltage	0	Vlts		R 1:0.1	Output Voltage	0	Vlts		R 1:0.1	Output Voltage	0	Vlts	
R 1:0.2	% Output Curr	0	%		R 1:0.2	% Output Curr	0	%		R 1:0.2	% Output Curr	0	%	
R 1:0.3	% Output Power	0	%		R 1:0.3	% Output Power	0	%		R 1:0.3	% Output Power	0	%	
R 1:0.4	Last Fault	10			R 1:0.4	Last Fault	10			R 1:0.4	Last Fault	10		
* 1:0.5	Freq Select 1	Adapter 2			* 1:0.5	Freq Select 1	Adapter 2			* 1:0.5	Freq Select 1	Adapter 2		
* 1:0.6	Freq Select 2	Remote Port			* 1:0.6	Freq Select 2	Remote Port			* 1:0.6	Freq Select 2	Remote Port		
* 1:0.7	Accel Time 1	2.0	Secs		* 1:0.7	Accel Time 1	2.0	Secs		* 1:0.7	Accel Time 1	2.0	Secs	
* 1:0.8	Decel Time 1	2.0	Secs		* 1:0.8	Decel Time 1	2.0	Secs		* 1:0.8	Decel Time 1	1.0	Secs	
* 1:0.9	DC Boost Select	Break Point			* 1:0.9	DC Boost Select	Break Point			* 1:0.9	DC Boost Select	Break Point		
* 1:0.10	Stop Select	Coast			* 1:0.10	Stop Select	Coast			* 1:0.10	Stop Select	Ramp		
* 1:0.11	DB Enable	DISABLED			* 1:0.11	DB Enable	DISABLED			* 1:0.11	DB Enable	DISABLED		
* 1:0.12	DC Hold Time	0.0	Secs		* 1:0.12	DC Hold Time	0.0	Secs		* 1:0.12	DC Hold Time	0.0	Secs	
* 1:0.13	DC Hold Volts	0	Vlts		* 1:0.13	DC Hold Volts	0	Vlts		* 1:0.13	DC Hold Volts	0	Vlts	
* 1:0.14	Run On Power Up	DISABLED			* 1:0.14	Run On Power Up	DISABLED			* 1:0.14	Run On Power Up	DISABLED		
* 1:0.15	Reset/Run Time	1.0	Secs		* 1:0.15	Reset/Run Time	1.0	Secs		* 1:0.15	Reset/Run Time	1.0	Secs	
* 1:0.16	Minimum Freq	0	Hz		* 1:0.16	Minimum Freq	0	Hz		* 1:0.16	Minimum Freq	0	Hz	
* 1:0.17	Base Frequency	50	Hz		* 1:0.17	Base Frequency	50	Hz		* 1:0.17	Base Frequency	50	Hz	
* 1:0.18	Base Voltage	400	Vlts		* 1:0.18	Base Voltage	400	Vlts		* 1:0.18	Base Voltage	400	Vlts	
* 1:0.19	Maximum Freq	50	Hz		* 1:0.19	Maximum Freq	50	Hz		* 1:0.19	Maximum Freq	50	Hz	
* 1:0.20	Maximum Voltage	430	Vlts		* 1:0.20	Maximum Voltage	430	Vlts		* 1:0.20	Maximum Voltage	430	Vlts	

## 7.4. Appendix IV: PLC-program packavdelningen

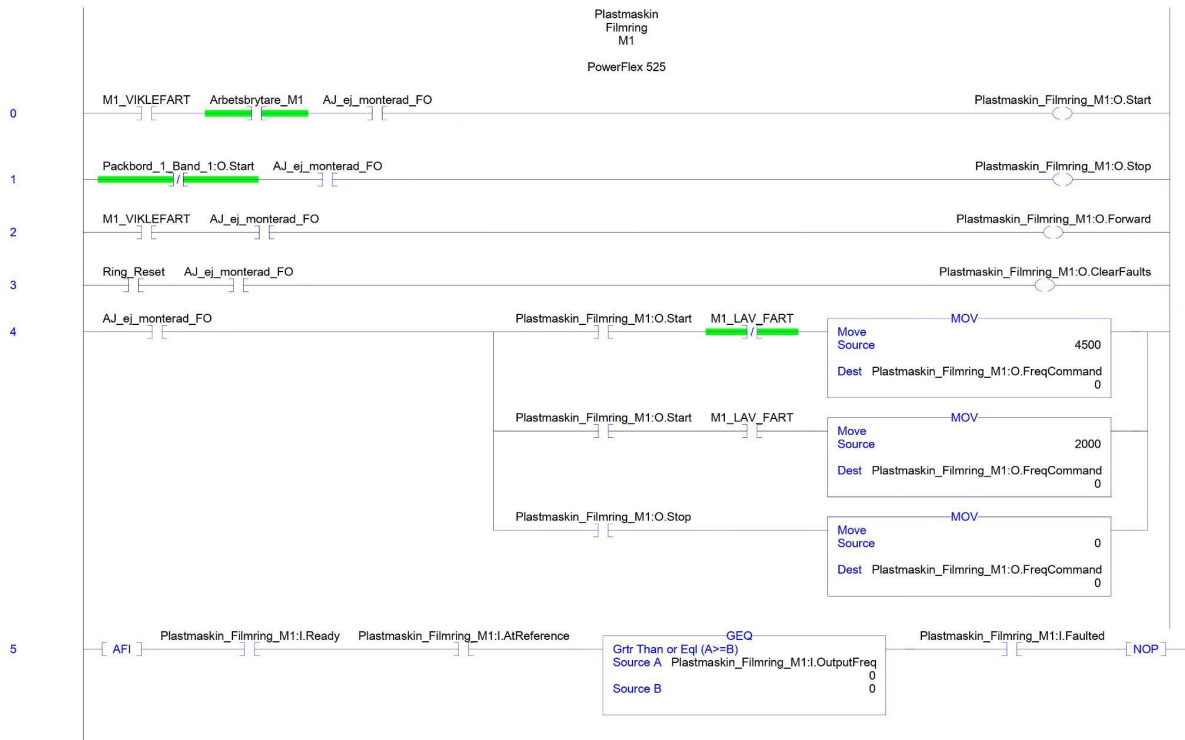


## 7.5. Appendix V: PLC-program plastmaskin

O03\_Drives\_Handling - Ladder Diagram  
 MAX\_PACK\_CLX:T40\_P20\_p11\_PlastMaskin:Program\_Plastmaskin  
 Total number of rungs in routine: 47

