

Automatisering av laborationsbänk



Jonas Lindgren

Henrik Persson

Dept. of Industrial Electrical Engineering and Automation
Lund University

Abstract

Today many people working in medical and other laboratory environments are in exposed positions when working with different chemical substances and other dangerous materials. Requirements that the employees safety are guaranteed, are increasing and today there is hardly any systems that can provide such security.

The market for systems that can solve the above problem has been growing during the last years. C-flow is a flexible and modern laboratory desk that guarantees correct air volume and air flow rate for each specific substance. The system is fully automatized by an advanced PLC-system to guarantee safety. An operator's terminal enables the user to choose all specific settings, such as the level of the bench, the intensity of the light and which language to be used. The ventilation part of the system is developed together with experts in thermo dynamics at Chalmers University of technology in Gothenburg, Sweden.

In this master thesis, we will describe the development of the PLC-system and the operator's terminal and how these two parts are coordinated together in the system.

Förord

Denna rapport är resultatet av ett 20 poängs examensarbete på civilingenjörsutbildningen Elektroteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet har utförts i samarbete mellan institutionen för Industriell Elektroteknik och Automation på LTH och Beijer Electronics AB i Malmö. Utförandet av uppgiften har gjorts på Beijer Electronics lokaler på Krangatan 4 i Malmö.

Vi vill rikta ett stor tack för all den hjälp vi fått av våra handledare Håkan Jeppson, Gunnar Lindstedt och Göran Håkansson. Ett särskilt stort tack riktas också till Håkan Kroeker på projektavdelningen vid Beijer Electronics.

Malmö den 28 maj 2007

Jonas Lindgren
Henrik Persson

Sammanfattning

Titel:	Automatisering av laborationsbänk.
Författare:	Jonas Lindgren Henrik Persson
Handledare:	Gunnar Lindstedt, Göran Håkansson och Håkan Jeppson
Nyckelord:	PLC-system, operatörsterminal, ladder-programmering, HMI, styrsystem, I/O-enheter och kommunikation.
Problemdiskussion:	C-flow har designat en laborationsbänk som skall automatiseras med ett PLC-system i kombination med en operatörsterminal från Beijer Electronics. Till bänken finns det flera olika funktioner som skall styras från ett och samma ställe, operatörsterminalen.
Problemformulering:	Går gränssnittet att implementera i de befintliga produkter som Beijer Electronics har i sin produktportfölj?
Syfte:	Att automatisera laborationsbänken utifrån de givna designmässiga och tekniska specifikationer som kunden, C-flow, har ställt.
Metod:	Programmeringen av operatörsterminalen och PLC-systemet har utförts i E-Designer respektive GX IEC Developer. Förbeskrivning av hur detta arbete har utförts hänvisas läsaren till kapitel 3.2 respektive 3.3. Under de första dagarna av projektet har utbildning avseende mjukvaran hållits av personalen på Beijer. Därefter har arbetet bestått till stor del av självstudier men möjligheten att fråga personalen på teknikavdelning har också utnyttjats. Till PLC-systemet och terminalen finns ett så kallat "Kom-igång-dokument" som ger en bra start för att komma in i programmeringen. Detta dokument var i början till stor hjälp.
Slutsats:	Projektet har kunnat slutföras på ett mycket tillfredsställande sätt, dels för kunden, dels för oss som utförde det. Alla funktioner fungerar precis enligt kundens önskemål och de krav som ställdes i början av projektet. Svaret på vår problemställning blir sålunda: <i>Ja, gränssnittet gick att bygga enligt de krav kunden hade och problemet löstes med hjälp av de produkter som Beijer Electronics har i sin produktportfölj.</i> Den största kunskapen som erhållits genom detta examensarbete är PLC-programmering i ladder-miljö men även programmering av operatörsterminaler i E-Designer.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Projektbakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Fokus och avgränsningar.....	1
1.4 Metod	2
1.5 Målgrupp	2
2 Teori	3
2.1 Operatörsterminal.....	3
2.1.1 Hårdvara	3
2.1.2 Mjukvara	4
2.2 PLC-system	7
2.2.1 Hårdvara	7
2.2.2 Mjukvara	7
2.3 Enheter utanför PLC-systemet	9
3 Lösning av uppgift	12
3.1 Inkoppling av systemet.....	12
3.1.1 Anslutning med seriellkommunikation till PLC:n	13
3.1.2 In- och utgångsplintar på PLC:n	13
3.1.3 Analog ingångsmodul till PLC:n.....	13
3.1.4 Analog utgångsmodul till PLC:n.....	13
3.2 Terminalprogrammets uppbyggnad i E-Designer	13
3.2.1 Huvudmeny	13
3.2.2 Användare	14
3.2.3 Belysning.....	15
3.2.4 Information.....	16
3.2.5 Inställningar.....	17
3.2.6 Språk.....	17
3.2.7 Ämnen	18
3.2.8 Larm	19
3.3 PLC-programmets design.....	19
3.3.1 INIT	20
3.3.2 Larm	20
3.3.3 Belysning.....	24
3.3.4 Fläktsystemet.....	25
3.3.5 Kodsysteem för filterbyten.....	28
3.3.6 Ingångar.....	29
3.3.7 Utgångar	29
4 Slutsats	30
5 Diskussion och framtid.....	31
6 Källförteckning.....	32

1 Inledning

C-flow är ett system som riktar sig till personer som dagligen hanterar olika kemikalier inom t.ex. sjukhusvården, laboratorier eller industrier där kravet på person- och produktskydd är stort. Genom att styra systemet via ett PLC-system kan man säkerhetsställa att inga felaktiga inställningar görs samt att rätt luftmängder och luftflöden används för respektive ämne som behandlas.

1.1 Projektbakgrund

Marknaden för system som kan hantera luftföroreningar i industrier, sjukhus- och laboratoriemiljöer har under de senare åren vuxit mycket snabbt. Idag finns det väldigt få liknande system som har inbyggd intelligens så som ett PLC-system och därmed så framstår C-flow systemet som väldigt modernt. Systemet har en formgivning som är väldigt modern och utvecklingsarbetet har b.l.a. utförts tillsammans med Lunds tekniska högskola och Chalmers tekniska högskola. Principer och uppbyggnad av C-flow kommer i kapitel 3 att beskrivas i samband med konstruktionen av operatörsgränssnitt och styrning. För ytterligare beskrivning av systemet anvisas läsaren till www.c-flow.se

C-flow kontaktade Beijer Electronics AB och ville ha hjälp med styrningen av deras laborationsbänk. Detta examensarbete är ett av totalt fyra stycken som har varit involverade kring C-flow projektet. Arbetets syfte har varit att plocka fram en lösning hur laborationsbänken skall automatiseras med hjälp av ett PLC system och en operatörsterminal. De andra tre examensarbetena har haft som mål att designa maskinens yttre delar, plocka fram den grafiska designen till operatörsinterfacet samt dimensionera fläktsystemet.

Beijer Electronics är idag ett av Nordens ledande företag inom industriautomation. Företaget har distributionsrättigheterna för Mitsubishi Electric i Norden, Estland, Lettland och Litauen. I laborationsbänken skall det finnas en touchpanel utifrån vilken användaren skall kunna göra alla sina inställningar. Beijer beslutade tillsammans med Lunds Tekniska Högskola att påbörja arbetet i form av ett examensarbete. De produkter från Beijer som skall lösa uppgiften är ett PLC-system från Mitsubishi Electric samt en operatörsterminal som Beijer själva har utvecklat. C-flow har själva utvecklat designen på användargränssnittet i s.k. vektorgrafik. Metoden med att använda många och avancerade bilder i terminalen är något som är ganska krävande för CPU:n. Eftersom Beijer inte tidigare har använt sig av en sådan applikation är man på företaget angelägna om att få prova detta i den egna utrustningen.

1.2 Syfte

Arbete syftar till att automatisera laborationsbänken utifrån de givna designmässiga och tekniska specifikationer som kunden, C-flow, har ställt.

1.3 Fokus och avgränsningar

Arbetet har utförts på Beijer Electronics lokaler i Malmö. Tillsammans med C-flow har bestämts att Beijers uppgift i projektet är att sköta programmeringen av PLC-systemet och operatörsterminalen. Alla val av I/O-enheter skall helt göras av C-flow. Naturligtvis måste Beijer sätta sig in i I/O-enheterna för att få programmeringen att fungera men fokus har inte legat på detta. Bordets funktion ska vara fullständig när arbetet är klart. En del förändringar och vidareutveckling kommer dock att ske till senare versioner.

Stort vikt har lagts vid att få systemet så optimalt och effektivt som möjligt. Därför har programmeringsdelen varit viktig och krävt mycket tid.

1.4 Metod

Programmeringen av operatörsterminalen och PLC-systemet har utförts i E-Designer respektive GX IEC Developer. För beskrivning hur detta arbete har gått till hänvisas läsaren till kapitel 3.2 respektive 3.3. Under de första dagarna av projektet har utbildning avseende mjukvaran hållits av personalen på Beijer. Därefter har arbetet bestått till stor del av självstudier men möjligheten att konsultera personalen på teknikavdelning har också utnyttjats. Till PLC-systemet och terminalen finns ett så kallat "Kom-igång-dokument" som ger en bra start för att komma in i programmeringen. Detta dokument var i början till stor hjälp.

1.5 Målgrupp

Rapporten riktar sig till personer med teknisk bakgrund och kunskaper inom industriell automation och elektroteknik. Terminologi som ovannämnda parter antas känna till kommer därför inte att förklaras närmare i de följande delarna av rapporten.

2 Teori

I detta kapitel behandlas den teori som ligger till grund för utvecklingen av projektet. Teorin för de olika komponenter som ingår i hela C-flow-systemet behandlas och beskrivs på ett detaljerat sätt.

2.1 Operatörsterminal

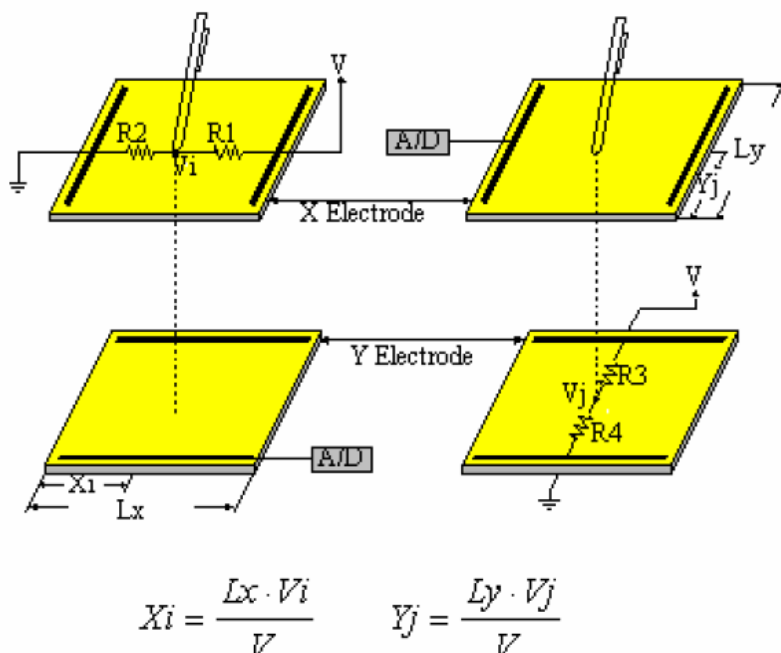
Operatörsterminalen som används är av märket Mitsubishi E1101. Detta är en 10,4” färgskärm med touchfunktion. Skärmens upplösning är 800 x 600 pixlar. Operatörsterminalen, eller som den också kallas operatörspanelen, har utvecklats helt av Beijer Electronics och marknadsförs av Mitsubishi Electric.

2.1.1 Hårdvara

Terminalen har ett inbyggt minne för applikationer på 12 Mbyte men har även en extra slot för Compact Flash minnen. Spänningsmatningen är antingen 24 V DC eller 20-30 V AC och totalt förbrukar terminalen 0,5 A vid drift.

Resistiv touch¹

För att ta reda på var användaren pekar på skärmen använder sig E1101 av tekniken resistiv touch. Det fungerar som så att panelen är uppbyggd av två lager med ett litet avstånd ifrån varandra, just för att man skall kunna bestämma positionen både horisontellt och vertikalt. Varje lager spänningmatas och när användaren trycker i en viss position så får man fram en spänning i just denna punkt genom spänningsdelning. Eftersom man också vet hur lång materialytan är i X-led och Y-led kan man sedan via formeln i figur 1 räkna fram den exakta positionen i både X- och Y-led. Figur 1² visar vidare hur principen för en resistiv touchskärm fungerar. Den analoga signalen omvandlas senare i en A/D-omvandlare som berättar för processorn vilken koordinat som trycket skedde i.



Figur 1. Principen för resistiv touch.

