

Simulering av maskinen Lisa i SIMIT

En prototyp för en digital tvilling

ALEX ON

MASTER'S THESIS

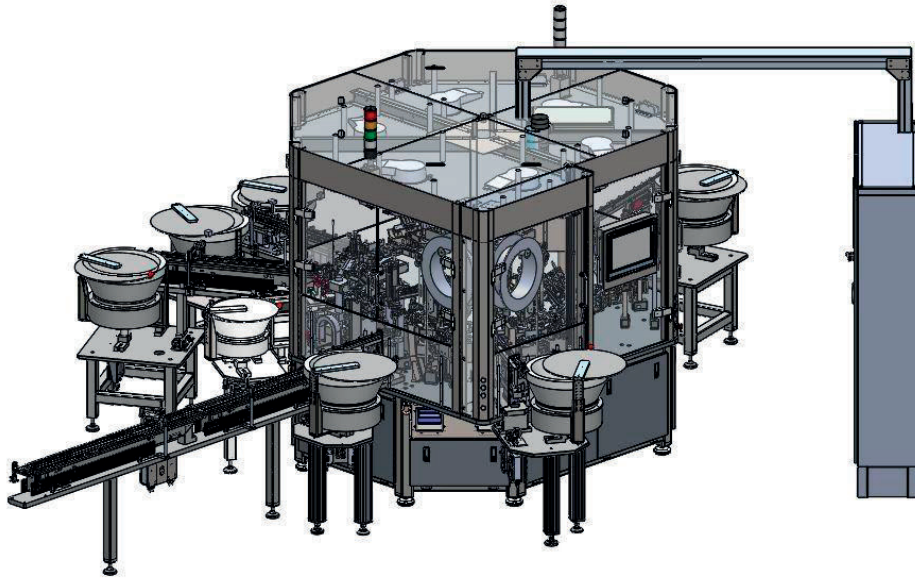
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF ENGINEERING | LTH | LUND UNIVERSITY



Simulering av maskinen Lisa i SIMIT

En prototyp för en digital tvilling



Av
Alex On



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Avdelningen för elektroteknik och informationsteknik
Lunds Tekniska Högskola

© Copyright Alex On

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Lunds universitet
Lund 2021

Sammanfattning

Examensarbetet handlar om att skapa en prototyp av en digital tvilling till en ihopsättningsmaskin. Prototypen som har skapats kan användas för att felsöka i PLC-koden genom att testköra maskinen virtuellt och kan även användas som en grund för att skapa en digital tvilling.

Arbetet började med ett introduktionsmöte och en förstudie om vilka programvaror som ska användas för att skapa prototypen. Möten bokades med Siemens och Rockwell. Resultatet blev att APAB valde att satsa på Siemens programvaror vilket bestod av följande: TIA Portal, SIMIT och PLCSIM Advanced.

Vidare under förstudien så analyserades maskinen för att ta reda på vilka komponenter som behövde simuleras vilket var följande: Pneumatiska cylindrar, indexbord, kontrollpanel, ljustorn, säkerhetsdörrar, nödstopp, knappar och servon. Dessa komponenter skapades i SIMIT genom att delvis skapa nya modeller och att använda existerande modeller.

Under genomförandet skapades macron och templates i SIMIT. Templates användes till stor del för att generera grafer till stora delar av maskinen. Detta gjordes genom att fylla i ett Excel-ark med mappnamn, template-namn och variabler. Macron användes som en snabb lösning till att skapa komplicerade komponenter.

Resultatet blev fem delprojekt där varje delprojekt utforskade olika sätt att designa prototypen. Ett sätt var att använda macron för att skapa cylindrar och koppla dem till in- och utsignaler i SIMIT. Det andra var att skapa templates och sedan använda ett Excel-ark för att fylla i signalerna. Metoden med templates var mest tidseffektiv eftersom det ej krävdes att signaler behövdes dras från en plats till en annan.

Vid slutet av arbetet lyckades i stort sett all logik i maskinen implementeras i SIMIT och det gick att köra maskinen virtuellt.

Nyckelord: Digital tvilling, TIA Portal, SIMIT, Template, PLC, Virtuellt modell

Abstract

The thesis is about creating a prototype of a digital twin for an assembly machine. The prototype can be used to troubleshoot the PLC code by testing the machine virtually and can also be used as a basis for creating a digital twin.

The work started with an introductory meeting and a feasibility study on which software to use to create the prototype. Meetings were booked with Siemens and Rockwell. As a result, APAB decided to invest in Siemens software consisting of the following: TIA Portal, SIMIT and PLCSIM Advanced.

Further during the preliminary study, the machine was analyzed to find out which components needed to be simulated which was as follows: Pneumatic cylinders, index table, control panel, light tower, safety doors, emergency stop, buttons and servos. These components were created in SIMIT by partially creating new models and using existing models.

During the implementation, macros and templates were created in SIMIT. Templates were largely used to generate graphs for large parts of the machine. This was done by filling in an Excel sheet of folder names, template names, and variables. Macros was used as a quick fix to create complex components.

The result was five subprojects where each project explored different ways of designing the prototype. One way was to use macros to create cylinders and connect them to input and output signals in SIMIT. The second was to create templates and then use an Excel sheet to assign the signals. The templates method was most time efficient because it did not require signals to be drawn from one location to another.

At the end of the work, almost all the logic of the machine was implemented in SIMIT and it was possible to run the machine virtually.

Keywords: Digital Twin, TIA Portal, SIMIT, Template, PLC, Virtual Model

Förord

Jag vill tacka Automationspartner AB för att ha gjort det möjligt att göra ett examensarbete inom automationsteknik.

Lasse Gjerding (Uppdragsgivare)
Victor Ottosson (Extern handledare)
Mats Lilja (Handledare)
Christian Nyberg (Examinator)

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Abstract	4
Förord	5
Innehållsförteckning	6
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.1.1 Automationspartner AB	9
1.1.2 Uppdraget	9
1.1.3 Tidigare examensarbeten	9
1.2 Syfte	9
1.3 Målformulering	10
1.4 Problemformulering	10
1.5 Motivering av examensarbetet	10
1.6 Avgränsningar	11
2 Teknisk bakgrund	12
2.1 Digital tvilling	12
2.2 Ytterligare fördelar med en digital tvilling	12
2.3 Programvaror	13
2.3.1 TIA Portal	13
2.3.2 PLCSIM Advanced	13
2.3.3 SIMIT	13
2.3.4 SIMIT Demo	15
2.3.5 NX MCD Player	15
2.4 Maskindokument	15
2.4.1 Egenskaper	16
2.4.2 Stationer	17
2.4.3 Säkerfunktioner	18
2.4.4 Gränssnitt	19
3 Metod	20
3.1 Upplägg	20
3.1.1 Fas 1: Förstudie	20
3.1.2 Fas 2: Programmering	20
3.1.3 Fas 3: Workshop	21
3.1.4 Fas 4: Sammanställning	22
3.2 Test av prototypen	22
3.3 Källkritik	22
4 Analys	24
4.1 SIMIT	24
4.1.1 Automatisk modellering	24

4.1.2 SIMIT komponenter	24
4.2 Modeller av enheter i SIMIT	24
4.2.1 Pneumatisk cylinder	24
4.2.2 Sensor	26
4.2.3 Servo	26
4.2.4 Indexbordet	27
4.2.5 Pneumatiskt indexbord	28
4.2.6 Inmatare	29
4.2.7 Övriga enheter	30
4.3 Delprojekt	30
4.3.1 Lisa Demo 1	30
4.3.2 Lisa Demo 2	33
4.3.3 Lisa Demo 3	37
4.3.4 Lisa Demo 4	42
4.3.5 Lisa Sim 1	45
5 Resultat	46
5.1 Delprojekten	46
5.2 Prototypen	47
5.3 SIMIT biblioteket	47
6 Slutsats	48
6.1 Svaret på frågorna i problemformuleringen	48
6.1.1 Vilka steg behöver tas för att skapa en prototyp av maskinen i SIMIT	48
6.1.2 Vad för hårdvara behöver man skapa en modell av i SIMIT	Error! Bookmark not defined.
6.1.3 Hur kan prototypen verifiera att PLC-koden fungerar som den ska	48
6.1.4 Hur kan prototypen utvecklas vidare till en digital tvilling	48
6.1.5 Vilka faktorer har påverkar hur lång tid som det tar att utveckla en digital kopia av maskinen i SIMIT?	49
6.2 Reflektion över etiska aspekter	49
6.3 Framtida utvecklingsmöjligheter	49
6.3.1 Utveckla en digital tvilling	49
6.3.2 Program för att generera Excel dokument från IO lista i TIA-Portalen.	49
6.3.3 Utveckling av SIMIT modellen	49
7 Terminologi	50
8 Källförteckning	51
9 Appendix	53
9.1 Figurer för Lisa Demo 4	53
9.1.1 Kontrollpanel	58

9.1.2 HMI	58
9.1.3 Inmatare	59
9.1.4 Indexbordet	60
9.1.5 Pneumatisk indexbord	61
9.1.6 Återkopplingar och säkerhetssignaler	62
9.2 Sekvenser från PLC-programmet	62
9.2.1 Indexeringsbordet	62
9.2.2 Servo Station 07	63

1 Inledning

I detta kapitel ges en generell beskrivning av examensarbetet och företaget.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Automationspartner AB

APAB är ett internationellt automationsföretag. Företaget erbjuder konsulttjänster, utvecklar och tillverkar automationsutrustning för medicinindustrin. Tjänster som erbjuds är till exempel: konceptstudier, framtagning av kravspecifikationer, testning och validering. Företaget erbjuder även automationsutrustning som till exempel: Monteringslinjer för insulinpennor och autoinjektor (automatisk spruta).

Företaget grundades 1994 i Helsingborg och har cirka 50 medarbetare. Sedan 1990-talet har Automationspartner levererat mer än 300 produktionslinjer till kunder i Skandinavien, Asien, Sydamerika och Europa. Produktionslinjerna utvecklas och produceras i Ramlösa i företagens lokaler. Företaget har även kompetens inom bland annat mekanik, automation, visualisering, el och mjukvaruutveckling. [1]

1.1.2 Uppdraget

Företaget förutspår att mellan år 2030 och 2035 kommer det krävas att företaget ska kunna leverera maskiner med digitala tvillingar för att kunna konkurrera med andra företag. Därför är det intressant för APAB att påbörja arbetet med en studie inom digitala tvillingar. Företaget valde en av sina högkapacitetsmaskiner Lisa som producerar IV katetrar i Kina som en utgångspunkt. Problem som kommer kunna lösas av arbetet är till exempel: långsamma tester med den fysiska maskinen. Dessutom ger examensarbetet kunskap om hur företaget kan utveckla sina digitala tvillingar.

1.1.3 Tidigare examensarbeten

Tidigare examensarbeten har visat att det går att skapa simuleringar av olika maskiner med SIMIT för olika syften som till exempel: Att testa PLC-kod, visualisera en robotarm och att skapa tillståndsmaskiner. Arbetena beskriver även två olika metoder för att arbeta med SIMIT. Första metoden är att skapa enskilda grafer och andra är att använda automatisk modellering som beskrivs under rubriken SIMIT i Teknisk bakgrund. [2] [3]

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att utveckla en prototyp till en digital tvilling för en av företagens högkapacitetsmaskiner Lisa med Siemens programvaror. Det förväntade resultatet ska underlätta PLC-programmeringen i TIA-Portalen och

skapa en grund för företaget för att vidareutveckla prototypen till en digital tvilling. Detta kan skapa möjligheter för företaget att spara in hundratals ingenjörstimmar.

1.3 Målformulering

Det första målet är att skapa en prototyp av maskinen Lisa i simuleringsprogrammet SIMIT. Prototypen ska implementera ett antal delar av maskinen: Station 01, Station 22, Station 24, Station 91, säkerhetsfunktioner, dörrar, startknapp, stoppknapp, återställningsknapp och nödstoppknapp. Se kapitel 2.4.

Det andra målet är att med prototypen testa ett antal funktioner med PLC-programmet och HMI: Inmatning av produkter på Station 01, utmatning av godkända produkter på Station 22, utmatning av underkända produkter på Station 24, starta och stoppa produktionen, nödstopp och säkerhetsdörr.

1.4 Problemformulering

Följande frågor ska besvaras under examensarbetet och kommer redovisas i analys och resultat.

1. Vilka steg behöver tas för att skapa en prototyp av maskinen i SIMIT?
2. Vilken hårdvara behöver modelleras för att utveckla en modell av maskinen i SIMIT?
3. Hur kan prototypen verifiera att PLC-koden fungerar som den ska?
4. Hur kan prototypen utvecklas vidare till en digital tvilling?
5. Vilka faktorer påverkar hur lång tid som det tar att utveckla modellen?

1.5 Motivering av examensarbetet

Ett antal motiveringar till examensarbetet är att få arbetslivserfarenhet, testa yrkesrollen som automationsingenjör och lösa automationsproblem för att förbättra produktionen och minska monotont arbete. En ytterligare motivering är att arbetet kan påverka medicinindustrin på ett positivt sätt. Eftersom prototypen av den digitala tvillingen kan leda till besparingar för företaget i form av projekttimmar och råmaterial med hjälp av simulering. Det leder i sin tur till lägre kostnader för företaget vilket öppnar möjligheten till att höja vinsten men även sänka kostnader för konsumenten. Lägre kostnader och besparingar kan även leda till effektivare användning av jordens resurser. Eftersom energi används för att bearbeta råmaterial som till exempel: plast och metaller. Utvinning av energi sker med stor del av fossila bränslen, så därför kan utsläpp av växthusgaser som koldioxid minska.

1.6 Avgränsningar

Prototypen av maskinen är designad med simuleringsprogrammet SIMIT M SP V10.2. Det som har utvecklats är en prototyp som enbart implementerar begränsat antal funktioner för att maskinen ska kunna köras.

Drivenheter som kommer från Festo kommer ej att modelleras på grund av komplexitet och tidsbrist.

2 Teknisk bakgrund

2.1 Digital tvilling

En digital tvilling är en avspiegling av en maskin i en datormiljö. Olika saker som kan avspelas är till exempel: sensorer, pneumatiska rörelser, drivaxlar, säkerhetszoner och HMI. Det finns två viktiga användningsområden för avspieglingen. Det första är att den kan användas för att simulera maskinen. Det andra är att samla in mätvärden i realtid från maskinen för att övervaka produktionen. Mätvärdena som samlas in kan sedan användas för att förutspå olika tillstånd som maskinen kan befinna sig i. Tillstånd som till exempel: fel, behov av underhåll och ok. [4]

Det finns två fördelar med användandet av en digital tvilling. För det första går det snabbt att testa driftlägen virtuellt eftersom man kan snabba upp simuleringen med mer datorkraft och att det går snabbt att återställa till startläget. För det andra är det resurssnålt om det är många testkörningar som ska utföras därför att förutom ström och datorutrustning, så krävs vare sig material som till exempel: nålar och plastslang eller tid för att återställa maskinen. Fördelarna gör det även möjligt att utveckla eller optimera driftlägen, planera underhåll och motverka störningar medan maskinen körs. [4]

Sammanfattningsvis tillför en digital tvilling möjligheten att simulera händelser för att förutspå hur maskinen kan bete sig i en verklig miljö.

2.2 Ytterligare fördelar med en digital tvilling

Marknaden inom automationsindustrin ställer högre krav varje år på maskinleverantörer att kunna testa maskinen virtuellt för att hålla nere ledtider som till exempel: leverans av maskinen. En digital version skulle möjliggöra användaren av maskinen att arbeta med maskinen i en datormiljö innan leverans. I takt med att samhället digitaliseras blir det alltmer praktiskt med en digital tvilling eftersom man då kan arbeta hemifrån. Det är sannolikt att inom 10 år från 2020 kommer det att ställas krav på vissa maskinleverantörer att kunna leverera maskiner med en digital tvilling. Därför behöver företaget Automationspartner AB utveckla en digital tvilling för att vara konkurrenskraftig och uppfylla kundens önskemål.

Utvecklingen av den digitala tvillingen kommer till nytta både för Automationspartner AB och användaren till maskinen. För företaget innebär det att ingenjörer kommer att ha ett verktyg för att testa hur maskinen kan bete sig med olika inställningar innan den sätts i drift med hjälp av simulering. Nyttan med simulering är att man kan köra i flera instanser och att det blir lätt att felsöka om det är ett komplicerat system. Som till exempel: En

produktionslinje som består av fyra olika maskiner placerade på ett avstånd av 10 m från varandra i en bullrig miljö. Ingenjören kan då från sitt kontor läsa av mätvärdena. Det gör att ingenjören inte behöver förflytta sig från en säker miljö till en farlig miljö och det medför besparingar i form av tid och ökad säkerhet.

För användaren till maskinen medför den digitala tvillingen många fördelar. Den första är ökad användarvänlighet eftersom informationen som presenteras kan anpassas efter användaren. Som till exempel: ett komplicerat system kan kopplas ihop och bilda en svart låda där insignal blir råmaterial, personaltimmar och utsignal blir mängden produkter. En begränsad mängd information som presenteras kan leda till mer specialiserade roller och mindre tid till att lära sig hur man använder maskinen. Den andra är att det går att kontrollera maskinen på distans vilket kan spara in onödiga pendlingsresor. Den tredje är att simulering gör det snabbare att förutspå produktionstiden och underhållstider. Eftersom beräkningar är integrerade i den digitala tvillingen minskar manuellt arbete som att mata in siffror i arbetsdatorn. Det förenklar planering och uppskattning av kostnaden för att producera en mängd produkter. Mindre arbetstimmar, leder även till snabbare förhandlingsprocesser vilket gör att en produkt kan marknadsföras tidigare.

