

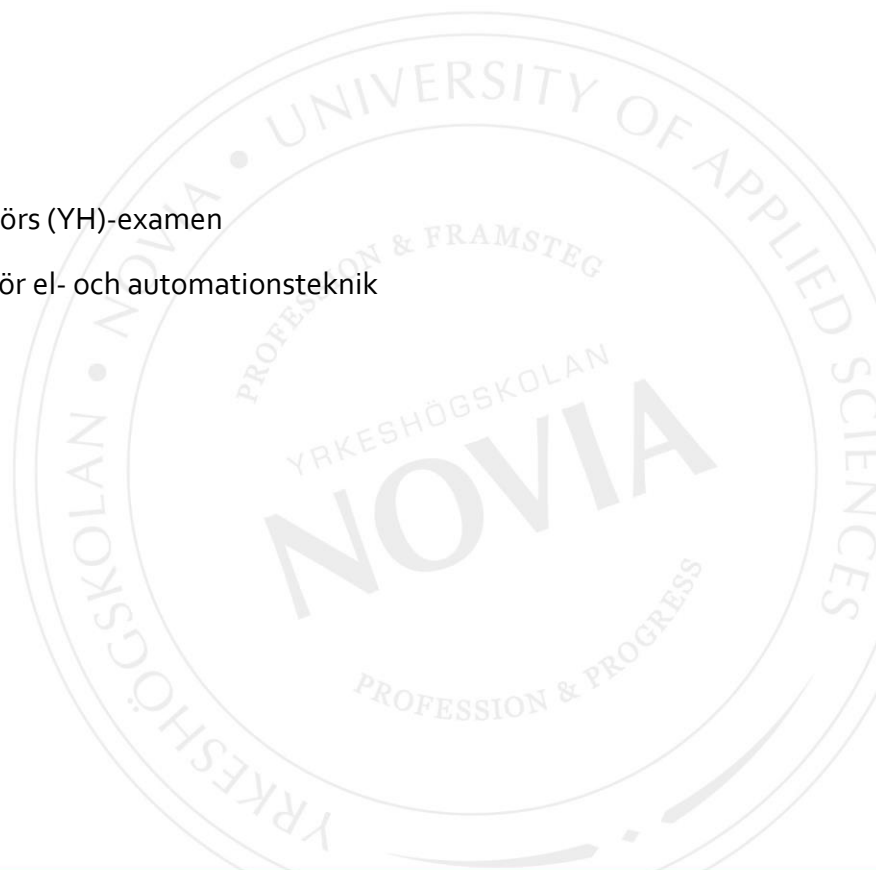
Enkel slingföljning på en Siemens S7-1200 logik

Lukas Sundström

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2021



EXAMENSARBETE

Författare: Lukas Sundström
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Automationsteknik
Handledare: Roger Mäntylä

Enkel slingföljning på en Siemens S7-1200 logik

Datum	Sidantal	Bilagor
-------	----------	---------

Abstrakt

Detta examensarbete beskriver hur man gått till väga för att skapa ett enkelt slingföljningssystem på en Siemens S7-1200 logik via gränssnittet PROFINET. Programmet byggdes i SIMATIC STEP 7, som finns integrerat i TIA Portal V15. Ett slingföljningssystem grundkomponenter är en slingföljningsgivare och en transponderantenn. För att kunna testa systemet tillverkades en testbänk som bestod av de nödvändiga komponenterna.

Syftet med detta examensarbete var att ta reda på hur grundkomponenterna fungerar i praktiken och skapa de programblock som behövs för kommunikation mellan styrenheten och grundkomponenterna via PROFINET. Dessa programblock ska vara modulära för att enkelt kunna importera till projekt där slingföljning används.

Resultatet av arbetet är att man tagit reda på hur grundkomponenterna fungerar och utifrån detta skapat tre programblock. Det blev ett programblock för läsning och ett för skrivning av data för transponderantennen, och ett för slingföljningsgivaren.

Språk: svenska Nyckelord: Siemens, PROFINET, datakommunikation

BACHELOR'S THESIS

Author: Lukas Sundström
Degree Programme: Electrical Engineering
Specialization: Automation Engineering
Supervisor(s): Roger Mäntylä

Wire guidance on a Siemens S7-1200 logic

Date	Number of pages	Appendices
------	-----------------	------------

Abstract

This bachelor's thesis describes how a simple track following system on a Siemens S7-1200 logic via the PROFINET interface was made. The program was built in SIMATIC STEP 7, which is integrated in TIA Portal V15. A track following system's basic components are a guidance sensor and a transponder antenna. To be able to test the system a test bench was built consisting of the necessary components.

The purpose of this bachelor's thesis was to find out how the basic components work in practice and to create the program blocks needed for the communication between the control unit and the basic components through PROFINET. These program blocks need to be modular so they can easily be imported to projects where track following is used.

The result of the thesis was finding out how the basic components work, and based on that, three program blocks were made. Of the three program blocks one was for reading and one for writing data to the transponder antenna, and one for the track guidance sensor.

Language: Swedish Key words: Siemens, PROFINET, data communication

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Uppdraget.....	1
1.3	Solving	2
1.4	Målsättningar.....	2
2	Kommunikation	2
2.1	Datakommunikation	2
2.1.1	Datakommunikationens komponenter.....	3
2.2	Protokoll	4
2.3	OSI-modellen.....	5
2.4	PROFINET.....	6
3	Hårdvara.....	8
3.1	PLC	9
3.2	Slingföljningsgivare	9
3.3	Transponderantenn	11
4	Mjukvara.....	12
4.1	TIA Portal	12
4.2	HyperTerminal.....	13
5	Praktik.....	13
5.1	Undersökning av slingföljningsgivaren	13
5.2	Undersökning av transponderantenn.....	16
5.3	Programmering i TIA-portal.....	18
6	Resultat	24
7	Diskussion.....	25
8	Litteraturförteckning.....	26

Förkortningar

AGV	Automated Guided Vehicle
PLC	Programmable Logic Controller
TIA	Totally Integrated Automation
I/O	In och utgångar
FBD	Function block diagram
HMI	Human Machine Interface
GSD	General Station Description
RFID	Radio-frequency identification

1 Inledning

Detta examensarbete är gjort på begäran av Ab Solving Oy. Examensarbetet behandlar hur man går tillväga för att skapa en enkel slingföljning med en Siemens S7-1200 logik. I arbetets teoretiska del om datakommunikation, hårdvara och mjukvara. I den praktiska delen av arbetet beskrivs tillvägagångssättet för att testa och ta reda på hur komponenterna fungerar, och skapandet av komponenternas programblock i TIA Portal.

1.1 Bakgrund

I den nya generationens slingföljning är givarna monterade på en fast position på ramen och styrningsprincipen är ändrad så att vagnen använder styrslingorna som fasta referenspunkter men rätt ofta kör off-line med hjälp av styr- och drivenkoderna. Fördelen med denna metod är att den är mycket flexibel och ändringar i körrutten kan göras programmässigt utan att lägga ner nya slingor.

Förut på Solving användes liknande teknik, där handlade det om slavisk slingföljning där en slingföljningsgivare var monterad så att den följer drivningens sväng rörelse.

Den nya generationens vagnsdatorer för slingföljning stöder inte den klassiska slaviska slingstyrningen och lämpar sig därför rätt dåligt för linjemontage vilket idag igen används inom fordonsindustrin. I dessa fall skulle den klassiska linjeföljningen fungera bättre.

1.2 Uppdraget

Syftet med examensarbetet var att återskapa den klassiska slingföljningen men denna gång med Siemens hårdvara och slingföljningskomponenter från Götting. En slingföljningsgivare användes för att berätta åt PLC:n var på slingan den befinner sig horisontellt. En transponderantenn användes för att berätta åt PLC:n var på slingan den för tillfället befinner sig, och med hjälp av denna givare och transpondrar placerade längs med slingan kan vagnens vertikala position längs slingan uppdateras efter behov.

1.3 Solving

Ab Solving Oy är ett företag som har specialiserat sig på design och tillverkning av tunga lasthanteringssystem. Solving etablerades i Sandsund, Finland år 1977 för tillverkning och försäljning av luftkuddebaserade system. Över åren har produktsortimentet ökat och idag erbjuder Solving AGVs, luftkuddetruckar, hjulbaserade ”movers” och luftkuddemoduler. Dessa produkter är under planeringen och tillverkningen skräddarsydda för kundens ändamål.

Idag är Solving ledande inom området och skapar komplexa hanteringssystem och har idag levererat hanteringssystem till över 20 industrier i mer än 50 länder. (Solving, 2021)

1.4 Målsättningar

Examensarbetets målsättningar kan delas in i följande delmoment:

1. Färdigställa ett testsystem bestående av en S7-1200 logik, Götting slingföljningsgivare och RFID-läsare.
2. Skapa en hårdvarukonfiguration innehållande nödvändiga GSD-filer.
3. Skriva nödvändiga programblock för att kommunicera med slingföljningsgivaren. S7-1200 logiker programmeras via TIA-portalen V14 eller nyare. Programmet avkodar signalerna och skriver ut slutresultatet till utgångarna på det skapade blocket.
4. Skriva nödvändiga programblock för att kommunicera med RFID-givaren. Både skrivning och läsning ska vara möjligt.
5. Dokumentera programblocken.
6. Köra in blocken i en fungerande mini-AGV, skapa en enkel körsekvens i Graph och testköra hela systemet.

2 Kommunikation

Detta kapitel behandlar teori om datakommunikation, protokoll, OSI-modellen och PROFINET.

2.1 Datakommunikation

Datakommunikation hänvisar till utbytet av data mellan två enheter via någon form av överförings medium. För att uppnå datakommunikation bör de kommunicerande enheterna vara del av ett kommunicerings system bestående av hårdvara och mjukvara. Effektiviteten av ett sånt system beror på fyra grundläggande egenskaper: leverans, noggrannhet, aktualitet, och jitter.

