

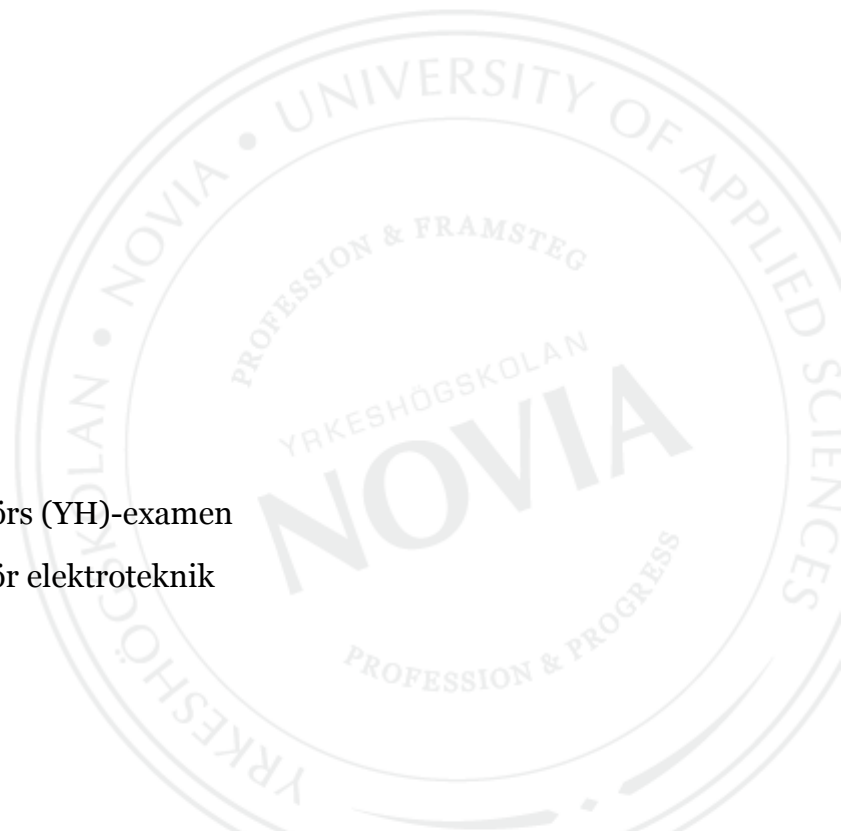
Klocksynchronisering och energimätning i KNX-system

Staffan Roslund

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Staffan Roslund

Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa

Inriktningalternativ: Automationsteknik

Handledare: Dag Björklund

Titel: Klocksynkronisering och energimätning i KNX-system

Datum 22.3.2013

Sidantal 31

Bilagor 5

Abstrakt

Lärdomsprovet behandlar programmering av den centrala styrenheten i KNX-system. Till de centrala uppgifterna hör att möjliggöra övergången mellan sommar- och vintertid samt att synkronisera klockan i styrenheten. Därtill hör också att skapa en modell för hur mätningen och främst visualiseringen av energiförbrukningen kan se ut med styrenhetens egen visualisering.

Den information och de dokument som använts i uppgiften är olika sidor på nätet, de dokument som finns på wago.com samt KNX-handboken (Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin).

Som resultat sammanställdes ett dokument som beskriver hur klockan ska ställas in i styrenheten samt hur sommar- och vintertidsinställningarna skall göras. Dokumentet beskriver också hur klockan synkroniseras med SNTP (Simple Network Time Protocol). Ett alternativ för att mäta energiförbrukningen samt visualisera förbrukningen togs fram. Visualiseringen sker på styrenhetens egen visualiseringssida. Resultaten har ännu inte blivit testade och små förändringar kan således tillkomma programmet.

Språk: svenska

Nyckelord: KNX, PLC

BACHELOR'S THESIS

Author: Staffan Roslund

Degree programme: Elektrotechnik Vasa

Specialization: Automation

Supervisors: Dag Björklund

Title: Time synchronization and energy measuring in a KNX system

Date 22.3.2013

Number of pages 31

Appendices 5

Abstract

This Bachelor's thesis deals with the programming of the field bus controller in a KNX system. The main tasks are to synchronize the time in the field bus controller and to make the change between summer and winter time work properly. Another task is to make a model for measuring and visualizing the energy consumption in a KNX system.

The information and documents that have been used for these tasks are different web sites, the documents at wago.com and the KNX handbook (Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin).

As a result a document was put together that describes how to configure the clock in the PLC and how to make the settings for winter and summer time adjustment. The document also describes how to synchronize the clock with SNTP (Simple Network Time Protocol). An alternative for how to measure and visualize the energy consumption was presented. The visualization is done on the PLC visualization page. The results have not yet been tested and some improvements may still be made.

Language: Swedish

Key words: KNX, PLC

Förord

Jag vill tacka BEMI Automation och speciellt Michael Bendtsen som gett mig möjligheten att utföra detta ingenjörarbete. Jag vill också tacka min handledare Dag Björklund som hjälpt mig med mina problem och besvarat mina frågor under arbetets gång.

Staffan Roslund

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Specifikation av lärdomsprovet.....	2
2.1	Bakgrund	3
3	Bemi.....	3
4	Styrenhet och program	4
4.1	Styrenhet	4
4.2	Codesys.....	4
4.3	ETS	7
5	KNX	8
5.1	Allmänt	8
5.2	Fördelar.....	9
5.3	Användningsområden	9
5.3.1	Belysning.....	9
5.3.2	Värme och ventilation.....	10
5.3.3	Säkerhet.....	11
5.3.4	Solavskärmning.....	12
5.3.5	Audio	12
5.3.6	Visualisering.....	12
6	Synkronisering av PLC-klockan	13
6.1	Bakgrund	13
6.2	Teori	13
6.3	Utförande.....	14
6.4	Synkronisering med SNTP	16
7	Energimätning och visualisering.....	18
7.1	Bakgrund	18
7.2	Teori	19
7.3	Utförande.....	19
8	Resultat	28
9	Diskussion	29
10	Källförteckning	30
	Bilagor	

Bilageförteckning

Bilaga 1: ReadClock-programmet

Bilaga 2: Measuring3Phase-programmet

Bilaga 3: Energy-programmet

Bilaga 4: Visu-programmet

Bilaga 5: Energivisualiseringen

1 Inledning

Elektroniken i hemmen ökar i dag mer och mer. Detta ger oss många nya möjligheter men innebär också att man får fler saker att hålla koll på. Frågor som bekvämlighet och energisparande är viktiga frågor i dagens samhälle och för att uppnå detta krävs intelligenta system och styrningar för hemmet. För detta ändamål är KNX ett ypperligt system. KNX är nämligen ett system som gör det möjligt att sammanbinda din hemelektronik till ett enda nätverk. Funktioner som t.ex. värme, ventilation och belysning kan med detta system sammanbindas för att tala samma språk, och således styras på ett bekvämt sätt.

Uppgiften i detta examensarbete blir att skapa en allmän modell för hur energiförbrukningen kan visualiseras i ett KNX-system, samt att försöka åtgärda en del förekommande problem med klocksynkroniseringen i styrenheten. Bakgrunden till uppgifterna i detta lärdomsprov bygger på KNX-systemet vid Yrkeshögskolan Novia i Vasa, där huvudbyggnaden på Wolffskavägen 33 till en del använder detta system. Systemet vid Novia togs i bruk år 2006. Nu finns det intresse av att kunna följa upp energiförbrukningen samt göra vissa förbättringar.

Examensarbetet görs åt företaget BEMI som planerat KNX-systemet vid Novia.

2 Specifikation av lärdomsprovet

Lärdomsprovet består av ett antal olika uppgifter som till viss del behandlar KNX-systemet vid Yrkeshögskolan Novias teknikenhetens huvudbyggnad på Brändö i Vasa. Lärdomsprovet utförs åt företaget BEMI som befinner sig mitt i Vasa. BEMI är specialiserat på belysnings-, el- och KNX-planering.

Som första uppgift i lärdomsprovet blir att skapa eller sammanställa ett dokument som beskriver hur man synkroniserar klockan i den centrala styrenheten och tar tiden från nätet.

En annan uppgift blir att skapa ett visningssätt för inomhustemperaturerna på den centrala styrenhetens webb-sida. Detta görs med någon typ av graf eller stapeldiagram så man på ett vettigt sätt kan följa temperaturen.

Följande uppgift blir att skapa en modell för hur mätningen och visualiseringen av energiförbrukningen kan se ut. Samtidigt bör också styrenhetens minneskapacitet tas i beaktande och vid behov behöver ett extern minne sättas in. Kravet är att logikminnet bör hålla minst 20 år och får inte bli överbelastat.

Nästa uppgift blir att med de befintliga Lux-sensorer som finns i klassrummen skapa automatisk styrning av belysningen. Detta så att ett önskat luxvärde uppnås i hela klassrummet.

Samtidigt borde också visualiseringssidorna uppdateras bl.a. med lösenordsbaserade sidor, för att begränsa åtkomsten för obehöriga. Sidor med Dali-feedback borde också göras, vilket betyder att vid eventuella fel på belysningsarmaturer skall man från visualiseringssidan kunna se var felet ligger.

Lärdomsprovet består således av ett flertal olika uppgifter, men de uppgifter som kommer att utföras i första hand är klocksynkroniseringen av styrenheten samt modellen för energimätningen.

Den styrenhet som används vid KNX-systemet vid Novia är en Wago 750-849. Programmet som används för programmeringen av styrenheten är Codesys 2.3.

ETS är det program som används för att ställa in diverse parametrar för KNX-systemet.

2.1 Bakgrund

Bakgrunden till uppgiften är att Bemi vill utvärdera ett energimätningssystem samt visualisering av energiförbrukningen för framtida bruk. Därtill vill man också undersöka en möjlig effektivisering av belysningen.

3 Bemi

BEMI är ett företag beläget i centrum av Vasa. Företaget är specialiserat på belysnings-, el- och KNX-planering. BEMI grundades år 2005 av Mikael Bendtsen och han har för närvarande tre anställda. Deras marknad består både av den offentliga sektorn d.v.s. kontor, skolor och andra företag, och den privata sektorn med nybyggen och renoveringar.

Företaget utgör också ett certifierat KNX training center, vilket betyder att man erbjuder kurser och utbildning åt yrkesverksamma och studerande inom elbranschen. BEMI är ett av de få KNX training center som finns i Finland.

BEMI:s arbetsprocess består kortfattat av följande steg: kundmöten, offert, planering, byggskede och bruktagning. Det vill säga man bestämmer först möte med den potentiella kunden och går igenom kundens funktionsönskemål och möjligheter. Man bestämmer också en tidsram och budget för projektet. Därefter skickas en offert baserad på kundens önskemål och behov.

Ifall offerten blir godkänd av kunden inleds planering av fastigheten med komponentlista och kompletta ritningar. Efter planeringsfasen inleds byggskedet där Bemi ger teknisk konsultation åt din elektriker. Består projektet av KNX-teknik tar BEMI huset i drift före inflyttning. Efter inflyttningen kan projektet vid behov granskas av BEMI så att allt är utfört enligt planeringen, justeringar utförs då också vid behov.

BEMI har också utvecklat en egen applikation, iBEMI, för att styra funktionerna i ditt hem. Applikationen kom ut på marknaden i mitten av februari 2013 och är gjord för iPhone, men applikationen passar också bra på din iPad, iPad mini eller iPod Touch. Applikationen är direkt kopplad till KNX via KNX-ip utan extra server. (BEMI)(u.å).

4 Styrenhet och program

4.1 Styrenhet

Den PLC som styr KNX-systemet vid Yrkeshögskolan Novia är en wago 750-849, KNX IP Programmable Fieldbus Controller. Konfigurationen sker via PC. PLC:n har ett programminne på 512 Kbyte och ett dataminne på 256 Kbyte. För tekniska data och specifikationer se bifogat datablad (bilaga1). (Wago Innovative Connections 2010).