2.3 Programvaror

Här ges en introduktion till programvarorna, vad de används till och hur de kommer användas i examensarbetet. Alla programvaror är utvecklade av Siemens AG.

2.3.1 TIA Portal

TIA-Portalen är ett ramverk som används för att utveckla automationslösningar. Programmet kan användas för att konfigurera, programmera, testa och analysera automationsprodukter från Siemens. [5] Programmet används för att programmera den virtuella PLC som skapas med PLCSIM Advanced, felsöka programmet och simulera HMI.

2.3.2 PLCSIM Advanced

PLCSIM Advanced är ett emuleringsprogram som emulerar PLCs från Siemens. [6] Programmet kommer att användas för att emulera CPU 1516F-3 PN/DP och för att koppla samman TIA Portal och SIMATIC med en virtuell PLC.

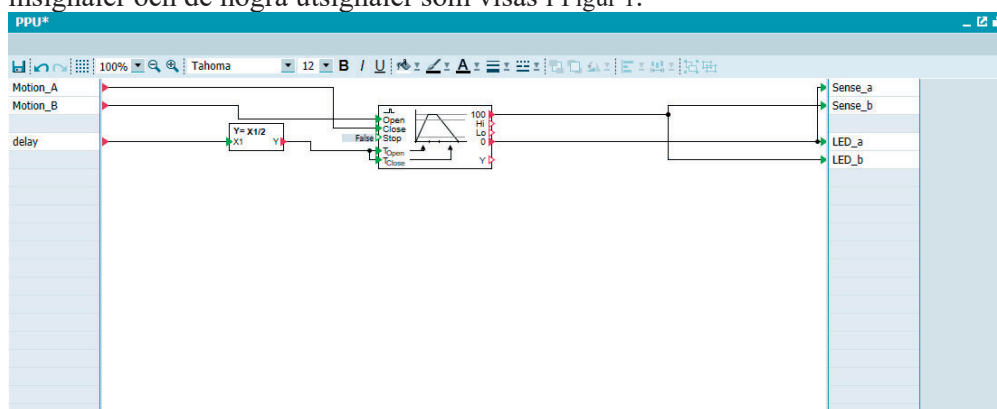
2.3.3 SIMATIC

SIMATIC är ett simuleringsprogram och används för att skapa modeller och koppla samman andra simuleringsprogram som till exempel: PLCSIM

Advanced och NX MCD. Programmet har ett stort bibliotek av matematiska funktioner med datatyperna: Analog, integer, binary. Programmet påminner även om Simulink i Matlab. [7]

2.3.3.1 Makro

Makro är ett funktionsblock som skapas av användaren och kan bara innehålla SIMIT komponenter och används till att kapsla in upprepande funktioner i simuleringen. In- och utsignaler sätts genom att väja blanka rutorna som finns till vänster eller till höger om det vita fältet. De vänstra rutorna skapar insignaler och de högra utsignaler som visas i Figur 1.



Figur 1: Makro i SIMIT

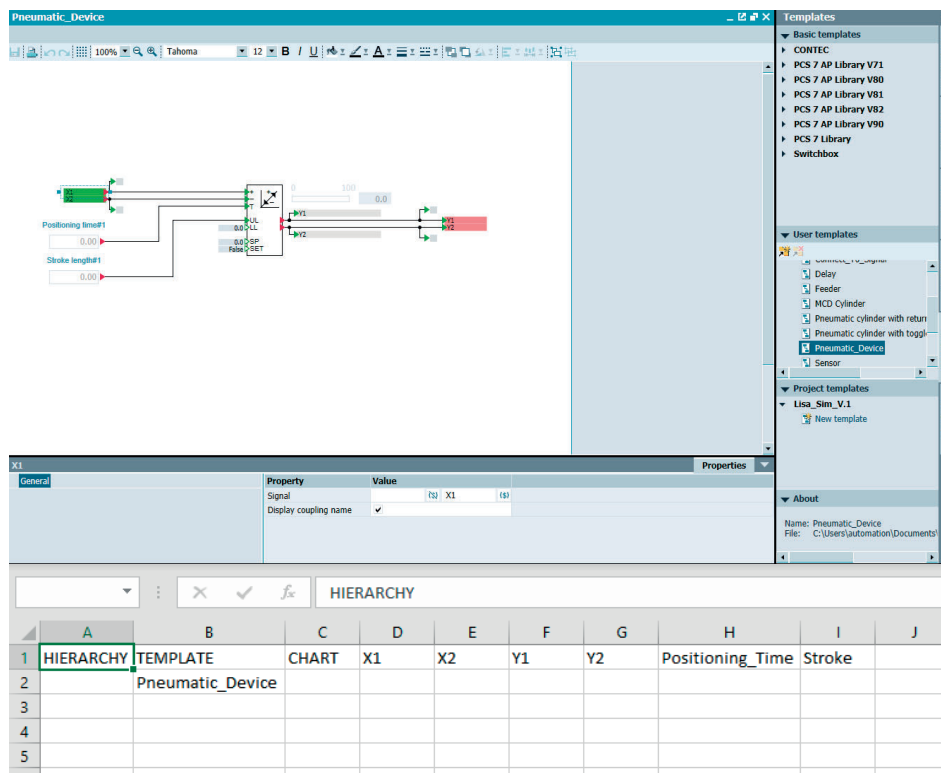
2.3.3.2 Grafik

Grafik innehåller verktyg som till exempel: Textruta, linjer och rektanglar. För varje grafikkomponent kan man lägga till animationer som till exempel: rörelse, ändring av bild och rotationer.

2.3.3.3 Automatisk modellskapande med SIMIT och Excel

Ett sätt att generera modeller automatiskt är med Excel dokument och templates.

Templates används för att skapa flera instanser av samma graf med olika variabelnamn. Detta sker genom att man kan skriva in i Excel vilken mapp som grafen ska placeras i, template som ska användas, namnet på grafen och Variabel. Vid skapandet av komplicerade modeller är det lämpligt att använda template som en utgångspunkt för modellering av maskindelar som cylinder, servomotor och andra pneumatiska system jämfört med makro. Figur 2 visar ett exempel på hur ett Excel-ark till en template kan se ut.



Figur 2: Ovanför är en template och nedanför är Excel-arket

2.3.4 SIMIT Demo

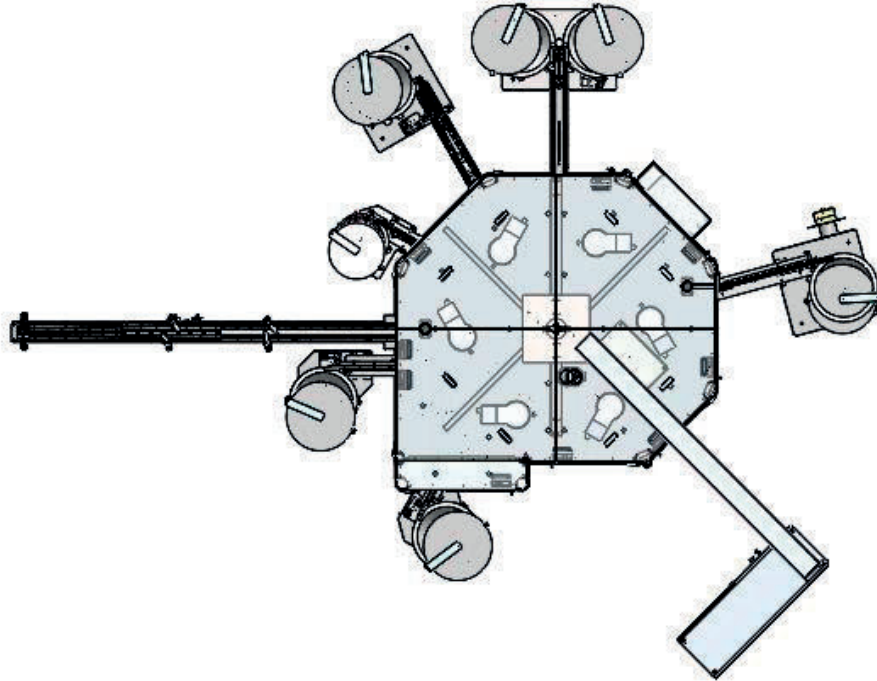
SIMIT Demo är en begränsad version av SIMIT. Under början av examensarbetet har programmet använts för att ta fram små modeller med ett begränsat antal IO-taggar och simuleringstaggar. [7]

2.3.5 NX MCD Player

NX MCD är ett simuleringsprogram som används för att simulera 3D-modeller som är skapad med NX MCD. Programmet kan kopplas till SIMIT och används i slutet av examensarbetet för att simulera ett antal stationer av maskinen i 3D. [8]

2.4 Maskindokument

Här redovisas information som har hämtats ifrån maskindokumentet vilket inkluderar maskinens egenskaper, stationer, säkerhetsfunktioner och gränssnitt.



Figur 3: Översiktsbild över maskinen

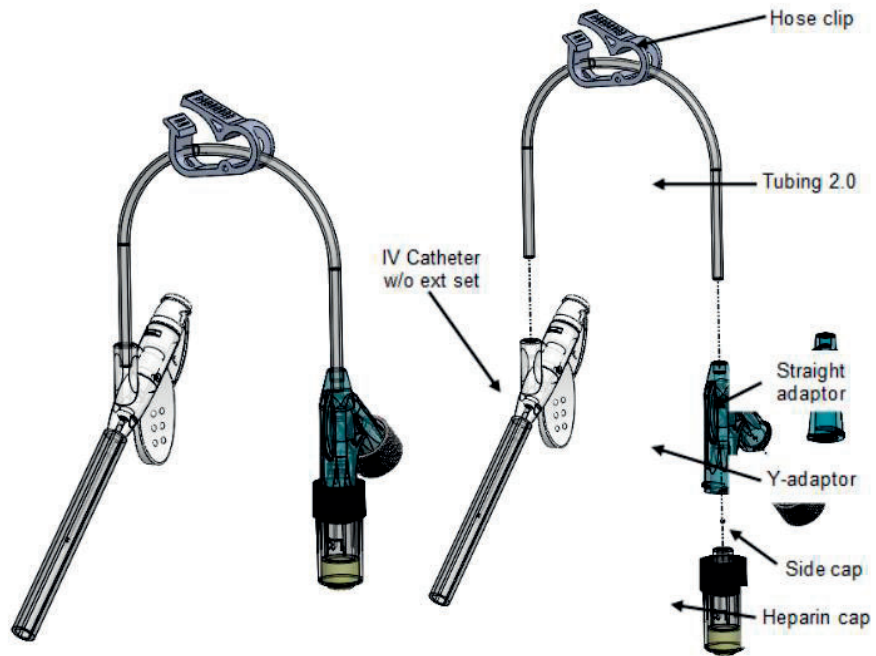
2.4.1 Egenskaper

Maskinen i Figur 3 är en ihopsättningsmaskin genom att den sätter ihop delar som hose clip, rör, rak-adapter, y-adapter, sidokork och heparinkork till en IV-katet-utvidgning-opsättning som visas i Figur 4 nedan. Det finns 6 olika typer av utvidgning-opsättning och vid drift producerar maskinen 3362 godkända produkter per timme. Maskinens lägsta produktionshastighet är 56 produkter per minut och vid felfri drift så ska maskinen uppnå 95% godkända produkter. Det motsvarar 50,5 godkända produkter per minut.

Tabell 1 visar maskinens egenskaper. [9]

Tabell 1: Visar maskinens egenskaper

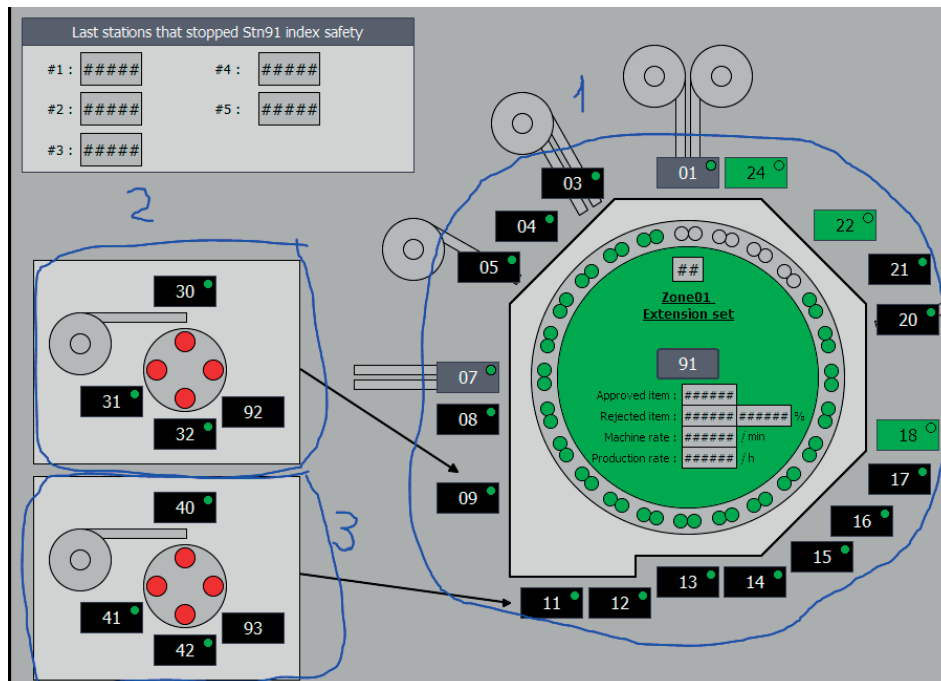
Egenskap	Värde
Produktion under drift	3362 godkända produkter per timme
Lägst produktion under drift	56 produkter per minut
Godkända produkter under drift	50,5 produkter per minut



Figur 4: Till vänster är en färdig produkt och till höger visas material. [9]

2.4.2 Stationer

Här beskrivs alla stationer som finns i maskinen.



Figur 5: Bild på HMI som visar vilka stationer som ingår i borden. [9]

Maskinen är uppdelat i tre bord som i sin tur innehåller de stationer som visas i Figur 5. Borden i sin tur innehåller tillsammans 28 stationer. Dessa stationer kan ha en eller två av följande funktioner: Inmatning, utmatning, bearbetning, kvalitetskontroll och indexering. Dessa funktioner i sin tur realiseras av olika elektriska eller mekaniska enheter. Enheterna är följande:

- Cylindrar
- Servon
- Sensorer
- Limfördelare
- Limhärdare
- Flödeskontroll
- Indexbord

2.4.3 Säkerhetsfunktioner

Maskinen är utrustad med ett nödstoppsystem och ett lågtryckssystem. När nödstoppsknappen är nedtryckt aktiveras nödstoppsystemet, så att de flesta av systemen stängs ned. För att återställa ett utlöst nödstopp så behöver följande steg utföras:

1. Återställning av nödstoppsknappen
2. Alla säkerhetsdörrar måste vara stängda

3. Återställning med återställningsknappen
4. Manuell återställning av alla stationer till deras hemposition
5. Verifiera återställningsstatus med återställningsknappen.

2.4.4 Gränssnitt

Maskinen har följande element som operatörer kan använda för att styra och övervaka maskinen:

- Startknapp
- Återställningsknapp
- Stoppknapp
- Nödstoppsknapp
- Säkerhetsdörrar
- Ljustorn

3 Metod

3.1 Upplägg

Arbetet var uppdelat i fyra olika faser och i varje fas dokumenterades arbetet i Microsoft OneNote.

3.1.1 Fas 1: Förstudie

I förstudien utfördes följande aktiviteter: Introduktionsprogram hos företaget, genomgång av TIA-Portalen och av maskinen Lisa, planering av möten med Siemens och Rockwell, beslut om vilken programvara som skulle användas och diskussioner kring hur prototypen skulle implementeras i SIMIT.

I introduktionsprogrammet ingick en kort presentation om företaget, avtal, genomgång om var information kan hämtas, programvaror, en rundtur med en kort presentation av varje anställd. Vidare höll en extern handledare genomgången om TIA-Portalen och maskinen. Där diskuterades även om vilken roll som programmet SIMIT hade i examensarbetet.

Sist bokades möten med Rockwell och Siemens för att ta reda på programfunktioner och priser. Informationen från mötena sammanställdes och presenterades av den externa handledaren. Företaget tog ett beslut om att välja Siemens programpaket vilket bestod av PLCSim Advanced, SIMIT och NX MCD Player.

3.1.2 Fas 2: Programmering

I programmeringsfasen så var arbetet upplagt så att möten bokades vid behov vilket resulterade i en till två möten per vecka. Agendan för varje möte var att visa upp arbetet som hade utförts med SIMIT, sätta upp nya mål, återkoppling, genomgång. Mötena kunde vara mellan 1 och 2 timmar lång. Fasen pågick i ca 3 månader och delades in i 5 delprojekt. Alla delprojekt redovisas under delavsnittet Delprojekt.

Programmering med SIMIT börjades med att starta ett enkelt projekt eftersom maskinen hade många delar, att få en känsla av att arbeta med SIMIT och för att det blir enkelt att felsöka små modeller.