1. **Leverans.** Systemet bör kunna leverera data till rätt destination. Data bör tas emot av en bestämd enhet eller användare och endast av den.
2. **Noggrannhet.** Systemet bör kunna leverera korrekt data. Data som förändras under överföringen är oanvändbar.
3. **Aktualitet.** Systemet bör kunna leverera data tidsenligt. Försenade data är oftast oanvändbar. Till exempel, ljud- eller videopaketer bör levereras direkt när de produceras, i samma ordning som de producerades i, och utan fördröjning. Denna typ av leverans kallas realtidssändning.
4. **Jitter.** Jitter hänvisar till variationen i paketets ankomsttid. Det är den ojämna förseningen i leveransen av ljud- eller videopaketer. Till exempel, anta att videopaketer skickas var 30 ms. Om några av paketen anländer med 30 ms försening och andra med 40 ms försening blir resultatet en ojämn kvalitet i videon. (Forouzan, 2013).

2.1.1 Datakommunikationens komponenter

Ett datakommuniceringssystem består av fem komponenter:

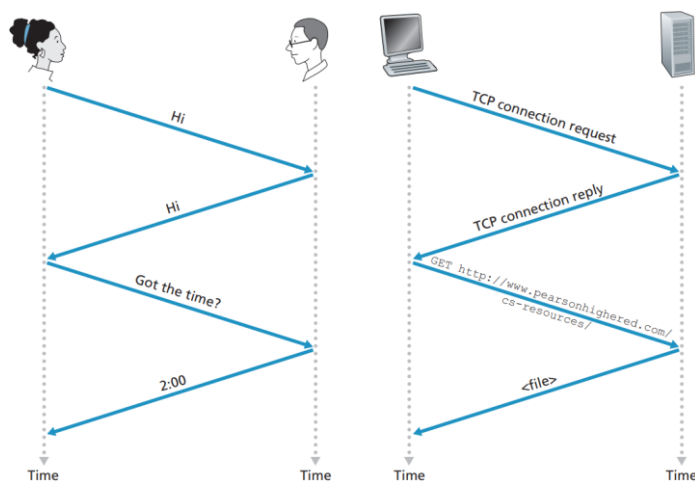
1. **Meddelande.** Meddelande är den information som ska kommuniceras. Populära typer av information är text, nummer, bilder, ljud, och video.
2. **Sändare.** Sändare är den enhet som skickar meddelandet. Det kan vara en dator, telefon, videokamera, och så vidare.
3. **Mottagare.** Mottagare är den enhet som tar emot meddelandet. Det kan vara en dator, telefon, videokamera, och så vidare.
4. **Överföringsmedium.** Överföringsmedium är den fysiska vägen vilket ett meddelande färdas från sändare till mottagare. Några exempel på överföringsmedium är partvinnad kabel, koaxialkabel, fiberoptisk kabel, och radiovågor.
5. **Protokoll.** Ett protokoll är en uppsättning av regler som styr datakommuniceringar. Det representerar en överenskommelse mellan de kommunicerande enheterna. Utan ett protokoll kan två enheter vara sammankopplade men inte kommunicera med varandra, som om en person som talar tyska inte kan förstås av en person som talar bara kinesiska.

Data kan vara analog eller digital. Analoga data hänvisar till information som är kontinuerlig; digitala data hänvisar till information som har diskreta tillstånd. Till exempel en analog klocka med timme, minut, och sekundvisare ger information i en kontinuerlig form; rörelsen i visarna är kontinuerlig. En digital klocka som visar timme och minut kommer att ändra plötsligt från 15:50 till 15:51. I detta lärdomsprov bearbetas främst vad som menas med analog datakommunikation. (Forouzan, 2013).

2.2 Protokoll

Ett protokoll är en uppsättning av regler som datakommunikation över ett nätverk använder för att fullfölja olika överföringar. TCP / IP definierar till exempel en uppsättning av regler som används för att skicka data från en nod i ett nätverk till en annan nod. SMTP är en uppsättning av regler och standarder som används för att överföra e-post och bilagor från en nod till en annan. DHCP är en uppsättning av regler och standarder som används för att allokera IP-adresser dynamiskt för ett nätverk, så de inte behöver konfigureras manuellt för varje enhet. Många protokoll används i nätverk. I själva verket följer nästan varje aktivitet i ett nätverk ett protokoll av ett eller annat slag. Vissa protokoll fungerar på en låg nivå i OSI-nätverksmodellen, andra fungerar på en hög nivå och andra fungerar däremellan.

Enklaste sättet att förklara hur ett nätverksprotokoll fungerar är med en mänsklig analogi. Man kan jämföra datakommunikation med mänsklig kommunikation. En typisk mänsklig konversation startar med att ena parten hälsar (Första "Hej" i figur 1). Typiskt svarar man tillbaka med ett "Hej" för att indikera att man kan fortsätta med konversationen. Ett annat svar till "Hej" kan vara "stör mig inte" eller "jag pratar inte svenska" vilket kan tyda på en ovilja eller oförmåga att kommunicera.



Figur 1. Ett mänskligt protokoll och ett datanätverksprotokoll. (Kurose & Ross, 2021).

Scenariot i den högra halvan av figur 1 illustrerar ett exempel på datornätverksprotokoll. Först skickar klientens dator en anslutningsbegäran till servern och väntar på ett svar. Servern kommer så småningom att få en anslutningsbegäran och returnera ett anslutningssvar. När klienten har fått klartecken att begära dokumentet skickar klientens dator sedan namnet på sidan den vill hämta från den servern i ett "get" meddelande. Slutligen returnerar servern innehållet i dokumentet till klientens dator. (Kurose & Ross, 2021).

2.3 OSI-modellen

Internationella standardiseringsorganisationen (ISO) Open Systems Interconnection (OSI) - modellen är idag den viktigaste modellen för undervisning i datornätverk. Den är både universellt och klart definierat, två egenskaper som akademiskt ger det en tydlig fördel över den mer otydliga och protokollspecifika TCP / IP-motsvarigheten. OSI-modellen strukturerar processen för informationsutbyte över datanätverk och i sin roll som modell av den verkliga processen, förenklar dialog om design, implementering och distribution av komplexa internetarbetslösningar.

OSI-modellens sju lager beskriver uppgifterna som ska lösas för att bygga ett funktionellt internetarbete på ett modulärt sätt.

Lager 7: Applikation - Detta är det lager som faktiskt interagerar med operativsystemet eller applikationen när användaren väljer att överföra filer, läsa meddelanden eller utföra andra nätverksrelaterade aktiviteter.

Lager 6: Presentation - Lager 6 tar data som tillhandahålls av applikationslagret och konverterar det till ett standardformat som de andra lagren kan förstå.

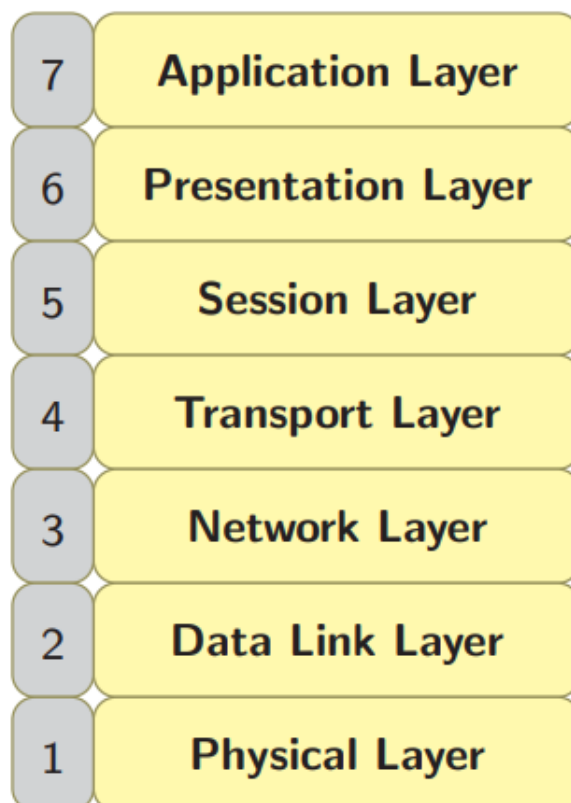
Lager 5: Session - Lager 5 etablerar, underhåller och avslutar kommunikationen med den mottagande enheten.

Lager 4: Transport - Detta lager bibehåller flödeskontroll av data och möjliggör felkontroll och återställning av data mellan enheterna. Flödeskontroll innebär att transportlagret ser om data kommer från mer än en applikation och integrerar varje applikations data i en enda ström för det fysiska nätverket.

Lager 3: Nätverk - Hur data kommer att skickas till mottagarenheten bestäms i detta lager. Logiska protokoll, dirigering och adressering hanteras här.

Lager 2: Data - I detta lager tilldelas lämpligt fysiskt protokoll till data. Dessutom definieras typen av nätverk och paketssekvensen.

Lager 1: Fysiska - Detta är nivån på den faktiska hårdvaran. Den definierar de fysiska egenskaperna hos nätverket såsom anslutningar, spänningsnivåer och timing. (Götz, 2010).



Figur 2. OSI-modellens sju lager. (Götz, 2010).

2.4 PROFINET

PROFINET är en öppen industriell Ethernet-lösning baserad på internationella standarder. Det är ett kommunikationsprotokoll utformat för att utbyta data mellan styrenheter och enheter. Den introducerades i början av 2000-talet och är idag den vanligaste industriella Ethernet-lösningen.

