

# Utvärdering av PLC-miljö

Siemens vs. Beckhoff

Matias Lundström

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vaasa 2024

## EXAMENSARBETE

Författare: Matias Lundström  
Utbildning och ort: El- och automation, Vaasa  
Inriktning: Automationsteknik  
Handledare: Joachim Böling

Titel: Utvärdering av PLC-miljö

---

Datum: 21.5.2024 Sidantal: 42

---

### Abstrakt

Examensarbetet kommer att jämföra två PLC-tillverkare och deras egen miljö för att skapa logik. Tillverkarna i fråga är Siemens och Beckhoff, Med tyngdpunkt på Beckhoff.

Vilpe Oy använder sig av Siemens logik för att färdigställa ett antal produkter. Logiken har fungerat bra och kommer inte att bytas ut. Men finns det andra alternativ, som säkerställer redundans och/eller är mer ekonomiska att använda?

I arbetet undersöks hur ett enkelt TwinCat3 projekt kan utföras samt simuleras.

I arbetet kommer även tillverkarnas prisbild att jämföras till exempel licensering av programvara, pris på hårdvara samt periodvisa kostnader.

Resultatet av prisjämförelsen är inte till fördel för någondera tillverkaren. Mindre projekt med en årlig frekvens över 2 är Siemens förmånligare medan Beckhoff kan vara förmånligare med projekt som är större dvs. fler I/O:n än de som tillhandahålls på en standard s7-1200 CPU av Siemens.

---

Språk: svenska

Nyckelord: PLC, Siemens, Beckhoff

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Matias Lundström  
Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka  
Ohjaaja(t): Joachim Böling

Nimike: Evaluaatio PLC ympäristöistä

---

Päivämäärä: 21.5.2024 Sivumäärä:42

---

### Tiivistelmä

Opinnäytetyö vertailee kahta PLC-valmistajaa ja niiden omia ympäristöjä logiikan luomiseksi. Kyseiset valmistajat ovat Siemens ja Beckhoff, keskittyen erityisesti Beckhoffiin.

Vilpe Oy käyttää Siemensin logiikkaa useiden tuotteiden viimeistelyssä. Logiikka on toiminut hyvin eikä sitä vaihdeta. Mutta onko muita vaihtoehtoja, jotka varmistavat redundanssin ja/tai ovat taloudellisempia käyttää?

Työssä tutkitaan, kuinka yksinkertainen TwinCat3-projekti voidaan toteuttaa ja simuloida.

Työssä verrataan myös valmistajien hinnoittelua, kuten ohjelmistolisenssien hintoja, laitteiston hintoja ja kausittaisia kustannuksia.

Hintavertailun tulos ei ole kenenkään valmistajan eduksi. Pienemmissä projekteissa, joita tehdään yli kaksi vuodessa, Siemens on edullisempi, kun taas Beckhoff voi olla edullisempi suuremmissa projekteissa, joissa tarvitaan enemmän I/O:ita kuin mitä Siemensin standardi S7-1200 CPU tarjoaa.

---

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: PLC, Siemens, Beckhoff

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Matias Lundström  
Degree Programme: Electricity and automation technology  
Specialisation: Automation  
Supervisor(s): Joachim Böling

Title: Evaluation of PLC environments

---

Date: 21.5.2024 Number of pages: 42

---

### **Abstract**

The thesis will compare two PLC manufacturers and their respective environments for creating logic. The manufacturers in question are Siemens and Beckhoff, with a focus on Beckhoff.

Vilpe Oy uses Siemens logic to finalize several products. The logic has been working well and will not be replaced. However, are there other alternatives that ensure redundancy and/or are more economical to use?

The thesis will investigate how a simple TwinCat3 project can be executed and simulated.

Additionally, the thesis will compare the pricing of manufacturers, such as software licensing, hardware prices, and periodic costs.

The result of the price comparison is not favorable for either manufacturer. For smaller projects with an annual frequency of more than two, Siemens is more cost-effective, whereas Beckhoff may be more advantageous for larger projects that require more I/O:s than those provided by Siemens standard S7-1200 CPU.

---

Language: Swedish

Key words: PLC, Siemens, Beckhoff

## Innehållsförteckning

1	Examensarbete.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Projekt.....	1
2	PLC .....	2
2.1	IEC 61131-3.....	2
2.2	Ingångar och Utgångar .....	3
2.2.1	Ingång .....	3
2.2.2	Utgångar.....	4
2.2.3	Fältbuss .....	5
3	Siemens .....	6
4	Beckhoff .....	7
4.1	PLC:n.....	8
4.2	Twincat .....	9
4.3	I/O moduler .....	10
5	Program .....	12
5.1	Skapa projekt.....	12
5.2	Enkelt program.....	16
5.3	Simulera program.....	18
5.4	Funktionsblock.....	22
5.5	Länka variabler.....	29
6	Prisbild .....	38
7	Resultat .....	40
8	Diskussion .....	40
9	Källförteckning.....	41
10	Figurförteckning .....	41

## Ordlista

TIA	Totally Integrated Automation
POU	Program organization unit, programorganisationenhet
IoT	Internet of things, Sakernas internet
XAE	eXtended Automation Engineering
XAR	eXtended Automation Runtime
ADS	Automation device specification, Kommunikationsprotokoll
PLC	Programmerbart styrsystem
HMI	Användargränssnitt
I/O	Inmatning och utmatning

FB

Funktions Block

FC

Funktion

# 1 Examensarbete

Examensarbetet utförs åt företaget Vilpe Oy som är baserat i Korsholm. Företaget tillverkar bla. isolerings infästningar och takgenomföringar. Till stor del framställs produkterna med formsprutning. Delmoment i produktionen utförs av automatiserade maskiner. Dessa maskiner tillverkas i viss mån av företaget själva, och använder sig av Siemens logik för styrning.

Tillgång och ökade priser kan vara utmanande för företag. Varpå det är gynnsamt att skapa redundans av alternativa och beprövande hård- och mjukvaroleverantörer.

## 1.1 Bakgrund

Under och efter den globala pandemin förekom leveransproblem som orsakades av komponentbrist. Detta påverkar tillgång och pris på automationskomponenter. Vilpe Oy använder sig av Siemens styrsystem för maskiner som de framtagit i egen regi för hopsättning och tillverkning av produkter. Maskiner som används dagligen i flerskiftesarbete kommer i något skede att kräva reparation och underhåll.

Eftersom det kan vara gynnsamt att inte enbart förlita sig på en leverantör av logik samt andra komponenter, utreds i examensarbetet användning av Beckhoffs logik samt deras programmeringsmiljö. Genom detta kunde Vilpe använda arbetet som grund för framtida projekt.

## 1.2 Projekt

Beckhoffs logik samt programmeringsmiljö (TwinCat3) kommer att användas. För- och nackdelar som beskrivs är skribentens personliga uppfattning. Någon egentlig jämförelse av programmen görs inte inom ramen för detta projekt.

Grundläggande saker, så som hur ett projekt kan byggas upp, hantering av I/O:n och programmeringsspråket structured text (ST) behandlas.

## 2 PLC

En PLC (Programmable Logic Controller) är en digital dator som används för att automatisera industriella processer och styra maskiner och produktionsanläggningar. Dess huvuduppgift är att övervaka indata från sensorer, fatta beslut baserat på förprogrammerad logik och sedan styra utdata till aktuatorer och andra enheter för att utföra önskade uppgifter och processer.

PLC:er är designade för att hantera realtidsbearbetning, vilket innebär att de kan reagera och svara på händelser och förändringar i processen med minimal fördröjning. Detta är kritiskt för många industriella tillämpningar där snabba och exakta styrbeslut krävs.

De är även konstruerade för att vara robusta och tåliga i tuffa industriella miljöer. Samt skyddade mot elektriska störningar, vibrationer, och temperaturförändringar för att säkerställa pålitlig drift. [1]

### 2.1 IEC 61131–3

IEC 61131–3 är en internationell standard som specificerar en öppen standard för programmering av industriautomationssystem. Den är utvecklad av International Electrotechnical Commission (IEC) och är avsedd att ge en enhetlig metod för att programmera och konfigurera industriella styrsystem och automationsenheter.

IEC 61131–3 definierar fem programmeringsspråk för automationsprogrammering. Dessa är:

Ladder Diagram (LD), Structured Text (ST), Function Block Diagram (FBD), Instruction List (IL), Sequential Function Chart (SFC)

IEC 61131–3 används i olika industrier, inklusive tillverkningssektorn och processindustrin, för att skapa enhetliga och standardiserade automationslösningar. Standarden har bidragit till att förenkla programutvecklingen och underhållet av industriella styrsystem och har blivit en viktig riktlinje för automationsingenjörer och systemintegratörer världen över. [2]

## **2.2 Ingångar och Utgångar**

PLC tar emot inmatning från olika sensorer och givare som mäter fysikaliska parametrar såsom temperatur, tryck, flöde, närvaro av objekt, etcetera. Dessa inmatningar används som information för PLC:n att fatta beslut.

När PLC:n har tagit sina beslut genererar den utdata till aktuatorer och andra enheter. Det kan vara ställdon, motorer, ventiler eller andra komponenter som är ansvariga för att utföra de fysiska ändringarna i processen.

### **2.2.1 Ingång**

Indata genereras generellt från olika sensorer och givare för att övervaka och styra olika aspekter av en industriell process. Här är några vanliga typer av indata som PLC:er kan ta emot:

#### **Digitala ingångar**

Digitala inmatningar representerar binära signaler, där tillstånden är antingen höga (1) eller låga (0). Det kan vara signaler från brytare, knappar, sensorer för närvaro/avsaknad, eller andra digitala enheter.

#### **Analoga ingångar**

Analog inmatning representerar kontinuerliga värden, vanligtvis i form av spänning eller ström, och används för att mäta parametrar som temperatur, tryck, flöde och andra analoga processvariabler. Dessa signaler omvandlas till digitala värden för bearbetning av PLC: n.

#### **Pulserande**

Pulserande eller räkningsinmatningar används för att mäta antalet händelser eller pulser, som kan vara kopplade till varvtal, längd, eller någon annan typ av räkning. Det används ofta för att övervaka och styra processer där exakt position eller räkning är viktig.

## **Användarinteraktion**

PLC:er kan också ta emot inmatning från användare, vanligtvis via mänskliga gränssnittsenheter som pekskärmar, knappsatser eller andra interaktiva enheter. Detta möjliggör manuell styrning och övervakning av processen.

### **2.2.2 Utgångar**

PLC:n genererar utmatning för att styra olika aktuatorer och enheter inom en industriell process. De vanliga typerna av utmatningar från en PLC:

#### **Digitala Utgångar**

Digitala utmatningar är binära signaler som kan vara antingen höga (1) eller låga (0). Dessa används för att styra olika digitala enheter såsom reläer, brytare, magnetventiler och andra enheter som har två tillstånd.

#### **Analog Utgångar**

Analog utmatning representerar kontinuerliga värden, ofta i form av spänning eller ström. Det används för att styra enheter som kräver en kontinuerlig justering, som motorhastighet, ventilposition och liknande. En PLC kan generera en varierande analog signal för att reglera processvariabler.

#### **Pulsutmatning**

Pulsutmatningar används för att styra enheter som kräver pulserande signaler, såsom motorer eller ställdon. Dessa utmatningar används ofta i rörelsekontrollapplikationer där precision och noggrannhet är viktiga.

#### **Frekvensomriktarstyrning**

Inom motorstyrning kan PLC:er generera frekvensstyrningssignaler för att kontrollera hastigheten på en elektrisk motor. Detta är särskilt viktigt i tillämpningar där varierande hastighet är önskvärd.

### **2.2.3 Fältbuss**

En fältbuss (Fieldbus) är en kommunikationsprotokollstandard som möjliggör informationsutbyte mellan olika enheter inom ett industriellt styrsystem. Fältbussen används för att koppla samman PLC:er, sensorer, aktuatorer och andra enheter i ett distribuerat styrsystem. Genom att använda en fältbuss kan olika enheter kommunicera och samarbeta för att effektivt övervaka och styra en industriell process.

Här är några viktiga aspekter av PLC-fältbussar:

#### **Distribuerad Kommunikation**

Fältbussar möjliggör distribuerad kommunikation mellan olika enheter inom ett industriellt nätverk. Detta eliminerar behovet av en centraliserad styrning och tillåter enheterna att utbyta information direkt med varandra.

#### **Effektiv datadelning**

Genom att använda en fältbuss kan PLC:er och andra enheter dela och överföra data effektivt. Det kan vara processvariabler, styrkommandon, felmeddelanden eller andra relevanta uppgifter för styrningen av processen.