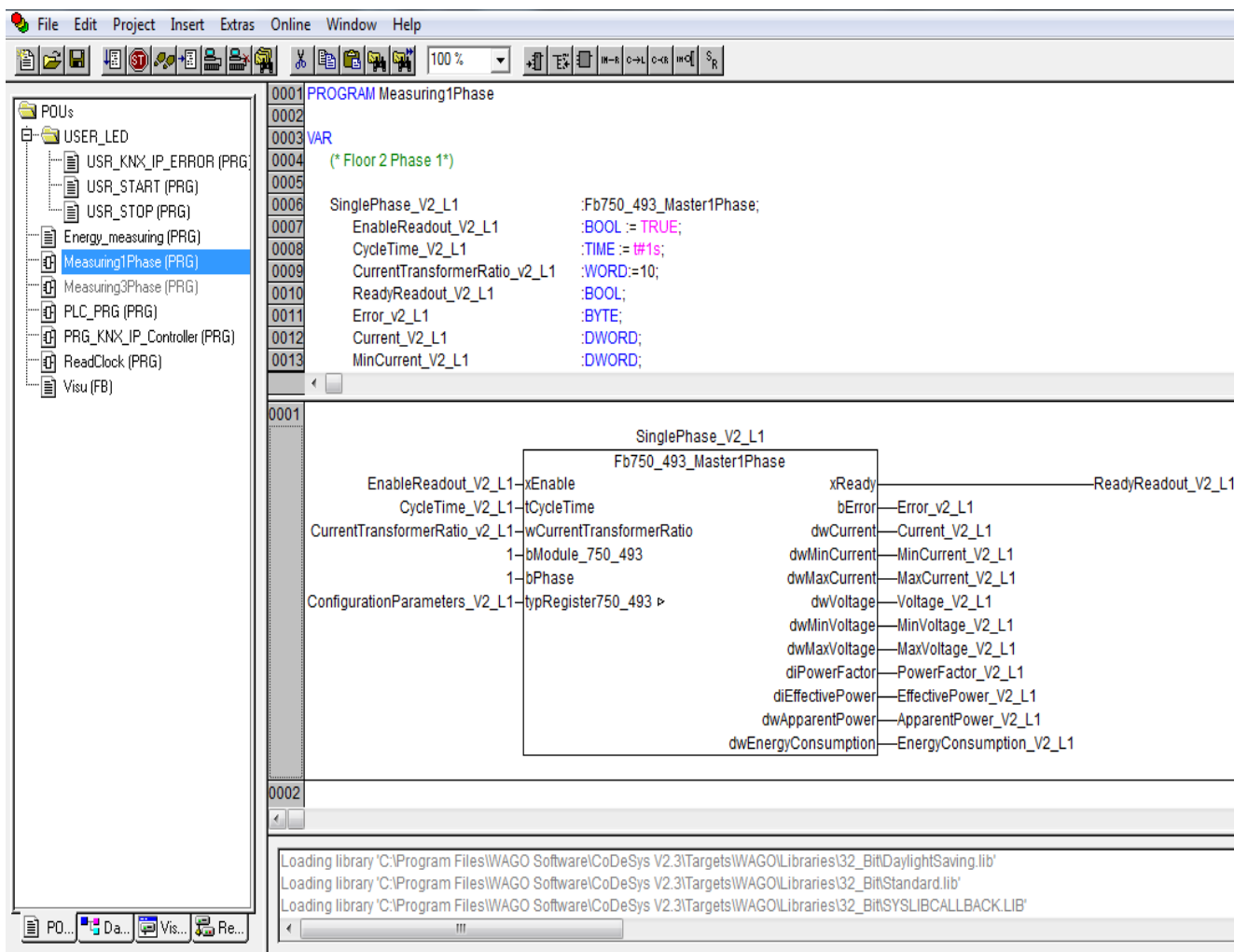


Figur 1. Wago KNX IP Controller 750-849.

4.2 Codesys

Codesys version 2.3.9.13. är den programmeringsmiljö som används för PLC programmeringen i detta lärdomsprov. Det är utvecklat av det tyska företaget 3S-Smart Software Solutions. Codesys står bokstavligen för Controller Development System och det finns även gratisversioner av programmet. Första versionen V1.0 utkom år 1994.

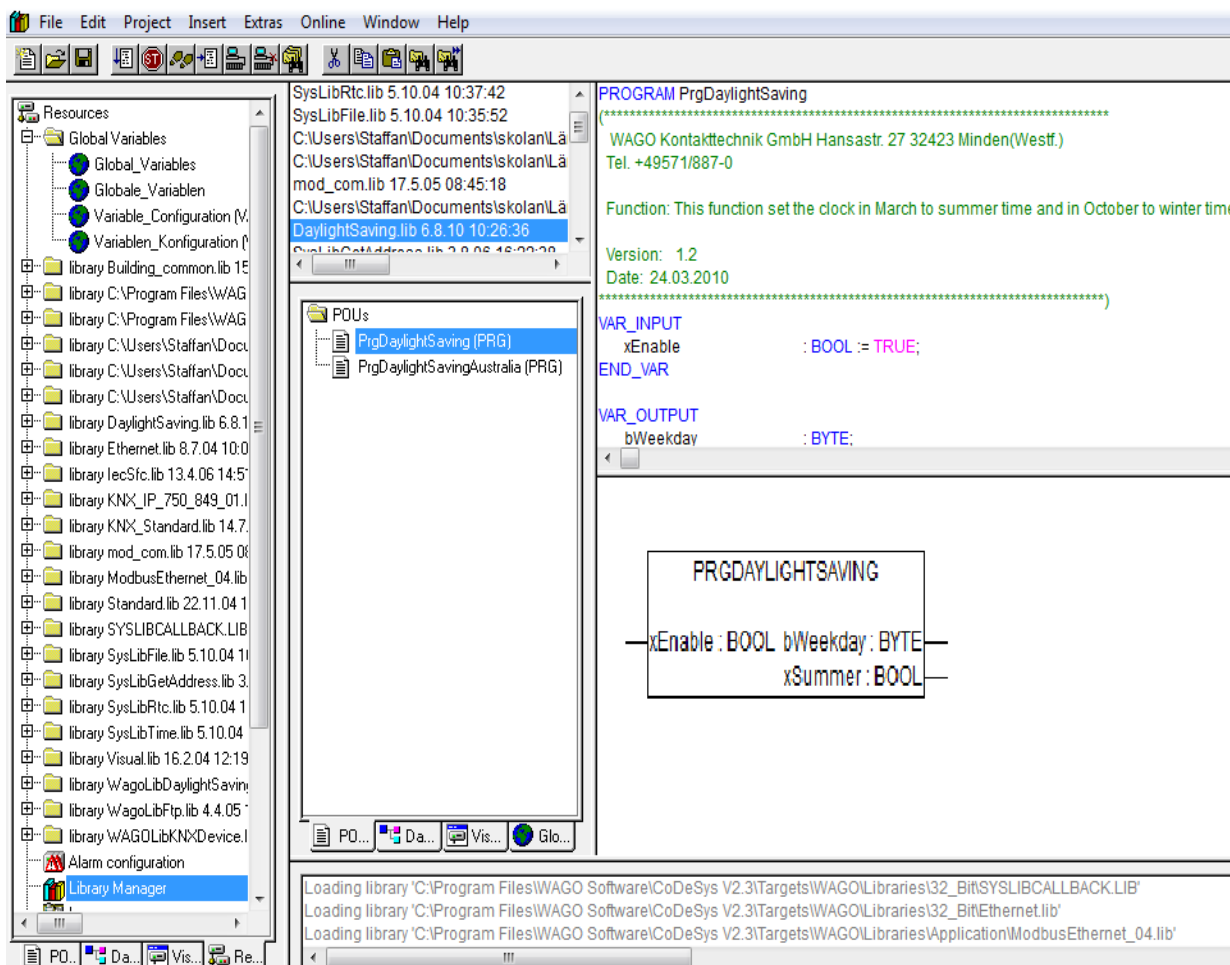
Codesys stöder de fem programmeringsspråken i IEC 61131-3 standarden. Det vill säga Instruction List (IL), Structured Text (ST), Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD), Sequential Function Chart (SFC) och Continuous Function Chart (CFC). Över 350 olika tillverkare tillverkar automationsprodukter programmerbara med Codesys. (Codesys u.å.).



Figur 2. Codesys programmeringsmiljö.

I figuren ovan ser man ett exempel på ett FBD-block. Den vänstra rutan visar alla dina program och framför namnet på själva programmet visar ikonen vilken typ av programmeringsspråk som koden är gjord i. I den övre rutan deklarerar man sina variabler som man sedan använder i sin kod alltså den nedre rutan.

Det finns en hel del färdiggjorda block för olika funktioner som man kan använda. Detta gör man genom att lägga till diverse bibliotek i Library Manager under fliken Resources (nere till vänster i figuren). Dessa olika bibliotek finns att laddas ner från wago.com.

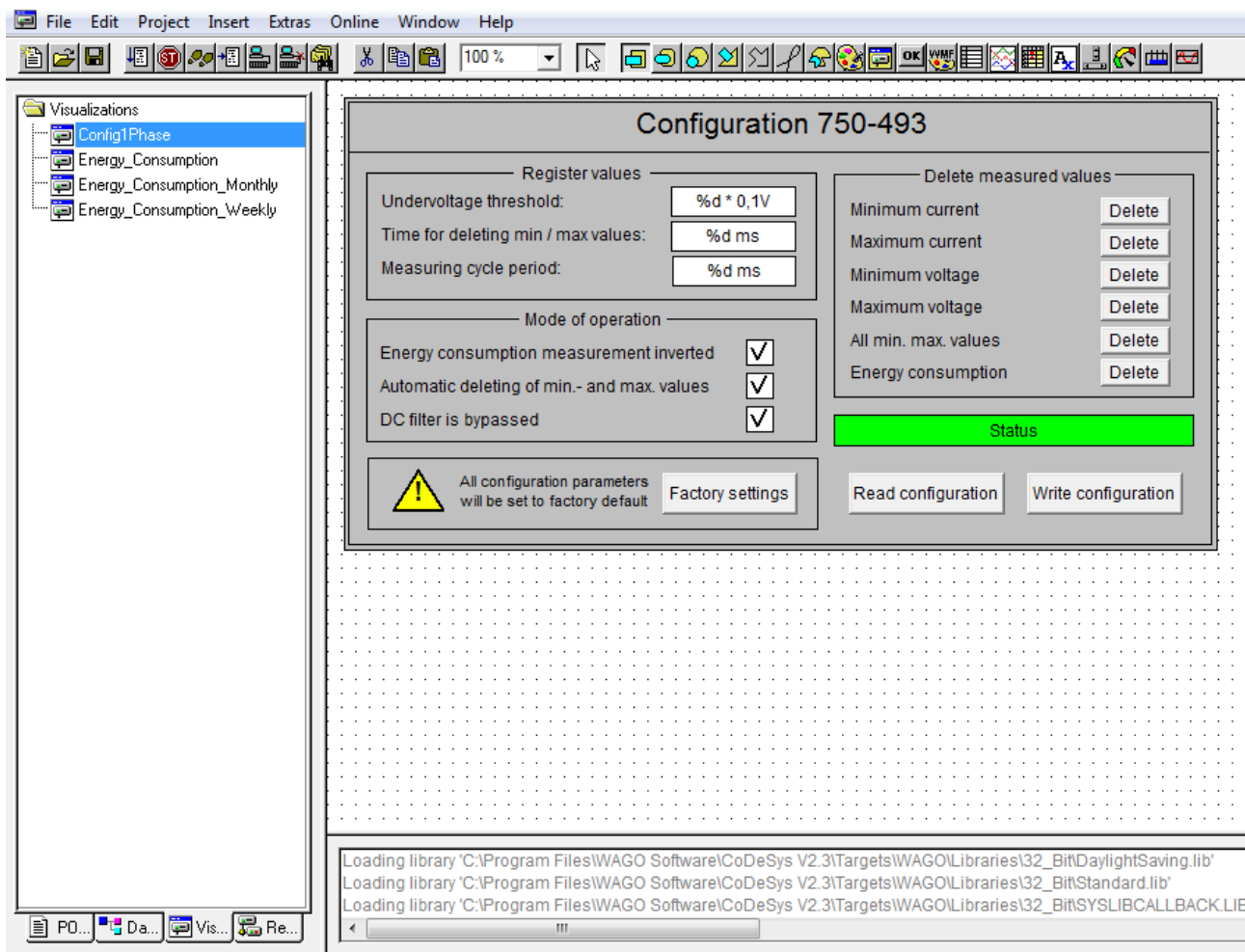


Figur 3. Exempel på bibliotek i Library Manager.

I figuren ovanför ser man Library Manager-miljön. I den mittersta rutan uppe i bilden syns de bibliotek man lagt till i sitt projekt, och för att ytterligare addera till bibliotek högerklickar man bara i rutan och lägger till de bibliotek man vill. I den stora rutan nere till höger ser man hur blocket ser ut och även vilken typ av in- och utgång som blocket har. Detta block har utgången av typ DT som betyder DATE AND TIME, vilket också syns i rutan ovanför där variablerna är deklarerade. Blocket heter SYSRTCGETTIME, och för att använda detta block i sin programkod är det bara att skriva SYSRTCGETTIME i ett block, och välja namn på variablerna för in- och utgången. Funktionen för detta block är att det hämtar datum och tid från PLC :n i formen åååå-mm-dd-hh:tt:mm. Blocket är väldigt användbart på många sätt för olika tidsinställda funktioner.

Nere i den vänstra rutan i bilden ovan ser man också en flik för visualisering. Där kan man skapa olika visualiseringssidor som man sedan får åtkomst till via PLC:ns ip-adress när man har förbindelse mellan PC och PLC. På dessa sidor kan man visa diverse grafer och

andra aktuella värden av det som dina program utför. I mitt fall vill jag på dessa sidor visa energikonsumtionen.



Figur 4. Exempel på en visualiseringssida.

4.3 ETS

Som konfigurationsverktyg för KNX-systemets olika funktioner och apparater används ETS. ETS står för Engineering Tool software och programmet fungerar på en vanlig hemdator med Windows operativsystem. Programmet är en del av KNX-standarden, vilket betyder att alla KNX-produkter oberoende tillverkare kan importeras till ETS-verktyget. Den första versionen av ETS, d.v.s. ETS1 utkom år 1993. Den nyaste versionen på marknaden är ETS4 Professional som kom ut år 2010. Den version som används i detta lärdomsprov är ETS3 Professional vilken utkom år 2004. (Piikkilä. 2006).

I ETS ger man KNX systemets komponenter adresser, samt bestämmer vad som skall påverka vilka komponenter. En adress består av tre siffror mellan 1 och 255 som man själv väljer. Första siffran en huvudadress, andra siffran en mellanadress och den tredje en gruppadress. För att hålla ordning bör man inte välja siffrorna slumpmässigt, utan varje siffra bör betyda något. Exempel på en adress kan således vara 1/2/3, där första siffran t.ex. symboliserar komponentens våning, andra siffran funktionen och tredje siffran nummern på den grupp adress som gäller för komponenten. Med denna adress kan man då t.ex. binda samman brytare med relä genom att ge en kanal på brytaren och en kanal på relän samma adress.