¹ http://www.emcomp.se/Editor/upload/docs/Touchpanel_och_drivning.pdf, 2007-04-21

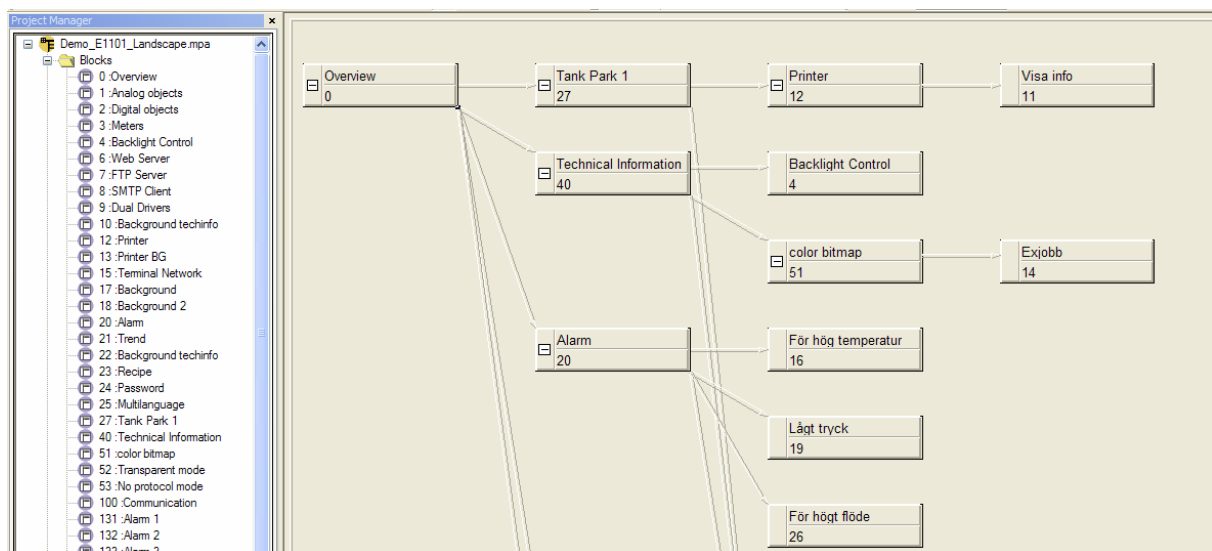
² http://www.emcomp.se/Editor/upload/docs/Touchpanel_och_drivning.pdf, 2007-04-21

2.1.2 Mjukvara

För att programmera Beijer Electronics E1000 terminaler används ett program som heter E-Designer. E-Designer är en mjukvara som Beijer själva har utvecklat och den släpptes för 2 år sedan. Programmeringen i E-Designer sker i en PC och överförs senare ner till operatörsterminalen. Eftersom det finns väldigt många färdiga objekt inlagt i mjukvaran är det väldigt lätt att komma igång med sin programmering. I E-Designer finns det även en hel del färdiga funktioner såsom flerspråksstöd, recepthantering, lösenordsskydd, larmhantering och lagring av trender. Tack vare ett väldigt avancerat hjälpsystem och en användarguide kan användaren lätt söka efter hjälp och problem löses oftast snabbt. En annan funktion som är mycket bra med E-Designer är simulatorfunktionen. Med hjälp av den kan programmeraren första simulera sitt projekt på sin PC och när resultatet godkänts skickas detta över till terminalen.

Allmänt E-Designer

E-Designer är ett grafiskt programmeringsverktyg som bygger på en blockstruktur. Programmeraren bygger själv upp sin struktur som han eller hon vill ha den och knyter sedan ihop de olika blocken med varandra. I E-Designer finns en funktion som ger en överblick hur de olika blocken, bilderna, är kopplade med varandra. Detta kan vara bra att använda om man har ett stort projekt med många block. Denna vy visas i figur 2.



Figur 2. Översiktsbild hur de olika blocken är sammanlänkade i ett E-Designer projekt.

E-designer kan sedan triggas av ett PLC-system och på så sätt kan man få terminalen att t.ex. byta block osv. om en viss digital signal i PLC-systemet går till. Samtidigt kan man också programmera så att när användaren trycker på en viss knapp i ett block, så sätts en specifik utgång på PLC-systemet. Ett exempel kan vara om man vill starta en el-motor. På terminalen symboliseras då brytaren som en grön eller röd knapp beroende på om motorn är på- eller avslagen. I E-Designer kallas en sådan brytare för en digital symbol och dessa kan man själv bestämma hur de skall se ut rent grafiskt. Naturligtvis kan man också programmera på ett sådant sätt att en digital symbol har ett visst utseende beroende på vilket värde en specifik digital signal har. Ett exempel på hur det ser ut i E-designer visas i figur 3.

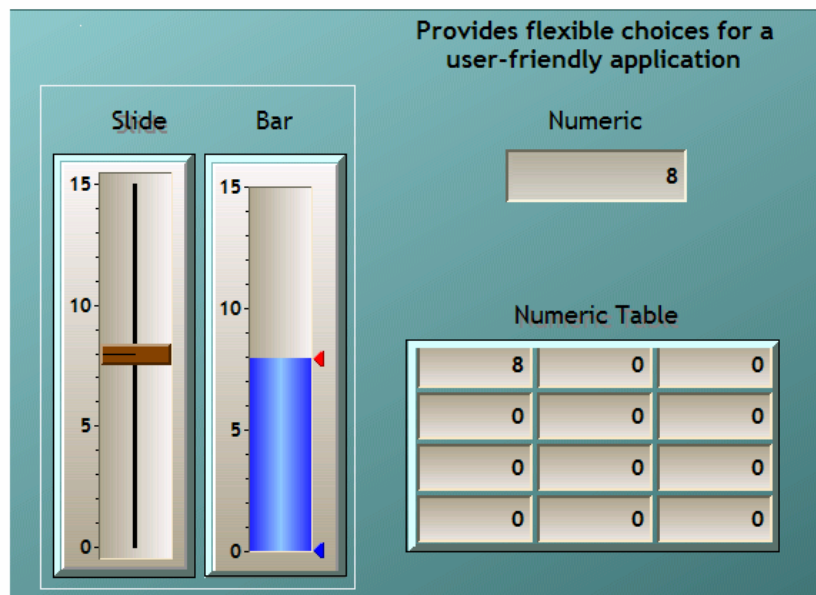
Digital symbols



Figur 3. Digitala symboler i E-Designer

Precis som det finns digitala objekt finns det även analoga objekt, vilka man kan se exempel på i figur 4. Via dessa objekt kan användaren skriva ett analogt värde till ett dataregister som senare behandlas i t.ex. PLC-systemet. De analoga objekten kan även användas som visare eller mätare. Exempel på detta kan vara om man vill visa nivån i en tank eller det aktuella värdet i ett dataregister.

Analoga objekt



Figur 4. Olika analoga objekt som finns i E-Designer.

Recepthantering

En av de inbyggda funktionerna i E-Designer är recepthanteringen. Funktionen är programmerad på ett sådant vis att när användaren trycker på den fördefinierade knappen "spara" så läser programmet av statusen på alla de objekt och register som finns på den aktuella sidan. Sedan väljer användaren namnet på sitt recept/användarnamn och inställningarna finns då sparade i minnet. På samma sätt finns även de fördefinierade knapparna "ladda recept" och "radera recept". I E-designer definierar programmeraren också i vilket dataregister namnet på användaren/receptet skall sparas. Funktionen recepthantering lämpar sig väldigt bra då man t.ex. har en arbetsstation där varje användare har sina unika inställningar eller inom processindustrin där man använder sig av batchhantering.

Lösenordsskydd

Genom att använda sig av säkerhetsnivåer på de olika blocken kan man begränsa accessen för användaren. Varje nivå har ett specifikt lösenord, vilket visas i figur 5, och precis som i receptfunktionen finns här också fördefinierade knappar, ”logga in” och ”logga ut”. Om användaren försöker nå en säkerhetsnivå som han eller hon inte har access till kommer texten ”Access denied!” upp. Om användaren gör ändringar under en viss säkerhetsnivå kan frågor såsom, ”Ändra parametern?”, uppenbara sig. Dessa frågor definieras under kolumnen ”Confirm question” i figur 5.

Security level	Password	Confirm question	Comment
1:	A	Ändra parametern?	
2:	B		
3:	C		
4:			
5:			
6:			
7:			
8:	Z		Ger access till alla nivåer

Login signal: I/O

Logout signal: I/O

Login level reg.: I/O

Current level reg.: D90 I/O

Login timeout: 0 minutes

Password RUN/PROG: Automatic login

OK Cancel

Figur 5. Inställningsmenyn för de olika säkerhetsnivåerna i E-Designer.

Flerspråkstöd

Den s.k. Multiple Language funktionen möjliggör att användare som talar olika språk kan använda samma projekt i terminalen. Funktionen fungerar som så att man definierar ett dataregister som håller reda på vilket språk som skall användas. Det finns ett default-språk som har värdet 0. Sedan fylls de andra språken på i stigande ordning, svenska 1, tyska 2 osv. Genom att ändra värde i dataregistret för språkhantering, ändras också det aktuella språket.

Ordlistan för de olika språken finns inte färdig i E-Designer. Listan ser ut som en matris där varje textobjekt har ett specifikt index. Matrisen kan importeras till Excel vilket gör det lättare för programmeraren att översätta de olika orden. Figur 6 visar hur denna matris ser ut i E-Designer.

@	English	Svenska	German	Italian	French	Spanish	Number	Des...
2451	SAVE	SPARA	SPEICHERN	SALVA	ENREGISTRER	GUARDAR	85	Block 12: ...
2452	RECIPE	RECEPT	REZEPT	RICETTA	RECETTE	RECETA	79	Block 12: ...
2441	LOAD	LADDA	LADEN	CARICO	CHARGER	CARGAR	83	Block 12: ...
2442	RECIPE	RECEPT	REZEPT	RICETTA	RECETTE	RECETA	79	Block 12: ...
4763	LOG	LOGGA	AN-	LOG	LOG-	INICIO	360	Block 12: ...
4764	IN	IN	MELDEN	IN	IN	DE SESIÓN	359	Block 12: ...
4765								Block 12: ...
4853	LOG	LOGGA	AB-	LOG	LOG-	CIERRE	358	Block 12: ...
4854	OUT	UT	MELDEN	OUT	OUT	DE SESIÓN	357	Block 12: ...
4855								Block 12: ...
2443	DELETE	RADERA	LÖSCHEN	ELIMINA	EFFACER	BORRAR	80	Block 12: ...
2444	RECIPE	RECEPT	REZEPT	RICETTA	RECETTE	RECETA	79	Block 12: ...
2440	MENU	MENY	MENÚ	MENU	MENU	MENÚ	394	Block 12: ...
2466	OUTPUT	UTGÅNG	AUSGABE	OUTPUT	SORTIE	SALIDA	109	Block 13: ...
2465	INPUT	INGÅNG	EINGABE	INPUT	ENTRÉE	ENTRADA	108	Block 13: ...

Figur 6. Matrisen i E-Designer där varje textobjekt definieras.

2.2 PLC-system

Det PLC-system som används i projektet är ett Mitsubishi FX2N-32MR-ES. Grundenheten har möjlighet att hantera 16 digitala insignaler och 16 digitala utsignaler.

2.2.1 Hårdvara

PLC-systemet matas med 230 V AC och utgångarna är av typen reläutgångar. FX2N systemet är försett med snäpplås för montering på DIN-skena. FX2N grundenheten klarar maximalt att hantera 8000 programsteg och en logisk funktion tar 0,008 μ s att beräkna. I projektet har det använts 3st specialmoduler, FX2N-4AD, FX2N-4DA och FX2N-232IF. Dessa moduler kopplas till PLC-systemet genom den interna bussen. Det man måste tänka på när man sedan skriver sitt program är i vilken ordning modulerna placerats efter grundenheten.

FX2N-4AD

Denna modul är en analog ingångsmodul med 24 V matning. Det innebär att insignalen som kommer till modulen är en analog signal som sedan omvandlas till ett digitalt värde inne i PLC-systemet. Upplösningen på denna signal är 5 mV eller 11 bitar (+teckenbit). Den analoga insignalen kan antingen väljas till 0-10 V, 4-20 mA eller 0-20 mA. Precis som modellbeteckningen anger, så har 4AD-modulen 4 stycken ingångskanaler.

FX2N-4DA

FX2N-4DA är en analog utgångsmodul. Ett digitalt värde behandlas i PLC-systemet och skickas sedan ut som en analog signal, 0-10 V, 4-20 mA eller 0-20 mA. Denna modul har också fyra kanaler och den spänningsmatas med 24 V.

FX2N-232IF

RS232 modulen hanterar seriell överföring av data mellan PLC-systemet och en annan enhet. Överföringshastigheten på denna buss är 300-19 200 bit/s och kontakten är en 9 polig D-sub kontakt. Genom att använda de s.k. TO och FROM instruktionerna i mjukvaran för systemet så läses eller skrivs data mellan PLC och den andra enheten. Maximalt överföringsavstånd är 15 meter med en skärmad kabel.

2.2.2 Mjukvara

Den mjukvara som har använts för PLC-programmeringen heter GX IEC Developer version 7.30. Mjukvaran har helt och hållet utvecklats av Mitsubishi Electric och den stödjer den s.k. IEC-61131-3 standarden. IEC-61131-3³ är en speciellt framtagen standard för programmering av PLC-system. Standarden klarar av sequential function chart (SFC), ladder diagram, instruktionslista, funktionsblockdiagram och strukturerad text. Mjukvaran GX IEC Developer i kombination med FX2N systemet klarar av både monitorering och online-programmering.