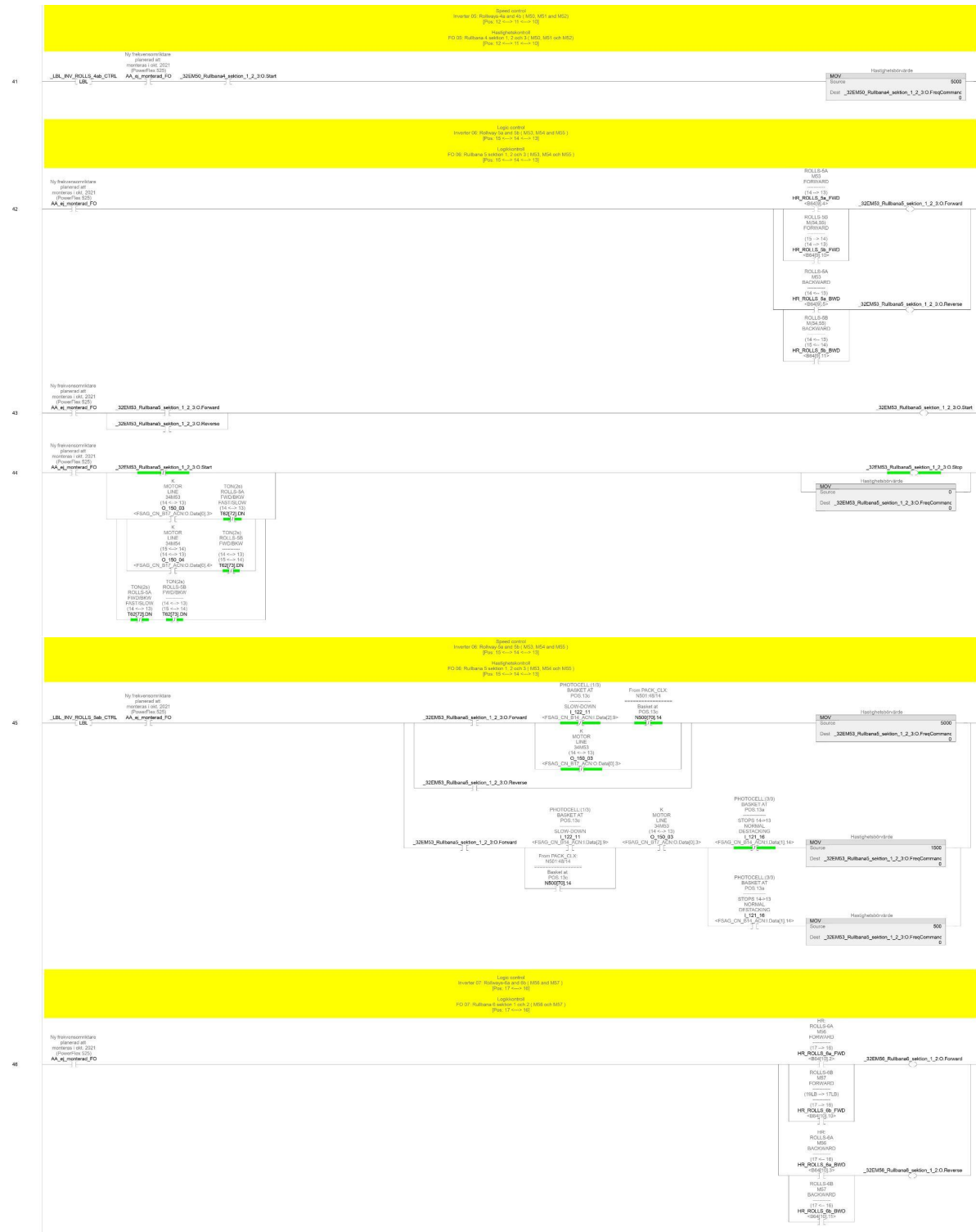
Page 1  
 2021-08-06 16:29:23

C:\Lokal\_Y\PLC-Program RS-Logix5\12-Max\A07\_MAX\_PACK\MAX\_PACK\_CLX\_975.ACD



RSLogix 5000

# 7.6. Appendix VI: PLC-program färdigsåg





## 7.7. Appendix VII: Manual

### Instruktioner för byte av frekvensomriktare till PowerFlex 525



Uppdaterad 2021-11-20

## **Innehållsförteckning**

<b>1. Inledning</b>	<b>3</b>
<b>2. Förberedelser</b>	<b>3</b>
2.1. Hitta lediga IP-adresser	3
2.2. Parametrisering och adressering	4
2.2.1. Skapa nya parametrar	4
2.2.2. Exportera parametrar	7
2.2.3. Ändra i parameterfilerna	9
2.2.4. HMI/HIM (Human Machine Interface / Human Interface Module)	10
2.3. Överföring av parametrar via USB	11
2.3.1. Överföring av parametrar till frekvensomriktare	11
2.3.2. Överföring av parametrar till dator	16
2.4. Ethernet	19
2.4.1. Lägga till enhet i RSLinx Classic	19
2.4.2. Ansluta till specifik frekvensomriktare	21
2.4.3. Importera parametrar från frekvensomriktare på nätverket	21
2.5. PLC-program	24
2.5.1. Lägga till frekvensomriktare i Studio 5000 (RSLogix 5000)	24
2.6. Koppling	31
2.7. Montering	34
2.7.1. Montering I: Vertikalmontering	34
2.7.2. Montering II: Vertikal zero stacking	34
2.8. Uppmärkning av enhet	35
<b>3. Felsökning</b>	<b>36</b>

## 1. Inledning

Denna manual innehåller instruktioner för att underlätta arbetet att byta en frekvensomriktare. I dokumentet presenteras information om bland annat var lediga IP-adresser kan hittas och hur enheten bör monteras.

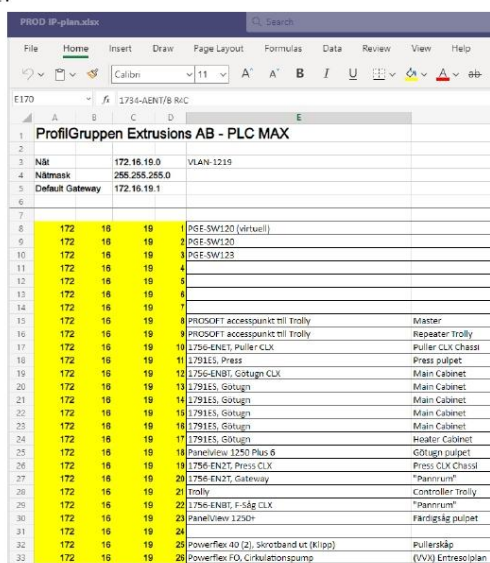
PowerFlex 525 är en frekvensomriktare som kommunicerar med hjälp av EtherNet/IP. Denna modell av omformare ersätter frekvensomriktare serierna 1305 och 1336 som kommunicerade via ControlNet. Övergången från ControlNet till EtherNet/IP innebär förenklingar vid byte av defekt utrustning.

## 2. Förberedelser

### 2.1. Hitta lediga IP-adresser

I Microsoft Teams finns det ett team vid namn *Underhåll* i detta finns det ett excel-ark som heter PROD IP-PLAN som innehåller alla IP-adresser för Max. Här kan IP-adresser för befintlig utrustning samt lediga adresser för ny utrustning hittas.

Adressen till nätverket på Max är 172.16.19.0, nätmasken är 255.255.255.0 och default gateway har adress 172.16.19.1.



The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'PROD IP-PLAN.xlsx'. The spreadsheet contains a list of network devices and their IP addresses. The columns are labeled A, B, C, D, and E. The data is as follows:

	A	B	C	D	E
1	<b>Profilgruppen Extrusions AB - PLC MAX</b>				
2					
3	<b>Nät</b>	172.16.19.0		VLAN-1219	
4	<b>Nätmask</b>	255.255.255.0			
5	<b>Default Gateway</b>	172.16.19.1			
6					
7					
8	172	16	19	1	PGE-SW120 (virtuell)
9	172	16	19	2	PGE-SW120
10	172	16	19	3	PGE-SW123
11	172	16	19	4	
12	172	16	19	5	
13	172	16	19	6	
14	172	16	19	7	
15	172	16	19	8	PROSOFT accesspunkt till Trolley
16	172	16	19	9	PROSOFT accesspunkt till Trolley
17	172	16	19	10	1756-ENET, Puller CLX
18	172	16	19	11	1791ES, Press
19	172	16	19	12	1756-ENBT, Götugn CLX
20	172	16	19	13	1791ES, Götugn
21	172	16	19	14	1791ES, Götugn
22	172	16	19	15	1791ES, Götugn
23	172	16	19	16	1791ES, Götugn
24	172	16	19	17	1791ES, Götugn
25	172	16	19	18	PanelView 1250 Plus 6
26	172	16	19	19	1756-EN2T, Press CLX
27	172	16	19	20	1756-EN2T, Gateway
28	172	16	19	21	Trolley
29	172	16	19	22	1756-ENBT, F-såg CLX
30	172	16	19	23	PanelView 1250i
31	172	16	19	24	
32	172	16	19	25	PowerFlex 40 (2), skrotband ut (Klipp)
33	172	16	19	26	PowerFlex F0, Cirkulationspump

Figur 1: Del av dokumentet PROD IP-PLAN

## 2.2. Parametrisering och adressering

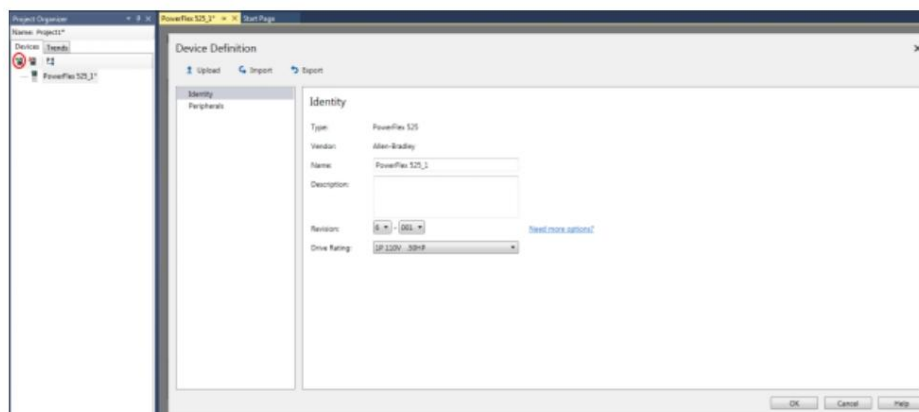
I kapitlet beskrivs hur parametrisering och adressering av nya omriktare av modellen PowerFlex 525 kan göras via programmet CCW (Connected Components Workbench) eller via HMI/HIM (Human Machine Interface/Human Interface Module) som sitter på omriktaren.

### 2.2.1. Skapa nya parametrar

Steg 1: Starta Connected Components Workbench

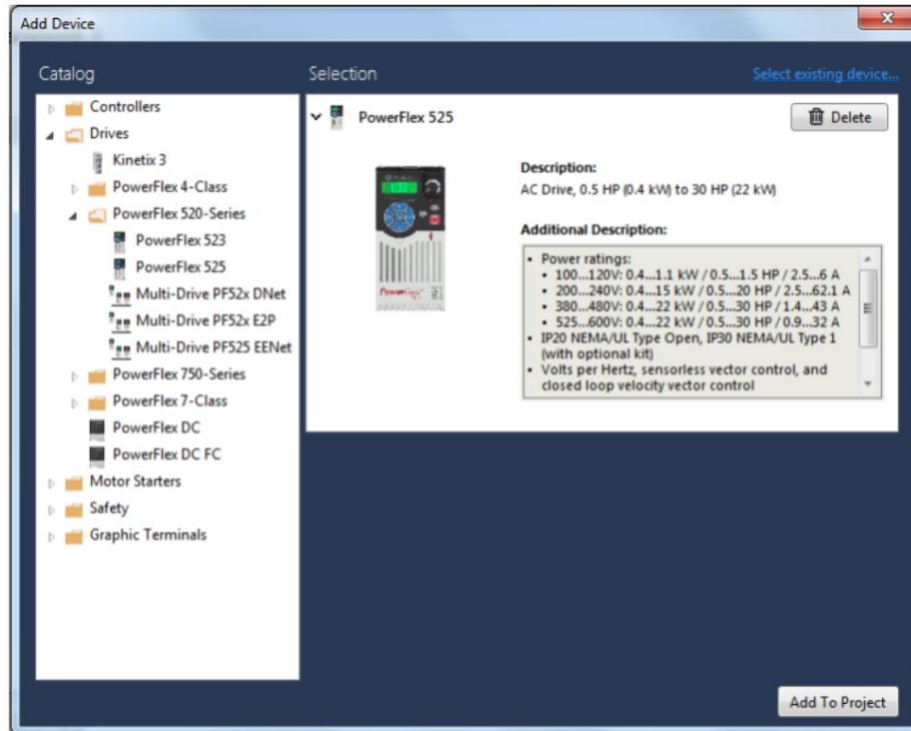
Steg 2: Tryck på *New* eller öppna ett existerande projekt

