

Elektrotehnički fakultet u Sarajevu  
Odsjek za Automatiku i elektroniku  
Predmet: Akvizicija i prenos podataka  
Nastavnik: Prof. dr Jasmin Velagić

## **SEMINARSKI RAD**

Student: Mirza Balta

Naslov rada: **Regulacija temperature prostorije i implementacija  
SCADA HMI interfejsa u razvojnem okruženju *TIA  
Portal***

Sarajevo, novembar 2021. godine

## Sažetak

U ovom radu je izložena implementacija upravljanja temperaturom prostorije i implementacija odgovarajućeg SCADA HMI interfejsa za ovo upravljanje.

Upravljanje je implementirano u Siemens-ovom *TIA Portal* razvojnom okruženju. Korišten je temperaturni PID reguator iz TIA biblioteke blokova, i implementiran je tropozicioni regulator sa histerezom, a iz HMI interfejsa je omogućen njihov izbor. U praktičnom slučaju algoritam upravljanja se izvršava na PLC-u. U radu je izabran Siemens S7-1500 PLC uređaj, sa dodatnim ulaznim i izlaznim modulima na koje se spajaju senzori i aktuatori.

U izvedbi HMI interfejsa u SCADA sistemu je korišten *WinCC RT Advanced* program unutar *TIA Portal*a. Implementirane su funkcionalnosti SCADA sistema: grafika procesa, trendovi, alarmi i događaji, arhiviranje izabranih trendova i alarma u SQL bazu podataka.

U radu je korištena mogućnost simulacije u pomenutom razvojnom okruženju. Pa je simuliran sistem upravljanja sa implementiranim algoritmom i objektom upravljanja čiji model je zadan softverski, odgovarajućim blokom. U regulacionoj konturi u simulaciji, izlazi i ulazi objekta upravljanja su povezani sa odgovarajućim ulazima i izlazima PLC-a preko simboličkih tagova. U praktičnom slučaju za razliku od simulacije bi imali odgovarajuće fizičke tagove za odgovarajuće ulaze i izlaze PLC-a, na koje su spojeni senzori i aktuatori sa objekta upravljanja. U simulaciji algoritam upravljanja se izvršava na PLC-u, simulira se mreža koja povezuje PLC sa PC računarom na kojem izvršava SCADA aplikacija. Simulacija daje potpun uvid u funkcionalnost izvedenog HMI interfejsa.

## Uvod: SCADA sistemi

SCADA (*eng. Supervisory Control And Data Acquisition*) je sistem koji služi za automatizaciju opštih procesa, odnosno koji se koristi za prikupljanje podataka sa senzora i instrumenata lociranih na udaljenim stanicama i za prijenos i prikazivanje tih podataka u centralnoj stanici u svrhu nadzora i upravljanja. Prikupljeni podaci se obično posmatraju na jednom ili više SCADA računara u centralnoj (glavnoj) stanici. SCADA sistem u realnosti može da prati i upravlja stotinama ulazno-izlaznih vrijednosti. Uobičajeni analogni signali koje SCADA sistem nadzire (ili upravlja) su nivoi, temperature, pritisci, brzine protoka, brzine motora i slično. Tipični digitalni signali za nadzor (upravljanje) su prekidači nivoa, prekidači pritiska, status generatora, releji, prekidači motora.

SCADA ne mora da ima potpunu kontrolu nad sistemom, već je više fokusirana prema nadgledanju i nadziranju. Kao takva, ona je softverski paket koji je pozicioniran na samom vrhu hardvera na koji se odnosi, uglavnom preko PLC-a ili drugog komercijalnog hardverskog modula. SCADA sistemi se koriste ne samo u većini industrijskih procesa kao što su proizvodnja i distribucija struje, praćenje i kontrola hemijskih i transportnih procesa, gradskih vodovodnih sistema već sve više i svakodnevnom životu.

Termin SCADA se obično odnosi na centralni sistem koji nadgleda i kontroliše čitavo postrojenje ili sistem čiji su dijelovi fizički raspoređeni na veće udaljenosti. Najveći dio kontrole jedne stanice se ustvari vrši automatski od strane PLC-a. Glavne kontrolne funkcije su skoro uvijek zabranjene operateru. Na primer, PLC može da kontroliše protok vode za hlanenje kroz dio industrijskog procesa, ali SCADA sistem može da dozvoli operateru da promijeni referentnu vrednost protoka i može da snima i prikazuje bilo koja alarmna stanja, kao što je visoka temperatura. Prikupljanje podataka počinje na nivou PLC-a i uključuje očitavanje veličina i statusa. Zatim se podaci koji su potrebni šalju na SCADA sistem, gde se prevode i formatiraju na takav način da operater u kontrolnoj sobi uz pomoć HMI (*eng. Human Machine Interface*) interfejsa može, na osnovu njih, donijeti odgovarajuće odluke koje mogu biti potrebne da bi se podesile normalne PLC-ove kontrole. Podaci se mogu čuvati u arhivi (*eng. Historical data*), koja se u većini slučajeva dokumentuje u bazu podataka, radi prikaza trendova i alarma.

SCADA sistem tipično implementira distribuiranu bazu podataka, koja se često zove i *baza tagova*, koja se sastoji od elemenata zvanih *tačke* ili *tagovi*. Tag predstavlja jednu ulaznu ili izlaznu vrednost koja se prati ili kojom se upravlja od strane sistema. Tagovi mogu biti tvrdi (*eng. hard*) ili fizički tagovi, i meki (*eng. soft*) ili simbolički tagovi. Tvrdi tag predstavlja stvarnu vrednost ulaznog ili izlaznog signala, dok je simbolički tag rezultat logičkih i matematičkih operacija primjenjenih na tvrdi tag. Vrijednosti tagova se obično arhiviraju kao funkcije vremena.

SCADA računar je obično industrijski PC na kome se izvršava SCADA HMI softver. HMI procesne podatke predstavlja operateru i kroz koji operater kontroliše proces. Osnovni interfejs za operatera je skup grafičkih ekrana koji reprezentuju opremu koja se posmatra. Tipičan HMI

interfejs se sastoji od niza takvih ekrana. Dok PLC-ovi omogućavaju automatsko vođenje procesa, oni su obično fizički raspoređeni po cijeloj fabrici, čime bi ručno prikupljanje podataka sa njih bilo otežano. SCADA sistem prikuplja informacije sa PLC-ova i drugih regulatora preko mreže. HMI može takođe biti povezan sa bazom podataka, da bi obezbijedio prikazivanje trendova, dijagnostičkih podataka i drugih informacija. Tri komponente SCADA sistema su:

- višestruke udaljene terminalne jedinice (PLC-ovi),
- glavna stanica (Master Station) i HMI računar(i),
- mrežna-komunikacijska infrastruktura.

Termin “glavna stanica” se odnosi na servere i na softver za komunikaciju sa opremom, a onda i na HMI softver koji se izvršava na jednom ili više računara u kontrolnoj sobi. U manjim SCADA sistemima, glavna stanica može biti samo jedan PC računar, dok u većim SCADA sistemima, glavna stanica se može sastojati od više servera i distribuiranih softverskih aplikacija. SCADA sistem obično prezentuje informacije operateru u obliku mimičkih dijagrama (slika 2.3). To znači da operater može da vidi grafičku predstavu postrojenja kojim upravlja. Mimički dijagrami se mogu sastojati od linijske grafike i šematskih simbola koji predstavljaju procesne elemente, ili se mogu sastojati od digitalnih fotografija procesne opreme prekrivenim animiranim simbolima (npr. animacija rada ventilatora). Vrijeme potrebno da se stigne do udaljenih stanica, da se prikupe podaci ili da se zadaju vrijednosti, da se preispitaju ručno unijeti podaci, ispišu izvještaji ili izvrše bilo koje od funkcija koje pruža SCADA sistem, je veoma znatno. Koristi od uštede vremena su: brze reakcije na alarme, ekonomska dobit kod blagovremene akcije i naredbe. Primarna svrha SCADA sistema je da unaprijed daju upozorenje na problem koji može nastati. Prije nego što su SCADA sistemi (sa telemetrijom) implementirani, mnoštvo udaljenih stanica je ili imala ljudstvo ili redovni obilazak. Potreba za ovim je eliminisana (ili u velikoj mjeri smanjena) sa implementacijom SCADA sistema.

## **1. Implementacija upravljanja**

U ovom radu algoritam upravljanja temperaturom prostorije je implementiran u Siemens-ovom *TIA (Totally Integrated Automation) Portal* razvojnom okruženju, a izvršava se na procesoru PLC-a. *TIA Portal* omogućava i simulaciju sistema upravljanja sa SCADA HMI radnom stanicom, pa je u ovom radu urađena simulacija sistem upravljanja, gdje je simuliran:

- PLC na kojem se u simulaciji izvršava implementirano upravljanje,
- Objekat upravljanja, koji je zadan blokom kao programski modul PLC-a i koji se izvršava na PLC-u,
- PC računar na kome se izvršava SCADA aplikacija *WinCC RT Advanced*,
- Mreža koja povezuje pomenuti PLC i PC računar.

Sem *TIA Portal* IDE-a, na PC računaru na kojem se izvodi simulacija, potrebno je imati instalisane Siemens-ove aplikacije: *S7-PLCSIM* (v16.0) i *Automation Licenece Manager* (v6.0).

Treba napomenuti da Siemens-ova aplikacija *SIMIT*, koja ovdje nije korištena, daje mogućnost razdvajanja simulacije objekta upravljanja od simulacije PLC-a.

### **1.1. Regulacija temperature prostorije**

Cilj upravljanja implementiranog u ovom radu je održavanje vrijednosti temperature prostorije u okolini vrijednosti zadane (referentne) temperature, sa unaprijed zadanom tolerancijom. Zadana toleranca može biti izražena u procentima referentne vrijednosti temperature.

Simulink blok dijagram implementiranog upravljanja je dat slici 1.5.

U SCADA HMI interfejsu koji je implementiran u ovom radu, moguće je zadati vrijednost tolerance za temperaturu prostorije (koja predstavlja procesnu varijablu), i u slučaju nezadovoljavanja postavljene vrijednosti tolerancije aktivira se odgovarajući alarm.

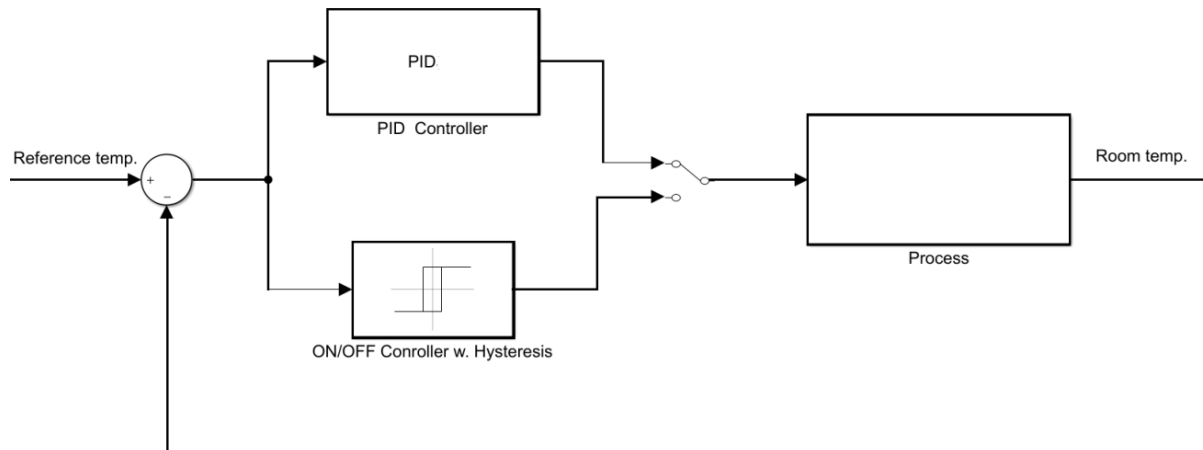
Sa SCADA HMI radne stanice moguć je izbor između:

- PID regulatora za koji je korišten blok iz *TIA* biblioteke, gdje je omogućen izbor između analognog i PWM upravljačkog signala i izbor manualnog moda regulatora (manualno upravljanje od strane operatera),
- ON/OFF regulatora sa histerezom, koji je u radu implementiran.

Ovaj izbor je na blok dijagramu 1.5 predstavljen prekidačem. Pod objektom upravljanja ovdje se podrazumjeva objekat upravljanja u širem smislu kojeg čine:

- klima uređaj zajedno sa ventilatorom, klapnama koje usmjeravaju protok zraka, radijatorima na kojima se vrši razmjena toplote (grijanje / hlađenje), ventilima kojim se kontroliše protok zagrijanog/rashladnog medija,
- prostorija čiju temperaturu regulišemo i
- temperaturni senzor(i).

Sva tri elementa koji čine objekat upravljanja, su modelirani aperiodskim blokovima prvog reda. Aperiodski blok prvog reda karakteriše vremenska konstanta, i za svaki od navedenih aperiodskih blokova u simulaciji, moguće je zadati vremenske konstante preko ulaza tmLagHeat (1, 2, 3) i tmLagCool (1, 2, 3) bloka LSim\_PT3HeatCool. Ovaj blok predstavlja model objekta upravljanja.



**Slika 1.1:** Blok dijagram (Simulink) implementiranog sistema upravljanja

Regulatori sistema upravljanja sa slike 1.5, se u simulaciji izvršavaju na izabranom Siemens S7-1500 PLC-u, pa je su narednom naslovu ovaj PLC detaljnije opisan.

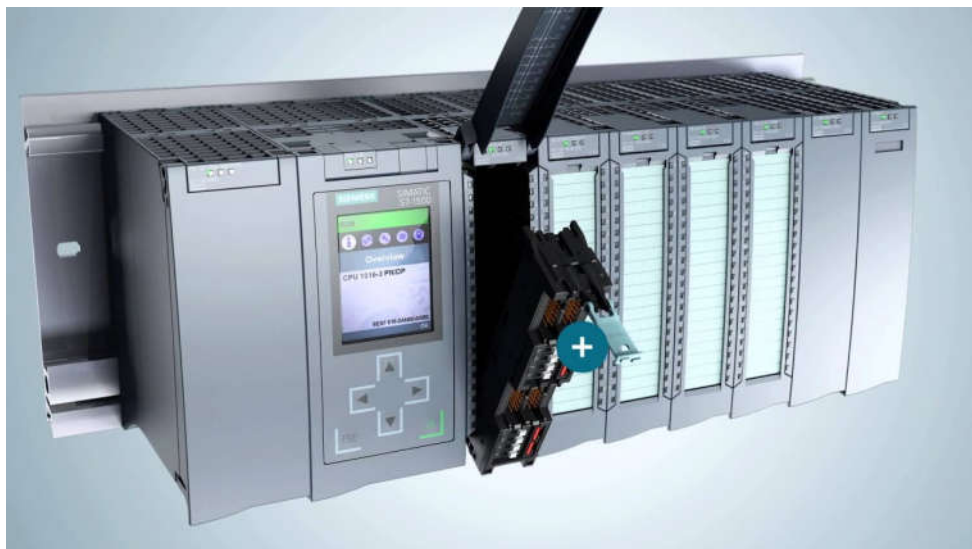
## 1.2. Siemens PLC S7-1500

Siemens u ponudi ima više klasa PLC kontrolera poput S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500, itd., koji se međusobno razlikuju po količini memorije, brzini procesora, broju ulaza i izlaza i ostalim brojnim mogućnostima. U ovom radu se koristi PLC S7-1500 sa CPU 1516-3 PN/DP verzijom, radne memorije od 1 MB. Ovaj CPU koristi 2048 bajta za U/I adresno područje te 32 KB za procesne U/I slike. Za digitalne ulaze/izlaze moguće je koristiti odgovarajuće DI/DO module. Takođe imamo i module za analogne ulaze/izlaze. Za spajanje ovog PLC uređaja na ethernet mrežu koristi se Profinet interface (PN/IE- *profinet/industrial ethernet*) kao i DP interface. PLC stanica sa modulom napajanja i izlaznim modulima je prikazana na slici 1.1.

Memorijska područja u S7-1500 PLC-u su podjeljena na memoriju učitavanja (*eng. load memory*), radnu memoriju (*eng. work memory*) i sistemsku memoriju (*eng. system memory*).

Korisnički program se učitava sa programerske stanice (uglavnom PC-a) u memoriju učitavanja koja se nalazi isključivo u posebnoj SIMATIC MMC (*eng. Micro Memory Card*) na prednjoj strani CPU-a. MMC može imati do 32 GB memorijskog prostora. Memorija učitavanja sadrži aktualne (*online*) podatke, cijeli korisnički program kao i konfiguraciju modula i ostale informacije. Radna memorija je brza memorija koja izvršava program i koja uzima samo bitne djelove programskog koda. Sistemska memorija sadrži operante (tagove) koje smo adresirali u korisničkom programu te ih sprema na odvojene lokacije i koristi kao ulaze (I), izlaze (Q), bit memorije (M), tajmere (T), brojače (C) te lokalne podatke (L). Veličina memorije dostupna za svaku od ovih odvojenih

lokacija ovisi o modelu CPU-a. Sistemska memorija aktivno šalje i prima podatke na ulazne i izlazne module.



