

Modernisering av luftkuddetruck

Marcus Wik

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

El- och automationsteknik

Vasa 2024

EXAMENSARBETE

Författare: Marcus Wik
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa
Inriktning: Automationsteknik
Handledare: Jan Berglund – Yrkeshögskolan Novia
Lucas Vidjeskog – Solving

Titel: Modernisering av luftkuddetruck

Datum: 28.2.2024 Sidantal: 33

Abstrakt

Detta examensarbete behandlar möjligheten om att integrera IO-Link tekniken i en luftkuddetruck. Arbetet kommer undersöka prisskillnader på det befintliga systemet och de potentiella nya systemen.

Arbetets syfte var att få en förståelse för det befintliga systemet i en luftkuddetruck och baserat på detta ta fram ett motsvarande system i IO-Link. Även olika typer av tillverkare för komponenter och system undersöks.

I examensarbetets teoridel presenteras och analyseras IO-Link-protokollet samt den relaterade hårdvaran som finns inom området. I den praktiska delen av arbetet presenteras den genomförda processen för att implementera ett liknande system som kommunicerar med IO-Link samt för- och nackdelar.

Resultatet av arbetet är att man har tagit fram ett fungerande IO-Link-system för återkopplingen samt gjort en prisjämförelse för att ge en djupare insikt i kostnadsaspekterna. För att öka läsarens förståelse och ge en överskådlig bild av dessa resultat har de sammanställts och presenterats genom användning av tabeller och figurer.

Språk: svenska

Nyckelord: IO-link, luftkuddetruck, styrsystem

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Marcus Wik
Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Jan Berglund – Novia University of Applied Sciences
Lucas Vidjeskog – Solving

Nimike: Ilmatyynytrukin modernisointi

Päivämäärä: 28.2.2024 Sivumäärä: 33

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee mahdollisuutta integroida IO-Link-tekniikka ilmatyynytrukkiin. Työ tarkastelee nykyisen järjestelmän kustannuseroja verrattuna mahdollisiin uusiin järjestelmiin.

Työn tarkoituksena oli saada ymmärrys ilmatyynytrukin nykyisestä järjestelmästä ja sen perusteella kehittää vastaava järjestelmä IO-Linkilla. Työssä tutkitaan myös erilaisia komponenttien ja järjestelmien valmistajia.

Opinnäytetyön teoreettisessa osuudessa esitellään ja analysoidaan IO-Link-protokollaa sekä alueella liittyvää laitteistoa. Työn käytännön osuudessa esitellään toteutettu prosessi toteuttaakseen vastaavan järjestelmän, joka kommunikoi IO-linkin kanssa. Lisäksi esitellään hyviä ja huonoja puolia tästä.

Työn tuloksena on saatu toimiva IO-Link-järjestelmä, ja kustannusnäkökulmia on tarkasteltu hintavertailulla syvemmän ymmärryksen saamiseksi. Tulosten selkeyttämiseksi ja lukijan ymmärtämisen helpottamiseksi ne on koottu ja esitetty taulukoiden ja kuvien avulla.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: IO-link, ilmatyynytrukki, ohjausjärjestelmä

BACHELOR'S THESIS

Author: Marcus Wik
Degree Programme: Electrical Engineering and Automation
Specialisation: Automation Technology
Supervisors: Jan Berglund – Novia University of Applied Sciences
Lucas Vidjeskog – Solving

Title: Modernization of an Air Film Mover

Date: 28.2.2024 Number of pages: 33

Abstract

This thesis explores the possibility of integrating IO-Link technology into an air film mover. The study will investigate price differences between the existing system and potential new systems.

The purpose of the work was to gain an understanding of the existing system in an air film mover and based on this, develop a corresponding system using IO-Link. Different manufacturers of components and systems are also examined.

In the theoretical part of the thesis, the IO-Link protocol and the related hardware in the field are explored and analyzed. In the practical part of the work, the implemented process for incorporating a similar system that communicates with IO-Link is presented, along with its advantages and disadvantages.

The result of the work is the development of a functional IO-Link system for feedback, and a price comparison is conducted to provide a deeper insight into cost aspects. To enhance reader understanding and provide a clear overview of these results, they have been compiled and presented using tables and figures.

Language: Swedish

Keywords: IO-link, air film mover, control system

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Uppdrag	1
1.2	Målsättning	1
1.3	Uppdragsgivare	2
2	Luftkuddeteknik.....	3
2.1	Luftkuddens funktion.....	3
2.2	Luftkuddetruck.....	4
2.3	Drivenheter.....	5
2.4	Styrning.....	5
2.5	Master/Slave-funktion.....	5
3	IO-Link.....	5
3.1	Överblick	6
3.2	Standarder	6
3.3	Kablar och kontakter.....	7
3.4	IO-Link-protokoll.....	8
3.5	Datatyper	8
3.6	IODD-fil	9
4	Profinet	10
4.1	Arkitektur.....	11
4.2	Topologier	12
5	Siemens.....	13
5.1	ET 200SP.....	13
5.2	TM Count	14
6	IO-Link-hårdvara	14
6.1	IO-Link-master.....	14
6.1.1	Portkonfiguration	15
6.2	IO-Link-switch.....	15
6.3	IO-Link modul	16
6.4	IO-Link-omvandlare	17
6.5	IO-Link-givare	18
6.6	IO-Link encoder	18
7	Pneumatik	19
7.1	Ventilterminal.....	19
7.2	Tryckregulator	20
8	Utförande.....	21

8.1	Siemens logik.....	21
8.2	Ventilterminalen i trucken	22
8.3	Styrfeedback	23
8.4	Hastighetsfeedback	24
8.4.1	Beräkning av hastighet.....	25
8.4.2	Encoder.....	26
9	Resultat	27
9.1	System för pneumatikstyrning.....	27
9.2	System för styr- och hastighetsfeedback.....	28
9.3	Prisjämförelse.....	29
9.3.1	Befintliga systemet	29
9.3.2	IO-Link system.....	30
9.3.3	IO-Link system med encoder	30
9.4	Utmaningar	31
9.5	Positiva/negativa egenskaper.....	32
10	Slutdiskussion	33
10.1	Utvecklingsförslag	33
10.2	Slutord.....	33
11	Källförteckning	34

1 Inledning

Ämnet som detta examensarbete skall undersöka är en studie i modernisering av luftkuddetruckar vid företaget Ab Solving Oy. Enligt direktiv och standarder utforskas nya alternativ för funktioner av styrsystem och förenklingar av systemet som används i en luftkuddetruck. Framföra positiva och negativa egenskaper samt den ekonomiska aspekten på nya system.

1.1 Uppdrag

Uppdraget var att utvärdera möjligheten att använda IO-Link för styrning och återkoppling till styrsystemet. En PLC styr pneumatiken i luftkuddetrucken med en ventilterminal som använder ett elektriskt gränssnitt för att hantera signaler, styra tryckregulatorer och magnetventiler. Det resulterar i ett dyrt, invecklat och utdaterat system. Utvärderade även möjligheten att föra över truckens styr- och drivenheter till IO-Link.

1.2 Målsättning

Målsättningar för uppdraget är följande.

Identifiera vilka givare och ställdon för överföring till IO-Link:

- Undersökning av befintliga givare och ställdon som används inom det nuvarande styrsystemet för luftkuddetrucken.
- Utvärdera fördelar och nackdelar med att integrera givare och ställdon med IO-Link-standard.

Utforska alternativa ventilterminaler:

- Identifiera och analysera alternativa ventilterminaler som stöder IO-Link-kommunikation.
- Utvärdera fördelar och nackdelar med dessa alternativ i jämförelse med den befintliga ventilterminalen.

Prisjämförelse på systemen:

- Samla in prisinformation för befintliga styrsystemet och de alternativa IO-Link systemen.
- Utföra en prisjämförelse för att bedöma kostnadseffektiviteten och lönsamheten hos övergången till IO-Link.

Detta kommer att ge en bra grund för att fatta beslut angående implementeringen av IO-Link i styrsystemet för luftkuddetruckar.

1.3 Uppdragsgivare

Ab Solving Oy grundades 1977. Grunden för starten av företaget var luftkuddetekniken som med hjälp av tryckluft och luftkuddar kan flytta laster som väger några ton upp till tusen ton. Företagets första leverans var till ett tryckeri i närområdet. Utvecklingen har stegvist gått framåt från enkla manuellt styrda vagnar till olika typer av automatiserade truckar. Solving har ett brett sortiment av produkter så som små luftkuddelyftbord, luftkuddetruckar, AGV:er, hjultruckar och flyttssystem.

För att öka kundens effektivitet erbjuder Solving med deras specialkunnande skräddarsydda och optimala lösningar beroende på kraven. Leveranser till många olika typer av industrier som har olika krav och specifikationer, allt från flygplans- och fordonstillverkning till vindkraft och papper.

Idag är Solving en ledande leverantör inom automatisk hantering av tunga laster. Företaget har levererat hanteringssystem till 60 länder och över 20 industrier, största kunderna finns utanför Finland och därav exporteras cirka 85%. Företag som ABB, Volvo, Siemens och Airbus med flera finns som kunder hos Solving. Dotterbolag till företaget finns i Tyskland, England och Italien och Fluid-Bag i Jakobstad hör även till koncernen Solving Group. (Det här är solving, 2024).

2 Luftkuddeteknik

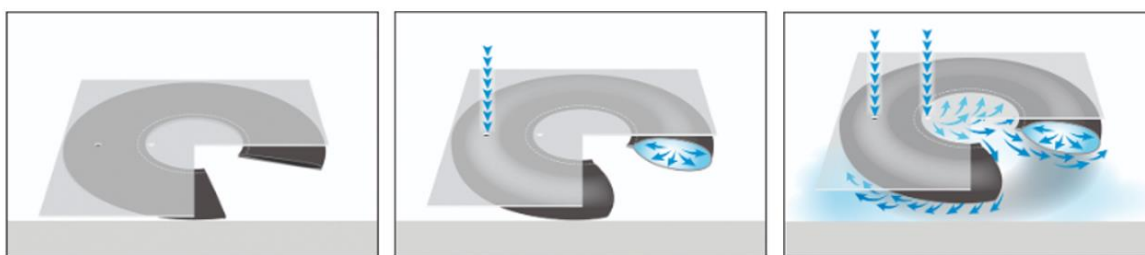
Luftkuddetekniken representerar en banbrytande innovation inom transporter och hantering av tunga laster. Genom att utnyttja tryckluft skapar luftkuddar en kraftfull och effektiv metod för att lyfta laster ovanför marken, vilket möjliggör smidiga förflyttningar över plana ytor. Denna teknik erbjuder en rad fördelar och har revolutionerat sättet tunga laster transporteras inom industrin.