Steg 3: Lägg till en enhet i *Project Organizer* genom att trycka på ikonen *Add device to the project* uppe i vänster hörn



Figur 2: Ny enhet till projektet

Steg 4: I *Add device* välj den enheten du vill lägga till och tryck på *Add to project*



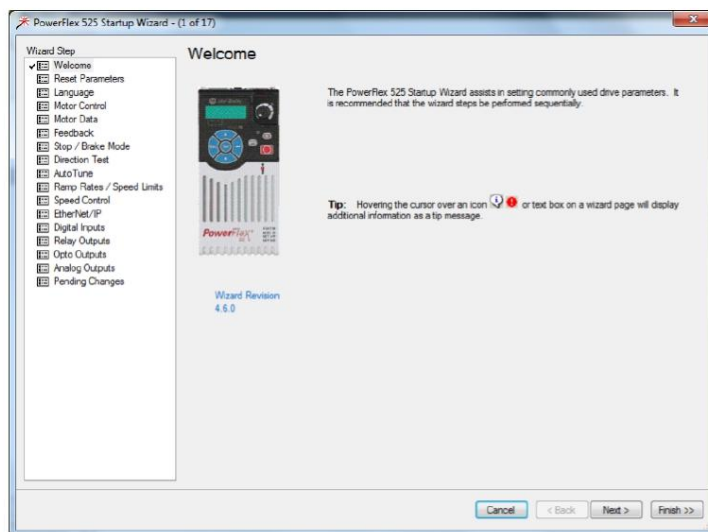
Figur 3: Ny enhet

Steg 5: Tryck på den tillagda enheten i *Project Organizer*



Figur 4: Starta wizard

Steg 6: Tryck på *Wizards* och kör PowerFlex 525 Startup Wizard



Figur 5: Wizard

Steg 7: Följ stegen i *Startup Wizard*

Steg 8: Spara projektet



Figur 6: Parametrar

Wizarden hjälper till att fylla i de allra nödvändigaste parametrarna exempelvis motordata och IP-adress. Parametrar som wizarden inte går igenom kan behöva ändras för att få önskade funktioner från frekvensomriktaren, dessa ändras under Parameters, figur 6.

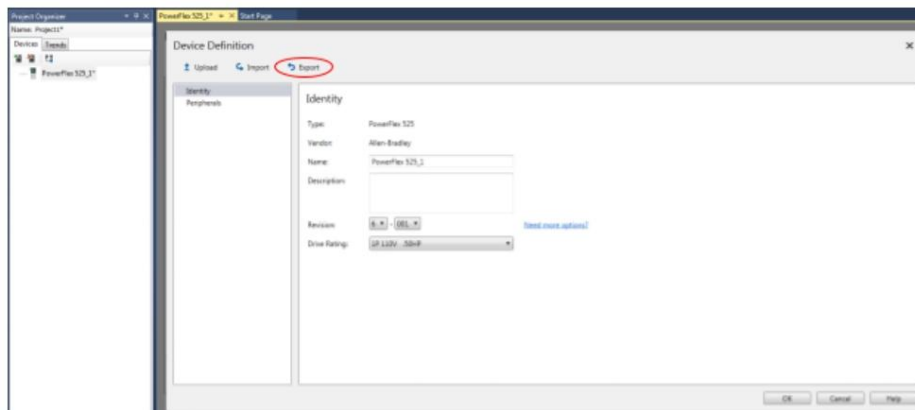
### 2.2.2. Exportera parametrar

Steg 1: Gå in på den specifika frekvensomriktare

Steg 2: I *Overview* tryck på *Device Definition*

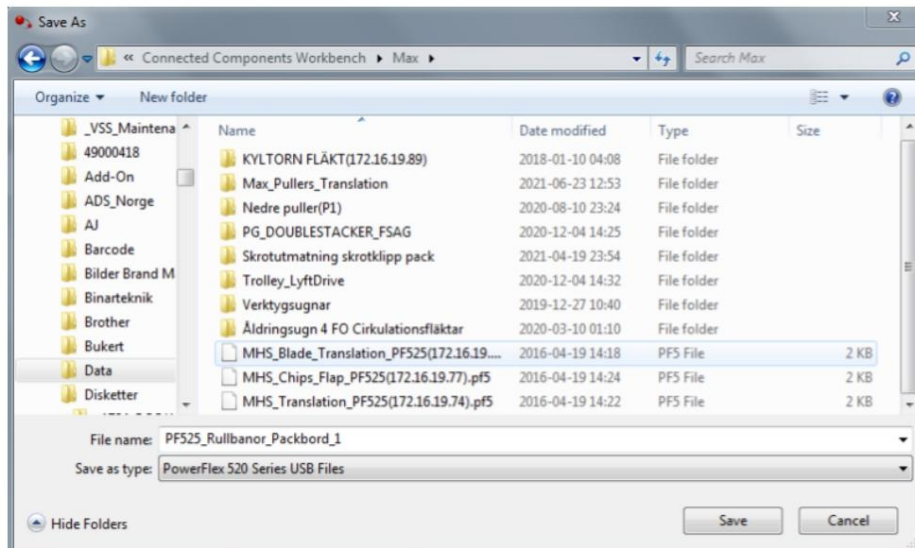


Figur 7: Enhetsdefinition



Figur 8: *Export*

Steg 3: Tryck på *Export*



Figur 9: *Exportinformation*

Steg 4: Döp filen till samma sak som omriktaren och välj *PowerFlex 520 Series USB Files* som filtyp. Välj även plats filen ska sparas på.

Steg 5: Tryck på *Finish*



Fördelen med pf5-filer är att det inte behövs några installerade program för att ladda upp pf5-filer till frekvensomriktaren. Hur detta går till finns beskrivet i kapitlet *Överföring av parametrar via USB*.

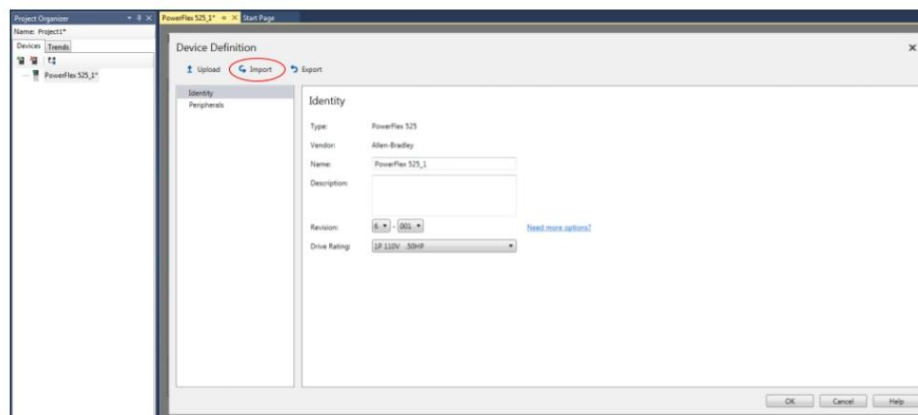
### 2.2.3. Ändra i parameterfilema

För att ändra i pf5-filer måste programmet CCW användas. Hur detta görs beskrivs nedan.

Steg 1: Starta programmet CCW

Steg 2: Välj *New*

Steg 3: Välj rätt sorts drive



Figur 10: *Import*

Steg 4: Tryck på *Import* och välj pf5-filen som ska ändras



Figur 11: *Parametrar*

Steg 5: Ändra sedan parametrarna under *Parameters*

Steg 6: Exportera den ändrade pf5-filen på samma sätt som tidigare beskrivet i delen *Exportera parametrar*.

#### 2.2.4. HMI/HIM (Human Machine Interface / Human Interface Module)

Parametrar kan även läggas in via frekvensomriktarens HMI/HIM. Detta görs genom att spänningssätta enheten och sedan använda knapparna för att navigera bland parametrarna som syns på displayen.

De viktigaste parametrarna att fylla i är:

- C128 [EN Addr Sel] (ska vara 1 "Parameters")
- C129-C132 [EN IP Addr Cfg 1-4]
- C133-C136 [EN Subnet CFG 1-4].
- C137-C138 [EN Gateway Cfg 1-4]

Efter att dessa är ifyllda ska en Power cycle göras för att parametrarna ska komma in i enheten. Detta görs genom fylla i 4 (Module Reset) i parameter P053 [Reset To Defaults]

Efter att enheten har fått en IP-adress kan resten av parametrarna överföras via Ethernet. Detta görs antingen i CCW eller Studio 5000/RSLogix 5000.



Figur 12: PowerFlex 525 HMI

## 2.3. Överföring av parametrar via USB

### 2.3.1. Överföring av parametrar till frekvensomriktare

Parametrarna finns sparade som pf5-filer för backup. Dessa filer kan laddas över till nya frekvensomriktare via en USB-kabel typ B, figur 13. Följ stegen i Överföring av parametrar via USB-kabel nedan.