#### **Flexibilitet och konfigurering**

Fältbussar ger flexibilitet vid konfigurering av nätverket. Enheterna kan lätt läggas till eller tas bort från nätverket utan att det påverkar resten av systemet i stor utsträckning.

#### **Flera enheter, ett nätverk**

Ett fältbussnätverk kan stödja flera enheter som PLC:er, sensorer, aktuatorer och andra styrenheter. Det möjliggör integration av olika enheter från olika tillverkare inom samma nätverk.

#### **Minskat kabelbehov**

Fältbussar minskar mängden kablar som krävs för att ansluta olika enheter, vilket leder till enklare installation och underhåll av systemet.

## **Protokollstandarder**

Det finns olika fältbussprotokoll som PROFIBUS, Modbus, DeviceNet, EtherCAT och många andra. Dessa standarder möjliggör kommunikation enligt gemensamma regler och strukturer, vilket underlättar interoperabilitet mellan enheter från olika tillverkare.

## **Realtidskommunikation**

Många fältbussprotokoll är utformade för att stödja realtidskommunikation, vilket är avgörande för industriella applikationer där snabb respons är viktig, till exempel i styrning av maskiner och processer.

## **Ökad tillförlitlighet och skalbarhet**

Fältbussar ökar systemets tillförlitlighet genom att minska risken för kommunikationsfel och möjliggör också enkel skalbarhet när det gäller att lägga till eller uppgradera systemets kapacitet.

Sammanfattningsvis möjliggör PLC-fältbussar en intelligent och distribuerad kommunikation mellan enheter inom industriella system, vilket ökar flexibiliteten, effektiviteten och tillförlitligheten i automationsprocesserna.

## **3 Siemens**

TIA Portal V16 (Totally Integrated Automation Portal) är en mjukvaruplattform från Siemens som används för konfiguration, programmering och diagnostik av Siemens automationsprodukter. TIA Portal är specifikt utformat för att stödja Siemens PLC, HMI, drivsystem och andra automationskomponenter.

TIA Portal är en integrerad utvecklingsmiljö som möjliggör konfiguration och programmering av olika Siemens-automationsenheter från samma plats. Det innebär att användare kan arbeta med PLC, HMI och andra komponenter inom samma programvara.

Plattformen stöder programmering av PLC-enheter med hjälp av standardiserade programmeringsspråk enligt IEC 61131-3-standarden. Det inkluderar språk som Ladder Diagram (LD), Structured Text (ST), Function Block Diagram (FBD), och andra.

TIA Portal gör det möjligt att skapa användargränssnitt för HMI-enheter för att övervaka och styra processer. Användare kan designa grafiska gränssnitt och skapa interaktiva visualiseringar för att övervaka och kontrollera automationssystemet.

TIA Portal erbjuder diagnostikfunktioner som underlättar felsökning och underhåll av automationsanläggningen. Dessutom kan användare använda simulering för att testa och verifiera sin programvara innan den implementeras på verklig utrustning.

Plattformen stöder konfiguration av olika Siemens-enheter och nätverk. Användare kan skapa och konfigurera nätverksstrukturer och ansluta PLC-enheter, HMI-paneler, och andra enheter i systemet.

TIA Portal strävar efter att öka produktiviteten genom att erbjuda en enhetlig användarupplevelse och genom att minimera tidskrävande arbetsflöden vid konfiguration och programmering.

I portalen inkluderas även stöd för konfiguration och programmering av Siemens drivsystem och motorer. Detta gör att användare kan integrera styrningen av maskiner och processer som involverar rörelse och hastighetsreglering.

Med senare versioner av TIA Portal har Siemens börjat utforska molnanslutningsmöjligheter och Industri 4.0-konceptet för att öka integrationen mellan automations-system och digitala plattformar. [3]

## **4 Beckhoff**

Sedan Beckhoff grundades 1980 har utvecklingen av innovativa produkter och lösningar baserade på PC-baserad kontrollteknologi varit grunden för företagets fortsatta framgång. Beckhoff identifierade många standarder inom automatiseringsteknik som idag tas för givna redan på ett tidigt stadium och framgångsrikt introducerade dem på marknaden som innovationer. Beckhoffs filosofi om PC-baserad kontroll och TwinCAT automatiseringsprogramvara, utgör milstolpar inom automatiseringsteknik och har visat sig vara kraftfulla alternativ till traditionell kontrollteknologi. EtherCAT, den realtidsbaserade Ethernet-lösningen, erbjuder en kraftfull och framtidssäkrad teknologi för en ny generation av kontrollkoncept [4]

## 4.1 PLC:n

Beckhoffs PLC:n är i grunden en vanlig dator vilket har förstärkts och förbättrats för att klara av industriell miljö. Operativsystemet är Windows baserat. Beckhoffs benämning på deras PLC:n är IPC dvs. Industrial PC.

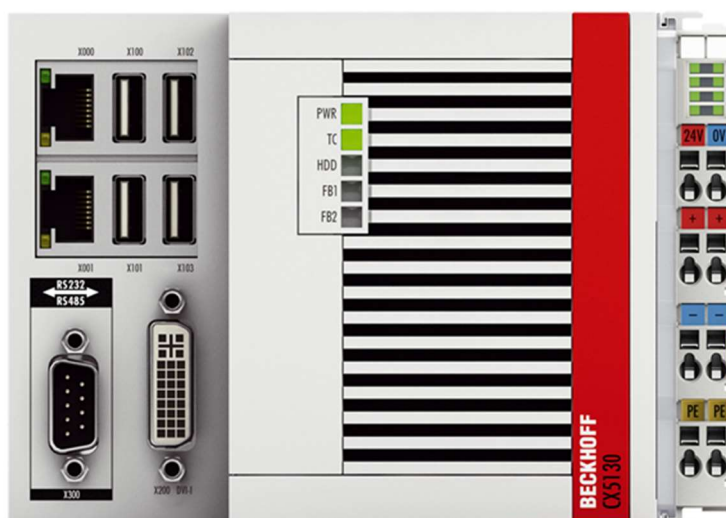
Utförande på dessa IPC:n varierar efter storlek och prestanda. De är uppdelade i två huvudgrupper, industrial PC och embedded PC.

Industrial PC finns i olika utföranden, Tex. Integrerad med en HMI kallad Multi-touch Panel PC. Figur 1



**Figur 1 Multi-touch panel PC PC37xx [5]**

Embedded serien är avsedd och utformad för montering på DIN-skena och omsluten av ett apparatskåp. Figur 2



Figur 2 Embedded PC CX5130 [5]

## 4.2 TwinCAT

Beckhoff TwinCAT är en integrerad mjukvarulösning. Programmet används för att programmera och styra PLC-enheter samt för att hantera rörelsekontroll, HMI och andra automationsuppgifter

TwinCAT erbjuder en omfattande PLC-programmeringsmiljö som stöder flera programmeringsspråk enligt IEC 61131-3-standarden. Det inkluderar Ladder Diagram (LD), Structured Text (ST), Function Block Diagram (FBD), Instruction List (IL) och Sequential Function Chart (SFC). Detta gör det möjligt för användare att välja det programmeringsspråk som bäst passar deras behov och preferenser.

Det främjar modulär och återanvändbar kod genom att möjliggöra skapandet av funktionella block, återanvändbara moduler och bibliotek. Detta underlättar utvecklingen och underhållet av automationsprogram.

Programmet möjliggör distribuerad styrning genom att tillåta flera PLC-enheter att samarbeta och kommunicera med varandra. Det gör att användare kan skapa distribuerade styrsystem där olika PLC-enheter arbetar tillsammans för att utföra komplexa uppgifter.

En viktig funktion i TwinCAT är dess förmåga att köra i realtid. Detta är särskilt viktigt för applikationer där snabba och exakta styrbeslut är avgörande, som i maskinstyrning och automatiserad produktion.

TwinCAT 3 stöder motion control funktionalitet för att hantera rörelser i automations-applikationer. Det innebär att det kan användas för att styra och övervaka rörelser hos motorer och andra aktuatorer.

Programmet möjliggör även utveckling av användargränssnitt och visualisering för övervakning och interaktion med systemet. Det kan användas för att skapa HMI-applikationer som gör det möjligt för operatörer att övervaka och styra processerna.

Beckhoff har implementerat funktioner för att integrera TwinCAT med internet of things (IoT), vilket möjliggör anslutning och kommunikation med andra IoT-enheter och molnbaserade tjänster.

Kortfattat är TwinCAT en kraftfull och flexibel mjukvarulösning som används inom industriell automation för att programmera, övervaka och styra olika automationsenheter. Den lämpar sig för olika branscher och tillämpningar, från tillverkning och processindustri till maskinstyrning och andra automatiserade system.

För hjälp med twincat och dess produkter, inkluderat TwinCat3 finns att tillgå på deras infosida. [6]

### **4.3 I/O moduler**

Beckhoff tillhandahåller moduler för kommunikation med de flesta fältbussar samt givare och aktuatorer. [3]

Av dessa är några etherCAT Terminal, etherCAT Box, bus Terminals, Fieldbus Box och IO-link.

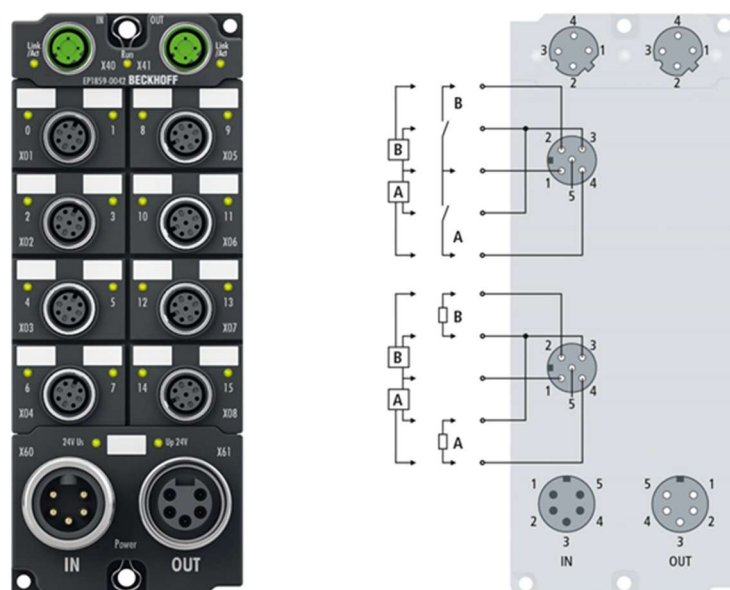
EtherCAT terminal är avsedd för montering på DIN-skene i samband med embedded IPC:n och sammansluts med en integrerad EtherCat bus på baksidan av IPC:n samt I/O kortet, Figur 3.



Figur 3 CX5100 med EtherCat terminaler [5]

EtherCat Box kan monteras i närheten av eller på objektet som skall instrumenteras. Detta för att minska på kabellängder eller brist på utrymme i de redan existerande kontrollskåpen.

EtherCat Box har direkt etherCat anslutning och samlar in eller producerar data på sedvanligt sätt så som digitala, analoga eller pulser och konverterar det till buskommunikation eller vice versa. Figur 4



Figur 4 EtherCat Box, 8DI+8DO [5]

## 5 Program

Ett program är en serie instruktioner som används för att styra och övervaka en PLC. programmet styr olika maskiner och processer genom att tolka indata från sensorer och användarinteraktioner och sedan fatta beslut baserat på förprogrammerade logik och villkor.

Beckhoff tillhandahåller Twincat 3 gratis och går enkelt att ladda ner från deras hemsida.

Programmet består av XAE och XAR.

XAE är mjukvaran som används för att skriva och skapa PLC logiken.