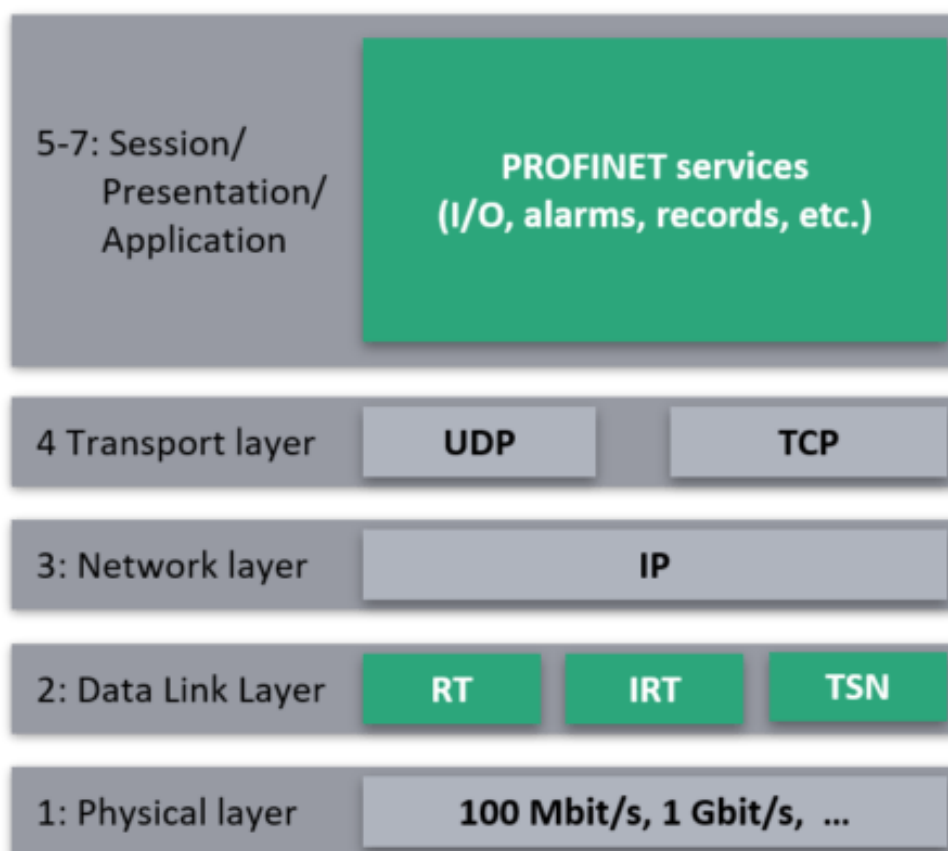
Industriella automationsmiljöer kräver ofta höga hastigheter och deterministisk kommunikation. Deterministisk kommunikation innebär att kunna leverera meddelanden exakt när de förväntas. PROFINET måste se till att meddelanden levereras med lämplig hastighet och bestämning beroende på uppgiften. Till exempel kan laddning av

konfigurationsdata för ett processinstrument ta flera minuter utan att påverka produktionen. Däremot kan en kommunikationsfördröjning på bara några millisekunder mellan en PLC och en frekvensomvandlare påverka processen avsevärt.

För att säkerställa optimal performans skickar Profinet data över följande kanaler:

- TCP/IP (eller UDP/IP)
- PROFINET Real-Time (RT)
- PROFINET Isochronous Real-Time (IRT)
- Time Sensitive Networking (TSN)

När PROFINET kommunicerar i realtid går datan direkt från Ethernet, lager 2, till Profinet, lager 7. Den hoppar över TCP / IP-lagren och undviker den tid det kan ta att behandlas som sådan. Således förbättras kommunikationshastigheten och determinismen avsevärt. (Ayllon, 2021).



Figur 3. PROFINET i realtid ISO-modell. (Ayllon, 2021).

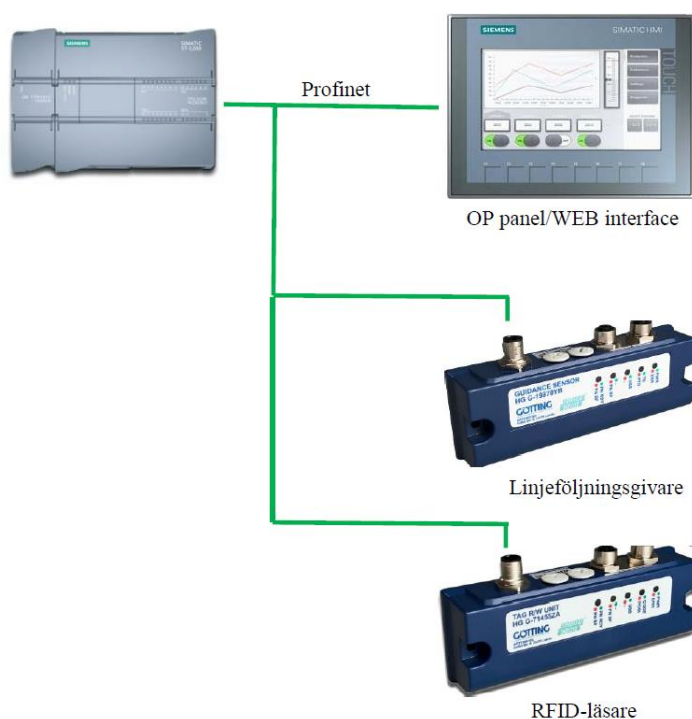
För att ge optimalt stöd för olika typer av applikationer erbjuder PROFINET två möjligheter: PROFINET IO för integration av distribuerad I/O och PROFINET CBA för skapande av modulära anläggningar i distribuerad automatisering.

PROFINET IO tillåter direkt gränssnitt mellan enheter på Ethernet. Alla enheter som används är anslutna i en enhetlig nätverksstruktur och erbjuder därför enhetlig kommunikation genom hela produktionsanläggningen. PROFINET IO specificerar det fullständiga datautbytet mellan IO-styrenheter och IO-enheterna, samt deras parametrar och diagnostik. Den är utformad för snabbt datautbyte med busscykeltider på några millisekunder och bygger på en leverantör / konsumentmodell.

PROFINET CBA (CBA: Component Based Automation) definierar en ytterligare vy av en automatiseringsanläggning. Den grundläggande vyn av PROFINET CBA är att en anläggning i många fall kan delas in i autonoma enheter, i så kallade tekniska moduler. Denna design och funktionalitet kan också hittas i flera enheter i samma eller något modifierad form. (Pigan & Metter, 2008).

3 Hårdvara

I detta kapitel behandlas den hårdvara som valts att användas för arbetet. Hårdvaran består av en PLC, linjeföljningsgivare, RFID-givare, samt en frekvensgenerator.



Figur 4. Översiktssbild av hårdvaran.

3.1 PLC

En PLC, Programmable Logic Controller, på svenska, programmerbart styrsystem är namnet på en typ av dator som vanligtvis används i kommersiella och industriella styrapplikationer.

En PLC skiljer sig från kontorsdatorer i den typ av uppgifter den utför och vilken hårdvara och programvara den behöver för att utföra dessa uppgifter. Medan de specifika applikationerna varierar mycket, övervakar alla PLC:er ingångar och andra variabla värden, fattar beslut baserat på ett program och styr utgångar för att automatisera en process eller maskin.

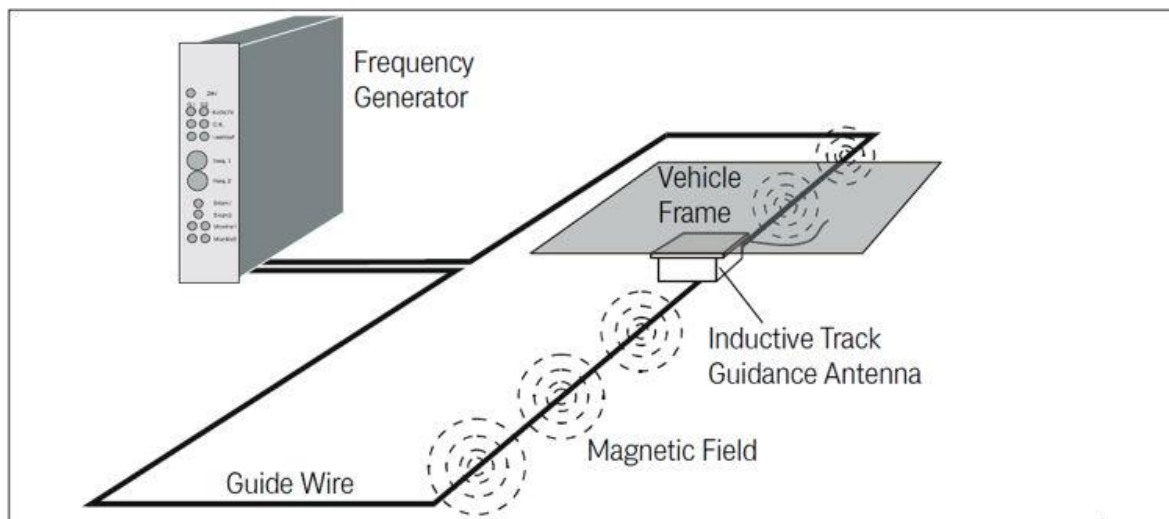
I detta examensarbete användas en S7-1215 DC/DC/RLY PLC, eftersom den fanns redan tillgänglig hos Solving och går att använda till det önskade ändamålet.

SIMATIC S7-1200-serien av styrenheter är kärnan i enkla men mycket exakta automatiseringsuppgifter. En SIMATIC S7-1200-styrenheten är modulär, kompakt, mångsidig, och passar för ett stort antal applikationer.