Första projektet gjordes för att demonstrera att man kunde skapa en koppling mellan SIMIT och TIA-Portalen. Genom att först utveckla ett PLC program i TIA-Portalen av Station 01 av maskinen för att sedan kunna designa en modell i SIMIT. Detta gjordes eftersom PLC-koden för maskinen inte kunde köras med enbart en station. Detta åtgärdades i nästa delprojekt som handlade om att implementera Station 01, Station 22, Station 24 och Station 91.

I delprojekt 2 modifierades PLC-koden för att maskinen skulle kunna köra oberoende av andra stationer. Detta gjordes i TIA-Portalen genom att koppla förbi vissa signaler som nödstopp, säkerhetsdörrar, luft och el system som ej var implementerade i SIMIT modellen. Arbetet med SIMIT modellen i delprojekt 2 var att skapa varje station som en graf vilket innebär att om en station innehöll 10 cylindrar så fick dessa placeras manuellt i grafen och även signalerna till cylindrarna fick dras från signalfliken. Detta var tidskrävande och ledde till att funktioner från ”Automatic modelling” började användas till delprojekt 3. [7]

I delprojekt 3 så skapades en template för en cylinder vilket är en graf där man kan välja vilka signaler som ska användas som variabler för att skapa nya grafer. Dessa variabler kan i sin tur namnges i exempelvis: Microsoft Excel. Fördelen med att använda templates är att alla kopplingar redan är konstruerade. Alla IO-signaler var namngivna efter en viss struktur som redovisas i kapitlet Analys och dessa signaler kunde exporteras till Excel och användas till nästa delprojekt.

I delprojekt 4 så användes IO-signaler för att konstruera flera excel filer som kunde användas för att skapa alla nödvändiga enheter som fanns i varje station. I SIMIT så användes funktionen ”Instantiate template” under ”Automatic modelling” menyn. Ett stort antal mappar och grafer genererades. Modellen kunde simulera alla stationer som hade lagts upp i målformuleringen. Ett möte med automationsingenjören inledde delprojekt 5.

I delprojekt 5 så skapades alla stationer i SIMIT och målet var att köra den ej modifierade PLC-koden. Detta genomfördes genom att skapa ytterligare ett antal templates och grafer för att modellera servon, limning, härdning och sensorer. Dessa modeller kunde vara så enkla att enbart signaler återkopplade genom SIMIT. Slutligen implementerades även säkerhetsfunktionerna vilket gjorde att nödstopp och säkerhetsdörrarna fick sina egna grafer. Prototypen testades efter de valda funktionerna som hade implementerats.

Sammanfattningsvis så lades flera stationer och gränssnitt till i varje delprojekt tills hela maskinen kunde köras utan modifieringar av PLC-programmet.

3.1.3 Fas 3: Workshop

Under fas 3 genomfördes en extern utbildningen med Siemens och ingenjörslaget hos automationspartner i Skövde. Utbildningen innehöll en genomgång av SIMIT, NX MCD, övningar och arbete med att bygga en 3D-modell av vissa delar av maskinen.

Under utbildningen i Skövde hölls diskussioner kring hur företaget kunde vinna på att utveckla en virtuell modell i ett tidigt skede under utvecklingen av en ny maskin, hur företaget kan justera sin arbetsmetodik och hur en 3D-modell skulle kunna gynna företaget.

Övningarna genomfördes i en grupp om 6 personer där man turades om att arbeta med både SIMIT och NX MCD.

Vid demonstrationen av 3D-modellen så upptäcktes en bugg i SIMIT modellen vilket justerades snabbt genom att ändra i graferna. Eftersom vissa modeller som fanns i SIMIT nu skapades i NX MCD så behövdes vissa justeringar göras i SIMIT.

3.1.4 Fas 4: Sammanställning

Under sammanställningen paketerades alla filer och program som har producerats till examensarbetet. Även små justeringar gjordes i SIMIT för att simuleringen skulle fungera med och utan 3D-modellen.

3.2 Test av prototypen

Prototypen testades genom att testa alla knappar som hade implementerats i SIMIT och verifiera, i ett simulerat HMI, funktioner som till exempel: nödstopp, säkerhetsdörrar, cylinderrörelse, produktionstid och återställning av enheter.

3.3 Källkritik

Tidigare examensarbeten anses vara tillförlitliga eftersom de har publicerats av välkända universitet som: Luleå Universitet och Chalmers Universitet. Dessutom har arbetena granskats av examinator och opponenter. [2] [3]

Artikeln om ”Vad är en digital tvilling” anses vara trovärdig eftersom skribenten arbetar inom digitalisering och innovation och att artikeln har publicerats av ett välkänt företag. [4]

Manualer och artiklar från företagen anses vara trovärdiga och relevanta eftersom företagen är välkända och informationen som läggs ut har med stor sannolikhet dessutom granskats av andra organisationer som använder deras produkter. [5] [6] [8] [10] [11]

Dokument och artiklar från automationspartner anses vara tillförlitliga eftersom det är i företagets intresse att informationen är korrekt. [1] [9] [12] [13] [14]

Företagsinformation publicerat av Industritorget med syftet att marknadsföra företaget anses vara tillförlitlig eftersom det är av företagets intresse att informationen är korrekt och har med största sannolikhet kontrollerats av APAB. [15]

Sveriges Ingenjörer anses vara relevant och tillförlitligt eftersom det är ett välkänt ingenjörsfackförbund. [16]

4 Analys

4.1 SIMIT

4.1.1 Automatisk modellering

Automatisk modellering är ett bra verktyg för att effektivt modellera stora maskiner med ett stort antal liknande enheter. Vilket var fallet för Lisa. En avgörande faktor för att kunna använda funktionen är att IO-taggar i TIA-Portalen är namngivna på ett sådant sätt att man kan identifiera vilken station de tillhör, vad signalen har för funktion och vilken typ av enhet det är.

4.1.2 SIMIT komponenter

Rampfunktionen har visat sig vara användbar som modell för en pneumatisk cylinder då den har relevanta parametrar som tid och rörelselängd.

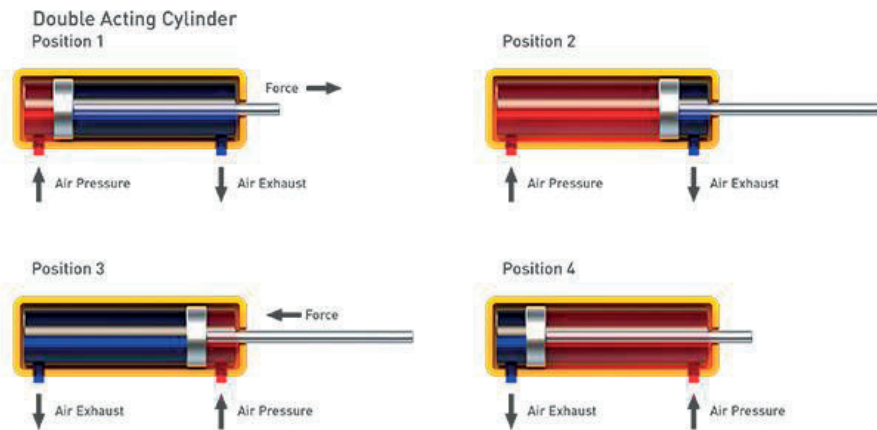
4.2 Modeller av enheter i SIMIT

Här ges en beskrivning av simuleringsmodeller medan kapitel 4.3 presenterar användningen av modellerna.

4.2.1 Pneumatisk cylinder

Pneumatik betyder lufttrycksteknik som innebär att man använder en gas i det här fallet luft för att skapa rörelse. Figur 6 illustrerar en dubbelverkande cylinder som har två slutlägen (varav ett hemläge och ett arbetsläge där cylindern är helt ute) och två in eller utgångar för luft. Tiden från ett läge till ett annat är beroende av lufttryck, last och cylinderslaglängd. Cylinderns egenskaper var följande:

- Tillstånd: Hemläge och arbetsläge
- Insignal: Luft in och luft ut
- Utsignal: Hemläge och arbetsläge
- Slaglängd
- Lufttryck
- Last
- Arbetstid

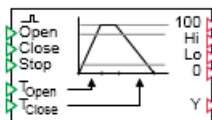


Figur 6: Pneumatisk cylinder med 4 positioner. Källa: <http://blog.parker.com/know-your-pneumatics-single-or-double-acting-choosing-the-right-cylinder>

Som modell valdes en DriveV3 komponent i SIMIT för att simulera fördröjningen från hemläge till slutläge. Senare så lades även cylinderslaglängd till vilket gjorde att en analog Rampfunktion passade modellen.

DriveV3 – Type 3 valve drive

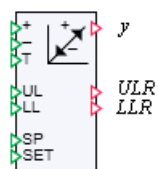
Symbol



Figur 7: DriveV3

Ramp – Ramp function

Symbol



Figur 8: Rampfunktion

Tabell 2: Visar variabler och egenskaper på signaler för cylinder

Variabel	Typ av signal	Funktion
00M00a	In	Förflytta kolven till läge A
00M00b	In	Förflytta kolven till läge B
00B00a	Ut	Sann när kolven är i läge A
00B00b	Ut	Sann när kolven är i läge B

Arbetstid för cylindern beräknas med hjälp av typiska värden som har angetts av den externa handledaren. Standardtrycket är 8 bar, slaglängden är 120mm och max hastigheten att gå från ett läge till ett annat är 0.2m/s. Hastigheten antas vara proportionell mot trycket.

$$\text{Maxhastighet} = \text{standardtryck} * C \Leftrightarrow C = \text{Maxhastighet} / \text{standardtryck}$$

$$\text{Hastighet} = C * \text{tryck}$$

$$\text{Fördröjning} = \text{slaglängd} / \text{Hastighet}$$

4.2.2 Sensor

Sensorerna i maskinen som modellerades hade en utsignal. För att skapa en enkel modell så användes endast en signalkoppling som kunde antingen vara binär eller analog. Tabell 3 visar signaler från en höjdvälsläsare.

Tabell 3: Visar signaler för höjdvälsläsare

Variabel	Typ av signal	Funktion
00B00	Ut	Sann när det finns produkt på plats

4.2.3 Servo

Efter en analys av PLC-koden och några diskussioner med automationsingenjören kom vi fram till att användning av servon i maskinen var följande:

- Kontroll och avläsning av: position, hastighet och tröghetsmoment

Dessa servon var styrda med Festos drivenheter. För att simuleringen skulle kunna köras så återkopplades signaler och en fördröjningsfunktion användes för att simulera tiden som det tar för ett servo att ändra sitt tillstånd som till exempel: position. Signalerna hämtades från Festos FHPP på kapitel 1.5. [11]

Signaler som återkopplades var följande:

- Cpos = Spos
- SetValueOne = ActualValueOne
- SetValueTwo = ActualValueTwo

4.2.4 Indexbordet

För att modellera indexbordet i SIMIT som var styrt av en servo så återkopplades vissa signaler. En räknare användes för att hålla reda på hur många steg som indexbordet hade tagit.

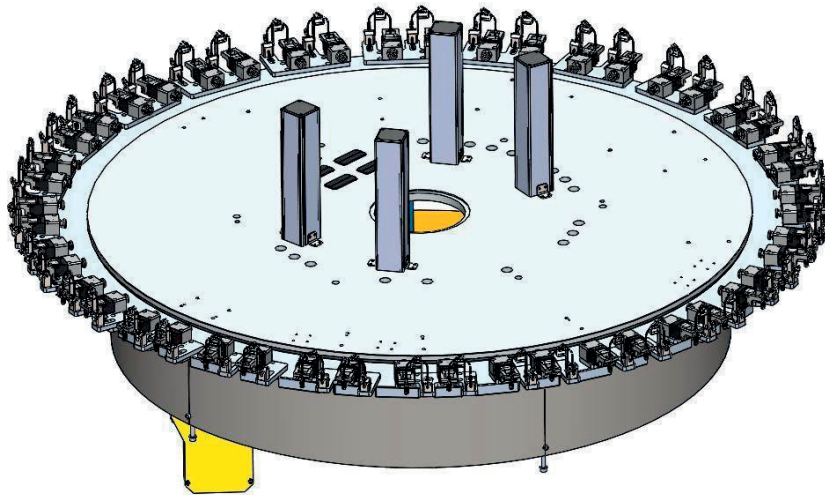
Sekvensen för indexbordet var följande:

1. Om 91StartPositioningTask = True;
2. Sätt 91MotionComplete = False;
3. Vänta
4. Sätt 91B20b = False;
5. Vänta
6. Sätt 91B20b = True;
7. Vänta
8. Sätt 91MotionComplete = True;

Tabell 4: Visar signaler för indexbordet

Variabel	Typ av signal	Funktion
91StartPositioningTask	In	Startar indexbordet
91MotionComplete	Ut	Sant när bordet har utfört rörelsen
91AxisReferenced	Ut	Tillåter drivenheten att köra
91B20b	Ut	Sensor för när bordet är i position
91B30	Ut	Sensor när näst 1 befinner sig på station 1

Figur 9: Tillståndsdigram för indexbordet



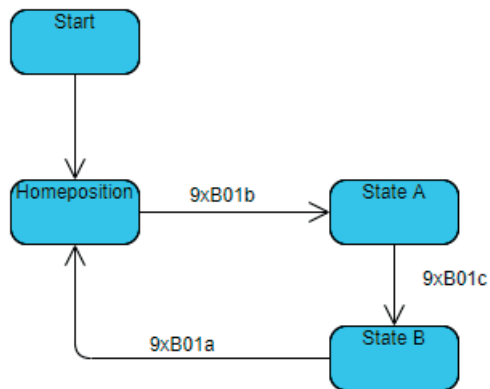
Figur 10: Indexbordet

4.2.5 Pneumatiskt indexbord

Det pneumatiska indexbordet styrs av en pneumatisk cylinder som i sin tur styr en kolv. Bordet roteras genom att kolven pressas fram till sitt slutläge B vilket motsvarar ett steg och ett steg när den dras tillbaka till startläget A. Bordet har tre olika tillstånd: Hem, indexeringsposition och låst. Bordet har även två insignaler och tre utsignaler. Figur 11 visar tillståndsdigrammet för det pneumatiska indexbordet och Tabell 5 visar signaler som används.

Tabell 5: Visar signaler för pneumatiskt indexbord

Variabel	Typ av signal	Funktion
9xM01a	In	Förflytta kolven till läge A
9xM01b	In	Förflytta kolven till läge B
9xB01a	Ut	Sann när kolven är i läge A
9xB01b	Ut	Sann när kolven är i läge B
9xB01c	Ut	Sann när bordet är i Hemläge



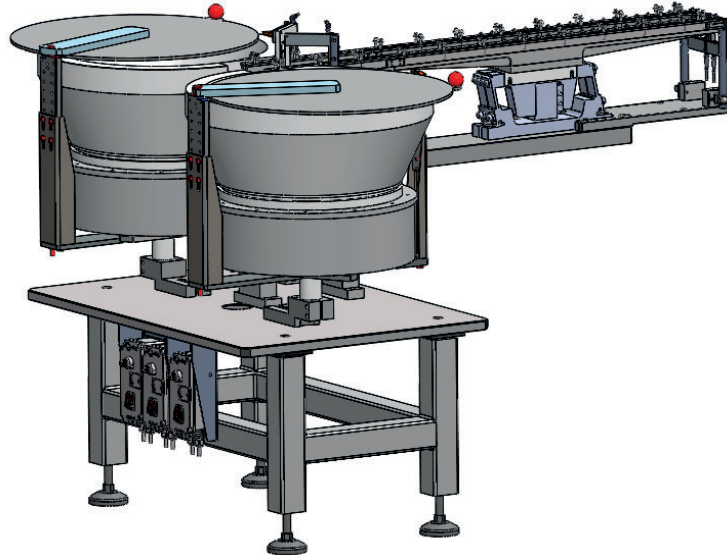
Figur 11: Tillståndsdigram för det pneumatiska indexbordet

4.2.6 Inmatare

En inmatare matar in material till stationer och har följande egenskaper: buffert och en plats för plockning av material. När inmataren är startad så fylls bufferten med material tills den är full samtidigt som material plockas upp av stationer. Ett exempel på en inmatare visas i Figur 12 nedanför. Signaler för inmataren visas i Tabell 6.

Tabell 6: Visar signaler för inmataren

Variabel	Typ av signal	Funktion
00M00Enable	In	Startar inmataren
00B00a1/00B00a2	Ut	Indikera när det finns material i läge 1 eller 2
00B00b1/00B00b2	Ut	Indikera när bufferten är full eller tom
00M00Pick1/00M00Pick2	In	Plockar en produkt



Figur 12: Skålmatare

4.2.7 Övriga enheter

De övriga enheterna limning och flödeskontroll modellerades genom återkoppling av binära och analoga signaler. Exempel ges under kapitel Delprojekt.

4.3 Delprojekt

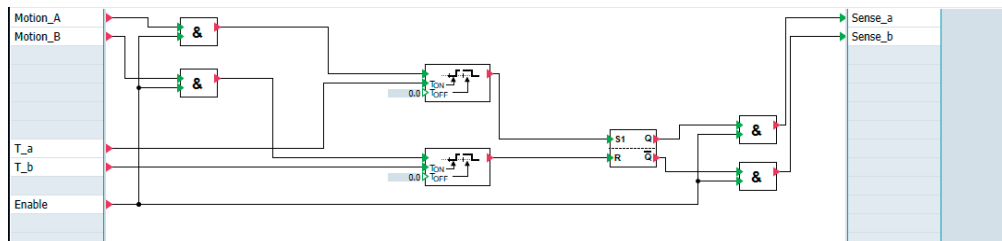
Här redovisas steg för steg hur varje delprojekt konstruerades.