POU

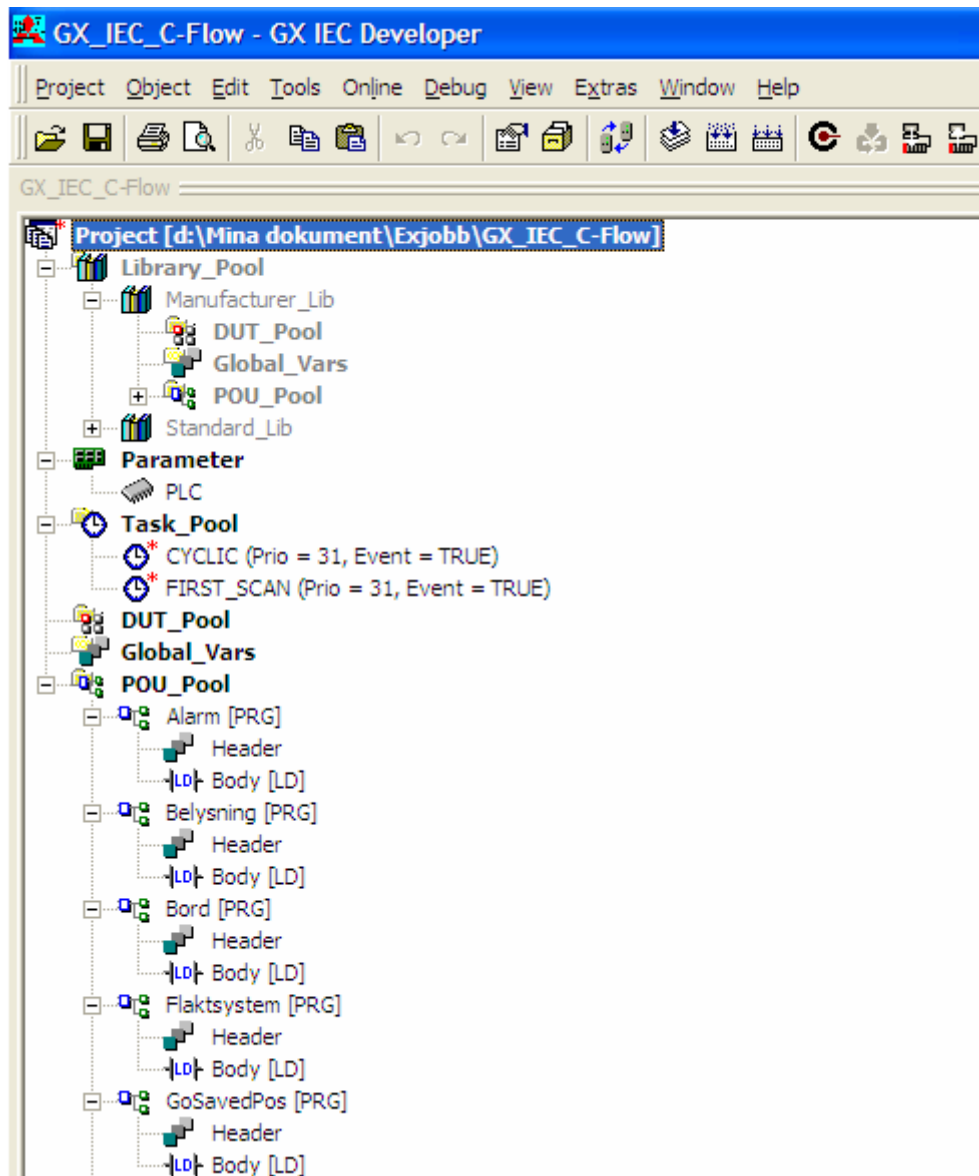
Mjukvaran är uppbyggd på ett sätt som gör det enkelt att strukturera program i olika programdelar, POU (Program Organization Unit). Varje POU är sedan uppdelade i nätverk där man skriver sin programkod. Alla nätverken i en POU knyts sedan ihop och bygger upp en önskad funktion. Vilket programmeringsspråk som man använder i en POU är fritt att välja enligt IEC-61131-3 standarden.

TASK

Exekveringen av varje programdel, POU, sker i en TASK. TASK:en bestämmer när en viss POU skall exekveras. Det kan ske antingen händelsestyrt, cykliskt eller bara första scan-

³ Olsson, Rosen, s. 491

varvet. Det byggs således upp en TASK-pool där varje TASK har specifika POU:s knutna till sig. Att knyta en POU till en TASK gör man genom att dra upp POU:n till önskad TASK med musen. I figur 7 visas en bild över hur det kan se ut i ett projekt där man använder sig av olika TASK:s och POU:ar.



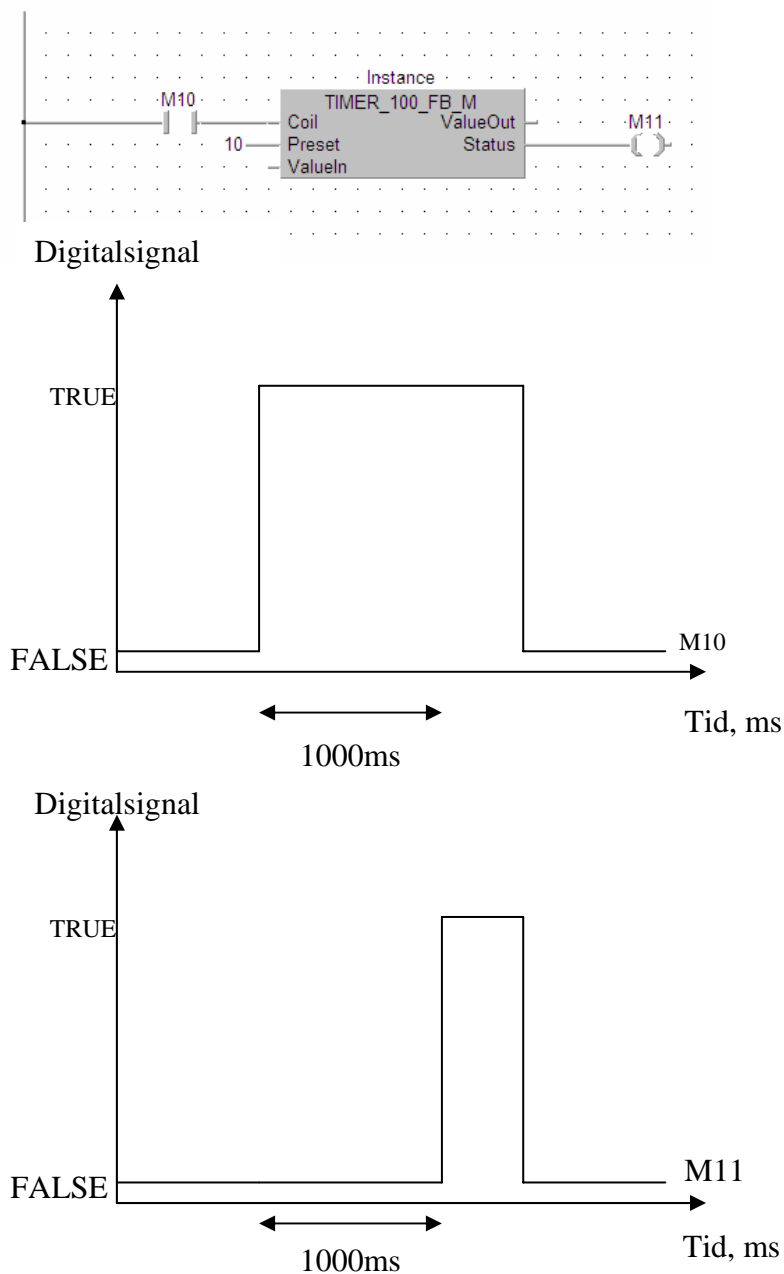
Figur 7. Under Task_Pool och POU_Pool finns de olika TASK:s och POU:s som används.

Funktionsblock⁴

I GX IEC Developer finns en hel del inbyggda funktionsblock. Användaren har även möjlighet att skapa egna sådana. De POU:ar som man använder kan också göras om till funktionsblock och en stor fördel är att användaren kan monitorera funktionsblocket under tiden som programmet körs.

⁴ http://www.beijer.se/web/web_aut_se.nsf/AllDocuments/2B7C8F1582D9ADF4C1256F87004F139A, 2007-05-02

För att nämna några exempel finns det olika timer-block. Dessa har olika tidbaser, 10 och 100 ms. Genom att mata in t.ex. värdet 10 på Preset-pinnen på en 100 ms timer, så kommer det ta 1 sekund innan utgången, Status, på blocket sätts till TRUE. För att timern skall aktiveras måste ingången till blocket, Status, först gå hög. Figur 8 visar en bild på hur ett timer-block med tidbasen 100 ms ser ut i GX IEC Developer och därunder finns tidsdiagram som åskådliggör funktionen.



Figur 8. Visning av hur timer-blocket ser ut i GX IEC Developer samt beskrivning av funktionen i tidsdiagram.

2.3 Enheter utanför PLC-systemet

Till C-flow systemet finns en hel del enheter utanför PLC-systemet. Under detta kapitel förklaras hur dessa enheter fungerar i teorin och vilken funktion de har.

Temperaturmätning

För mätning av temperaturen i C-flow systemet används en temperaturgivare från Kimo Instrument AB. Detta mätinstrument innehåller en s.k. PT-100 givare. Att mäta temperatur med en PT-100 givare är en väl etablerad teknik. Den fungerar så att PT-100 elementet som är en tråd med resistansen 100 ohm vid 0°C påförs en konstant elektrisk ström⁵. Genom att mäta spänningsfallet kan man således få reda på temperaturen i omgivningen eftersom spänningsfallet är direkt beroende av temperaturen. Normalt är tråden i PT-100 elementet av platina och dess resistans varierar nästan exakt linjärt med temperaturen.

Temperaturgivaren från Kimo heter TM 100 och den har en inbyggd transmitter. Med det menas att givaren omvandlar temperaturvärdet till en analog signal, 0-10 V eller 4-20 mA, som sedan behandlas i PLC-systemet. Genom att ställa DIP-switchar på instrumentet kan man ställa in inom vilket område man önskar mäta temperaturen. Utsignalen 0-10 V eller 4-20 mA skalas sedan inom detta intervall. Figur 9⁶ visar hur temperaturgivaren ser ut.



Figur 9. Temperaturgivaren Kimo TM100.

Tryckmätning

För att kontrollera att inte filtrena i systemet är igensatta mäter man trycket över dessa. Instrumentet som används kommer även här från Kimo, CP100, och är en differensstryckmätare. Differensstryck innebär att man mäter trycket före och efter filtrena och sedan subtraherar dessa tryck i instrumentet. På så sätt erhålls ett mått på hur igensatta filtrena är. Precis som temperaturgivaren skickar även differensstryckgivaren en analog 0-10 V signal till PLC-systemet som sedan behandlas vidare där.

Lysrörsarmaturer

För att kunna ställa intensiteten för varje lysrörsarmatur används s.k. HF-don. Insignalen till dessa är en 1-10 V signal som skickas direkt från PLC-systemet och reglerar ljusflödet. Dock sker fortfarande tändning/släckning med en 230 V strömställare via ett utgångsrelä från PLC:n.

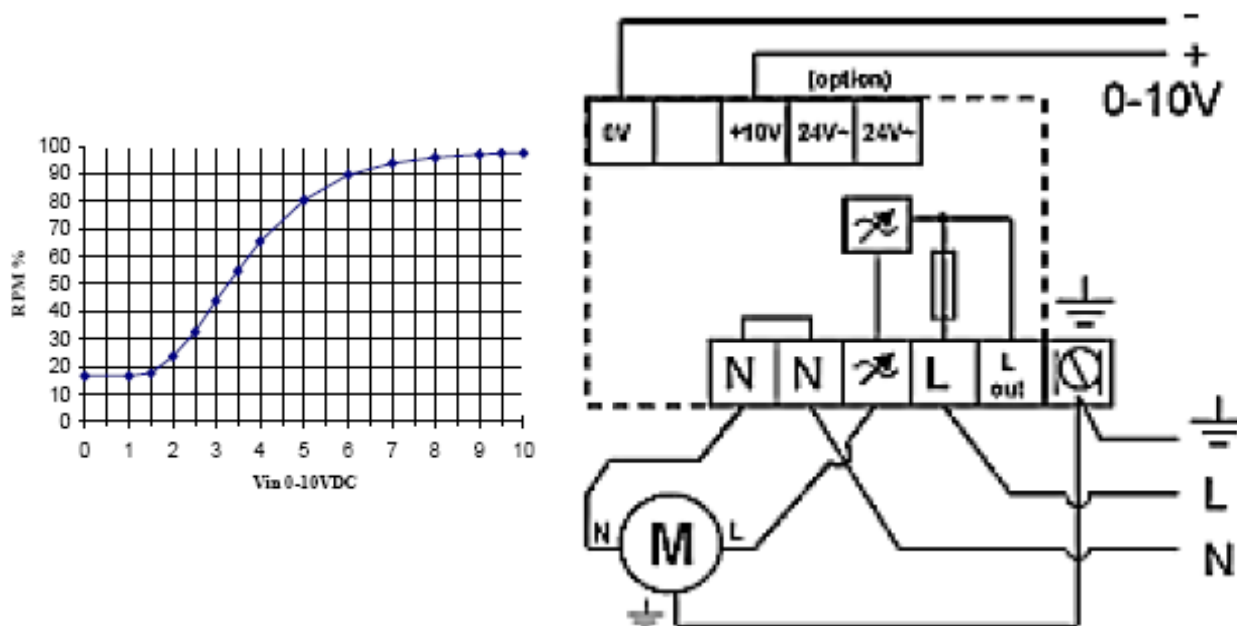
Varvtalsstyrning av fläktar

Tillufts- och frånluftsfläktarna som används är enfas asynkronmotorer. För att kunna styra deras varvtal behövs ett särskilt don. Till projektet används ett styrdon från LSI Svenska AB. Detta styrdon spänningsmatas med 230 V AC. För att reglera varvtalet på motorn skickas en

⁵http://www.nordtec.se/bilder/startsidebilder/faktamaetteknik/pdf_1.pdf?PHPSESSID=f1007e710d3f6466e16660820a931849, 2007-05-03

⁶http://www.kimo.se/bilder/produkter/13372_s.jpg, 2007-05-03

analog styrsignal 0-10 V från PLC-systemet till donet. I figur 10⁷ visas dels reglerkurvan för donet, dels inkopplingen av det.