**Slika 1.2:** S7-1500 PLC zajedno sa modulom napajanja (lijevo) i ulaznim i izlaznim modulima

Program se izvršava po modelu ciklusa skeniranja. PLC prvo provjerava stanje CPU-a te ulaznih i izlaznih modula. Ako je sve u redu nastavlja sa skeniranjem stanja ulaza na ulaznim modulima te ih zapisuje u procesnu ulaznu sliku koja se nalazi u sistenskoj memoriji. Radna memorija uzima podatkovne blokove i logički dio programa iz memorije učitavanja te pri izvršavanju programa koristi procesne U/I slike iz sistemske memorije. Kao rezultat izvršavanja programa dobivaju se procesne izlazne slike koje se potom zapisuju na izlazne module. S ovim se završava ciklus skeniranja te se postupak ciklički ponavlja (slika 1.3). Procesne U/I slike se koriste da se pri izvršavanju programa ne bi mijenjala stanja ulaza i izlaza, odnosno ako se i dogode promjene stanja na nekom od modula CPU će ih učitati tek pri sljedećem ciklusu skeniranja.



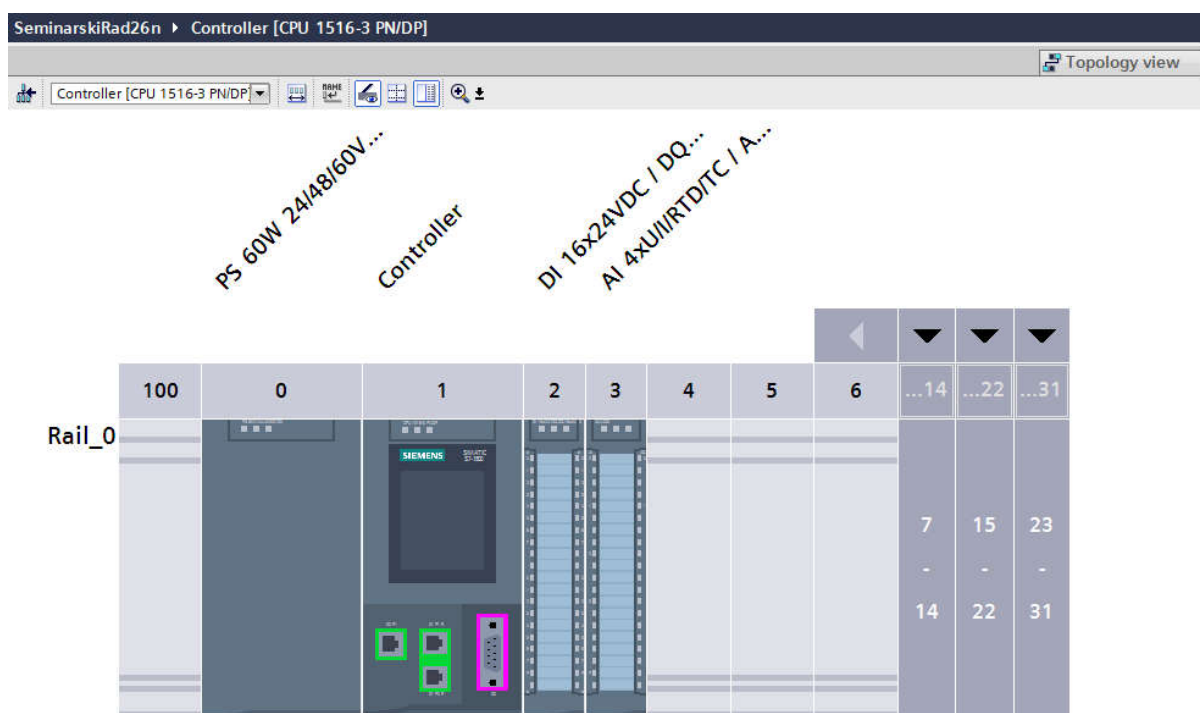
**Slika 1.3:** Ciklus skeniranja programa

Svaki CPU ima tvornički ugrađenu količinu radne memorije koju nije moguće proširiti. O količini memorije ovisi veličina adresnog prostora koje se koristi za adresiranje analognih ili digitalnih ulaza i izlaza. Ako ulaz ili izlaz ima adresu van adresnog prostora, nazivamo ga perifernim (npr. PIW 300 ili PQW 314). Periferni ulazi i izlazi se razlikuju od običnih po tome što se njihove vrijednosti ne učitavaju u procesne slike već se direktno koriste u izvršavanju programa. Periferno adresiranje daje aktualne vrijednosti, stoga se najčešće koristi kod analognih varijabli i procesnih alarma.

### 1.3. Programska konfiguracija PLC uređaja

Prije rada sa PLC uređajem potrebno je izvršiti hardversku konfiguraciju koja sadrži sve parametre Ethernet komunikacije te konfiguracijske parametre ulaznih i izlaznih modula na koje su povezani senzori i aktuatori. Konfiguracija se zajedno sa korisničkim programom pohranjuje na PLC, a omogućava vezu između korisničkog računara i PLC-a, te korištenje adresnih polja ulazno/izlaznih modula. U sklopu hardverske konfiguracije se takođe konfiguriraju i SCADA HMI radne stanice koje su povezane na PLC, kao i njihove međusobne komunikacione veze. Hardverska konfiguracija i korisnički program kreirani su primjenom TIA Portal-a. Projekt se kreira u glavnom meniju TIA Portala pod *Project>New*. U meniju *Project tree* s lijeve strane potrebno je odabrati *Add new device* te kreirati novu PLC stanicu. Nakon toga je potrebno odgovarajuće module iz kataloga smještenog na desnoj strani TIA Portala prebaciti na šinu, kao što je prikazano na slici 1.4. Model i tip PLC modula je fizički napisan na njegovoj prednjoj strani.

Kreiranje HMI radne stanice na korisničkom računaru se takođe radi pod opcijom *Hardware catalog* u desnom dijelu TIA razvojnog okruženja, te se odabere: *PC systems>PC general>PC station*. U HMI stanice se još mora ubaciti mrežna kartica iz: *Hardware catalog>Communication modules>PROFINET/Ethernet>IE general*, te aplikacija za izradu vizualnog dijela SCADA sistema: *Hardware catalog>SIMATIC HMI application>WinCC RT Advanced*.



**Slika 1.4:** PLC uređaj zajedno sa modulom napajanja i ulaznim i izlaznim modulima u razvojnog okruženju TIA Portal



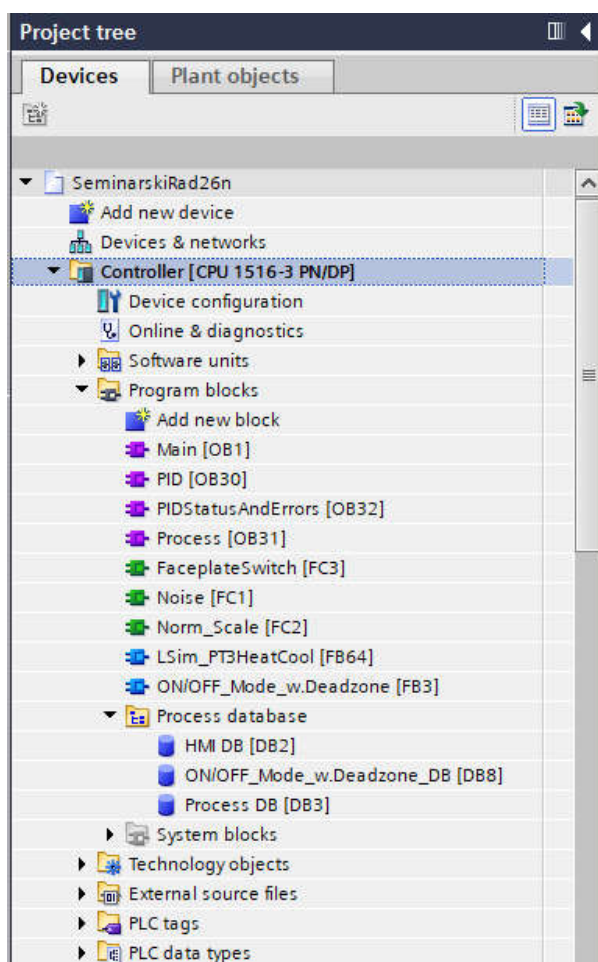
#### 1.4. Implementacija upravljanja u TIA Portal razvojnom okruženju

TIA Portal omogućava i simulaciju sistema upravljanja sa SCADA HMI radnom stanicom, pa je u ovom radu sistem upravljanja urađen kao simulacija. U praktičnom slučaju za razliku od simulacije bi imali odgovarajuće fizičke tagove za odgovarajuće ulaze i izlaze PLC-a, na koje su spojeni senzori i aktuatori sa objekta upravljanja.

Radi bolje preglednosti implementacija upravljanja koja se izvršava na PLC-a, je strukturirana modularno u organizacione blokove (*eng. Organisation Block*):

- FB (*eng. Function Block*),
- DB (*eng. Data Block*) i
- FC (*eng. Functions*) blokove.

FC-funkcije i DB-bloкови podataka su nazvani po svojoj ulozi u programu (slika 1.5). Organizacijski blok [OB] izvršava pozvane funkcije po prioritetu, odnosno redoslijedu mreže (network) u ladder diagramu, koji predstavlja izvorni kod.



**Slika1.5:** TIA Portal strukturni blokovi implementiranog upravljanja

U simulaciji je objekat upravljanja određen blokom LSim\_PT3HeatCool[FB64] i sa ostatkom ladder koda je naveden u OB-u Process[OB31] (slika 1.5). Ovaj kod je naveden u dodatku A.4. Blok objekta LSim\_PT3HeatCool je implementiran u vanskoj biblioteci blokova, odakle je i preuzet.

U PID[OB30] je konfigurisan PID regulator (PID\_temp), čiji je blok uzet iz *Instructions/Technology/Compact PID*.

Za ovaj blok je potrebno podesiti ciklus skeniranja (*cyclic time*), i obzirom na vremenke konstante objekta upravljanja izabrana je vrijednost 0,3 [sec].

Skaliranje odgovarajućih ulaza i izlaza te podešavanje PID-a se vrši u: *Technology objects/PID Temperature[DB1]/Configuration*, odnosno u: *Technology objects/PID Temperature[DB1]/Comissioning*. Ladder kod sa blokom PID regulatora je dat u dodatku A.2. U radu je implementirana mogućnost podešavanja PID-a sa HMI radne stanice, pa u bloku Main[OB1] (dodatak A.1, network 3 i 4) je implementiran izbor načina podešavanja regulatora. Pri automatskom podešavanju PID regulatora moguća je pojava greške, pri čemu blok PID-a na odgovarajućem izlazu emituje određeni broj. Blok PIDStatusAndErrors[OB32] vrši pretvaranje broja (kod) greške u odgovarajuću dijagnostičku poruku koja je razumljiva operateru koji vrši podešavanje PID-a sa radne stanice.

SeminarskiRad26n ▶ Controller [CPU 1516-3 PN/DP] ▶ Program blocks ▶ Process database ▶ HMI DB [DB2]

Keep actual values Snapshot Copy snapshots to start values Load start values a

**HMI DB**

|    | Name               | Data type     | Start value | Retain                   | Accessible f...                     | Writa...                            | Visible in ...                      | Setpoint                            |
|----|--------------------|---------------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | ▼ Static           |               |             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 2  | ▶ PID              | *tPID*        |             | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 3  | ▼ Global           | *tGlobal*     |             | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4  | Setpoint           | Int           | 0           | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 5  | OutputHeat         | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 6  | OutputCool         | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 7  | OutputHeat_PER     | Int           | 0           | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 8  | OutputCool_PER     | Int           | 0           | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 9  | OutputHeat_PWM     | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 10 | OutputCool_PWM     | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 11 | Input              | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 12 | Input_PER          | Int           | 0           | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 13 | ResetAll           | Bool          | false       | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 14 | ControlType        | Int           | 0           | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 15 | AirValveStatus     | Bool          | false       | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 16 | ▼ Process          | *tProcess*    |             | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 17 | InputHeat          | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 18 | InputCool          | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 19 | DisturbHeat        | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 20 | DusturbCool        | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 21 | Output             | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 22 | ValueErrorAlarm    | Int           | 0           | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 23 | AmbientTemperat... | Real          | 23.0        | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| 24 | ▶ ManualMode       | *tManualMode* |             | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 25 | Dedzone            | Real          | 0.0         | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 26 | ▶ Noise            | *tNoise*      |             | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

**Slika 1.6:** Dio tabele tagova korištenih u kodu koji se izvršava na PLC-u

Dvopozicioni regulator sa histerezom je implementiran u bloku ON/OFF\_Mode\_w.Deadzone[FB3]. Kod ovog regulatora kao i kod PID-a je moguć izbor odgovarajućeg ulaza (Input, Input\_PER) i izlaza (Output, Output\_PER), što je omogućeno korištenjem bloka Norm\_Scale[FC2] koji vrši odgovarajuće skaliranje pri korištenju

Input\_PER/Output\_PER ulaza/Izlaza. Izvorni ladder kod implementacije ovog regulatora je naveden u dodatku A.6.

Regulator upravljačkim signalom djeluje posredstvom dva ventila na dotok toplote u radijatore klima uređaja. Ugaona brzina ventilatora uređaja i položaj klapni su automatski regulisani. Implementacija se nalazi u bloku PID[OB30] (dodatak A.2, mreže 7, 8, 9, 10, 11).

Za ventile i ventilator su u HMI interfejsu kreirane upravljače ploče (*eng. faceplate*) sa kojih je moguće direktno pojedinačno djelovati na ventile, odnosno ventilator. Ovo je implemetirano u bloku FaceplateSwitch[FC3] (dodatak A.3) i koji je upotrijebljen u mrežama 6, 7, 8 u bloku Main[OB1].

Na objektat upravljanja djeluje temperaturni poremećaj u obliku šuma, koji je simuliran, a implementiran je u Noise[FC1].

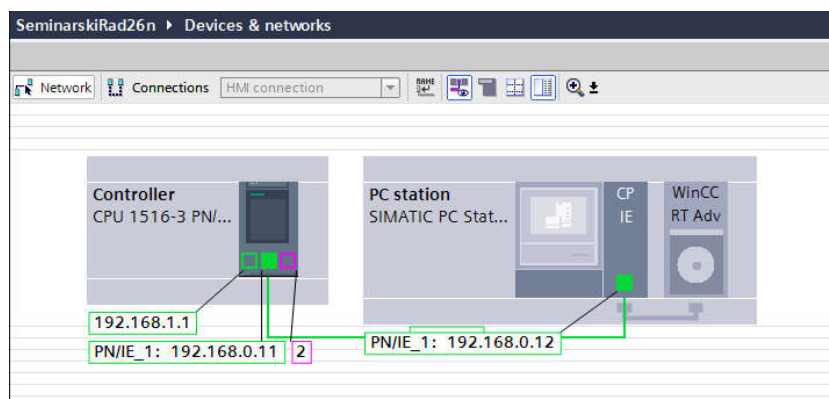
U implementiranom upravljanju koje se izvršava na PLC-u, se koriste odgovarajući tagovi koji su sistematski dokumentovani u Process database (slika 1.5). Zbog obima i ilustracije radi, na slici 1.6 je dat samo dio tabele tagova HMI\_DB. Ovi tagovi su u stvari adrese memoriskih lokacija radne memorije PLC-a.

### 1.5. Topologija mreže

Povezivanje PLC-a na kojem se izvršava algoritam upravljanja i PC računara na kome se izvršava SCADA aplikacija i dodjela odgovarajućih IP adresa je potrebna i u simulaciji.

S7-1500 PLC i PC računar fizički možemo povezati DP vezom ili ethernet vezom. Ethernet veza je fleksibilnija i pruža veću brzinu. Za programsko povezivanje PLC-a i PC računara na kojem se izvršava SCADA aplikacija, ovim uređajima moramo dodijeliti IP adrese. Da bi se mogla ostvariti ispravna komunikacija, svi uređaji se moraju nalaziti u ustom subnetu. Adresu mreže i veličinu subnet grupe možemo provjeriti na računaru tako da pod *Search>Command prompt* upišemo "ipconfig" komandu. U ovom slučaju adresa mreže je 192.168.0.0 a maska je 255.255.255.0, stoga možemo za uređaje koristiti sve adrese od 192.168.0.1 do 192.168.0.254. Za IP adresu PLC-a je izabrana 192.168.0.11, a za PC računar je 192.168.0.12.

Preostalo je još u *Network view* prozoru podesiti komunikacijsku vezu između uređaja tako da se odabere zeleni priključak na modulu PLC-a i povuče na zeleni priključak IE general modula PC računara pri čemu će biti generisana Profinet veza nazvana PN/IE\_1, kao na slici 1.7. U praktičnom slučaju da bi PLC i računar komunicirali ethernetom potrebno je odabrati mrežni adapter računala (TCP/IP opcija). Uređaji su sad fizički i programski povezani u mrežu.