4.3.1 Lisa Demo 1

En enkel modell av station 1 programmerades i programmeringsspråket SCL i TIA-Portalen och grafer för station 1, 22 och kontrollpanelen visas i Figur 14, Figur 15 och Figur 16.

4.3.1.1 Pneumatisk cylinder makro

I SIMIT utvecklades en modell av en pneumatisk cylinder som visas i Figur 13 med hjälp av fördröjningsfunktionen delay, SR latch och AND block. Modellen implementerades med ett makro och i makrot skapades insignaler för Motion, fördröjningstid T och utsignaler som Sense.

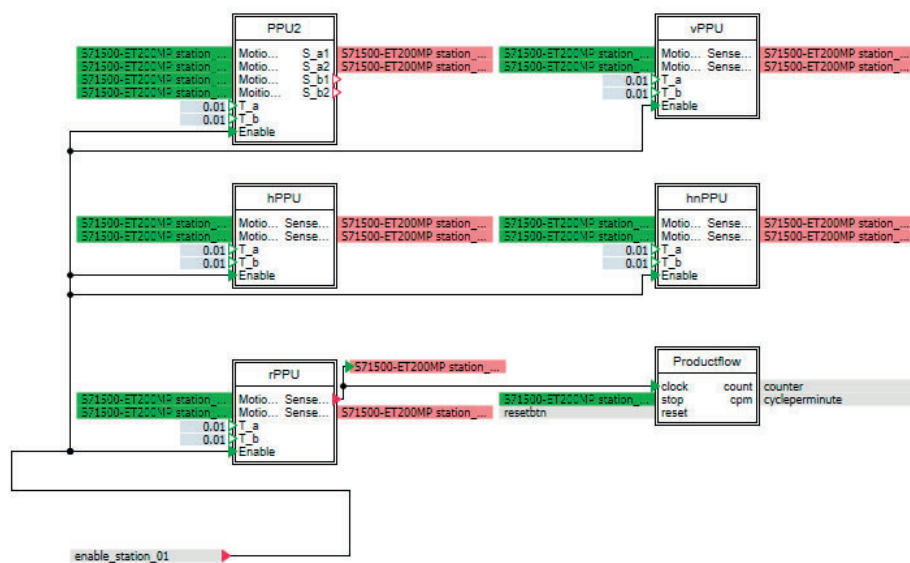


Figur 13: Pneumatisk cylinder makro

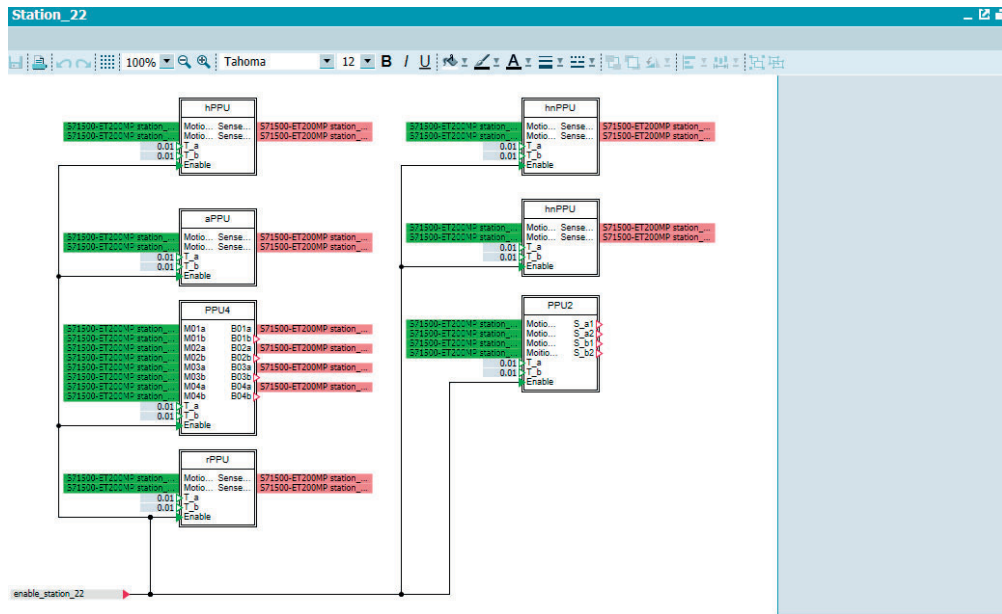
Signaler importerades från TIA-Portal-projektfilen genom att först upprätta en koppling av typen PLCSIM Advanced och sedan välja importera.

4.3.1.2 Station 1

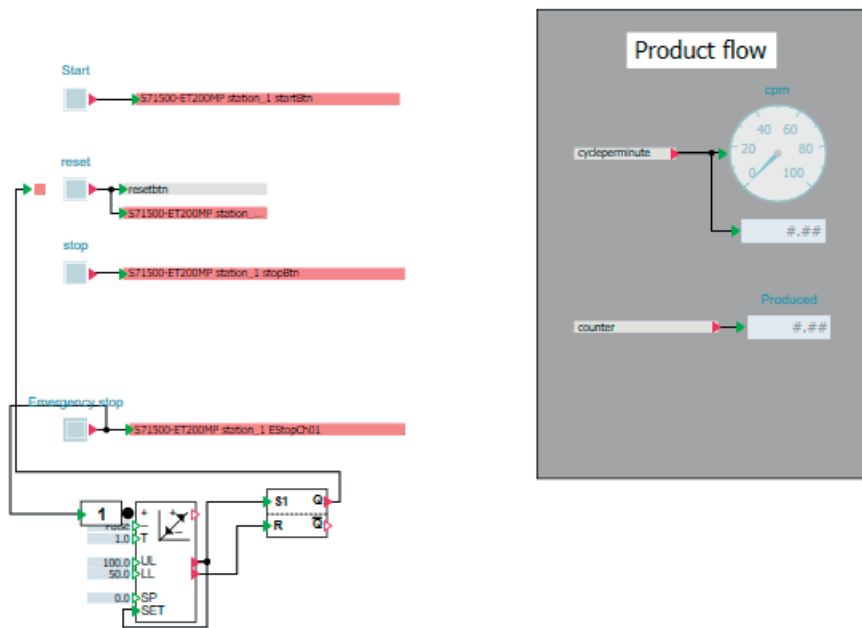
Station 1 modellerades genom att koppla insignaler och utsignaler till respektive modell av de pneumatiska cylindrarna som visas i bilden under.



Figur 14: Station 1



Figur 15: Station 22



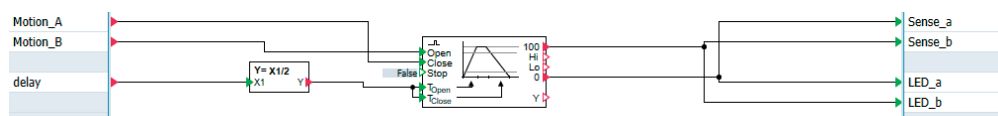
Figur 16: Kontrollpanel och produkt flöde

4.3.2 Lisa Demo 2

Här beskrivs en design av maskinen som består av kontrollpanel, säkerhetszon och följande stationer: 1, 22, 24, 91(Indexbordet)

4.3.2.1 PPU

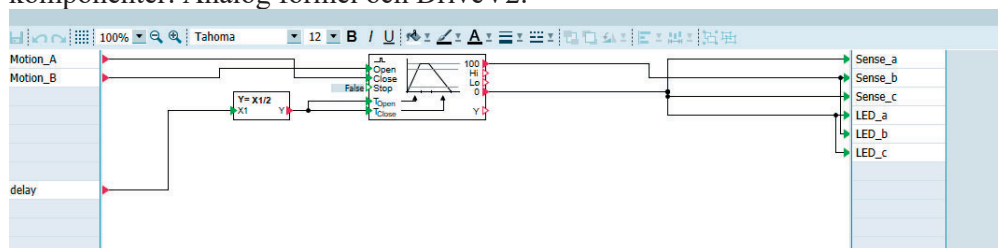
En modell av en PPU skapades genom att klicka på “New macro” och sedan dra följande komponenter från komponent-fliken i SIMIT: En analog formelblock och DriveV3. Figur 17 nedanför visar hur makrot ser ut.



Figur 17: PPU Makro

4.3.2.2 Pneumatisk indexbord

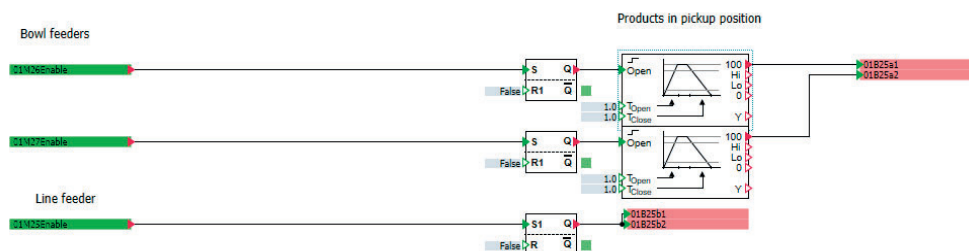
Det pneumatiska indexbordet som visas i Figur 18 byggdes med följande komponenter: Analog formel och DriveV2.



Figur 18: Pneumatisk indexbords makro

4.3.2.3 Inmatare

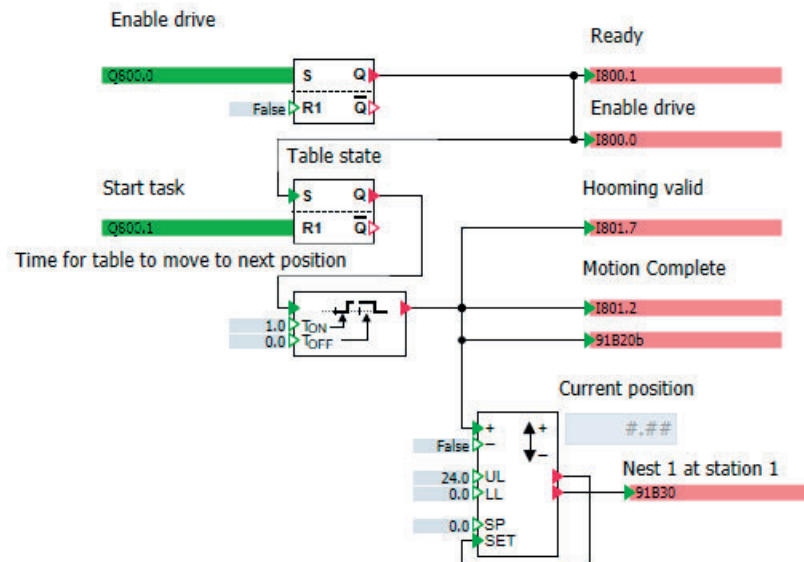
En graf av inmatare skapades med SR latch, DriveV1 med en fördröjning på 1 sekund vilket visas i Figur 19.



Figur 19: Inmatare

4.3.2.4 Indexbordet

Indexbordet modellerades med två SR-latchar, en delay-funktion och en räknare med en digital display som visas i Figur 20.

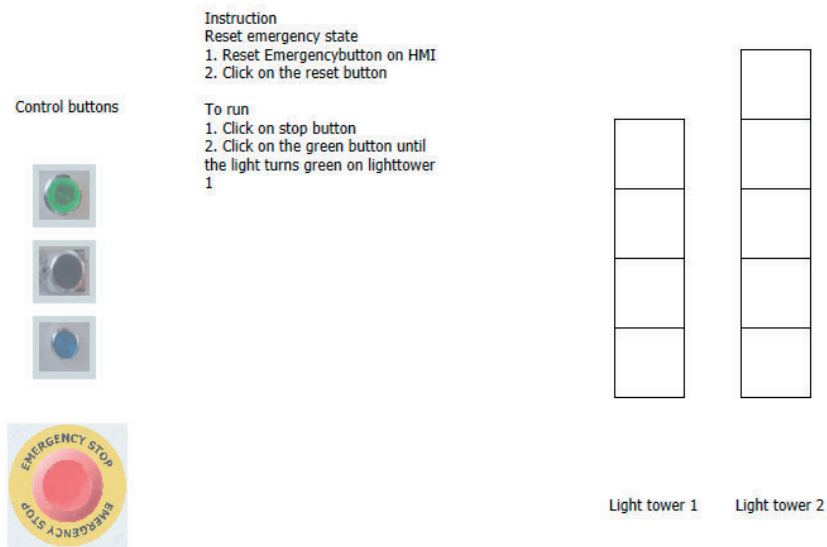


Figur 20: Indexbordet. Notera att det ska vara "Homing" istället för "Hooming".

4.3.2.5 Kontrollpanelen

En kontrollpanel skapades genom att i mappen "Charts" klicka på New chart och namnge det "control panel". Tre knappar start, stop, reset lades till genom att dra tryckknapp med bild från kontroller fliken till höger.

Nödstoppsknappen får man genom att dra en knapp med bild från kontrollerfliken. Ljustornen som finns till vänster om knapparna som visas i Figur 21 får man genom att dra en rektangel från grafikmenyn till det vita fältet. En animation bildförändring lades till genom att klicka på rektangeln och på menyn animationer välja animation. En bild som representerade på och av valdes genom att klicka på image under egenskaper som visas i Figur 22. Sedan duplicerades rektangeln genom att hålla ner CTRL och samtidigt dra den från det vita fältet till en annan plats. Med samma metod skapades totalt två ljustorn.



Figur 21: Kontrollpanel och ljusstorn

Rectangle		Properties	Diagnostics
General	Property	Value	
Appearance	Signal	S71500-ET200 00P02red	M
Layout	Image (false)	no_light	... X
Animations	Image (true)	red_light	... X
New animation			
Image change			

Figur 22: Egenskaper för rektangel

Varje komponent kopplades till respektive insignal och utsignal genom att klicka på komponenten sedan klicka på ögat och i sin tur skriva in källan och tagg namnet. Figur 23 visar ett exempel på egenskaper för en startknapp.

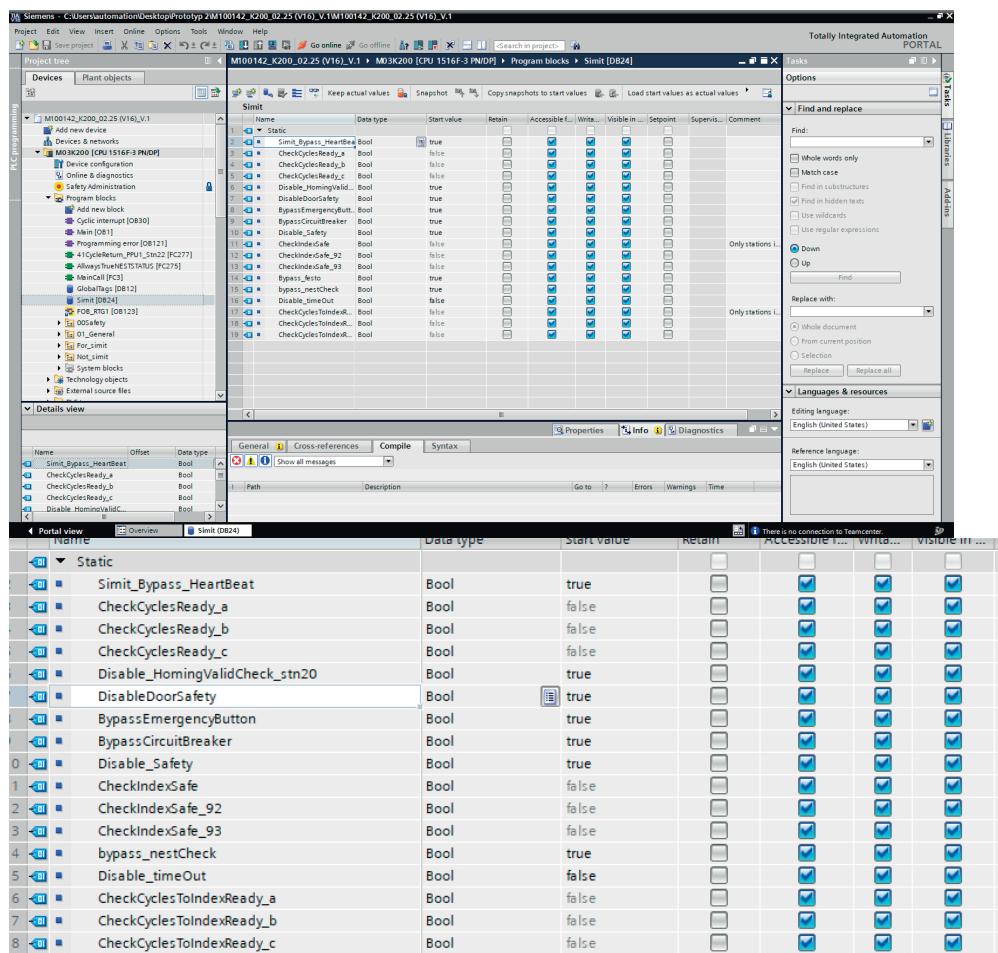
Startbutton		Properties	Diagnostics
General	Name	Signal	
Connector	Signal	S71500-ET200 S03_Start00A1	M
View			

Figur 23: Egenskaper för en knapp

4.3.2.6 Modifiering av PLC-programmet

För att programmet skulle kunna köras med begränsat antal stationer krävdes det att följande signaler förbikopplas. Det gjordes genom att taggar lades till genom att skapa en global datastruktur "SIMIT" i TIA-Portalen. Taggar som

skapades visas i Figur 24 nedan. Dessa taggar användes sedan i PLC-programmet för att koppla förbi vissa funktioner som stoppade maskinen.