Figur 10. LSI-donets reglerkurva och kopplingsschema.

UV-filter

För att absorbera speciella partiklar i luften används ett UV-filter. Filtret späningsmatas med 24 V DC och är kopplat till en reläutgång på PLC-systemet. Tändning och släckning av filtret sker via operatörsterminalen.

Nivåvakt

Nivåvakten till den diskho som finns i C-flow systemet fungerar som ett överflyllnadsskydd för vatten. Givaren är en flottörvakt⁸ för singelnivå och är av typen "Normally Closed". Nivåvakten är kopplad direkt till en digitalingång på PLC-systemet vars status beror på om nivån i diskhon är hög respektive låg.

Styrbox för bordet

Det höj- och sänkbara bordet till C-flow systemet består av två stycken motoriserade ben. Varje ben har varsin motor och för att få de två bordsbenen att gå synkront används en styrbox mellan dessa. Styrboxen är en färdig produkt som har utvecklats av OKIN AB. Kommunikationen mellan boxen och PLC-systemet sker seriellt via RS232 där ett meddelande alltid är 2 byte långt. I styrboxen finns även ett EEPROM-minne som PLC-systemet skickar sina kommandon till. I EEPROM-minnet kan man lagra fasta positioner som bordet skall gå till. Detta EEPROM används även då data skickas för att bordet skall röra sig upp resp. ner.

⁷ http://www.lsi.se/s_main.htm, 2007-05-03

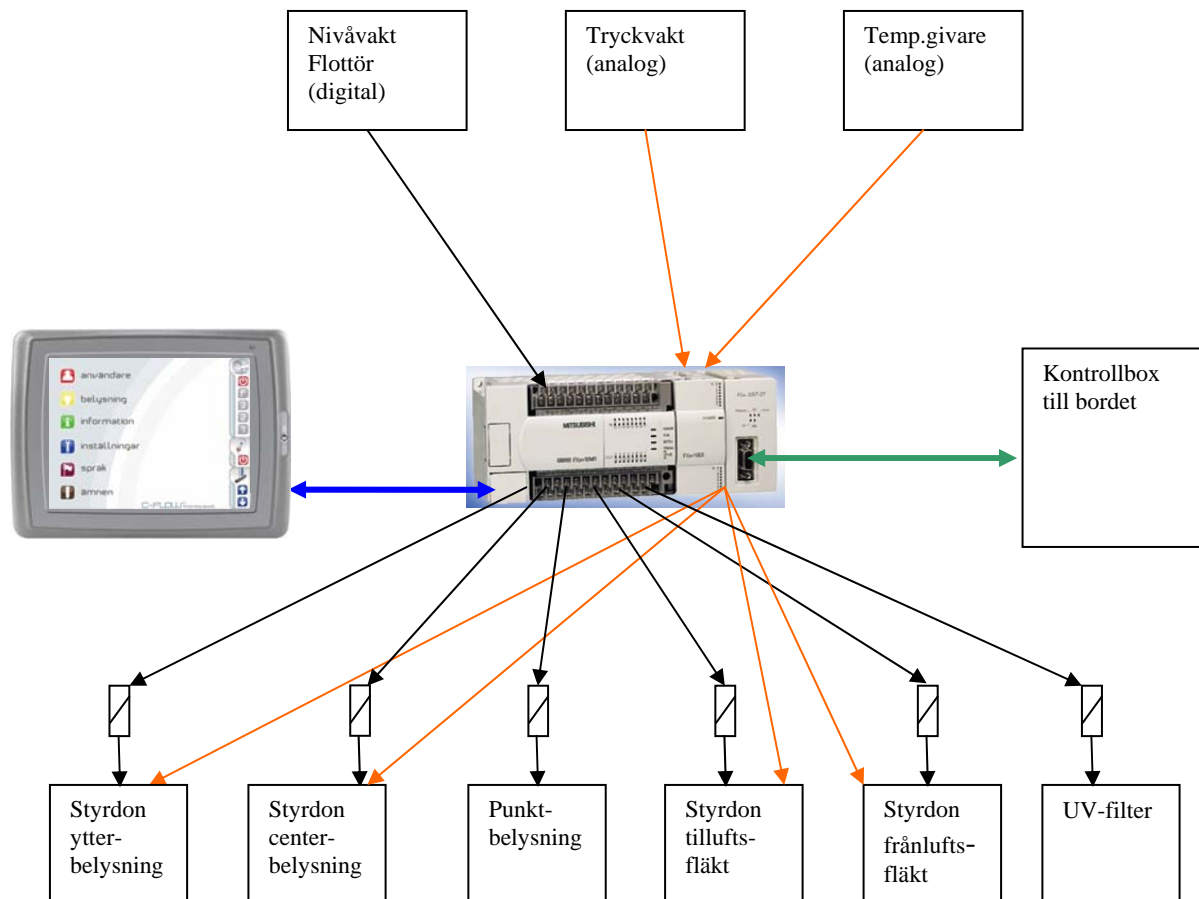
⁸ Grahm, Jubrik, Lauber, s. 182

3 Lösning av uppgift

C-flow är en laborationsbänk som skall minska exponeringen av lösningsmedel och rök på arbetsplatser. Samtidigt ska alla funktioner som C-flow tillhandahåller styras från operatörspanelen. Detta för att C-flow ska vara så användarvänlig som möjligt. Systemet är främst tänkt att användas av laboratorier, industrier som handhar farliga ämnen, skolor och universitet. På bänkens bordsskiva skall operatörsterminalen monteras. Via operatörsterminalen skall användaren kunna flytta sig mellan de olika menyerna samt göra båda personliga och generella inställningar. I kanten på panelen finns även snabbknappar där användaren kan nå de vanligaste funktionerna direkt.

3.1 Inkoppling av systemet

De två viktigaste enheterna i styrsystemet är operatörsterminalen tillsammans med PLC:n. På operatörsterminalen kan användaren styra alla enheter som tillhör systemet men även få varningar och information om dessa enheter. Signalerna till och från dessa enheter behandlas sedan i PLC:n. För att få en övergripande bild över hur systemet ser ut och hur det är kopplat, se figur 11.



Figur 11. Övergripande beskrivning av systemet.

3.1.1 Anslutning med seriellkommunikation till PLC:n

Operatörsterminalen ansluts till PLC:n via seriell kommunikation. Den här använda kabeln heter CAB19. Anslutningen görs direkt till grundenheten. Även kommunikationen mellan PLC:n och kontrollboxen för bordsbenen sker genom seriell kommunikation men här används en vanlig RS-232-kabel. Denna kommunikation kräver en extra modul till grundenheten som heter FX2N-232IF.

3.1.2 In- och utgångsplintar på PLC:n

På grundenheten finns 16 ingångsplintar och 16 utgångsplintar för anslutning av digitala in- och utgångar. Till grundenheten finns endast nivåvakten som digital ingång. Utsignalerna är kopplade via externa reläer för att minska slitaget på de inbyggda reläerna i grundenheten. Styrdonen till belysningarna och fläktarna tilldelas vars en styrsignal för justering men de ska även gå att stänga av helt. Det görs genom att drivspänningen för styrdonen kan brytas med digitala utsignaler via externa reläer. Punktbelysningen och UV-filtret ska antingen vara på eller av, därför kopplas givetvis även deras drivspänning via reläer som styrs med digitala utsignaler. De digitala signalerna är ritade i svart färg i figur 11.

3.1.3 Analog ingångsmodul till PLC:n

Som figur 11 visar finns det två analoga insignaler. Den ena är tryckvakten som mäter tryckskillnaden över finfiltrena och den andra är temperaturgivaren som kontrollerar temperaturen i fläktsystemet. Dessa signaler blir på detta sätt möjliga att behandla i PLC-projektet. De båda analoga insignalerna är av signaltyp 0-10 V. De analoga signalerna är ritade i orange färg i figur 11.

3.1.4 Analog utgångsmodul till PLC:n

Alla fyra kanalerna på den analoga utgångsmodulen används. Som figur 11 visar finns det styrsignal för styrdonen till ytterbelysning, centerbelysning, tilluftsfläkt samt frånluftsfläkt. Alla dessa fyra styrsignalerna är av typen 0-10 V. Styrdonen justerar sedan belysning respektive fläktarna linjärt efter styrsignalen. De analoga signalerna är ritade i orange färg i figur 11.

3.2 Terminalprogrammets uppbyggnad i E-Designer

Menyn i operatörspanelen varifrån alla funktioner kan styras är programmerad i E-Designer. I menyn kan alla inställningar av laborationsbänken göras, såsom justering av belysningen, justering av fläktsystemets tilluft respektive frånluftsflöde. Det finns även möjlighet att skapa flera olika användare med individuella preferenser. Användaren av C-flow blir dessutom varnad när något fel uppstår i systemet. Detta är bara några av de funktioner som C-flow-systemet erbjuder. Nedan följer en mer utförlig beskrivning av respektive menyval.

3.2.1 Huvudmeny

Menysystemet utgår från huvudmenyn. Härifrån väljer användaren vad som ska göras. Enligt menystrukturen finns det sex val från huvudmenyn. Dessa är "Användare", "Belysning", "Information", "Inställningar", "Språk" och "Ämne".



Figur 12. Menybild för huvudmenyn.

Under alla menybilder kommer användaren även att ha tillgång till en snabbmeny som ligger ute i högra kanten på skärmen. Genom denna meny kan man välja aktuellt läge på fläktsystemet, strömbrytare för belysningen samt bordets höjd. Dessa tre val finns med i sidomenyn eftersom de anses vara de funktioner som användaren oftast kommer att ändra på.

För att starta någon av fläktarna via snabbmenyn måste fläktsystemet vara aktivt. Systemet blir aktivt då man trycker på strömbrytaren som finns i menyn. Sedan måste användaren välja önskat fläktläge genom att trycka på någon av knapparna 1, 2, 3 eller F. För att byta fläktläge, trycker man på någon av de andra knapparna och systemet växlar då till detta läge direkt. Användaren kan se att fläktarna är aktiverade genom att C:et uppe i menyn snurrar. Om användaren vill stänga av fläktarna kan man göra det på två sätt. Antingen kan man avaktivera hela systemet genom att trycka på strömbrytaren. C:et slutar då att snurra och strömbrytaren blir röd. Det går även att trycka på knappen till det fläktläge som är valt, alltså avaktivera valt läge. Resultatet är detsamma i båda fallen, dvs. fläktarna avaktiverade.

Nedanför knapparna till fläktlägena finns strömbrytaren för belysningen. Genom att slå till huvudbrytaren för belysningen tänds de två lysrörsarmaturena, ytterbelysning och centerbelysning, samtidigt som knappen för huvudbrytaren blir grön. Punktbelysningen tänds inte då huvudbrytaren aktiveras. Den anses inte behövas så ofta. Om punktbelysningen ska tändas görs det separat från belysningsmenyn. Om man väljer att slå ifrån huvudbrytaren släcks all belysning, alltså även punktbelysning i fall även den tänts. När huvudbrytaren avaktiveras blir denna knapp röd.

Längst ner på sidomenyn finns även möjlighet att ställa in optimal nivån på bordet så att det passar användarens behov. Så länge uppknappen hålls inne rör sig bordet uppåt och på motsvarande sätt då nerknappen hålls inne.

3.2.2 Användare

Under användarmenyn skall man kunna hämta en befintlig användare, skapa en ny samt kunna ta bort en befintlig användare. För dessa tillämpningar används den inbyggda funktionen, recept, som finns i E-Designer.



Figur 13. Menybild för användarmenyn.

För att ladda en tidigare sparad användare så trycker man på ”Hämta användare”. En lista kommer då upp över de befintliga användarna som också är sorterad i bokstavsordning. För att välja vilken användare som skall hämtas trycker man bara på dennes namn. Då laddas de inställningar som gjorts under den aktuella profilen.

När operatören väljer ”Ny användare” så skall de personliga inställningarna göras. Först görs valet av språk genom att trycka på flaggan som är överst i menyn. Efter att man valt språk kommer automatiskt bilden ”Ny användare” upp igen. Nästa inställning som skall göras är valet av bordets nivå. Detta görs genom de två knapparna pil upp respektive pil ner. Sista inställningen är den för belysningen och efter att den är gjord trycker man på knappen ”Spara profil” längst ner. Då anges namnet på profilen. Denna profil finns nu i listan under ”Hämta användare” med dess individuella inställningar sparade.