5 KNX

5.1 Allmänt

KNX är en standard som gör det möjligt att sammanbinda all elektronik i hemmet till ett enda system. Det vill säga värme, ventilation, belysning, övervakning och övriga vitvaror sammanbinds till ett enda system. Du kan således få kontroll över alla komponenter i hemmet från en och samma punkt. (KNX Association).

KNX ISO-beteckning är ISO/IEC 14543 och är egentligen en sammanslagning av tre tidigare standarder, d.v.s. EIB (European Home Systems Protocol), BatiBUS och EIB (European Installation Bus). År 2010 firade KNX 20 år. (KNX-standard. u.å.).

Det finns många olika tillverkare som tillverkar produkter med KNX-standard, vilket garanterar produkternas utveckling och framtid. KNX-standarden garanterar också produktens kvalitet och att den kan kopplas in i KNX-systemet utan problem. Den fysiska förbindelsen i ett KNX-system kan ske på flera olika sätt, antingen med Twisted Pair-kabel, radiovågor, strömkablar eller över IP/Ethernet (Wikipedia).

Twisted Pair är dock det vanligaste mediet för KNX-system i Finland.

5.2 Fördelar

KNX-systemet ger många fördelar för alla inblandade parter. Möjligheterna blir otroligt många för både planeraren och installatören men också för slutkunden.

Planeraren får möjlighet att välja komponenter oberoende av tillverkare eftersom alla KNX-produkter är kompatibla med varandra. Det är lätt att lägga till och ändra på funktioner utan att för den skull ändra på själva installationen. Ändringar är också lätta att genomföra efter flera års tid. Dessutom ger KNX-systemet möjligheten till allt från väldigt enkla installationer till väldigt avancerade projekt.

Installatören behöver inte göra om installationen bara för att man vill ändra på systemets funktioner eller göra systemet mera energieffektivt. Detta görs i stället på programnivå och inga fysiska ändringar behöver göras.

För kunden blir möjligheterna till bekvämligheten i huset oändliga. Systemet programmeras helt enligt kundens önskemål och behov. Systemet ger också möjligheter till energisparande genom olika automatiska funktioner såsom termostat och närvarodetektorer. KNX-systemet lämnar dessutom utrymme för framtida förändring utan att för den skull behöva dra nya kablar i huset.

5.3 Användningsområden

5.3.1 Belysning

Med KNX-systemet kan du enkelt styra husets inomhus- och utomhusbelysning från en brytare, fjärkontroll eller automatiskt med ljussensorer, närvarodetektorer eller med tidsstyrning. De olika belysningspunkterna kan styras skilt för sig eller i grupp från många olika positioner.

Med flera brytare i huset styr du enkelt varje enskilt rums belysning eller ytterbelysning skilt för sig. Du kan ha flera förprogrammerade belysningsscener för varje rum i hemmet som du enkelt stegar igenom på brytaren. Du kan också ha en huvudbrytare eller touch-panel t.ex. i hallen varifrån du styr hela husets belysning. KNX-brytare ger dig många olika funktioner på varje enskild knapp. Med t.ex. en 6-knapps brytare kan du ha programmerat så att varje enskild knapp styr belysningen i ett rum i hemmet. Vid enkelt tryck på knappen stegar du igenom de olika belysningsscenerna i rummet, och vid dubbelt tryck släcks eller tänds belysningen helt i rummet. Möjligheterna är många, men för många

funktioner på en och samma brytare leder lätt till att systemet blir svårförståeligt för utomstående.

När du ska på resa och vill förebygga att någon bryter sig in i huset under tiden, kan du ha en förprogrammerad belysningsstyrning som simulerar närvaron i huset fastän du befinner dig på annat håll. Detta kan fungera så att lamporna i rummen tänds och släcks vid olika tidpunkter så att det utåt sett ser ut som om du vore hemma.

Med ljussensorer i rummen kan du effektivera belysningen och spara energi. När dagsljus kommer in genom fönstret dämpas t.ex. de lampor som är närmast fönstret för att ge en jämn belysning i hela rummet. Du kan också ha automatiskt styrda markiser på utsidan som höjs eller sänks beroende på solljuset för att ge önskad ljussättning inomhus. Dessa kan också vara styrda av regn- och vindsensorer så att de skyddas från att gå sönder vid störtregn eller hårda vindar

Utomhusbelysningen och trädgårdsbelysningen kan fungera enligt tidsstyrning så att de tänds när det blir kväll och släcks igen på morgonen då det blir ljust.

Man kan ha en programmerad nödbelysning som tänds vid olika nödlägen och t.ex. lyser upp utgångarna i huset så att du vid t.ex. en brand lättare skall hitta ut ur huset.

(Piikkilä. 2006).

5.3.2 Värme och ventilation

Du kan styra temperaturen i varje enskilt rum i huset skilt för sig. På så sätt får du en behaglig temperatur anpassad för varje specifikt rum. Vanligen vill man ha en ganska hög temperatur i badrummet där man oftast går ganska lättklädd, det vanliga är en temperatur på ungefär 22 grader. I vardagsrummet vill man kanske ha en lite lägre temperatur på cirka 21 grader. I köket och sovrummet är det vanliga att ha en ganska låg temperatur på kanske 16-18 grader, i köket ger olika köksmaskiner ifrån sig tillfällig värme samtidigt som man själv sällan vill ha speciellt varmt när man ska äta. De flesta sover också bäst när temperaturen hålls ganska låg.

Det man strävar efter när det gäller värme och ventilationen är att skapa en så behaglig miljö att vara i med en så låg energiförbrukning som möjligt. Detta för att spara på både

pengar och miljön. En temperatursänkning med en grad i rummen betyder en sexprocentig minskning i uppvärmningsenergi (Piikkilä. 2006).

Det krävs två grundkomponenter för att styra temperaturen i enskilda rum, dessa är ett termostat och ventilstyrning av radiatoren. Du kan också ha närvarosensorer i rummen som påverkar ventilationen på så sätt att när någon kommer in i rummet sätts ventilationen i gång, medan om rummet stått tomt en viss tid stängs ventilationen av. Fönstergivare kan också användas för att detektera om ett fönster står öppet. Vid ett sådant tillfälle kan temperaturen t.ex. hållas vid 7 grader för att spara på energin, samtidigt undviker man att ledningar fryser vintertid.

Man kan naturligtvis också ha förprogrammerade lägen som till exempel ”bortrest”, när det läget sätts på sänks värmen i huset och ventilationen stängs för att spara energi.

5.3.3 Säkerhet

KNX-systemet erbjuder många alternativ för att öka säkerheten i huset för en relativt liten kostnad. Ett alternativ är att integrera husets dörrar och lås i KNX-systemet. Då kan olika säkerhetsfunktioner kopplas på automatiskt när man låser eller öppnar dörrar i stället för att man manuellt måste koppla på funktionerna. Dessutom kan de elektroniska nycklarna begränsas till olika dörrar i huset, ifall obehörig nyckel används kan larmet gå.

Man kan ha ett förprogrammerat simuleringsläge som aktiveras när man inte är hemma. Detta simulerar belysningen och persienner så att utåt sett ser det ut som om någon är hemma. Lamporna tänds och släcks oregelbundet och persiennerna justeras beroende av utomhusbelysningen.

Med sensorer vid varje fönster får man värmesystemet att säkerställa att rör och dylikt inte fryser även om ett fönster står öppet vintertid. När man är borta kan dessa sensorer fungera så att lamporna tänds ifall någon försöker bryta sig in. Man kan också ha kopplat KNX-systemet t.ex. till telefonen så att man får ett meddelande när något fel upptäcks i systemet. Ifall rökdetektorerna är integrerade i systemet kan KNX-systemet automatiskt larma brandkåren samt nödbelysning och siren sättas igång för att larma ägaren.

(Piikkilä. 2006).

5.3.4 Solavskärmning

Dina markiser och persienner kan automatiskt styras med KNX-systemet beroende av regn-, vind- eller ljussensorer. Vid eventuell storm kan systemet fälla in markiserna för att skydda dem från att gå sönder. Du kan också ha tidsinställda program som på så sätt skärmar av solljuset beroende på tiden på dygnet. (Piikkilä. 2006).

5.3.5 Audio

Med KNX-systemet kan du skapa ett nätverk för din audioutrustning i hela huset. Du kan sammanbinda alla högtalare i varje rum och således få kontroll över varje rums musikuppspelning från en och samma punkt. Volymen kan höjas och dämpas för varje enskilt rum efter önskemål och behov. Allt detta kan styras från valfritt ställe i huset.

Alla dessa olika funktioner kan visualiseras på t.ex. en bildskärm på en valfri plats i huset eller också på din mobiltelefon. Detta ger dig en fullständig kontroll över alla dina funktioner i huset.

(Piikkilä. 2006; KNX Association).

5.3.6 Visualisering

Man vill ofta komma åt de värden och den information som systemets olika komponenter skickar eller sparar. Sådan information kan vara t.ex. temperaturer, fönsters och dörrars lägen eller belysningsarmaturers värden. Visualiseringen kan ske på olika sätt, t.ex. med displayer eller datorer som är kopplade till KNX-systemet. (Piikkilä. 2006).

6 Synkronisering av PLC-klockan

6.1 Bakgrund

Bakgrunden till denna uppgift ligger i att man vid bemi konstaterat att klockan i Wago 750-849 PLC n vid Novia inte riktigt håller tiden över en längre tid. Tidigare när den blivit inställd och man ett år senare kontrollerat den, kunde den vara över en timme fel. Lösningen till detta problem borde dock inte vara särskilt svårt utan troligen bara några inställningar i programmet. Problemet kan ligga i att inställningen mellan sommar och vinter tid inte är gjord som den borde. Uppgiften är således att sammanställa ett dokument som beskriver allmänna tillvägagångssätt och vilka inställningar som bör göras för att klockan i styrenheten ska synkroniseras med SNTP, samt för att klockan automatiskt skall övergå mellan sommar- och vintertid.

6.2 Teori

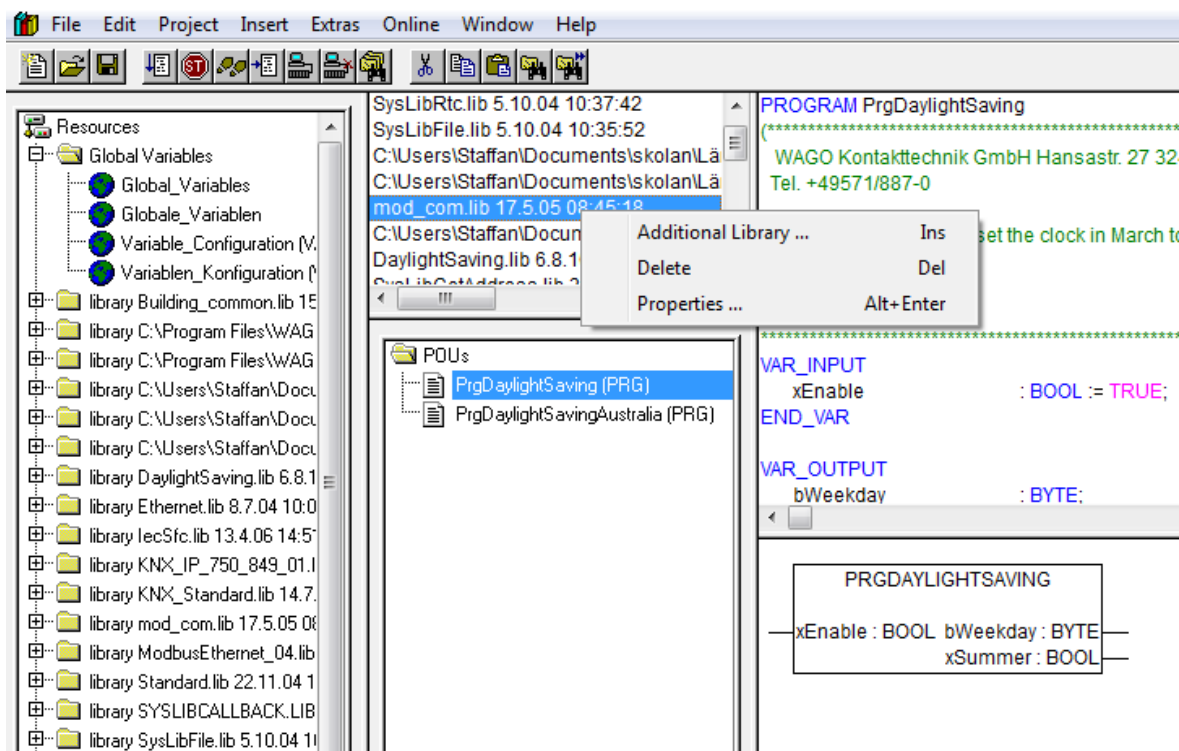
På wago:s hemsida finns olika dokument och bibliotek att ladda ner som beskriver olika funktioner i Codesys-programmet. Där fanns ett dokument som hette "DaylightSaving". Dokumentet beskrev vilka bibliotek och funktioner som ska användas i Codesys för att övergången mellan sommar- och vintertid ska fungera. Dessutom beskrev dokumentet också hur man från PLC:ns webbsida kan konfigurera och synkronisera PLC-klockan med SNTP. Detta dokument studerades och sammanställdes till ett nytt och kortare dokument som beskrev i punktform hur klockan ska ställas in.