Alla S7-1200-enheter har två stycken RJ45 uttag med integrerade PROFINET gränssnitt. Styrenheten kan kommunicera med maximum 16 PROFINET IO-enheter och 256 submoduler. Förutom PROFINET kan styrenheten kommunicera andra protokoll över gränssnittet samtidigt t.ex. TCP, UDP, Modbus TCP, och HTTPS. (Siemens, SIMATIC S7-1200, n.d.).

3.2 Slingföljningsgivare

I ett slingföljningssystem är slingföljningsgivaren en grundkomponent. Givaren som används är Goetting HG G-19370YB. Givarens uppgift är att bidra med analoga data som berättar var på en slinga den befinner sig horisontellt. En frekvensgenerator matar in en ström i styrledningen installerad i marken. Längs denna tråd genereras ett alternerande magnetfält. När givaren förflyttas längs styrtråden induceras två karakteristiska spänningar i dess horisontella spolar för varje inställd frekvens. Av dessa spänningar beräknas en summa och differenssignal, U_{sum} och U_{diff} , och skickas till PLC: n.



Figur 5. Slingföljningens funktionella princip. (Götting, 2021).

Via slingföljningsgivarens USB-gränssnitt kan 6st frekvenser ställas in mellan 2–20 kHz, och 5st av dem kan detekteras och läsas av givaren samtidigt. Givaren har 27st ingång bytes, där det som är intressant i detta projekt är höga och låga bytes för differenssignalerna samt status / detect byten. (Götting, 2021).

Tabell 1. Slingföljningsgivarens I/O. (Götting, 2021).

Input bytes

Byte	Meaning
0	High byte sum signal frequency 1
1	Low byte sum signal frequency 1
2	High byte difference signal frequency 1
3	Low byte difference signal frequency 1
4	High byte sum signal frequency 2
5	Low byte sum signal frequency 2
6	High byte difference signal frequency 2
7	Low byte difference signal frequency 2
8-23	- - frequency 3-6
24	Status / Detect (see below)
25	High byte encoder
26	Low byte encoder

Status/Detect (Byte 24)

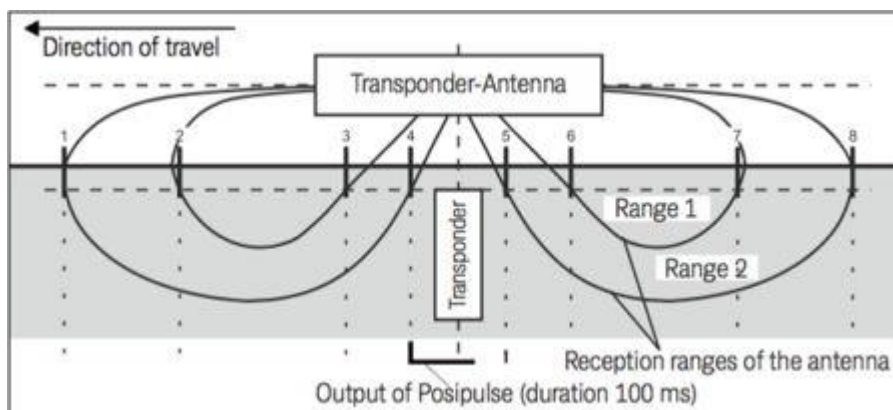
Bit	Meaning
0	Detect frequency 1
1	Detect frequency 2
2-5	Detect frequency 3-6
6	-
7	Frequency insecure: Frequency 6 detected, signal weak resp. insecure

3.3 Transponderantenn

Ordet transponder är ett teleskopord av engelska **Transmitter-responder**, på svenska, sändare-svarare, även kallad RFID-tag.

En transponderantenn och transpondrar används för identifiering av vagnens position på banan. Eftersom slingföljningsgivaren kan endast berätta var vagnen finns horisontellt på banan kan vi läsa transpondrar placerade längs med banan som berättar var vagnen befinner sig. Transponderantennen som används är Goetting HG G-71455 och transpondrarna Goetting HW DEV00033.

Transponderantennen har två läsområden. När en transponder når område 2 (figur 6) är datan otydlig och signalstyrkan är fortfarande låg. När den närmar sig blir datasignalerna starkare och kan läsas helt. Slutligen nås det inre detekteringsområdet (område 1). Lämning av läsområdet detekteras genom minskning av tröskelvärdena (3 och 4). Att korsa mittområdet utlöser en PosiPulse (Centralsignal). Genom att passera genom nästa detektionsområden (5 till 8) läses och visas data igen. Läsning och skrivning av data fungerar i båda riktningarna. Ifall programmeringsbiten är aktiv och en transponder är inom område 1 eller 2 så förser antennen transpondern med induktiv energi. Transpondern använder den energin för att cykliskt överföra sin kod vid halva antennens frekvens. Annars är transpondern passiv och behöver ingen strömförsörjning eller batteri.



Figur 6. Transponderantennens områden. (Götting, 2021).

Transponderantennen har fem ingångbytes samt tre utgångbytes. (Götting, 2021).

Tabell 2. Transponderantennens I/O. (Götting, 2021).

Input bytes

Byte	Meaning
0	High byte transponder code
1	Low byte transponder code
2	High byte level
3	Low byte level
4	Status (see below)

Output bytes

Byte	Meaning
0	High byte transponder code to be programmed
1	Low byte transponder code to be programmed
2	Instruction byte (see below)

Status bits

Bit	Meaning
0	-
1	Mirroring of the command bit
2-4	-
5	Is set according to the Code LED
6	-
7	Is set according to the Pos LED

Instruction bits

Bit	Meaning
0	Transponder programming
1	Deleting the last transponder code
2-7	-

4 Mjukvara

I detta kapitel behandlas den mjukvara som användes vid testning och programmering.

4.1 TIA Portal

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) är ett verktyg för att programmering av Siemens utrustning. TIA Portal är en samling av flera programmeringsverktyg som STEP 7, WinCC, SINAMICS Startdrive, SIMOCODE ES, och SIMOTION SCOUT TIA. Detta gör

TIA Portal smidig och bekväm eftersom inga övriga mjukvaror behövs installeras eller konfigureras, allt i ett Siemens-projekt kan skötas i TIA Portal.

SIMATIC STEP 7 är världens mest kända och mest använda programmeringsprogramvara för industriell automatisering. SIMATIC WinCC täcker hela HMI sidan, från visualisering på maskinnivå hela vägen till avancerade SCADA-system. SINAMICS Startdrive används för konfigurering och implementering av Siemens frekvensomvandlare. SIMOCODE ES erbjuder skyddsfunktioner, övervakning och styrning av konstant-fart lågspänningsmotorer. SIMOTION SCOUT TIA kombinerar rörelsekontrolluppgifter, PLC -uppgifter, teknikfunktioner och drivkonfiguration till ett enda system. (Siemens, TIA Portal, n.d.).

4.2 HyperTerminal

HyperTerminal är en terminal emulator för Microsoft Windows. Det erbjuder ett textbaserat kommandotolksgränssnitt på en fjärrenhet. HyperTerminal används vanligtvis för lokala seriella gränssnittet för kommunikation eller nätverket. För att kommunicera med fjärrenheten måste HyperTerminal konfigureras på rätt COM-port och med lämplig överföringshastighet. I detta projekt användes en virtuell COM-portdrivrutin för att kommunicera med USB-enheter.

5 Praktik

Den praktiska delen kan delas in i tre olika moment: undersökning av hårdvara, programmering i TIA Portal, och testande i test AGV.

5.1 Undersökning av slingföljningsgivaren

Slingföljningsgivaren har två horisontella spolar, och desto närmare en slinga med en förinställd frekvensspolarna är så desto högre värde visar de. Från dessa värden skickar givaren ut två analoga signaler och en digital signal per frekvens. De analoga signalerna är en summasignal, som är summan av värden i de två horisontella spolarerna, och en differenssignal, som är skillnaden i värden mellan spolarerna. Den digitala signalen blir hög när dess respektive frekvens är inom räckvidd.

Differenssignalen är den som är intressant i detta sammanhang. Den kan användas för att styra AGV:n, t.ex. när signalen visar 0 betyder det att det inte finns någon skillnad mellan spolarerna d.v.s. att givaren är mitt över slingan och ingen korrigering i styrningen behövs.

Ökar värdet betyder det att givaren är på sidan om slingan åt ena hållet, och styrningen ska korrigeras så den söker sig tillbaka mot 0, och minskar värdet under 0 ska styrningen korrigeras åt andra hållet

Första steget var att koppla upp en testslinga och ta reda på hur signalerna från slingföljningsgivaren ser ut innan de läses in i TIA Portal.

En frekvensgenerator av modell HG 57500 och i ett Eurocard format användes för att generera frekvensen. Den monterades i ett 19" rack vilket är försett med en 24V strömkälla.



Figur 7. Frekvensgenerator. (Götting, 2021)

En slinga med 0,75 mm² kabel på cirka 3 m tejpades fast i en rund cirkel på marken och kopplades in i frekvensgeneratoren. Frekvensen för slingan ställs genom att skruva på F1, och den ställdes till läge "5" vilket ger en frekvens på 12 200 Hz enligt figur #.