Luftkuddar möjliggör flytande rörelse av enorma laster, som kan väga hundratals ton. Systemen används främst inom industrier där tunga lyft är en central del av verksamheten, inklusive tillverkning, logistik och byggsektorn. Dess förmåga att bära tunga laster gör dem ovärderliga för transporter inom begränsade områden och korta sträckor, vilket gör dem idealiska för interna förflyttningar. (Solving, 2023(a)).

Luftkuddetekniken har vissa begränsningar, inklusive dess optimala användning över plana ytor och inomhusmiljöer. Ojämn terräng kan utgöra utmaningar och begränsningar för dess effektivitet. (Solving, 2023(b)).

2.1 Luftkuddens funktion

Luftkudden fylls med luft och lasten lyfter från golvet. När trycket i luftkudden är större än trycket från lasten pressas tryckluft ut under luftkudden, bildar en tunn luftfilm mellan luftkudden och golvet. På så sätt minskas friktionen till ett minimum, och tunga laster kan därför flyttas med väldigt liten kraft. Krävs endast 1 kg kraft för att flytta en last som väger 1 000 kg. (Solving, 2023(b)).



Figur 1. Luftkudde. (Solving, 2023(b)).

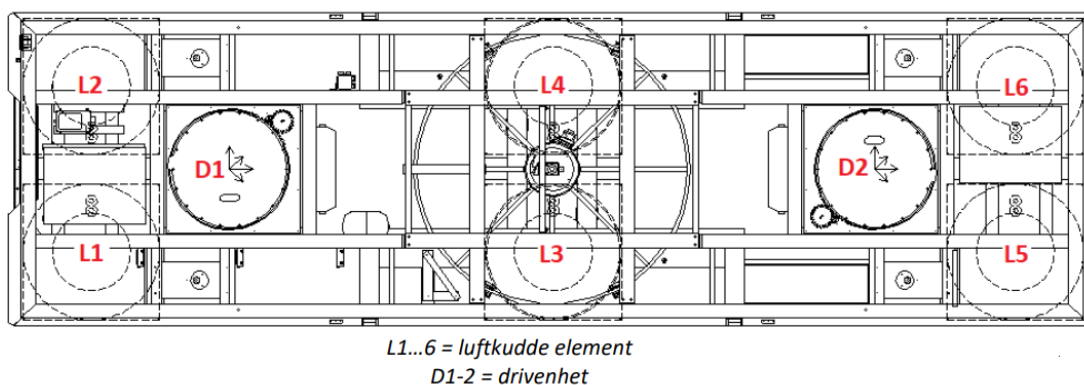
Formeln är den samma som för cylindrar. Trycket inne i luftkuddeelementet följer:

$$\text{Tryck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Area}}$$

Genom att distribuera lastens vikt över en bredare yta undviker luftkuddar att skapa koncentrerade tryckpunkter på golvet. Därför kan slitage eller skador på golvet elimineras som annars skulle uppstå med tunga laster som förflyttas över en konventionell yta. (Solving, 2021).

2.2 Luftkuddetruck

Här presenteras ett exempel av en luftkuddetruck i figur 2. I truckens mitt finns en intern slangvinda som kontinuerligt matar in eller ut luftslangen i takt med truckens förflyttning för att säkerställa en konstant tillförsel av luft. För att möjliggöra rörelse i valfri riktning är trucken utrustad med två drivenheter, speciellt viktigt i trånga utrymmen. Den optimala mängden luftkuddar väljs beroende på kundens krav och lastens vikt som behöver lyftas.



Figur 2. Luftkuddetruck.

För att säkerställa optimal och säker funktion av en luftkuddetruck krävs vissa specifika krav på golvet där den används. Golvet bör vara plant, utan nivåskillnader och med en yta som är både lufttät och jämn. Planhet är av särskild betydelse, eftersom ojämnheter eller lutningar på golvet kan leda till att lasten börjar röra sig. Om ojämnheter i golvet förekommer kan de åtgärdas genom att reparera sprickor och fogar med lämpligt fyllnadsmaterial.

2.3 Drivenheter

Luftkuddetruckarna är vanligtvis utrustade med två drivenheter som gör att trucken kan förflytta sig. Båda drivenheterna har en svängmotor som gör att trucken kan svänga och köra i valfri riktning. När luftkuddarna är fyllda med luft så lyfter även truckens drivhjul upp från marken, truckens drivenheter är utrustade med bälgar som trycker ner drivhjulet mot golvet för att möjliggöra styrning och förflyttning av trucken.

2.4 Styrning

Styrningen sker med en radiokommunikation från trucken till en handkontroll. Via handkontrollen styrs bland annat drivenheterna och luftkuddarna, även meddelanden kan skickas som användaren kan läsa från en liten skärm som kontrollen är utrustad med.

2.5 Master/Slave-funktion

Truckarna har en funktion för parkoppling när lasten blir för stor eller tung, funktionen gör att lyftkapaciteten fördubblas. Parkopplingen görs med en nätverkskabel mellan truckarna. I systemet fungerar en av truckarna som master och den andra som slav, vilket innebär att mastertrucken styr rörelserna hos slavtrucken. Endast en av handkontrollerna används för att styra båda truckarnas rörelse och funktioner.

3 IO-Link

De senaste åren har IO-Link blivit mycket populärt i industriella miljöer och är den första standardiserade IO-tekniken (IEC 61131-9) för kommunikation med ställdon och sensorer. IO-Link är en digital kommunikationsstandard som har öppnat dörrar för ökad effektivitet, bättre diagnostik och flexibilitet i industriella processer. Systemet har stigit fram som en central komponent och möjliggörare av den fjärde industriella revolutionen, känd som Industri 4.0. IO-Link är mer än bara ett standardiserat kommunikationsprotokoll, det är en nyckelkomponent som har omdefinierat hur sensorer, ställdon och andra enheter integreras och samverkar i moderna produktionsmiljöer. (IO-Link, 2023(h)).

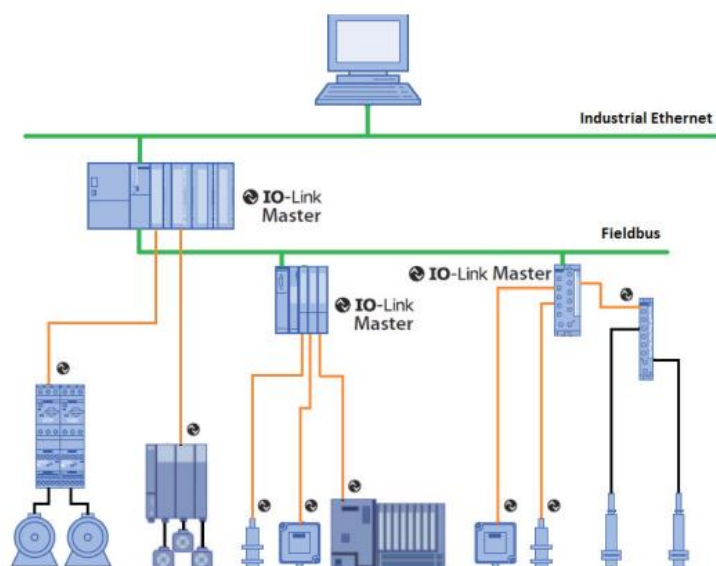
3.1 Överblick

IO-Link använder sig av ett digitalt punkt-till-punktkommunikation med standardiserade kontakter, kablar och protokoll. Systemet behöver endast en kabel med tre ledningar för att installeras. Den digitala kommunikationen gör att det inte kräver skärmade kablar eftersom digital överföring inte påverkas av elektromagnetiska störningar. (Iten, 2016)

IO-Link klassificeras inte som en fältbuss som till exempel Profinet men kommunikationen från PLC:n till IO-link mastern använder någon typ av fältbuss så som PROFINET, Powerlink, EtherCAT med flera. (Iten, 2016).

3.2 Standarder

IO-Link är en standard för Single-Drop Communication Interface (SDCI), som standardiserades som IEC-61131-9. Systemet gör det ändå möjligt att kommunicera med standard I/O (SIO) givare. För IO-Link-masters innebär det att kommunikation med både binära- och IO-Linksensorer fungerar, vilket gör det enkelt att integrera i ett befintligt system. (Maxim Integrated, 2020).



Figur 3. IO-Link överblick. (Maxim Integrated, 2020).

SIO läge använder sig av 0 eller 24V för av och på signal till mastern. IO-link läge använder dubbelriktad kommunikation och har tre olika överföringshastigheter att välja mellan.

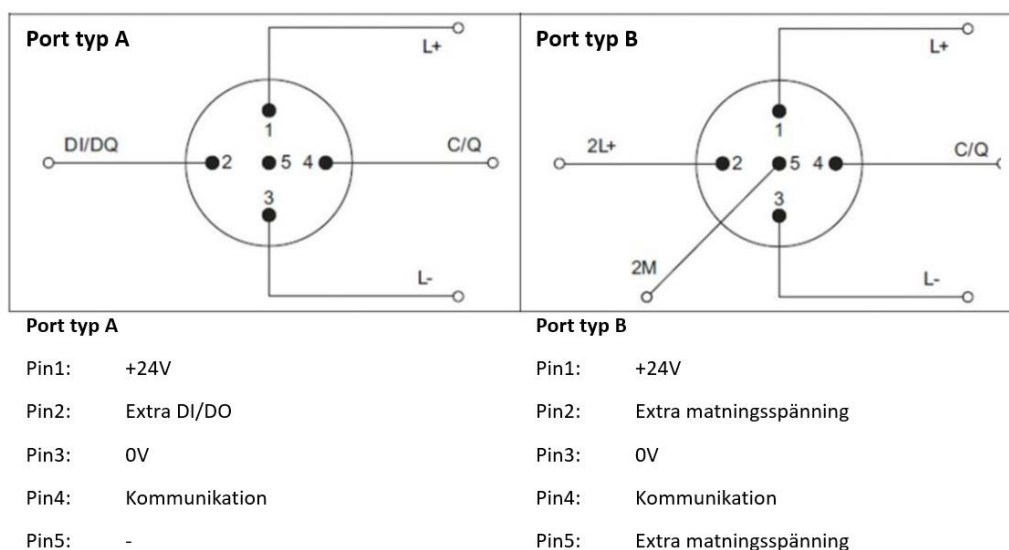
- COM1 4,8 baud

- COM2 38,4k baud
- COM3 230,4k baud

Mastern stöder alla tre, medan givaren endast stöder en av hastigheterna. (Maxim Integrated, 2020).