SNTP (Simple Network Time Protocol)

SNTP är en mindre komplicerad variant av NTP (Network Time Protocol) som är ett protokoll som används för att synkronisera datorklockor med tidsservrar. Protokollet definierar hur tiden ska kommuniceras mellan maskinerna. SNTP används för system som inte behöver lika exakta uträkningar som NTP för att fungera. Utan SNTP eller NTP skulle hela system och inte minst din personliga dator kunna krascha p.g.a. att klockorna inte är synkroniserade. (Network Time Protocol. 2013).

6.3 Utförande

För att man ska kunna använda färdiggjorda funktionsblock i programmet måste man infoga diverse bibliotek i Codesys-programmet. Man infogar bibliotek i Codesys genom att under fliken ”Resources” välja ”Library Manager”.



Figur 5. Lägga till bibliotek i Codesys.

Där högerklickar man i den mittersta rutan och väljer ”Additional library”. Då är det bara att bläddra fram det bibliotek man vill lägga till. I ”Library Manager” ser man också hur de olika funktionsblocken ser ut och vilka variabler de innehåller.

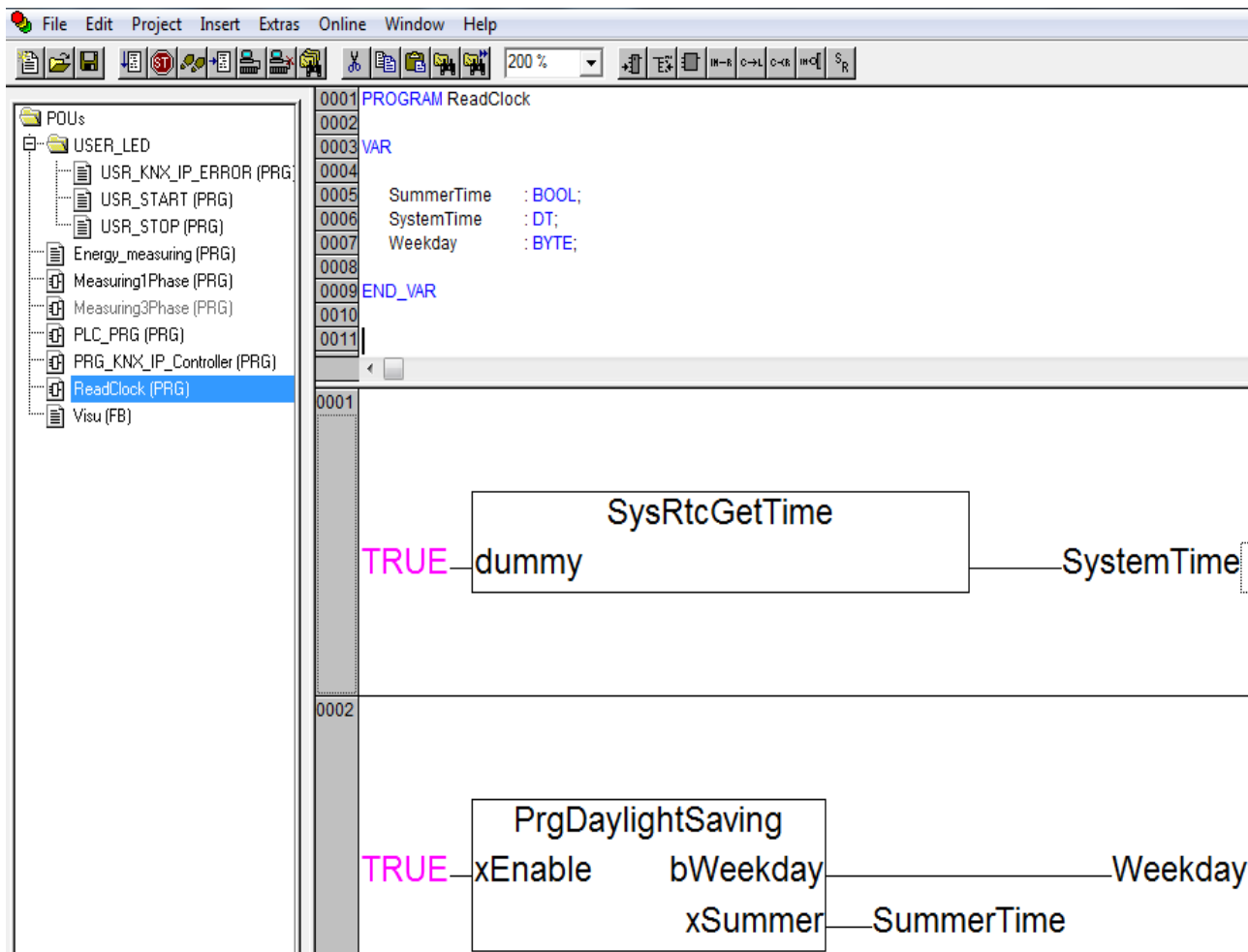
De bibliotek som krävdes för denna uppgift var följande:

- Standard.lib
 - Standard functions
- WagoLibDaylightSaving.lib
 - Access to daylight saving time/standard time clock adjustment
- DaylightSaving.lib
 - Determination of the daylight saving time
- SysLibTime.lib
 - Reading the time from the controller
- SysLibRtc.lib
 - Writing the time to the controller

När biblioteken infogats i Codesys är det bara att använda dem i själva koden.

Programmet som skapades för denna uppgift gavs namnet "ReadClock" och skapades som ett FBD (Function Block Diagram). Inne i "ReadClock-programmet" används två funktionsblock. Det ena heter "SysRtcGetTime" och det andra "PrgDaylightSaving". Funktionen för blocket "SysRtcGetTime" är att det läser den aktuella tiden från PLC:n. Blocket har en ingång och ett returvärde. Ingången är av typen "bool", d.v.s. TRUE eller FALSE. När ingången är TRUE läses tiden från PLC:n men är ingången FALSE läses inget. Returvärdet fås i formatet DT (Date and Time) och är ett Double Word.

Det andra blocket i detta program, "PrgDaylightSaving" sköter övergången mellan vinter- och sommartid för klockan i styrenheten. Funktionsblocket går bara att applicera i länder som byter till sommartid den sista söndagen i mars, och till vintertid den sista söndagen i oktober. Det som blocket gör är att det adderar till en offset på en timme till klockan i styrenheten sista söndagen i mars, på så sätt går klockan över till sommartid. Offseten nollas sedan sista söndagen i oktober och på så sätt övergår klockan i styrenheten tillbaka till vintertid. Blocket har en ingång och två utgångar. Ingången är också här av typen "bool", när ingången är TRUE är sommar- och vintertidsskiftningen aktiverad. Som en utgång fås den nuvarande veckodagen av typen "byte", d.v.s. är det måndag är veckodagen 1, tisdag = 2 och så vidare. Den andra utgången är en "bool" och är TRUE när vi har sommartid och FALSE när vi har vintertid. I följande figur syns funktionsblocken "SysRtcGetTime" och "PrgDaylightSaving" med deras in- och utgångar deklarerade. (Figur 6.)



Figur 6. ReadClock med SysRtcGetTime och PrgDaylightSaving.

”ReadClock-programmet” ställdes in att köra cykliskt med ett intervall på 0,5 sekunder. Denna inställning görs i task konfigurationen under fliken Resources.

6.4 Synkronisering med SNTP

PLC:n kan konfigureras genom ett webbgränssnitt och de inställningar som krävs för SNTP-synkroniseringen gör från detta gränssnitt. Följande figur visar hur första sidan för PLC:ns Webbgränssnitt ser ut. (Figur 7.)

The screenshot displays the WAGO Web-based Management interface. At the top left is the WAGO logo, and at the top center is the title "Web-based Management". On the right side, there is a small logo for "WAGO Embedded Systems Co., Ltd." with the text "Hässel, 27" and "WAGO Master".

On the left side, there is a "Navigation" menu with the following items: Information, TCP/IP, Port, Snmp, Watchdog, Clock, Security, Ethernet, PLC, Features, IO config, and WebVisu. The "Clock" item is highlighted.

The main content area is titled "Status Information" and contains three sub-sections:

- Coupler details:**

Order number	750-841/000-000
Mac address	0030DE00FEAF
Firmware revision	02.06.04 (11)
- Network details:**

IP address	10.1.29.245
Subnet mask	255.255.0.0
Gateway	0.0.0.0
Hostname	
Domainname	
- Module status:**

State Modbus/Watchdog	Disabled
Error code	0
Error argument	0
Error description	Coupler running, OK

Figur 7. Web based Management.

Under rubriken "Clock" i listan till vänster kan man ställa in klockan på PLC:n. Man ställer in den aktuella tiden och datum, tidszonen, sommar eller vintertid samt om man har 12 eller 24 timmars klocka.

The screenshot shows the "Clock configuration" page. At the top is a green header with the text "Clock configuration". Below it is a "Configuration Data" table:

Time on device	01:59:00
Date (YYYY-MM-DD)	2007-03-26
Timezone (+/- hour)	1
Summer time	<input type="checkbox"/>
12 hour clock	<input type="checkbox"/>

At the bottom of the form are two buttons: "UNDO" and "SUBMIT".

Figur 8. Konfiguration av klockan.

Genom att klicka på SUBMIT-knappen verkställs inställningarna.

För att synkronisera med SNTP går man under rubriken TCP/IP i listan till vänster. I fältet (S)NTP-Server ställer man in tidsserverns IP-adress. I fältet SNTP Update Time ställer man in tidsintervallet mellan klocksynchroniseringen, inställningen görs i sekunder.

Configuration Data	
P-Address	10.1.29.245
Subnet Mask	255.255.0.0
Gateway	0.0.0.0
Hostname	
Domain name	
DNS-Server1	0.0.0.0
DNS-Server2	0.0.0.0
(S)NTP-Server	10.1.1.1
SNTP Update Time (sec, max. 65535)	3600

Figur 9. Tidsserverns ip-adress samt update time.

När denna inställning är gjord går man till rubriken "Port". Där kryssar man i rutan för SNTP. Detta för att klocksynchroniseringen ska ske med SNTP-protokollet. För att protokolländringar ska träda i kraft krävs en omstart av hårdvaran eller mjukvaran.

När alla dessa inställningar är gjorda torde PLC-klockan synkroniseras med hjälp av SNTP.

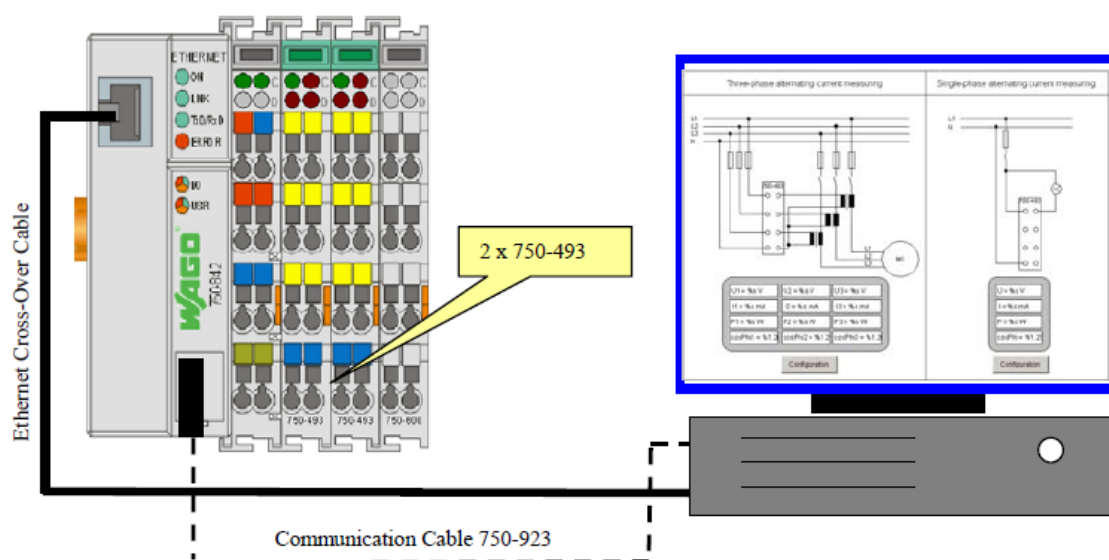
7 Energimätning och visualisering

7.1 Bakgrund

Bakgrunden till denna uppgift var att BEMI vill få fram en allmän modell för att visualisera energiförbrukningen i KNX-system på styrenhetens egen visualiseringssida. Denna modell är således inte specifikt gjord för KNX-systemet vid Novia, men den kommer kanske framdeles att tillämpas i Novias system. Modellen kommer att göras för ett system med två energimätare som mäter energiförbrukningen på t.ex. varsin våning i en byggnad. Uppgiften blir således att ta fram en modell för att på ett vettigt sätt mäta energin med två energimätare samt visualisera förbrukningen på styrenhetens Webbsida.

7.2 Teori

Energimätarna som används för denna uppgift är av typen, Wago 750-493, 3-Phase Power Measurement Module. Styrenheten som används för att visualisera förbrukningen är av samma typ som finns i KNX-systemet vid Novia, d.v.s. en Wago 750-849, KNX IP Programmable Fieldbus Controller. För att man från sin PC ska kunna komma åt PLC:ns visualisering krävs en förbindelse mellan PC:n och PLC:n. Beroende på vilken PLC som används finns två olika möjligheter. Den första varianten sker med en 750-923 kabel, som är en USB-kabel. Men eftersom PLC:n i detta fall är en IP controller så ger den möjligheten till Ethernet-förbindelse mellan PC:n och PLC:n. (Wago Innovative Connections. 2010).



Figur 10. PLC:n med två 750-493 moduler och datorförbindelse antingen med Ethernet eller USB-kabel.