XAR är runtime mjukvara för att simulera och testa PLC programmet för att underlätta felsökning och bekräfta att programmen har potential att fungera. [7]

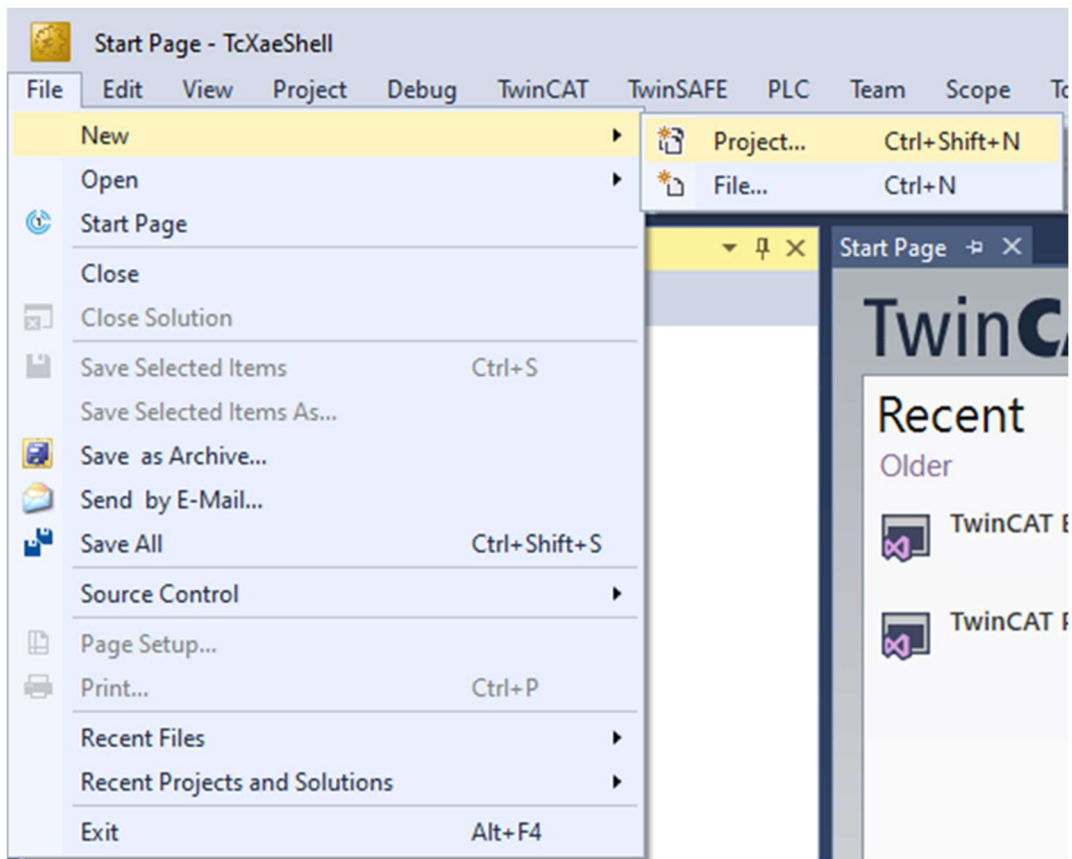
### 5.1 Skapa projekt

För att skapa ett projekt, öppna TwinCat 3 utvecklingsmiljön. Detta kan göras med att högerklicka på twinCat symbolen i aktivitetsfältet. Se Figur 5.



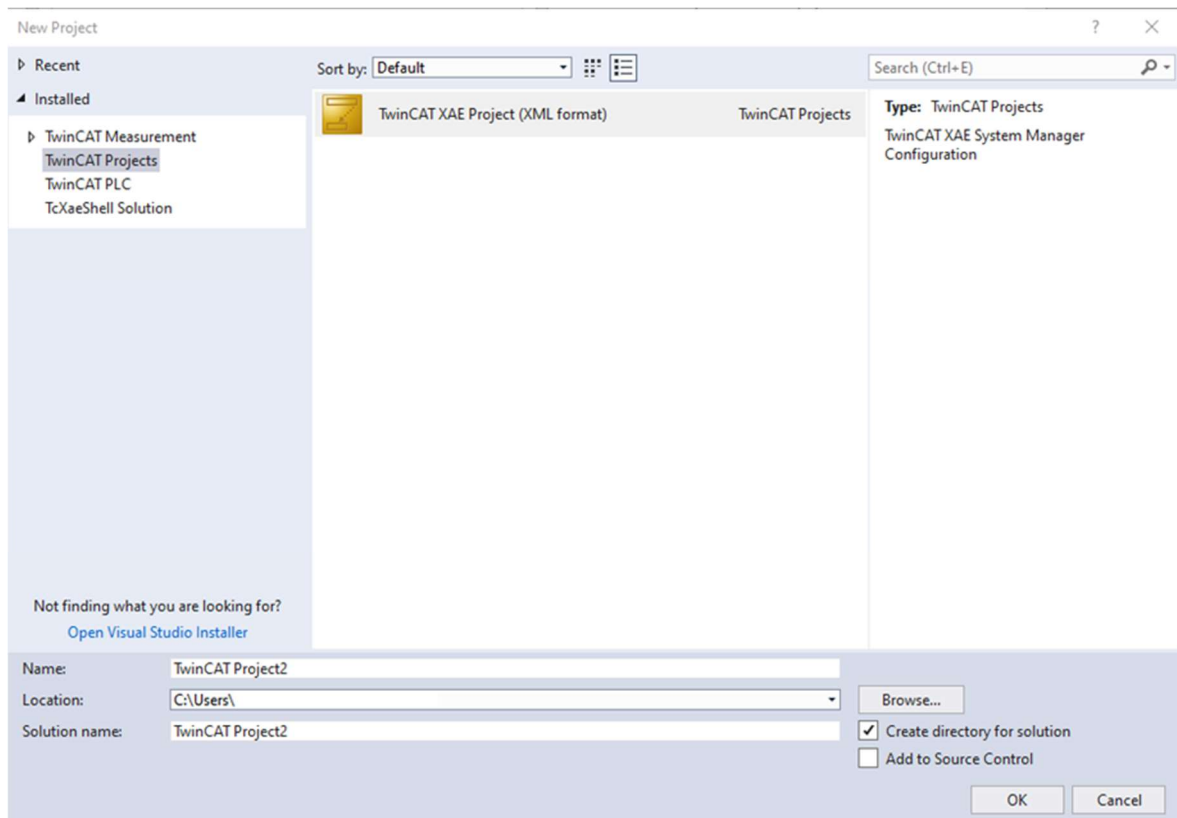
Figur 5 Öppna XAE [8]

När väl programmet öppnat välj File → New → Project. Se Figur 6.



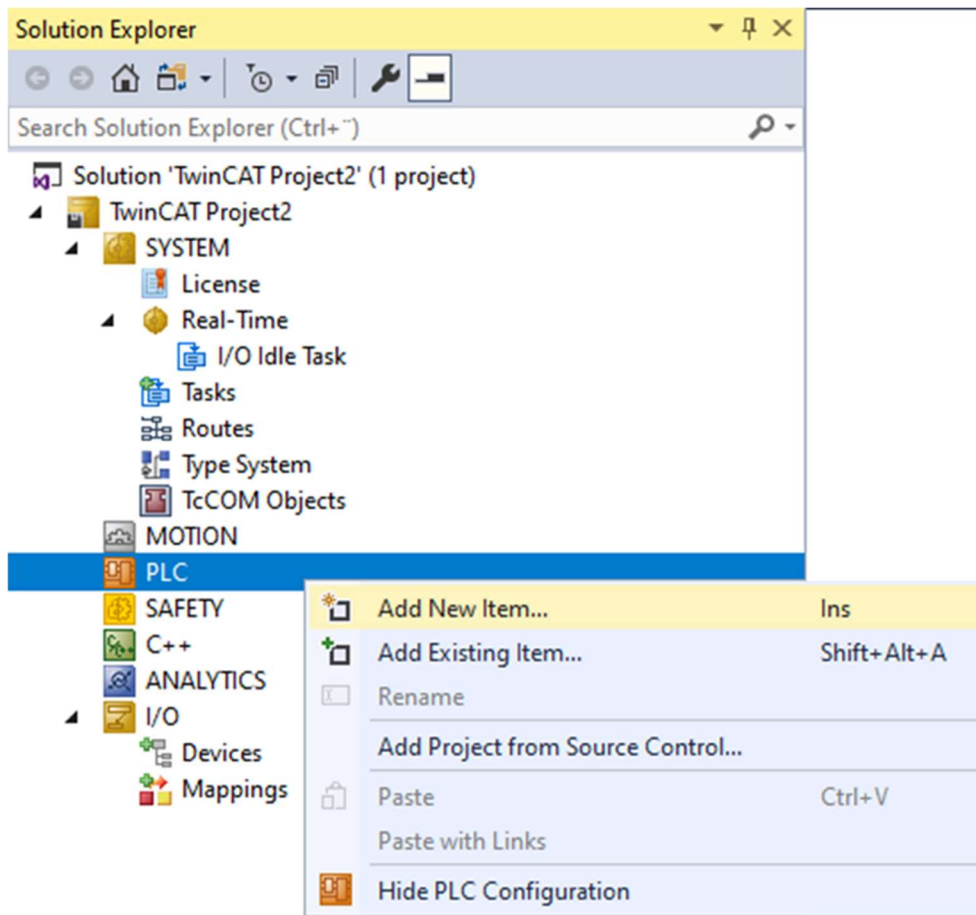
Figur 6 Skapa nytt projekt [8]

Välj enligt Figur 7



**Figur 7 Standard PLC projekt [8]**

Efter TwinCat XAE Project (XML format) är vald högerklicka på PLC texten i solution explorer balken och lägg till New project. Se Figur 8



Figur 8 PLC new item [8]

I det här skedet väljs det om det skall användas ett standardprojekt eller ett tomt projekt.

Det finns att välja mellan Standard projekt som innehåller en standardmappstruktur, TwinCat standardbibliotek, ett MAIN program samt en task (PlcTask) som kallar på projektets MAIN program eller ett tomt projekt.

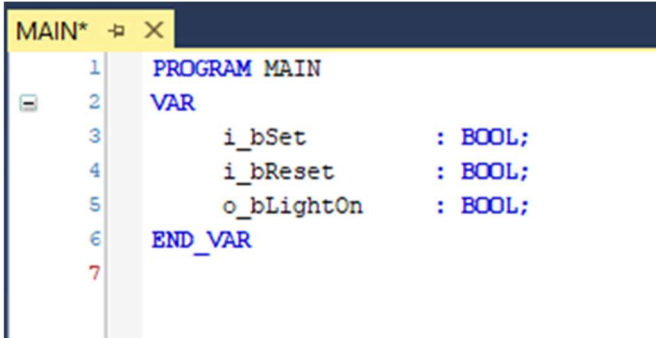
I detta examensarbete väljs det första alternativet, Standard project.

PLC-programmering utförs vanligtvis genom att dela funktionaliteten i logiska programenheter. Standarden IEC 61131-3 definierar tre olika typer av programenheter (POU): program (Program), funktionsblock (Function Block) och funktioner (Function), som programmeraren kan använda enligt lämplighet för varje del av sitt program. När man skapar ett nytt PLC-projekt läggs automatiskt en programtyp av POU till under TwinCAT 3-projektet med namnet MAIN, där PLC-programmering kan börja.

## 5.2 Enkelt program

Nästa steg är att implementera ett enkelt PLC-program enligt IEC 61131–3-standard: ST (Structured Text). Programmet ska implementera funktionen för en RS-vippa. Den här typen av grundläggande funktioner finns vanligtvis också som färdiga funktionsblock. TwinCAT 3 innehåller en färdig RS-vippa i biblioteket Tc2\_Standard.