Figur 24: Taggar som skapats för att förbikoppla signaler

4.3.2.7 Stationer

Följande stationer definierades genom att använda makro PPU, modellerna för indexbordet, pneumatiskt indexbord och inmatare: 1, 22, 24, 91, 09, 11, 30, 40, 92, 93. Detta utfördes i följande steg:

1. En graf lades till genom att klicka på New chart.
2. Komponenter drogs in i grafen som till exempel: PPU macro (Pneumatic Pickup Unit) som finns i Macros-fliken.
3. Signaler drogs in från Signals-fliken genom att först söka efter signalen sedan markera alla signaler som skulle ingå i grafen. Dessa signaler från tabellen drogs in samtidigt som knappen shift-knappen var nedtryckt.

4. Signalerna kopplades till varje komponent genom att dra pilen till rätt ingång/utgång

Stationerna visas i följande figurer: Figur 33, Figur 35, Figur 36, Figur 37, Figur 38, Figur 39, Figur 40, Figur 41 och Figur 42.

4.3.3 Lisa Demo 3

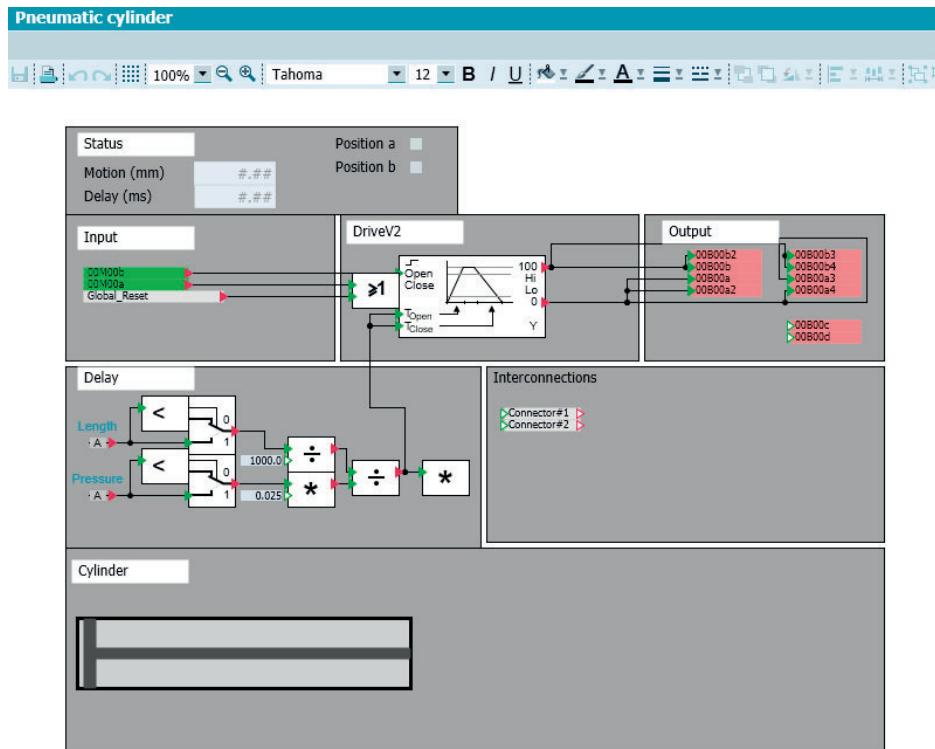
I Lisa Demo 3 användes templates för att skapa cylindrar, även en ny dokumentstruktur implementerades och grafik för cylindern skapades.

4.3.3.1 *Template för cylinder*

I Lisa Demo 3 skapades template för cylindern och Excel-dokumentet för att skapa alla pneumatiska cylindrar till alla stationer. Arbetet började med att först bestämma vad som skulle visas och vilka in och utsignaler som skulle ingå i grafen genom att diskutera med automationsingenjören Victor Ottosson. Sedan konstruerades grafen genom följande steg:

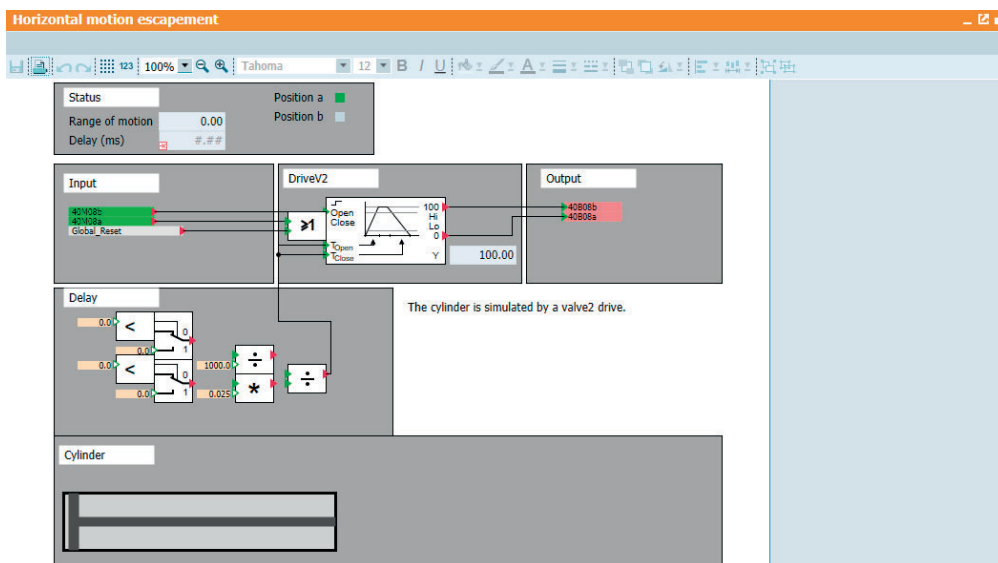
1. En graf skapades genom att klicka på new Template i fliken Templates under kategorin Global templates.
2. En DriveV2 drogs in i grafen från fliken Components under rubriken DRIVES.
3. Sedan drogs följande komponenter: Grindar, texttrutor, lampor, matematiska operationer, fyrkant och polyline genom att välja motsvarande flik och underkategori.
4. Komponenter och insignaler kopplades genom att förflytta signalens pil så att den sammanföll med motsvarande pil på komponent eller dra signalpilen till motsvarande komponent.
5. Områdena skapades genom att markera fyrkanten sedan ändra storleken genom att dra en av punkterna på sidorna.
6. Dessa områdena färgades genom att under Properties klicka på Appearance och ändra Fill color.
7. När områdena hade skapats drog motsvarande texttruta till området.
8. Komponenter och insignaler organiserades efter de gråa områdena.
9. Animation på cylindern skapades genom att lägga till en förflyttningsanimation på polyline (kolven).

Figurerna 38 och 39 visar templates som skapades i SIMIT.



Figur 25: Pneumatisk cylinder template

Testkörning utfördes i Lisa Demo 1 genom att återskapa station 01 med hjälp av Pneumatic cylinder och avaktivera den gamla stationen.



Figur 26: Pneumatisk cylinder under simulering

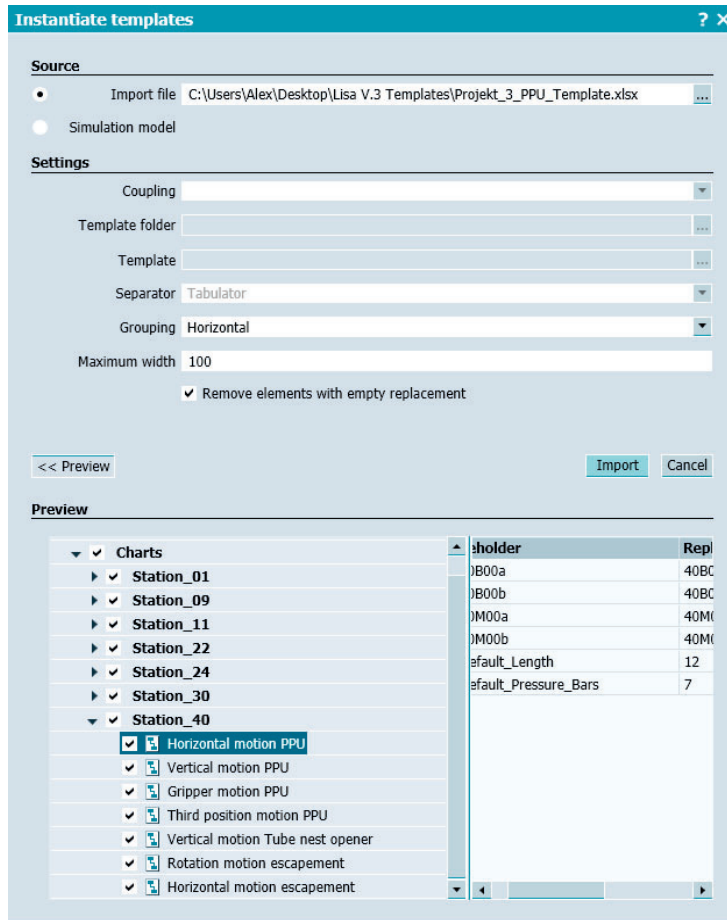
4.3.3.2 Cylinder för stationer

Excel-dokumentet togs fram genom följande steg:

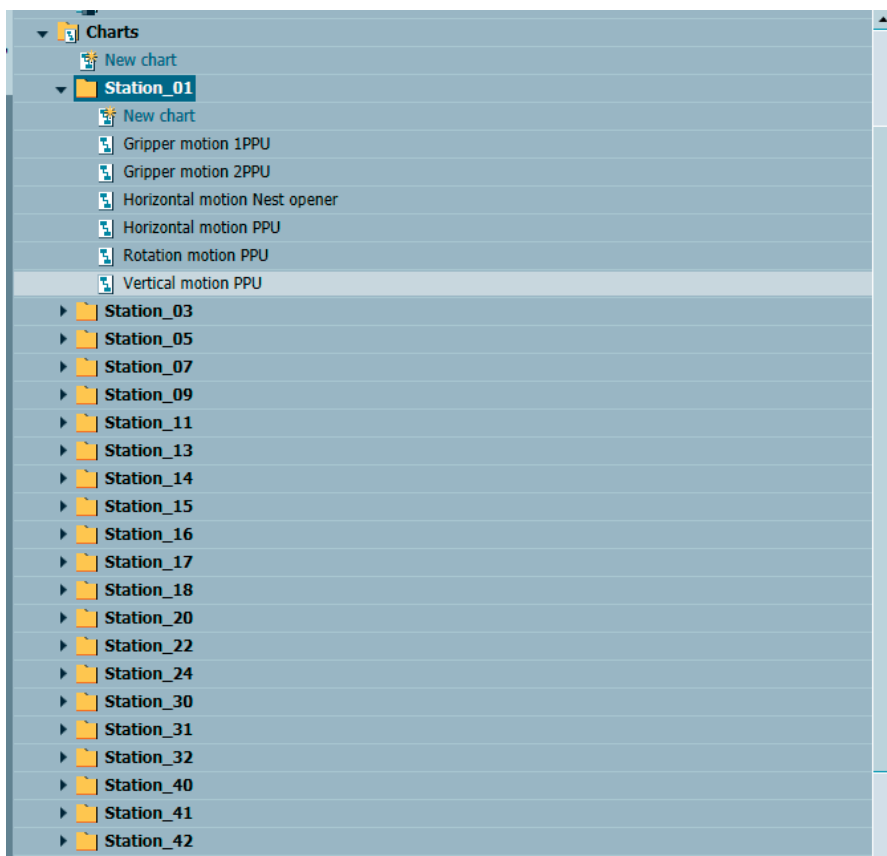
1. Importera alla taggar från projektet i TIA-Portalen genom att klicka på "Show all tags" därefter välja export och formatet xlsx.
2. Öppna dokumentet i Excel och filtrera kommentar kolumnen efter motion och sortera taggarna efter A-Z.
3. I SIMIT under Templates så högerklicka på Pneumatic cylinder och välj Export to Excel.
4. Öppna dokumentet i Excel.
5. Hitta signalerna som matchar variabelkolumnerna i template kolumnen genom att filtrera kolumnerna
6. Kopiera över alla dessa signaler till template Excel-dokumentet.
7. Kopiera över kommentarsfältet till Chart och formatera kolumnen.
8. I HIERARCHY fyll i med stationsnamnet utgående från de två första siffrorna som finns i variabeln tills det går att använda autofill som finns under fliken data.
9. Autofill och fyll i de resterande rutorna som saknar stationsnamn.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	HIERARCHY	TEMPLATE	CHART	00B00a	00B00a2	00B00a3	00B00a4	00B00b
2	Station_01	Pneumatic cylinder	Horizontal motion PPU	01B01a				01B01b
3	Station_01	Pneumatic cylinder	Vertical motion PPU	01B02a				01B02b
4	Station_01	Pneumatic cylinder	Rotation motion PPU	01B03a				01B03b
5	Station_01	Pneumatic cylinder	Gripper motion 1PPU	01B04a				
6	Station_01	Pneumatic cylinder	Gripper motion 2PPU	01B05a				
7	Station_01	Pneumatic cylinder	Horizontal motion Nest opener	01B06a				01B06b
8	Station_09	Pneumatic cylinder	Horizontal motion 1 PPU	09B01a				09B01b
9	Station_09	Pneumatic cylinder	Vertical motion PPU	09B02a				09B02b
10	Station_09	Pneumatic cylinder	Gripper motion 1,2 PPU	09B03a1	09B03a2			
11	Station_09	Pneumatic cylinder	Vertical motion tube nest opener	09B04a				09B04b
12	Station_11	Pneumatic cylinder	Horizontal motion 1 PPU	11B01a				11B01b
13	Station_11	Pneumatic cylinder	Vertical motion PPU	11B02a				11B02b
14	Station_11	Pneumatic cylinder	Gripper motion 1,2 PPU	11B03a1	11B03a2			
15	Station_11	Pneumatic cylinder	Vertical motion tube nest opener	11B04a				11B04b
16	Station_22	Pneumatic cylinder	Horizontal motion PPU 1	22B01a				22B01b
17	Station_22	Pneumatic cylinder	Angular motion PPU 1	22B02a				22B02b
18	Station_22	Pneumatic cylinder	Gripper motion 1,2 PPU 1	22B03a1	22B03a2		22B03a4	
19	Station_22	Pneumatic cylinder	Gripper motion 3,4 PPU 1	22B04a1	22B04a2		22B04a4	
20	Station_22	Pneumatic cylinder	Rotation motion PPU 1	22B05a				22B05b

Figur 27: Excel-dokumentet som användes för att skapa instanser av cylinder template



Figur 28: Användning av dokumentet i Figur 27



Figur 29: Resultatet från automatisk modellering

4.3.4 Lisa Demo 4

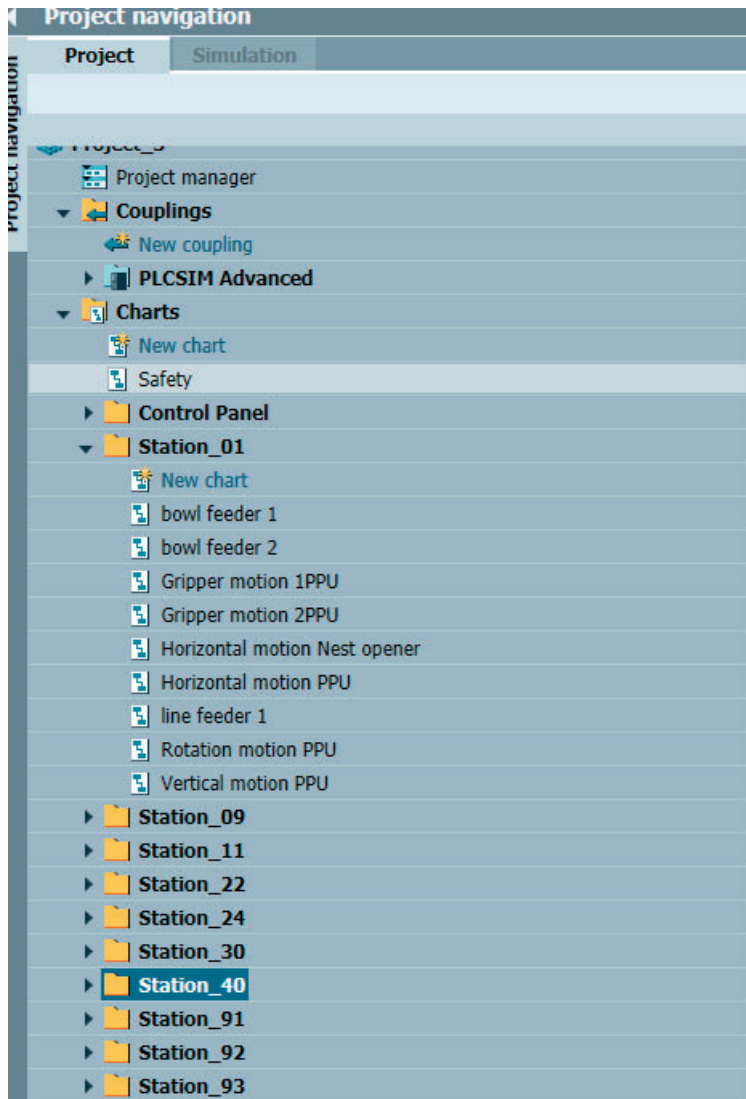
- Nya templates
 - Safety
 - Kontrollpanel
 - Pneumatisk indexbord
 - Inmatare
 - Indexbordet

I Lisa Demo 4 skapades följande templates: Safety, Kontrollpanel, Pneumatiska indexbordet, Inmatare och Indexbordet. I delprojektet skapades även en annan mappstruktur på grafer och alla grafer togs fram genom att använda templates.