7.3 Utförande

För att skapa ett program i Codesys som mäter energin och får ut ett värde på energikonsumtionen, undersöktes Wagos hemsida, för att där möjligen hitta dokument som vore till hjälp för denna uppgift. Där hittades ett dokument vid namn "ApplicationNote_PowerMeasurement_03.pdf" och även ett tillhörande testprogram för Codesys, som visar ett alternativ för energimätningen. Detta dokument och program studerades för att sedan kunna använda nödvändiga delar av programmet i det egna programmet.

Biblioteket *"PowerMeasurement_03.lib"* lades till i programmet för att få tillgång till nödvändiga funktioner för energimätningen. Funktionsblocket *"Fb750_493_Master3Phase"* är det block som används ur biblioteket och som läser ut de uppmätta värdena ur energimätarna. Med hjälp av detta block kan man också konfigurera olika parametrar för energimätarna. Blocket ser ut på följande sätt. (Se Figur 11.)



Figur 11. Programmet "Measuring3Phase" med blocket "Fb750_493_Master3Phase".

Blocket består av ett antal ingångar och returvärden men det returvärde som är av största intresse är *"TotalEnergyConsumption_V2"*, som är av typen `REAL` och innehåller värdet på den sammanlagda energiförbrukningen. Förbrukningen räknas således internt i mätaren och summeras kontinuerligt. Eftersom uppgiften görs med två energimätare lades ett likadant funktionsblock till för den andra mätaren. Mätarna åtskils med nummer på ingången *"bModule_750_493"*. En etta för den första mätaren och en tvåa för den andra. Variablerna skils åt med *"_V2"* eller *"_V3"* för att symbolisera mätarnas våning. Parametrarna för konfigurering av energimätarna finns i variabeln *"typConfig3Phase"*. En visualiseringssida kommer senare att skapas där man kan ändra dessa parametrar. Blocket har också en *"Enable"* ingång som aktiverar funktionen.

Returvärdet ”TotalEnergyConsumption_V2” innehåller som sagt värdet på den summerade energiförbrukningen. Detta värde vill man spara undan för att sedan kunna visualisera energiförbrukningen över en längre tid, månad för månad eller vecka för vecka.

Olika möjligheter att spara värdena undersöktes. Första tanken var att spara undan alla värden till en server, för att sedan från visualiseringen kunna läsa ut och visa energiförbrukningen för valfritt tidsintervall. Funktionerna i visualiseringssidorna är dock aningen begränsade och problemet ligger i att kunna läsa tillbaka värdena från servern för att visualisera dem. Den metod som därför valdes var att spara värdena i en array, som man sedan visualiserar i ett stapeldiagram. På så sätt kan man visualisera tidigare energiförbrukning genom att indexen i arrayen symboliserar t.ex. månader eller veckor.

Det gjordes ett program som läser av energiförbrukningen en gång i timmen och sparar dessa värden i en variabel. Eftersom returvärdet ”TotalEnergyConsumption” hela tiden ökar måste man subtrahera det inlästa värdet med föregående timmes värde när man sparar värdet, vilket görs på följande sätt.

```
Energy_Day_V2:=
Energy_Day_V2+(Measuring3Phase.ThreePhase_V2.rTotalEnergyConsumption - TotalEnergyConsumption_V2_Old);

Energy_Day_V3:=
Energy_Day_V3+(Measuring3Phase.ThreePhase_V3.rTotalEnergyConsumption - TotalEnergyConsumption_V3_Old);

TotalEnergyConsumption_V2_Old:=
Measuring3Phase.ThreePhase_V2.rTotalEnergyConsumption;

TotalEnergyConsumption_V3_Old:=
Measuring3Phase.ThreePhase_V3.rTotalEnergyConsumption;
```

Värdena summeras ihop under ett dygn och sparas därefter över i två olika arrayer. En array kommer att innehålla totala förbrukningen vecka för vecka, medan den andra kommer att innehålla förbrukningen månad för månad. Nuvarande månads eller veckas värden sparas i det sista indexet i arrayen, och det äldsta, d.v.s. den tre år gamla veckans eller månadens värde finns i arrayens första index. När man således visualiserar arrayerna i ett stapeldiagram syns nuvarande månads eller veckas värden som stapeln längst till höger

och det äldsta längs till vänster. Följande kod visar hur totala energiförbrukningen under ett dygn sparas över i arrayer.

```

IF ReadClock.Weekday <> prev_day THEN
    day := day +1;
    prev_day := ReadClock.Weekday;
    Energy_Week_V2[155]:=Energy_Week_V2[155]+(Energy_Day_V2);
    Energy_Week_V3[155]:=Energy_Week_V3[155]+(Energy_Day_V3);
    Energy_Month_V2[35]:=Energy_Month_V2[35]+(Energy_Day_V2);
    Energy_Month_V3[35]:=Energy_Month_V3[35]+(Energy_Day_V3);
    Energy_Day_V2 := 0;
    Energy_Day_V3 := 0;
END_IF

```

Alla värden sparas och summeras ihop i samma index under en vecka, därefter sparas värdet i det indexet över i nästa index i arrayen. Detta sköts på följande sätt:

```

IF ReadClock.Weekday = 1 AND week <> prev_week THEN
    week := week + 1;
    prev_week := week;
    FOR i := 0 TO 154 DO
        Energy_Week_V2[155-(155-i)]:=
            Energy_Week_V2[155-(155-(i+1))];
        Energy_Week_V3[155-(155-i)]:=
            Energy_Week_V3[155-(155-(i+1))];
    END_FOR
    Energy_Week_V2[155] := 0;
    Energy_Week_V3[155] := 0;
    i := 0;
END_IF

```

På samma sätt sparas värdena i arrayen med månadsvisa förbrukningen när aktuella månaden är slut.

```

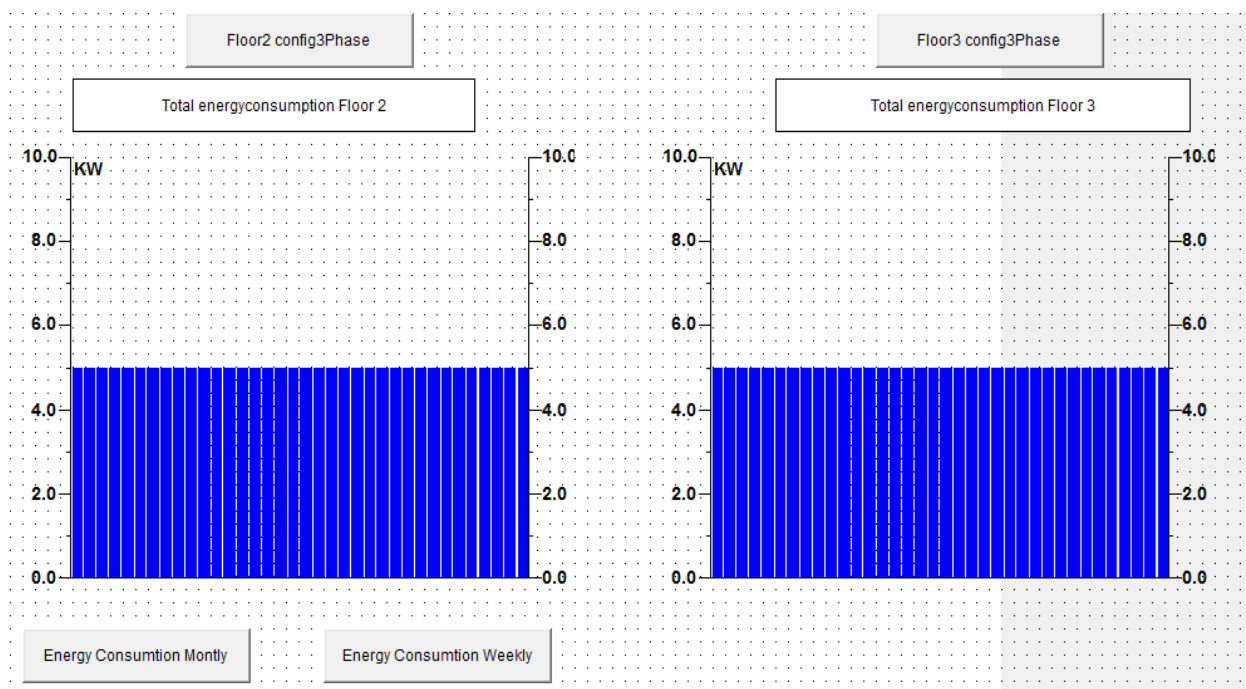
                (* FEBRUARI *)

IF month = 2 AND day = 29 THEN
    month := month +1;
    day := 1;
    FOR i := 0 TO 34 DO
        Energy_Month_V2[35-(35-i)] :=
            Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
        Energy_Month_V3[35-(35-i)] :=
            Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
    END_FOR
    Energy_Month_V2[35] := 0;
    Energy_Month_V3[35] := 0;
    i := 0;
END_IF

```

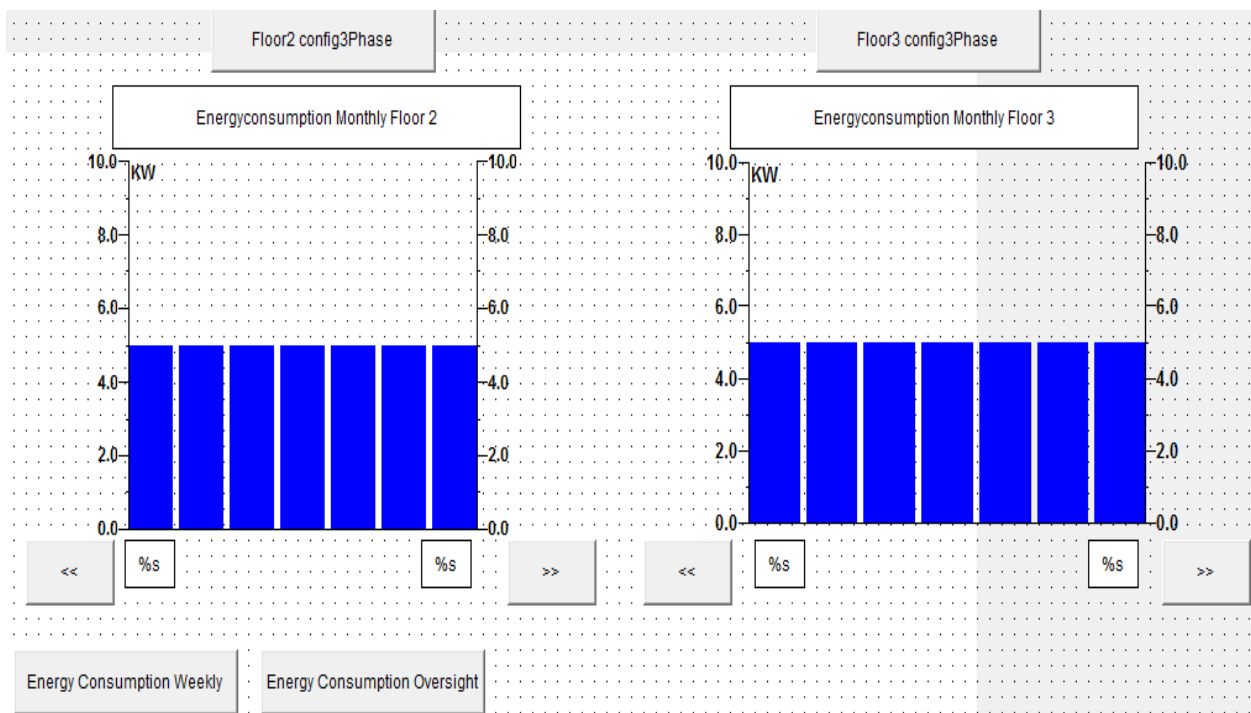
Arrayerna gjordes så långa att de innehåller värden för tre år, d.v.s. 156 veckor eller 36 månader. Alla dessa variabler är `RETAIN PERSISTENT` variabler, vilket betyder att de inte raderas ur PLC-minnet vid eventuella strömavbrott eller dylikt.

Visualiseringen ser ut på följande sätt. (Se Figur 12.)



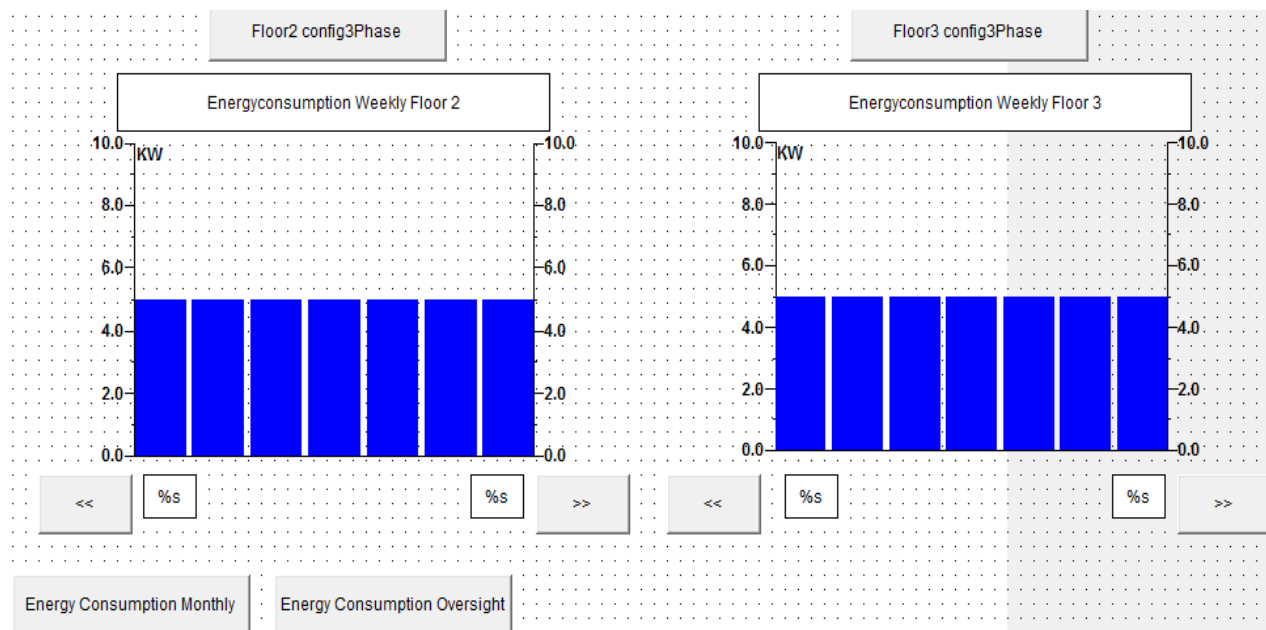
Figur 12. Visualiseringen av energiförbrukningen på våning två och tre, "Energy Consumption Oversight".