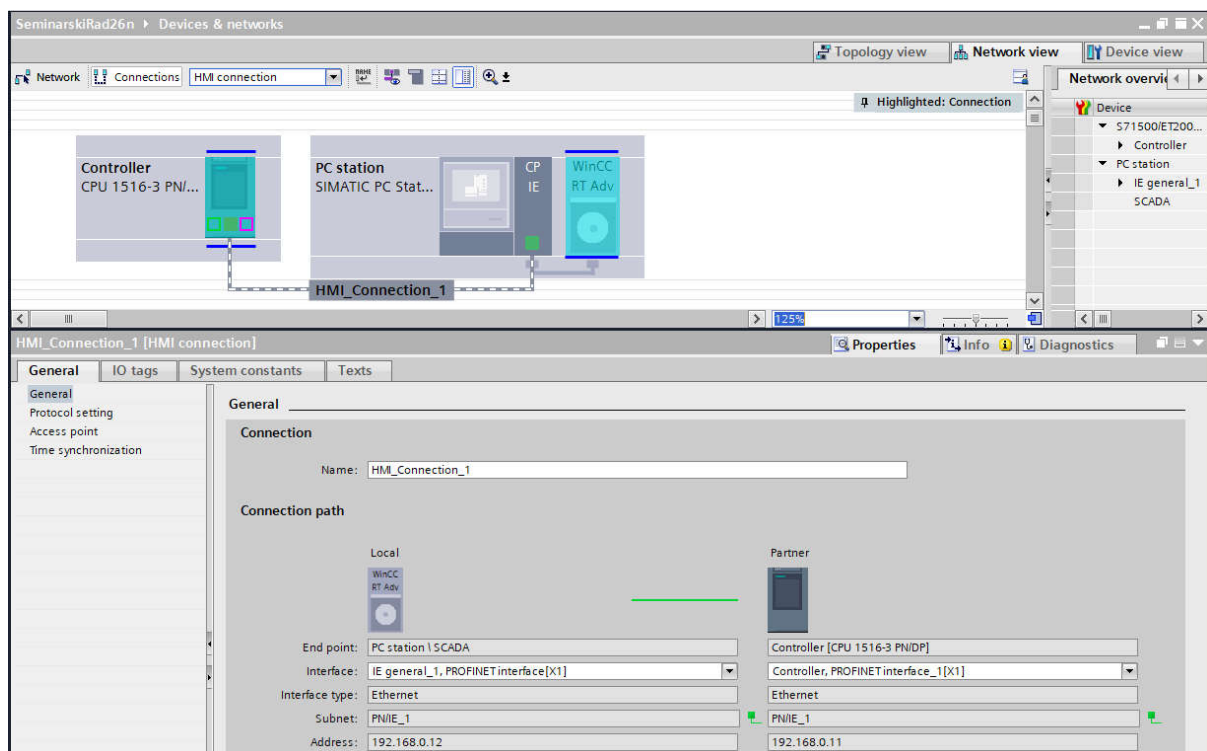
**Slika 1.7:** Mreža PLC modula i PC računara na kojem se izvršava SCADA aplikacija

## 2. Implementacija korisničkog interfejsa

Za izradu HMI interfejsa u SCADA sistemu je korišten *WinCC RT Advanced* program unutar *TIA Portal* v16. Obzirom da je PC stanica s *WinCC RT Advanced* već kreirana, meni *Project tree* sadrži mapu HMI RT u kojoj se nalaze opcije za izradu HMI interfejsa.

### 2.1. HMI konekcija i HMI tagovi

Da bi se ostvarila veza između PC stanice na kojem se izvršava SCADA aplikacija i podataka radnoj memoriji PLC-a, potrebno je napraviti HMI konekciju. Svrha ove konekcije, pored ostalog, je da se aktuelni podaci prikupljeni sa senzora mogu vizuelno prikazati na HMI interfejsu. Unutar *Project tree* menija potrebno je odabrati: *Devices & networks>Network view>Connections* te povezati S7-1516 PN/DP sa *WinCC RT Advanced*. Uspješno kreirana konekcija prikazana je na slici 2.1.



**Slika 2.1:** Uspostavljanje HMI konekcije

Pri radu sa HMI tagovima prvo je potrebno kreirati i imenovati tag tabelu u mapi: *HMI tags>Add new tag table*. Potom se tagovi povežu prethodno kreiranom HMI konekcijom i odabirom tagova iz podatkovnih blokova, kao na slici 2.2. HMI tagovi se mogu i automatski generisati dodjeljivanjem odgovarajućeg PLC taga elementu vizualizacije na ekranu HMI interfejsa. Svaki podatak ispravno povezan HMI konekcijom se čita i upisuje u tagove PLC-a.

SeminarskiRad26n > PC station [SIMATIC PC station] > SCADA [WinCC RT Advanced] > HMI tags > Default tag table [86]

HMI tags System tags

Default tag table

| Name                          | e   | Connection       | PLC name   | PLC tag                     | Address | Access mode       | Acquisition cy... |
|-------------------------------|-----|------------------|------------|-----------------------------|---------|-------------------|-------------------|
| Blower_HC                     |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Process.Blower...  |         | <symbolic access> | 1 s               |
| Clock_25Hz                    |     | HMI_Connectio... | Controller | "Clock_2_5Hz"               |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_Blower                 | ate | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Blower             |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_Blower_Value           |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Blower.Value       |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Dedzone                |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Dedzone            |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Global_ControlType     |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.ControlT... |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_Global_Input           |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.Input       |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Global_OutputCool      |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.OutputC...  |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Global_OutputCool_P... |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.OutputC...  |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_Global_OutputHeat      |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.OutputH...  |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Global_OutputHeat_P... |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.OutputH...  |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_Global_ResetAll        |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.ResetAll    |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Global_Setpoint        |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Global.Setpoint    |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_ManualMode_Period      |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".ManualMode.P...    |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_ManualMode_Slider      |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".ManualMode.Sl...   |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Noise_Level            |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Noise.Level        |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_Error              |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.Error          |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_PID_ErrorAck           |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.ErrorAck       |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_ErrorBits          |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.ErrorBits      |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_PID_ErrorSet           |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.ErrorSet       |         | <symbolic access> | 100 ms            |
| HMI_DB_PID_Mode               |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.Mode           |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_ModeActivate       |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.ModeActiva...  |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_OutputCool         |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.OutputCool     |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_OutputHeat         |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.OutputHeat     |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_State              |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.State          |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_TuningRuleCooling  |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.TuningRule...  |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_TuningRuleHeating  |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.TuningRule...  |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_TuningSelect       |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.TuningSelect   |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_PID_TuningStateError   |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".PID.TuningState... |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Process                | s   | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Process            |         | <symbolic access> | 1 s               |
| HMI_DB_Process_AirValve1      |     | HMI_Connectio... | Controller | "HMI DB".Process.AirValve1  |         | <symbolic access> | 100 ms            |

Slika 2.2: Isječak iz HMI tabele tagova

## 2.2. Ekran

Ekran su glavni elementi vizualizacije sistema na koje dodajemo grafičke elemente SCADA sistema. *TIA Portal* sadrži svoju grafičku bazu različitih elemenata često korištenih u industriji, ali je omogućeno i ubacivanje vlastitih grafičkih elemenata po potrebi. Svaki grafički element ubačen na ekran ima mogućnost promjene parametara (veličina, boja, prikaz, sigurnost, itd.), animacije i događaj koji određuje njegovo ponašanje ako je povezan s tagom. Implementirani HMI interfejs ovog rada ima sljedeće ekrane:

- Process\_Graphics: gdje su prikazani ventili, izmjenjivači toplote, ventilatori, senzori, klapne i njihova stanja.
- Root\_Screen: koji predstavlja ekran trendova.
- Data\_Logs\_Screen: gdje su prikazani zabilježeni historijski podaci o alarmima, događajima i vremenski dijagrami upravljačkih i procesnih varijabli.
- PID\_Tuning\_Screen: koji predstavlja interfejs koji ovlaštenom operateru daje mogućnost podešavanja PID regulatora.
- Alarms: ekran alarma greški i upozorenja.
- Diagnostics: ekran dijagnostičkih poruka.
- Events: ekran alarma događaja.

Te pop-up ekrane:

- PID\_Parameters: ekran za ručni unos PID parametara.
- PWM\_Parameters: ekran za ručni unos PWM frekvencije i minimalnog trajanja impulsa.



- Valve1\_FP\_Screen, Valve2\_FP\_Screen, Blower\_FP\_Screen: ekrani upravljačkih ploča ventila i ventilatora.
- Alarm\_Tresholds: ekran za zadavanje pragova aktivacije alarma odabranih tagova.

### 2.2.1. Grafika procesa

Grafika procesa je HMI grafički interfejs implementiran u ekranu Process\_Graphics, gdje su prikazani i vizualizirani ventili, izmjenjivači toplote, ventilatori, senzori, klapne i njihova stanja. Ovaj interfejs je prikazan na slici 2.3, gdje osim pomenutih grafičkih elemenata se nalaze i komandni tasteri. Grupa tastera *Control mode* omogućava izbor algoritma upravljanja. Kod izbora PID regulatora pojavljuje se i prekidač koji omogućava izbor između analognog i PWM izlaza regulatora (upravljačkog signala). Za izabrani ON/OFF regulator se pojavljuje polje za upis širine histereze.

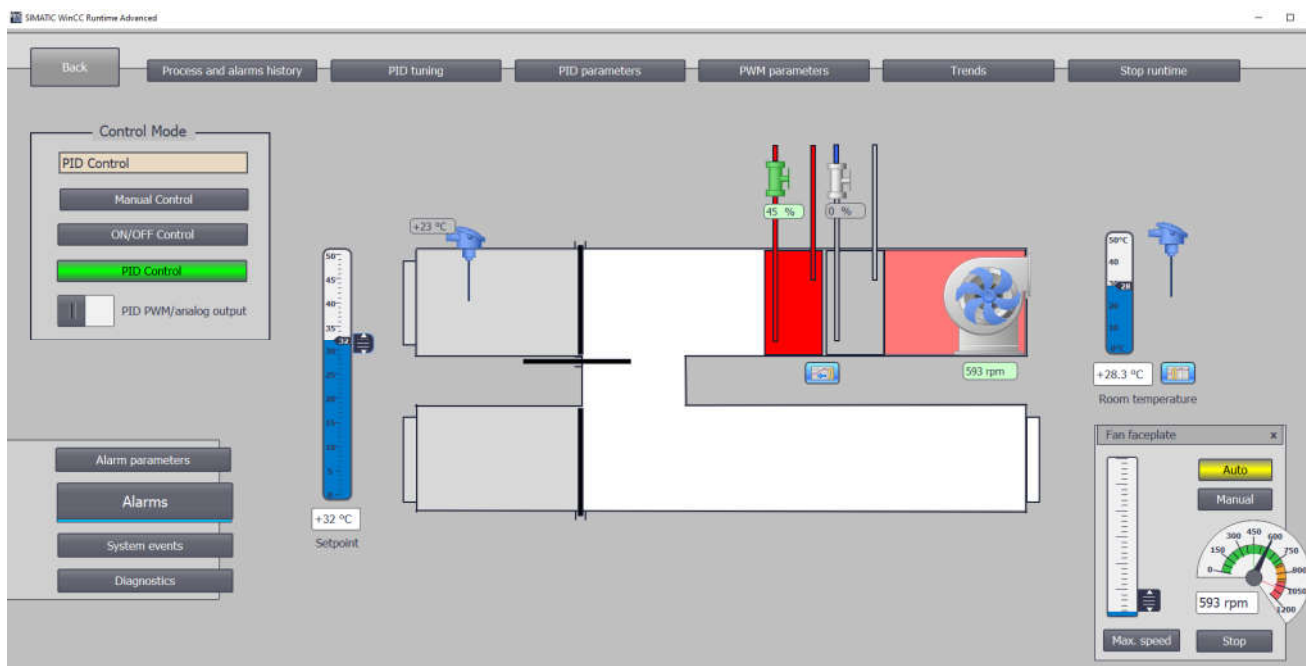
Pošto je ekran trendova izabran kao polazni (*eng. root*) pritiskom na dugme *Back* pojavljuje se ekran trendova. Pojavom alarmnog stanja dugme *Alarms* blinka žutom ili crvenom bojom u zavisnosti od detektovanog alarmnog stanja (*greška* - crvena, *upozorenje* - žuta boja).

Lijeva klizna skala (*eng. slider*) omogućava zadavanje referentne vrijednosti temperature prostorije, a desna skala prikazuje trenutnu vrijednost temperature prostorije (koja predstavlja procesnu varijablu).

Vanjsku (ambijentalnu) temperaturu mjeri senzor pričvršćen na kućištu klima uređaja. Pošto je u pitanju simulacija, ovu temperaturu možemo zadati u polju postavljenom lijevo pored grafičkog elementa senzora.

Boja ventila koji postaje aktivan (vrijednost protoka kroz ventil veća od nule) postaje zelena. Rad ventilatora je animiran i skripta sa kodom koji omogućava ovu animaciju je data u dodatku A.7. Klikom na jedan od ventila ili na ventilator pojavljuje se pop-up ekran koji vizualizira upravljačku ploču odgovarajuće komponente sistema upravljanja. Upravljačka ploča za ventilator je prikazana u donjem desnom uglu na slici 2.3. U slučaju izbor manualnog moda, klizna skala kojom zadajemo brzinu ventilatora, postaje aktivna. Slična upravljačka ploča je kreirana i za ventile.

Klapne kontrolišu izbor dotoka zraka. Npr., ako je ambijentalna temperatura veća od temperature prostorije, a zadana temperatura je veća od trenutne temperature prostorije, tada se otvaraju klapne koje omogućavaju dotok toplijeg vanskog zraka, a horizontalna klapna se zatvara. Na ekranu grafike procesa je implementirana i animacija položaja klapni. Upravljanje i logika koja određuje položaj klapni je implementirana u bloku PID[OB30] (dodatak A.2).



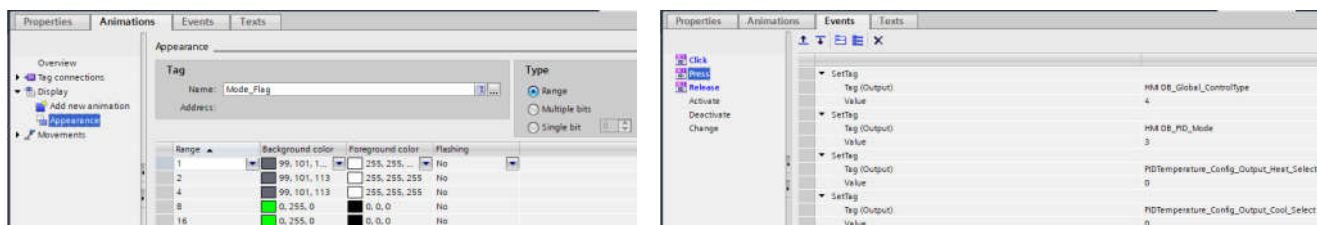
**Slika 2.3:** Ekran grafike procesa u simulaciji

### 2.2.2. Trendovi

Trendovi predstavljaju grafike funkcija vremena nekih interesantnih varijabli (tagova). Najčešće su to procesne varijable, njihove referentne vrijednosti i upravljačke varijable. Trendovi osiguravaju praćenje ponašanja procesa i nadziranje mogućih odstupanja. HMI grafički interfejs na kojem su prikazani trendovi je implementiran u polaznom ekranu Root\_Screen.

Na slici 2.4 predstavljeni su trendovi referentne temperature (siva), temperature prostorije (zelena kriva), upravljački signal grijanja (crvena) i upravljački signal hlađenja (plava). U tabeli ispod grafika trendova su date trenutne brojne vrijednosti pomenutih trendova. Potrebno je napomenuti da su trendovi za referentnu temperaturu i temperaturu prostorije (procesnu varijablu) dati u jedinicama °C, a upravljačke varijable su date u procentima njihove maksimalne vrijednosti.

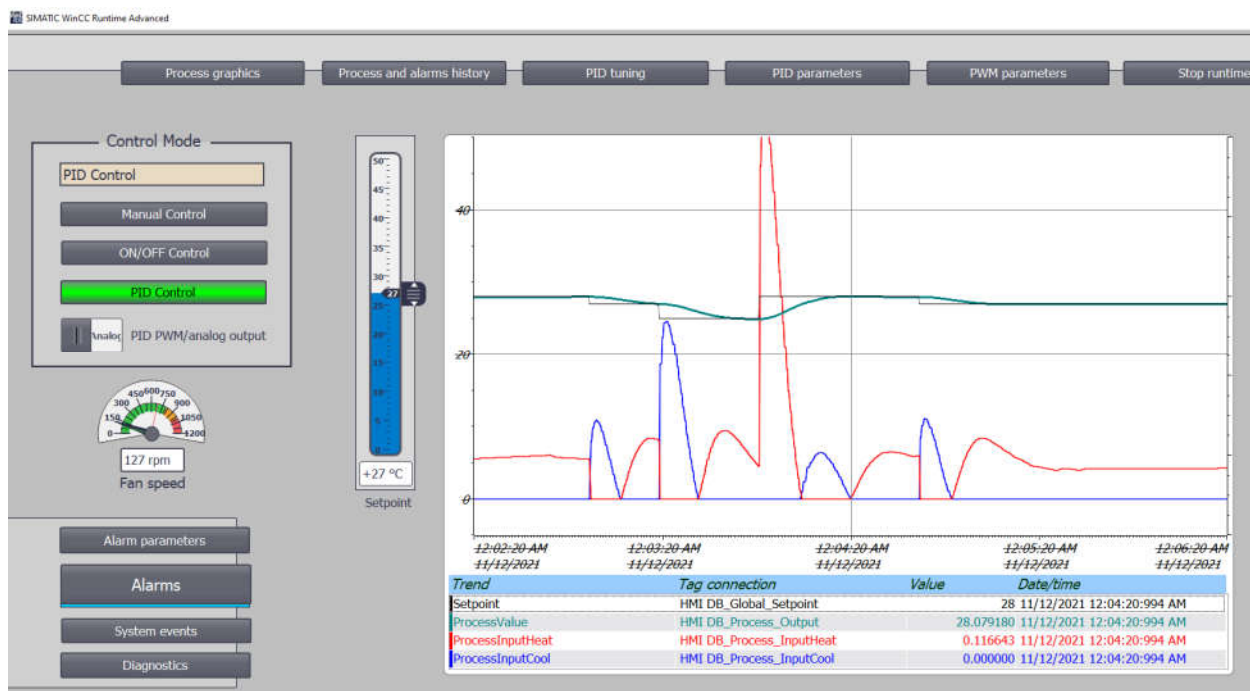
U ekranu trendova se nalaze komandni tasteri kao i u ekranu grafike procesa.