Pågrund av att SIMIT Demo användes valdes ett begränsat antal stationer. Vilket var följande stationer: 1, 9, 11, 22, 24, 30, 40, 91, 92 och 93.

Nya templates definierades i liknande steg som i Lisa Demo 3. Några nya komponenter som användes var Image button och Image switch. Dessa

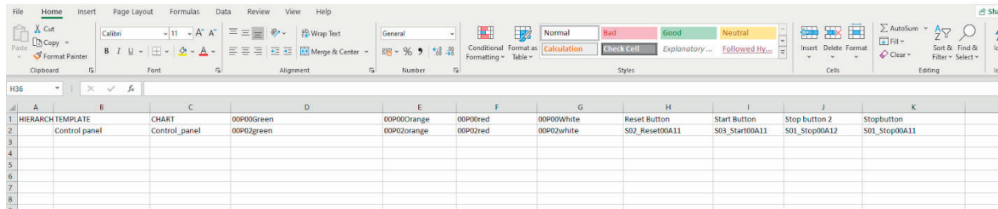
komponenter hade funktioner som att visa upp en vald bild på valt tillstånd som till exempel: av eller på.



Figur 30: Projekt vy över Lisa Demo V.3

4.3.4.1 Kontrollpanelen

Kontrollpanelen i Lisa Demo V.3 utvecklades från en template och innehåller variabler som visas i bilden under.



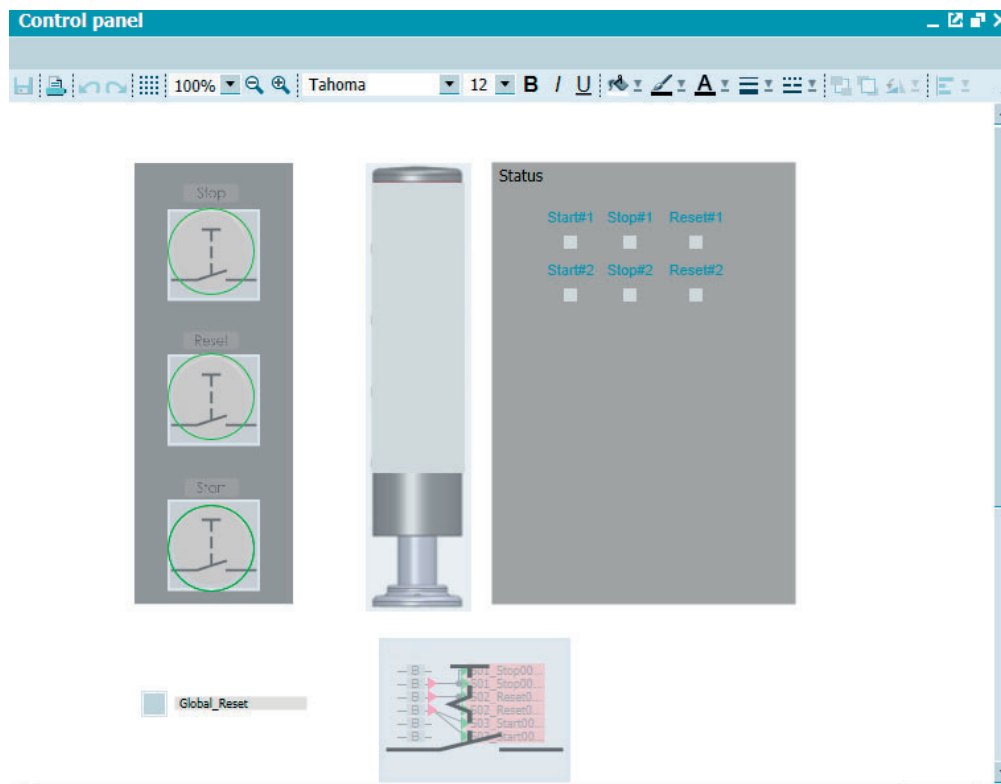
Figur 31: Excel för kontrollpanelen med alla variabler

Knappar konstruerades i följande steg:

1. En bildknapp placerades i fältet och duplicerades två gånger.
2. Varje bildknapp namngavs till följande: Stop, Reset, Start.
3. En bild tilldelades till varje knapp.
4. Bildknapparna kopplades till en binär kopplare genom att skriva namnet på kopplaren i den första rutan och namnet på utgången i kopplaren på andra rutan.
5. En grön cirkel skapades genom att dra en ellips från grafikfältet.
6. En bildförändring valdes som animation för ellipsen och bilder valdes för på-läge och av-läge.
7. En signal tilldelades till animationen genom att skriva in namnet på kopplaren som var kopplad till knapparna.
8. En panel skapades genom att använda en bildknapp.

Ljustornet definierades på följande sätt:

1. Ett ljustorn skapades genom att använda en bildknapp och en bild på ljustornet.
2. Fyra stycken binary display användes för att täcka för ljustornets ljus.
3. Signaler och färger valdes till binary display



Figur 32: Kontrollpanelen med bildknappar, ljusstorn och status signaler

4.3.5 Lisa Sim 1

Lisa Sim V.1 simulerade all nödvändig logik för att kunna köra alla stationer i maskinen. Detta gjordes genom att implementera och simulera logiken för följande komponenter: Pneumatiska cylindrar, kontrollpanel, Servo, Indexbord, Pneumatiska Indexbord, nödstopp, säkerhetsdörrar, inmatare och sensorer.

Projektet började med att spara Lisa Demo 4 som ett nytt projekt och utöka delprojektet med de ej implementerade stationerna. För att kunna göra detta utökades Excel-dokumentet för Lisa Demo 4 för att generera fler stationer. Även grafer implementerades för enskilda enheter som till exempel: Sensorer, servon, säkerhetsfunktioner och övrigt.

5 Resultat

Här redovisas hur målen har uppnåtts.

5.1 Delprojekten

Nedan redovisas Tabell 7 som innehåller resultatet från varje delprojekt.

Tabell 7: Beskriver vad som har implementerats i varje delprojekt

Delprojekt	Stationer	Funktioner	Enheter	Uppskattad tid
Lisa Demo 1	1, 21	Inmatning och utmatning av godkända produkter	Pneumatiskt Cylinder	Två dagar
Lisa Demo 2	1, 22, 24, 91	Inmatning, utmatning av produkter och indexering	Pneumatiskt Cylinder, kontrollpanel, indexbord	En vecka
Lisa Demo 3	1, 22, 24, 91	Inmatning, utmatning av produkter och indexering	Pneumatiskt Cylinder, kontrollpanel, indexbord, Pneumatiskt indexbord	Tre dagar
Lisa Demo 4	1, 9, 11, 22, 24, 30, 40, 91, 92, 93	Inmatning, utmatning, bearbetning, kvalitetskontroll och indexering	Pneumatiskt Cylinder, kontrollpanel, indexbord, Pneumatiskt indexbord, nödstopp	Tre dagar
Lisa Sim 1	Alla stationer i Figur 5.	Inmatning, utmatning, bearbetning, kvalitetskontroll, indexering och säkerhetsfunktioner	Pneumatiska cylindrar, kontrollpanel, Servo, Indexbord, Pneumatiska Indexbord, nödstopp, säkerhetsdörrar, inmatare, sensorer,	En vecka

			limning och flödeskontroll	
--	--	--	-------------------------------	--

5.2 Prototypen

Vid slutet av examensarbetet utvecklades en prototyp som kallas Lisa Sim 1. Prototypen kan användas för att köra alla stationer i maskinen och testa av implementerade funktioner som till exempel: säkerhetsfunktioner, inmatning och utmanings av produkter.

5.3 SIMIT biblioteket

Följande templates har tagits fram och kan användas av företaget till andra maskiner vilket är följande: Pneumatisk cylinder, Sensor, Servo, Indexbord, Pneumatiskt indexbord och Inmatare.

6 Slutsats

Här ges en beskrivning av vad som har uppnåtts med arbetet.

6.1 Prototypen

Prototypen som har utvecklats under arbetet kan användas för att testa PLC-koden och kan användas som en modell för att utveckla en digital tvilling. Den implementerar även alla stationer, säkerhetsfunktioner och knappar som står i målformuleringen. Under arbetet har prototypens funktioner testats av automationsingenjören. Genom att testa av dessa funktioner med prototypen kan tid och material sparas in jämfört med att använda den fysiska maskinen.

6.2 Svaret på frågorna i problemformuleringen

6.2.1 Vilka steg behöver tas för att skapa en prototyp av maskinen i SIMIT

Steg som behöver tas för att utveckla en modell av maskinen är att skapa templates av liknande komponenter och grafer för enskilda komponenter. Importera in- och utsignaler från PLC-programmet och att välja simuleringshastighet. Skapa ett Excel-dokument från IO-signallistan för automatisk modellering i SIMIT.

För att göra detta krävs det att man har ett namngivningssystem för IO-listan och man ska kunna avgöra vilken station enheten tillhör, signalens funktion och vilken typ av enhet det är.

6.2.2 Vilken hårdvara behöver modelleras för att utveckla en modell av maskinen i SIMIT?

Hårdvara som var nödvändig att modellera för att köra maskinen virtuellt har varit pneumatisk cylinder, sensor, servo, indexbord, pneumatiskt indexbord, inmatare, limning och flödeskontroll.

6.2.3 Hur kan prototypen verifiera att PLC-koden fungerar som den ska

Genom att testa alla funktioner som prototypen implementerar och kontrollera att funktioner körs i TIA-Portalen och att HMI visar rätt värden som till exempel: Produktionstid.

6.2.4 Hur kan prototypen utvecklas vidare till en digital tvilling

För att Lisa Sim 1 ska bli en digital tvilling behövs en fullständig 3D-modell av maskinen och alla övriga funktioner som inte har implementerats.

6.2.5 Vilka faktorer har påverkar hur lång tid som det tar att utveckla en digital kopia av maskinen i SIMIT?

Faktorer som har påverkat hur snabbt det går att utveckla en digital tvilling är hur många unika komponenter det finns i maskinen, hur man väljer att representera dessa i SIMIT, om man har ett systematiskt sätt att namnge komponenter och hur snabb dator man har.

6.3 Reflektion över etiska aspekter

I Sveriges ingenjörers hederskodex står det att ”Ingenjören bör sträva efter att förbättra tekniken och det tekniska kunnandet i riktning mot ett effektivare resursutnyttjande utan skadeverkningar.” [16]. Examensarbetet förbättrar det tekniska kunnandet inom digitalisering av maskiner och främjar effektiv resursanvändning, genom att beskriva hur en maskin kan delvis digitaliseras och att prototypen kan användas för att utföra resurssnåla tester.

6.4 Framtida utvecklingsmöjligheter

6.4.1 Utveckla en digital tvilling

För att prototypen ska byggas vidare till en digital tvilling så behövs en 3D-modell. Detta hade kunnat göras i ett verktyg som till exempel: NX MCD eller andra 3D simuleringsverktyg. Med en 3D-modell kan den digitala tvillingen användas för att upptäckta kollisioner och för marknadsföringssyfte.

6.4.2 Program för att generera Excel-dokument från IO-lista i TIA-Portalen.

En annan möjlighet hade varit att utveckla ett program som kan ta vara på systematisk benämning på IO-taggar för att skapa en Excel-fil som senare kan användas för att generera modellen i SIMIT. Programmet hade kunnat utvecklas med programmeringsspråket Python som har bibliotek som är utvecklade för att hantera data i tabellformat.

6.4.3 Utveckling av SIMIT modellen

En mer komplicerad modell hade kunnat utvecklas i SIMIT som implementerar fler system som till exempel: lufttryck och elektricitet. Detta medför att man kan testa av flera funktioner.

7 Terminologi

APAB	Automationspartner AB
PLC	Programmable Logic Controller
IO	In och utsignaler
PPU	Pneumatic Pickup Unit
Indexering	Att placera en produkt från en station till ett indexbord
Digital tvilling	En virtuell modell av en fysisk maskin
MCD	Mechatronics Concept Developer
HMI	Human Machine Interface

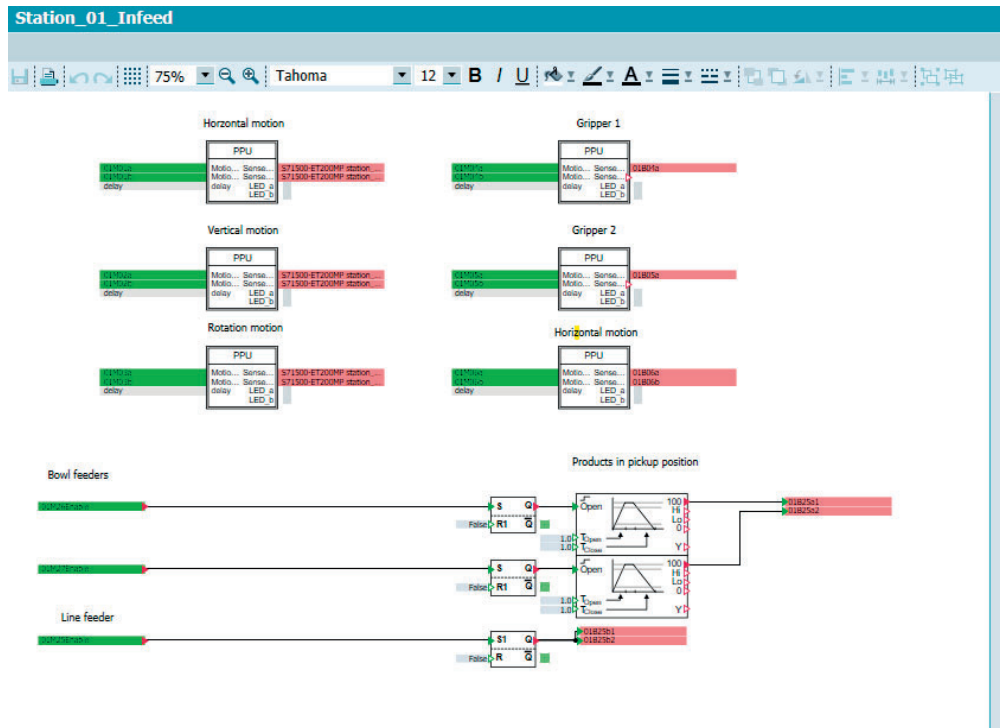
8 Källförteckning

- [1] Automationspartner, "About us", [Online]. Available: <https://automationspartner.se/about-us/>. [Använd 5 November 2020].
- [2] M. G. Gustav Gustaffsson, "Efficient modelling techniques", Chalmers University of Technology Department of Electrical Engineering, Gothenburg, 2019.
- [3] E. A. M. Vera, "Virtual Commissioning of an industrial", Luleå University of Technology Department of Computer Science, Electrical and Space Engineering, Luleå, 2020.
- [4] S. Stigendal, "Vad är en digital tvilling?", 14 Augusti 2020. [Online]. Available: <https://se.ramboll.com/press/artiklar/vad-ar-en-digital-tvilling#:~:text=En%20digital%20tvilling%20%C3%A4r%20en,bro%20eller%20en%20hel%20stad..> [Använd 3 November 2020].
- [5] Siemens AG, "Your gateway to automation in the Digital Enterprise", 2018. [Online]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0c66eeeb-b67d-4c98-aa0d-290f82d5c0d2/7801-09-tia-p-ipdf-en-181029-1.pdf>. [Använd 10 Mars 2021].
- [6] Siemens AG, "S7 PLCSIM Advanced function manual", November 2019. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/484/109773484/att_1004713/v1/s7-plcsim_advanced_function_manual_en-US_en-US.pdf. [Använd 10 November 2020].
- [7] Siemens AG, "SIMATIC SIMIT Simulation Platform (V10.2)", 27 Maj 2020. [Online]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/109780242?c=135919033867&lc=en-WW>. [Använd 10 November 2020].
- [8] Siemens AG, "Mechatronic Concept Design", [Online]. Available: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/mechanical-design/mechatronic-concept-design.html>. [Använd 11 Mars 2021].
- [9] C. Karlsson, "DOC-0004309_Lisa_Extensionset_FDS", Automationspartner AB, Helsingborg, 2016.
- [10] Siemens AG, "E-Stop_SIL3_1500F_DOC_V50_en", [Online]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/21064024/emergency-stop-up-to-sil-3-pl-e-with-a-fail-safe-s7-1500-controller-?dti=0&lc=en-US>. [Använd 27 Januari 2021].
- [11] Festo, "Festo Handling and Positioning Profile", 2009. [Online]. Available:

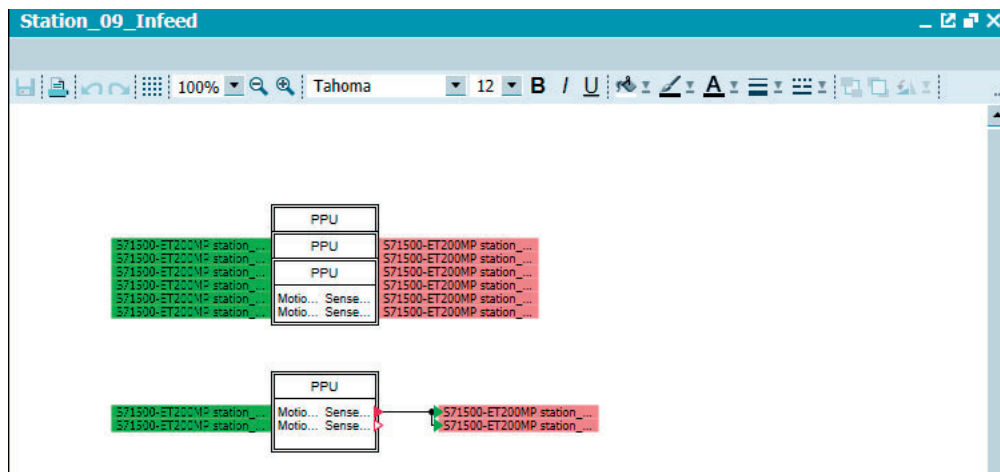
- https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/403824/CMM_FHPP_2010-06a_555696g1.pdf. [Använd 14 December 2020].
- [12] Automationspartner AB, ”DOC-0005047_Lisa_ExtensionSet_SafetyManual”, Helsingborg.
- [13] Automationspartner AB, ”DOC-0005096_Lisa_Extension_OperatorsManual”, Helsingborg.
- [14] Automationspartner AB, ”Automationspartner”, Automationspartner AB, [Online]. Available: <https://automationspartner.se/medical-device-segments/iv-catheter-assembly/>. [Använd 3 11 2020].
- [15] Industritorget, ”Automationspartner AB”, Industritorget, [Online]. Available: <https://www.industritorget.se/f%C3%B6retag/automationspartner+ab/43900/>. [Använd 05 November 2020].
- [16] Sveriges Ingenjörer, ”Hederskodex”, 13 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://www.sverigesingenjorer.se/om-forbundet/sverigesingenjorer/hederskodex/>. [Använd 12 03 2021].