Figur 13: USB-kabel typ B

Steg 1: Ta fram en USB-kabel typ B, figur 13

Steg 2: Lossa frekvensomriktarens logikmodul från kraftmodulen



Figur 14: Kraftmodul (vänster) och logikmodul (höger)

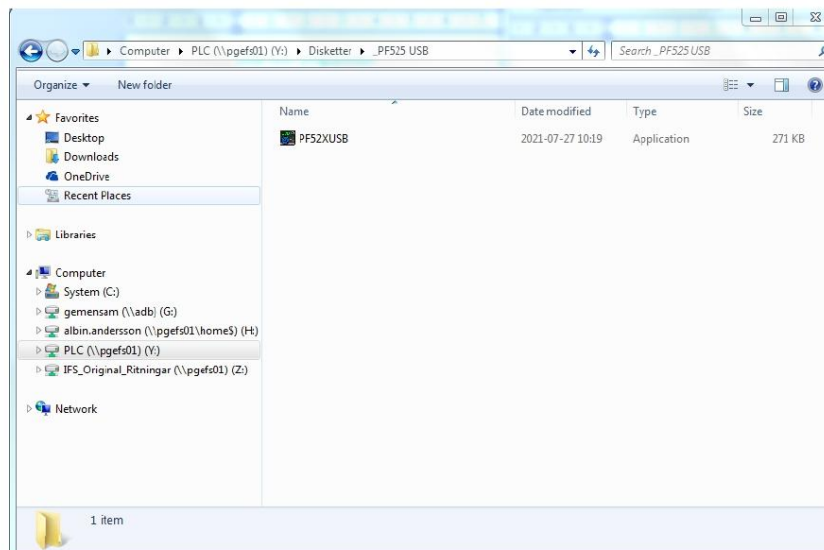
Steg 3: Koppla USB-kabeln till logikmodulen och andra änden till en dator.



Figur 15: Hur PowerFlex 525 kopplas till datorn

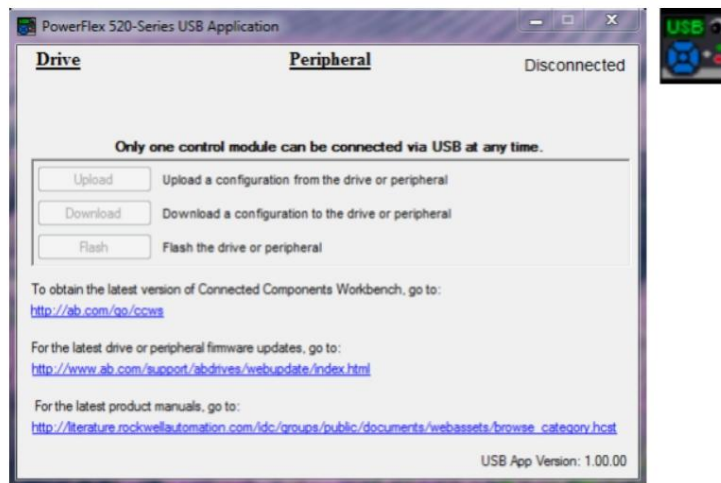
Enheten strömförsörjs nu av datorn och uppladdning, nedladdning samt uppdatering av mjukvara går att göra.

**OBS! Kom ihåg att ha datorn på laddning alternativt ha fulladdat batteri för att inte riskera att den stängs av.**



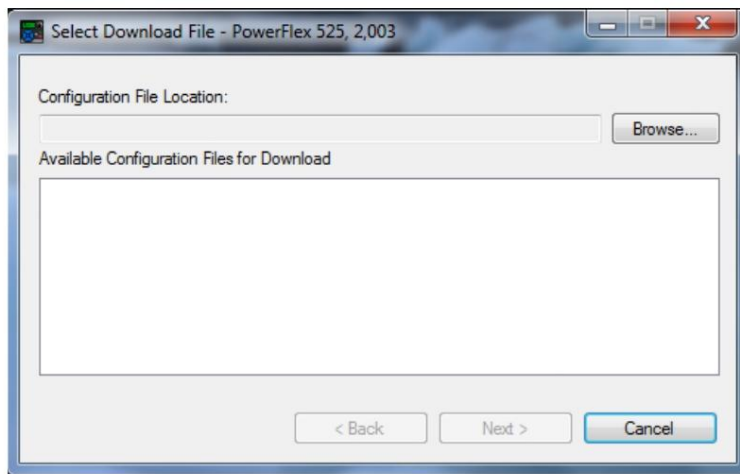
Figur 16: Lagringsplats för programmet PF52XUSB

Steg 4: Starta programmet PF52XUSB som ligger i \_PF525 USB i Disketter på PLC (Y:\Disketter\\_PF525 USB)



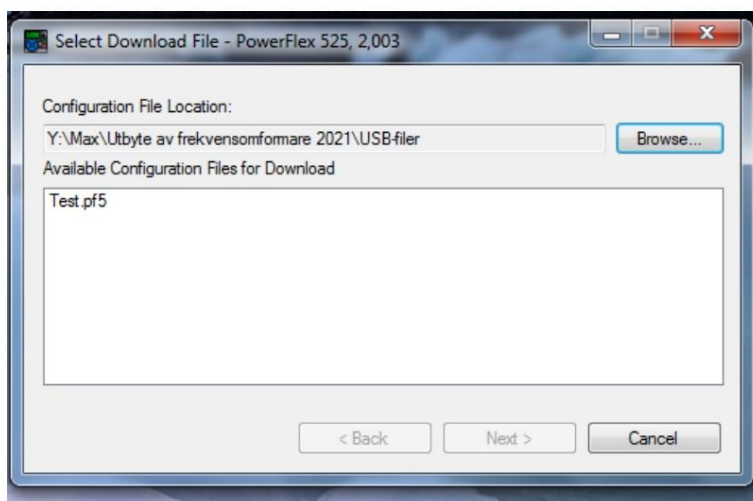
Figur 17: Startmeny för PF52XUSB

Steg 5: Tryck på *Download*



Figur 18: *Hitta parameterfil*

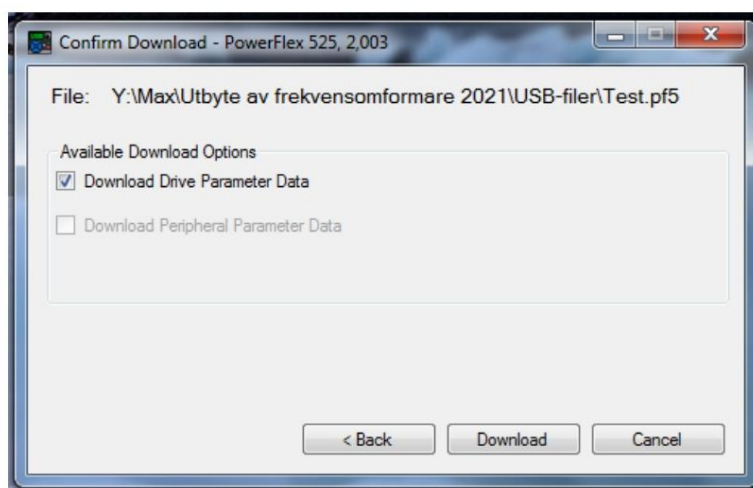
Steg 6: Välj sedan fil genom att trycka på *Browse* och välj den plats där parameterfilema är lagrade (exempelvis Y:\Max\Utbyte av frekvensomformare 2021\USB-filer)



Figur 19: *Exempel på parameterfil*

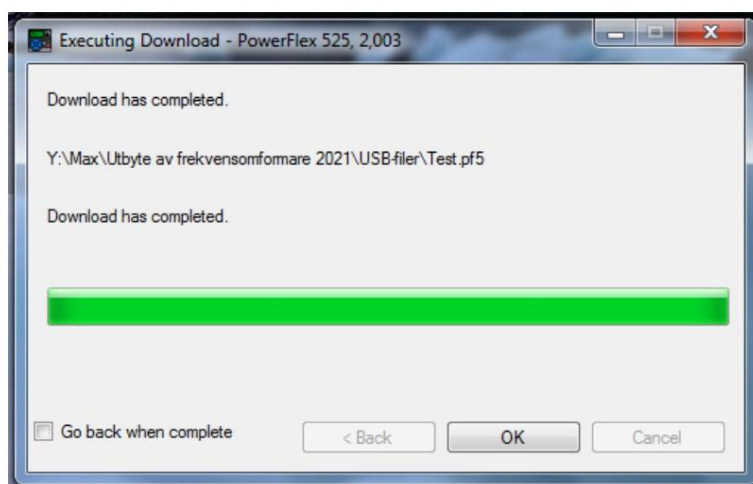
I rutan, figur 19, kommer en lista med alla pf5-filer på vald plats dyka upp.

Steg 7: Välj önskad fil i listan och tryck sedan på *Next*



Figur 20: Överföring av parametrar till frekvensomriktaren

Steg 8: Bocka i rutan *Download Drive Parameter Data* och tryck sedan på *Download*



Figur 21: Överföringen till frekvensomriktaren är färdig

Steg 9: Vänta på att det står *Download has completed* tryck sedan på *OK*.

Steg 10: Avsluta genom att stänga fönstret

Parametrarna kommer att uppdateras när frekvensomriktaren spännsätts med korrekt matningsspänning (till exempel 400 V).