**Slika 2.5:** Konfigurisanje tastera PID Control, sa odgovarajućim tagovima

Kao primjer konfiguracije tastera, na slikama 2.5 je prikazano konfigurisanje tastera *PID Control*, sa odgovarajućim tagovima, kojom se omogućava zahtjevana funkcionalnost ovog tastera. Pritiskom na taster setuje se tag *Mode\_Flag* na vrijednost 8. Lijevo na slici 2.5 prikazano je

konfigurisanje tastera, tako da kada ovaj tag ima vrijednost 8 i 16, taster svijetli zelenom bojom. *Mode\_Flag* je setovan na 16 kada je odabran PWM izlaz PID-a (ova setovanja nisu prikazana na slici 2.5). Desno na slici 2.5 prikazano je konfigurisanje tastera, tako da kada se pritisne na ovaj taster, setuje se tag (*HMI\_DB\_Global\_ControlType*) koji određuje izbor regulatora (3-ON/OFF regulator, 4-PID), upravljački mod PID regulatora (0-neaktivni mod, 1-prepodešavanje, 2-fino podešavanje, 3-automatski mod, 4-manielni mod), PWM ili analogne upravljačke izlaze regulatora. Tag *Mode\_Flag* aktivira i diskretni alarm (br. 6) koji predstavlja događaj sistema, što je konfigurisano u tabeli na slici 2.7.



**Slika 2.4:** Ekran trendova za simulirani sistem upravljanja. Prikazani su trendovi referentne temperature (siva), temperatura prostorije (zeleni), upravljački signal grijanja (crveni), upravljački signal hlađenja (plava kriva)

### 2.2.3. Alarmi i događaji

Alarmi su upozorenja o nepravilnostima i greškama u radu sistema. Na ekranu Alarms sa slike 2.10 je *Alarm view* tabela koja je povezana sa tzv. alarm baferom i koja prikazuje aktuelne alarme sistema.

U TIA Portal mapi *HMI alarms* se vrši konfiguracija alarma, njihova klasifikacija i dodjela boje za određene klase. Tabela diskretnih alarma je prikazana na slici 2.7. Gotovo svi diskretni alarmi su svrstani u klasu događaja, koji se radi preglednosti prikazuju u ekranu System events. Tag koji ih trigeruje mora biti *integer* tipa, *trigger bit* je redni broj bita u binarnoj cifri koja predstavlja binarnu predstavu trigger taga. Vrijednost tolerance upravljanja koja određuje alarm *Control error* (slika 2.7) se zadaje u procentima iznosa referentne temperature i to u ekranu Alarm\_Tresholds predstavljenom na slici 2.6 (Control tolerance).



Alarm parameters

Enable manual entry

Setpoint low :  Setpoint high :

Setpoint too high :

Process value high :  Process value too high :

PID output cool :  PID output heat :

Fan too slow :  Fan stop working:

Delay :  Control tolerance :

**Slika 2.6:** HMI ekran koji omogućava zadavanje granica za aktiviranje analognih alarma

Za analogne alarme (slika 2.8) se postavljaju donja u gornja granica, čijim se prelaskom aktivira odgovarajući alarm. Donja i gornja granica se zadaju iz HMI ekrana Alarm\_Tresholds (slika 2.6), za što treba imati određena ovlaštenja, pa se pri pokušaju mijenjanja vrijednosti granica pojavljuje kartica u kojoj je potrebno upisati lozinku.

| Discrete alarms |                       |   |               |                 |           |                  |
|-----------------|-----------------------|---|---------------|-----------------|-----------|------------------|
| ID              | Name                  | Alarm text  | Alarm class   | Trigger tag     | Trigge... | Trigger address  |
| 1               | Control error         | Greška upravljanja je van tolerancije.              | Warnings      | HMI_DB_Proc...  | 0         | "HMI_DB".Proc... |
| 2               | Manual control        | Manuelna regulacija.                                | System events | Mode_Flag       | 0         | 0                |
| 3               | Manual PWM control    | Manuelna PWM regulacija.                            | System events | Mode_Flag       | 1         | 1                |
| 4               | ON/OFF control        | ON/OFF automatska regulacija.                       | System events | Mode_Flag       | 2         | 2                |
| 5               | PID control           | PID automatska regulacija.                          | System events | Mode_Flag       | 3         | 3                |
| 6               | PID PWM control       | PID PWM automatska regulacija.                      | System events | Mode_Flag       | 4         | 4                |
| 7               | SP changed            | Promjena referentne vrijednosti.                    | System events | Setpoint_Cha... | 0         | 0                |
| 8               | PID Tuning            | Podešavanje PID regulatora je startovano.           | System events | Parameters_C... | 0         | 0                |
| 10              | PID parameters cha... | Aktiviran ručni unos PID parametara.                | System events | Parameters_C... | 1         | 1                |
| 11              | PWM parameters c...   | Aktiviran unos PWM parametara.                      | System events | Parameters_C... | 2         | 2                |
| 9               | PID Tuning Succesf... | Podešavanje PID regulatora je uspješno izvršeno...  | System events | PIDTemperat...  | 0         | PIDTemperat...   |
| 12              | PID tuning button     | Otvoren interfejs podešavanja PID regulatora.       | System events | Screen_Event... | 0         | 0                |
| 13              | PID parameters but... | Otvoren interfejs manualnog unosa parametara PID re | System events | Screen_Event... | 1         | 1                |
| 14              | PWM parameters b...   | Otvoren inerfejs unosa PWM parametara.              | System events | Screen_Event... | 2         | 2                |

**Slika 2.7:** Konfiguracijska tabela diskretnih alarma

| Analog alarms |                      |   |             |                        |                      |            |
|---------------|----------------------|---|-------------|------------------------|----------------------|------------|
| ID            | Name                 | Alarm text  | Alarm class | Trigger tag            | Limit                | Limit mode |
| 1             | SetpointLowAlarm     | Zadana temperatura je niska.                            | Warnings    | HMI_DB_Global_Setpoint | SetpointLowAlarm     | Lower      |
| 2             | SetpointHighAlarm    | Zadana temperatura je visoka.                           | Warnings    | HMI_DB_Global_Setpoint | SetpointHighAlarm    | Higher     |
| 3             | SetpointTooHighAl... | Zadana temperatura je jako visoka.                      | Errors      | HMI_DB_Global_Setpoint | SetpointTooHighAlarm | Higher     |
| 4             | PIDOutputHeat        | Maksimalno opterećenje sistema grijan Actuator overload |             | HMI_DB_PID_OutputHeat  | PIDOutputHeat        | Higher     |
| 5             | PIDOutputCool        | Maksimalno opterećenje sistema hlađe Actuator overload  |             | HMI_DB_PID_OutputCool  | PIDOutputCool        | Higher     |
| 6             | ProcesValueHigh      | Temperatura objekta je visoka.                          | Warnings    | HMI_DB_Process_Output  | ProcesValueHigh      | Higher     |
| 7             | ProcessValueTooHi... | Temperatura objekta je kritično visoka.                 | Errors      | HMI_DB_Process_Output  | ProcessValueTooHigh  | Higher     |
| 8             | FanTooSlow           | Ventilator se sporo okreće.                             | Warnings    | HMI_DB_Blower.Value    | FanTooSlow           | Lower      |
| 9             | FanStopWorking       | Ventilator se ne okreće.                                | Errors      | HMI_DB_Blower.Value    | FanStopWorking       | Lower      |

**Slika 2.8:** Konfiguracijska tabela analognih alarma

Alarmi mogu biti dolazni (*eng. Incoming, I*) i odlazni (*eng. Outgoing, O*). Dolazni alarmi su oni koji trenutno zadovoljavaju uslove alarma, odnosno greška ili upozorenje sistema je još uvijek aktivno. U tabeli na slici 2.9 se vrši dodjela boja alarmima. Kao primjer navedimo dodjelu boja *Errors* klasi alarma (prvi red na slici 2.9): Dolazni alarmi blinkaju crvenom bojom (slika 2.10). Dolazni alarmi nakon potvrde operatera (*eng. Acknowledgement, A*) mijenjaju boju u narančastu te se i dalje nalaze u tablici na listi aktivnih alarma. Odlazni alarmi su oni koji više ne zadovoljavaju uslove alarma, ali se i dalje nalaze na listi aktivnih alarma, ako nisu potvrđeni od strane operatera. Njihova boja je plava. Dolazni-odlazni alarmi koji su potvrđeni ( *(IO)A* ) imaju zelenu boju. Za određene klase alarma (greške i neka od upozorenja) se u posebnoj mapi određuje da li je potrebna njihova potvrda. Potvrda alarma se vrši klikom na alarm u tabeli na slici 2.10 i klikom na taster u donjem desnom uglu.

| Alarm classes |                    |                                   |                              |            |             |            |             |          |  |
|---------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------|-------------|------------|-------------|----------|--|
| Display...    | Name               | State machine                     | Log                          | ...        | I           | I/O        | I/A         | I/O/A    |  |
| !             | Errors             | Alarm with single-mode acknowl... | Alarm_log                    |            | 255, 2...   | 0, 25...   | 255, ...    | 15...    |  |
|               | Events             | System events                     | Alarm without acknowledgment | Events_Log | 153, 2...   | 153, 20... | 204, 255... | 204, ... |  |
|               | Warnings           | Alarm without acknowledgment      | Alarm_log                    |            | 255, 2...   | 204, 25... | 255, 255... | 255, ... |  |
| A             | Acknowledgement    | Alarm with single-mode acknowl... | <No log>                     |            | 255, 0, ... | 255, 0, 0  | 255, 255... | 255, ... |  |
| NA            | No Acknowledgem... | Alarm without acknowledgment      | <No log>                     |            | 255, 0, ... | 255, 0, 0  | 255, 255... | 255, ... |  |
|               | Overload           | Actuator overload                 | Alarm without acknowledgment | Events_Log | 255, 1...   | 255, 15... | 255, 255... | 255, ... |  |
| \$            | System             | Alarm without acknowledgment      | <No log>                     |            | 255, 2...   | 255, 25... | 255, 255... | 255, ... |  |
| 57            | Diagnosis events   | Alarm without acknowledgment      | <No log>                     |            | 255, 2...   | 255, 25... | 255, 255... | 255, ... |  |

**Slika 2.9:** Konfiguracijska tabela dodjele signalnih boja za određene klase alarma

| Alarms  |            |            |                                   |  |  |   |
|---------|------------|------------|-----------------------------------|--|--|---|
| No.     | Time       | Date       | Status                            | Text                                     | Ackno                                    |   |
| Ov... 5 | 4:17:10 PM | 11/11/2021 | I                                 | Maksimalno opterećenje sistema hlađenja. | 0  |   |
| 2       | 4:17:09 PM | 11/11/2021 | (I)O                              | Zadana temperatura je visoka.            | 0  |   |
| 1       | 4:17:09 PM | 11/11/2021 | I                                 | Greška upravljanja je van tolerancije.   | 0  |   |
| !       | 3          | 4:17:09 PM | 11/11/2021 (Incoming)Acknowledged | Outgoing                                 | Zadana temperatura je jako visoka.       | 0 |
| !       | 3          | 4:16:45 PM | 11/11/2021 (Incoming)Acknowledged |  | Zadana temperatura je jako visoka.       | 0 |
| !       | 7          | 4:16:15 PM | 11/11/2021 (Incoming)Acknowledged |  | Temperatura objekta je kritično visoka.  | 0 |
| !       | 7          | 4:15:58 PM | 11/11/2021 Incoming               |  | Temperatura objekta je kritično visoka.  | 0 |
| !       | 1          | 4:15:54 PM | 11/11/2021 (I)O                   |  | Greška upravljanja je van tolerancije.   | 0 |
| !       | 3          | 4:15:46 PM | 11/11/2021 Incoming               |  | Zadana temperatura je jako visoka.       | 0 |
| !       | 1          | 4:15:38 PM | 11/11/2021 I                      |  | Greška upravljanja je van tolerancije.   | 0 |
| 6       | 4:15:09 PM | 11/11/2021 | I                                 |  | Temperatura objekta je visoka.           | 0 |
| 2       | 4:15:04 PM | 11/11/2021 | I                                 |  | Zadana temperatura je visoka.            | 0 |
| 1       | 4:14:58 PM | 11/11/2021 | (I)O                              |  | Greška upravljanja je van tolerancije.   | 0 |
| Ov... 4 | 4:14:50 PM | 11/11/2021 | (I)O                              |  | Maksimalno opterećenje sistema grijanja. | 0 |

**Slika 2.10:** Ekran sa tabelom alarma (*Errors, Warnings*) iz simulacije

| System events |     |            |            |        |  |        |
|---------------|-----|------------|------------|--------|--|--------|
|               | No. | Time       | Date       | Status | Text   | Acknow |
| Events        | 13  | 4:08:37 PM | 11/11/2021 | I      | Otvoren interfejs manualnog unosa parametara PID regulatora. | 0      |
| Events        | 7   | 4:08:36 PM | 11/11/2021 | (I)O   | Promjena referentne vrijednosti.                             | 0      |
| Events        | 7   | 4:08:26 PM | 11/11/2021 | I      | Promjena referentne vrijednosti.                             | 0      |
| Events        | 5   | 4:07:57 PM | 11/11/2021 | I      | PID automatska regulacija.                                   | 0      |
| Events        | 2   | 4:07:57 PM | 11/11/2021 | (I)O   | Manuelna regulacija.   | 0      |
| Events        | 4   | 4:07:45 PM | 11/11/2021 | (I)O   | ON/OFF automatska regulacija.                                | 0      |
| Events        | 2   | 4:07:45 PM | 11/11/2021 | I      | Manuelna regulacija.   | 0      |
| Events        | 5   | 4:07:35 PM | 11/11/2021 | (I)O   | PID automatska regulacija.                                   | 0      |
| Events        | 4   | 4:07:35 PM | 11/11/2021 | I      | ON/OFF automatska regulacija.                                | 0      |
| Events        | 6   | 4:07:33 PM | 11/11/2021 | (I)O   | PID PWM automatska regulacija.                               | 0      |
| Events        | 5   | 4:07:33 PM | 11/11/2021 | I      | PID automatska regulacija.                                   | 0      |
| Events        | 6   | 4:07:28 PM | 11/11/2021 | I      | PID PWM automatska regulacija.                               | 0      |
| Events        | 5   | 4:07:28 PM | 11/11/2021 | (I)O   | PID automatska regulacija.                                   | 0      |
| Events        | 7   | 4:07:00 PM | 11/11/2021 | (I)O   | Promjena referentne vrijednosti.                             | 0      |

**Slika 2.11:** Ekran sa tabelom alarma (System events) iz simulacije

### 2.3. Arhiviranje podataka

Konfiguracija postavki koje omogućavaju arhiviranje podataka vrši se u TIA Portal mapi *Historical data*. U polju *Data logs* se vrši konfigurisanje arhiviranja trendova. Ovdje se imenuju skupovi tagova (prva kolona u tabeli na slici 2.12). U drugoj koloni ove tabele se izabire lokacija gdje se vrši arhiviranje, a koja može biti fajl ili baza podataka.

U prvoj tabeli na slici 2.13 vrši se imenovanje tagova koji pripadaju skupu iz prvog reda sa slike 2.12. Ovdje se vrši određivanje oblasti kojoj pripadaju brojne vrijednosti određenog taga. Arhiviranje podataka taga se vrši kada te vrijednosti pripadaju određenoj oblasti ili kada leže van nje, što se konfigurira u koloni 7 tabele 2.13. Oblast je određena donjom i gornjom granicom, čije se brojne vrijednosti ili tagovi upisuju u kolonu 5 i 6 ove tabele. U ovom radu ova oblast nije zadana, pa se vrši cjelokupno arhiviranje vrijednosti tagova HMI\_DB\_Global\_Setpoint, HMI\_DB\_Global\_Process\_Output, HMI\_DB\_Process\_InputHeat, HMI\_DB\_Process\_InputCool (prva i druga tabela sa slike 2.13)

Slično konfigurisanje vrijedi i za arhiviranje alarma (slika 2.14).