För att radera en användare trycker man på knappen ”Ta bort användare” i användarmenyn. En lista över befintliga användare i bokstavsordning kommer då upp och där väljs den användare som skall raderas ur systemet. Dessa tre val visas i figur 13.

3.2.3 Belysning

I belysningsmenyn finns tre olika parametrar att ställa in. Dessa är ytterbelysning, centerbelysning och punktbelysningen. Ytter- och centerbelysningen kan dels stängas av och på individuellt, dels finjusteras individuellt. Den sista parameter som kan ställas in under belysningsmenyn är punktbelysningen som endast har möjlighet att antingen vara på eller av. Belysningsmenyn visas i figur 14.



Figur 14. Menybild för belysningsmenyn.

3.2.4 Information

Under “Information” finns tre områden att få information om. I enlighet med Figur 15 nedan är dessa ”Driftstider”, “Information C-flow” och “Säkerhet”.



Figur 15. Menybild för informationsmenyn.

Driftstider avser hur länge fläktarna har varit aktiverade. Dels finns information om den totala tiden som fläktarna har varit aktiverade, dels finns information om hur lång tid det är kvar till filterbyte.

Under “Information C-flow” finner användaren kontaktuppgifter i form av e-mailadress, web-adress och telefonnummer till C-flow.

Det sista valet under “Information” är “Säkerhet”. Här kan användaren läsa en text om hur C-flow ska fungera ur säkerhetssynpunkt.

3.2.5 Inställningar

Under inställningar finns tre val, ”Skärminställningar”, ”Kalibrering” samt ”UV-filtret”.



Figur 16. Menybild för inställningsmenyn.

Under skärminställningar kan användaren dimma ljusstyrkan på skärmen. Denna funktion är användbar eftersom operatörspanelen kommer att finnas i miljöer med olika ljusförhållanden.

För att få tillgång till de inställningar som man kan göra i kalibreringsmenyn måste man vara inloggad. Genom att trycka på ”Ange lösenord” får man tillgång till menyerna, ”Forcerande”, ”Klass 1”, ”Klass 2” och ”Klass 3”. Under dessa menyer kan sedan administratören göra inställningar för hastigheten på tilluftsfläktarna respektive frånluftsfläktarna för varje valt fläktläge, allt enligt en specifik standard. Denna inställning är inte tänkt att användaren ska komma åt och kräver därför lösenord. Lösenordsfunktionen är en färdig funktion som finns i E-Designer.

Den tredje rubriken under ”Inställningar” är en indikation för UV-filtret. Användaren kan inte styra UV-filtret genom att trycka på knappen. Anledningen till det är att UV-filtret alltid ska vara igång då fläktsystemet är i aktivt läge, allt för att öka kvalitén på utsläppsluften. Figur 16 visar inställningsmenyn.

3.2.6 Språk

Här kan användaren välja vilket språk som skall användas. I denna version av projektet kan man välja mellan tre olika språk nämligen svenska, engelska och tyska. Eftersom multi-language-funktionen är inlagd i operatörsterminalen, kommer det i framtiden inte vara några problem att lägga till fler språk. Även detta är en färdig funktion i E-Designer. Språkmenyn visas i figur 17.



Figur 17. Menybild för språkmenyn.

3.2.7 Ämnen

I ämnesmenyn finns ett inbyggt bibliotek med olika kemikalier och andra substanser. När användaren trycker på knappen "Ämne" i huvudmenyn så kommer det upp två menyval: "Kemikalier" och "Övrigt". Under dessa menyer finns sedan de olika ämnena inlagda i bokstavsordning. För att bläddra framåt eller bakåt under "Kemikalier" och "Övrigt" så används två piltangenter uppe i högra hörnet. För en del av ämnena finns det varningssymboler. Då användaren trycker på någon av varningssymbolerna ute i högra kanten kommer det upp en ny bild. Denna bild heter "Klassificering" och den visar en bild över alla varningssymbolerna och vad dessa innebär.



Figur 18. Menybild för ämnesmenyn.

Den andra funktionen som finns under ämnesmenyn är att man kan trycka på namnet för ett specifikt ämne. Det som händer då är att fläktsystemet går igång i ett förinställt läge. Det fläktläge som startas beror på vilken klassificering som ämnet har enligt en standard. Ämnesmenyn visas i figur 18.

3.2.8 Larm

Larm ska inte ses som ett av de sex menyval som finns i huvudmenyn. Det finns tre olika huvudtyper av larm i systemet. Vid alla typer av larm kommer det upp en varningsbild på operatörspanelen med information om larmet. Vid en del av larmen kommer fläktarna automatiskt att slås av.

Larm för filterbyte

I systemet finns två typer av filter. Den ena typen av filter byts efter en viss driftstid medan den andra typen byts då tryckskillnaden före och efter filtret är för stor. För de filter som är tidsberoende blir användaren varnad två gånger då filtren börjar ta slut. Först varnas när det är 300 timmar kvar och nästa gång då det är 100 timmar kvar. Då tiden gått ut för filtren så kommer det upp en varningsbild där det finns utrymme för att ange en filterkod. Fläktsystemet blir låst tills en kod har skrivits in och godkänts. På motsvarande sätt blir användaren varnad då det börjar bli stor skillnad på trycket före och efter filtrena. När tryckskillnaden är över den övre gränsen kommer det upp en bild där det ska anges en filterkod. Även här hålls fläktsystemet avstängt tills koden godkänts. Filterbytesmenyn visas i figur 19.



Figur 19. Bild över filterbytesmenyn

Larm för överfyllnad

Det finns en nivåsensor som känner av då nivån i diskhon är över en viss nivå. En varning kommer upp på skärmen och fläktsystemet stängs av. Det går inte att sätta igång fläktsystemet igen förrän nivån är under den satta gränsen.

Larm för hög temperatur

C-flow är utrustad med en temperatursensor. När temperaturen uppe i fläktsystemet är över en definierad gräns kommer en varningsbild upp och fläktsystemet stängs av. Även här blockeras fläktarnas start tills nivån på temperaturen åter är inom godtagbara området.

3.3 PLC-programmets design

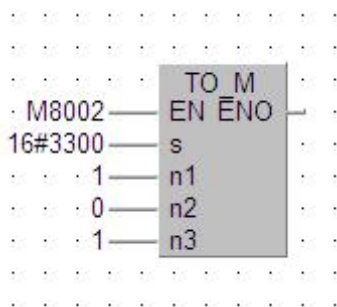
PLC-programmet är uppdelat i nio olika programdelar, så kallade POU:s (**P**rogramming **O**rganisation **U**nit). Anledningen till det är att programmet blir lättare att följa och felsöka i. Programdelarna är uppdelade efter vilken funktion inom POU:n de fyller. De programrader

som sköter logiken för belysningen ligger under POU:n ”Belysning” och så vidare. Nedan kommer intressanta delar av varje POU att beskrivas.

3.3.1 INIT

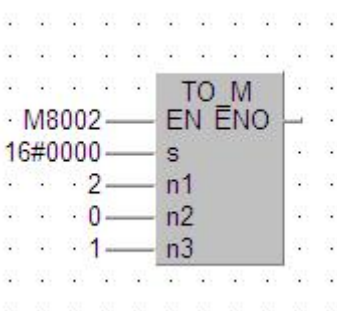
INIT är en speciell POU eftersom programraderna härunder endast körs första scanvarvet. Programraderna som körs här är grundinställningar som endast behöver göras en gång.

Figur 20 visar hur inställningarna för A/D-modulen gjorts. Första pinnen, vid ”EN”, ser till att blocket endast körs först programvarvet. Det görs genom att utnyttja att M8002 är ettställd första programvarvet och noll därefter. Vid ”s” väljs att kanal 1 och 2 ska vara aktiva och använda sig av signaltyp -10 V till $+10\text{ V}$, alltså används endast två analoga insignaler i systemet. Vid anslutning ”n1” anges vilken modul inställningarna gäller, alltså i detta fallet sitter AD-modulen på position 2 räknat från grundenheten. (Om modulen är placerad först anges 0 på ”n1”). Vilket buffertminne som ska användas anges vid ”n2” och sist vid ”n3” anges antalet värden som ska överföras.



Figur 20. Inställningar för A/D-modulen

Figur 21 visar hur inställningarna för D/A-modulen gjorts. Det som skiljer jämfört med inställningarna för AD-modulen är att alla fyra kanalerna är inställda för signaltyp -10 V till $+10\text{ V}$. Nästa skillnad är att DA-modulen sitter på position 3 och därför är 2 angivet på ”n1”.



Figur 21. Inställningar för D/A-modulen

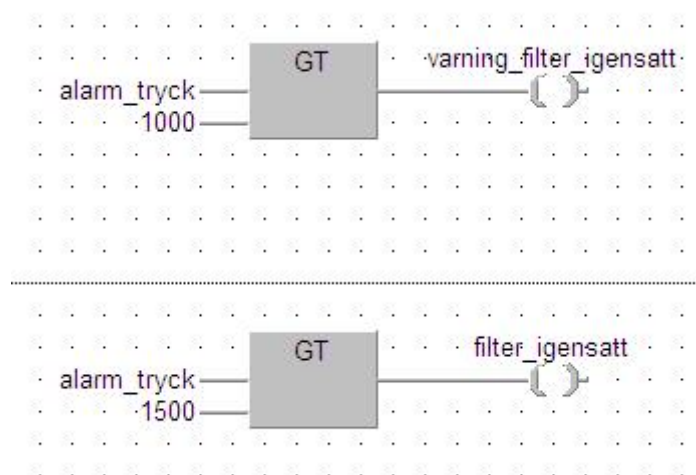
3.3.2 Larm

Under POU:n ”Larm” jämförs analoga värden med satta gränser för vad som anses vara för höga värden. I vissa fall är åtgärden endast en varning men i andra fall stängs fläktsystemet av. Det finns två olika typer av filter som ska kontrolleras. De olika filtertyperna är finfilter och kolfilter. Finfilter kontrolleras genom att mäta tryckskillnaden före och efter filtret.

Kolfiltret är bara beroende av drifttiden. Larm ska även aktiveras vid för hög temperatur i filterna och då det finns en för hög vätskenivå i diskhon.

Larm för finfilter

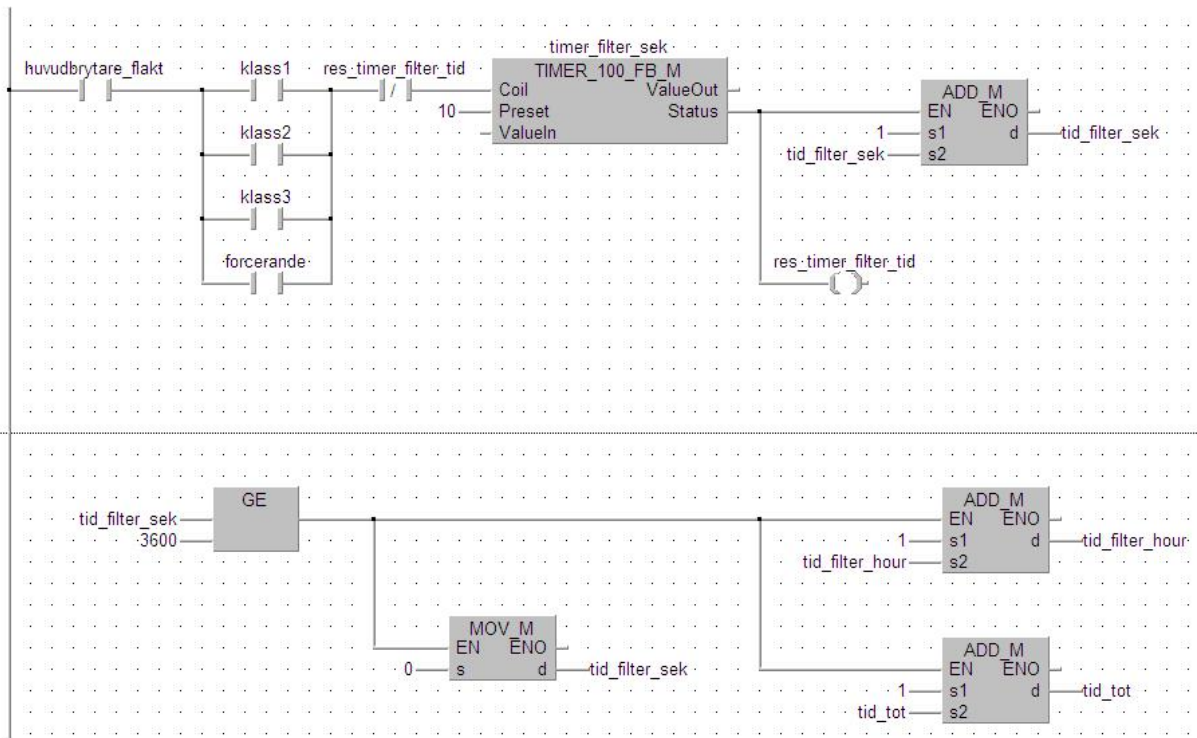
När finfiltrena blir igensatta av partiklar ökar tryckskillnaden över filtrena på grund av luftflödet. Värdet som tryckvakten ger jämförs i POU:n "Larm". Vid en given tryckskillnad som motsvarar värdet 1000 ska en användaren bli varnad för att filtrena börjar bli igensatta. Då en tryckskillnad motsvarande 1500 överskrider ska fläktsystemet stängas av. Figur 22 visar hur dessa två jämförelser görs.