Öppna programmet MAIN och lägg till variablerna `i_bSet`, `i_bReset` och `o_bLightOn`. Se Figur 9 **Fel! Hittar inte referenskälla.**

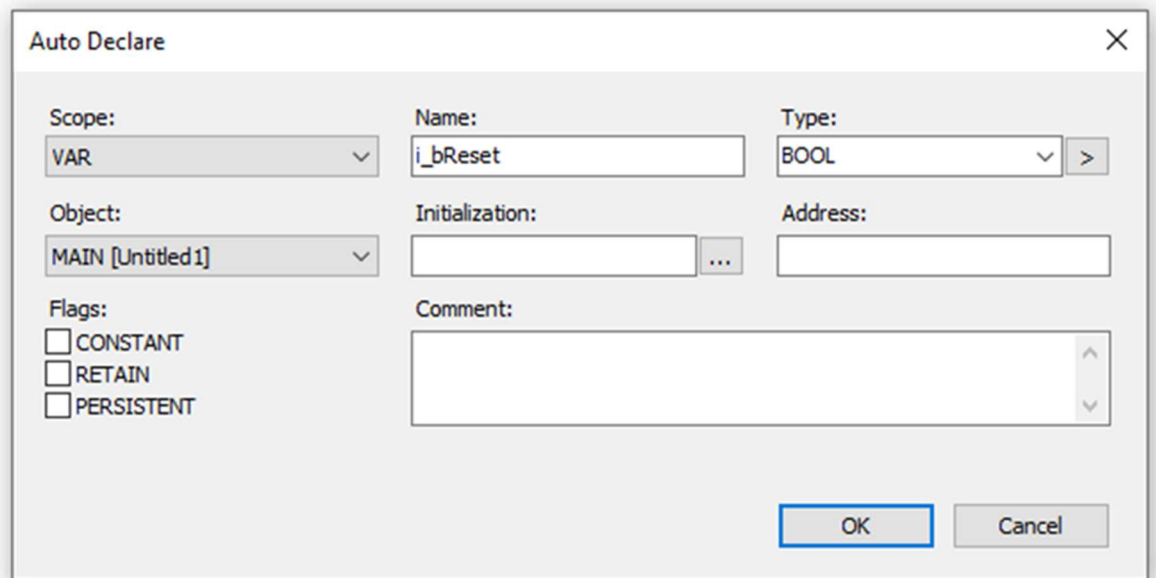


```
1 PROGRAM MAIN
2 VAR
3     i_bSet      : BOOL;
4     i_bReset    : BOOL;
5     o_bLightOn  : BOOL;
6 END_VAR
7
```

Figur 9 MAIN var [8]

Variabler bör alltid namnges logiskt och förståeligt. Vi namnger i detta exempel en Boolean-typ av inmatningsvariabel med syntaxen `i_bSet: BOOL;` och en utmatningsvariabel `o_bLightOn: BOOL;`

Man kan definiera variablerna som man använder i programmet direkt mellan raderna VAR och END\_VAR i variabellistan. På detta sätt är variablerna redo att användas lokalt i denna specifika programenhet. Alternativt kan man börja skriva programkoden direkt, där man använder de variabelnamn som önskas. Vid radbrytningen upptäcker TwinCAT 3 odefinierade variabler och öppnar en s.k. Auto Declare-dialog. I dialogen kan man ange nödvändig information om variabeln och datatypen, varpå variabeln automatiskt läggs till i variabellistan. Man kan också komma åt Auto Declare-dialogen genom att högerklicka inuti ST-editorn och välja Auto Declare. Se Figur 10.



**Figur 10 Auto declare [8]**

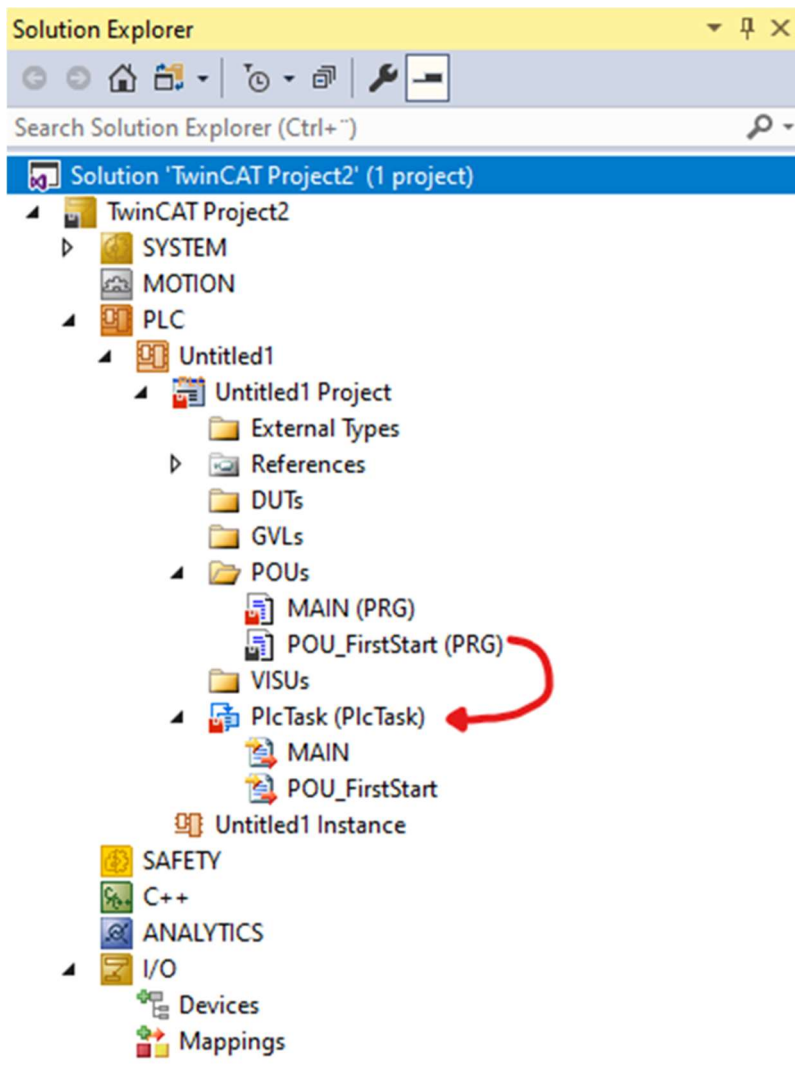
Om `i_bReset` är falsk (`NOT i_bReset`), och

Antingen är `o_bLightOn` redan sant eller `i_bSet` är sant.

På enklare sätt, `o_bLightOn` är satt till sant om inte `i_bReset` är sant och varken `o_bLightOn` eller `i_bSet` är sanna.

Detta logiska uttryck beskriver en situation där en lampa förblir tänd såvida inte ett återställningsvillkor är aktiv (`i_bReset` är sant) och varken lampan själv (`o_bLightOn`) eller en setsignal (`i_bSet`) är aktiv, Figur 11.

```
MAIN*  ▸ ×
1  PROGRAM MAIN                                // Program namn
2  VAR                                          // Variabler
3      i_bSet      : BOOL;
4      i_bReset    : BOOL;
5      o_bLightOn  : BOOL;
6  END_VAR
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
2636
2637
2638
2639
2640
2641
2642
2643
2644
2645
2646
2647
2648
2649
2650
2651
2652
2653
2654
2655
2656
2657
2658
2659
2660
2661
2662
2663
2664
2665
2666
2667
2668
2669
2670
2671
2672
2673
2674
2675
267
```



Figur 12 Flytta RPG [8]

Eller så används programmet genom att anropa det från ett annat program med syntaxen: Programmets\_namn();. Se Figur 13.

```

1 // Dethär programmet funger som funktionsblocker 'RS'
2
3 o_bLightOn := NOT i_bReset AND (o_bLightOn OR i_bSet);
4
5 //anropa program FirstStart
6
7 POU_FirstStart();
8
9

```

Figur 13 Anropa Program [8]

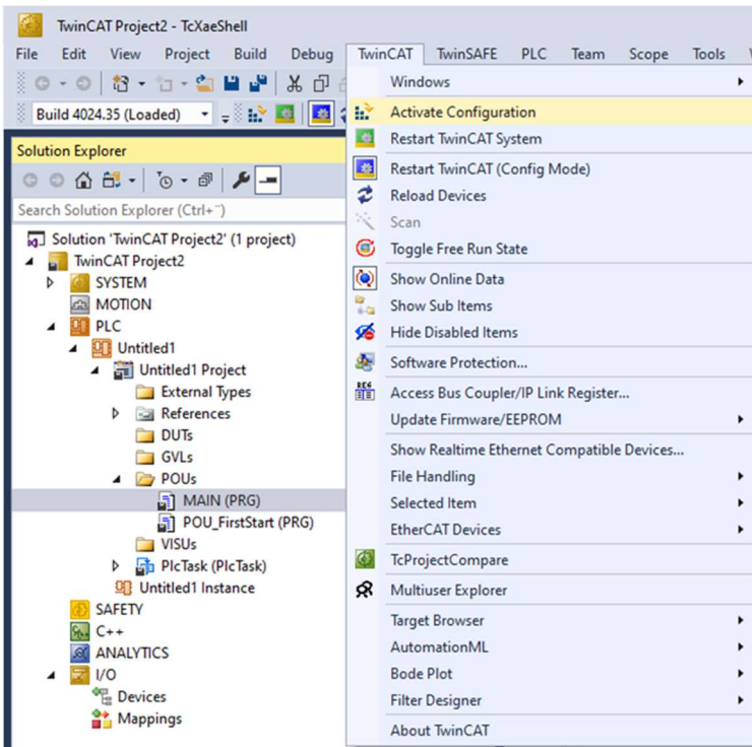
Om ändringar görs i projektets systeminställningar eller om inställningarna för I/O-konfigurationen ändras, måste den ändrade konfigurationen aktiveras för att den ska träda i kraft. För detta ändamål används Activate Configuration-funktionen. Det är viktigt att notera att Activate Configuration stoppar TwinCAT-systemet (samtidigt stannar körningen av PLC-programmet och uppdateringen av I/O), applicerar den nya konfigurationen, laddar det kompilerade PLC-programmet och startar om TwinCAT-systemet till Run-läget.

Efter en ändring av PLC-programmet behöver konfigurationen inte aktiveras igen. Om ändringar har gjorts endast med ST-editorn och det redigerade programmet laddas till PLC:n, räcker det med att använda funktionen: Login -> Login with online change. I detta sammanhang laddas endast de modifierade delarna av PLC-programmet.

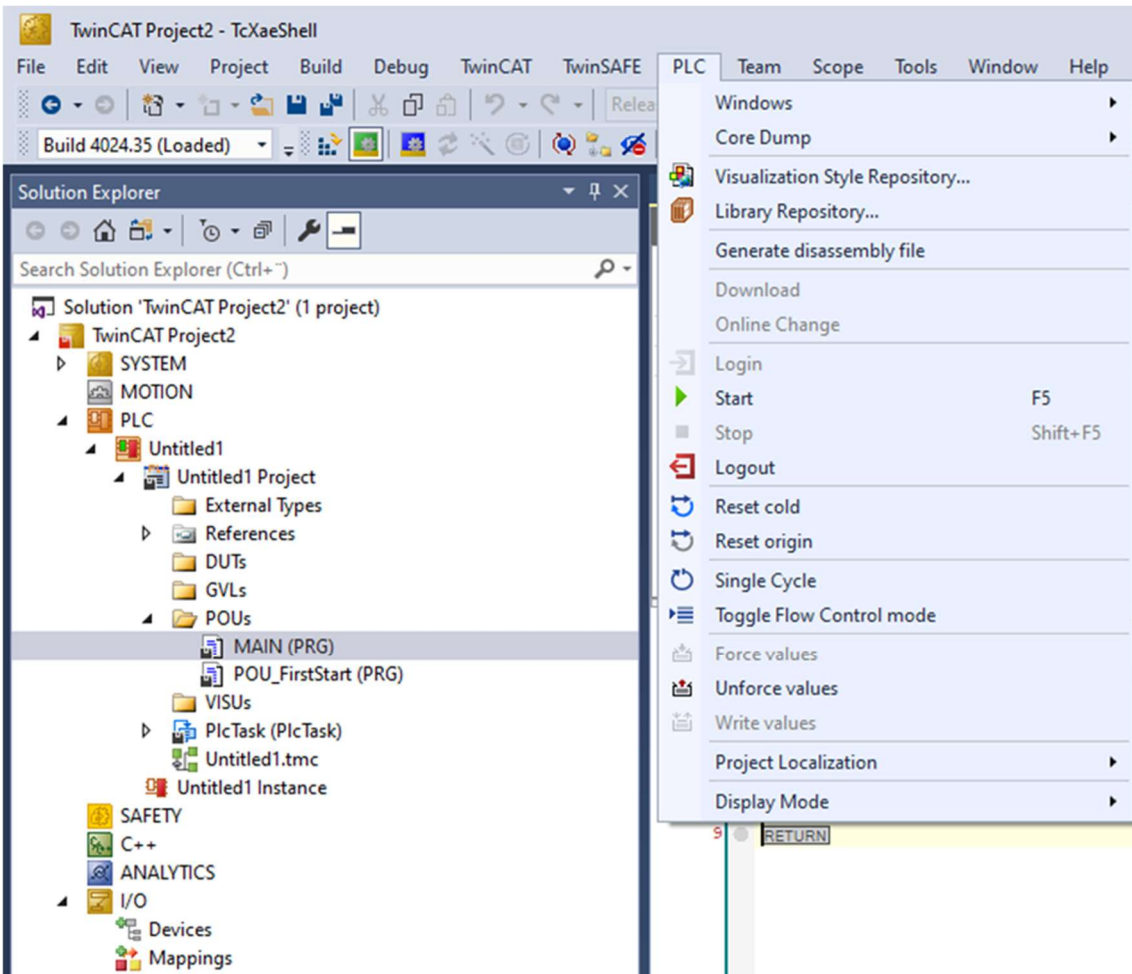
För att kunna simulera det skapade programmet krävs att konfigurationen aktiveras första gången.