För att visualisera förbrukningen gjordes först en överblicksida (Energy Consumption Oversight) med två stapeldiagram. Det ena stapeldiagrammet visar förbrukningen för våning två och det andra för våning tre. Diagrammen består av 36 staplar och varje stapel visar totala energiförbrukningen för en månad. Den pågående månaden är stapeln längst till höger och den äldsta månaden är stapeln längst till vänster. Dessa två stapeldiagram är dock aningen otydliga då alla staplar syns samtidigt. Därför undersöktes möjligheten att man själv skulle kunna välja vilka index ur arrayen som skall synas. Detta löstes genom att man från "överblickssidan" kan gå vidare till två andra sidor för att mera ingående kunna se förbrukningshistoriken. Genom att klicka på knappen "Energy Consumption Monthly" nere till vänster öppnas följande visualiseringssida. (Se Figur 13.)



Figur 13. "Energy Consumption Monthly".

På denna sida syns också två stapeldiagram, ett för våning två och ett för våning tre. Men diagrammen visar endast förbrukningen för sju månader, d.v.s. det visas bara sju index ur arrayen samtidigt. Genom att klicka på dubbelpilen till vänster eller höger om diagrammen kan man själv välja vilka månader man vill se förbrukningen för. Vilket index som är längst till vänster eller längst till höger syns i rutan med "%s". Med dessa stapeldiagram kan man mera ingående studera förbrukningen för enskilda månader. Från denna sida kan man gå tillbaka till "överblickssidan" genom att klicka på "Energy Consumption Oversight" knappen, eller så kan man öppna en ny sida genom "Energy Consumption Weekly knappen". Då öppnas följande sida. (Se Figur 14.)



Figur 14. "Energy Consumption Weekly".

På denna sida syns den totala energiförbrukningen på veckonivå. Varje stapeldiagram visar sju veckor åt gången och man kan själv bläddra mellan vilka veckor som skall visas i diagrammet.

För att man från visualiseringen ska kunna bläddra mellan de olika indexen i arrayen gjordes ett program för detta. I programmet ställdes bl.a. indexens max och min värden in för att man inte skall kunna bläddra utanför arrayen. När en ände av arrayen nås går det inte längre att trycka på knappen som bläddrar åt detta håll.

Det gjordes också två visualiseringssidor där man kan konfigurera energimätarna. Dessa sidor kommer man åt genom att klicka på "Floor2 config3Phase" eller "Floor3 config3Phase". Konfigureringsidorna ser ut på följande sätt. (Se Figur 15.)

Configuration 3-Phase Power Measurement Module 750-493

<p>Register values L1</p> <p>Undervoltage threshold: <input type="text" value="%d * 0,1V"/></p> <p>Time for deleting min / max values: <input type="text" value="%d ms"/></p> <hr/> <p>Register values L2</p> <p>Undervoltage threshold: <input type="text" value="%d * 0,1V"/></p> <p>Time for deleting min / max values: <input type="text" value="%d ms"/></p> <hr/> <p>Register values L3</p> <p>Undervoltage threshold: <input type="text" value="%d * 0,1V"/></p> <p>Time for deleting min / max values: <input type="text" value="%d ms"/></p>	<p>Mode of operation</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> L1</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> L2</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> L3</td> </tr> <tr> <td>Energy consumption measurement inverted</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Automatic deleting of min.- and max. values</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>DC filter is bypassed</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2	<input type="checkbox"/> L3	Energy consumption measurement inverted	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Automatic deleting of min.- and max. values	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DC filter is bypassed	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>												
	<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2	<input type="checkbox"/> L3																										
Energy consumption measurement inverted	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																										
Automatic deleting of min.- and max. values	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																										
DC filter is bypassed	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																										
<p style="text-align: center;">Status Configuration</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Status L1"/> <input type="button" value="Status L2"/> <input type="button" value="Status L3"/> </p>	<p>Sampling time</p> <p>Measuring cycle period: <input type="text" value="%d ms"/></p>																												
<p style="text-align: center;">Factory settings</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Factory settings"/> </p>	<p>Delete measured values</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> L1</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> L2</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> L3</td> </tr> <tr> <td>Minimum current</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>Maximum current</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>Minimum voltage</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>Maximum voltage</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>All min. max. values</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>Energy consumption</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2	<input type="checkbox"/> L3	Minimum current	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Maximum current	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Minimum voltage	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Maximum voltage	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	All min. max. values	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Energy consumption	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>
	<input type="checkbox"/> L1	<input type="checkbox"/> L2	<input type="checkbox"/> L3																										
Minimum current	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>																										
Maximum current	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>																										
Minimum voltage	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>																										
Maximum voltage	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>																										
All min. max. values	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>																										
Energy consumption	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Delete"/>																										
<input type="button" value="Read configuration"/>	<input type="button" value="Write configuration"/>																												

Figur 15. Konfigurering av energimätarna från webbvisualiseringen.

Från denna visualiseringssida kan man ställa in diverse parametrar för energimätarna. Interfacet för denna visualisering är färdiggjord och bara att infoga då man använder sig av ”Fb750_493_Master3Phase” funktionen. Variabeln med parametrarna för konfigurationen infogas i visualiseringen för att man ska kunna ställa in dessa parametrar från denna visualisering. I dokumentet ”ApplicationNote_PowerMeasurement_03” finns beskrivet hur man lägger till detta konfigurationsinterface och gör nödvändiga inställningar för att det ska fungera.

8 Resultat

Varken inställningen av PLC-klockan eller energimätningen har ännu blivit testad i praktiken. Testandet kommer dock att påbörjas snarast möjligt. Funktionerna kommer troligen att tillämpas vid Novias system först efter att läsåret är slut. Detta på grund av att det alltid finns en liten risk för missöden när man uppdaterar det befintliga systemet vid Novia. Så länge alla utrymmen fortfarande är i dagligt bruk vill man inte riskera att något händer med KNX-systemet utan dessa uppdateringar kan med fördel göras under sommaren när läget inte är lika kritiskt.

Eftersom uppdateringarna inte tagits i bruk eller hunnit bli testade är resultatet aningen osäkert men förhoppningen är att det skall fungera önskvärt. En stor del av tiden som lades ner på detta lärdomsprov gick åt till att fundera hur visualiseringen av energimätningen skulle göras och hur man på ett överskådligt sätt kan visa denna förbrukning. Resultatet blev ett ganska enkelt men ändå tydligt sätt för detta. Dock kan man konstatera att dessa visualiseringssidor är aningen stela och inte erbjuder allt för många möjligheter vare sig i fråga om utseende eller funktion.

Så ett bättre alternativ vore kanske att spara mätvärdena till någon form av server och därifrån på ett eller annat sätt presentera förbrukningen på ett mera detaljrikt och snyggare sätt. Men eftersom uppgiften var att undersöka möjligheten att visualisera förbrukningen på PLC:ns webbvisualisering så gjordes uppgiften på detta sätt. En dialog fördes också med Wago-supporten för att därifrån få alternativ till hur detta kunde genomföras. De kunde dock inte ge några alternativ för hur förbrukningshistoriken kunde presenteras utan bara hur nuvarande förbrukning kunde presenteras. Men eftersom det är historiken som är av intresse och inte det nuvarande värdet på förbrukningen så löstes problemet alltså med olika arrayer och stapeldiagram.

9 Diskussion

Uppgiften inleddes i slutet av september 2012. En stor del av den första tiden gick åt till att försöka lära sig programmen Codesys och ETS. KNX var också för övrigt ett ganska okänt ämne, så mycket tid gick åt till att bara skaffa allmän kunskap och en uppfattning om systemet. Uppgiften kändes därför som en väldig utmaning eftersom det mesta var nytt. Programmering har för övrigt också varit ett väldigt intressant men krävande ämne för egen del.

På hösten hade jag problem med att endast en dag i veckan var reserverad för denna uppgift. Svårigheten var att under denna dag kunna koncentrera sig fullt på uppgiften. Samtidigt gick mycket tid åt att repetera det man kommit fram till föregående vecka eftersom så mycket var ny information. Under våren har saker och ting dock gått mycket bättre vartefter man blivit mera bekant med programmen och ämnet.

KNX är ett intressant system och det är enligt min mening framtidens melodi med alla möjligheter och funktioner som det ger i fråga om bekvämlighet och energisparande. Uppgiften har som sagt gett en inblick och förståelse för systemet och dess funktionsmöjligheter.

Med denna kunskap är sannolikheten stor att detta system också kommer att finnas i min framtida bostad.

10 Källförteckning

BEMI.(2013)

<http://www.bemi.fi>. (Läst:16.11.2012)

CoDeSys.(2013)

<http://en.wikipedia.org/wiki/CoDeSys>. (Läst:1.3.2013)

KNX.(2013)

<http://sv.wikipedia.org/wiki/KNX>. (Läst:16.11.2012)

KNX Association.(2013)

<http://www.knx.org/>. (Läst:14.12.2012)

KNX-standard.(2013)

[http://en.wikipedia.org/wiki/KNX_\(standard\)](http://en.wikipedia.org/wiki/KNX_(standard)). (Läst:16.11.2012)

National KNX.(2013)

<http://www.knx.fi>. (Läst:16.11.2012)

Network Time Protocol.(2013)

http://en.wikipedia.org/wiki/Network_Time_Protocol. (Läst:18.1.2013)

Piikkilä, V. (toim.) (2006). *Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin*. KNX Finland ry.

Smart Software Solutions. (2003) *CoDeSys_Manual_V2p3.pdf*.

http://www.parkermotion.com/manuals/Hauser/Compax3/CoDeSys_Manual_V2p3.pdf

(Läst:1.3.2013)

Wago Innovative Connections. (2007) *ApplicationNote_DaylightSaving.pdf*.

<http://www.wago.com>. (Läst:14.12.2012)

Wago Innovative Connections. (2010) *ApplicationNote_PowerMeasurement_03.pdf*.

<http://www.wago.com>. (Läst:25.1.2013)

Wago Innovative Connections. (2010) *wago 750-849.pdf*.

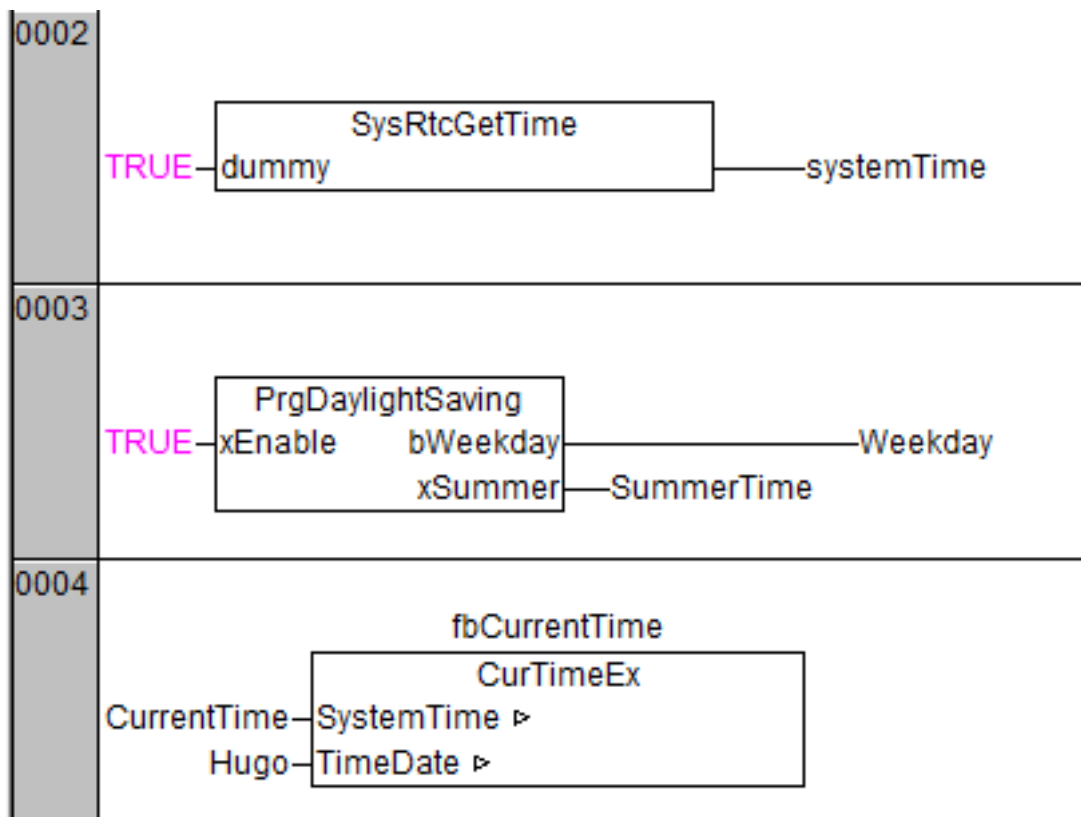
<http://www.wago.com>. (Läst:8.2.2013)