Figur 22. Kontroll av tryckskillnaden över finfiltret.

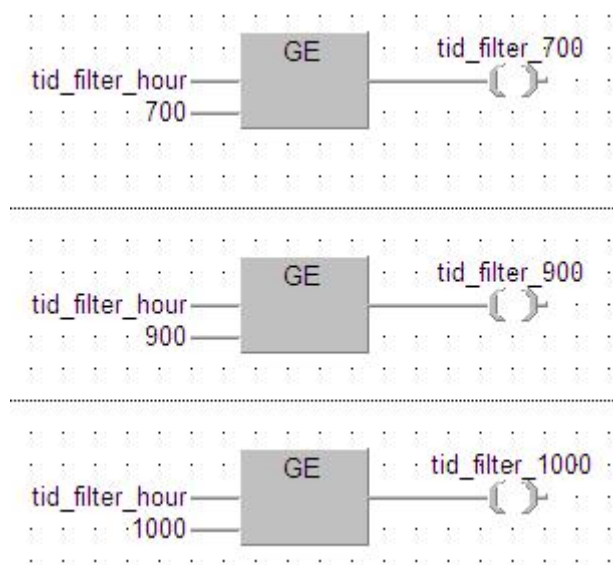
Larm för kolfilter

Kolfiltrens slitage är beroende av drifttiden för fläktsystemet. Alltså behövs en tidräknare för drifttiden. Detta görs i två steg. Först finns ett register som ökas med ett varje sekund. Då det registret är 3600 nollställs sekundregistret samtidigt som timregistret ökas med ett. Det finns två olika timregister, ett som anger total drifttid för systemet och ett som anger hur länge systemet varit i drift med de aktuella kolfiltren. Alltså nollställs det registret varje gång kolfiltren blivit bytta. Figur 23 visar hur detta görs i två steg, först sekunduppräknning och därefter timuppräknning.



Figur 23. Tidräkning för kolfiltrena.

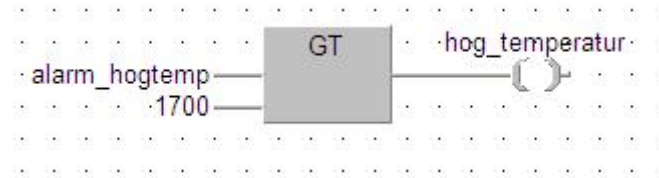
Registret som anger hur många timmar fläktsystemet varit i drift sedan senaste kolfilterbytet används i tre olika jämförelser. Vid 1000 timmars drifttid måste kolfiltren bytas. I samband med bytet måste en kod anges på terminalen. Fläktsystemet hålls avstängt tills en kod angivits. När det är 300 respektive 100 timmar kvar till filterbytet aviseras användaren genom att en varning kommer upp på terminalen. De tre jämförelserna visas i figur 24.



Figur 24. Tidkontroll för kolfiltrena.

Larm för hög temperatur

I fläktsystemet sitter en temperaturgivare. Via AD-modulen fås tillgång till ett värde som motsvarar temperaturen i fläktsystemet. Enligt en standard finns det ett maxvärde på vad som ska vara godkänd temperatur i filtrena. Temperaturer under 70°C anses godtagbara. Vårt analoga värde som motsvarar 70°C är 1700 i PLC:n. Jämförelsen görs enligt figur 25.



Figur 25. Kontroll av temperaturen i filtersystemet.

Larm för överfyllnad i diskhon

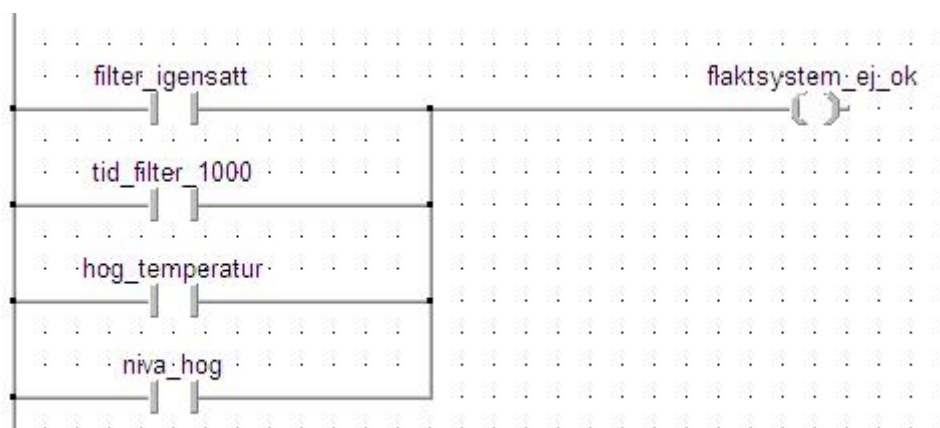
Det finns en diskho i systemet där all vätska som spills hamnar. Om diskhon blir överfylld kommer inte fläktsystemet att fungera optimalt. Därför finns en nivåvakt placerad i diskhon. Nivåvakten ger en digital insignal till PLC:n. Signalen är 1 då nivåvakten inte är aktiverad och 0 då nivån är för hög. För att vara så tydlig som möjlig inverteras signalen enligt Figur 26.



Figur 26. Kontroll av överfyllnad i diskhon.

Avstängning av fläktsystemet

Det finns, som tidigare beskrivits, fyra olika problem som ska stänga av fläktsystemet: finfiltrena igensatta, kolfiltrena har för lång driftstid, för hög temperatur i filtrena eller att det finns för hög nivå i diskhon. Ett digitalt värde sätts då något av dessa fall inträffat. Det värdet används senare som ett villkor för att köra fläktsystemet. Figur 27 visar hur värdet sätts.



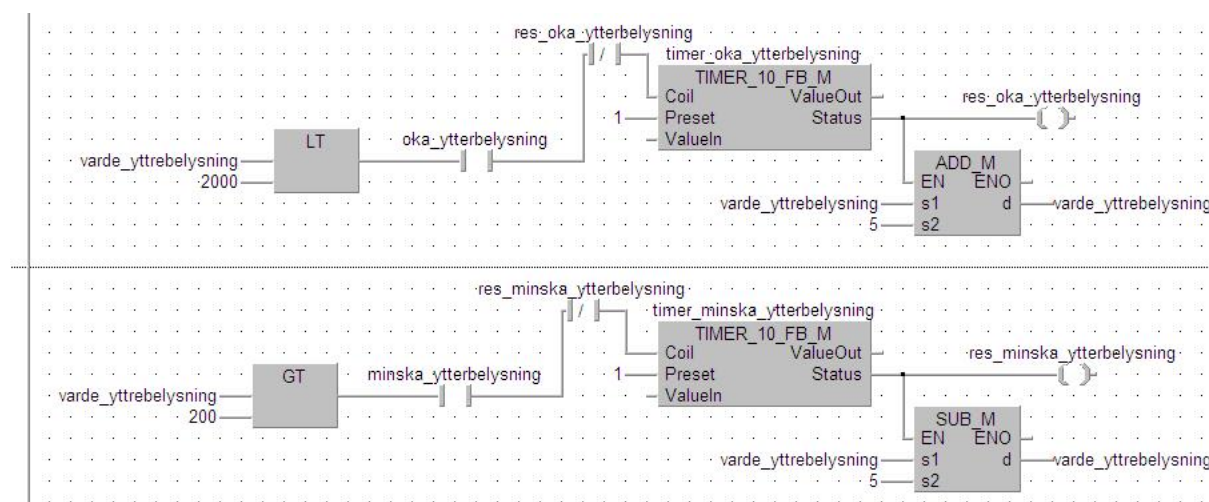
Figur 27. Kontroll om filtrena är körbara.

3.3.3 Belysning

Under “Belysning” finns det två logiska uppgifter som blir lösta i PLC:n. Dels ska det gå att öka respektive minska belysningens ljusstyrka då aktuell knapp hålls intryckt, dels anges hur huvudbrytaren ska fungera för belysningen.

Ljustering av ljusstyrkan

Ljustyrkan för ytterbelysningen och centerbelysningen ska gå att variera från terminalen. Med hjälp av en knapp som ökar och en som minskar värdet i ett register blir det möjligt att styra en variabel signal till styrdonen för belysningarna. Värdet i PLC:n ska ligga mellan 200 och 2000 för att få en styrsignal som ligger mellan 1 V och 10 V, som är ett givet intervall för styrdonet enligt datablad. Med hjälp av en timer går det att öka respektive minska värdet i registret när en knapp är intryckt och värdet är inom intervallet. Timern är kopplad så att den pulsar varje 0,01 sekund och då ökar registret med värdet 5. Med andra ord, för att göra terminalen så användarvänlig som möjligt ska det gå att variera ljusstyrkan genom att hålla inne knappen för önskad justering. Hur denna funktionen fungerar blir tydligare beskrivit i Figur 28. Steglös ökning av ett register på detta sätt används på fler ställen i operatörsterminalen, men beskrivs bara här.

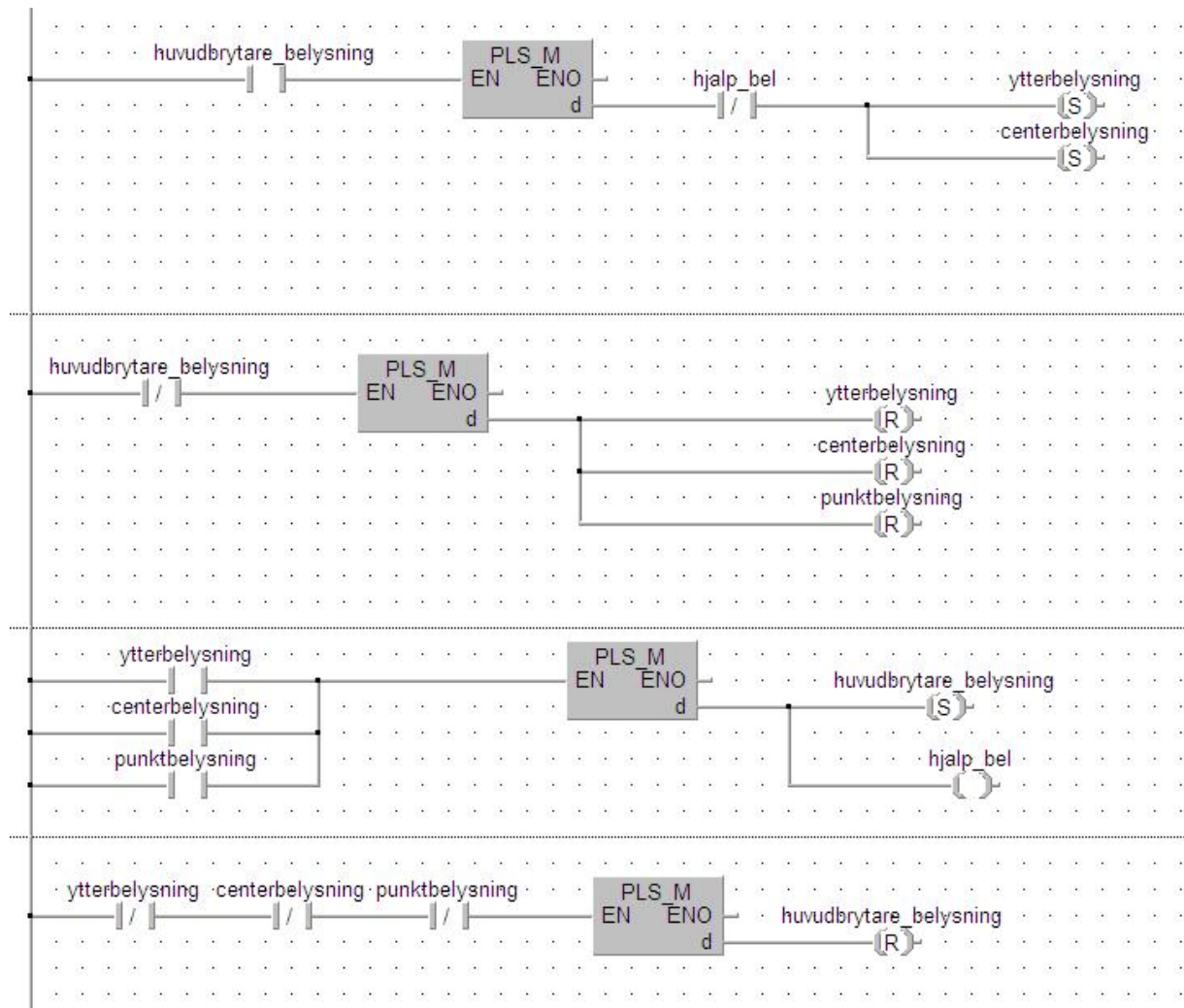


Figur 28. Steglös justering av ljusstyrkan.