Build Solution-funktionen kontrollerar och kompilerar PLC-programmet. Projektet visar eventuella programfel i Error Listan. Genom att dubbelklicka på ett fel i Error Lista kommer du till den delen av programmet där felet finns.

Välj TWINCAT från menyn -> Aktivera konfiguration, eller använd alternativt symbolen längst upp till vänster för att aktivera konfigurationen. Därefter kan du logga in på PLC med funktionen Login. Om PLC-programmet inte har laddats tidigare meddelar TwinCAT detta och ber om bekräftelse. Se Figur 14 och Figur 15.



Figur 14 Activate configuration [8]



Figur 15 Login samt Start [8]

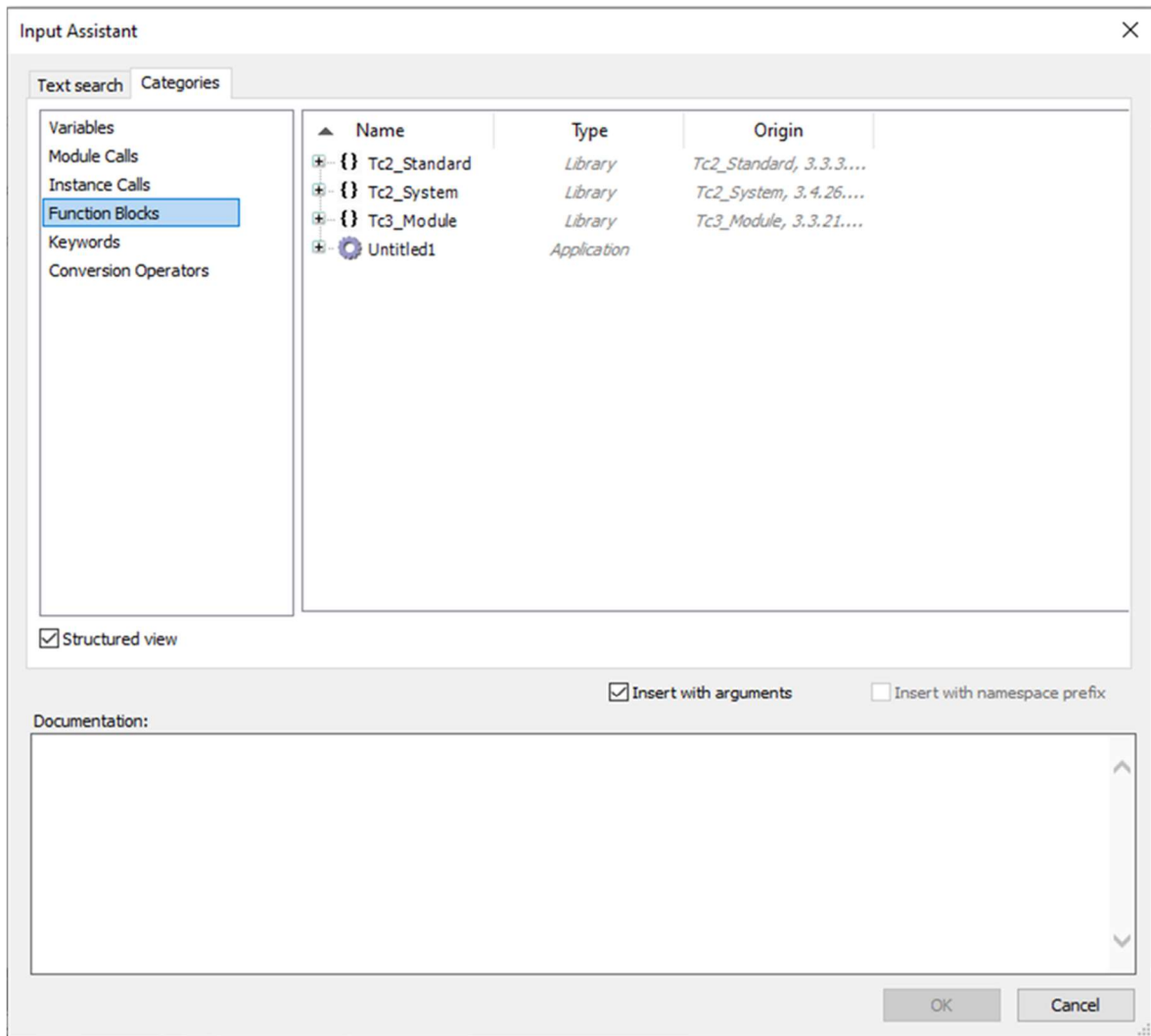
För att starta körningen av PLC-programmet kan du antingen klicka på ikonen Start i TwinCAT-verktygsfältet eller trycka på knappen F5. Man kan övervaka utförandet av den skapade programenheten genom att öppna den i projekträdet i Solution Explorer. Online-vyn bör se ungefär ut som Figur 16. I Online-vyn kan du om det behövs ändra värdena för programvariabler genom att ange det önskade värdet i fältet Prepared Value bredvid variabeln och sedan antingen klicka på ikonen Write Values i verktygsfältet eller använda genvägskommandot Ctrl + F7.



Figur 16 Online vy [8]

## 5.4 Funktionsblock

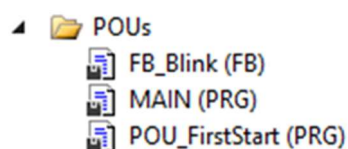
Ett funktionsblock, eller FB, är en programenhet som används för att smidigt implementera återkommande funktioner. Man kan antingen skapa sina egna funktionsblock eller använda färdiga funktionsblock från TwinCAT-biblioteken. Från ett funktionsblock kan flera instanser skapas, var och en med sina egna minnesområden. När en funktionsblockinstans anropas ändras endast värdena för den specifikt anropade instansen. Exempel på färdiga funktionsblock inkluderar TOF, TON och RS. Man kan enkelt hitta färdiga funktionsblock genom att använda hjälpfunktionen Input Assistant → Funktionblock. Använd F2 för att öppna input assistant, Figur 17.



Figur 17 Input assistant [8]

En ny programenhet, POU, skapas där typen väljs som Funktionsblock och programmeringsspråket väljs som FBD. Högerklicka på POU-mappen i Solution Explorer-projektträdet och välj Lägg till → POU. Det är alltid bra att namnge programenheten logiskt baserat på dess funktionalitet. I det här exemplet gers det skapade funktionsblock namnet FB\_Blink, Figur 18.

Figur 18 FB\_Blink [8]



Figur 19 POUs [8]

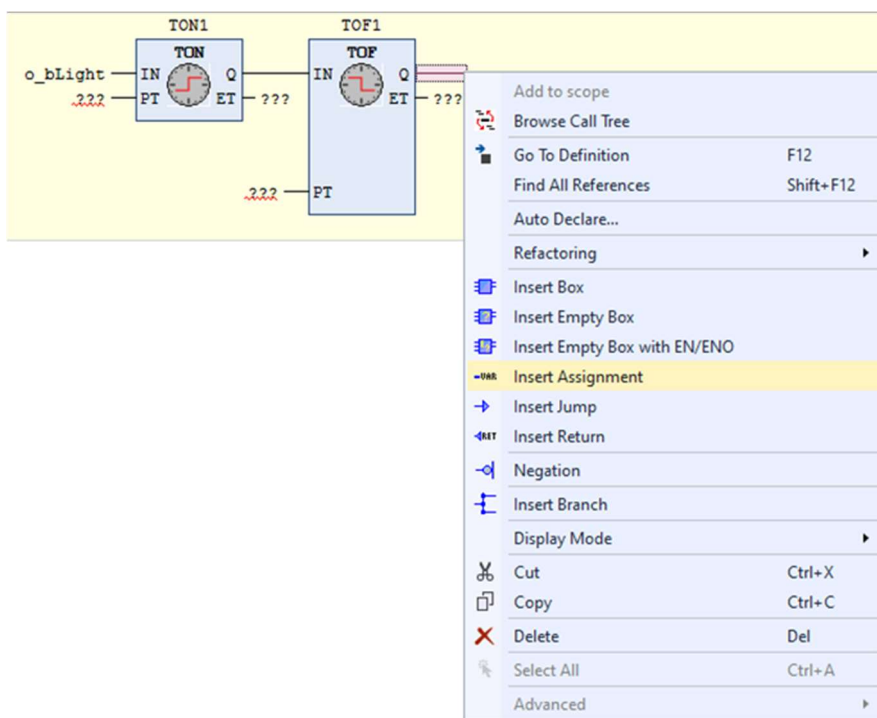
Syftet med det skapade funktionsblock är att blinka ljus med hjälp av On-delay (TON) och Off-delay (TOF) timers.

När det skapade programenhet öppnas i FBD-redigeraren finns det redan ett nätverk eller kretsslinga där programobjekt kan läggas till. Lägg till en On-delay timer, TON, i nätverket genom att högerklicka i menyn och välja Insert box, vilket öppnar Input assistant. I assistenten hittas kategorin Funktionsblock, där kan man bläddra bland projektobjekten i

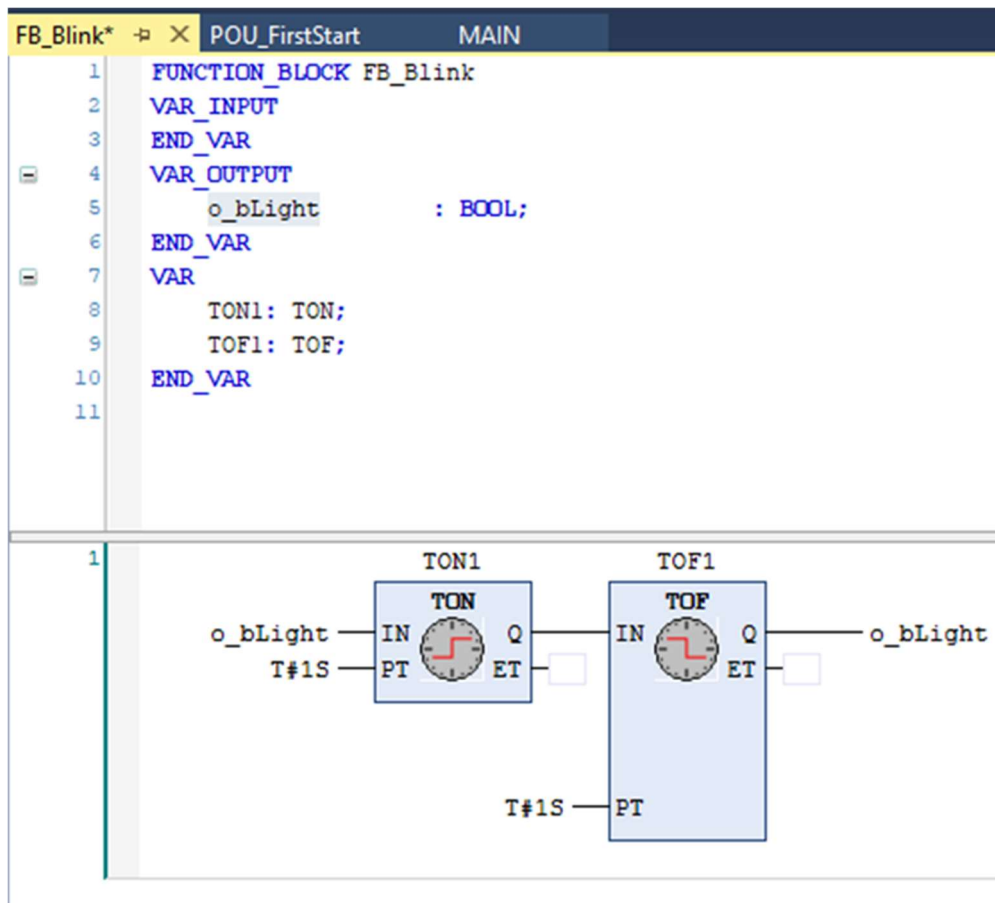
funktionsblocksformat. Man hittar den nödvändiga timern i mappen Tc2\_Standard → Timer → TON.

Där läggs också till en Off-delay timer, TOF, efter TON-timern med samma metod som tidigare. När man lägger till objekt i samma nätverk placeras de automatiskt efter det föregående objektet. Därmed fungerar ingången till TOF-timern som utgång från TON-timern. Frågetecken bör tas bort från oanvända ingångar och utgångar.

För att deklarerar en variabel till Q utgången från TOF timern, högerklicka på den och sätt in "Insert assignment". Se Figur 20. Varefter det går att deklarerar en variabel åt utgången.