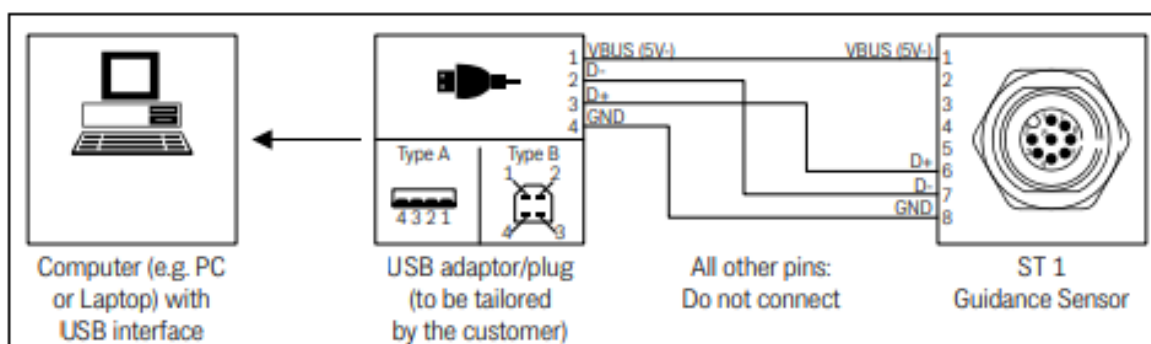
Frekvensgeneratoren stöder en andra slinga, vars frekvens ställs på skruv F2 och kan användas som en andra "bana" för slingföljningsgivaren, t.ex. på slinga 1 körs AGV:n normalt, men om slingföljningsgivaren är inom räckvidd för slinga 2 och andra krav är uppfyllda kan den börja följa den istället.

HEX Switch	Freq. Sel. Inputs				Frequency [Hz]									
	F8	F4	F2	F1	57500PD	57500RD	57500SD	57500UD	57500VD	57500WD	57500XD	57500YD	57500ZD	
0	0	0	0	0	2412	0	4700	5500	5500	4096	4000	1	1	
1	0	0	0	1	3108	5000	5100	6250	6250	6554	6000	5000	5000	
2	0	0	1	0	4040	5710	5500	7000	7000	10923	8000	5100	5100	
3	0	0	1	1	5213	6670	5700	8400	8400	16384	10000	5200	5200	
4	0	1	0	0	6216	8000	6300	10100	10100	26214	16000	5700	5700	
5	0	1	0	1	5000	8890	7000	12200	12200	16000	26000	6000	6000	
6	0	1	1	0	5100	10000	7800	15200	15200	17000	4700	6300	6300	
7	0	1	1	1	5700	11430	8400	18100	5700	18000	5100	6500	6500	
8	1	0	0	0	6000	13300	9000	22600	7000	19000	5700	7000	7000	
9	1	0	0	1	6300	16000	10000	26700	7500	20000	7000	7500	7500	
A	1	0	1	0	7000	20000	10100	8333	7800	21000	7500	7800	7800	
B	1	0	1	1	7800	0	12000	26700	8000	22000	7800	8000	8000	
C	1	1	0	0	8000	0	12200	26700	8500	23000	8000	8500	8500	
D	1	1	0	1	9000	0	15200	26700	9000	24000	8500	9000	9000	
E	1	1	1	0	10000	0	18100	26700	9500	25000	9000	9500	9500	
F	1	1	1	1	12000	0	26700	22600	10000	26000	9500	10000	10000	
Loop current long [mA]					100	100	100	100	100	100	100	30	100	
Loop current short [mA]					200	200	200	200	200	200	200	50	200	

Figur 8. Frekvensgeneratorns frekvenser. (Götting, 2021).

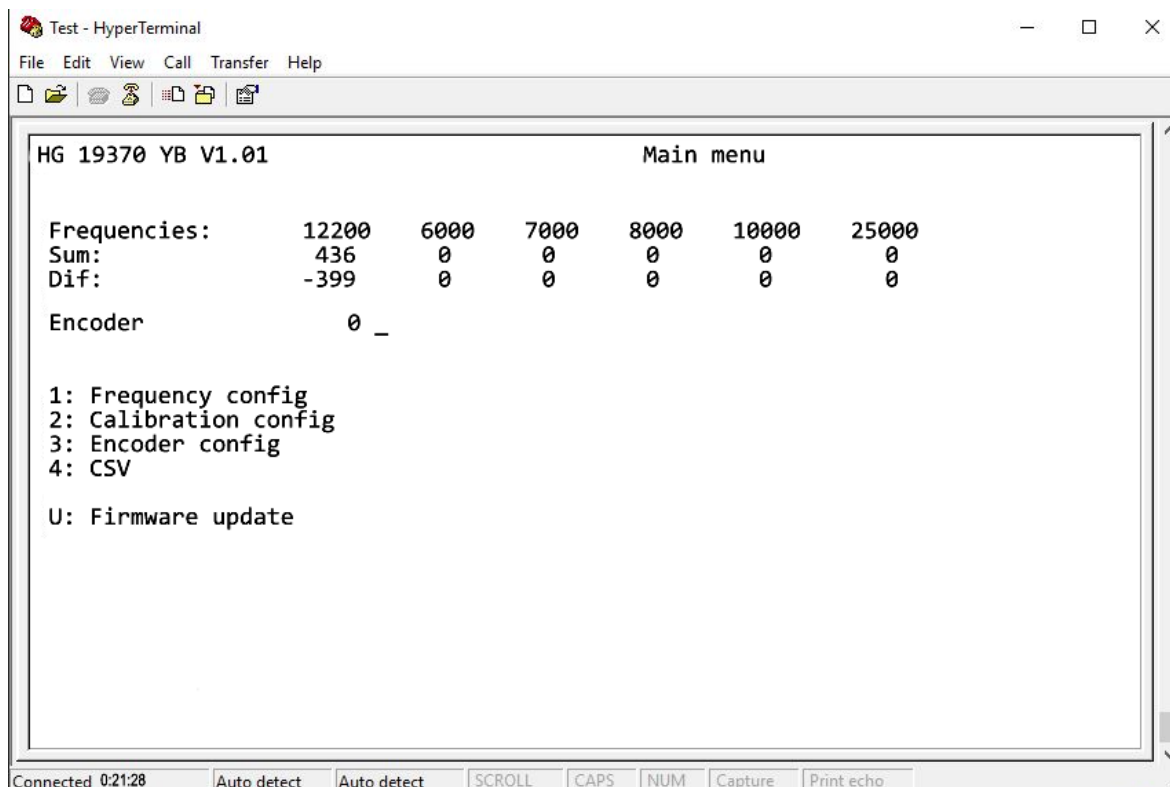
Det var osäkert vilka frekvenser givaren var inställd på att läsa, men genom att koppla givaren till en dator enligt figur 8 kan en person ansluta datorn till givaren via valfritt terminalprogram, i detta fall användes HyperTerminal.

En dator med Microsoft Windows måste ha STM32 virtuell COM-portdrivrutin (STSW-STM32102) installerad. Den här drivrutinen erbjuder en virtuell COM-port. Denna COM-port (seriellt gränssnitt) kan användas för att upprätta en anslutning till ett terminalprogram.



Figur 9. Anslutning till USB-gränssnitt slingföljningsgivare. (Götting, 2021).

Efter anslutning till den virtuella COM-porten erhålls menyn i figur 10.



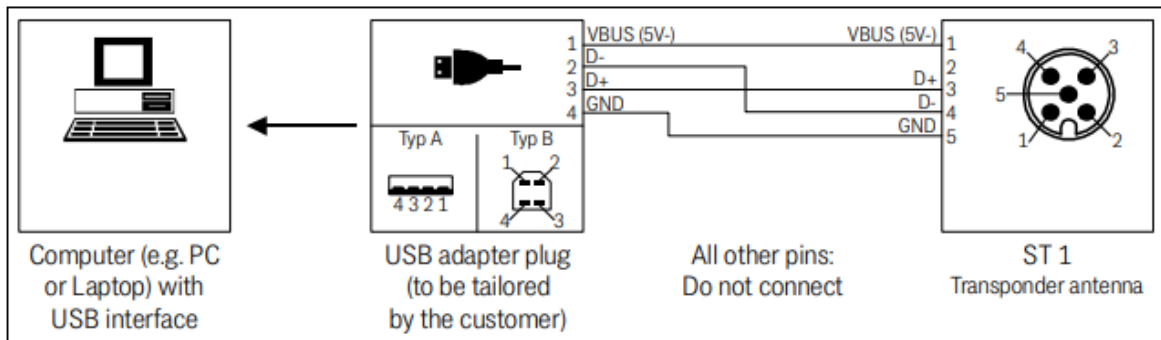
Figur 10. Slingföljningsgivare konfigurering.

Navigering i menyn sker med tangentbordet. Under menyn ”1: Frequency config” justerades frekvens 1 till 12 200 Hz, och kan därmed detektera slingan på samma frekvens. I figur 10 under frekvens 1 syns en summasignal samt en differenssignal när givaren förs ovan testslingan. Andra inställningar kan ställas här som till exempel givarens polaritet och kalibreringsinställningar.

5.2 Undersökning av transponderantenn

Transponderantenns funktion är att identifiera AGV:ns position på banan. Eftersom slingföljningsgivaren endast kan berätta var den finns horisontellt på slingan kan vi läsa transpondrar placerade längs med slingan som berättar var AGV:n befinner sig.

Nästa steg är att testa transponderantennen och dess funktion. På samma sätt som för slingföljningsgivaren skapas en anslutning till en virtuell COM-port med seriellt gränssnitt.



Figur 11. Anslutning till USB-gränssnitt transponderantenn. (Götting, 2021).