3.3 Kablar och kontakter

Kablarna i systemet har en maxlängd på 20 m och är utrustade med 5 pinnars M5, M8 eller M12 kontakt i båda ändarna, majoriteten av enheterna använder M12 kontakt. Kabeln mellan mastern och givaren ger signalkommunikation, men även strömmen till givaren. IO-link mastern har två typer av kontakter, typ A och typ B. (IO-Link Community, 2018).



Figur 4. Portkonfiguration.

Port A

Pin2 och 5 är inte definierad i standarden, så tillverkaren kan ha en egen funktion för pinnarna. Vanligtvis lämnas pin5 fri och pin2 ger en extra DI/DO-kanal.

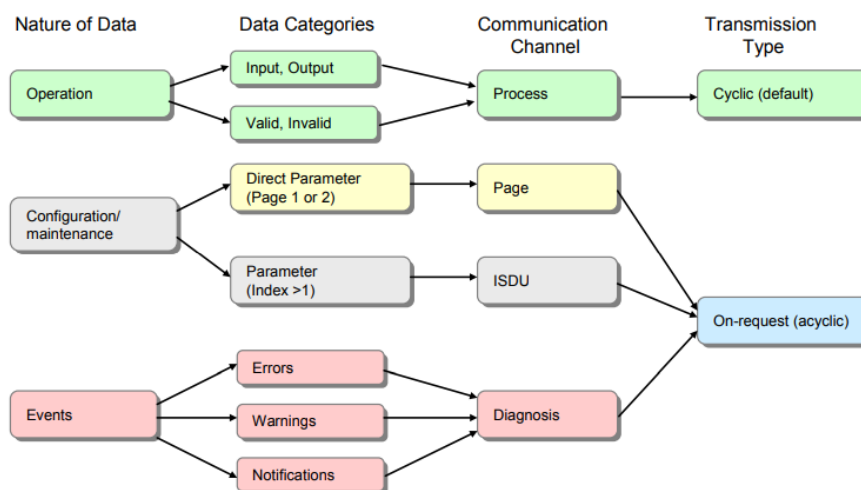
Port B

Det kan finnas enheter i systemet som kräver mer ström än normalt. Typ B-port utnyttjar pin2 och 5 för att ytterligare ge matningsspänning till enheten, i detta fall så används en femtrådig kabel.

3.4 IO-Link-protokoll

IO-Link kommunikationen är cyklisk eller icke-cyklisk och om överföringen misslyckas eller det uppstår ett fel så upprepas meddelandet två gånger till. Efter andra gången meddelandet misslyckas så agerar IO-Link mastern och signalerar ett kommunikationsfel till styrenheten på högre nivå. Cyklisk kommunikation används under normal drift av systemet, mastern begär data från en sensor till exempel (Maxim Integrated, 2020). Icke-cyklisk kommunikation är på begäran och kan innehålla:

- Konfigurations- eller underhållsinformation. Vid uppstart eller avstängning kan mastern konfigurera eller begära konfiguration av enheter.
- Händelse trigging som rapporterar tre typer av meddelanden med olika nivåer: aviseringar, varningar eller fel.
- Servicedata för stora datastrukturer.
- Data för direkt läsning av enhetsparametrar.



Figur 5. Datastruktur. (Maxim Integrated, 2020).

3.5 Datatyper

Fyra olika typer av data finns i IO-Link-kommunikationen: processdata, value status data, device data och event data.

Process data:

Processdata är cyklisk data som överför information till mastern från enheten. Processdatas storlek är från 0 till 32 byte, det bestäms av enheten.

Value status data:

Värdestatus kontrollerar om processdata är giltiga eller inte och överförs cykliskt. Varje port har en värdestatus.

Device data:

För att skicka parametrar, konfigurationer eller hämta diagnostisk information från enheter används enhetsdata. Det är mastern som begär informationen (icke-cyklisk) som ska hämtas från enheten och mastern kan även läsa och skriva till enheten.

Event data:

När en händelse inträffar skickas information till mastern att något har hänt till exempel fel meddelanden, varningar eller underhållsdata. Master skickar vidare informationen till styrenheten eller en HMI. Mastern kan skicka händelsedata så som kabelbrott eller kommunikationsfel. (IO-Link Community, 2018)

3.6 IODD-fil

En enhetsbeskrivning som finns tillgänglig på nätet, känd som IODD-filen (IO Device Description), finns för varje enhet. IODD-filen lagrar olika typer av information som är av betydelse för systemet. Denna information inkluderar:

- Kommunikationsegenskaper
- Enhetsparametrar med specificerat värdeområde och standardvärde
- Identifierings-, process- och diagnostikdata
- Enhetsdata
- Textbeskrivning
- Illustration av enheten
- Tillverkarens logotyp

IODD-filens struktur är enhetlig för varje enhet oavsett tillverkare. Uppbyggnaden återges alltid på samma sätt av IO-Link-konfigurationsverktygen från huvudtillverkarna. Denna standardisering säkerställer en enhetlig hantering av alla IO-Link-enheter oberoende av tillverkare. För enheter som stödjer både V1.0- och V1.1-funktionalitet finns det två olika versioner av IODD tillgängliga för att möta de olika kraven och funktionerna. (IO-Link Community, 2018).

4 Profinet

Process Field Network även kallat PROFINET, är en industriell Ethernet-standard för industriell automation som utvecklats av PROFIBUS International. Det är ett av många kommunikationsprotokollen som används inom industriell automation för att ansluta och kommunicera mellan olika enheter och system inom diverse industrier.

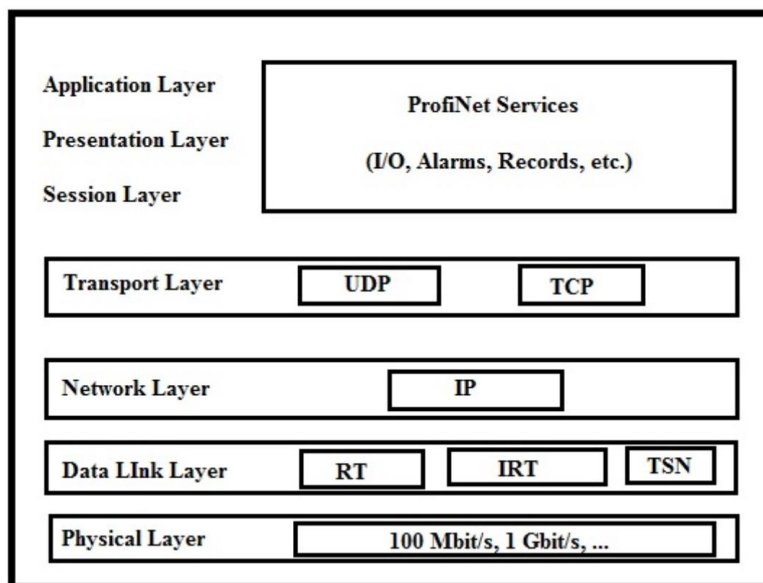
PROFINET bygger på standardteknologin Ethernet, vilket möjliggör höghastighetskommunikation och realtidsutbyte av data inom industriella miljöer. PROFINET stöder realtidskommunikation, vilket möjliggör exakt kontroll och synkronisering av enheter inom automatiseringssystem. Detta är avgörande i tillämpningar där timing och synkronisering är kritiska, som inom robotik och rörelsekontroll.

För att kunna identifiera Profinet-enheter bör varje enhet definieras med ett enhetsnamn och en tillhörande IP-adress. Inom ett nätverk är det viktigt att varje enhet tilldelas en unik IP-adress för att möjliggöra kommunikation mellan enheterna. Industriell automation kräver ofta kommunikation med hög hastighet och att meddelanden levereras precis när de förväntas. Därför bör PROFINET se till att meddelanden levereras korrekt baserat på uppgiften. Men det är inte alla tillämpningar som kräver samma prestanda.

PROFINET överför data via olika kommunikationskanaler enligt arkitekturen för att säkerställa lämplig prestanda, såsom TCP/IP eller UDP/IP, RT (PROFINET Real-Time), IRT (Isochronous Real-Time), och TSN (Time Sensitive Networking). (Elprocus, 2023).

4.1 Arkitektur

PROFINET överför data via olika kommunikationskanaler enligt arkitekturen för att säkerställa lämplig prestanda, såsom TCP/IP eller UDP/IP, RT (PROFINET Real-Time), IRT (Isochronous Real-Time), och TSN (Time Sensitive Networking).



Figur 6. Profinet arkitektur. (Elprocus, 2023).

PROFINET använder antingen TCP/IP eller UDP/IP-kommunikation för uppgifter som inte är tidskritiska, såsom konfiguration och parametrering. På grund av den extra fördröjningen och variationen som är kopplad till IP-baserad kommunikation är denna teknik olämplig för tidskritiska uppgifter.

För att möta kraven för tidskritiska tillämpningar använder PROFINET en RT-kanal för att leverera data snabbt och deterministiskt. PROFINET RT passar för de flesta tidskritiska tillämpningar. Den övergripande prestandan beror huvudsakligen på nätverksdesignen, men cykeltider från 250 μ s till 512 ms. Därmed krävs ingen speciell konfiguration eller hårdvara för att utnyttja PROFINET realtidsmekanism eftersom alla PROFINET-produkter är utrustade med denna kapacitet.