Bilaga 1

```

0001 PROGRAM ReadClock
0002 VAR
0003     Weekday      : BYTE;
0004     SummerTime  : BOOL;
0005     systemTime  : DT;
0006     summer      : BOOL;
0007     CurrentTime : SysTime64;
0008
0009     Enable       : BOOL := TRUE;
0010
0011     Summer_Winter : FbSummer_Wintertime;
0012     Hugo          : SystemTimeDate;
0013
0014     fbCurrentTime : CurTimeEx;
0015 END_VAR
0016
0017 VAR RETAIN PERSISTENT
0018 (* typSchedule   : typSchedule;*)
0019 END_VAR

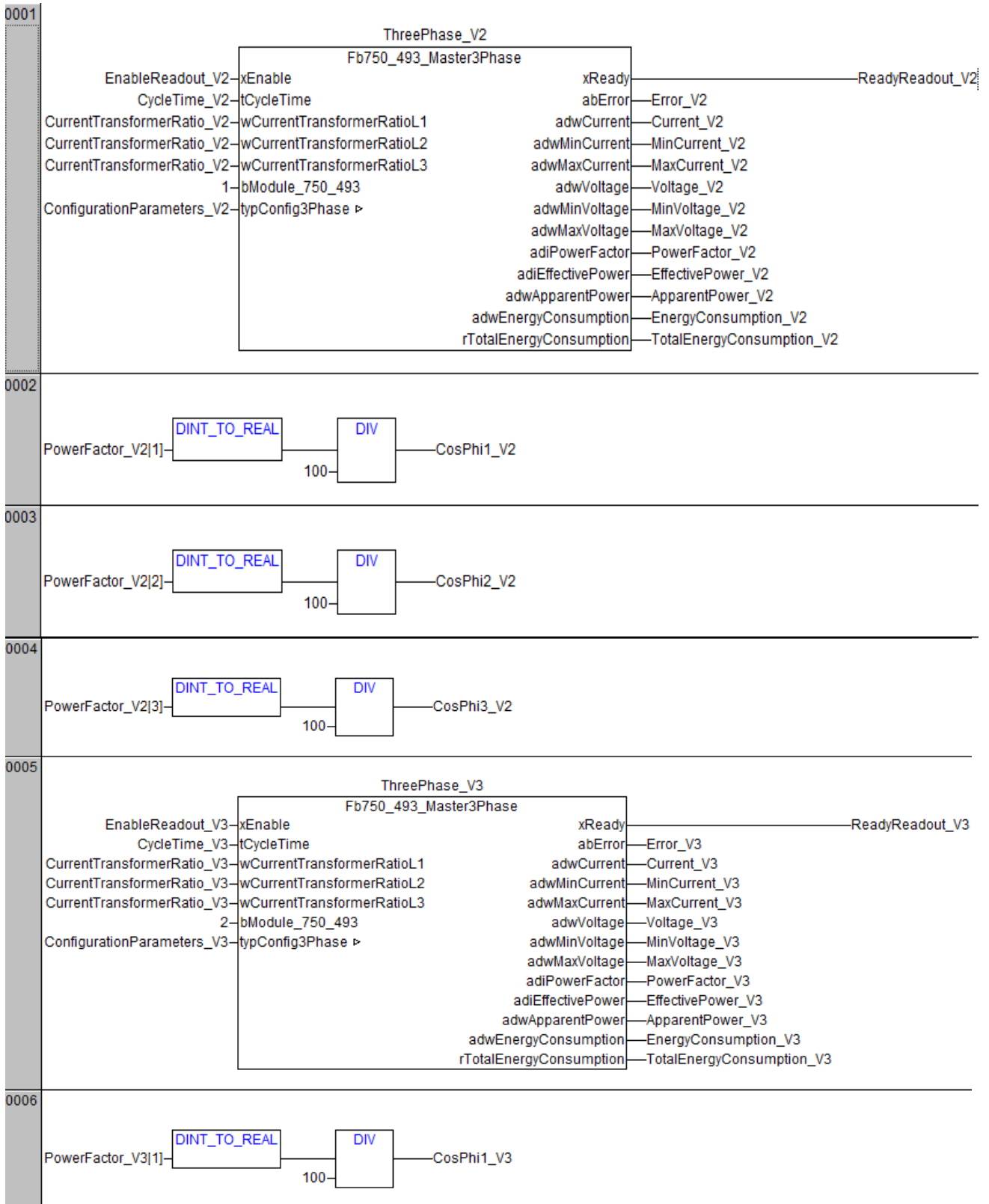
```

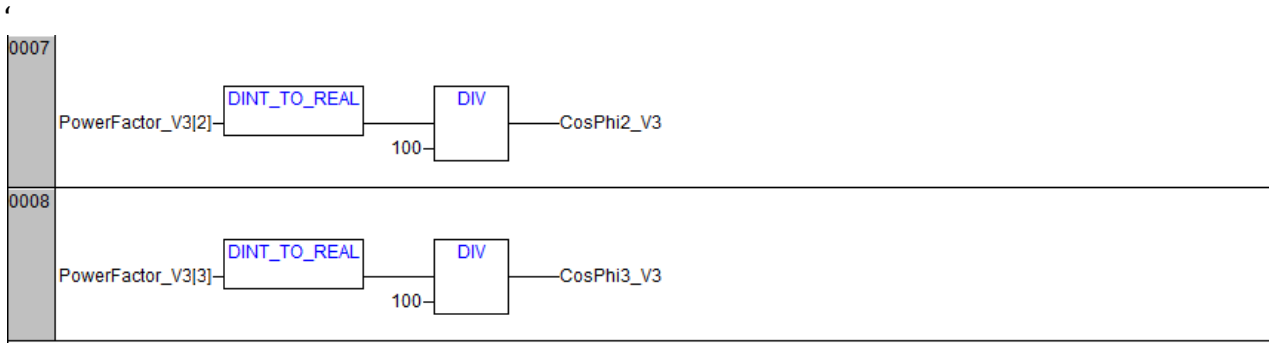


```

0001 PROGRAM Measuring3Phase
0002 VAR
0003   (* Våning 2*)
0004
0005   ThreePhase_V2                               :Fb750_493_Master3Phase;
0006   EnableReadout_V2                           :BOOL := TRUE;
0007   CycleTime_V2                               :TIME := #1s;
0008   CurrentTransformerRatio_V2                 :WORD := 1;
0009   ReadyReadout_V2                            :BOOL;
0010   Error_V2                                   :ARRAY [1..3] OF BYTE;
0011   Current_V2                                 :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0012   MinCurrent_V2                             :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0013   MaxCurrent_V2                              :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0014   Voltage_V2                                 :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0015   MinVoltage_V2                             :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0016   MaxVoltage_V2                             :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0017   PowerFactor_V2                            :ARRAY [1..3] OF DINT;
0018   EffectivePower_V2                         :ARRAY [1..3] OF DINT;
0019   ApparentPower_V2                          :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0020   EnergyConsumption_V2                      :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0021
0022   CosPhi1_V2                                 :REAL;
0023   CosPhi2_V2                                 :REAL;
0024   CosPhi3_V2                                 :REAL;
0025
0026   (* Våning 3*)
0027
0028   ThreePhase_V3                               :Fb750_493_Master3Phase;
0029   EnableReadout_V3                           :BOOL := TRUE;
0030   CycleTime_V3                               :TIME := #1s;
0031   CurrentTransformerRatio_V3                 :WORD := 1;
0032   ReadyReadout_V3                            :BOOL;
0033   Error_V3                                   :ARRAY [1..3] OF BYTE;
0034   Current_V3                                 :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0035   MinCurrent_V3                             :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0036   MaxCurrent_V3                              :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0037   Voltage_V3                                 :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0038   MinVoltage_V3                             :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0039   MaxVoltage_V3                             :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0040   PowerFactor_V3                            :ARRAY [1..3] OF DINT;
0041   EffectivePower_V3                         :ARRAY [1..3] OF DINT;
0042   ApparentPower_V3                          :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0043   EnergyConsumption_V3                      :ARRAY [1..3] OF DWORD;
0044
0045   Energy_V2                                  :REAL;
0046   CosPhi1_V3                                 :REAL;
0047   CosPhi2_V3                                 :REAL;
0048   CosPhi3_V3                                 :REAL;
0049 END_VAR
0050
0051 VAR RETAIN
0052   ConfigurationParameters_V2                 :typConfig3Phase;
0053   ConfigurationParameters_V3                 :typConfig3Phase;
0054
0055 END_VAR

```






```
0002 IF ReadClock.Hugo.Hour <> prev_hour THEN
0003
0004     (* VECKO BYTE *)
0005 IF ReadClock.Weekday = 1 AND week <> prev_week THEN
0006     week := week + 1;
0007     prev_week := week;
0008
0009     FOR i := 0 TO 154 DO
0010         Energy_Week_V2[155-(155-i)] := Energy_Week_V2[155-(155-(i+1))];
0011         Energy_Week_V3[155-(155-i)] := Energy_Week_V3[155-(155-(i+1))];
0012         i := i + 1;
0013     END_FOR
0014
0015     Energy_Week_V2[155] := 0;
0016     Energy_Week_V3[155] := 0;
0017     i := 0;
0018 END_IF
0019
0020     (* FÖREGÅENDE VECKAS VÄRDE *)
0021 IF ReadClock.Weekday = 2 AND prev_week = week THEN
0022     prev_week := week - 1;
0023 END_IF
0024
0025     (* DAG RÄKNARE *)
0026 IF ReadClock.Weekday <> prev_day THEN
0027     day := day + 1;
0028     prev_day := ReadClock.Weekday;
0029
0030     Energy_Week_V2[155] := Energy_Week_V2[155] + (Energy_Day_V2);
0031     Energy_Week_V3[155] := Energy_Week_V3[155] + (Energy_Day_V3);
0032
0033     Energy_Month_V2[35] := Energy_Month_V2[35] + (Energy_Day_V2);
0034     Energy_Month_V3[35] := Energy_Month_V3[35] + (Energy_Day_V3);
```

```
0035
0036     Energy_Day_V2 := 0;
0037     Energy_Day_V3 := 0;
0038 END_IF
0039                                     (* MÅNADS BYTEN *)
0040     (* JANUARI *)
0041 IF month = 1 AND day = 32 THEN
0042     month := month + 1;
0043     day := 1;
0044
0045     FOR i := 0 TO 34 DO
0046
0047         Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0048         Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0049
0050         i := i + 1;
0051
0052     END_FOR
0053
0054     Energy_Month_V2[35] := 0;
0055     Energy_Month_V3[35] := 0;
0056     i := 0;
0057 END_IF
0058
0059     (* FEBRUARI *)
0060 IF month = 2 AND day = 29 THEN
0061     month := month + 1;
0062     day := 1;
0063
0064     FOR i := 0 TO 34 DO
```

```
0065
0066     Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0067     Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0068
0069     i := i + 1;
0070
0071     END_FOR
0072
0073     Energy_Month_V2[35] := 0;
0074     Energy_Month_V3[35] := 0;
0075     i := 0;
0076 END_IF
0077
0078     (* MARS *)
0079 IF month = 3 AND day = 32 THEN
0080     month := month + 1;
0081     day := 1;
0082
0083     FOR i := 0 TO 34 DO
0084
0085         Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0086         Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0087
0088         i := i + 1;
0089
0090     END_FOR
0091
0092     Energy_Month_V2[35] := 0;
0093     Energy_Month_V3[35] := 0;
0094     i := 0;
0095 END_IF
```

```
0096
0097 (* APRIL *)
0098 IF month = 4 AND day = 31 THEN
0099     month := month + 1;
0100     day := 1;
0101
0102     FOR i := 0 TO 34 DO
0103
0104         Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0105         Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0106
0107         i := i + 1;
0108
0109     END_FOR
0110
0111     Energy_Month_V2[35] := 0;
0112     Energy_Month_V3[35] := 0;
0113     i := 0;
0114 END_IF
0115
0116 (* MAJ *)
0117 IF month = 5 AND day = 32 THEN
0118     month := month + 1;
0119     day := 1;
0120
0121     FOR i := 0 TO 34 DO
0122
0123         Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0124         Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0125
0126         i := i + 1;
0127
0128     END_FOR
0129
0130     Energy_Month_V2[35] := 0;
0131     Energy_Month_V3[35] := 0;
0132     i := 0;
0133 END_IF
0134
```

```
0135      (* JUNI *)
0136  IF month = 6 AND day = 31 THEN
0137      month := month + 1;
0138      day := 1;
0139
0140      FOR i := 0 TO 34 DO
0141
0142          Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0143          Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0144
0145          i := i + 1;
0146
0147      END_FOR
0148
0149      Energy_Month_V2[35] := 0;
0150      Energy_Month_V3[35] := 0;
0151      i := 0;
0152  END_IF
0153      (* JULI *)
0154  IF month = 7 AND day = 32 THEN
0155      month := month + 1;
0156      day := 1;
0157
0158
0159      FOR i := 0 TO 34 DO
0160
0161          Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0162          Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0163
0164          i := i + 1;
0165
0166      END_FOR
0167
0168      Energy_Month_V2[35] := 0;
0169      Energy_Month_V3[35] := 0;
0170      i := 0;
0171  END_IF
0172
```

```
0173      (* AUGUSTI *)
0174  IF month = 8 AND day = 32 THEN
0175      month := month + 1;
0176      day := 1;
0177
0178      FOR i := 0 TO 34 DO
0179
0180          Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0181          Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0182
0183          i := i + 1;
0184
0185      END_FOR
0186
0187      Energy_Month_V2[35] := 0;
0188      Energy_Month_V3[35] := 0;
0189      i := 0;
0190  END_IF
0191
0192      (* SEPTEMBER *)
0193  IF month = 9 AND day = 31 THEN
0194      month := month + 1;
0195      day := 1;
0196
0197      FOR i := 0 TO 34 DO
0198
0199          Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0200          Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0201
0202          i := i + 1;
0203
0204      END_FOR
0205      Energy_Month_V2[35] := 0;
0206      Energy_Month_V3[35] := 0;
0207      i := 0;
0208  END_IF
0209
```



```
0210      (* OKTOBER *)
0211  IF month = 10 AND day = 32 THEN
0212      month := month + 1;
0213      day := 1;
0214
0215      FOR i := 0 TO 34 DO
0216
0217          Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0218          Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0219          i := i + 1;
0220
0221      END_FOR
0222
0223      Energy_Month_V2[35] := 0;
0224      Energy_Month_V3[35] := 0;
0225      i := 0;
0226  END_IF
0227
0228      (* NOVEMBER *)
0229  IF month = 11 AND day = 31 THEN
0230      month := month + 1;
0231      day := 1;
0232
0233      FOR i := 0 TO 34 DO
0234
0235          Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0236          Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0237
0238          i := i + 1;
0239
0240      END_FOR
0241
0242      Energy_Month_V2[35] := 0;
0243      Energy_Month_V3[35] := 0;
0244      i := 0;
0245  END_IF
0246
```

```

0247      (* DECEMBER *)
0248      IF month = 12 AND day = 32 THEN
0249          month := 1;
0250          day := 1;
0251
0252          FOR i := 0 TO 34 DO
0253
0254              Energy_Month_V2[35-(35-i)] := Energy_Month_V2[35-(35-(i+1))];
0255              Energy_Month_V3[35-(35-i)] := Energy_Month_V3[35-(35-(i+1))];
0256              i := i + 1;
0257
0258          END_FOR
0259
0260          Energy_Month_V2[35] := 0;
0261          Energy_Month_V3[35] := 0;
0262          i := 0;
0263      END_IF
0264
0265      i := 0;
0266
0267      Energy_Day_V2 := Energy_Day_V2 + (Measuring3Phase.ThreePhase_V2.rTotalEnergyConsumption - TotalEnergyConsumption_V2_Old);
0268      Energy_Day_V3 := Energy_Day_V3 + (Measuring3Phase.ThreePhase_V3.rTotalEnergyConsumption - TotalEnergyConsumption_V3_Old);
0269
0270      TotalEnergyConsumption_V2_Old := Measuring3Phase.ThreePhase_V2.rTotalEnergyConsumption;
0271      TotalEnergyConsumption_V3_Old := Measuring3Phase.ThreePhase_V3.rTotalEnergyConsumption;
0272
0273      prev_hour := ReadClock.Hugo.Hour;
0274
0275  END_IF