Här kan vi läsa och programmera transpondrar. Programmering av en transponder testades genom att öppna meny ”3: Program transponder” och placerar transponder under antennen enligt figur 13. Valfri kod matas in i endera decimalt eller hexadecimalt format och bekräftas med returtangenten. Efteråt kan antennen direkt läsa den programmerade koden.

```

HG 71455 YA V1.02

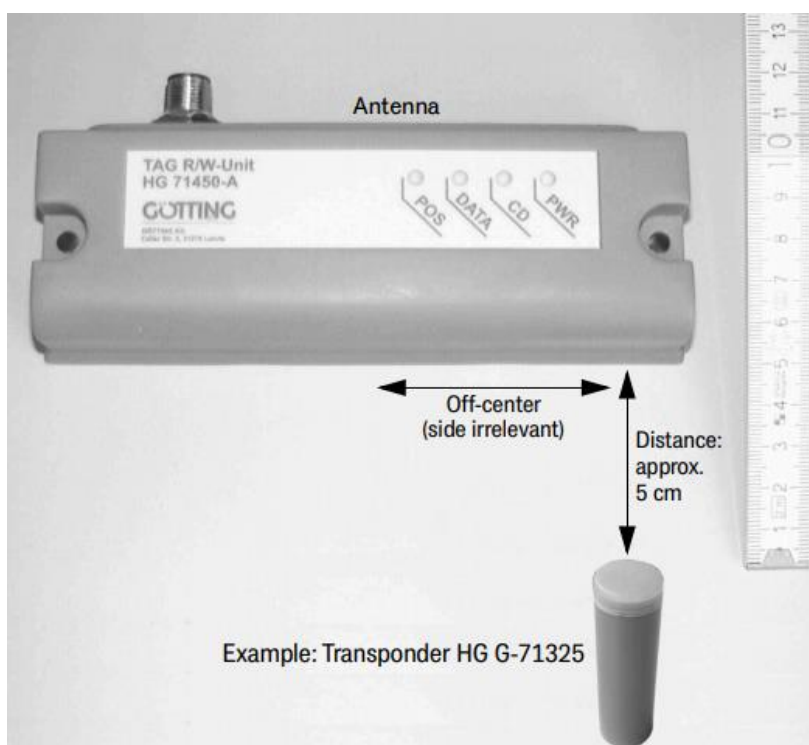
System:      125 kHz
Level:       21
Code:        0 / 0
Code Valid:  0

1: Calibration config
2: CSV
3: Program transponder

C: Clear
U: Firmware update
  
```

Connected 0:00:36 | Auto detect | Auto detect | SCROLL | CAPS | NUM | Capture | Print echo

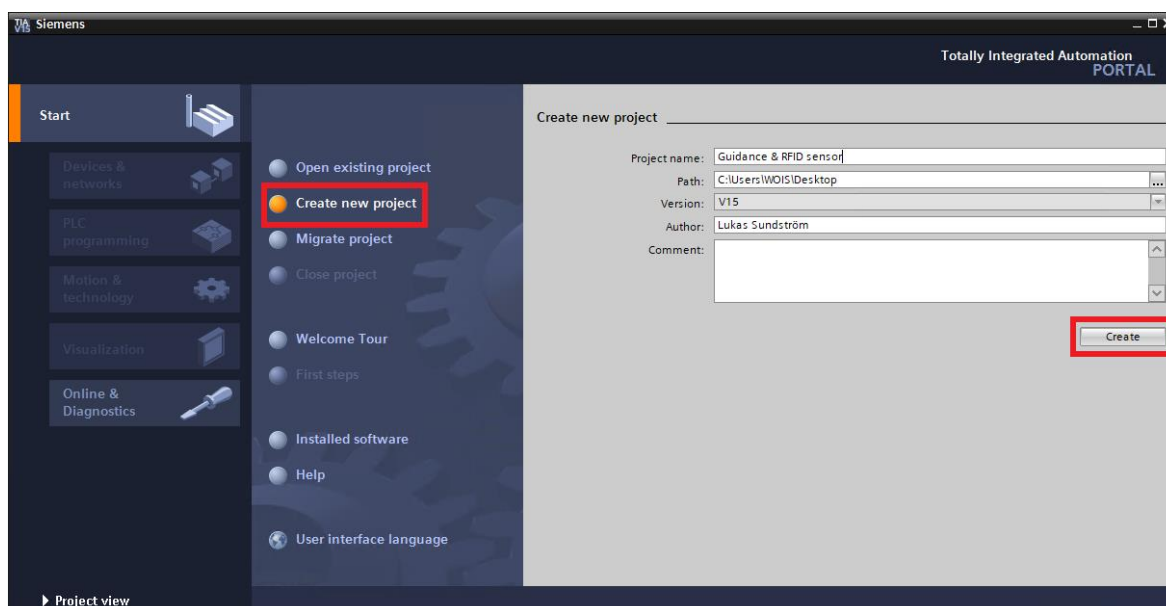
Figur 12. Konfigurering av transponderantennen.



Figur 13. Transponderprogrammering. (Götting, 2021).

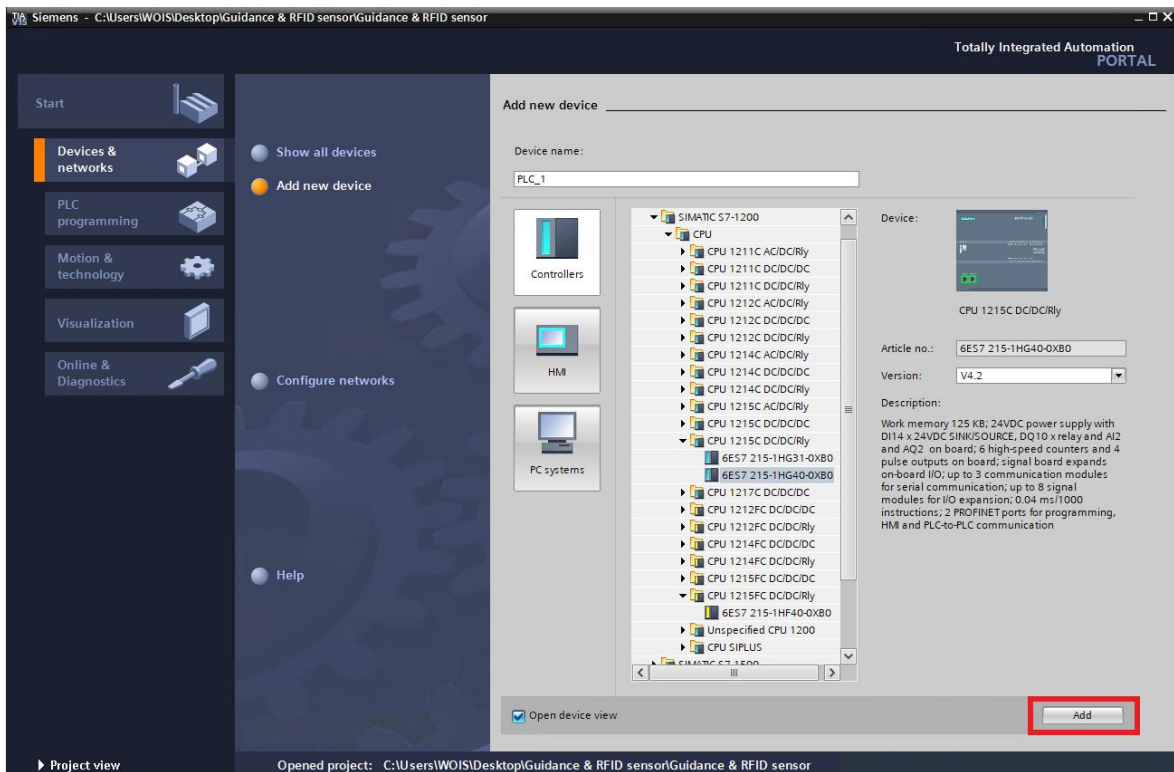
5.3 Programmering i TIA-portal

När komponenternas funktion var utredd var det dags att starta TIA Portal. Det första som gjordes var att starta ett nytt projekt, här väljs projektnamn och fylls i vem som är tillverkaren.

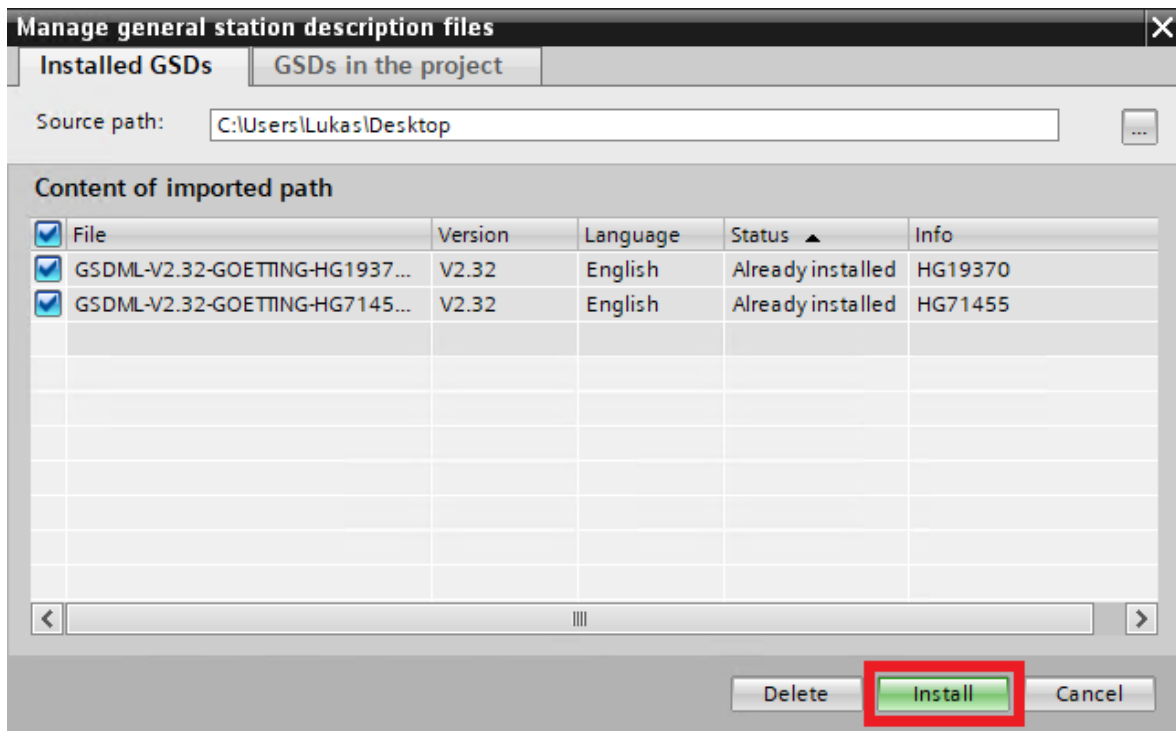


Figur 14. Skapa nytt projekt.