Huvudbrytarens funktion för belysningen

Nästa logiska funktion som behandlas under “Belysning” är hur huvudbrytaren ska fungera för belysningen. Dels går det att sätta på och stänga av varje belysning individuellt, dels går det även att styra belysningen från huvudbrytaren. Är alla tre belysningarna avstängda ska huvudbrytaren vara röd men är en eller flera av belysningarna på ska knappen vara grön. Om huvudbrytaren är till kommer alla belysningarna, oavsett vilka som är på, stängas av då man trycker på den. Är huvudbrytaren röd och man trycker på den ska endast ytterbelysningen och centerbelysningen sättas på. Alltså, huvudbrytaren kan bli grön på två olika sätt. Om man trycker direkt på huvudbrytaren eller om någon av belysningarna aktiveras separat. Detta ger logiska problem. När man till exempel sätter på punktbelysningen separat kommer huvudbrytaren bli grön och när den blir grön skulle ytterbelysning och centerbelysning sättas på. Användaren ville dock bara sätta på punktbelysningen. Alltså måste de två fallen då huvudbrytaren blir grön skiljas åt logiskt sett. Detta görs på följande sätt: när huvudbrytaren blir till via att någon av belysningarna aktiveras separat ettställs även en hjälpvariabel ett programvarv, se programrad tre i Figur 29. Nästa programvarv kommer inte ytter- och centerbelysningen ettställas i översta programraden i figur 29 eftersom hjälpvariabeln är till.

Programrad två i figur 29 ser till att alla belysningar stängs av då huvudbrytaren stängs av. På motsvarande sätt blir huvudbrytaren nollställd när alla belysningarna blir avstängda, se rad fyra i Figur 29.



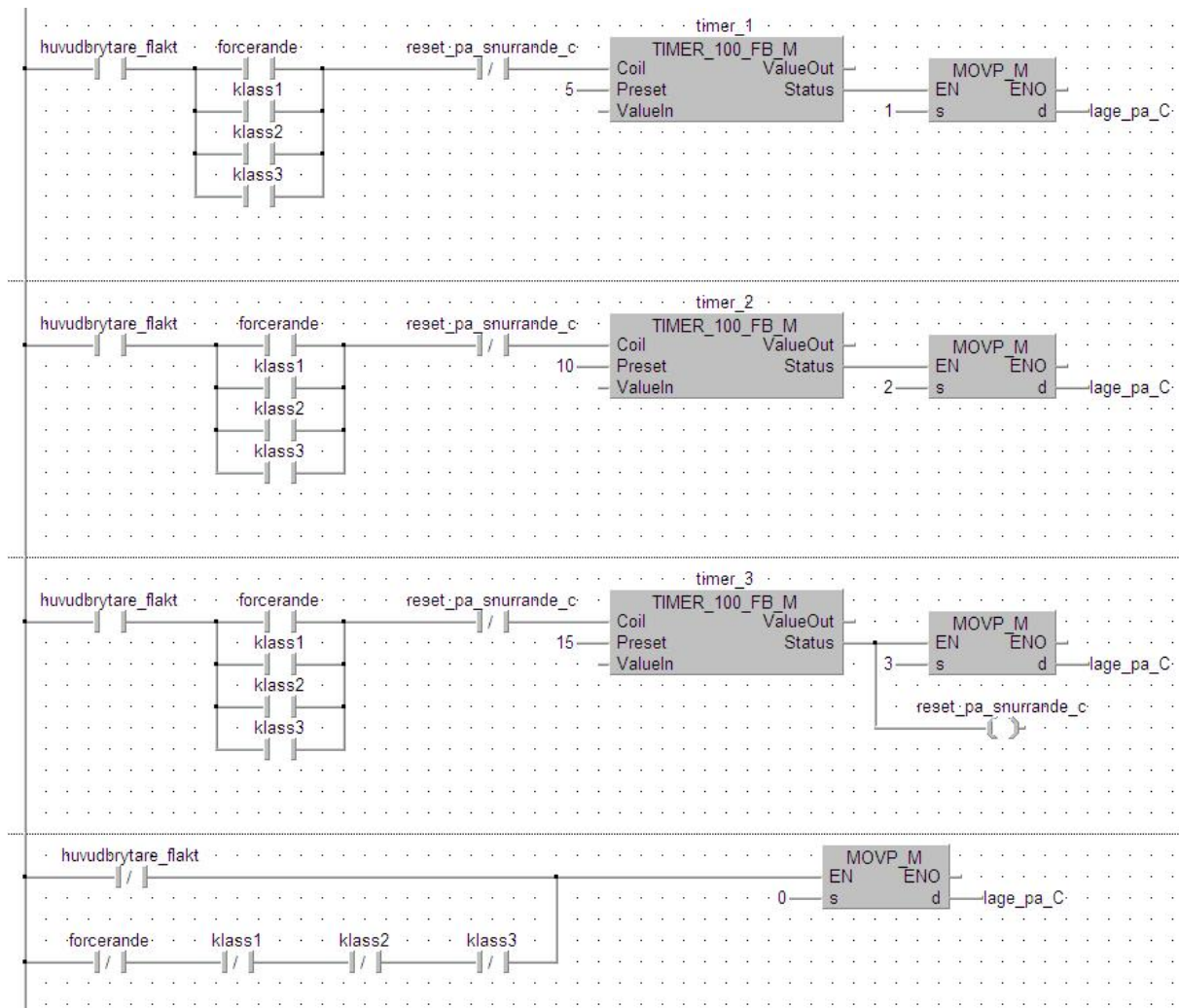
Figur 29. Huvudbrytarens funktion.

3.3.4 Fläktsystemet

Från sidomenyn kan användaren välja mellan fyra olika förinställda fläktlägen. Men för att fläktsystemet ska vara igång måste även huvudbrytaren för fläktsystemet aktiveras. När båda dessa inställningar är gjorda ska en bild i form av ett C snurra som en indikation på att fläktarna körs.

Indikation på att fläktsystemet körs

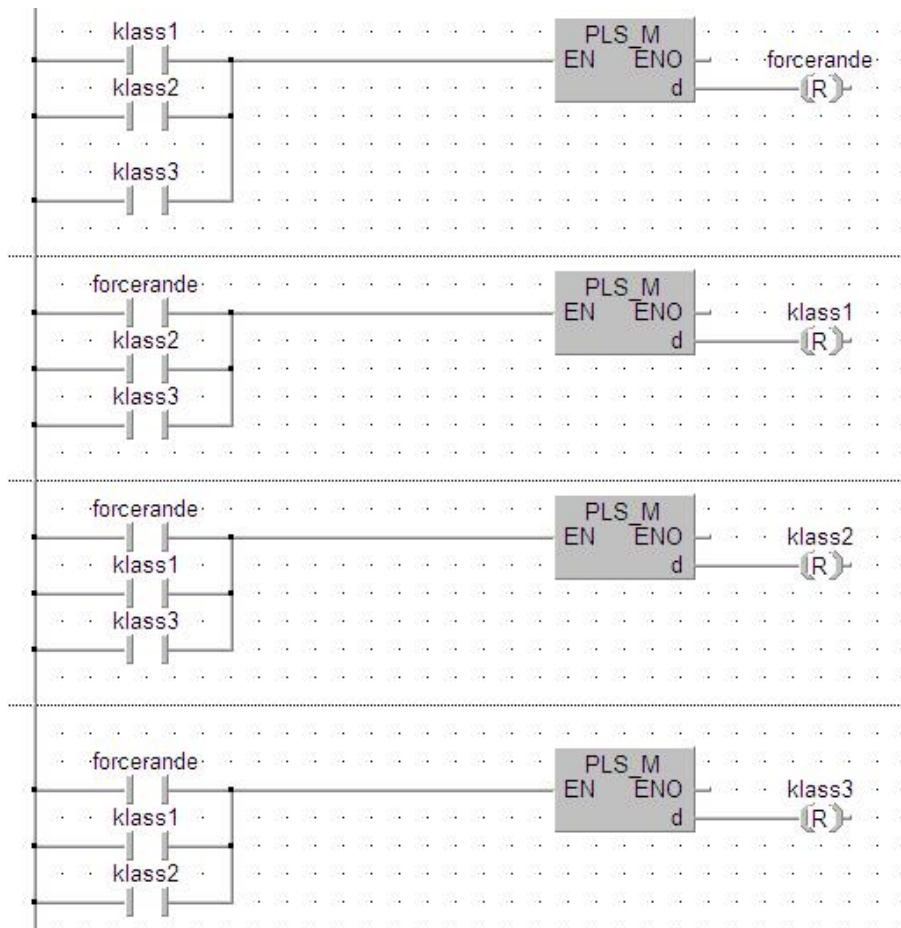
C:et är uppbyggt av tre olika bilder på C:et. Bilderna bytas med lagom frekvens så att det ser ut som det snurrar. Beroende på vilket värde som finns i ett register så visas rätt bild vid rätt tid. Alltså ska värdet i registret variera med tiden. Det görs med tre olika timers med olika tidinställningar och utgångarna kopplas till en movefunktion som sätter rätt värde. När en cykel är avklarad nollställs alla timers och börjar om på en ny cykel. När fläktsystemet inte är igång är det samma bild som visas konstant. Funktionen som ser till att rätt värde sätts vid rätt tid visas i figur 30.



Figur 30. Funktionen för att visa att fläktsystemet körs.

Val av fläktläge

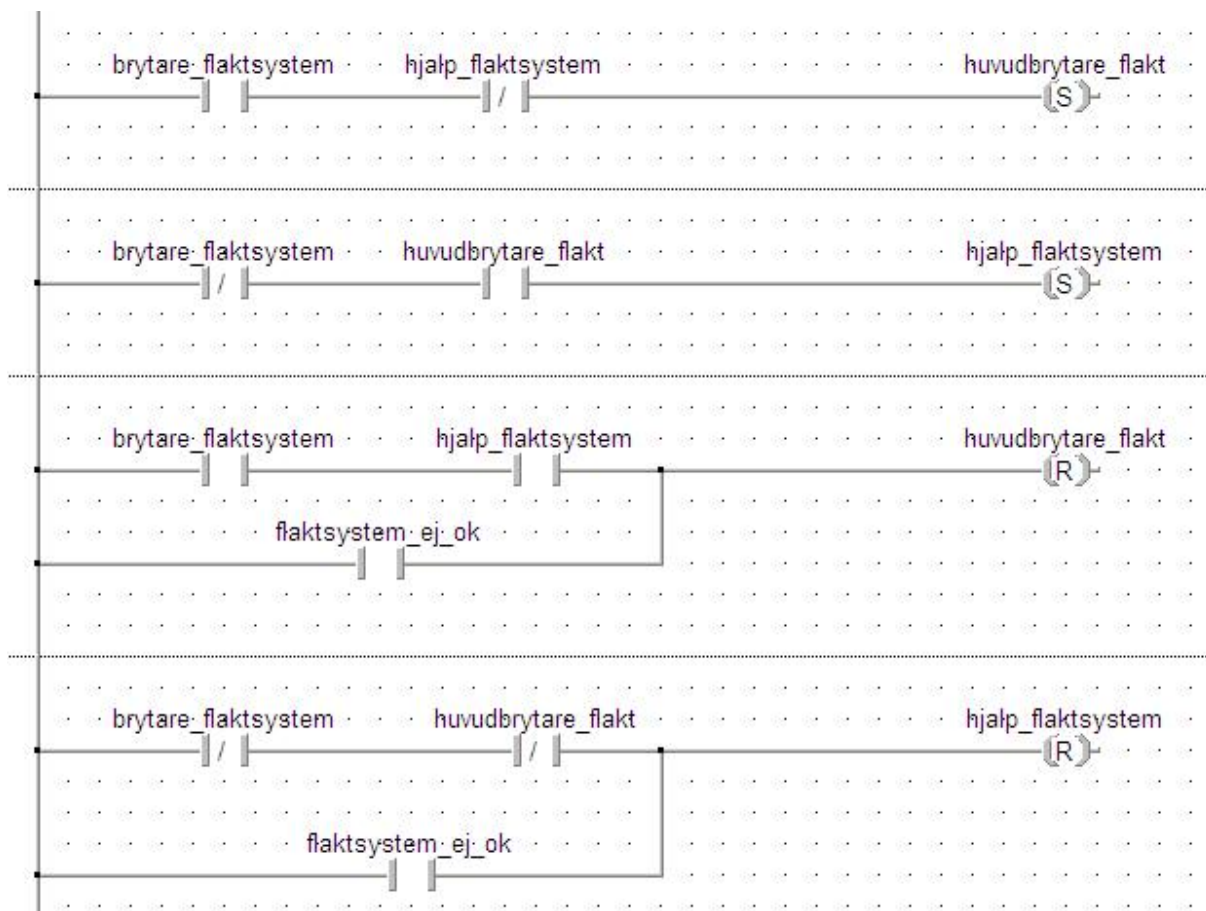
På terminalen finns fyra olika fläktlägen att välja mellan. Givetvis ska det endast gå att välja ett läge åt gången. Därför krävs det logik i PLC:n som ser till att det fungerar. Då till exempel läge 2 är valt och användaren sedan väljer läge 1 ska samtidigt läge 2 avaktiveras. Denna logik visas i figur 31. När det valda läget går till nollställs de tre övriga fläktlägena.



Figur 31. Funktionen som ser till att endast ett fläktläget är valt.