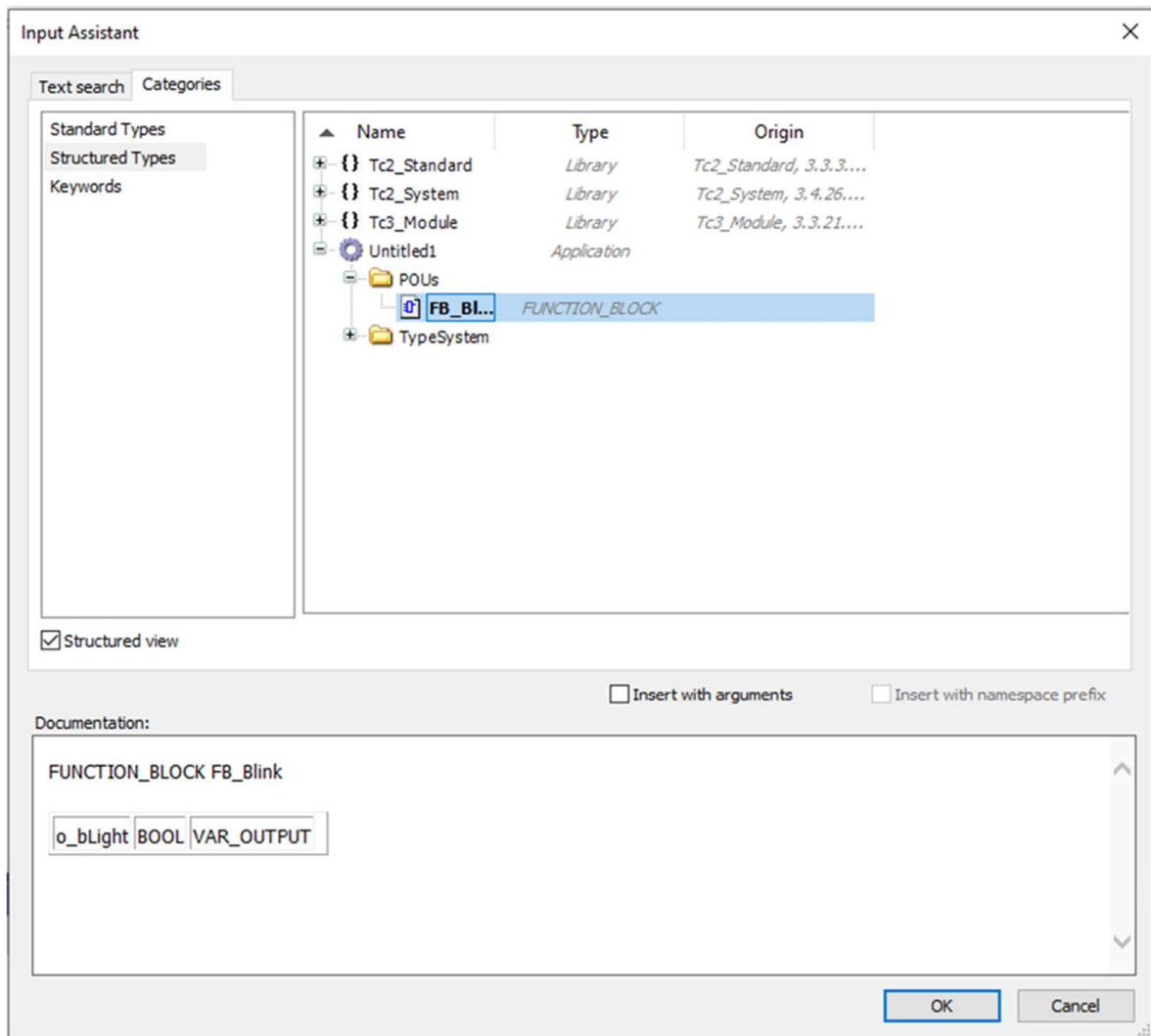
Figur 20 Insert assignment [8]



Figur 21 Declared [8]

Tidvariablerna på TON och TOF funktionerna kan deklareras i sekunder eller millisekunder → T#1S eller T#1000MS

Programenheten är inte automatiskt inkluderad i PLC-programmets utförande utan kräver att det kallas någonstans ifrån. Det kan läggas till i huvudprogrammet (MAIN). Det kan göras exempelvis via Input Assistant, Figur 22.



**Figur 22 FB call [8]**

Det måste alltid skapas en s.k. instans av funktionsblocket som sedan kan anropas i programmet. Vid behov kan flera instanser skapas. När en instans kallas ändras endast dess värden. Instansen av funktionsblocket har här fått namnet fb\_Blink, men namngivning kan göras fritt med hänsyn till allmänna namngivningsregler, Figur 23.

```

MAIN*  POU_FirstStart  FB_Blink*
1  PROGRAM MAIN          // Program namn
2  VAR                  // Variabler
3      fb_Blink          : FB_Blink;    // instans av funktionsblocket FB_Blink
4      i_bSet            : BOOL;
5      i_bReset          : BOOL;
6      o_bLightOn        : BOOL;
7  END_VAR
8  // Här definieras variabler

```

Figur 23 FB instance [8]

```

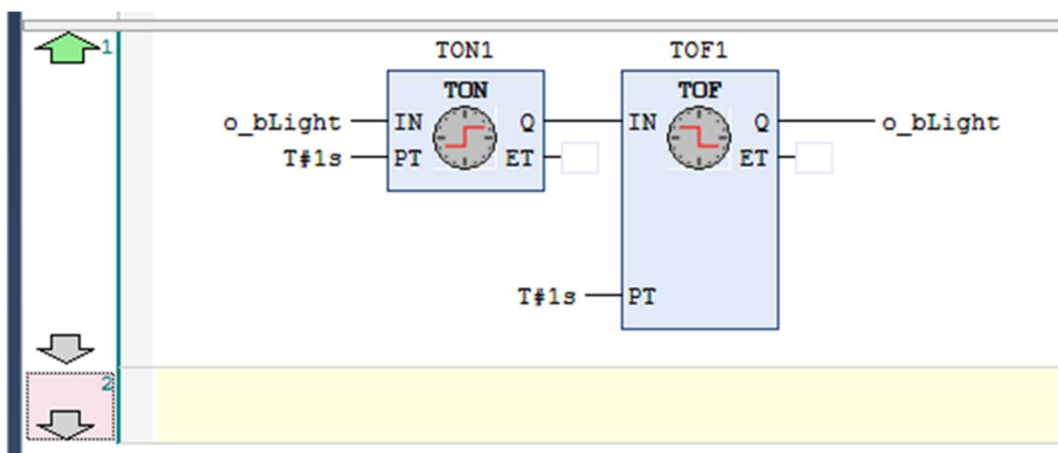
9  IF i_bStart THEN
10     fb_Blink(o_bLight=> o_blightOn);
11 END_IF
12

```

Figur 24 IF\_THEN [8]

Utmatningsvariabeln o\_bLight för funktionsblocket fb\_Blink fungerar som en utgång som ändrar sitt tillstånd baserat på den tid som har ställts in för funktionsblocket. Anropet av funktionsblocket utförs i en IF-sats, som inträffar när värdet av variabeln i\_bStart är TRUE.

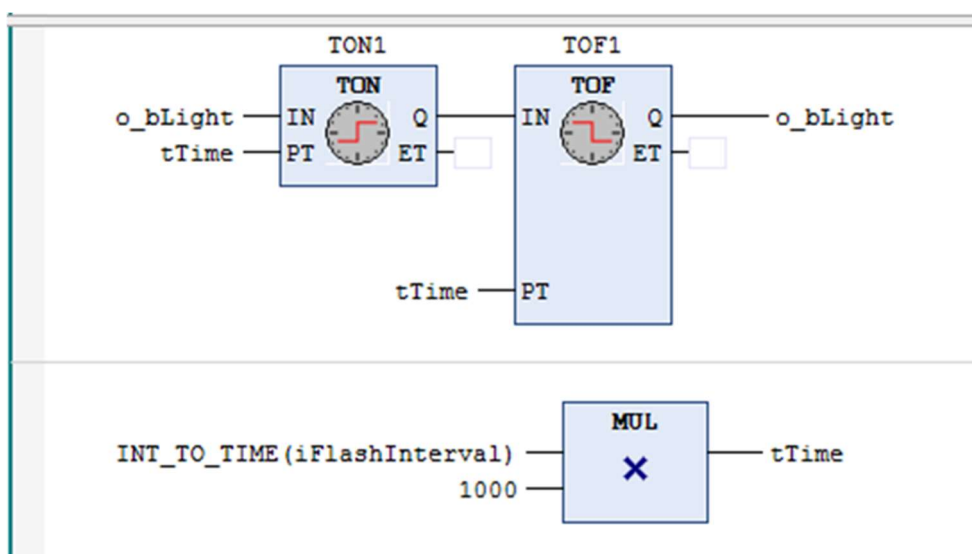
Lägg till en ny kretsslinga i det skapade funktionsblocket, dvs. Network (med högerklick i FBD-editorn → Infoga nätverk), och flytta det vid behov högst upp, dvs. först i körordningen, genom att klicka på den rosa kanten och dra den till platsen för den översta pilen, Figur 25.



Figur 25 Move Network [8]

Lägg till ett objekt Empty Box i den nya kretsslingan. Där kan definieras en multiplikationsoperation för objektet genom att skriva MUL som dess typ. På samma sätt kan en divisionsoperation definieras för objektet genom att skriva DIV som dess typ.

Lägg till en variabel av typen Integer i inputdefinitionsfältet VAR\_INPUT för POU:n. Lägg också till en variabel av typen Time i outputfältet VAR, vilket gör den till en lokal variabel för den aktuella funktionsblocken. I det här exemplet multipliceras ingångsvariabeln med en faktor på 1000, eftersom när du konverterar en INT\_TO\_TIME-integervariabel med värdet 1, får tidsvariabeln värdet 1 ms (0,001 s), Figur 26 .



Figur 26 Multiplier [8]

Blinkningen fungerar nu med tiden som ställs in på sidan för MAIN-programmet och programmet kan simuleras.

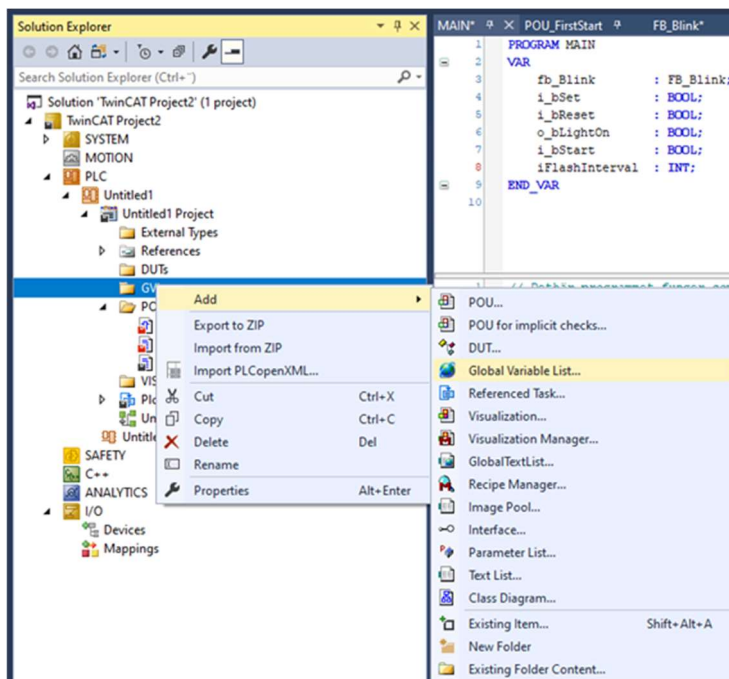
## 5.5 Länka variabler

För att länka programvariabler till I/O-systemet måste dessa variabler definieras som Input/Output-typ (Input I eller Output Q) med syntaxen AT %I\* eller AT %Q\*. Om variablerna ska vara tillgängliga i hela PLC-projektet måste de läggas till i en s.k. global variabellista (GVL). Global variabellista används för att definiera, redigera och visa globala variabler.