PROFINET IRT används för att förbättra prestanda genom att minska variabla fördröjningar för data. Detta uppnås genom att ha fler antal regler för växling av Ethernet-trafik och skapa särskilda regler för PROFINET-trafiken. IRT är valfritt och krävs endast i specifika högpresterande tillämpningar, som tryckpressar och förpackningsmaskiner.

Den senaste PROFINET-specifikationen V2.4 introducerar en till kommunikationskanal kallad PROFINET TSN. Detta är en ny teknik som placeras på datakopplingslagret i ISO/OSI-modellen. Det är en uppsättning IEEE 802-standarder som användes för att göra Ethernet deterministiskt som standard. (Elprocus, 2023).

4.2 Topologier

I nätverksdesign är flexibilitet och struktur de huvudsakliga funktionerna hos PROFINET. Den stöder nästan obegränsade kombinationsmöjligheter när alla typiska Ethernet-topologier används. Det finns olika grundläggande PROFINET-topologier, så valet av rätt typ är viktigt beroende på ändamål. För att ställa in PROFINET-topologin kan extra switchar vara nödvändiga. Olika grundläggande PROFINET-topologier finns tillgängliga, som stjärn-, träd- och linjetopologier.

Stjärntopologin: Lämplig för områden där komponenter är utspridda över ett område. Denna topologi skapas automatiskt när flera kommunikationsnoder kopplas till en gemensam switch. Om en enskild nod i PROFINET misslyckas eller kopplas bort kommer övriga PROFINET-noder att fortsätta att fungera normalt. Men om den centrala switchen slutar fungera kommer kommunikationen att avbrytas för alla anslutna noder.

Trädtopologin: När man ansluter flera stjärnätverk till ett gemensamt nätverk bildas trädtopologin. De funktionella enheterna bildas av delar av automationsanläggningen som är anslutna till stjärnpunkter. Dessa enheter är sedan sammankopplade genom närliggande switchar. I varje stjärnpunkt fungerar en enskild switch som en signalutdelare.

Linjetopologi: Används brett inom automation för transportband och små maskinanvändningar. PROFINET-enheter är utrustade med en inbyggd switch för att underlätta identifiering av linjetopologier. Om ett avbrott i linjen inträffar vid användning av denna topologi, kan enheterna efter den icke-fungerande enheten inte längre nås. För att undvika detta kan linjen utökas till en ringform med hjälp av ett redundansprotokoll. (Elprocus, 2023).

5 Siemens

Siemens är en betydande leverantör av automationslösningar för olika industrier och sektorer. De erbjuder ett omfattande utbud av produkter och system som syftar till att automatisera och optimera industriella processer.

Siemens Automation erbjuder avancerade lösningar för industriell automation och processkontroll. Deras produkter och system är utformade för att automatisera produktionsprocesser, övervaka maskiner och processer, samt förbättra produktkvalitet och effektivitet. Siemens PLC och SCADA system används för att styra och övervaka industriella processer i realtid. Dessa system möjliggör snabba beslutstagande och kan anpassas efter olika branschers behov.

Siemens erbjuder även en rad olika sensorer, drivsystem och motorer för att säkerställa att maskiner och utrustning fungerar smidigt och effektivt. Deras produkter används inom många industrier, inklusive tillverkning, processindustrin, energisektorn och fler andra sektorer. Företaget fokuserar även på digitalisering och Industri 4.0-initiativ. De erbjuder digitala lösningar och programvara som gör det möjligt för företag att samla in och analysera data för att förbättra produktionsprocesser och beslutsfattande. (Siemens, 2023(a)).

5.1 ET 200SP

Siemens ET 200SP är en del av Siemens SIMATIC-serien och är ett modulärt och kompakt I/O-system som används för att koppla samman och hantera processer inom industrier och automationssystem.

ET 200SP-systemet är modulärt uppbyggt, vilket innebär att användare kan anpassa det efter sina specifika behov. Moduler kan enkelt läggas till eller tas bort beroende på kraven i applikationen. Det används för att hantera digitala/analoga ingångar och utgångar samt för att ansluta sig till sensorer och aktuatorer i industriella automationssystem.

ET 200SP-systemet är utformat för att vara platsbesparande och kan installeras nära processen som det övervakar. Det är speciellt användbart i applikationer där utrymme är begränsat. (Siemens, 2023(b)).

5.2 TM Count

Siemens TM COUNT-modulen är en tilläggsenhet till PLC:n och är konstruerad för snabb inmatning av signaler. Den möjliggör effektiv hantering av högfrekventa eller snabba ingångssignaler, vilket är användbart i situationer där snabb avläsning och bearbetning av data är nödvändig. TM COUNT-modulen utökar därmed PLC:ns funktionalitet genom att erbjuda snabbare ingångshanteringskapacitet.

Räknarna i teknologimodulen är konstruerade för att detektera encoder-signaler och pulser, och därefter analysera dem. Räkningens riktning kan specificeras genom användning av både encoder- och pulssignaler eller genom konfiguration i användarprogrammet. (Siemens, 2023(b)).

6 IO-Link-hårdvara

IFM electronic är ett tyskt företag som specialiserar sig på att tillverka och leverera industrisensorer och automationsteknik. Företaget erbjuder ett brett utbud av produkter och lösningar för att övervaka och automatisera olika industriella processer. Deras produkter inkluderar sensorer för avståndsmätning, flödesmätning, tryckmätning, temperaturövervakning och mycket mer.

IFM electronic är kända för att erbjuda högkvalitativa sensorer och automationslösningar som används inom olika branscher så som tillverkning, fordonsindustrin, livsmedelsindustrin och processindustrin. Deras produkter är utformade för att öka effektiviteten, säkerheten och tillförlitligheten i industriella processer genom att tillhandahålla exakt data och möjliggöra automatisering. (ifm, 2023(e)).

6.1 IO-Link-master

En IO-Link master är en enhet som fungerar som en central knutpunkt för IO-Link-nätverket. Den möjliggör kommunikation mellan överordnade styrsystem och IO-Link-kompatibla sensorer och aktuatorer. Mastern är vanligtvis anslutna till överordnade styrsystem via fältbussprotokoll som PROFINET eller PROFIBUS, vilket möjliggör en sömlös integration av IO-Link-enheter i den omfattande automationsstrukturen. (Maxim Integrated, 2020).



Figur 7. IO-Link master från IFM. (ifm, 2023(a)).

Masters från IFM Electronic ger möjlighet att konfigurera och parametrisera IO-Link-enheter som är anslutna. Detta gör det möjligt att anpassa sensorernas och ställdonens funktioner och prestanda för att passa specifika tillämpningar. IO-Link masters erbjuder diagnostiska fördelar genom att övervaka enheternas status och prestanda i realtid. Eventuella fel eller avvikelser kan snabbt upptäckas och åtgärdas. (ifm, 2023(a)).

6.1.1 Portkonfiguration

IFM Electronic erbjuder olika IO-Link Masters med olika antal IO-Link-portar och funktioner för att passa olika automationsbehov. Det gör att användarna kan anpassa sitt IO-Link-nätverk efter specifika krav. (ifm, 2023(a)).

Masterns portar kan konfigureras till fyra olika lägen beroende på behov och enheter:

- IO-Link
- Digital input (DI)
- Digital output (DQ)
- Inaktiverad

6.2 IO-Link-switch

IO-Link-switchar är en nyckelkomponent och agerar som mittpunkt i IO-Link-baserade nätverk, vilket möjliggör kommunikation och datadelning mellan olika enheter i realtid. Deras grundläggande principer inkluderar flera portar för att ansluta IO-Link-enheter, automatisk konfiguration av anslutna enheter, och hantering av dataöverföring mellan

enheterna. Genom att fungera som en central punkt för kommunikation underlättar IO-Link-switchar plug-and-play-funktionalitet och förenklar installationsprocessen.



Figur 8. IO-Link switch från IFM. (ifm, 2023(f)).

IFM:s IO-Link-switchar erbjuder en automatiserad konfigurationsprocess när enheter ansluts till nätverket. Detta innebär att användaren inte längre behöver manuellt konfigurera varje enskild enhet, vilket sparar tid och minskar risken för felkonfigurationer. IO-Link-switchar ger dessutom omfattande diagnostikinformation om hälsotillståndet för anslutna enheter. Detta underlättar övervakning och felsökning, vilket resulterar i förbättrad underhållsprestanda och minskat avbrott. (ifm, 2023(f)).

Switchen måste vara kompatibel med endast en specifik typ av fältbuss, och för att säkerställa korrekt funktion av systemet krävs det att rätt typ av switch används. De olika fältbussar som IFM:s switchar kan ansluta till inkluderar PROFINET, TCP/IP, Modbus TCP eller EtherNet/IP. (ifm, 2023(d)).

6.3 IO-Link modul

IO-Link är vanligtvis känt för att använda digital kommunikation, men det finns sätt att integrera analoga signaler med hjälp av IO-Link-moduler som stöder analog-till-digital-omvandling (ADC). Genom att använda dessa moduler kan du ansluta enheter med analoga sensorer eller ställdon till ett IO-Link-nätverk och därmed dra nytta av de digitala kommunikationsfördelarna.



Figur 9. IO-Link modul från IFM. (ifm, 2023(b)).

Moduler är enheter som möjliggör integration av enheter eller system utan inbyggd IO-Link-kommunikation i ett IO-Link-nätverk. Modulen fungerar som gränssnitt och tillåter kommunikation och datadelning enligt IO-Link-standarden. Genom att ansluta befintliga enheter till dessa moduler kan användare dra nytta av fördelarna med IO-Link, inklusive enkel konfiguration, diagnostik, och möjlighet att ansluta flera enheter via samma kabel.

Dessa moduler erbjuder flexibilitet och skalbarhet, vilket gör dem användbara för att uppgradera och utöka industriella automationslösningar och låter användaren ansluta olika typer av enheter, oavsett tillverkare. De erbjuder också konfigurationsmöjligheter för att anpassa enheternas beteende och prestanda enligt specifika krav. (ifm, 2023(b)).

6.4 IO-Link-omvandlare

Ett alternativt sätt att omvandla signaler på är med en omvandlare. System där det endast finns en signal som behöver konverteras till IO-Link kan en omvandlare vara ett bra och lönsamt alternativ.