### 2.3.2. Överföring av parametrar till dator

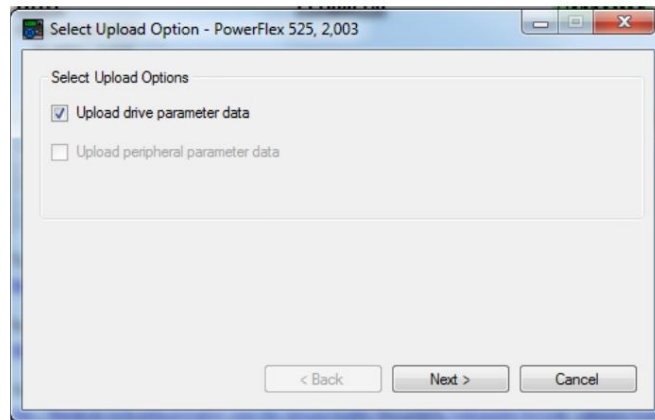
Följ stegen 1 till 4 i Överföring av parametrar till frekvensomriktare via USB.



Figur 22: Startmeny för PF52XUSB

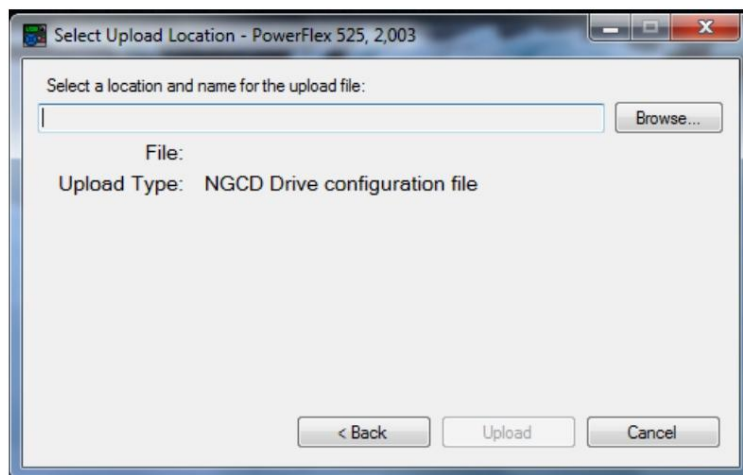
Steg 5: Tryck på *Upload*





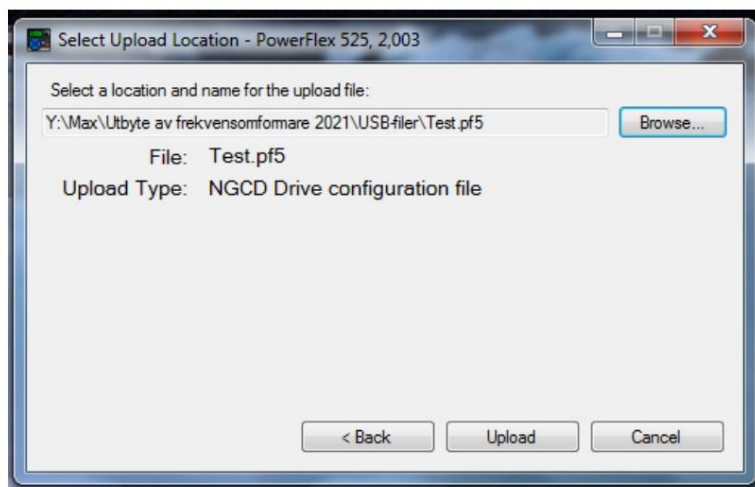
Figur 23: Överföring av parametrar till datorn

Steg 6: Bocka i rutan *Upload drive parameter data* och tryck sedan på *Next*



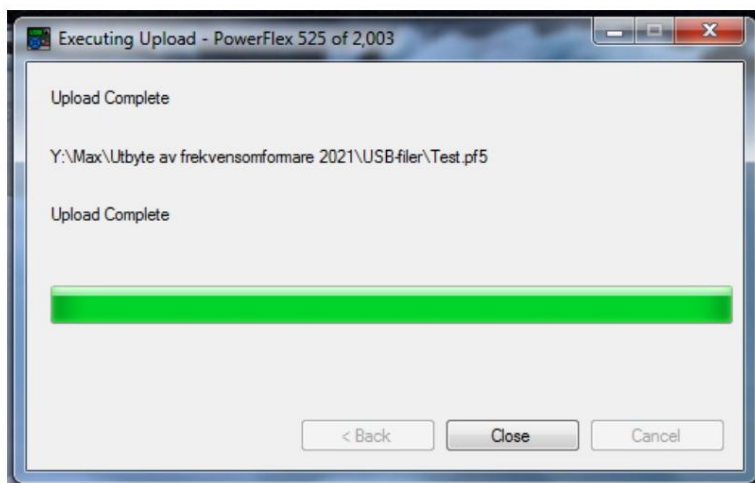
Figur 24: Bestäm lagringsplats för parameterfilen

Steg 7: Välj var parameterfilen ska lagras genom att trycka på *Browse* (exempelvis Y:\Max\Utbyte av frekvensomformare 2021\USB-filer)



Figur 25: Vald lagringsplats för parameterfilen

Steg 8: Tryck på *Upload*



Figur 26: Överföring till datorn är färdig

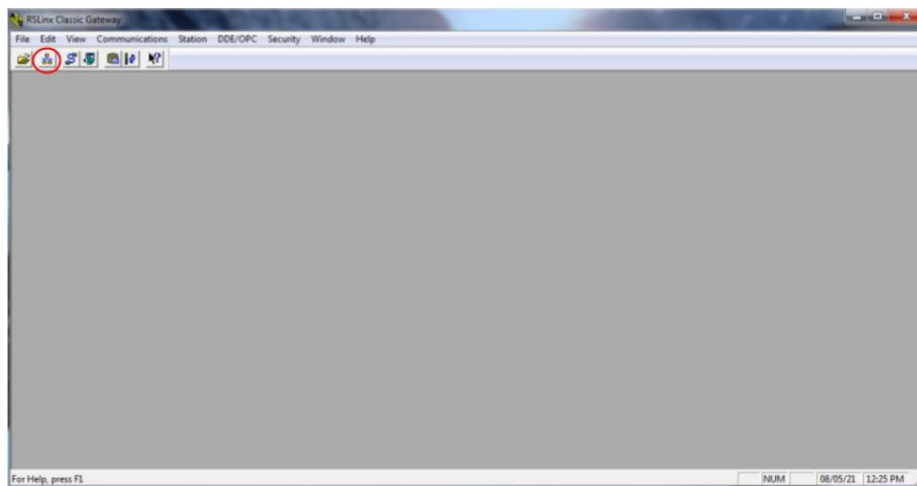
Steg 9: Tryck på *Close* när det står *Upload Complete*

## 2.4. Ethernet

När frekvensomriktaren har en IP-adress och sitter på plats kan parametrar ändras och laddas upp till enheten med hjälp av exempelvis Studio 5000 Logix Designer, RSLogix 5000 eller CCW.

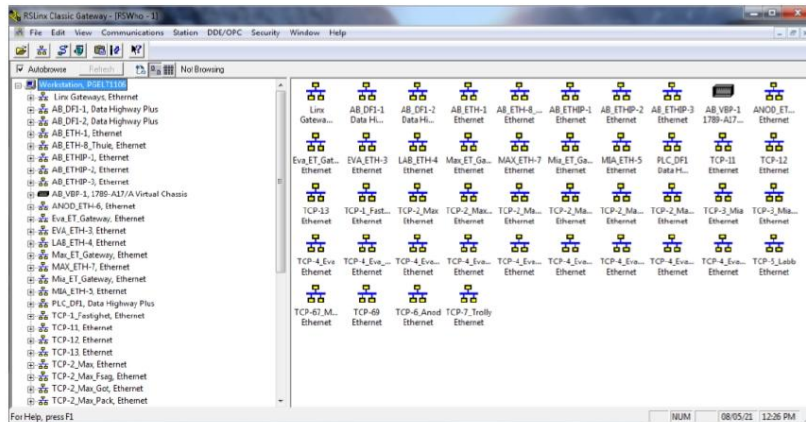
### 2.4.1. Lägga till enhet i RSLinx Classic

Hur man lägger till en enhet i RSLinx beskrivs nedan.



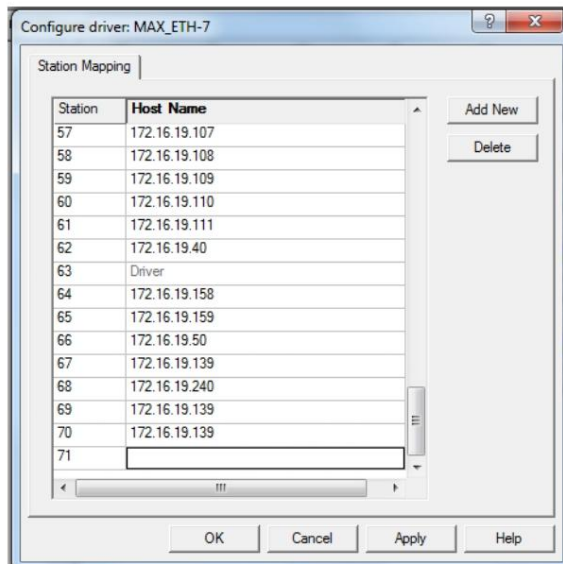
Figur 27: *RSLinx Classic*

Steg 1: Öppna programmet RSLinx Classic, klicka på ikonen *RSWho*



Figur 28: RSLinx Classic efter RSWho

Steg 2: Högerklicka på det nätverket som enheten ska tillhöra



Figur 29: Konfigurera enhet

Steg 3: Välj *Configure driver* och skriv in den nya enhetens IP-adress

Steg 4: Tryck på *Apply* och sedan *OK*

Steg 5: Enheten är nu tillagd i RSLinx

#### 2.4.2. Ansluta till specifik frekvensomriktare

Steg 1: Tryck på pilen bredvid *Offline* som står uppe till vänster i Studio 5000 (RSLogix 5000)

Steg 2: Välj *Go online*

Steg 3: Leta reda på specifik omriktare i *Controller Organizer* till vänster

Steg 4: Dubbelklicka på omriktaren för att koppla upp dig mot den

Nu kan frekvensomriktaren bland annat parametreras genom att ändra värdena som finns under *Parameters*, dessa kommer att uppdateras automatisk.