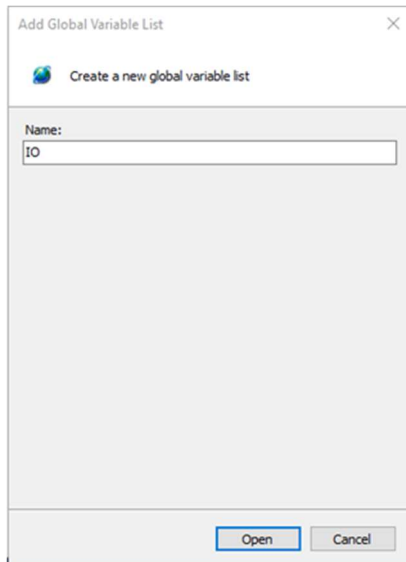
Skapa ett objekt under mappen Global Variable List (Figur 27) och namnge det logiskt. I det här exemplet används namnet IO. Se Figur 28. För funktionalitetens skull har objektets plats ingen betydelse, men för projektets tydlighet är det bra att placera objekten i logiskt namngivna mappar.

I nästa exempel fortsätts med den tidigare Blink-loopen genom att lägga till en till variabel för att representera en analog signal. Programmet är avsett att styra en digital utgång med en analog ingång så att den digitala utgången blinkar enligt den analoga signalen.

En enhet som är ansluten till den analoga ingången kan vara till exempel en PT-100 temperatursensor eller en tryckgivare.



Figur 27 Global variable list [8]



**Figur 28 Global variable list IO [8]**

Skapa en ny variabel i den globala variabellistan IO med datatypen integer (INT). Variabelns datatyp är viktig när den länkas till en I/O-terminalvariabel. Variablernas datastorlek måste matcha för att kunna göra länknigen. Till exempel kan variabler med datatyperna Byte (8 bitar) och DINT (32 bitar) inte direkt länkas med varandra. Figur 29

```

1 {attribute 'qualified_only'}
2 VAR_GLOBAL
3 i_iAnalog AT %I* : INT;
4
5
6 END_VAR

```

**Figur 29 Global variable list VAR [8]**

För att en Input- eller Output-variabel ska kunna länkas till PLC-instansgränssnittet måste den definieras i formatet Variabel AT %I\* : DataType för ingångsvariabler och Variabel AT %Q\* : DataType för utgångsvariabler. TwinCAT tar hand om den exakta minnesadresseringen åt dig.

Du kan också använda Auto Declare-assistenten för att definiera en variabel som ska läggas till i den globala variabellistan och ange om den ska vara en ingångs- eller utgångsvariabel.

Även lokala variabler i programenheten kan definieras som ingångs- eller utgångsvariabler. Se Figur 30. Detta innebär att variablerna inte flyttas till den globala variabelistan, men de läggs till i PLC:ns gränssnitt, eller PLC Instance, varifrån de kan länkas.

Observera att PLC Instance alltid uppdateras vid kompilering av PLC-projektet. Så utför därför en build av ditt projekt.

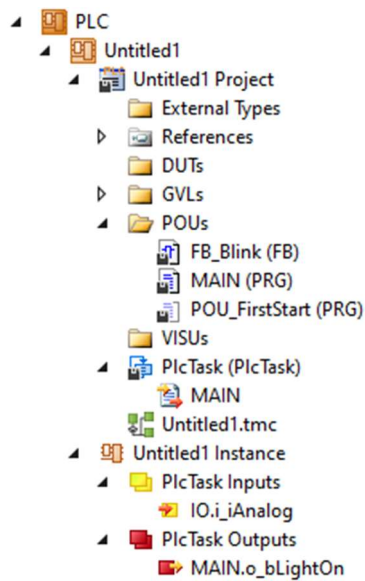
```

1 PROGRAM MAIN // Program namn
2 VAR // Variabler
3 fb_Blink : FB_Blink; // instans av funktionsblocket FB_Blink
4 i_bSet : BOOL;
5 i_bReset : BOOL;
6 o_bLightOn AT %Q* : BOOL;
7 i_bStart : BOOL;
8 iFlashInterval : INT;
9 END_VAR
10 // Här definieras variabler

```

Figur 30 Local Variable [8]

I Solution Explorer's projekträd kan alla variabler som finns under PLC-instansen länkas vidare till variabler i I/O-terminalerna. De tidigare skapade länkbara variablerna som visas i bilden, Figur 31.

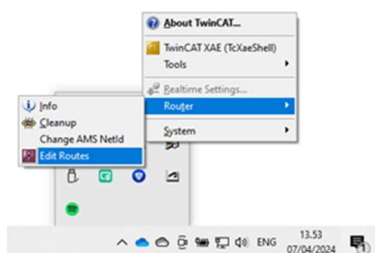


Figur 31 PLC instance [8]

Om programmet inte körs lokalt på programmeringsdatorn måste en automation device specification (ADS) anslutning skapas mellan programmeringsdatorn och målenheten som kör programmet.

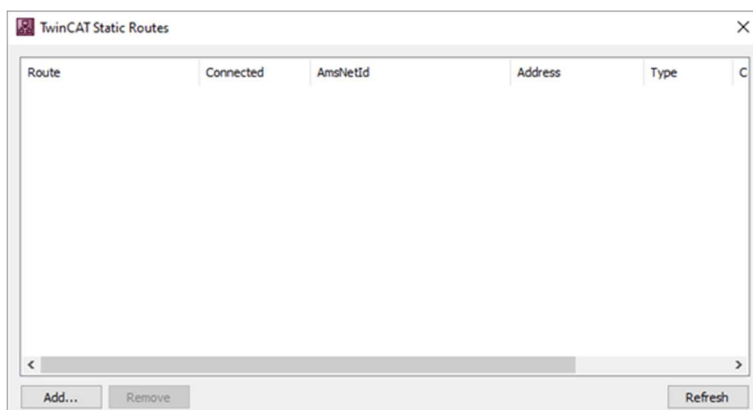
Utvecklingsdatorn och måldatorn måste vara i samma subnät. Som standard använder PLCn DHCP för att hämta IP-adresser. Om det inte finns någon DHCP-tjänst tillgänglig i nätverket, tilldelar datorn sig själv en adress från delnätet 169.254.x.x. Utvecklingsdatorn gör samma sak, så genom att ansluta direkt eller via en switch till enheten hamnar du alltid i samma delnät som PLC:n. Det är vanligtvis dock rekommenderat att tilldela måldatorn en statisk IP-adress.

Beckhoff-enheter och -mjukvara kommunicerar via ADS-protokoll. Därför måste det skapas en ADS-anslutning, en route, mellan enheterna, Figur 32.



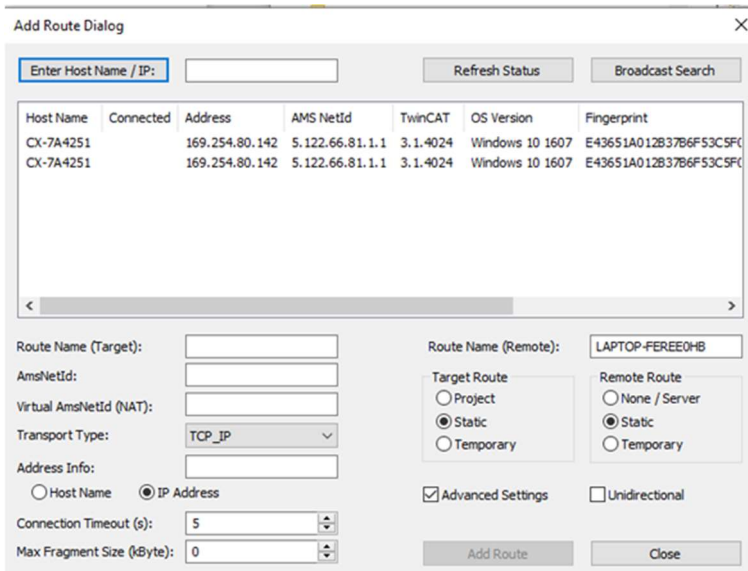
Figur 32 Route [8]

Välj Router, Edit route från TwinCAT-ikonen och välj add, Figur 33 **Fel! Hittar inte referenskälla..**



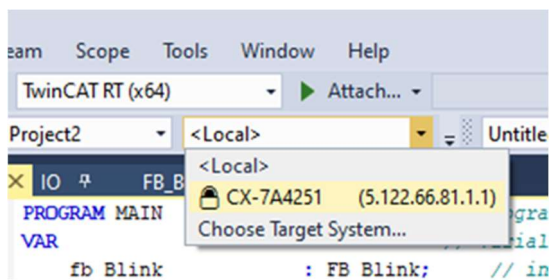
Figur 33 Add route [8]

Under fältet Address Info, ange IP-adressen, tryck på "Broadcast Search"-knappen och välj sedan den hittade målenheten och tryck på "Lägg till rutt", Figur 34.



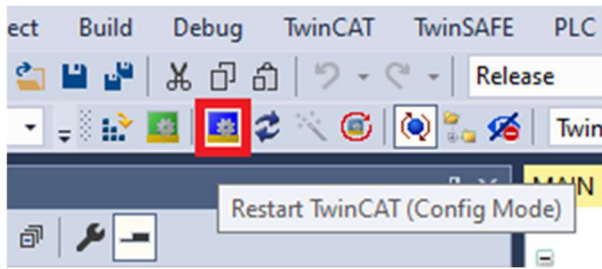
Figur 34 Add route 2 [8]

Målenheten är nu valbar i TwinCAT. I Solution Explorer, gå till SYSTEM → Allmänt → Välj målsystem eller välj target system från rullgardinsmenyn längst upp i fönstret, Figur 35 .



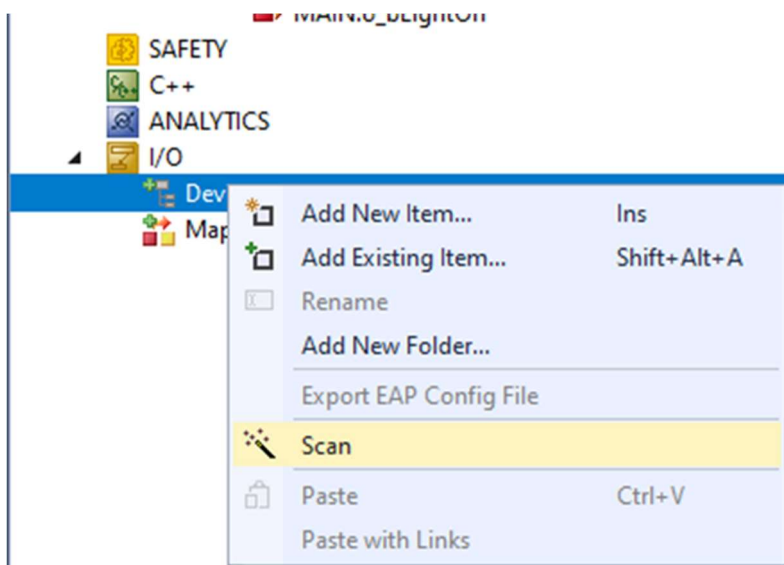
Figur 35 Target system [8]

Gå in i TwinCAT Config-läget, där skanning av enheter är möjlig, Figur 36.

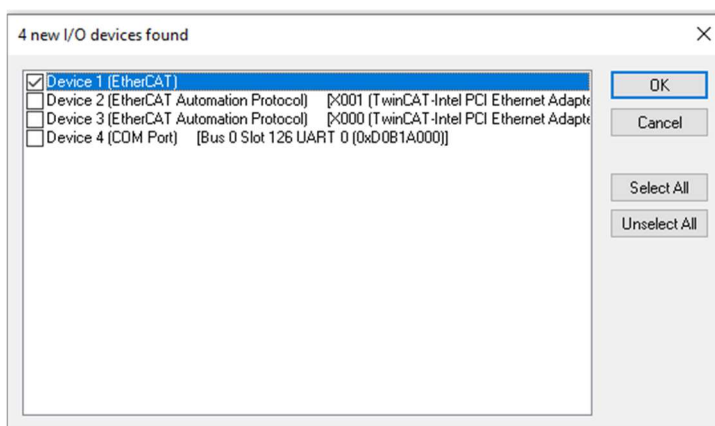


Figur 36 Config Mode [8]

Du kan skanna I/O-gränssnitten och I/O-enheter som är anslutna till målsystemet genom att högerklicka på I/O i projektträdet i Solution Explorer och välja devices --> Scan, Figur 37.