Figur 10. IO-Link omvandlare från IFM. (ifm, 2023(c)).

IO-Link-omvandlare möjliggör översättning mellan olika kommunikationsprotokoll och IO-Link-protokollet. De används ofta när det finns äldre enheter som använder analoga signaler eller andra protokoll, och man vill integrera dem i ett modernare IO-Link-nätverk. (ifm, 2023(c)).

6.5 IO-Link-givare

IO-Link givare erbjuder ett digitalt kommunikationsgränssnitt som möjliggör mer avancerad och flexibel kommunikation med sensorn jämfört med traditionella sensorer. Några av de viktigaste funktionerna och fördelarna med IO-Link-teknologin:

Parametrisering: IO-Link möjliggör fjärrparametrisering av sensorer. Det innebär att du kan konfigurera sensorinställningar, som avstånd eller känslighet, på distans från styrsystemet. Om sensorn går sönder och behöver bytas sparas alla parameterinställningar i systemet.

Diagnostik: IO-Link ger realtidsdiagnostikinformation. Det hjälper till att identifiera problem med sensorer snabbt, vilket minskar driftstopp och förbättrar underhållseffektiviteten.

Digital kommunikation: Till skillnad från traditionella analoga sensorer använder IO-Link-sensorer digital kommunikation, vilket är mindre känsligt för störningar och ger mer exakt och pålitlig dataöverföring.

Kompatibilitet: IO-Link är en öppen standard som stöds av många tillverkare, vilket säkerställer att enheter från olika leverantörer är kompatibla med varandra.

6.6 IO-Link encoder

En flervarvs-encodern har en upplösning på 31 bitar, den erbjuder omfattande kapacitet för positionering och rotationshastighet. Med den batterifria magnetiska mätteknologin kan sensorn även detektera rörelser när maskinen är avstängd. De digitala in- och utgångarna möjliggör realtidskommunikation i processen. Encodern lagrar även information om temperatur, aktivering och avaktivering, total drifttid och drifttid för lagret. Med omfattande informationsuppsamling gör det möjligt att planera och utföra underhållsåtgärder på ett effektivt sätt för att optimera systemets prestanda.

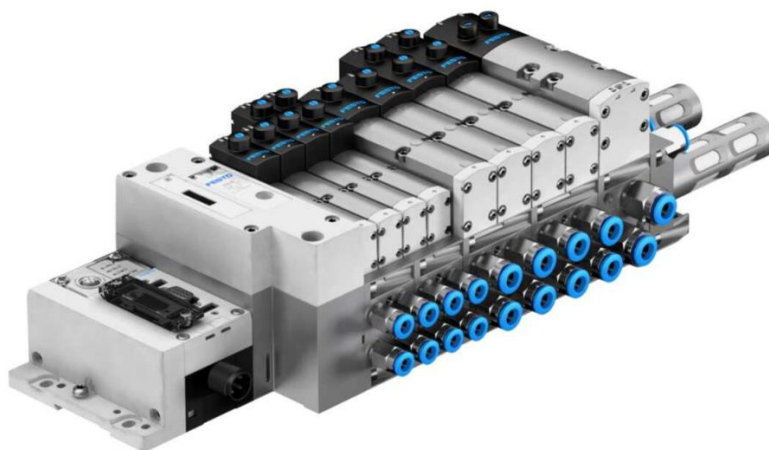
Encoderens upplösning och noggrannhet är mycket exakt. Upplösningen kan vara från 1...10 000 med en noggrannhet på 0,1 grader. De flesta IO-Link encodererna använder sig av COM2 överföringshastighet. (ifm, 2023(g)).

7 Pneumatik

Pneumatik är inom tekniken den som involverar användningen av tryckluft för att generera kraft och utföra mekaniskt arbete. I pneumatiska system används komprimerad luft för att överföra energi och styrning genom tryckluftscylindrar, ventiler och andra pneumatiska komponenter. Denna teknik är känd för sin enkelhet, tillförlitlighet och snabb respons. Pneumatiska system används ofta inom automation, maskinindustri och produktion för att utföra uppgifter som rörelse, lyft och styrning av verktyg. Fördelarna med pneumatik är att den är lätt att använda, kostnadseffektiv och låg underhållsbehov, vilket gör det till en populär lösning för många industriella processer. (Norgren, 2019).

7.1 Ventilterminal

En ventilterminal är uppbyggd av flera olika "Elektriska Pneumatiska Ventiler" (EPV) och styrs av elektriska signaler. Denna innovation kombinerar fördelarna som pneumatiken och elektroniken erbjuder genom att ge användare möjlighet att enkelt integrera pneumatiska funktioner med PLC-system. Kommunikationen till ventilterminalen sker via en multi-pin, buskommunikation eller IO-Link beroende på användarens krav.



Figur 11. Ventilterminal. (Festo, 2023(b)).

Det finns en rad olika tilläggfunktioner för ventilterminalen så som integrerade tryckregulatorer och styrsignaler. Detta öppnar upp möjligheten att bygga en kompakt terminal för att spara utrymme och få alla komponenter i ett paket beroende på specifikationskraven. (Festo, 2023(b)).

7.2 Tryckregulator

En tryckregulator är en enhet som används för att automatiskt justera och upprätthålla ett konstant tryck i ett system. Huvudsyftet är att säkerställa att trycket inom systemet hålls inom förinställda gränser. Denna enhet fungerar genom att övervaka det aktuella trycket och jämföra det med det önskade eller inställda trycket. Om trycket avviker från det önskade värdet justerar tryckregulatorn automatiskt flödet av gas eller vätska för att återställa och bibehålla det korrekta trycket. (Festo, 2023(a)).

Analog spänning- eller strömnivå: Många tryckgivare genererar en analog signal proportionell mot det uppmätta trycket. Signalen används som ingång till tryckregulatorn.

Digital signal: Vissa moderna system kan använda digitala protokoll för att överföra tryckinformationen. Dessa kan inkludera standardiserade digitala kommunikationsprotokoll så som IO-Link som används inom industriautomation.

8 Utförande

I detta avsnitt utförs en analys av det aktuella systemet samt förslag på systemförbättringar genom övergång till IO-Link. Fokus ligger på att identifiera specifika givare och komponenter som lämpar sig för integration med IO-Link-standarden.

Uppdraget började med att undersöka hur styrningen och pneumatiken är uppbyggda i en luftkuddetruck. Solving har ett internt basprojekt för pneumatik- och elscheman. Från detta projekt samlas information om olika sensorer och ställdon som används i trucken. Denna information ger en översikt över de grundläggande delarna som används för att styra och driva trucken.

8.1 Siemens logik

Logiken för luftkuddetrucken implementeras av en Siemens ET 200SP PLC "Programmable Logic Controller", som styr och övervakar alla sensorer och ställdon. PLC:n agerar som central hjärna för att behandla insamlad information från olika sensorer. Den genererar styrkommandon till ställdonen inklusive den pneumatiska ventilterminalen, för att reglera truckens rörelser och funktioner.

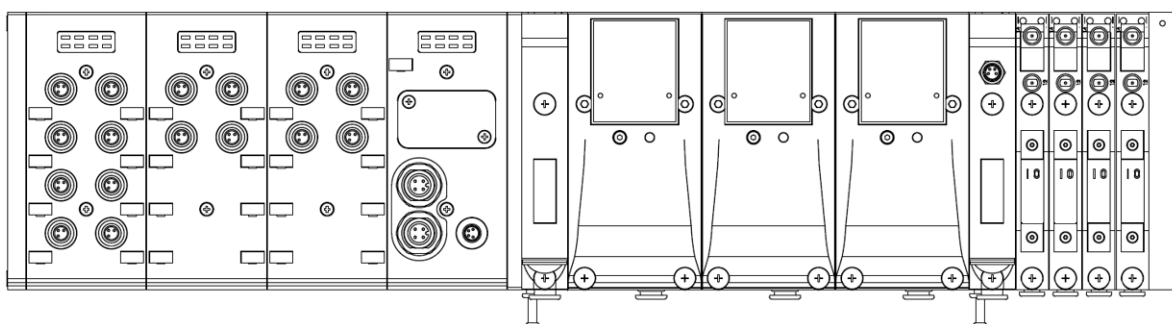
Mest centrala signalerna:

- Ventilterminal med Profinet-kommunikation
- Motor controller, driv- och styrmotor
- Styrmotor feedbackpotentiometer, analog input 0-10V
- Drivmotor feedback hastighet, digital input

Ventilterminalen i Profinet-nätverket fungerar som en nod och har en unik adress eller identitet som används för kommunikationen. Detta innebär att den är en identifierbar enhet i kedjan av enheter som kommunicerar över Profinet.

8.2 Ventilterminalen i trucken

Pneumatiksystemet i luftkuddetrucken regleras genom användning av en ventilterminal som styrs av en PLC. PLC:n använder Profinet för kommunikationen mellan enheterna i trucken. Alla elektropneumatiska enheter är anslutna till ventilterminalen för övervakning och reglering. Ventilterminalen (figur 12) är konstruerad med olika komponenter för att möjliggöra pneumatisk styrning. Den inkluderar elektriska ventiler för att reglera luftflödet, tryckregulatorer för att justera lufttrycket, samt analoga och digitala ingångsmoduler för att övervaka och hantera olika signaler. Dessutom ingår en Profinet-kommunikationsmodul för att möjliggöra anslutning via Profinet.



Figur 12. Ventilterminal.