Om ändringar görs exportera parametrarna som pf5-fil. Hur detta görs kan läsas i Parametrering och adressering av ny frekvensomriktare. Det här bör göras så att det finns backup filer om frekvensomriktaren inte kan anslutas vid eventuellt byte.

#### 2.4.3. Importera parametrar från frekvensomriktare på nätverket

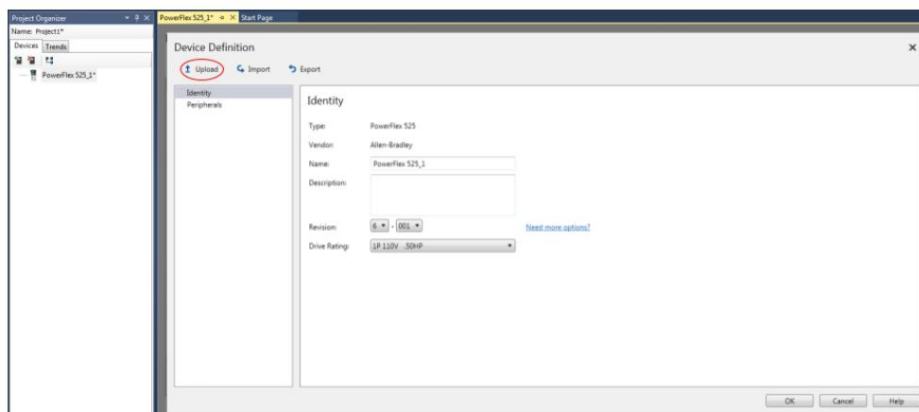
Genom att enheten ligger på nätverket kan parametrar importeras genom att ansluta till den.

Steg 1: Välj frekvensomriktare som parametrarna ska importeras till i CCW



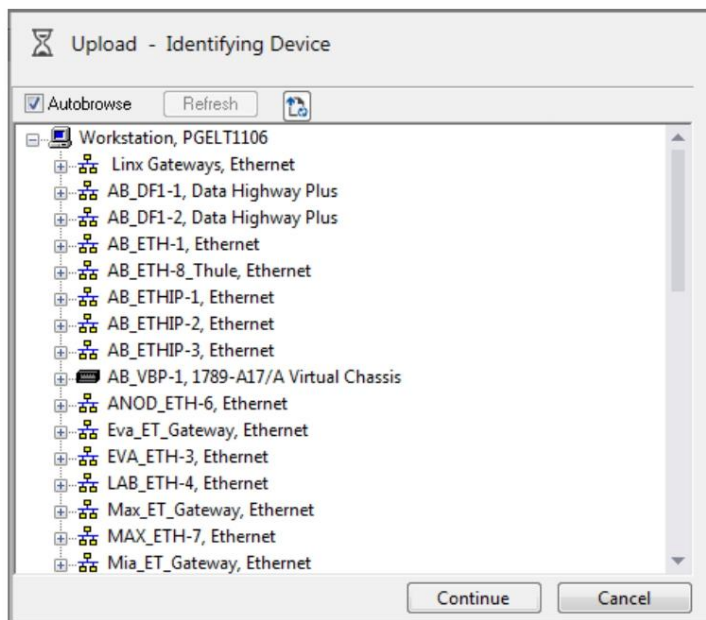
Figur 30: *Enhetsdefinition*

Steg 2: Under *Overview* tryck på *Device Definition*



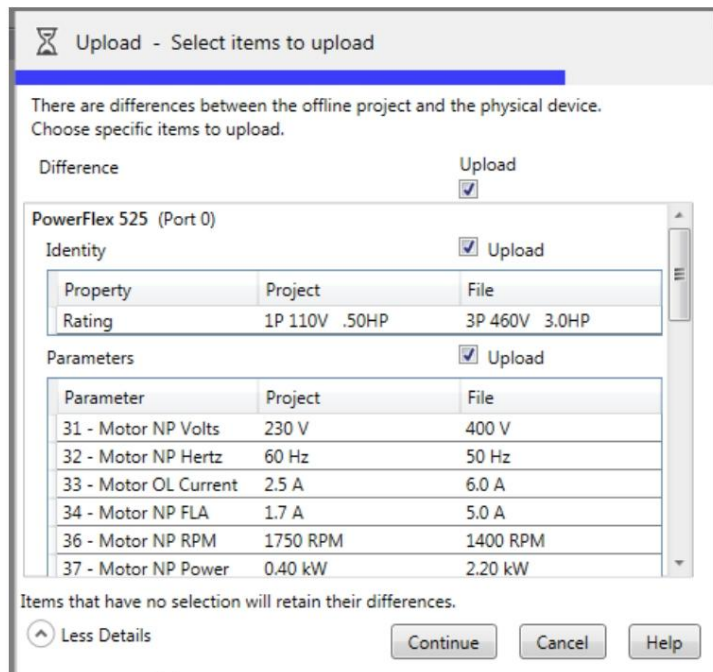
Figur 31: *Import via Ethernet*

Steg 3: I *Device Definition* tryck på *Upload* uppe i vänstra hörnet



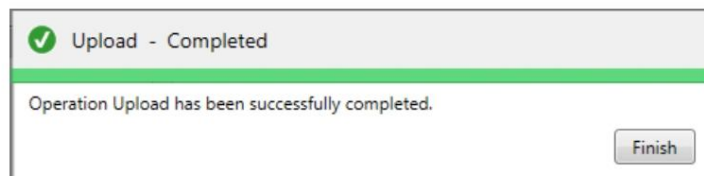
Figur 32: *Lista över nätverk*

Steg 4: Välj det nätverk som frekvensomriktaren tillhör och välj sedan den frekvensomriktaren som parametrarna ska importeras från



Figur 33: Exempel på parametrar som kommer att överföras

Steg 5: Tryck på *More Details* för att se vilka parametrar som kommer att importeras



Figur 34: Överföring klar

Steg 6: Tryck på *Continue* för att fortsätta och sedan *Finish* när uppladdningen är klar

## 2.5. PLC-program

Programmen finns lagrade i *SourceSafe*. För att komma åt dessa krävs en inloggning. Vid behov av en inloggning kontakta den tekniska avdelningen så kan de hjälpa till med det.

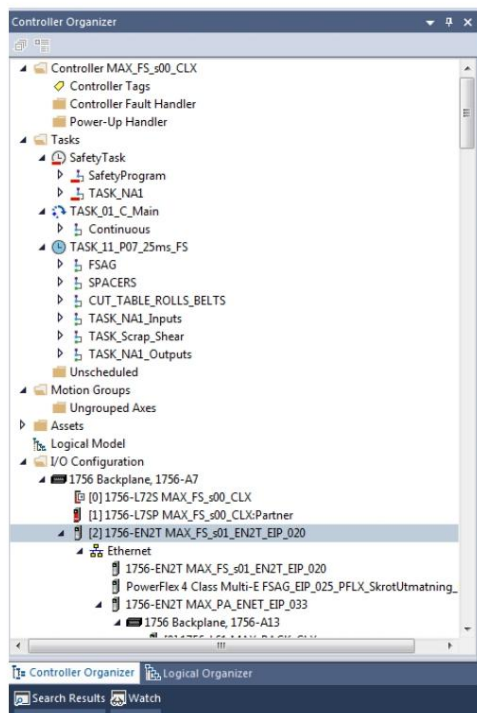
I SourceSafe är programmen uppdelade efter avdelning. Programmen kan antingen hämtas till den lokala disken eller checkas ut i SourceSafe.

Vid hämtning så lagras en kopia av projektet på den lokala hårddisken, denna kopia kan antingen vara skrivskyddad eller inte beroende på vad som väljs vid hämtningen.

Om programmet istället checkas ut ges tillgång till filen med rättighet att ändra direkt. Efter att ändringarna är klara spara projektet och checka in det i SourceSafe.