Tagovi i alarmi koji se arhiviraju postaju markirani u tag tabeli, odnosno u tabeli alarma.

| Data logs |                                   |                  |                      |     |                    |                     |                |     |  |
|-----------|-----------------------------------|------------------|----------------------|-----|--------------------|---------------------|----------------|-----|--|
| ...       | Name                              | Storage location | Data records per log | ... | Data source mode   | Name of data source | Logging method | ... | Enable l...  |
|           | ControllerOutputs_AnalogData_Log  | Database         | 1000                 | ... | User-defined na... | Database_Archive    | Circular log   | ... | <input checked="" type="checkbox"/> Append data to existing l... |
|           | ProcessOutputAndSetpoint_Analo... | Database         | 1000                 | ... | User-defined na... | Database_Archive    | Circular log   | ... | <input checked="" type="checkbox"/> Append data to existing l... |

**Slika 2.12:** Tabela u kojoj se vrši konfigurisanje arhiviranja podataka

| Logging tags |                      |                          |                  |               |                          |
|--------------|----------------------|--------------------------|------------------|---------------|--------------------------|
| ...          | Name                 | Process tag              | Acquisition mode | Logging cycle | Range for logging limits |
|              | ProcessInputCool_Log | HMI_DB_Process_InputHeat | Cyclic           | 1 s           | Within deadband          |
|              | ProcessInputHeat_Log | HMI_DB_Process_InputCool | Cyclic           | 1 s           | Within deadband          |

| Logging tags |              |                        |                  |               |                          |
|--------------|--------------|------------------------|------------------|---------------|--------------------------|
| ...          | Name         | Process tag            | Acquisition mode | Logging cycle | Range for logging limits |
|              | Process_Log  | HMI_DB_Process_Output  | Cyclic           | 1 s           | Within deadband          |
|              | Setpoint_Log | HMI_DB_Global_Setpoint | Cyclic           | 1 s           | Within deadband          |

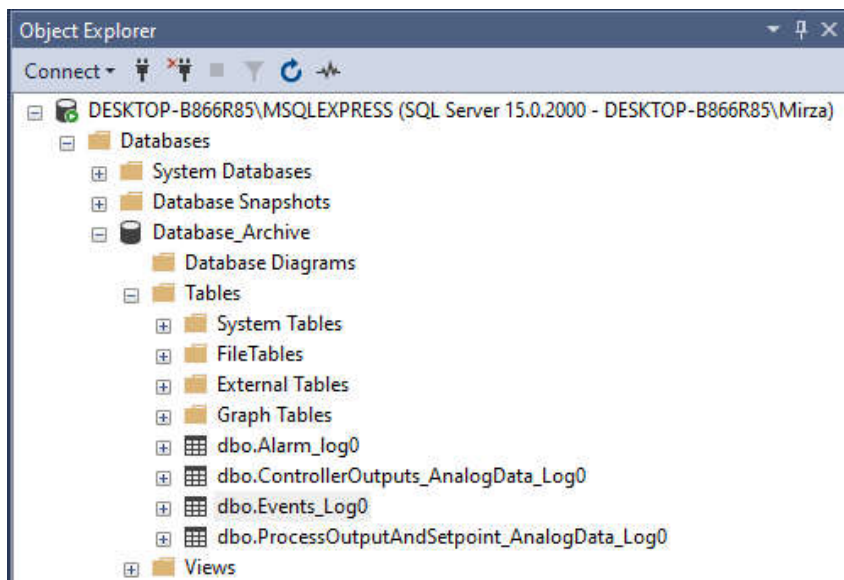
**Slika 2.13:** Tabela u kojoj se vrši konfigurisanje arhiviranja tagova koji pripadaju istom skupu tagova



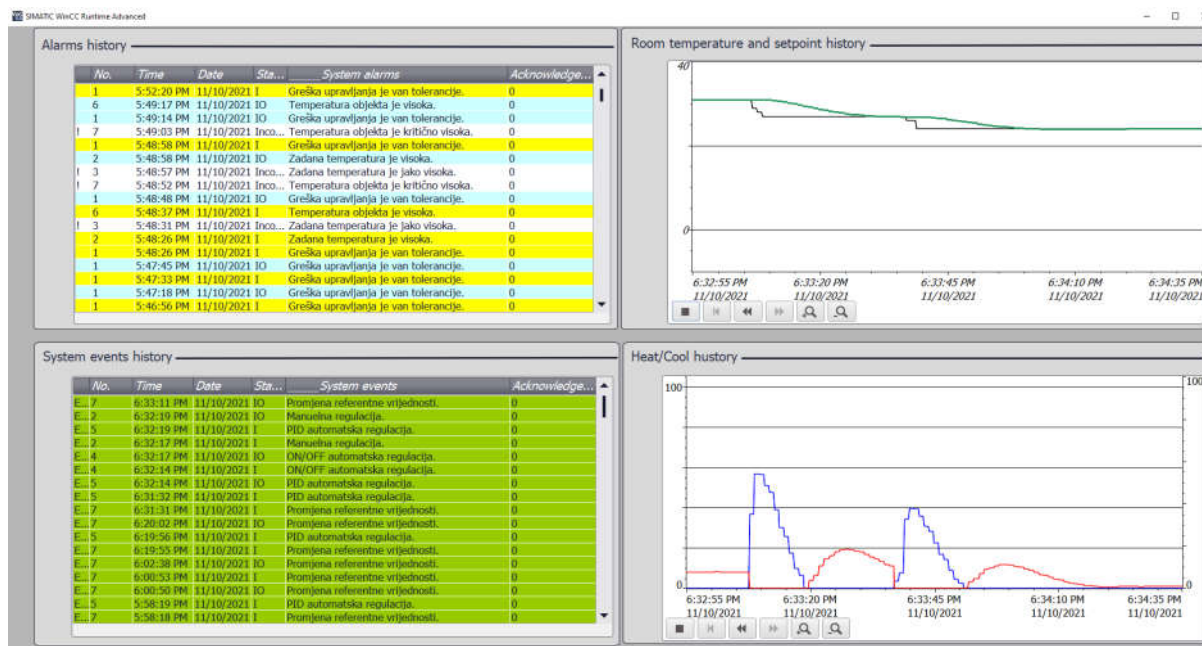
| Alarm logs |                 |                  |              |                     |                                     |                |                                     |                              |  |
|------------|-----------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|------------------------------|--|
| Name       | Number of da... | Storage location | Data source  | Name of data source | Log event tex...                    | Logging method | Enable logging at runtime st...     | Log handling at restart      |  |
| Alarm_log  | 500             | Database         | User-defined | Database_Archive    | <input checked="" type="checkbox"/> | Circular log   | <input checked="" type="checkbox"/> | Append data to existing l... |  |
| Events_Log | 500             | Database         | User-defined | Database_Archive    | <input checked="" type="checkbox"/> | Circular log   | <input checked="" type="checkbox"/> | Append data to existing l... |  |

**Slika 2.14:** Tabela u kojoj se vrši konfigurisanje arhiviranja alarma

U ovom radu za lokaciju gdje se vrši arhiviranje tagova i alarma izabrana je baza podataka, koja je nazvana *Database\_Archive* i njeno ime je potrebno upisati u koloni 5, tabele sa slika 2.12 i 2.14.



**Slika 2.15:** Mapa u SQL Server Management Studiu sa tabelama baze u koju se arhiviraju izabrane tagovi i alarmi



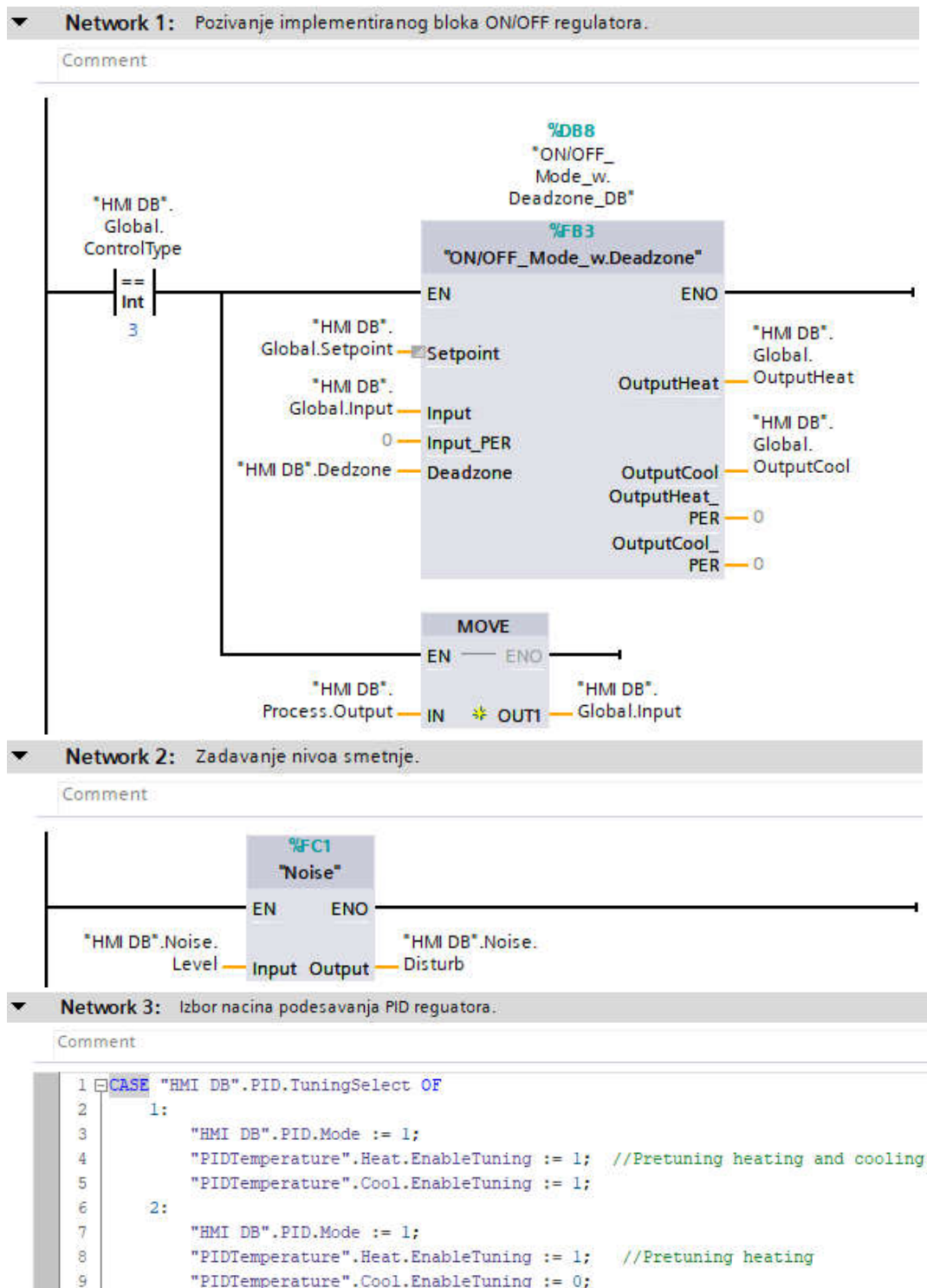
**Slika 2.16:** Ekran sa tabelama koje omogućavaju pregled arhiviranih alarma i trendova arhiviranih tagova iz simulacije

Prije prethodno navedenih konfiguracija u TIA Portalu, potrebno je instalirati a zatim konfigurirati bazu podataka. U ovom radu je izabrana *Microsoft SQL Server* (u ovom radu verzija 2019) baza podataka, instalirana na istom PC računar na kojem se izvršavaju i simulacija sistema upravljanja i implementirana SCADA aplikacija. Detaljan postupak konfiguracije baze je naveden u referenci [3]. Sem baze podataka potrebno je instalirati i aplikaciju *Microsoft SQL Server Management Studio* (u ovom radu verzija v.18.6), koja omogućava upravljanje bazom. Na slici 2.16 je dat izgled HMI ekrana *Data\_Logs\_Screen*, sa tabelama koje omogućavaju pregled arhiviranih alarma i trendova arhiviranih tagova.

## Dodatak

U ovom poglavlju je izložen izvorni kod strukturiran u organizacione blokove (OB) na koje se pozivalo u naslovu 1.4. Visual Basic skripta u A.7 se koristi u animaciji vrtnje ventilatora.

### A.1 Main [OB1]



```

10      3:
11          "HMI DB".PID.Mode := 1;
12          "PIDTemperature".Heat.EnableTuning := 0;    //Pretuning cooling
13          "PIDTemperature".Cool.EnableTuning := 1;
14      4:
15          "HMI DB".PID.Mode :=2;
16          "PIDTemperature".Heat.EnableTuning := 1;    //Fine tuning heating
17          "PIDTemperature".Cool.EnableTuning := 0;
18          "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.OutputOffsetCool := "HMI DB".PID.TunningOffset;
19
20      5: "HMI DB".PID.Mode :=2;
21          "PIDTemperature".Heat.EnableTuning := 0;    //Fine tuning cooling
22          "PIDTemperature".Cool.EnableTuning := 1;
23          "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.OutputOffsetHeat := "HMI DB".PID.TunningOffset;
24  END_CASE;

```

#### ▼ Network 4: Izbor regulatora.

Comment

```

1  CASE "HMI DB".PID.TuningRuleHeating OF
2      1:
3          "PIDTemperature".PIDSelfTune.SUT.TuneRuleHeat := 2;    //PID temp
4      2:
5          "PIDTemperature".PIDSelfTune.SUT.TuneRuleHeat := 0;    //PID
6          "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.TuneRuleHeat := 0;
7      3:
8          "PIDTemperature".PIDSelfTune.SUT.TuneRuleHeat := 1;    //PI
9          "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.TuneRuleHeat := 4;
10 END_CASE;
11
12 CASE "HMI DB".PID.TuningRuleCooling OF
13     1:
14         "PIDTemperature".PIDSelfTune.SUT.TuneRuleCool := 2;    //PID temp
15         "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.TuneRuleHeat := 0;
16     2:
17         "PIDTemperature".PIDSelfTune.SUT.TuneRuleCool := 0;    //PID
18         "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.TuneRuleCool := 0;
19     3:
20         "PIDTemperature".PIDSelfTune.SUT.TuneRuleCool := 1;    //PI
21         "PIDTemperature".PIDSelfTune.TIR.TuneRuleCool := 4;
22 END_CASE;

```

#### ▼ Network 5: Alarm tolerance za procesnu varijablu.

Aktiviranje alarma upozorenja ako je greška upravljanja van tolerance, koj zadajemo u procentima zadane vrijednosti.

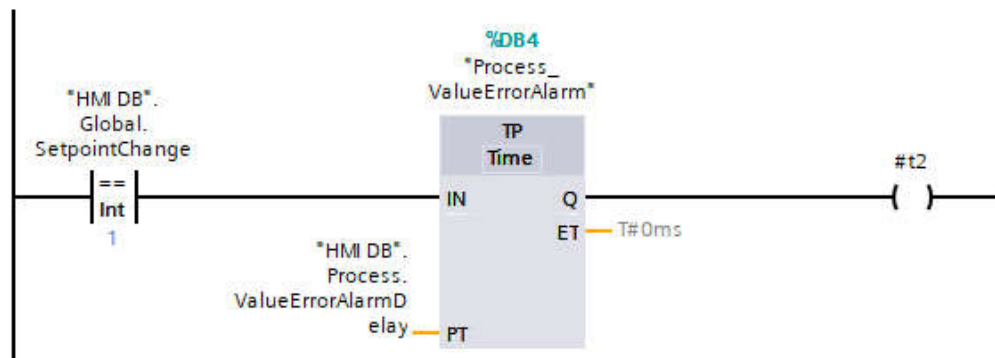
```

1  IF ABS("HMI DB".Global.Setpoint-"HMI DB".Process.Output )>=
2      ( ("HMI DB".Process.ValueErrorTolerance/100) * "HMI DB".Global.Setpoint THEN
3      "HMI DB".Process.ValueError := 1;
4  ELSE
5      "HMI DB".Process.ValueError := 0;
6  END_IF;

```

▼ **Network 6:** Onemogućavanje alarma za tranzijentni režim.

- ▼ Onemogućavanje alarma za tranzijentni režim koji nastupa nakon promjene referentne vrijednosti. Trajanje pulsa biramo u skladu sa vremenskom konstantom objekta upravljanja.



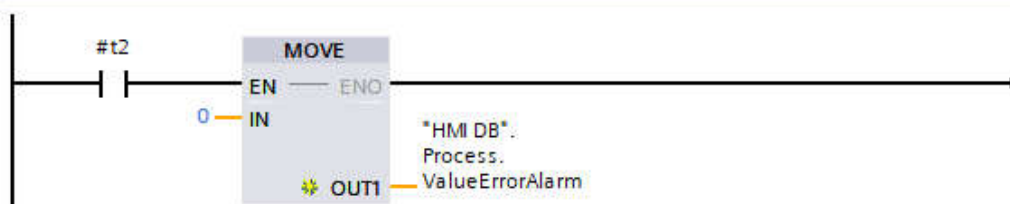
▼ **Network 7:** Onemogućavanje alarma za tranzijentni režim.

Comment



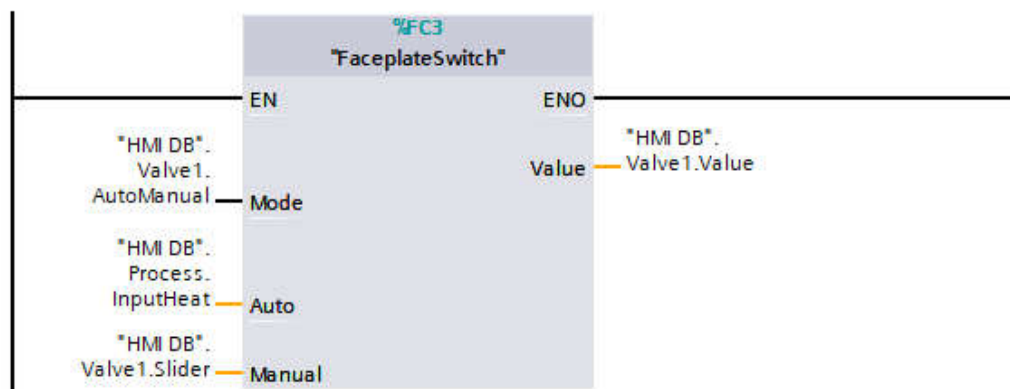
▼ **Network 8:** Onemogućavanje alarma za tranzijentni režim.