Sedan sätts PLC:n in under menyn "Configure a device" och "Add new device". I detta fall var det *CPU 1215C DC/DC/Rly 6ES7 215-1HG40-0XB0*.

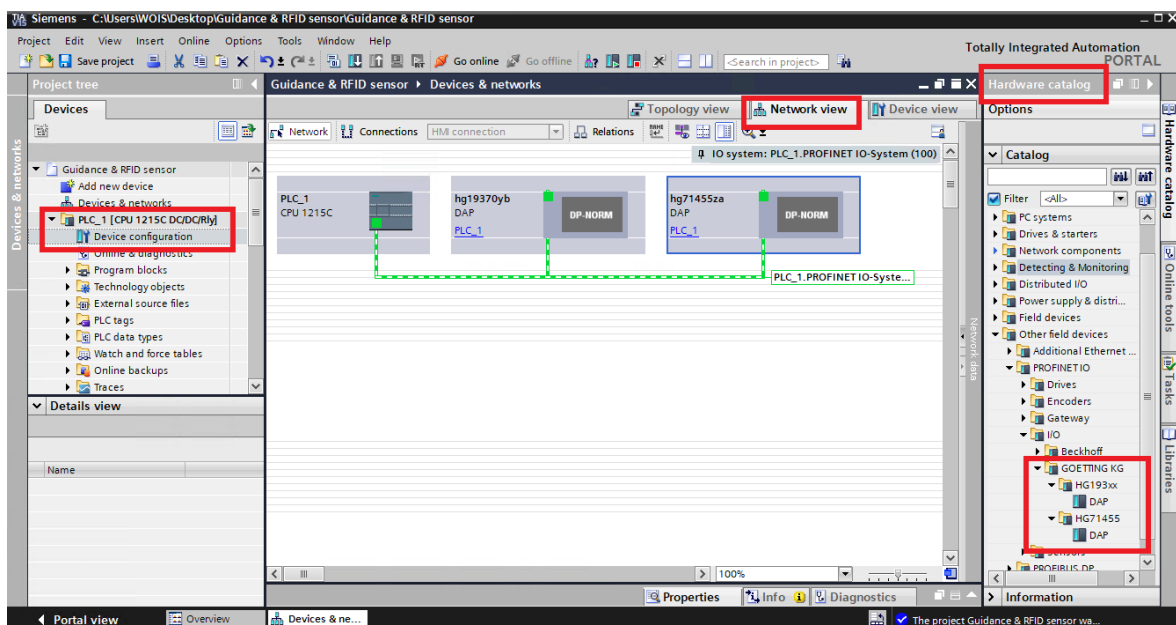


För att PLC:n ska kunna kommunicera korrekt med slingsföljningsgivaren och transponderantennen krävs det att enhetsspecifika konfigurationer laddas in. Dessa kallas GSD filer, vilket står för General Station Description. För PROFINET enheter används GSDML, och för PROFIBUS används det GSDL. Under fliken "Options" och "Manage general station description files (GSD)" sökes och installeras GSDML filerna. Dessa filer hittas hos tillverkarens hemsida.



Figur 15. Installation av GSDML filer.

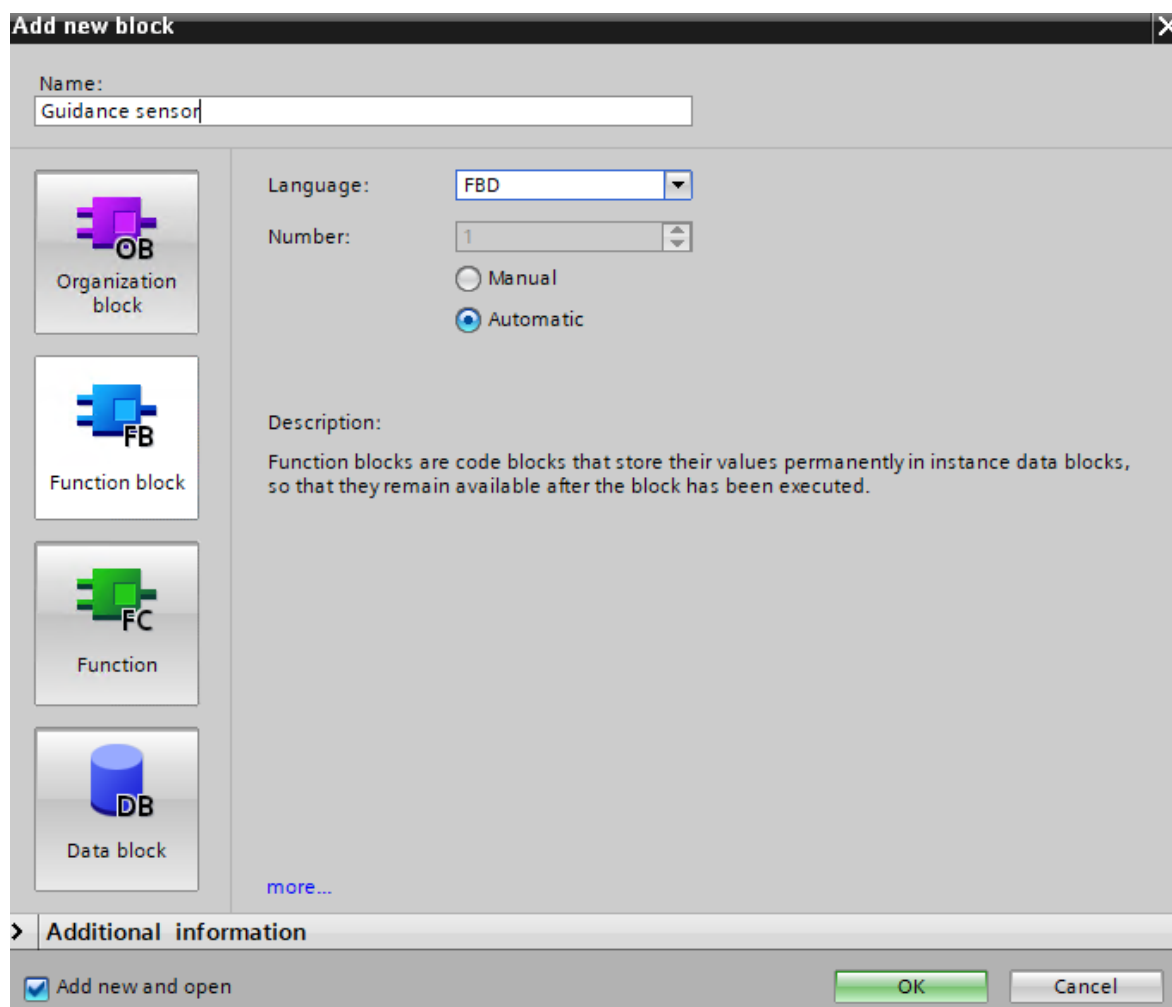
Nästa steg var att sätta till slingföljningsgivaren och transponderantennen till enhetskonfigurationen. Vid fliken "Network view" och under "Hardware catalog" är det bara att söka efter komponenterna och dra in dem bredvid PLC: n. Sedan kopplas de ihop till samma PROFINET.



Figur 16. Enhetskonfiguration.

Vid högerklick av en komponent finns ”Device configuration”, här syns in- och utgångarna som TIA Portal föreslagit att användas. I detta fall användes ingång bytes 68—94 för slingföljningsgivaren, och ingång bytes 95-99 och utgång bytes 68—70 för transponderantennen.

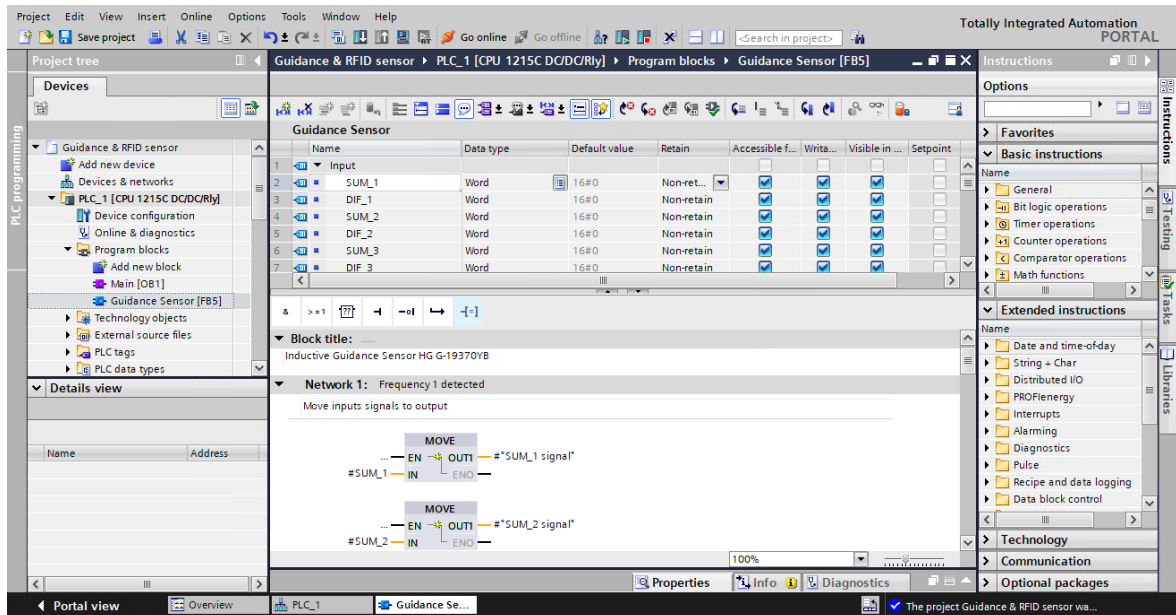
När konfigurationen var klar påbörjades skapandet av programblocken för slingföljningsgivaren och transponderantennen. Ett block för slingföljningsgivaren och två för transponderantennen. Genom att klicka på ”Add new block” erhålls alternativ på olika blocktyper och programmeringsspråk. I detta sammanhang valdes blocktypen ”Function block” och programmeringsspråket FBD. Blocken döptes till Guidance Sensor samt RFID read och RFID write.