Toggelfunktion för fläktsystemets huvudbrytare

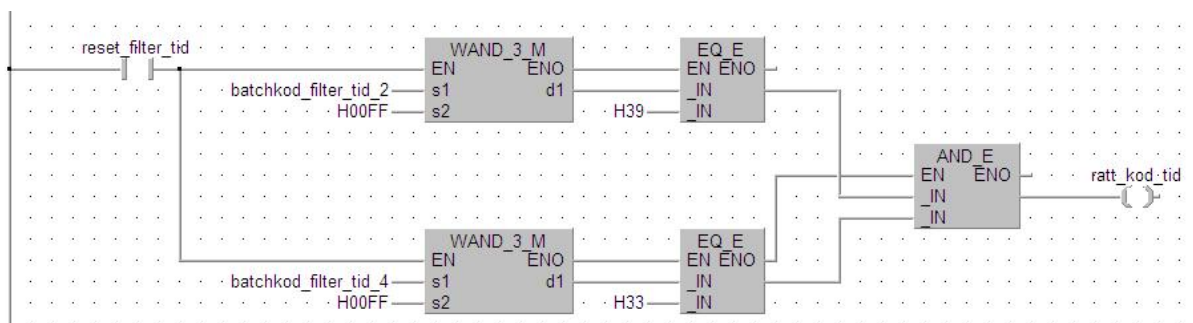
Alla på/av-knappar i terminalen har toggelfunktion, det vill säga varannan gång man trycker på knappen fungerar den som på-knapp och varannan gång som av-knapp. Logiken för toggelfunktion finns färdig att välja i E-Designer. Fläktsystemets brytare ska även den ha toggelfunktion men med ett villkor, nämligen att ett larm inte är till. Finns det något problem med fläktsystemet ska huvudbrytaren vara av, oavsett vad som väljs. Denna funktion byggs upp i PLC:n enligt figur 32. När det finns något problem med fläktsystemet nollställs huvudbrytaren på rad 3 i figur 32. Själva toggelfunktionen använder sig av en hjälpvariabel som håller reda på vilket läge som valdes senast, se rad 3 och 4 i figur 32. Hur logiken fungerar för övrigt visas även det i figur 32.



Figur 32. Toggelfunktionen för fläktsystemet huvudbrytare.

3.3.5 Kodsystäm för filterbyten

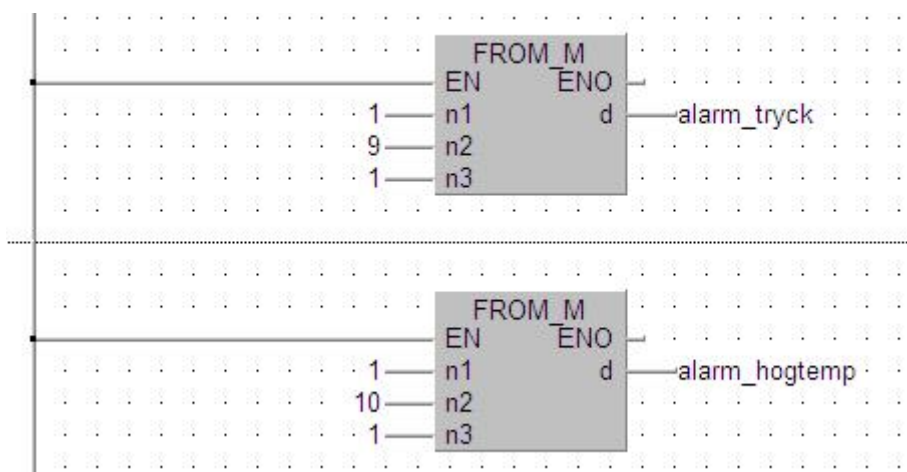
Både när det gäller finfiltrena och kolfiltrena stängs fläktsystemet av då filtrena är förbrukade. I samband med att en administratör byter filtren ska även en åttasiffrig kod skrivas in på terminalen. Kodsystämnet är gjort så att två av de åtta ASCII-symbolerna alltid ska vara samma. Logiken för kodsystämnet blir därför väldigt lätt att programera. Två olika positioner ska helt enkelt jämföras med två konstanter. Se figur 33 för närmare beskrivning. Det hexadecimala värdet 39 motsvarar symbolen 9 enligt tabell för ASCII-tecken och värdet 33 motsvarar symbolen 3. När det finns en 9:a på position tre och en 3:a i position sju och användaren trycker på knappen för att godkänna så kommer det ges möjlighet att starta fläktsystemet igen.



Figur 33. Jämförelse av den inmatade koden.

3.3.6 Ingångar

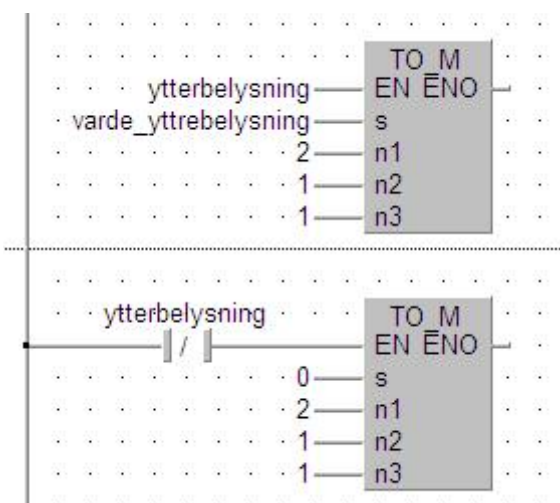
A/D-modulen får in ett värde mellan 0-10 V från de olika givarna. Det värdet skalas sedan om till ett digitalt värde mellan 0 och 2000. För att kunna behandla värdet behöver det sparas i en variabel. Det görs via FROM-block, se figur 34. Vid "n1" anges på vilken position modulen sitter, "n2" vilken kanal värdet ska läsas från och vid "n3" anges hur många värden som ska överföras. I FROM-blocken nedan får variabler för tryckskillnaden över finfiltrena och temperaturen i fläktsystemet vars ett digitalt värde.



Figur 34. Funktionsblock för att ta emot analoga värden.

3.3.7 Utgångar

På motsvarande sätt finns det TO-block för D/A-modulen. Ett digitalt värde mellan 0 och 2000 i PLC:n skalas om till 0-10 V i modulen och blir en styrsignal. Alla fyra kanalerna är aktiva på D/A-modulen. I figur 35 sätts styrsignalen för ytterbelysningen. När variabeln "ytterbelysning" är ettställd sätts det digitala värdet för ljusstyrkan som utsignal på "s". Men när "ytterbelysning" är nollställd sätts 0 på utgången. På detta sättet går det både att justera belysningsnivån med en styrsignal men även stänga av och sätta på ljuset. Liknande TO-block finns även för centerbelysningen, tilluftsfläkten och frånluftsfläkten.



Figur 35. Funktionsblock för att ge ut en analog signal.

4 Slutsats

Projektet har kunnat slutföras på ett tillfredsställande sätt, dels för kunden, dels för oss som utförde det. Alla funktioner fungerar precis enligt kundens önskemål och de krav som ställdes i början av projektet. Svaret på vår problemställning blir sålunda: *Ja, gränssnittet gick att bygga enligt de krav kunden hade och problemet löstes med hjälp av de produkter som Beijer Electronics har i sin produktportfölj.*

Eftersom vi var med på drifttagningen, fick vi väldigt snabbt feedback på resultatet. All programmering fungerade tillfredsställande och detta var väldigt glädjande då vi inte har haft möjlighet att testa koden i praktiken tidigare.

Den största kunskapen som vi har fått genom detta examensarbete är PLC-programmering i ladder-miljö men även programmering av operatörsterminalen i E-Designer. Ingen av oss hade någon större erfarenhet av sådan programmering och inte heller vilken funktion en operatörsterminal fyller tillsammans med ett PLC-system.

Dock så har det ju funnits en hel del problem under arbetes gång. Det är ju också genom problem som man oftast lär sig nya och nyttiga saker. Den inbyggda recepthanteringen i Beijers operatörsterminaler fungerar kanske inte alltid bra. Problemet med receptfunktionen uppkommer då man vill spara två olika sorters recept. Detta upptäckte vi när vi skulle dels ha recepthantering för de olika användarna men även för de olika ämnena då olika fläktlägen skulle ställas in. Systemet har nämligen bara ett receptregister och alltså går det inte att lösa. En annan sak som inte fungerar så bra med receptfunktionen är då man trycker på ”spara-knappen”. Det terminalen gör då är att den skannar av det aktuella blocket och läser av statusen på alla bitarna samt registerna på den aktuella sidan. Det hade varit väldigt bra om man som användare hade kunnat ställa in specifikt vilka olika statusbitar eller register som skall läsas av istället. Problemet borde inte vara så svårt att lösa för Beijer och absolut något som man måste tänka på i den nya mjukvaran som kommer under Q4 2007.

En nyttig erfarenhet som vi fått under examensarbetet är att ha en noga specificerad produktbeskrivning som talar om för programmeraren in i minsta detalj hur maskinen är tänkt att fungera. Ofta så fick vi väldigt oklara förklaringar om hur saker och ting skulle fungera och det gör programmeringsarbetet mycket svårare. Under arbetet jobbade vi mycket utifrån databladen till de olika enheterna som skulle kopplas in till systemet. Detta gav oss väldigt många nyttiga erfarenheter då det inte var möjligt att testa de olika funktionerna förrän det var dags för drifttagningen.

Genom att få sitta på Beijer Electronics kontor i Malmö har vi kommit in bra i företaget och har även fått en god insikt över hur deras produktprogram ser ut och fungerar. Detta är en väldigt nyttig kunskap för oss båda då vi har fått anställning på företaget.

Slutligen vill vi bara säga att arbetet har varit väldigt lärorikt och utvecklande. Att börja från noll och sedan få vara med på driftsättningen var väldigt intressant. Då ser man direkt resultatet av arbetet och det är något som vi båda tycker är väldigt stimulerande och drivande.

5 Diskussion och framtid

Att ha en laborationsstation som säkerhetsställer att man arbetar ergonomiskt samt inte utsätts för farliga gaser och andra gifter är något som kommer att bli allt viktigare i framtiden. Med hjälp av C-flow kommer alla dessa krav att uppfyllas på ett väldigt enkelt och unikt sätt. Idag finns det inget liknande system där användaren själv kan göra sina arbetsinställningar. I C-flow systemet garanteras användaren att rätt inställningar blir gjorda för varje ämne som skall användas, eftersom det finns inbyggd intelligens i systemet i form av ett PLC-system. Operatörsterminalens gränssnitt är utvecklat av designingenjörer och är både enkelt att använda samt grafiskt tilltalande. Tillsammans med Beijer Electronics, som är marknadsledande inom HMI-system, blir denna lösning unik och mycket konkurrenskraftig .

I framtiden finns det önskemål från C-flow att kunna skicka mail från arbetsstationen. Låt säga att vid vissa larm så skall det gå ut mail till en servicetekniker som då skall få detaljerad information om larmet. Själva mailfunktionen finns färdigutvecklad för Beijer Electronics terminaler men eftersom tiden inte räckte till har vi inte kunnat testa denna. Med ganska små medel bör denna funktion kunna inkluderas i systemet och särskilt värdefull bör den bli då man kombinerar flera olika arbetsstationer till ett nätverk.

På sjukhus sitter idag flera personer och för anteckningar för hand vid liknande arbetsstationer. För att integrera alla sådana sysslor i C-flow systemet har det kommit fram önskemål om en texteditor i operatörsterminalen. Någon sådan editor finns inte idag men däremot finns möjlighet att koppla in tangentbord och mus till terminalen via USB-porten. Särskilt bra skulle Beijer Electronics IKEY-tangentbord passa eftersom dessa är anpassade speciellt för sjukhusmiljöer. Tangentborden är helt tättslutande med ett silikonlager över tangenterna som kan tvättas av med desinfektionsmedel.

Alla kunder är inte tänkta att vara inom sjukhusmiljöer. C-flow systemet är kanske i många fall tänkt att bara kunna behandla ett par olika ämnen och det höj/sänkbara bordet kanske inte alltid efterfrågas. Genom att byta ut FX2N systemet mot ett mindre system kan man spara mycket pengar här och på så vis blir även produkten billigare för kunden. Exempel på mindre styrsystem är FX1N, FX1S och ALPHA. En del kunder kanske ställer krav på Ex-klassning, som behövs i explosionsfarliga områden. Detta är inget som man kan säkerställa idag men om man bygger in alla enheter i ett Ex-klassat skåp så är detta absolut ingen omöjlighet att uppnå.

Terminalprojektet kan lätt skraddarsys för varje applikation. En idé är att bygga upp ett par olika terminalprojekt som passar olika applikationer som kunden senare kan skraddarsy mot extra tillägg. I Beijer Electronics produktportfölj finns flera olika storlekar på terminaler, allt från 3.5" till 15" alla med touchfunktion och möjligheten att både få skärmen i svartvit och i färg.

6 Källförteckning

Litteratur

Lennart Gram, Hans-Gunnar Jubrik och Alexander Lauber. *Modern industriell mätteknik*, Bokförlaget teknikinformaton, Lund och Linköping 1996

Gustaf Olsson och Christian Rosen. *Industrial automation*, Media-Tryck, Lund 2005

Elektroniska källor

http://www.emcomp.se/Editor/upload/docs/Touchpanel_och_drivning.pdf, 2007-04-21

http://www.beijer.se/web/web_aut_se.nsf/AllDocuments/2B7C8F1582D9ADF4C1256F87004F139A, 2007-05-02

http://www.nordtec.se/bilder/startsidebilder/faktamaetteknik/pdf_1.pdf?PHPSESSID=f1007e710d3f6466e16660820a931849, 2007-05-03

http://www.kimo.se/bilder/produkter/13372_s.jpg, 2007-05-03

http://www.lsi.se/s_main.htm, 2007-05-03