Comment



▼ **Network 9:** Ventil 1 (ventil grijanja).

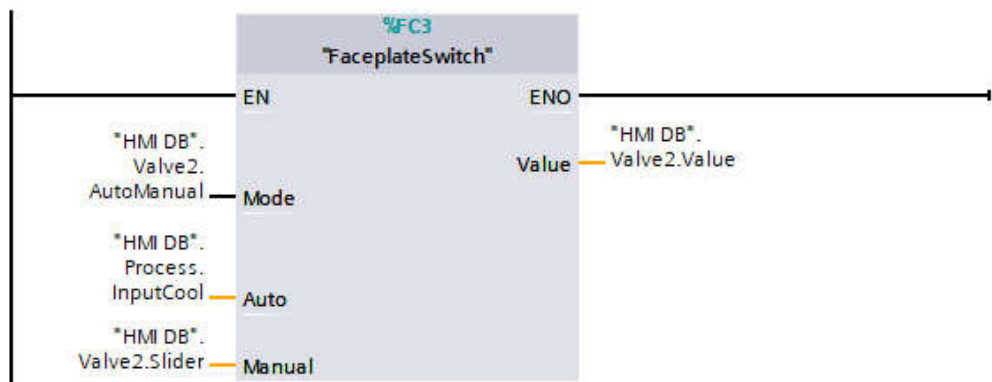
- ▼ Blok koji omogućava izbor između automatskog i manualnog moda ventila 1 na njegovom fejsplejtu.





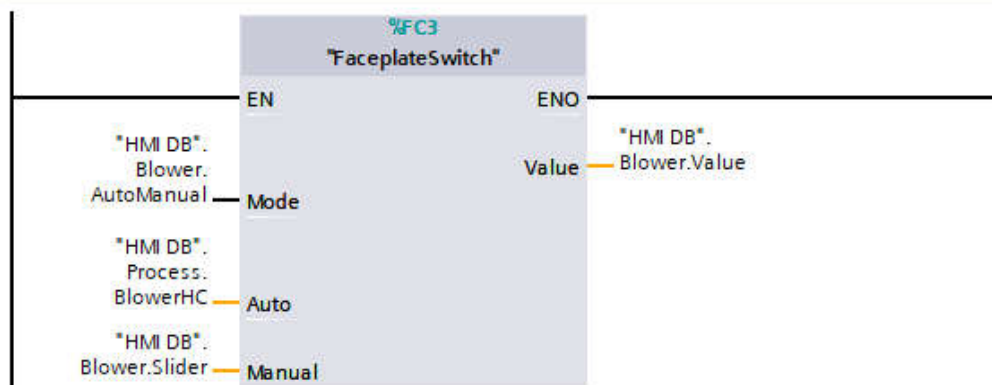
▼ **Network 10:** Ventil 2 (ventil hladjenja).

Comment



▼ **Network 11:** Ventilator.

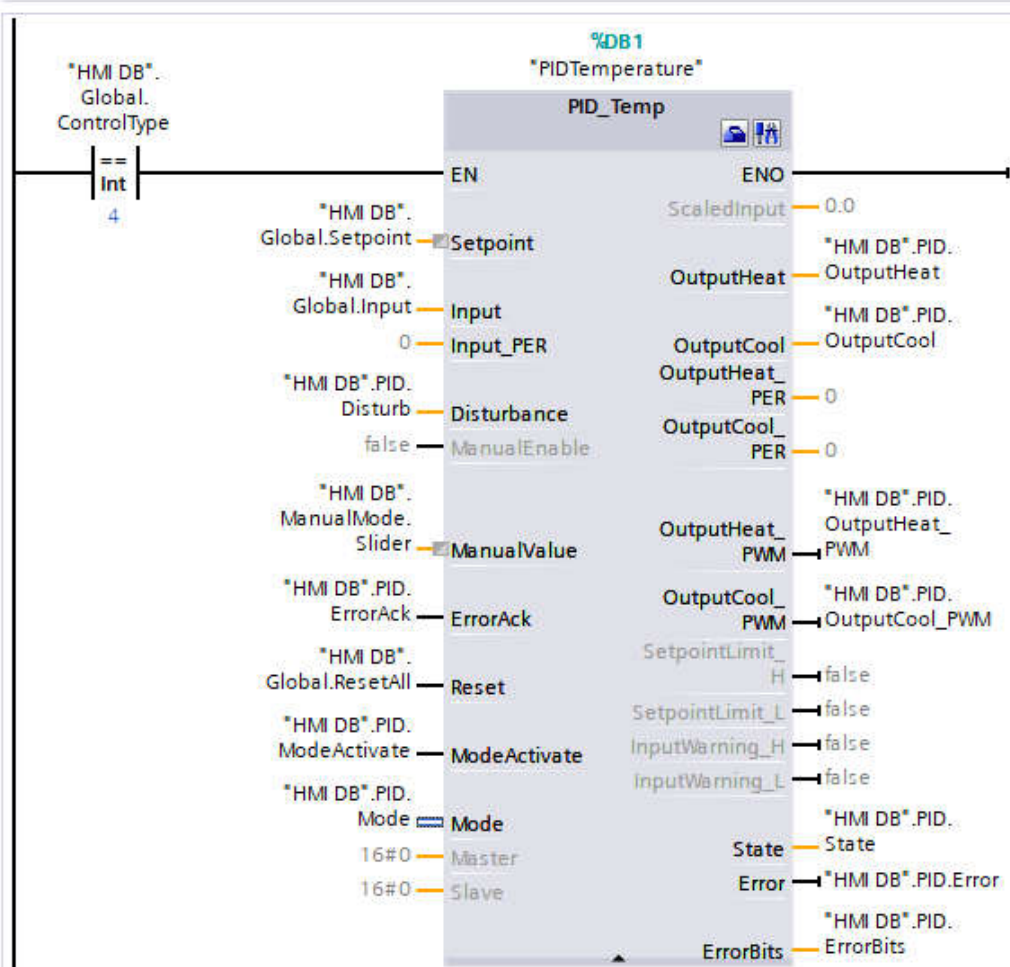
Comment



## A.2 PID [OB30]

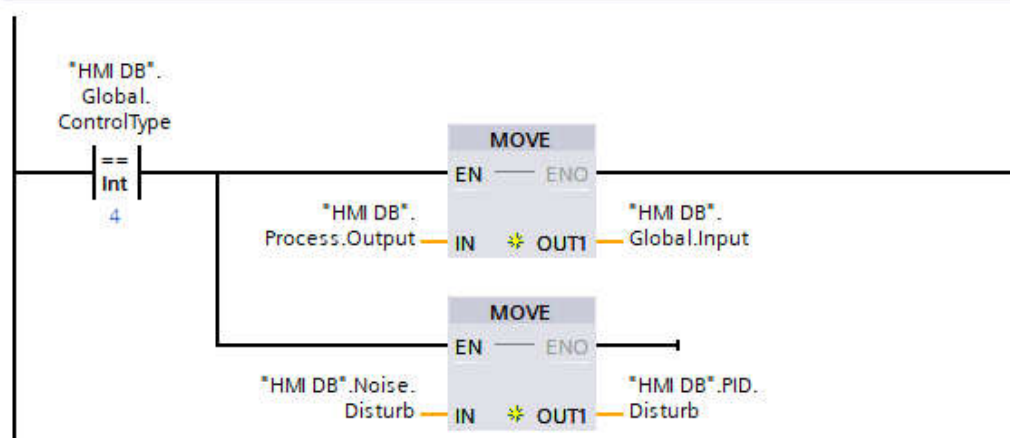
### Network 1: Temperaturi PID regulator.

Comment



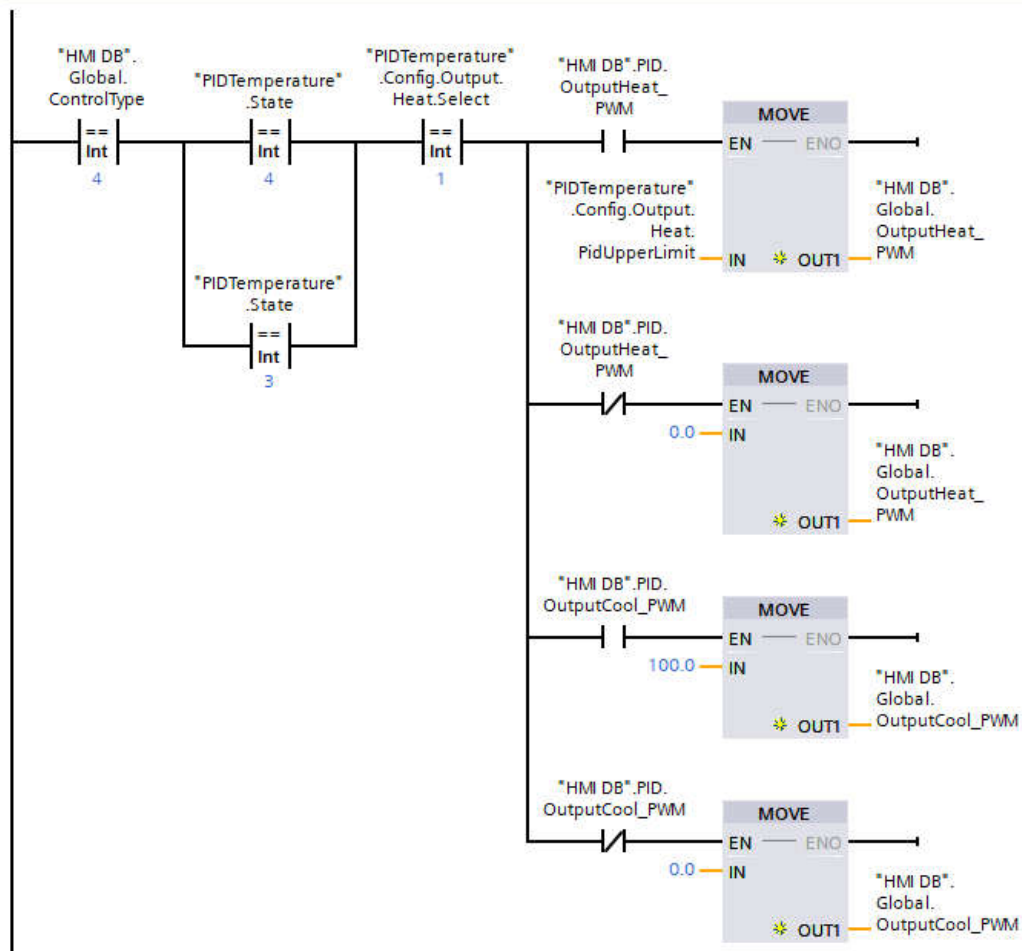
### Network 2: .....

Comment



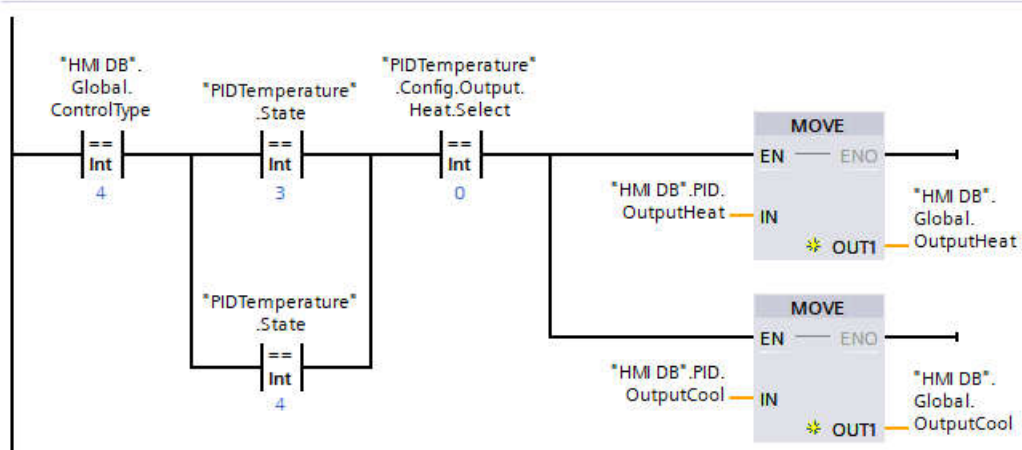
▼ **Network 3:** "Prespajanje" analognog i PWM izlaza PID-a, na tag upravljackog signala.

► Postoji u HMI moguće birati između analognog i PWM izlaza PID regulatora u mrežama 3, 4, i 5 se vrši "prespajanje" P...



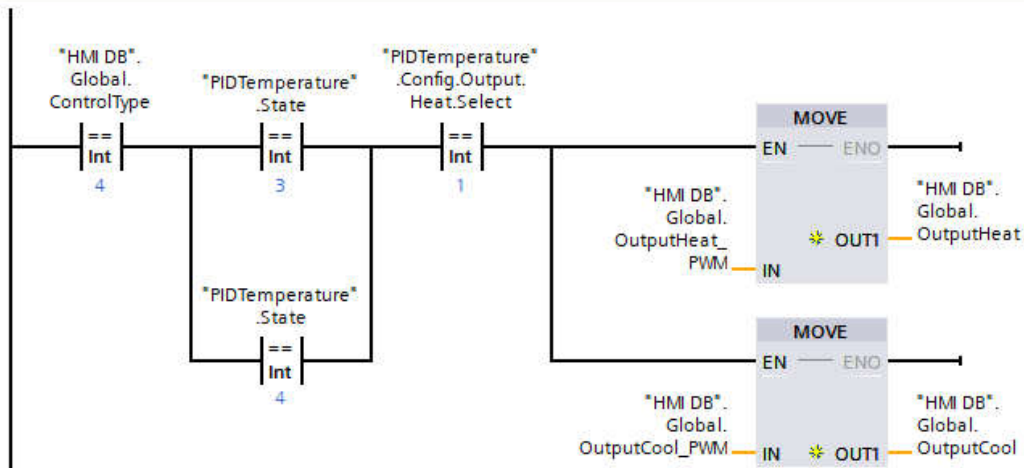
▼ **Network 4:** "Prespajanje" analognog i PWM izlaza PID-a, na tag upravljackog signala.

Comment



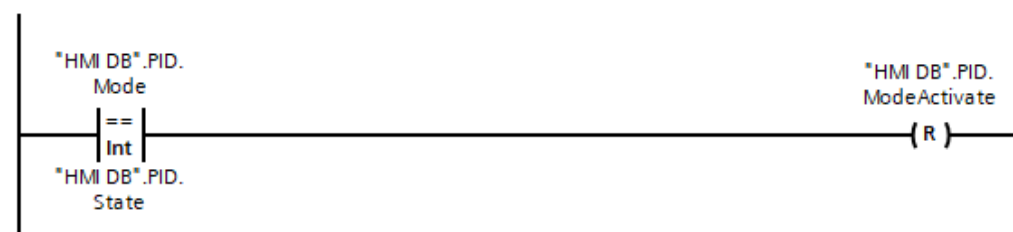
▼ **Network 5:** 'Prespajanje" analognog i PWM izlaza PID-a, na tag upravljackog signala.

Comment



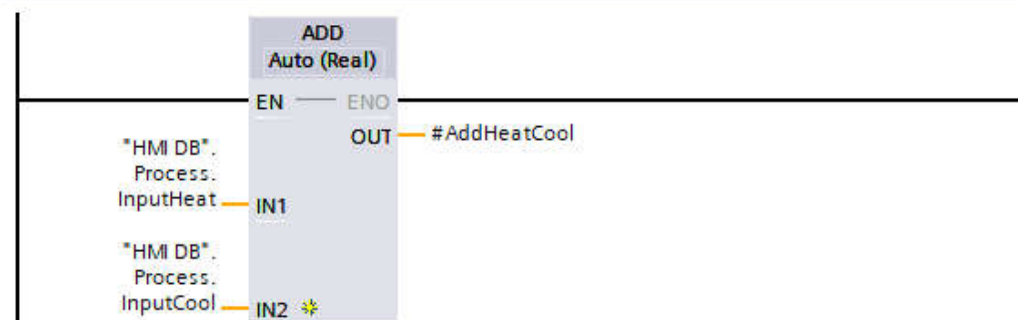
▼ **Network 6:** Reset ulaza PID-a koji vrsi aktiviranje odgovarajuceg moda rada bloka PID regulatora.

Comment



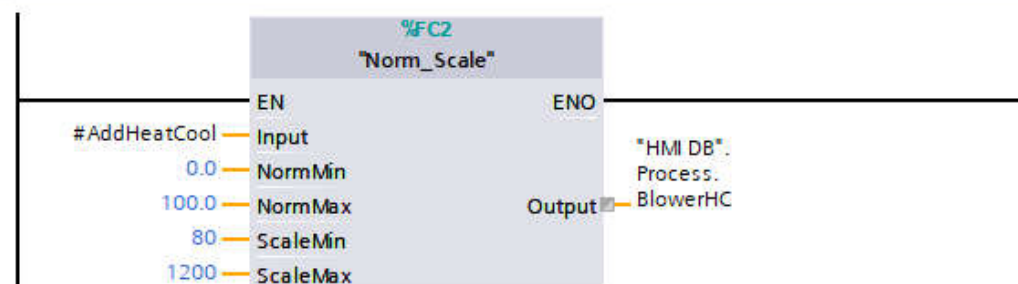
▼ **Network 7:** Zbir upravljackih tagova grijanja i hladjenja.