Givare anslutna till digitala ingångsmodulen:

- 2st induktiva givare för ändläge för styrning
- 1st magnetisk cylindergivare

Givare anslutna till analoga ingångsmodulen:

- 2st ultraljudsgivare för höjdmätning
- 4st tryckgivare

Tryckregulatorer anslutna till terminalen

- 3st regulatorer 0–10 bar

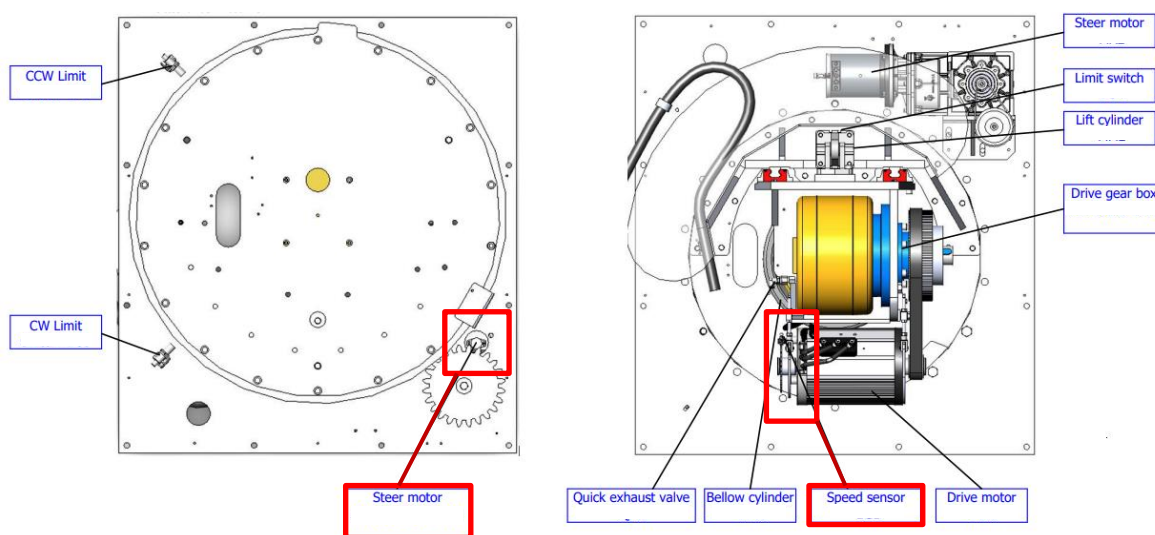
Elektriska ventiler anslutna till terminalen

- 4st 2 x 3/2 N.C. ventiler

En säkerhetsfunktion för ventilterminalen inkluderar att regulatorerna och matningsströmmen till ventilerna kopplas via ett nödstopsrelä. Detta innebär att vid aktivering av nödstoppet bryts strömförsörjningen till terminalen. Genom att göra detta säkerställs att trycket inte längre driver rörliga delar och att systemet omedelbart stängs av för att minimera risken för oönskade rörelser eller incidenter vid nödsituationer. Detta bidrar till ökad säkerhet och snabb avstängning av pneumatiksystemet vid behov.

8.3 Styrfeedback

I luftkuddetrucken finns det två drivenheter och feedbacken från styrmotorerna fås genom användning av analoga potentiometrar (figur 13). Det innebär att positionen eller läget på styrmotorerna mäts med hjälp av potentiometrar som genererar en analog signal. Denna återkoppling används för att övervaka styrvinkeln hos de två drivningarna.



Figur 13. Drivenhet.

Genom att implementera en IO-Link till analog konverterare blir det möjligt att använda potentiometer i IO-Link-systemet. Detta alternativ erbjuder kompatibilitet med IO-Link-standarden och möjliggör användning av befintliga potentiometrar.

Viktigt att notera är att en IO-Link till analog konverterare kan vara en kostsam lösning. Trots att möjligheten finns att integrera potentiometrar i IO-Link-systemet bör kostnaden för konverteraren övervägas mot de potentiella fördelarna.

Potentiometern som ger feedback från styrmotorn är svår att hantera och få rätt inställd. Ett alternativ är att ersätta den med en IO-Link encoder som är betydligt lättare att hantera och mer precis.

Fördelar med IO-Link encoder:

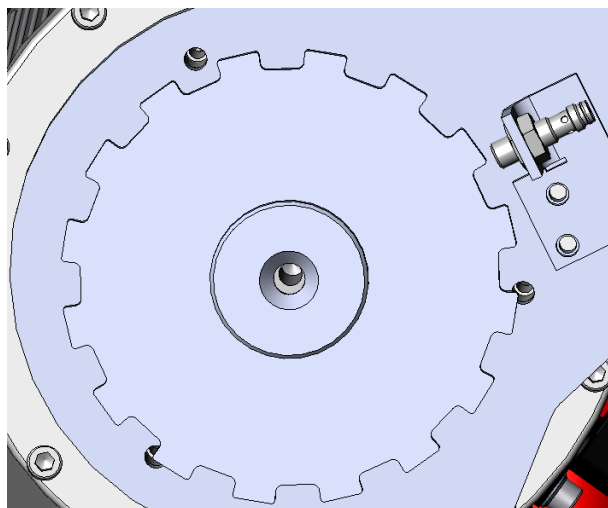
Precision: IO-Link-encodrar ger hög precision och noggrannhet i avläsningen av styrmotorns position. Detta möjliggör en mer exakt och pålitlig återkoppling.

Lättare justering: IO-Link-encodern är enklare att installera och justera jämfört med en potentiometer. Eftersom den är digital så gör att inställningarna kan göras elektroniskt och är mindre känsliga för mekaniska avvikelser.

Kommunikationsfördelar: IO-Link möjliggör tvåvägskommunikation mellan enheter och överför inte bara positionen utan också statusinformation. Detta kan underlätta diagnos och övervakning av systemet.

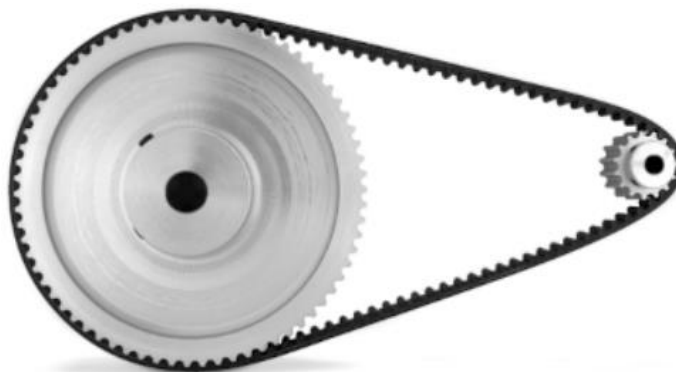
8.4 Hastighetsfeedback

Drivenheterna är utrustade med en hastighetsåterkopplingsmekanism. Denna mekanism använder en induktiv givare som är riktad mot ett hjul med 16 tänder. Genom att övervaka antalet tänder som passerar givaren kan systemet noggrant mäta och återkoppla hastighetsinformationen. Denna process möjliggör en exakt kontroll över hastigheten för de drivande enheterna (figur 14).



Figur 14. Hastighetsövervakning.

Hastigheten är inställd på 10 meter per minut men en implementerad utväxling gör att motorn roterar snabbare än drivhjulet på luftkuddetrucken (figur 15). Denna konfiguration möjliggör en ökad rotationshastighet för motorn jämfört med drivhjulet, vilket görs för att optimera kraftöverföringen och uppfylla specifika prestandakrav.



Figur 15. Utväxling.

Hjulet med tänder är placerat vid det mindre kugghjulet, och det är här den induktiva givaren är monterad. Eftersom motorns axel driver det lilla kugghjulet, får man därmed ut hastighetsinformation från motorn genom att övervaka rörelsen hos det mindre kugghjulet.

8.4.1 Beräkning av hastighet

Det finns två olika drivsystem som används, och valet beror på om det är en normal truck eller en lågbyggd variant. Drivningen har två utväxlingar, en i drivhjulet och andra är mellan drivhjulet och motorn. Båda har samma utväxling i drivhjulet ($i:29,5$) och samma diameter på drivhjulet (300mm). Det som skiljer dem åt är storleken på utväxlingen mellan drivhjulet och motorn: Lågbyggda truckar har 56 och 26 kuggar jämfört med 90 och 22 kuggar för normala truckar.

Utväxling:

$$i_{total} = i_1 \cdot i_2$$

$$i_{total} = 29,5 \cdot \frac{90}{22} = 120,7$$

Hastighet:

$$v_{motor} = \frac{v}{\pi \cdot d} \cdot i_{total}$$

$$v_{motor} = \frac{10 \text{ m/minute}}{\pi \cdot 0,3 \text{ m}} \cdot 120,7 = 1280,1 \text{ rpm}$$

Frekvensen:

$$f_{kugghjul} = \frac{v_{motor} \cdot t\ddot{a}nder \cdot 2}{t}$$

$$f_{kugghjul} = \frac{1280,1 \text{ rpm} \cdot 16 \cdot 2}{60 \text{ s}} = 683,0 \text{ Hz}$$

För att hantera en switchfrekvens på 683 Hz, vilket överstiger förmågan hos en vanlig PLC-ingång, används en modul kallad TM COUNT. Denna tilläggsmodul är specifikt konstruerad för att hantera högre frekvenser och har kapacitet att klara av switchfrekvenser upp till 200 kHz.

IO-Link-masterns digitala ingångar har begränsningar när det gäller att hantera snabba signaler. Därför är det inte möjligt att koppla den induktiva givaren direkt till mastern som en lösning. Mastern kommer att missa flera signaler, vilket leder till en opålitlig prestanda.

8.4.2 Encoder

Ett alternativ är att använda en IO-Link encoder för att övervaka hastigheten. Många encodrar inom IO-Link-standarden har kapacitet att hantera höga hastigheter enda upp till 12000 rpm med hög noggrannhet. Genom att integrera en sådan encoder kan man noggrant och pålitligt övervaka och mäta hastigheter med hög precision.

En utmaning med IO-Link encodrar är den låga överföringshastigheten, där en cykel med COM2 tar 2,3 ms. Encodern är konfigurerbar för att generera olika antal pulser per varv från 1 till 9999 pulser. Ett exempel, om encodern är inställd att generera 1000 pulser per varv och en cykeltid är 2,3 ms, skulle detta innebära en fördröjning på 2,3 sekunder.