9 Appendix

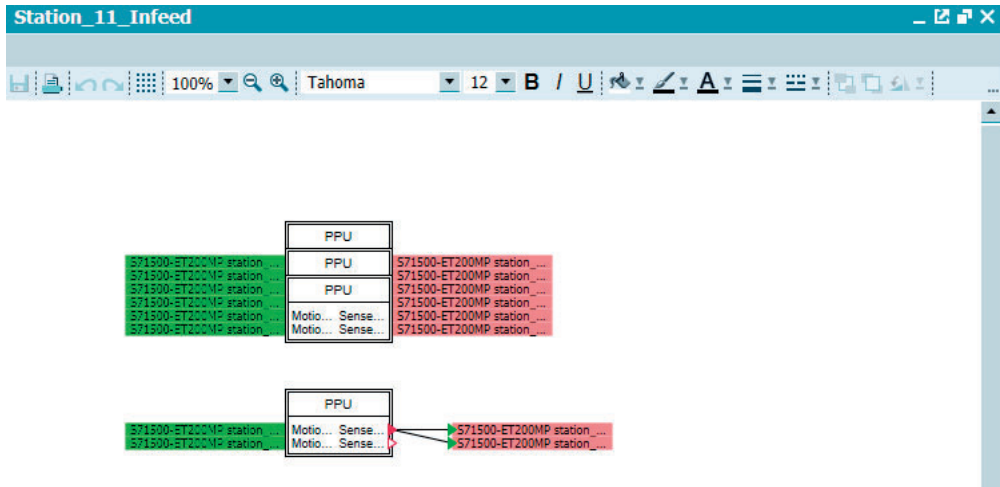
9.1 Figurer för Lisa Demo 2



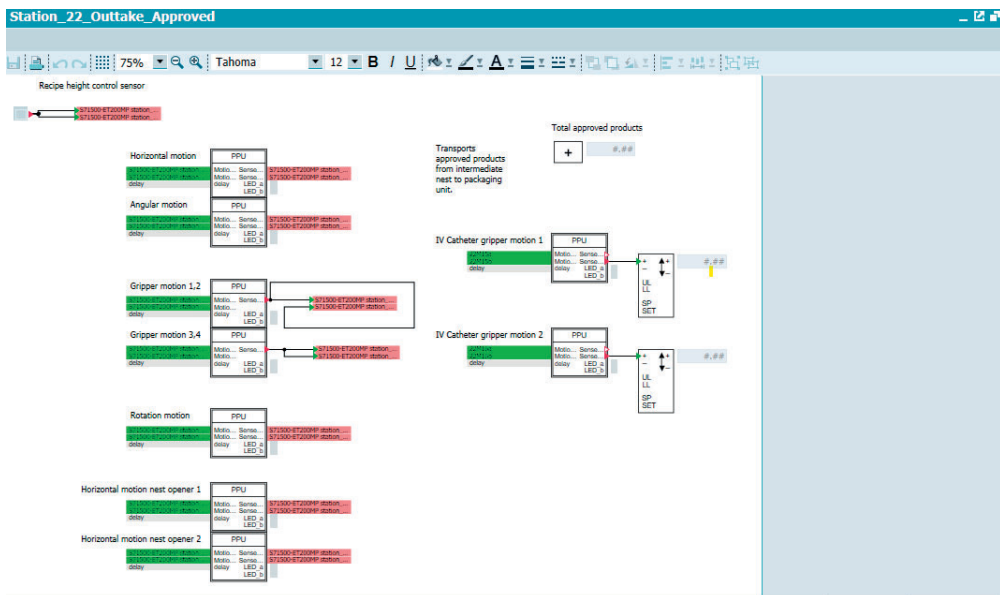
Figur 33: Station 01



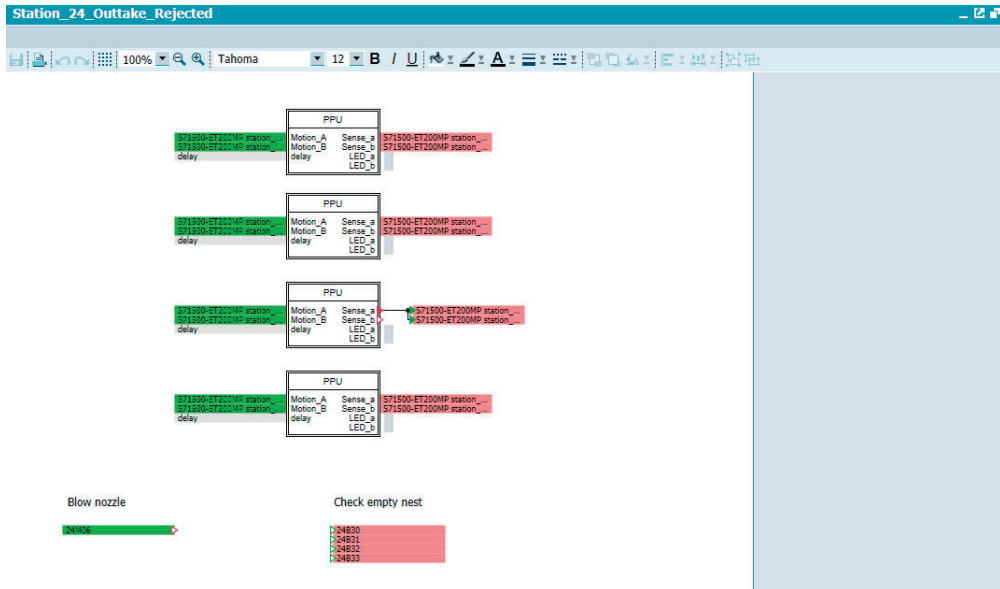
Figur 34: Station 09



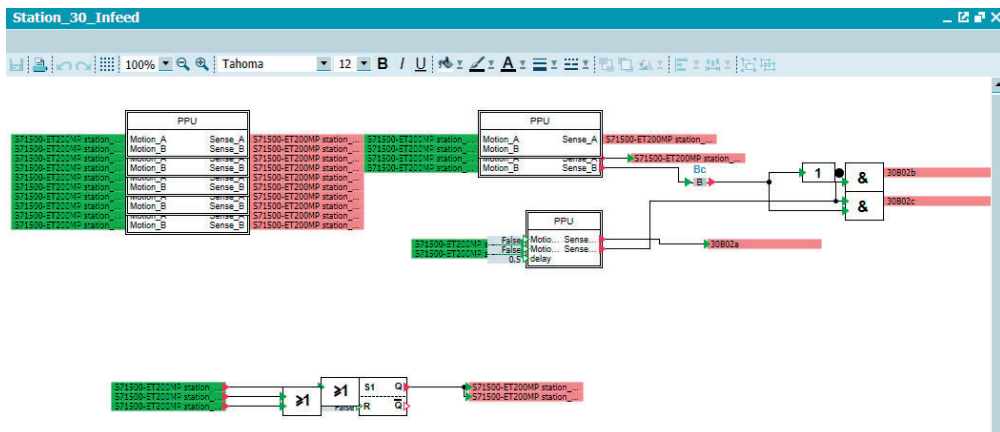
Figur 35: Station 11



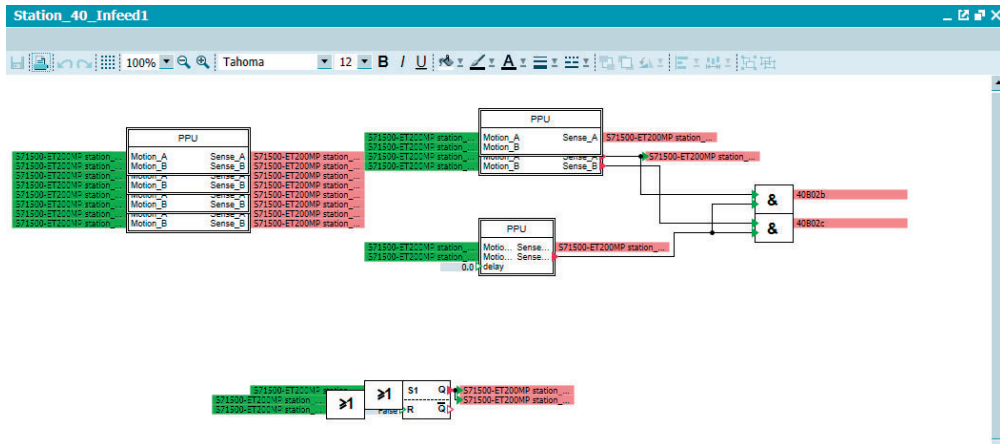
Figur 36: Station 12



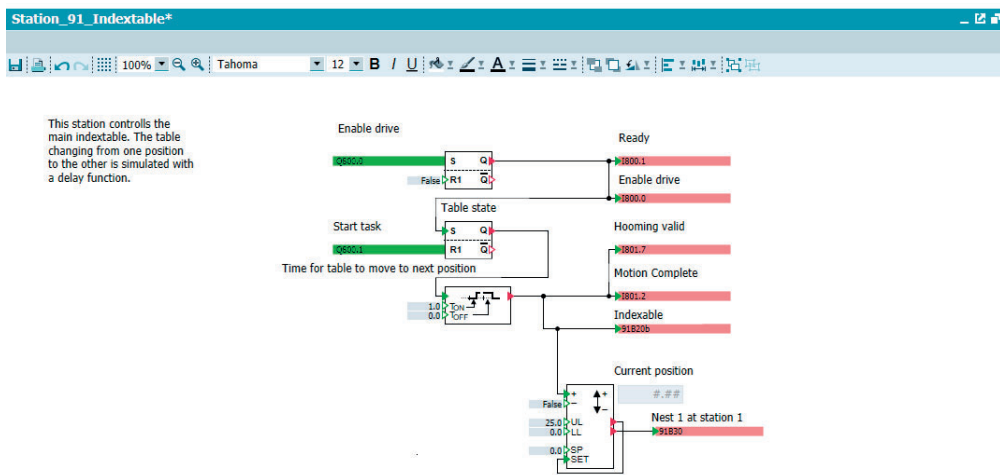
Figur 37: Station 24



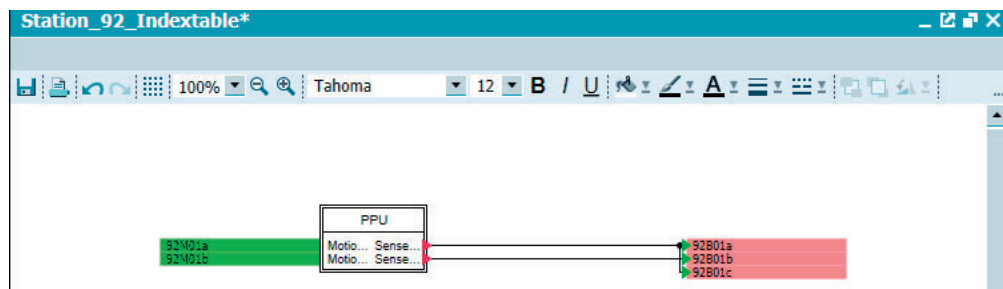
Figur 38: Station 30



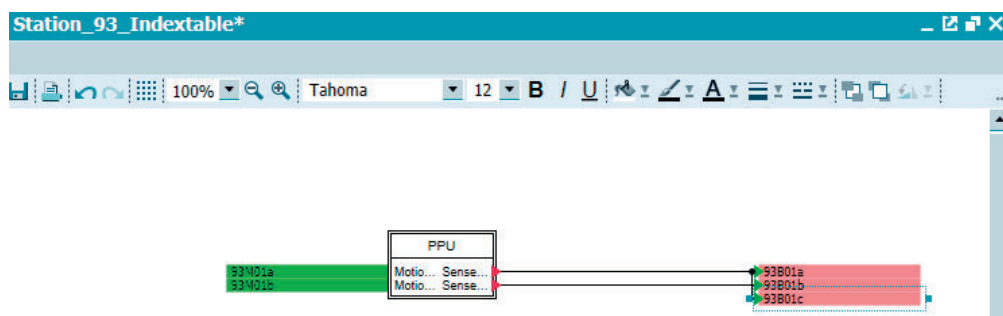
Figur 39: Station 40



Figur 40: Station 91



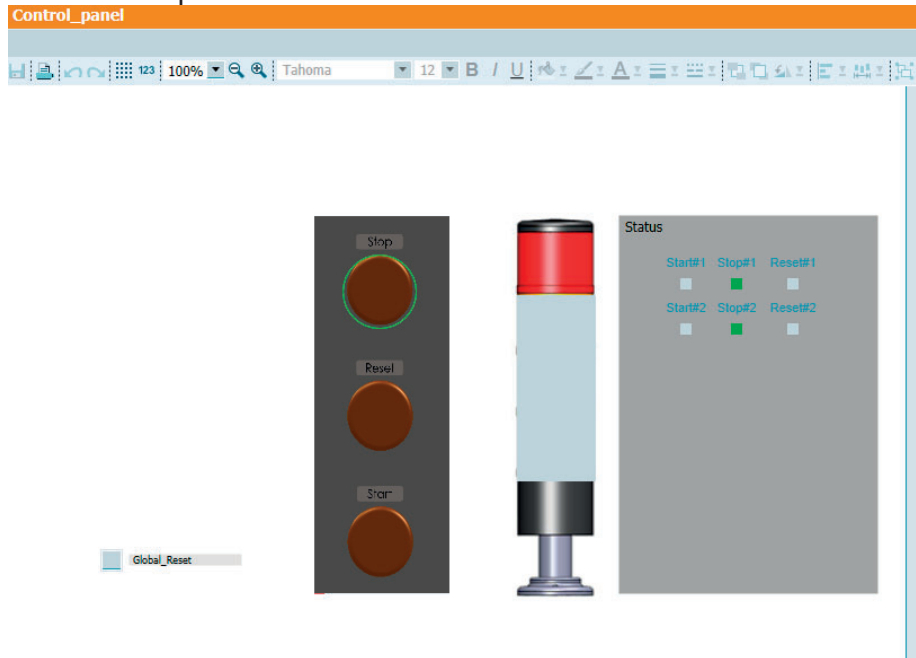
Figur 41: Station 92



Figur 42: Station 93 med pneumatisk indexbord

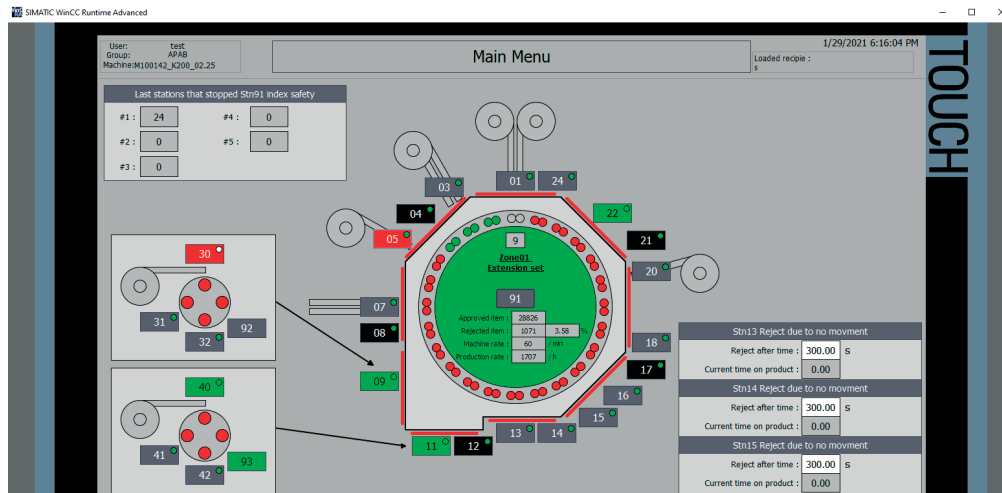
9.2 Figurer för Lisa Demo 4

9.2.1 Kontrollpanel

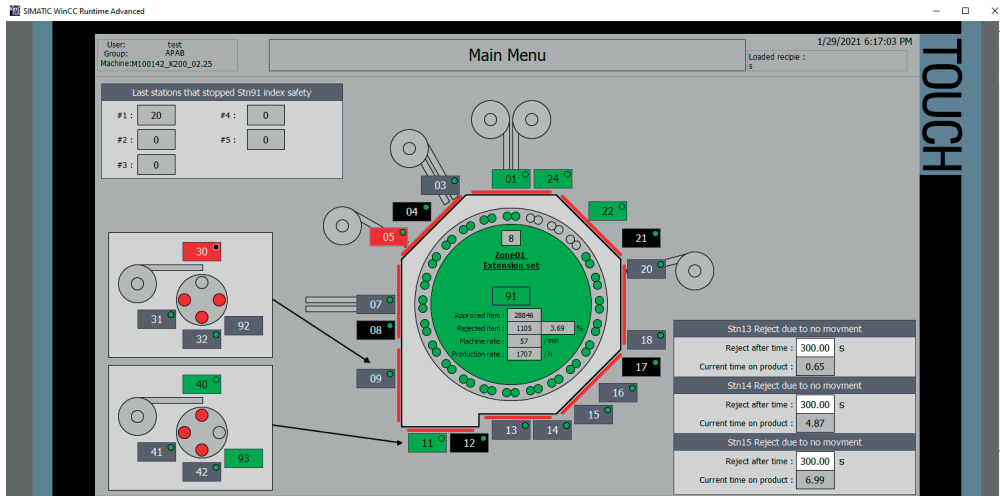


Figur 43: Simulering av Figur 46

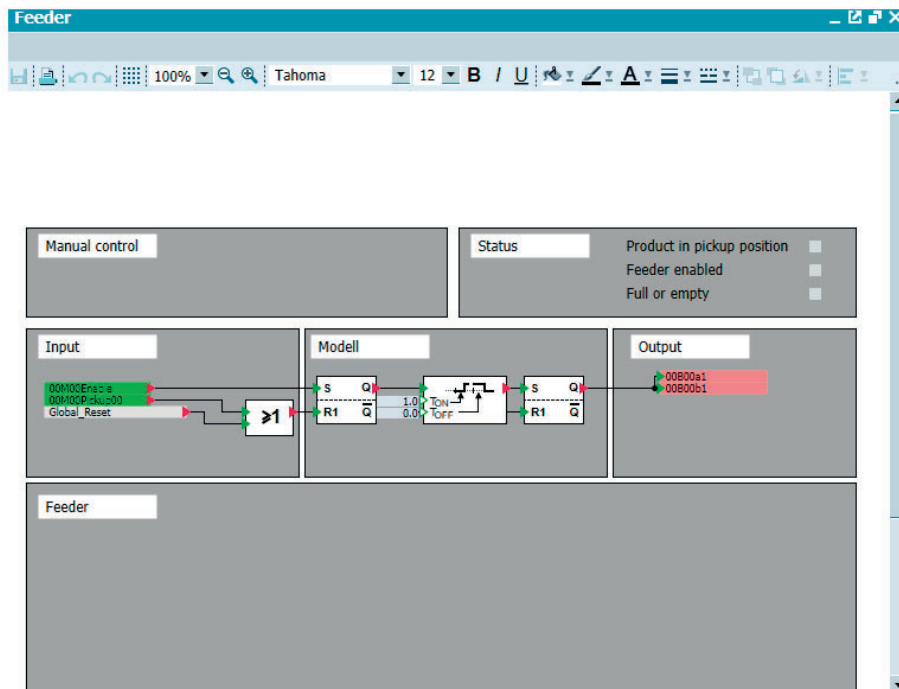
9.2.2 HMI



Figur 44: HMI vid simulering av SIMIT modellen



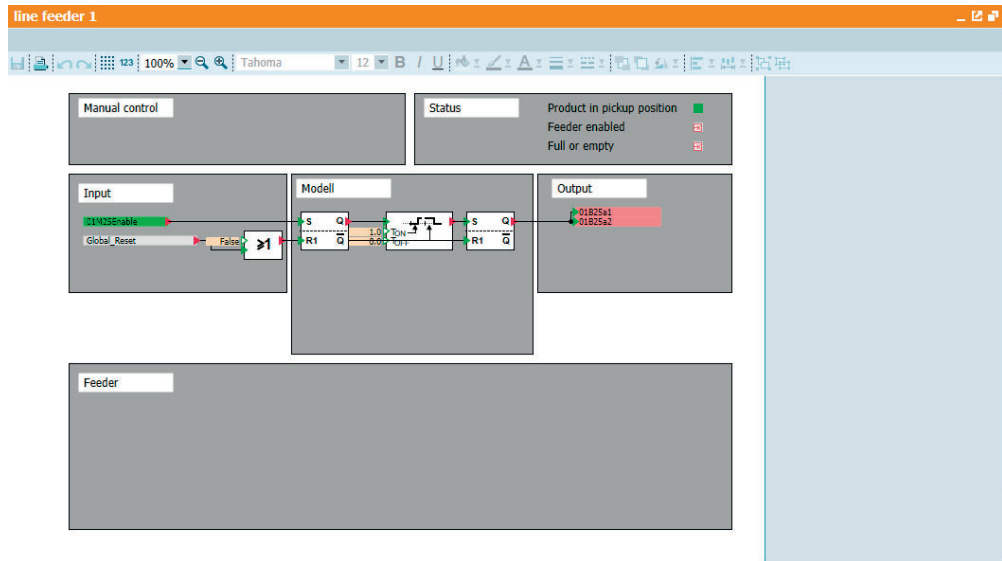
Figur 45: Visar när indexbordet har kört ett helt varv



Figur 46: Inmatare

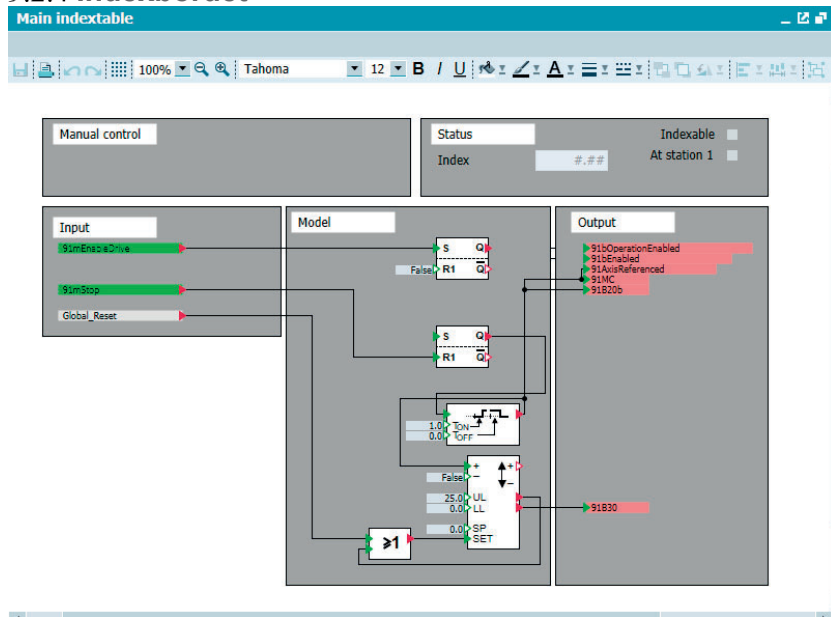
9.2.3 Inmatare

Bild på template för inmataren

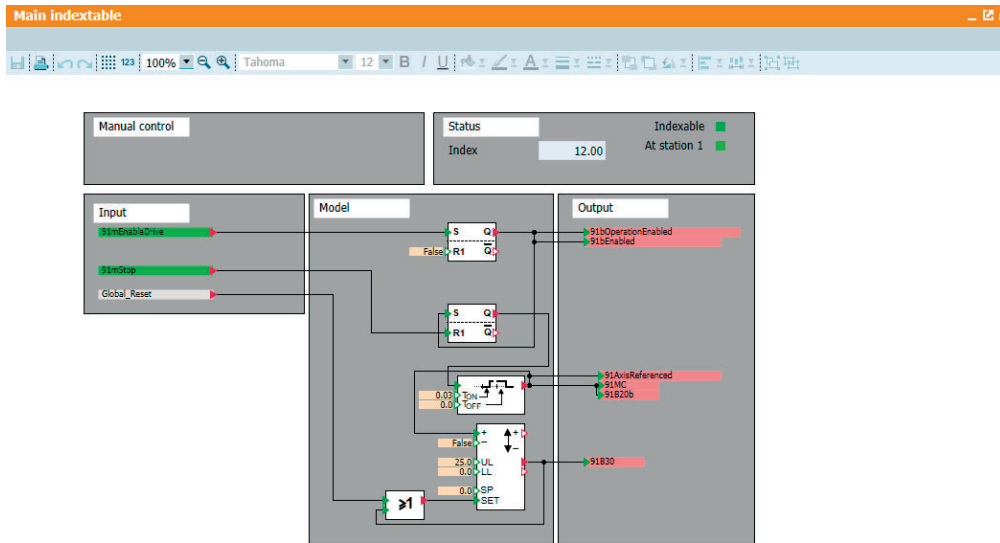


Figur 47: Simulering av inmatare

9.2.4 Indexbordet

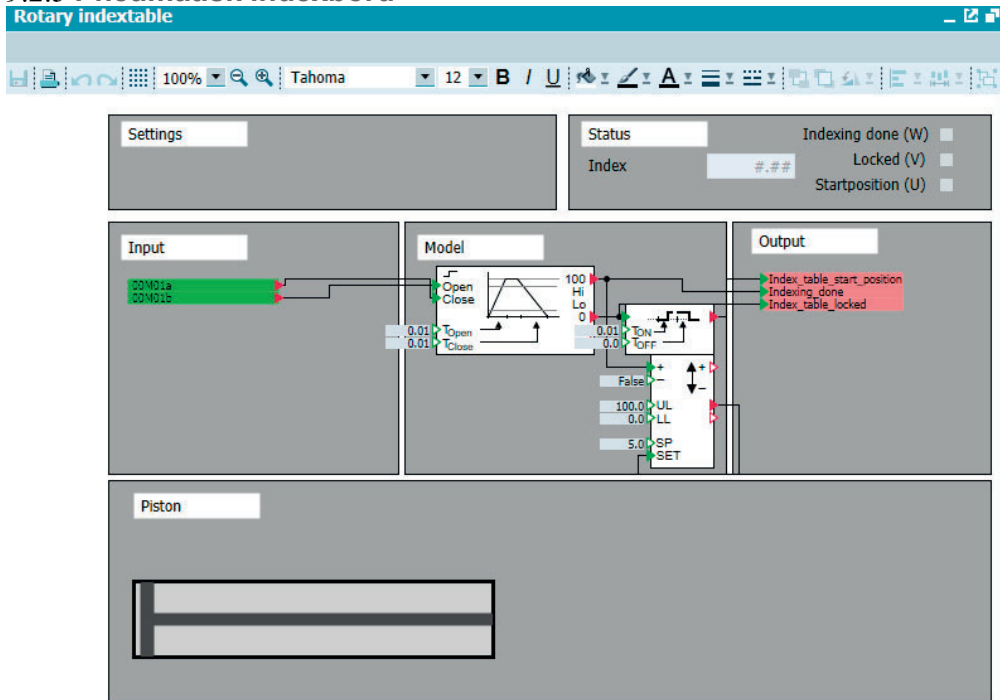


Figur 48: Template för indexbordet

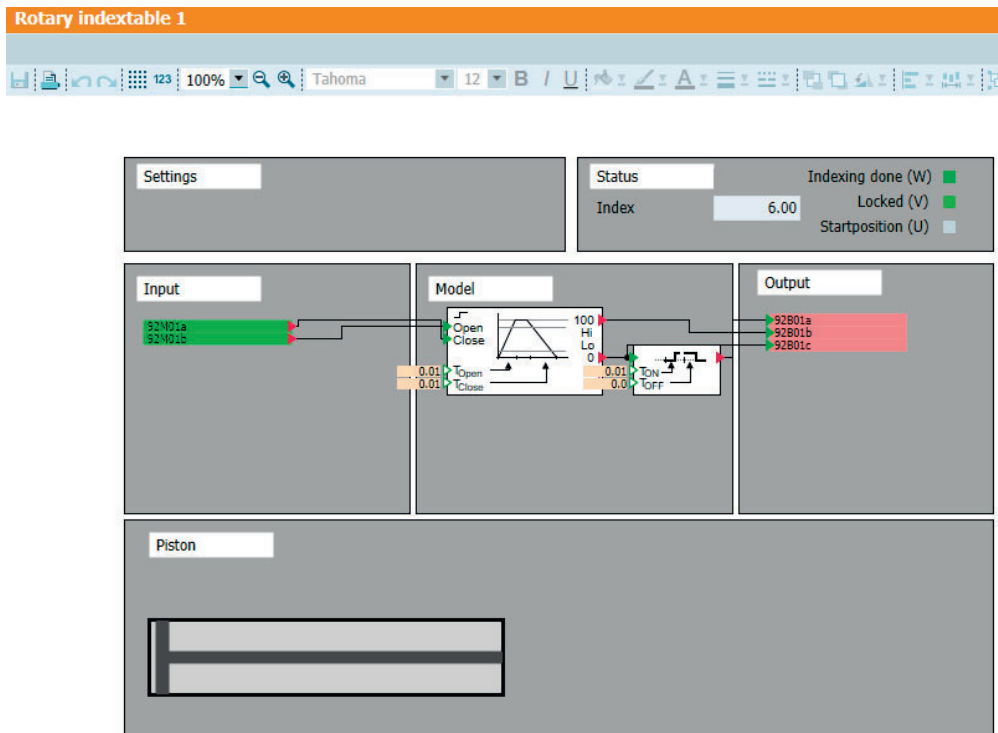