Comment



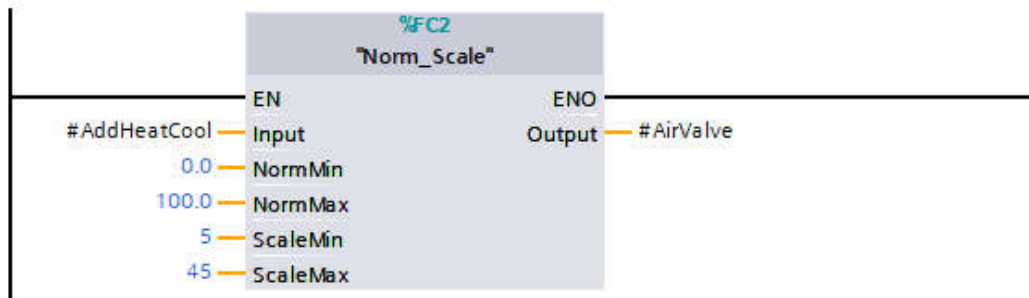
▼ **Network 8:** PID upravljanje ventilatora.

► Linearna zavisnost izmedju upravljackih promjenjivih grijanja i hladjenja i broja obrtaja ventilatora ...



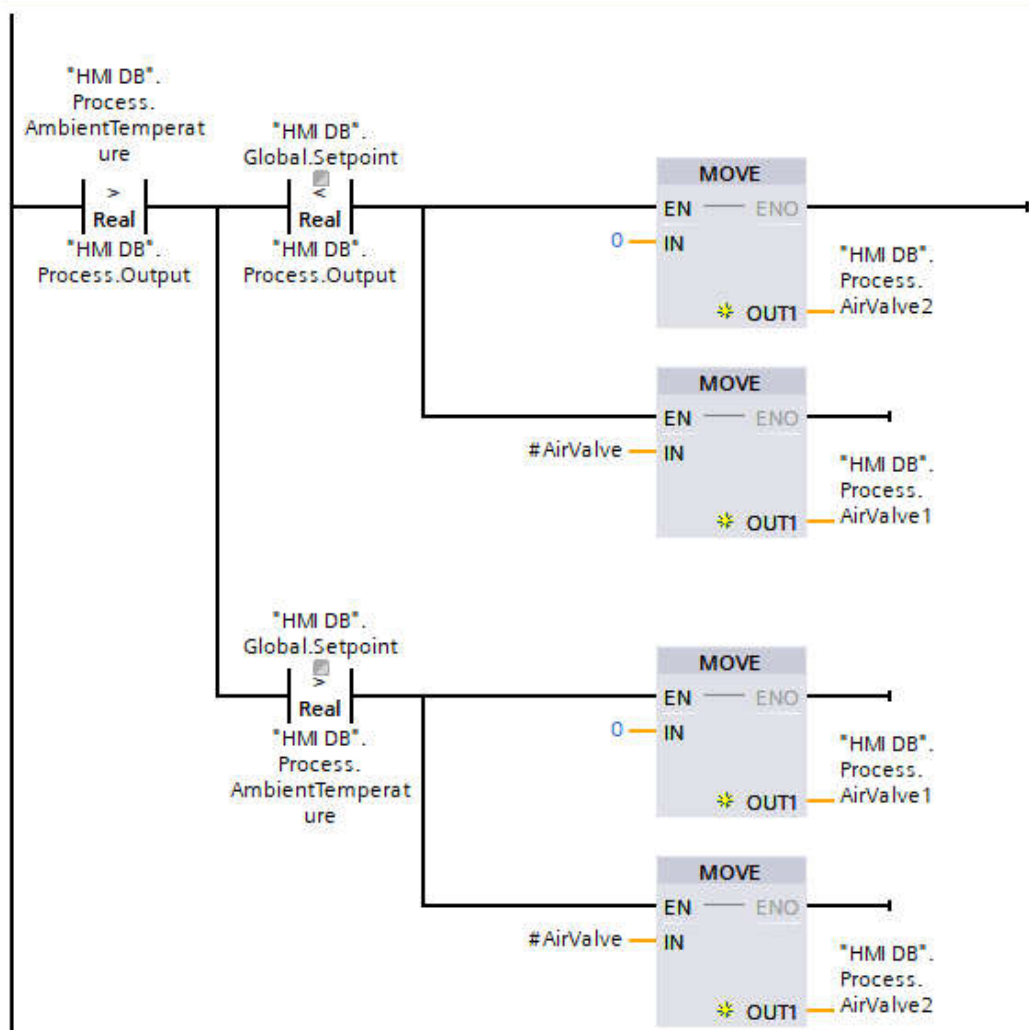
## ▼ Network 9: .....

Comment



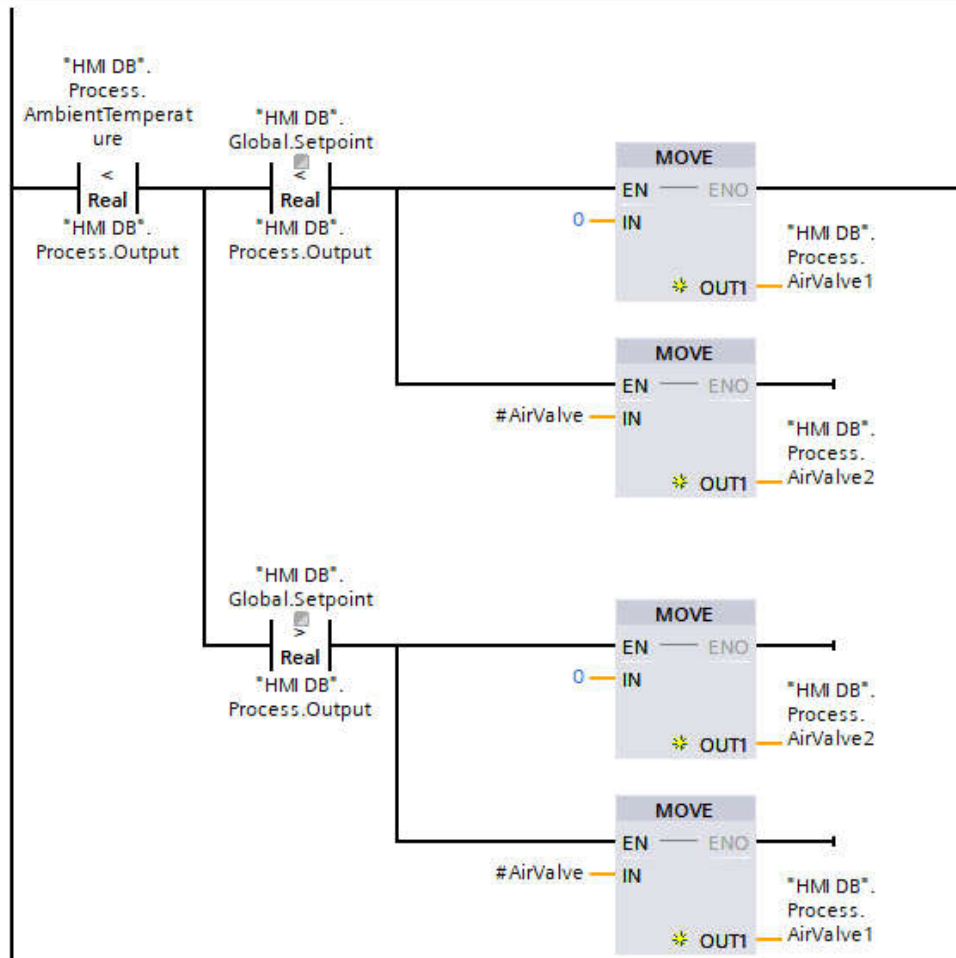
## ▼ Network 10: Odredjivanje položaja klapni u zavisnosti od temperature prostorije, vanjske i referen

Slučaj kada je ambijentalna temperatura veća od temperature prostorije.



▼ **Network 11:** Odredjivanje položaja klapni u zavisnosti od temperature prostorije, vanjske i referencijalne

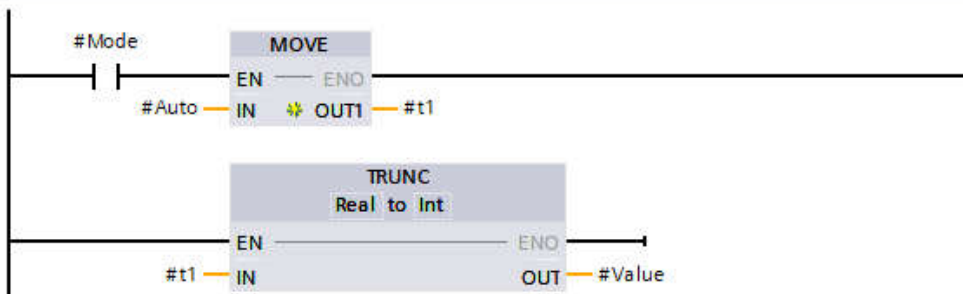
Slučaj kada je ambijentalna temperatura manja od temperature prostorije.



### A.3 FaceplateSwitch [FC3]

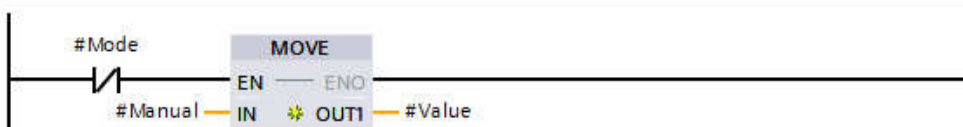
▼ **Network 1:** Automarski mod izabran u faceplate-u.

Comment



- ▼ **Network 2:** Manualni mod sa kliznom skalom u faceplate-u.

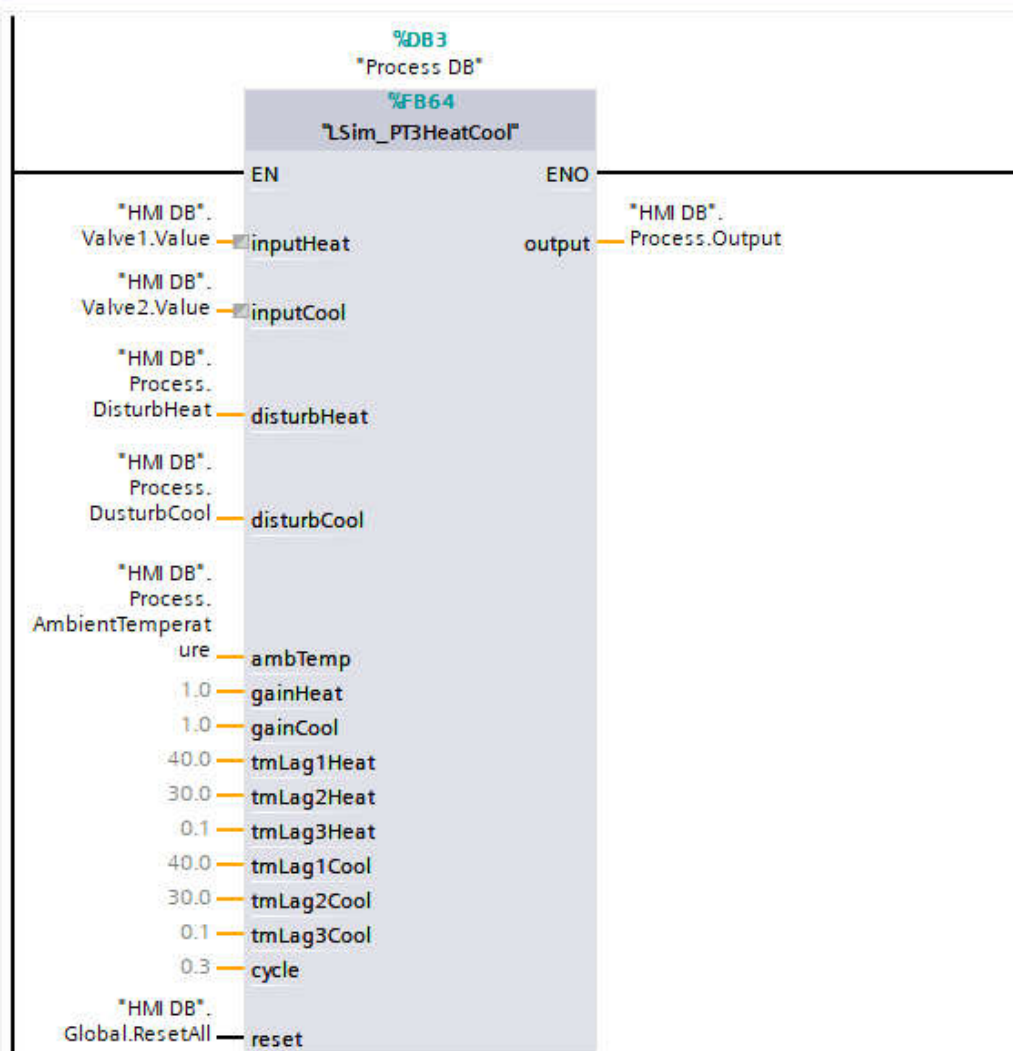
Comment



## A.4 Process [OB31]

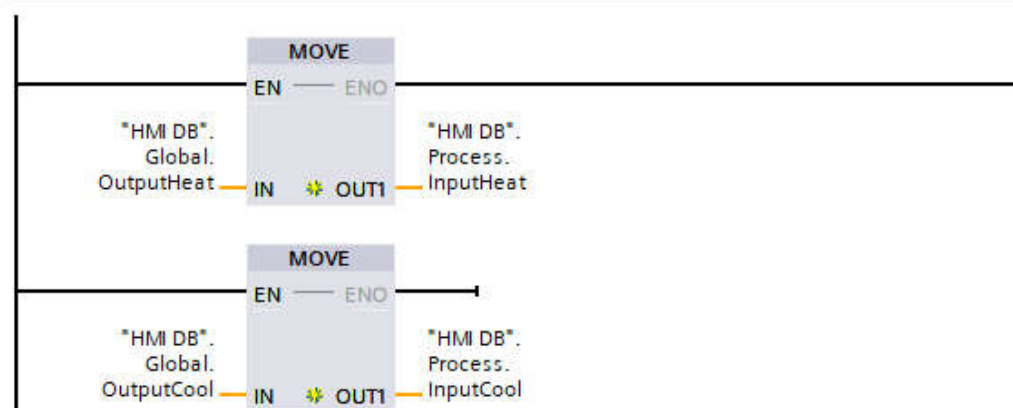
### ▼ Network 1: Blok simuliranog objekta upravljanja.

- ▼ Objektat podrazumjeva objekat upravljanja u sirem smislu kojeg cine radijatori klima uredjaja na kojima se vrši razmjena toplote (grijanje / hlađenje), prostorija čiju temperaturu regulisemo i temperaturni senzor. Sva tri elementa koji cine objekat upravljanja su aperiodski blokovi prvog reda čije vrijednosti vremenskih konstanti zadaju na odgovarajucim ulazima bloka LSim\_PT3HeatCool.



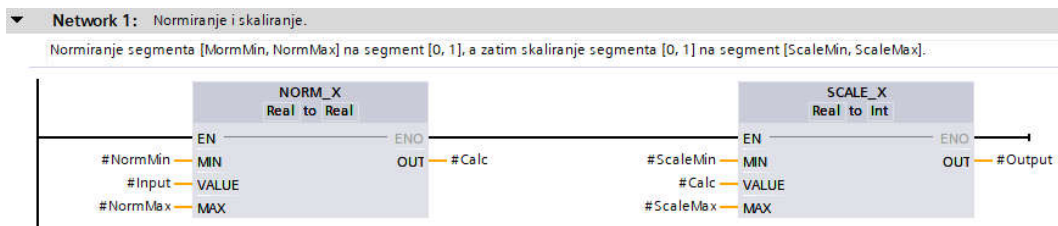
### ▼ Network 2: "Prespajanje" upravljackih signala na ulaze bloka objekta upravljanja.