```

```

0001 FUNCTION_BLOCK Visu
0002 VAR_INPUT
0003     max_index_M: INT := 35;           (* max index i Month arrayen *)
0004     max_index_W: INT := 155;        (* max index i Week arrayen *)
0005     (*indize: INT;                  (* Spalte im 'datenarray' *)
0006 END_VAR
0007 VAR_IN_OUT
0008     Energy_Month_V2: ARRAY [0..35] OF REAL; (* Messwerte: Wert, Datum und Zeit, Millisekunden *)
0009     Energy_Month_V3: ARRAY [0..35] OF REAL;
0010
0011     Energy_Week_V2: ARRAY [0..155] OF REAL;
0012     Energy_Week_V3: ARRAY [0..155] OF REAL;
0013 END_VAR
0014 VAR
0015     rechts_M_V2: R_TRIG;              (* für eine Tastfunktion der Scrol-Buttons *)
0016     rechts_M_V3: R_TRIG;
0017     rechts_W_V2: R_TRIG;
0018     rechts_W_V3: R_TRIG;
0019
0020     links_M_V2: R_TRIG;
0021     links_M_V3: R_TRIG;
0022     links_W_V2: R_TRIG;
0023     links_W_V3: R_TRIG;
0024
0025     scrol_left_M_V2: BOOL := FALSE;   (* Scrol-Button *)
0026     scrol_left_M_V3: BOOL := FALSE;
0027     scrol_left_W_V2: BOOL := FALSE;
0028     scrol_left_W_V3: BOOL := FALSE;
0029
0030     scrol_right_M_V2: BOOL := FALSE;
0031     scrol_right_M_V3: BOOL := FALSE;
0032     scrol_right_W_V2: BOOL := FALSE;
0033     scrol_right_W_V3: BOOL := FALSE;

```

```
0034
0035 index_scol: INT := 1; (* Schrittweite *)
0036 us_r_M_V2: BOOL; (* unsichtbar Scrol-Button rechts *)
0037 us_r_M_V3: BOOL;
0038 us_r_W_V2: BOOL;
0039 us_r_W_V3: BOOL;
0040
0041 us_l_M_V2: BOOL; (* unsichtbar Scrol-Button links *)
0042 us_l_M_V3: BOOL;
0043 us_l_W_V2: BOOL;
0044 us_l_W_V3: BOOL;
0045
0046 array_start_M_V2: INT;
0047 array_start_M_V3: INT;
0048 array_start_W_V2: INT;
0049 array_start_W_V3: INT;
0050
0051 array_stop_M_V2: INT;
0052 array_stop_M_V3: INT;
0053 array_stop_W_V2: INT;
0054 array_stop_W_V3: INT;
0055
0056 copy_M_V2: ARRAY[0..6] OF REAL; (* Arrayen som visas i histogrammen *)
0057 copy_M_V3: ARRAY[0..6] OF REAL;
0058 copy_W_V2: ARRAY[0..6] OF REAL;
0059 copy_W_V3: ARRAY[0..6] OF REAL;
0060
0061 index_M_V2: INT;
0062 index_M_V3: INT;
0063 index_W_V2: INT;
0064 index_W_V3: INT;
0065
0066 i: INT;
0067 END_VAR
```

```

0001 (* Anger storleken på det array intervall som skall visas i histogrammen *)
0002 array_stop_M_V2 := array_start_M_V2 + 6;
0003 array_stop_M_V3 := array_start_M_V3 + 6;
0004 array_stop_W_V2 := array_start_W_V2 + 6;
0005 array_stop_W_V3 := array_start_W_V3 + 6;
0006
0007 index_M_V2 := array_start_M_V2;
0008 index_M_V3 := array_start_M_V3;
0009 index_W_V2 := array_start_W_V2;
0010 index_W_V3 := array_start_W_V3;
0011
0012 (* Flankenerkennung -> zum Tasten der Messwerte nach rechts und links *)
0013 rechts_M_V2(CLK := scrol_right_M_V2);
0014 rechts_M_V3(CLK := scrol_right_M_V3);
0015 rechts_W_V2(CLK := scrol_right_W_V2);
0016 rechts_W_V3(CLK := scrol_right_W_V3);
0017
0018 links_M_V2(CLK := scrol_left_M_V2);
0019 links_M_V3(CLK := scrol_left_M_V3);
0020 links_W_V2(CLK := scrol_left_W_V2);
0021 links_W_V3(CLK := scrol_left_W_V3);
0022
0023 (* anger arrayens minsta och högsta indexvärden *)
0024
0025 (* Histogram: Month Våning 2 *)
0026 IF ( rechts_M_V2.Q AND ((array_stop_M_V2+index_scrol) <= max_index_M) ) THEN
0027   array_start_M_V2 := array_start_M_V2 + index_scrol;
0028 ELSIF ((array_stop_M_V2+index_scrol) > max_index_M) THEN
0029   array_start_M_V2 := max_index_M - 6;
0030 END_IF
0031 IF ( links_M_V2.Q AND (array_start_M_V2 > 0) ) THEN
0032   array_start_M_V2 := array_start_M_V2 - index_scrol;
0033 ELSIF (array_start_M_V2 < 1) THEN
0034   array_start_M_V2 := 0;
0035 END_IF
0036
0037 (* Histogram: Month Våning 3 *)
0038 IF ( rechts_M_V3.Q AND ((array_stop_M_V3+index_scrol) <= max_index_M) ) THEN
0039   array_start_M_V3 := array_start_M_V3 + index_scrol;
0040 ELSIF ((array_stop_M_V3+index_scrol) > max_index_M) THEN
0041   array_start_M_V3 := max_index_M - 6;
0042 END_IF
0043 IF ( links_M_V3.Q AND (array_start_M_V3 > 0) ) THEN
0044   array_start_M_V3 := array_start_M_V3 - index_scrol;
0045 ELSIF (array_start_M_V3 < 1) THEN
0046   array_start_M_V3 := 0;
0047 END_IF
0048
0049 (* Histogram: Week Våning 2 *)
0050 IF ( rechts_W_V2.Q AND ((array_stop_W_V2+index_scrol) <= max_index_W) ) THEN
0051   array_start_W_V2 := array_start_W_V2 + index_scrol;
0052 ELSIF ((array_stop_W_V2+index_scrol) > max_index_W) THEN
0053   array_start_W_V2 := max_index_W - 6;
0054 END_IF
0055 IF ( links_W_V2.Q AND (array_start_W_V2 > 0) ) THEN
0056   array_start_W_V2 := array_start_W_V2 - index_scrol;
0057 ELSIF (array_start_W_V2 < 1) THEN
0058   array_start_W_V2 := 0;
0059 END_IF

```

```
0060
0061 (* Histogram: Week Våning 3 *)
0062 IF ( rechts_W_V3.Q AND ((array_stop_W_V3+index_scol) <= max_index_W) ) THEN
0063     array_start_W_V3 := array_start_W_V3 + index_scol;
0064 ELSIF ((array_stop_W_V3+index_scol) > max_index_W) THEN
0065     array_start_W_V3 := max_index_W - 6;
0066 END_IF
0067 IF ( links_W_V3.Q AND (array_start_W_V3 > 0) ) THEN
0068     array_start_W_V3 := array_start_W_V3 - index_scol;
0069 ELSIF (array_start_W_V3 < 1) THEN
0070     array_start_W_V3 := 0;
0071 END_IF
0072
0073 (* kopierar värdena som skall visas i histogrammet till en ny array *)
0074 FOR i:=0 TO 6 DO
0075     copy_M_V2[i] := Energy.Energy_Month_V2[index_M_V2];
0076     index_M_V2 := index_M_V2+1;
0077
0078     copy_M_V3[i] := Energy.Energy_Month_V3[index_M_V3];
0079     index_M_V3 := index_M_V3+1;
0080
0081     copy_W_V2[i] := Energy.Energy_Week_V2[index_W_V2];
0082     index_W_V2 := index_W_V2+1;
0083
0084     copy_W_V3[i] := Energy.Energy_Week_V3[index_W_V3];
0085     index_W_V3 := index_W_V3+1;
0086 END_FOR
0087
0088
0089 (* respektive scroll knapp försvinner när minsta eller högsta värde för indexerna redan visas *)
0090 (* Histogram: Month Våning 2 *)
0091 IF (array_start_M_V2=0) THEN
0092     us_l_M_V2 := TRUE;
0093 ELSIF (array_start_M_V2 > 0) THEN
0094     us_l_M_V2 := FALSE;
0095 END_IF
0096
0097 IF (array_stop_M_V2 = max_index_M) THEN
0098     us_r_M_V2 := TRUE;
0099 ELSIF (array_stop_M_V2 < max_index_M) THEN
0100     us_r_M_V2 := FALSE;
0101 END_IF
0102
0103 (* Histogram: Month Våning 3 *)
0104 IF (array_start_M_V3=0) THEN
0105     us_l_M_V3 := TRUE;
0106 ELSIF (array_start_M_V3 > 0) THEN
0107     us_l_M_V3 := FALSE;
0108 END_IF
0109
0110 IF (array_stop_M_V3 = max_index_M) THEN
0111     us_r_M_V3 := TRUE;
0112 ELSIF (array_stop_M_V3 < max_index_M) THEN
0113     us_r_M_V3 := FALSE;
0114 END_IF
0115
```

```
0116 (* Histogram: Week Våning 2 *)
0117 IF (array_start_W_V2=0) THEN
0118     us_l_W_V2 := TRUE;
0119 ELSIF (array_start_W_V2 > 0) THEN
0120     us_l_W_V2 := FALSE;
0121 END_IF
0122
0123 IF (array_stop_W_V2 = max_index_W) THEN
0124     us_r_W_V2 := TRUE;
0125 ELSIF (array_stop_W_V2 < max_index_W) THEN
0126     us_r_W_V2 := FALSE;
0127 END_IF
0128
0129 (* Histogram: Week Våning 3 *)
0130 IF (array_start_W_V3=0) THEN
0131     us_l_W_V3 := TRUE;
0132 ELSIF (array_start_W_V3 > 0) THEN
0133     us_l_W_V3 := FALSE;
0134 END_IF
0135
0136 IF (array_stop_W_V3 = max_index_W) THEN
0137     us_r_W_V3 := TRUE;
0138 ELSIF (array_stop_W_V3 < max_index_W) THEN
0139     us_r_W_V3 := FALSE;
0140 END_IF
```

Bilaga 5