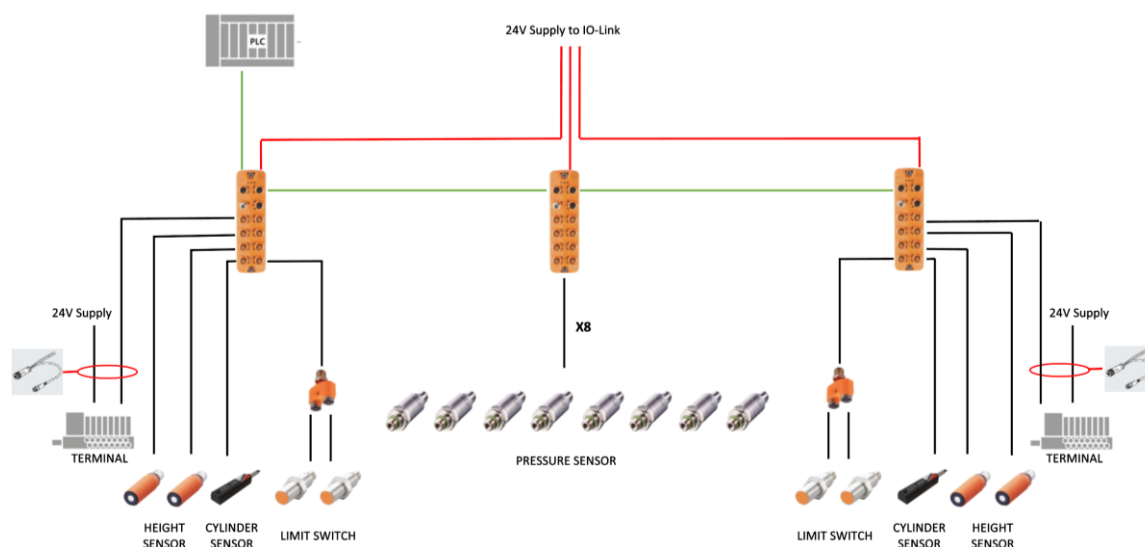
9 Resultat

I detta kapitel kommer olika typer av IO-Link-system för både pneumatikstyrning och styr- och hastighetsfeedback att framföras. Kommer också att genomföra prisjämförelser för dessa system och diskutera några av deras fördelar och nackdelar, även några utmaningar som finns.

9.1 System för pneumatikstyrning

Undersökt två olika alternativ för pneumatikstyrning med IO-Link. I båda alternativen är alla ut- och insignaler kopplade till IO-Link-masters. Skillnaden ligger i ventilterminalen, där det första alternativet har integrerade tryckregulatorer, medan det andra alternativet använder separata, lösa tryckregulatorer.

För att säkerställa att nödstoppsmekanismen fungerar och att kommunikationen med IO-Link till ventilterminalen inte förloras, har ventilterminalerna separata spänningsmatningar. Denna konfiguration möjliggör att lufttillförseln till tryckregulatorerna och ventilerna avbryts när nödstoppsreläet bryter strömmen.



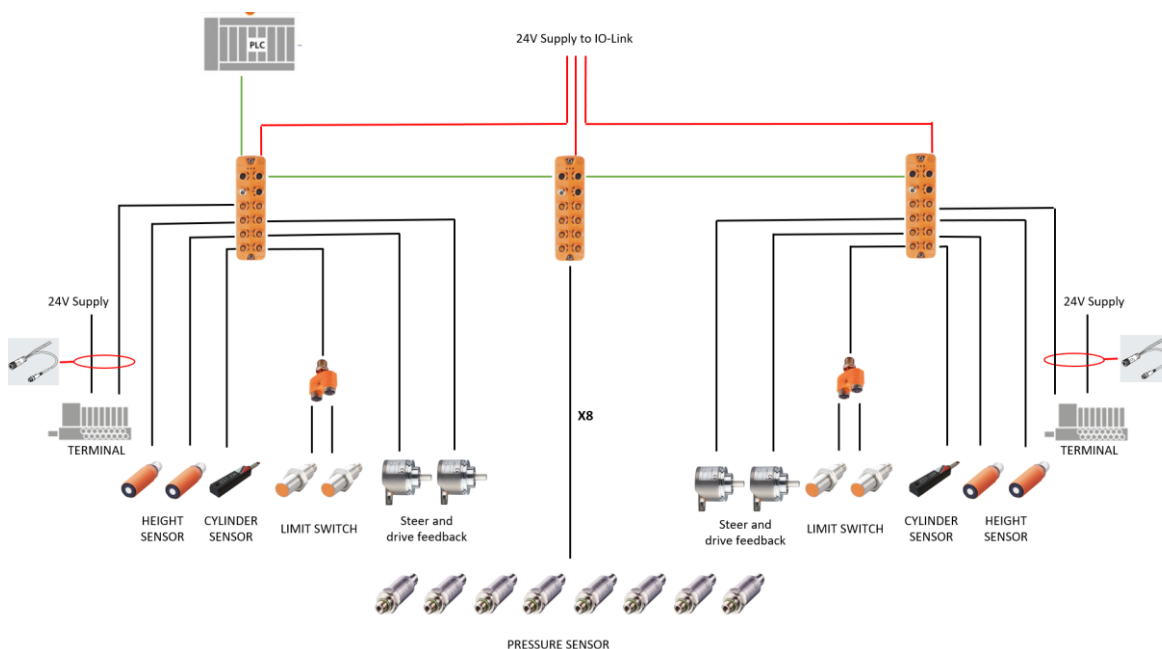
Figur 16. IO-Link system.

Tryck- och ultraljudsgivarna, som tidigare var analoga, har nu ersatts med motsvarande IO-Link-givare. Däremot förblir ändläges- och cylindergivarna oförändrade och fortsätter att använda digital I/O-teknik. Eftersom mastern kan hantera två digitala ingångar med en port, används en splitter för att koppla samman två ändlägesbrytare (figur 16).

Profinet används som det övergripande nätverksprotokollet för att kommunicera mellan PLC:n och masterenheterna i IO-Link-systemet. Varje master blir ihopkopplade med Profinet och fungerar som en nod i nätverket.

9.2 System för styr- och hastighetsfeedback

Redovisar en lösning på hur systemet kunde se ut med IO-Link encodrar implementerade i systemet (figur 17). Inga större avvikelser från den tidigare lösningen på pneumatikstyrningen eftersom det finns lediga portar på två mastrar. Enda skillnaden är de fyra encodrarna för styr- och hastighetsfeedback.



Figur 17. IO-Link system med encoder.

Det är viktigt att överväga detta alternativ, särskilt med tanke på den långsamma hastighetsfeedbacken eftersom detta påverkar säkerheten för trucken. En fördröjning i

hastighetsinformationen kan resultera i trög eller otillräcklig respons från systemet, vilket i sin tur kan öka risken för olyckor.

9.3 Prisjämförelse

Viktigt att notera i prisjämförelsen är att systemet är utrustat med åtta tryckgivare. Dessa givare varierar beroende på antalet luftkuddar som används. Den varierande konfigurationen av luftkuddar påverkar antalet tryckgivare som krävs, vilket i sin tur påverkar de totala kostnaderna för systemet. Annat viktigt att notera är att i systemen beaktas inte priset för monterings tid, kablar, stöpslar och annat tillbehör.

9.3.1 Befintliga systemet

Två olika tillverkare har använts för pneumatikstyrningen i truckarna tidigare, för sekretesskäl väljes namnet på tillverkarna till A och B. Exakt prisinformation presenteras inte heller på grund av sekretesskäl. Komponenterna för de ursprungliga systemen finns presenterad i den bifogade tabellen (figur 18).

Tillverkare A		Tillverkare B	
Komponenter	ANTAL	Komponenter	ANTAL
Ventilterminal	2	Ventilterminal	2
Höjdgivare	4	Tryckgivare	8
Ändlägesgivare	4	Höjdgivare	4
Cylindergivare	2	Ändlägesgivare	4
		Cylindergivare	2

Figur 18. Tillverkare A och B.

Tillverkare A:s ventilterminal har inbyggd tryckmätning vilket innebär att inga externa tryckgivare används, som i tillverkaren B. Det är viktigt att notera att de komponenter som skiljer sig mellan systemen är ventilterminalen och tryckgivarna. Den mest betydande skillnaden i kostnad uppstår från prisskillnaden på ventilterminalerna. Systemet från tillverkare A är cirka 900€ dyrare än tillverkare B.

Eftersom ventilterminalen är ett enda paket där ventilterminalen, tryckregulatorerna och alla signaler är kopplade blir monterings tiden relativt kort. Designen minimerar svårigheten vid monteringen och eliminerar behovet av att koppla samman olika komponenter separat.

9.3.2 IO-Link system

Ersättande system med IO-link (figur 19). Alternativ X har integrerade tryckregulatorer i ventilterminalen. Alternativ Y och Z har lösa analoga tryckregulatorer 0-10V från olika tillverkare men ventilterminalen är med IO-Link. Med analoga tryckregulatorer behövs analoga utgångskort från PLC:n.

Alternativ X				Alternativ Y				Alternativ Z			
Komponenter	ANTAL	å	PRIS	Komponenter	ANTAL	å	PRIS	Komponenter	ANTAL	å	PRIS
Ventil terminal	2			Ventil terminal	2			Ventil terminal	2		
Höjdgivare	4			Höjdgivare	4			Höjdgivare	4		
Ändlägesgivare	4	11,04	44,16	Ändlägesgivare	4	11,04	44,16	Ändlägesgivare	4	11,04	44,16
Tryckgivare	8			Tryckgivare	8			Tryckgivare	8		
Cylindergivare	2	11,61	23,22	Cylindergivare	2	11,61	23,22	Cylindergivare	2	11,61	23,22
IO-Link master	3			Tryckregulator	6	246,57	1479,42	Tryckregulator	6	172,34	1034,04
Totalt			4076,99	Analog output	2			Analog output	2		
				Base unit	2			Base unit	2		
				IO-Link master	3			IO-Link master	3		
				Totalt			4639,33	Totalt			3987,09

Figur 19. Alternativ X, Y och Z.

Alternativ Z är den mest förmånliga lösningen ur ett kostnadsperspektiv men kommer med ökade monteringstider. Montering blir särskilt tidskrävande eftersom varje tryckregulator måste monteras separat och dessutom krävs anslutning av fler analoga kort, vilket ytterligare förlänger monteringsprocessen.

Alternativ Y är den samma som för Z enda skillnaden är tillverkaren av ventilterminalerna och tryckregulatorerna.

Alternativ X är 15 % förmånligare än tillverkare B och 28 % förmånligare än tillverkare A. Detta alternativ är den förmånligaste lösningen ur både material- och monteringskostnads synvinkel. Anledningen till detta är att tryckregulatorerna inte behöver monteras separat. Minimerar behovet av att montera och ansluta separata komponenter, vilket leder till en effektivare monteringsprocess.