### 2.5.1. Lägga till frekvensomriktare i Studio 5000 (RSLogix 5000)

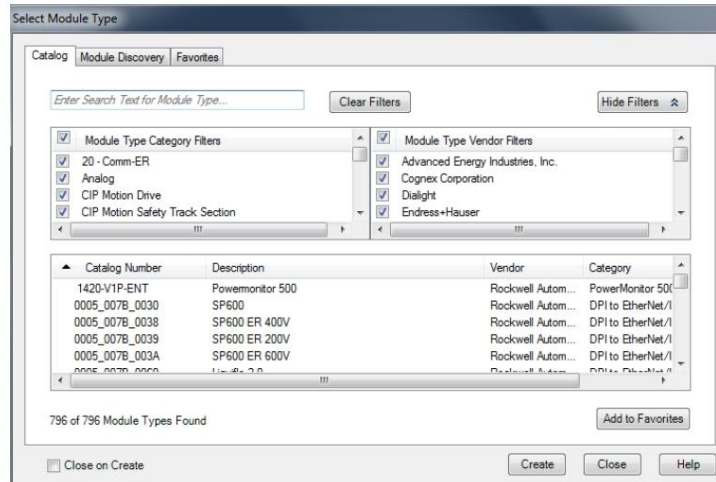
Steg 1: Öppna projektet som omriktaren ska läggas till i



Figur 35: Lägga till enhet

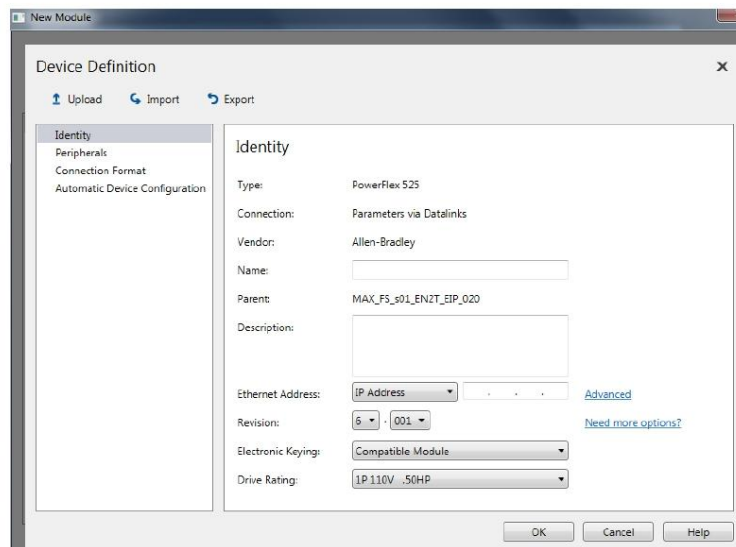


Steg 2: Högerklicka på nätverket som enheten ska läggas till i och välj *New Module*



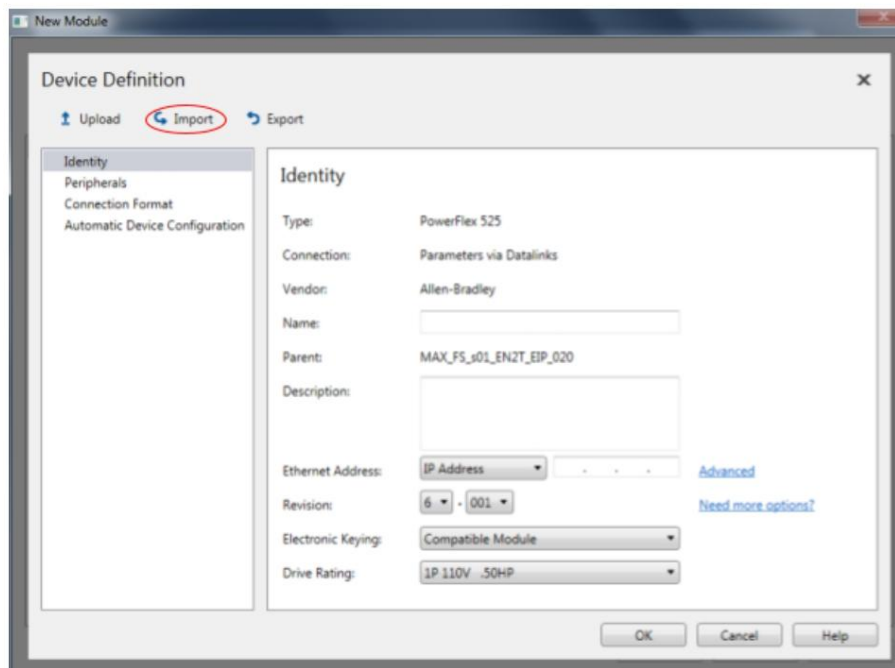
Figur 36: Lista över moduler

Steg 3: I katalogen leta reda på rätt sorts omriktare (går att söka på modellen) och tryck sedan på *Create*



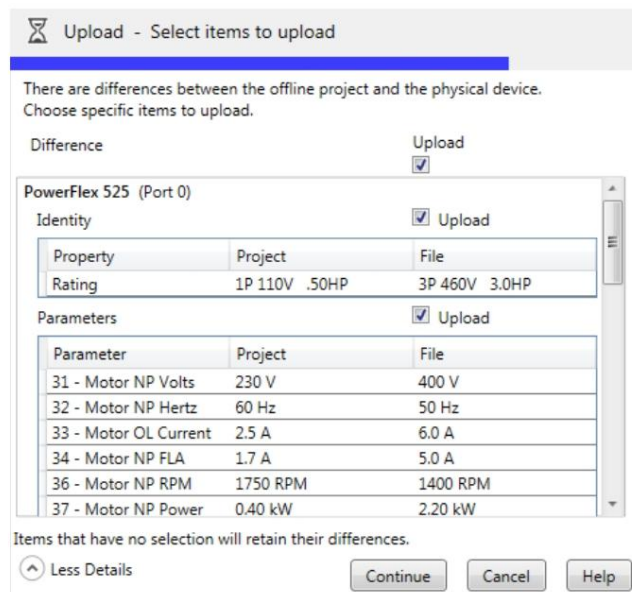
Figur 37: Ny modul

Steg 4: Namnge omriktare och ange en IP-adress. Lägg gärna till en beskrivning om exempelvis var enheten sitter.



Figur 38: Importera parametrar

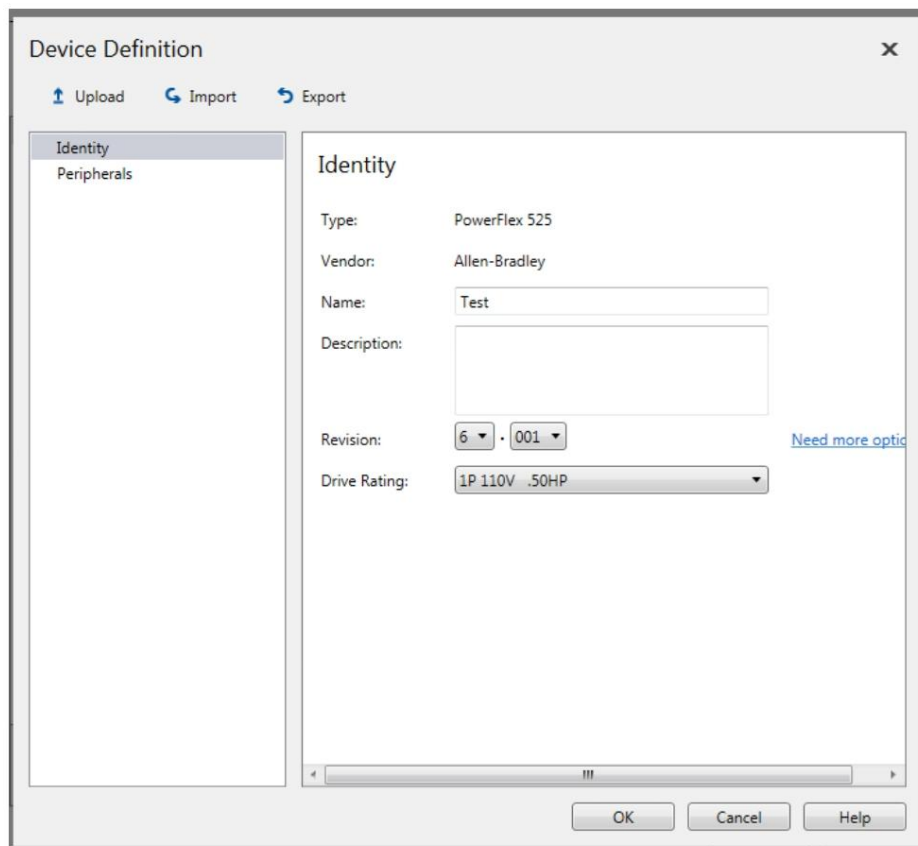
Steg 5: Tryck på *Import* och välj parameterfilen som hör till omriktaren



Figur 39: Exempel på parameteröverföring

Steg 6: För att se vilka parametrar som kommer uppdateras tryck på *More Details*

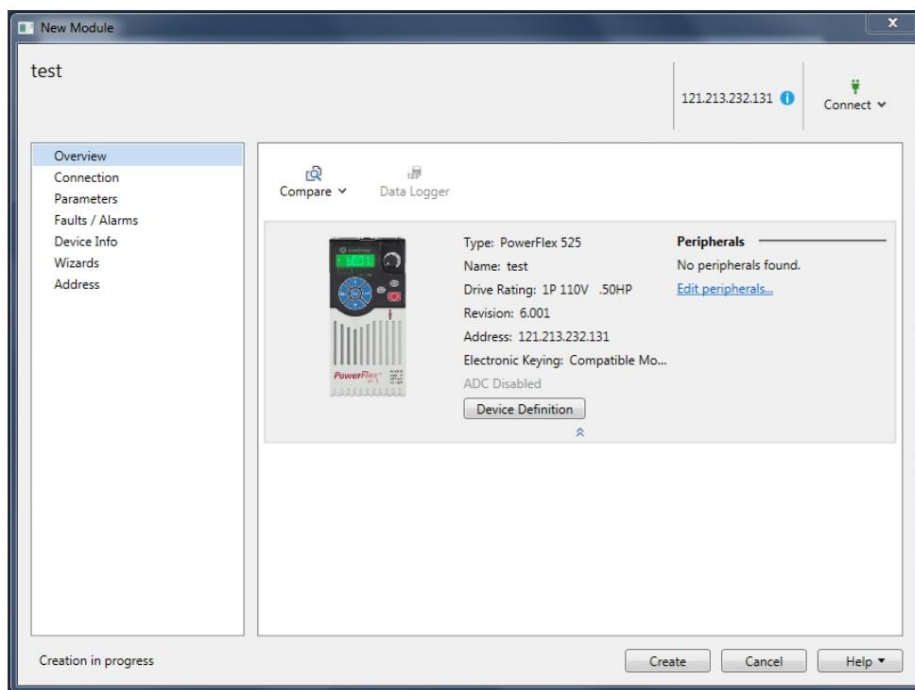
Steg 7: Tryck på *Continue* och sedan på *Finish*



Figur 40: Förberedelse inför skapandet av ny modul

Steg 8: Tryck på *OK*

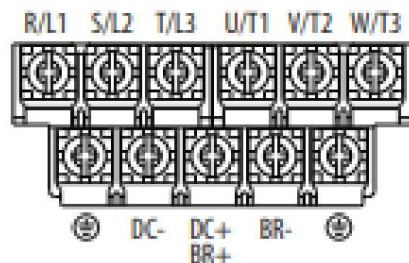
Ett fönster kommer dyka upp, figur 41, i detta kan man gå vidare för att ändra parametrar, adress etc. om man så önskar.