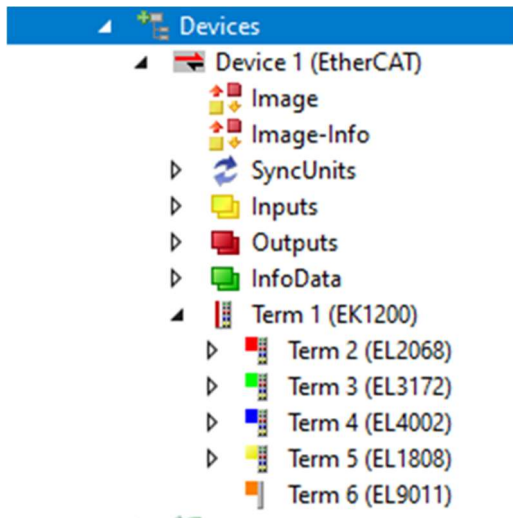


Figur 37 Scan devices [8]



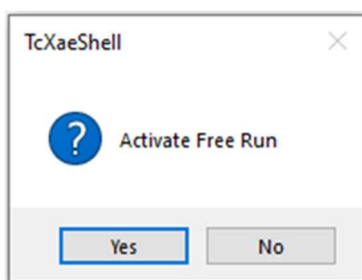
Figur 38 I/O devices [8]

När skanningen är klar, visas alla I/O-terminaler anslutna till EtherCAT-bussen under Device 1 i den fysiska topologiska ordningen, Figur 39.



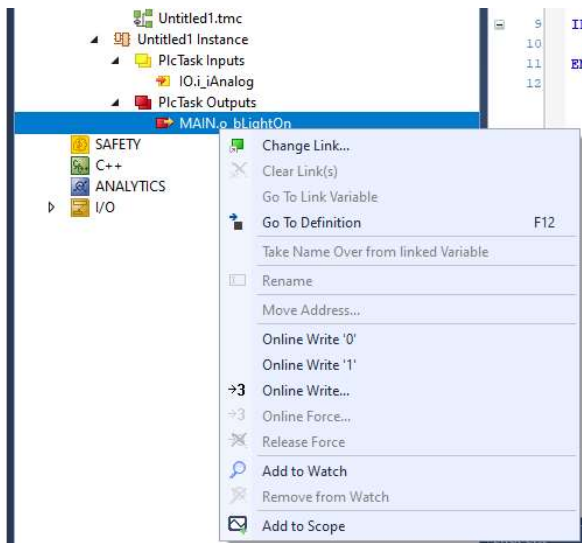
Figur 39 Device 1 [8]

I Free Run-läge kan du använda IO-signalerna utan att signalen behandlas i PLC-projektet, Figur 40.

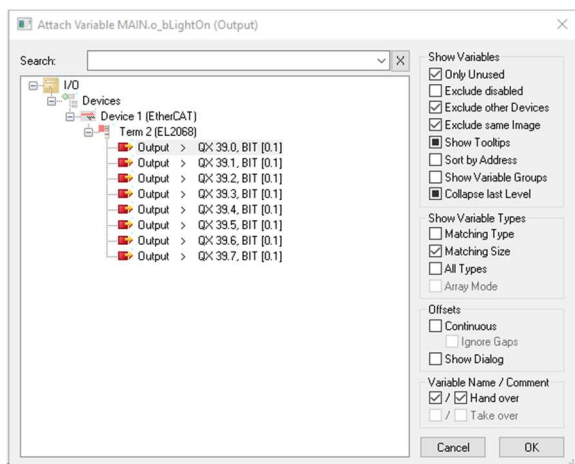


Figur 40 Activate free run [8]

För att länka PLC-variabeln `o_bLightOn` till den digitala utgången. Detta kan göras genom att välja Change link från PLC Instansens inställningar (Figur 41) och använd korrekt terminalen, i detta fall EL2068. Där den länkas till utgångskanalen (Output) på den åttakanaliga utgångskortet. Valet "Hand Over" kopierar PLC-variabelnamnet till den valda I/O-variabeln, Figur 42.

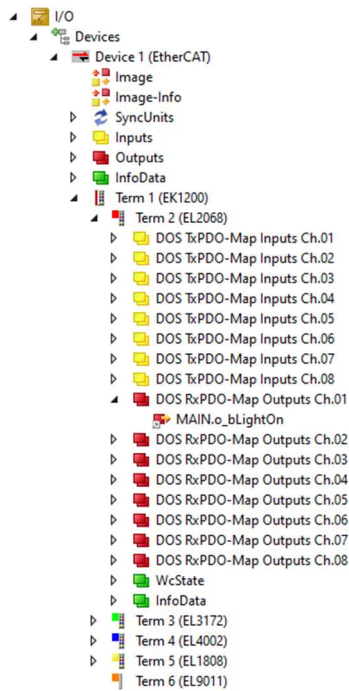


Figur 41 Change link [8]



Figur 42 Attach variable [8]

Varefter variabeln syns under I/O devices och den ifrågavarande terminalen, Figur 43.



Figur 43 Linked variable [8]

## 6 Prisbild

En del av arbetet är att förstå hur Beckhoff och Siemens skiljer sig åt både programvarumässigt och hur deras priser skiljer sig.

Hårdvaran som jämförs är en PLC och DI, DO, AI och AO ingångar samt två servomotorer inklusive förstärkare.

Priser är svåra att jämföra utan att ha en specifik offertförfrågan. De priser som används i arbetet är listpriser på motsvarande komponenter från bägge tillverkare. Beckhoffs pris är 4200 € samt Siemens 5000 €. Med priserna bör iaktas att de inte inkluderar priset för programmeringsmiljö (Siemens) eller Produktlicens (Beckhoff)

TIA Portalen kostar 1300 € att införskaffa och efter det 110€/år i underhållskostnader. Beckhoff licensen kostar 350 € och betalas en gång. Beckhoffs licenser baseras på hur komplext ett PLC program är och hur det används. I detta fall används en s.k. Point to point licens som referens, som syftar på att servona som används är begränsade att förflytta sig från punkt A till punkt B i en linjär rörelse. Om tex. Servon används för 3d förflyttningar kostar även licensen för detta mer.

Licensering mellan dessa två leverantörer skiljer sig åt, Beckhoffs programmeringsmiljö är kostnadsfri medan Siemens TIA portal kostar. Däremot så har Beckhoff testlicenser som fungerar i en vecka och kan förnyas vart efter. Först när programmet och komponenterna är installerade och testade beställs en permanent licens för den färdiga produkten.

Enligt de priser som finns tillgängliga för detta arbete är Beckhoff billigare, vilket ur ett ekonomiskt perspektiv kan vara avgörande.

**Tabell 1 Jämföra priser**

Produkt	Siemens	Beckhoff
PLC	454 €	951 €
DI	0 €	37 €
DO	0 €	42 €
AI	413 €	120 €
AO	392 €	110 €
Servo	1 530 €	1 300 €
Servoförstärkare	980 €	1 290 €
Program	1 300 €	0 €
Licens	0 €	350 €
1 år	5 069 €	4 200 €
10 år	6169 €	4 200 €

I Tabell 1 syns de priser som jämförts för ett projekt och dess prisutveckling under 10 år. Siemens är initialt dyrare samt under ett längre tidsspann är den kumulativa kostnaden även betydande. Detta beror på den årliga kostnaden på 110€/ år för programmeringsmiljön och uppdatering av den.

Det som också bör noteras är att Siemens S7-1200 PLC som använts så har inkluderat 14 digitala ingångar, 10 digitala utgångar och 2 analoga ingångar till halva priset av Beckhoff plc: n.

Ifall projektet inte behöver mer än de inkluderade ingångarna och utgångarna så bör det övervägas ifall Siemens är ett bättre alternativ.

En annan aspekt är om man under 10 år, som använts i Tabell 1 årligen köper en licens av Beckhoff blir summan 3500€ vilket resulterar i att licenseringen blir dyrare än hos Siemens. dock om man jämför de 10 uppsättningar av komponenter, program och lisener under en 10 års period resulterar det i 38 790€ hos Siemens och 42 000€ hos Beckhoff.

## 7 Resultat

Arbetet kan användas för att starta upp ett Beckhoff projekt med hjälp av bilder och text. Eftersom Vilpe Oy använder sig av Siemens redan, så kan en egen uppfattning bildas av hur lätt eller utmanande det är att göra program med Beckhoffs hårdvara samt mjukvara utifrån att behandla innehållet i arbetet.

Prisbilden av de olika leverantörerna kan variera beroende på återförsäljare samt kontakter, men de priser som blivit tillhandahållna för detta arbete är Beckhoff förmånligare för en uppsättning av komponenter i Tabell 1. Men under en period på 10år och 10 uppsättningar av samma komponenter blir Beckhoff en aning dyrare.

Den årliga kostnaden för Siemens programmeringsmiljö kommer för Vilpes del inte kunna avslutas inom de närmsta åren för att företaget har såpass många maskiner som är baserade på Siemens logik. Maskinerna modifieras och förbättras vartefter, vilket gör företaget beroende av Siemens mjukvara.

Redundans säkerställs med kompetens, det finns otaliga leverantörer av mjukvara och hårdvara för att utföra samma uppgifter. Men om det inte finns kunskap eller vetskap om andra leverantörer kan det bli ett hinder i vissa situationer.

## 8 Diskussion

Området är enormt och detta är endast ett litet skrap på ytan. Själv har jag blivit bekant med Beckhoffs programmeringsmiljö och dess hårdvara under arbetets gång. Jag har även fått en bättre uppfattning om Siemens, även om det inte varit huvudsyftet med mitt arbete.

När examensarbetet påbörjades hade jag en annan uppfattning av prisbilden hos de olika leverantörerna, den årliga kostnaden hos Siemens är något som jag inte har tänkt på, under

flera år ackumuleras den till en väsentlig summa. Prisskillnaden under en längre period är inte så stor mellan de två jämförda leverantörerna.

## 9 Källförteckning

- [1] automationdirect.com,  
”<https://cdn.automationdirect.com/static/eBooks/PLC%20Handbook.pdf>,”  
2005. [Online].
- [2] PLCopen,  
”[https://plcopen.org/sites/default/files/downloads/intro\\_iec\\_oct2016.pdf](https://plcopen.org/sites/default/files/downloads/intro_iec_oct2016.pdf),”  
[Online].
- [3] Siemes, ”<https://support.industry.siemens.com/cs/start?lc=en-SE>,” Siemes,  
2024. [Online].
- [4] Beckhoff, ”[www.beckhoff.com/en-en/company/](http://www.beckhoff.com/en-en/company/),” [Online].
- [5] Beckhoff, ”Product overview 2024,” [Online].
- [6] Beckhoff infosys, ”Beckhoff information system,” Beckhoff , [Online]. Available:  
<https://infosys.beckhoff.com/>.
- [7] Beckhoff automation Oy, ”TwinCAT 3 Oppilaan kirja,” 2021.
- [8] skärmdump.

## 10 Figurförteckning

## Tabell 1 Jämföra priser

39

Figur 1 Multi-touch panel PC PC37xx [5]	8
Figur 2 Embedded PC CX5130 [5]	9
Figur 3 CX5100 med EtherCat terminalerterminaler [5]	11
Figur 4 EtherCat Box, 8DI+8DO [5]	11
Figur 5 Öppna XAE [8]	12
Figur 6 Skapa nytt projekt [8]	13
Figur 7 Standard PLC projekt [8]	14
Figur 8 PLC new item [8]	15
Figur 9 MAIN var [8]	16
Figur 10 Auto declare [8]	17
Figur 11 RS program [8]	18
Figur 12 Flytta RPG [8]	19
Figur 13 Anropa Program [8]	19
Figur 14 Activate configuration [8]	21
Figur 15 Login samt Start [8]	21
Figur 16 Online vy [8]	22
Figur 17 Input assistant [8]	23
Figur 18 FB_Blink [8]	24
Figur 19 POU's [8]	24
Figur 20 Insert assignment [8]	25
Figur 21 Declared [8]	26
Figur 22 FB call [8]	27
Figur 23 FB instance [8]	28
Figur 24 IF_THEN [8]	28
Figur 25 Move Network [8]	28
Figur 26 Multiplier [8]	29
Figur 27 Global variable list [8]	30
Figur 28 Global variable list IO [8]	31
Figur 29 Global variable list VAR [8]	31
Figur 30 Local Variable [8]	32
Figur 31 PLC instance [8]	32
Figur 32 Route [8]	33
Figur 33 Add route [8]	33
Figur 34 Add route 2 [8]	34
Figur 35 Target system [8]	34
Figur 36 Config Mode [8]	35
Figur 37 Scan devices [8]	35
Figur 38 I/O devices [8]	35
Figur 39 Device 1 [8]	36
Figur 40 Activate free run [8]	36
Figur 41 Change link [8]	37
Figur 42 Attach variable [8]	37
Figur 43 Linked variable [8]	38