Figur 17. Skapande av nytt block.

I funktionsblocken sker programmering i olika nätverk, där bestäms ingångar, utgångar och andra variabler samt bygger en funktion av dem.

För slingföljningsgivaren finns endast ingångar, och signalerna kan användas som de är.



Figur 18. Function block.

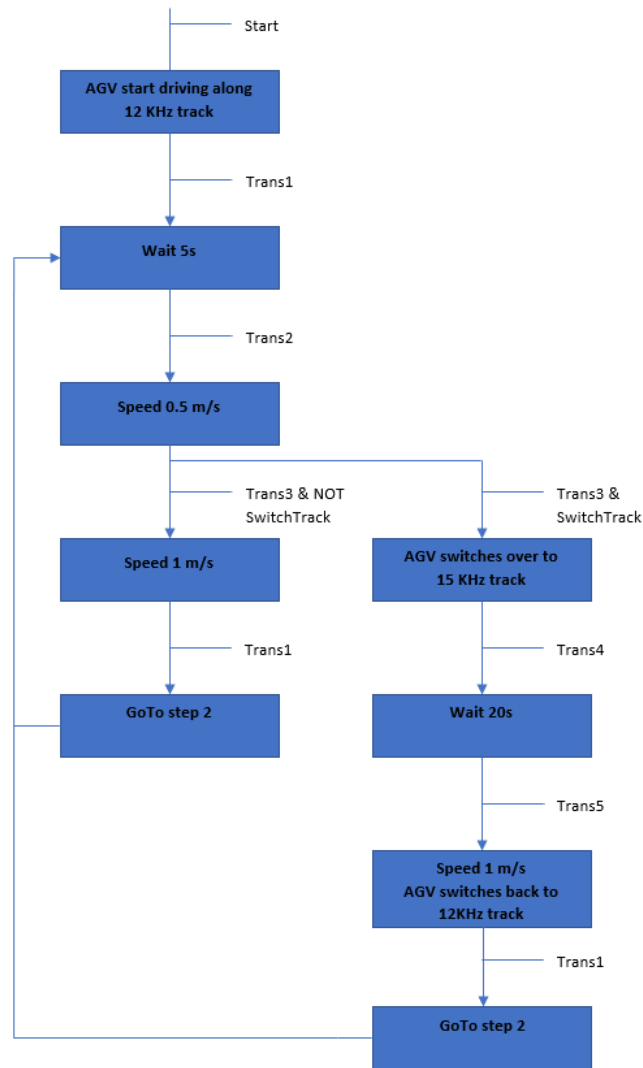
Ett flödesschema skapades för att enkelt beskriva slingföljningsgivaren funktion i ett färdigt system: slingföljningsgivaren läser kontinuerligt sin position på slingan, det värde som kommer in jämförs med börvärdet, vilket alltid är noll (mitten av slingan). Är värdet positivt betyder det att givaren är på höger sida av slingan, det värdet förstärks med ett värde (P) och skalas om så det kan användas till att justera styrningen med, i detta fall svänger den vänster eftersom värdet var positivt. Ju mera värdet avviker från börvärdet desto aggressivare är styrningen. Ifall värdet är negativt är det samma sak men den svänger höger. Denna funktion kan byggas på med en PI-regulator för en mjukare styrning.



Figur 19. Flödesschema för slingföljningsgivaren.

Transponderantennen blev uppdelad i två olika funktionsblock för varsin funktion: ett för att läsa kod, och ett för att skriva. I blocket RFID read läses transponderkoden in och sparas till ett minne för senare användning. I RFID write sker programmeringen av transpondrarna: när den ingång som startar programmeringen är hög försöker antennen kontinuerligt programmera en transponder. Vid lyckad programmering kommer antennen läsa in samma värde som den skrivit till transpondern och programmeringen avslutas.

Ett exempelprogram skapades i form av ett flödesschema, som i praktiken kan byggas identiskt i programmeringsspråket Graph. Grunden är att när programmet startas börjar AGV:n köra längs banan med frekvensen 12 kHz tills nästa mål uppfylls, och därmed gå vidare till nästa steg i programmet. Programmet innehåller platser där AGV:n ska vänta, göra ändringar i körhastigheten, och byta till en annan bana med annan frekvens. Banan och programmet är en loop och kan t.ex. användas i produktionssyften.



Figur 20. Exempelprogram.

6 Resultat

Målsättningarna för detta arbete var att färdigställa ett testsystem bestående av de nödvändiga komponenterna, skapa en hårdvarukonfiguration innehållande nödvändiga GSD-filer, skapa programblocken för kommunikering med transponderantennen och slingföljningsgivaren, dokumentering av programblocken, samt testning av det kompletta systemet med en mini-AGV.

Det konkreta resultatet av arbetet är tre stycken funktionsblock som kan importeras och anpassas till andra Siemens S7-1200 projekt. Blocken kommunicerar över PROFINET protokollet med dess respektive komponent och omvandlas till ett enklare och mera anpassat format för PLC programmet. Ett testprogram med funktionsblocken implementerades i en mini-AGV och en bana på 20m kopplades upp på fabriksgolvet. Ett enkelt program skapades, vars mål var att få mini-AGV: en att följa banan samt pausa och ändra hastigheten

när den når en transponder. Allt fungerade som väntat och detta program kunde t.ex. användas som rutt för en AGV i en monteringslinje i t.ex. en bilfabrik. Från början var det tänkt att ett webränssnitt skulle konfigureras och testas men detta uteblev för tillfället.

7 Diskussion

Examensarbetet var stundavis utmanande men har gett desto mera kunskaper. Arbetet började med minimala kunskaper om PROFINET och programmering i TIA Portal, och fick under arbetets gång en grundlig bild över hur det fungerar.

Den praktiska delen av arbetet började med att testa kommunikation och funktion för slingföljningsgivaren och transponderantennen. Problem uppstod när frekvensen ställdes om på frekvensgeneratoren men ingen signal kunde ses i PLC: n. Efter att ha kopplat givaren till en dator kunde den frekvens som givaren ska söka efter ställas om till en frekvens som är möjlig att skapas av frekvensgeneratoren, i detta fall 12 200 Hz och så kunde frekvensen hittas. Nästa problem var med transponderantennen, när den kopplats och kommunikation kunde uppnås med PLC:n betedde den sig ändå inte som väntat. Antennen kopplades direkt till en dator via USB och testades manuellt där, vilket funkade någorlunda. Problemet visade sig vara att manualen för antennen som hämtats från Göttings hemsida visade sig inte innehålla rätt tabell av in- och utgångsbitar. Det togs kontakt med Götting och de skickade en halvfärdig manual med uppdaterad I/O-tabell och problemet löstes. Under själva programmeringen av funktionsblocken och programmet så gick största delen av tiden åt att söka i manualer hur man använder olika funktioner i TIA Portal

En sak som skulle underlättat var att man skulle programmerat testprogrammet i programmeringsspråket Graph, men det visade sig att S7-1200 enheter inte stöder Graph, och man var tvungen att skapa programmet i LAD istället.

Detta arbete blev lite utdraget men är nöjd över resultatet och den kunskap jag fått.

8 Litteraturförteckning

- Ayllon, N. (den 10 February 2021). *PROFINET explained*. Hämtat från <https://us.profinet.com/profinet-explained/>
- Forouzan, B. A. (2013). *Data Communications and Networking, 5th Edition*. McGraw Hill.
- Götting. (den 19 Juli 2021). *HG G-19370*. Hämtat från <https://www.goetting-agv.com/components/19370-19380>
- Götting. (den 23 Juli 2021). *HG G-57500*. Hämtat från <https://www.goetting-agv.com/components/57500>
- Götting. (den 2 Juli 2021). *HG G-71455*. Hämtat från <https://www.goetting-agv.com/components/7145x>
- Götz, P. G. (2010). Mapping Network Protocols to Layers of the OSI Model. *International Magazine on Advances in Computer Science and Telecommunications, Volume 1 number 1* , 31.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer Networking: A Top-Down Approach, 8th Edition*. Pearson.
- Pigan, R., & Metter, M. (2008). *Automating with PROFINET, 2nd Edition*. Publicis.
- Profibus. (u.d.). *GSD Files*. Hämtat från <https://www.profibus.com/products/gsd-files>
- Siemens. (den 01 12 2015). *With which devices can the S7-1200 communicate via the integrated PROFINET interface and which protocols does the S7-1200 support?*
Hämtat från <https://support.industry.siemens.com/cs/document/38051505/with-which-devices-can-the-s7-1200-communicate-via-the-integrated-profinet-interface-and-which-protocols-does-the-s7-1200-support-?dti=0&lc=en-US>
- Siemens. (u.d.). *SIMATIC S7-1200*. Hämtat från <https://new.siemens.com/us/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>
- Siemens. (u.d.). *TIA Portal*. Hämtat från <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>