Figur 49: Simulering av indexbordet

9.2.5 Pneumatisk indexbord

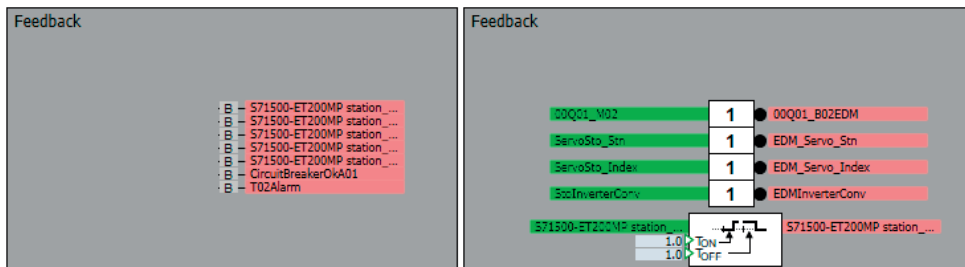


Figur 50: Pneumatiska indexbordet



Figur 51: Simulering av pneumatiska indexbordet

9.2.6 Återkopplingar och säkerhetssignaler



Figur 52: Återkopplingar till TIA-Portalen

9.3 Sekvenser från PLC-programmet

Dessa sekvenser är plockade från programmets funktionsblock för att göra det lättare att skapa modeller i SIMIT.

9.3.1 Indexeringsbordet

Sekvens för Indexbordet

1. Steg 0: Kolla om maskinen kan köra.
 2. Steg 20,30: Om maskinen har tillståndet: Start
 3. Steg 100: Tills servot ska röra på sig
 - a. MotionComplete = False
 4. Steg 110: Tills sensorn mellan station och nest är av
 - a. 91B20b = False
 5. Steg 120: Tills sensorn mellan station och nest är på
 - a. 91B20b = True
 6. Steg 130: Tills servot står still
 - a. MotionComplete = True
 7. Steg 510: Börja om till steg 0
- Sekvens för Servot på station 91
1. Steg 100,110,120: Kör indexbordet om alla stationer är redo och HomingValid är sann vilket innebär att en referenspunkt är vald.

9.3.2 Servo Station 07

In/Ut signaler

- SetOPM
- SetValuePosition
- SetValueVelocity
- 07B01OperationEnabled = CTRL_07T20.Ready



LUND
UNIVERSITY

Series of Bachelor's theses
Department of Electrical and Information Technology
LU/LTH-EIT 2021-809
<http://www.eit.lth.se>