Figur 41: Skapa modul

Steg 9: Tryck på *Create* för att lägga till frekvensomriktaren

## 2.6. Koppling



Figur 42: Plintar (logikmodul)

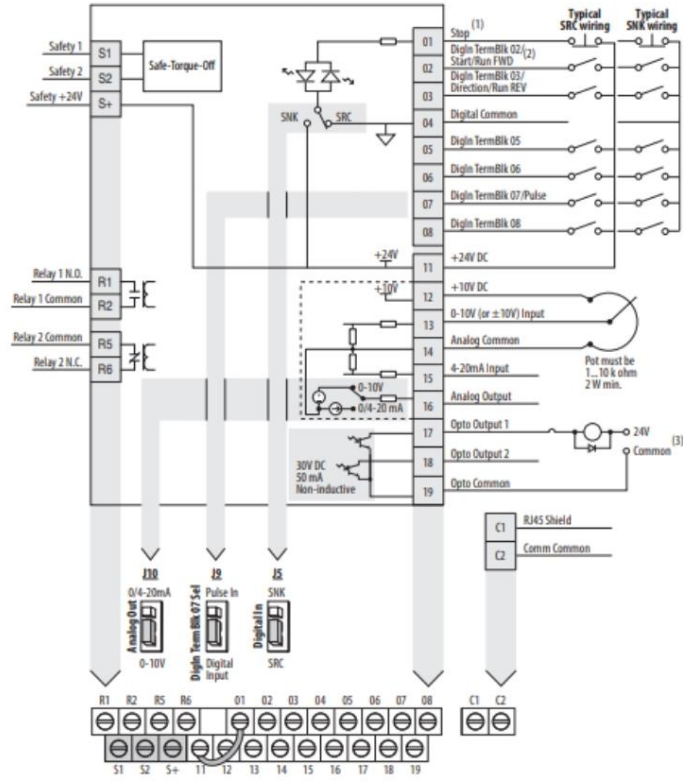
Tabell 1: Plintförklaringar

Plint	Förklaring
R/L1, S/L2, T/L3	Koppling för matningsspänningens tre faser
U/T1, V/T2, W/T3	Koppling för motorlindningarna
DC+, DC-	DC Bus koppling
BR+, BR-	Koppling för dynamisk bromsresistor
⊕	Säkerhetsjord

Tabell 2: Olika modeller av frekvensomriktare på Press Max

Modell	Effekt	Min. trådstorlek	Max. trådstorlek
25B-D1P4N114	0,4 kW	0,8 mm <sup>2</sup>	5,3 mm <sup>2</sup>
25B-D4P0N114	1,5 kW	0,8 mm <sup>2</sup>	5,3 mm <sup>2</sup>
25B-D6P0N114	2,2 kW	0,8 mm <sup>2</sup>	5,3 mm <sup>2</sup>
25B-D010N114	4,0 kW	2,1 mm <sup>2</sup>	8,4 mm <sup>2</sup>
25B-D013N114	5,5 kW	2,1 mm <sup>2</sup>	8,4 mm <sup>2</sup>

PowerFlex 525 Control I/O Wiring Block Diagram



Figur 43: I/O-block PowerFlex 525



PowerFlex 525 har en inbyggd EtherNet/IP-port som kan komma åt genom att ta bort "locket" på logikmodulen, figur 44



Figur 44: *EtherNet/IP-port*

## 2.7. Montering

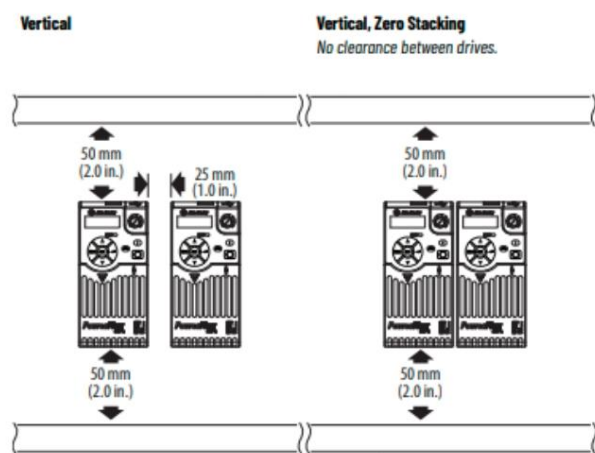
### 2.7.1. Montering I: Vertikalmontering

Vid denna monteringsstyp ska det vara åtminstone 25 mm mellan varje enhet och 50 mm över samt under enheten, figur 45. Temperaturen i skåpet får ligga i intervallet [-20, 50] grader Celsius.

### 2.7.2. Montering II: Vertikal zero stacking

Vertikal Zero Stacking (inget mellanrum mellan enheterna), figur 45, är tillåtet så länge temperaturen i skåpet ligger i intervallet [-20, 45] grader Celsius.

Monteringsprincip II används när det är platsbrist i skåpen annars bör monterning I användas.



Figur 45: Montering

## 2.8. Uppmärkning av enhet

Vid installation av en ny enhet ska denna märkas upp med IP-adress och namn. Figur 46 visar hur markeringen kan se ut.



Figur 46: Exempel på uppmärkning

### 3. Felsökning

Vid montering av frekvensomriktare den sjätte november uppstod ett fel där en frekvensomriktare tappade kopplingen till Ethernet efter cirka 30 sekunder. LED-indikator för Ethernet slocknar och inget felmeddelande dök upp. Problemet var att den nya frekvensomriktaren hade fått samma IP-adress som en annan enhet på nätverket. Lösningen var att ändra IP-adressen i parameterfilen och sedan överföra den igen. I tabell 3 presenteras några andra fel som uppstått under montering av frekvensomriktare av modellen PowerFlex 525.

Tabell 3: Ett par felkoder som kan dyka upp på frekvensomriktaren

Felkod	Felmeddelande	Förklaring	Lösningsförslag
F059	Safety Open	Ingen av Safety 1 eller Safety 2 är kopplade	Om inte någon safety-funktion används måste dessa byglas för att få köra
F105	E Connect Err	Logikmodul kopplades ur medan frekvensomriktaren var spänningsmatad	Slå av spänningen och koppla tillbaka logikmodulen. Kontrollera så att parametrarna stämmer
F109	Mismatch C-P	Logikmodulen känner inte igen kraftmodulen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gör en power reset (sätt parameter P053 (<i>Reset To Defaults</i>) till 3)</li><li>• Byt kraftmodulen eller logikmodulen</li></ul>
F110	Keypad Membrane	Knappsatsmembranet har lossnat eller är defekt.	Kör en power cycle eller byt logikmodul om felet inte försvinner

För fler läs PowerFlex 520-Series Adjustable Frequency AC Drive, [https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/520-um001\\_-en-e.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/520-um001_-en-e.pdf) (Kapitlet Fault Descriptions) [Hämtad 2021-06-21]

## 7.8. Appendix VIII: Hederkodex

### Hederskodex

- Ingenjören bör i sin yrkesutövning känna ett personligt ansvar för att tekniken används på ett sätt som gagnar människa, miljö och samhälle.
- Ingenjören bör sträva efter att förbättra tekniken och det tekniska kunnandet i riktning mot ett effektivare resursutnyttjande utan skadeverkningar.
- Ingenjören bör ställa sitt kunnande till förfogande i offentliga och enskilda sammanhang för att uppnå bästa beslutsunderlag och belysa teknikens möjligheter och risker.
- Ingenjören bör inte arbeta inom eller samverka med företag och organisationer av tvivelaktig karaktär eller med mål som strider mot personlig övertygelse.
- Ingenjören bör visa full lojalitet mot arbetsgivare och arbetskamrater. Svårigheter härvidlag bör tas upp till öppen diskussion, i första hand på arbetsplatsen.
- Ingenjören får inte använda otillbörliga metoder i tävlan om anställning, uppdrag eller beställning, ej heller försöka skada kollegors anseende genom obefogade beskyllningar.
- Ingenjören bör respektera anförtrodda upplysningars konfidentiella natur samt andras rätt till uppslag, uppfinningar, utredningar, planer och ritningar.
- Ingenjören får inte gynna obehöriga intressen och bör öppet redovisa ekonomiska och andra intressen som kan påverka tilltron till hans eller hennes opartiskhet och omdöme.
- Ingenjören bör enskilt och offentligt, i tal och skrift, sträva efter ett sakligt framställningssätt och undvika felaktiga, missvisande eller överdrivna påståenden.
- Ingenjören bör aktivt stödja kollegor, som råkar i svårigheter på grund av ett handlande i enlighet med dessa regler, samt enligt bästa övertygelse avstyra brott mot dem.