9.3.3 IO-Link system med encoder

Komponentinformation för de ursprungliga systemen för både styr- och hastighetsfeedback och pneumatikstyrningen finns presenterad i den bifogade tabellen (figur 20). Priserna för komponenterna visas inte på grund av sekretess. Prisskillnaden för systemen A och B är samma som tidigare 900€.

Tillverkare A				Tillverkare B			
Komponenter	ANTAL	à	PRIS	Komponenter	ANTAL	à	PRIS
Induktiv givare 3kHz	2	■	■	Induktiv givare 3kHz	2	■	■
Potentiometer	2	■	■	Potentiometer	2	■	■
TM COUNT	2	■	■	TM COUNT	2	■	■
BASEUNIT	2	■	■	BASEUNIT	2	■	■
Tillverkare A	1	■	■	Tillverkare B	1	■	■
Totalt			■	Totalt			■

Figur 20. Styr- och hastighetsfeedback.

Med de fyra IO-Link encodrar (figur 21) som ersätter de induktiva givarna och potentiometrarna kan man konstatera att systemet blir 13 % förmånligare än tillverkare B och 25 % förmånligare än tillverkare A.

Komponenter	ANTAL	à	PRIS
IO-Link encoder	4	■	■
Alternativ X	1	4076,99	4076,99
Totalt			■

Figur 21. IO-Link system med encoder.

9.4 Utmaningar

Studerade möjligheten till att använda lösa tryckregulatorer som kommunicerar med IO-Link. Orsaken till att lösa IO-Link tryckregulatorer inte är ett alternativ beror på att de använder port A-konfigurationen. Denna konfiguration innebär att det inte är möjligt att använda extern matningsspänning, vilket i sin tur påverkar säkerhetsmekanismen från nödstoppet.

IO-Link encodern klarar inte av snabb hastighetsfeedback med hög upplösning och utgör en säkerhetsrisk. Utmaningen är att hög hastighet och stor upplösning genererar en omfattande mängd data som gör att dataöverföring via IO-Link kommer med en fördröjning. Ifall enheten ställs in med lägre upplösning kan det vara ett alternativ. Men IO-Link encodern är lämplig för att användas för styrfeedbacken, med tanke på dess höga precision. Eftersom hastigheten i styrfeedbacken är betydligt långsammare än vad som krävs för hastighetsfeedback, passar en encoder med hög precision bra för att noggrant avläsa positioner och rörelser.

9.5 Positiva/negativa egenskaper

Att använda IO-Link i en luftkuddetruck har både positiva och potentiella utmanande egenskaper. Här räknas upp några punkter som är viktiga.

Positiva egenskaper:

- **Snabb installationstid:** Eftersom det finns färdiga kablar med stöpslar på i olika längder gör att tiden att installera systemen går relativt snabbt. Färdiga kablar med stöpslar möjliggör enkel och snabb anslutning av enheter. Detta skapar en "plug-and-play"-funktion där anslutningar kan göras utan att behöva koppla stöpslar och dylikt. IO-Link använder standardiserade kablar och stöpslar, vilket eliminerar behovet av att anpassa eller skapa specialkablar för varje enhet.
- **Felövervakning:** Eftersom IO-Link möjliggör överföring av diagnostisk information kan eventuella fel eller felaktigheter snabbt identifieras. Detta underlättar felsökning och minskar den tid det tar att lokalisera och åtgärda problem.
- **Förbättrad precision:** Digital kommunikation via IO-Link eliminerar noggrannhetsproblem som kan uppstå med analoga signaler, vilket kan leda till förbättrad precision och stabilitet i luftkuddetruckens funktioner.
- **IP-klassning:** IO-Link master och moduler har en hög IP-klassning IP65, IP66 och IP67 gör att det går att monteras på många olika ställen och hantera olika förhållanden.

Negativa egenskaper:

- **Kostnader:** Implementeringen av IO-Link-enheter kan medföra ökade kostnader för inköp och installation jämfört med traditionella lösningar. Det är viktigt att väga fördelarna mot kostnaderna. När ett system använder alla portar på en IO-Link master och det finns ett behov av att lägga till en ytterligare signal betyder det att man behöver implementera en till master som gör att kostnaderna för signalen blir dyrt.
- **Komplexitet:** Trots standardiseringen kan implementering och konfiguration av IO-Link-enheter vara utmanande, särskilt för dem som inte är bekanta med teknologin.

- **Konfiguration:** Varje enhet som läggs till i systemet har en IODD-fil som behöver hämtas för att kunna konfigurera enheterna i TIA Portalen. Detta kan ta tid i början före man har kommit underfund med vad som är den snabbaste och smidigaste sättet att konfigurera enheterna.
- **Begränsat avstånd och hastighet:** IO-Link har begränsningar när det gäller överföringsavstånd och hastighet jämfört med vissa andra industriella kommunikationsprotokoll och system.

10 Slutdiskussion

Syftet med arbetet var att utforska möjligheten med tillbakakoppling med IO-Link, om systemet är lönsamt och om det överhuvudtaget går att implementera. Ett till syfte var att ta fram lösningar från olika tillverkare och göra en prisjämförelse, fördelar och nackdelar på enheterna.

Ett antal olika system blev framtaget i arbetet och det blir upp till företaget att fatta beslut om systemen ska användas på truckarna eller om vidare testning ska göras. Prisjämförelsen tyder på betydande variationer mellan olika tillverkare, vilket innebär att lösningen kan vara mer förmånlig i vissa fall och mindre förmånlig i andra. Men med att ha flera olika system från tillverkare gör att leveransproblem kan minimeras ifall det uppstår.

10.1 Utvecklingsförslag

Detta arbete har fokuserat på att undersöka hårdvarumässigt och kostnader för IO-Link systemet. Förslag på fortsättning är att utforska mera om mjukvaran och hur det implementeras i TIA Portalen. Även kunna undersöka möjligheten att implementera IO-Link i andra truckar som har fler signaler att hantera.

10.2 Slutord

Slutligen kan jag konstatera att arbetsprocessen med examensarbetet har varit lärorik och intressant. Undersökningen har lärt mig mycket om ämnet och även gett mig en bättre inblick i olika system. Till sist vill jag även tacka Solving för att ha gett mig möjligheten att skriva mitt examensarbete för företaget och vägledning under arbetets gång.

11 Källförteckning

Det här är solving. (2024). Hämtat från Solving: <https://www.solving.com/sv/om-solving/#history>

Elprocus. (2023). *What is ProfiNet : Architecture, Working, Types & Its Applications*. Hämtat från Elprocus: <https://www.elprocus.com/profinet/>

Festo. (2023(a)). *Proportional pressure regulator VPPE*. Hämtat från Festo: <https://www.festo.com/media/pim/358/D15000100123358.PDF>

Festo. (Oktober 2023(b)). *Terminal*. Hämtat från Festo: <https://www.festo.com/media/pim/926/D15000100121926.PDF>

ifm. (2023(a)). *AL1302*. Hämtat från ifm electronic: https://media.ifm.com/CIP/mediadelivery/asset/d1689789c1977848ae7df1318e16e208/80284130_EN.pdf?contentdisposition=inline

ifm. (2023(b)). *AL2301*. Hämtat från ifm electronics: https://media.ifm.com/CIP/mediadelivery/asset/47691122f225e3459323cb90784e531e/80293147_EN.pdf?contentdisposition=inline

ifm. (2023(c)). *DP1222*. Hämtat från ifm electronics: https://media.ifm.com/CIP/mediadelivery/asset/640c47d0a9654f499eb71adbc32f7d2a/80272878_EN.pdf?contentdisposition=inline

ifm. (2023(d)). *Ethernet switches for factory automation and mobile machines*. Hämtat från ifm electronics: https://www.ifm.com/fi/en/category/240_020_010_050#/best/1/100

ifm. (2023(e)). *ifm at a glance*. Hämtat från ifm electronic: <https://www.ifm.com/fi/en/shared/company/ifm-at-a-glance/about-us>

ifm. (2023(f)). *PROFINET-Switch AL3100*. Hämtat från ifm electronics: https://media.ifm.com/CIP/mediadelivery/asset/be83bf39fd9f5646b148856a9270ae51/11392991_01_GB.pdf?contentdisposition=inline

ifm. (2023(g)). *RV3100*. Hämtat från ifm: <https://www.ifm.com/fi/en/product/RV3100?tab=documents>

IO-Link. (2023(h)). *What is IO-Link?* Hämtat från IO-Link: https://io-link.com/en/Technology/what_is_IO-Link.php?thisID=76

IO-Link Community. (2018). *IO-Link System Description – Technology and Application*. Hämtat från io-link.com: https://io-link.com/share/Downloads/At-a-glance/IO-Link_System_Description_eng_2018.pdf

Iten, R. (2016). *IO-Link field device protocol architecture*. Hämtat från International Society of Automation : <https://www.isa.org/intech-home/2016/may-june/features/io-link-field-device-protocol-architecture>

- Maxim Integrated. (2020). *io-link-handbook*. Hämtat från maximintegrated:
<https://www.maximintegrated.com/content/dam/files/design/technical-documents/handbooks/io-link-handbook.pdf>
- Norgren. (2019). *What is Pneumatics?* Hämtat från Norgren:
<https://www.norgren.com/en/support/blog/what-is-pneumatics>
- Siemens. (2023(a)). Hämtat från Siemens:
<https://www.siemens.com/global/en/company/about.html>
- Siemens. (2023(b)). *SIMATIC ET 200SP Manual Collection*. Hämtat från Siemens industry online support:
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/84133942/simatic-et-200sp-manual-collection?dti=0&lc=en-US>
- Solving. (2021). *Pneumatikutbildning för planerare*.
- Solving. (2023(a)). *Luftkuddetruckar*. Hämtat från Solving:
<https://www.solving.com/sv/produkter/luftkuddetruckar/>
- Solving. (2023(b)). *Om luftkuddar & luftkuddeteknik*. Hämtat från Solving:
<https://www.solving.com/sv/produkter/flyttssystem/air-casters/>