Comment

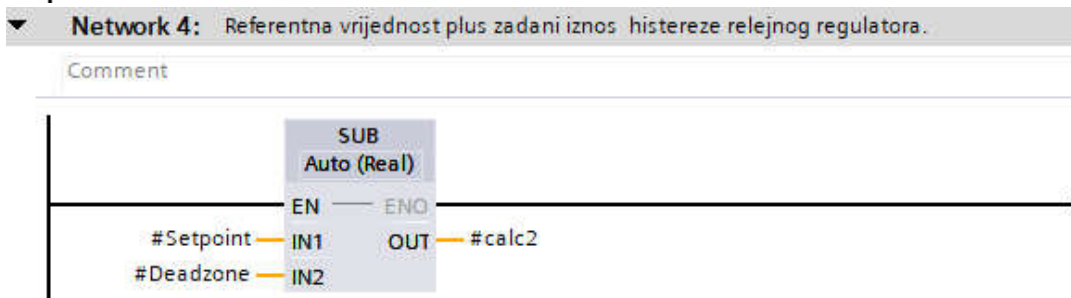
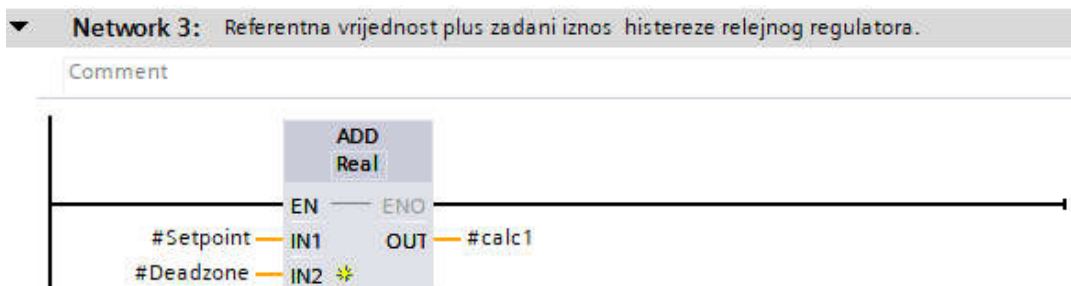
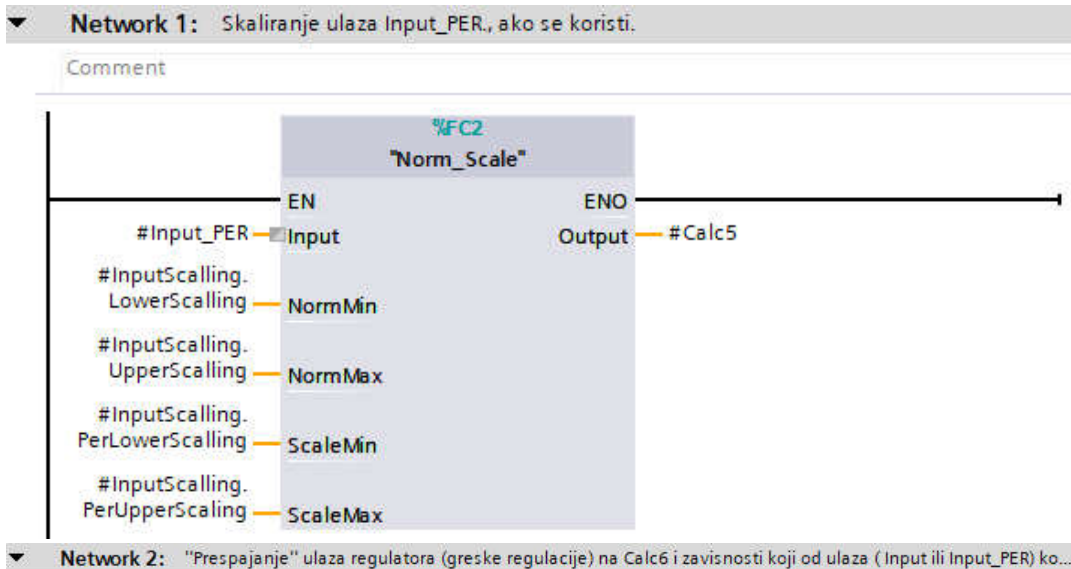




## A.5 Norm\_Scale [FC2]



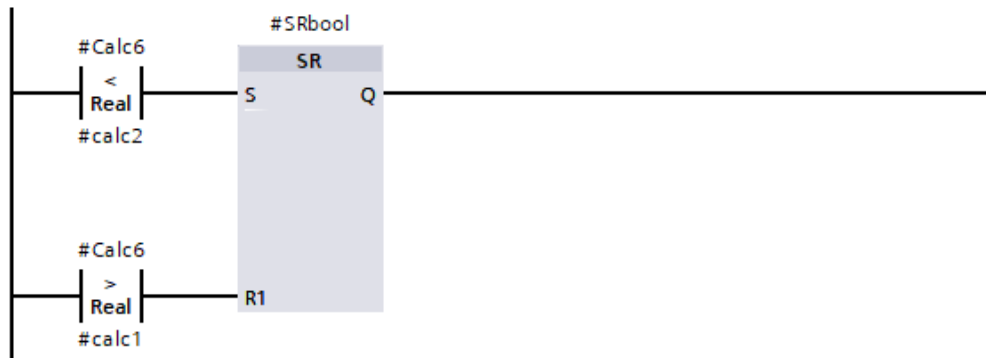
## A.6 ON/OFF\_Mode\_w.Deadzone [FB3]





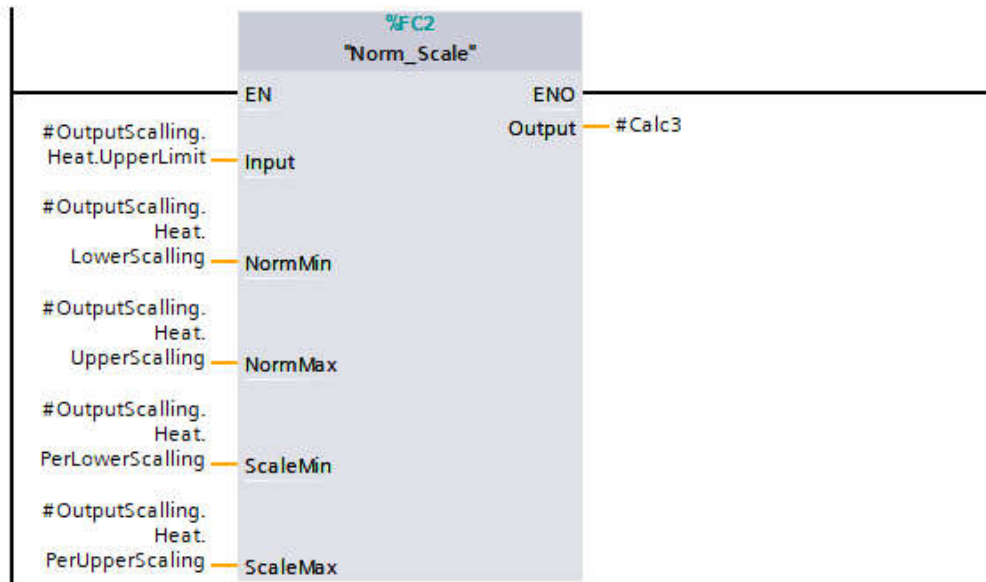
▼ **Network 5:** Setovanje / resetovanje SRbool.

- ▼ Setovanje / resetovanje SRbool na osnovu poredjenja trenutne temperature prostorije sa referentnom obzirom na zadani iznos histereze.



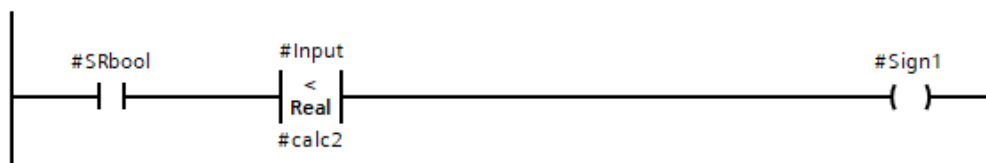
▼ **Network 6:** .....

Comment



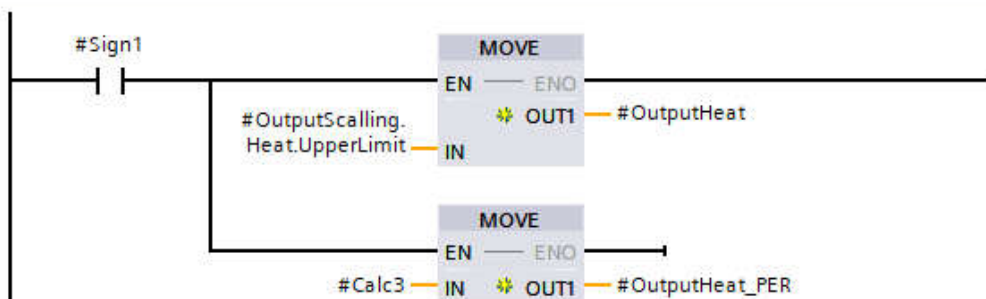
▼ **Network 7:** .....

Comment



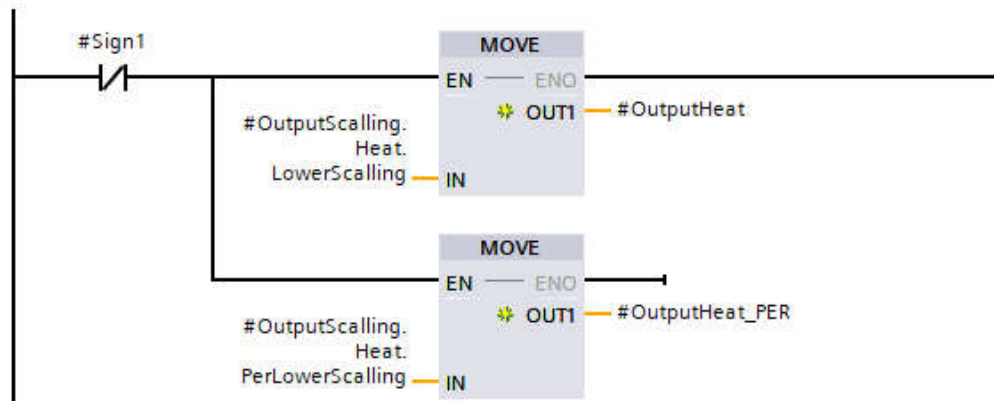
▼ **Network 8:** .....

Comment



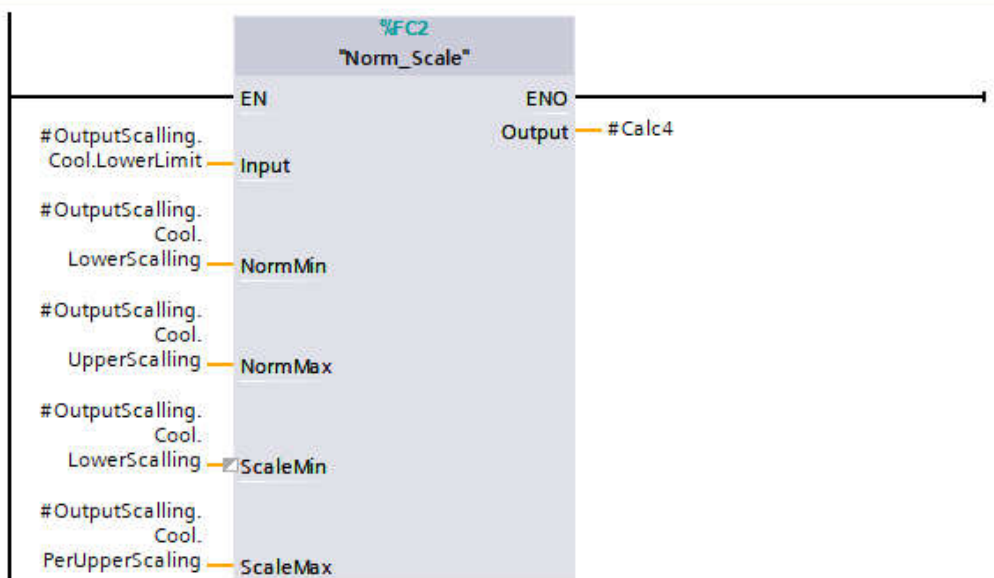
### ▼ Network 9: .....

Comment



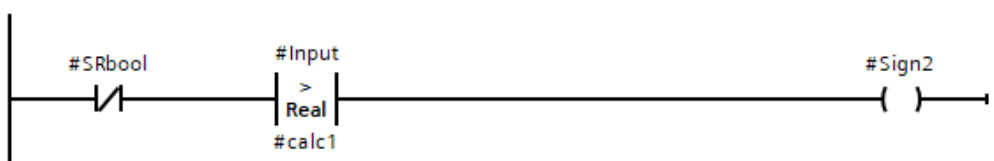
### ▼ Network 10: .....

Comment



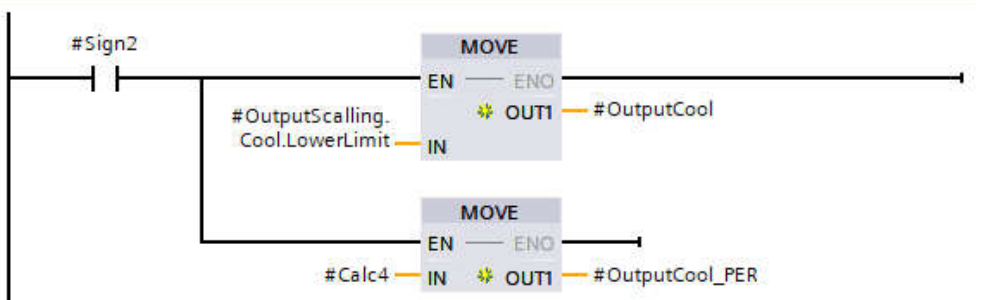
### ▼ Network 11: .....

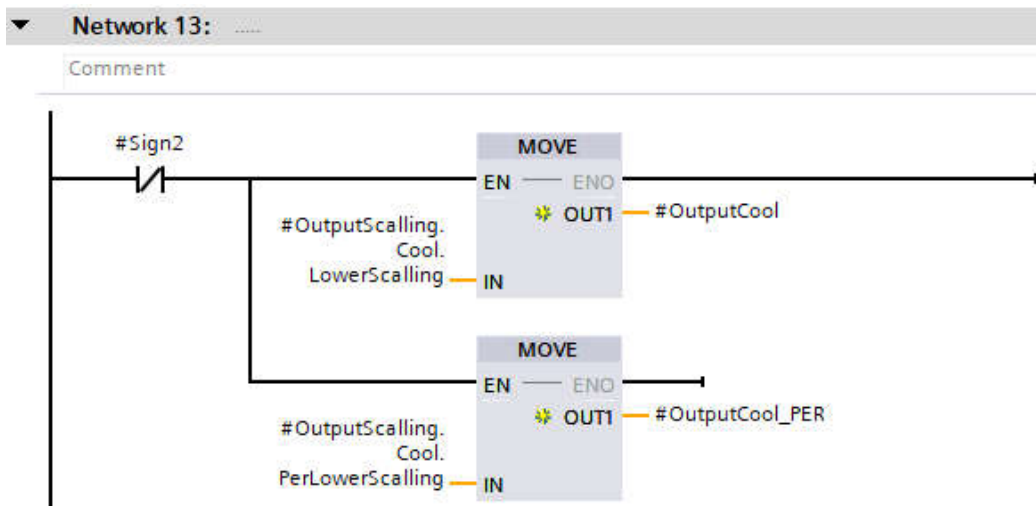
Comment



### ▼ Network 12: .....

Comment





## A.7 BlowerAnim

```

1 Sub BlowerAnim()
2 |
3 HmiRuntime.SmartTags("Tag_I") = HmiRuntime.SmartTags("Tag_I") + 1
4 If HmiRuntime.SmartTags("Tag_I") = 5 Then
5     HmiRuntime.SmartTags("Tag_I") = 1
6 End If
7
8 If HmiRuntime.SmartTags("HMI_DB_Blower_Value") = 0 Then
9     HmiRuntime.SmartTags("Tag_I1") = 0
10 Else
11     HmiRuntime.SmartTags("Tag_I1") = HmiRuntime.SmartTags("Tag_I")
12 End If
13
14 End Sub

```

## ***Zaključak***

Na slici 2.4 su prikazani trendovi za slučaj kada u regulacionoj konturi u simulaciji imamo PID regulator. Blok dijagram ove regulacione konture je prikazan na slici 1.1. Sa slike 2.4 vidimo da temperatura prostorije ima očekivani trend, obzirom na model objekta upravljanja korišten u simulaciji (opisan u naslovu 1.1). PID je prethodno podešen koristeći HMI interfejs implementiran u radu (taster *PID tuning* na slici 2.3). Očekivane trendove imamo i za ON/OFF regulator, za kojeg trendovi zbog preglednosti i skraćivanja obima rada nisu navedeni. Funkcionalnost ekrana grafike procesa koja se ostvaruje u simulaciji, je opisana u naslovu 2.2.1. Na ekranu sa slike 2.6 (posljednji red) se zadaje toleranca, odnosno dozvoljena greška upravljanja izražena u procentima referentne vrijednosti temperature. U istom redu se upisuje i vrijednost vremenskog intervala (Delay) koji se zadaje kao interval trajanja prelaznog režima pri promjeni referentne vrijednosti. Ova veličina se zadaje da bi se izbjegla pojava alarma pri nužnom narušavanju zadane tolerance u prelaznom režimu. Obzirom na vremenske konstante objekta od kojih zavisi trajanje prelaznog režima, ova veličina treba da iznosi barem 15 s (7 s je defaultna vrijednost).

Za zadane vrijednosti pragova aktiviranja alarma (slika 2.6), na slici 2.10 su prikazani alarmi, koji se u simulaciji aktiviraju u skladu sa konfiguracijom alarma u tabelama 2.8 i 2.9. Pri pojavi alarma greške, taster Alarms na ekranu grafike procesa (slika 2.3) blinka crvenom bojom, i potrebno je izvršiti potvrdu alarma.

Alarmi konfigurisani u tabeli 2.7 kao događaji, se uglavnom pojavljuju pri akcijama operatera, npr. promjena referentne temperature, izbor regulatora, promjena i podešavanje parametara regulatora itd., što je prikazano tabelom na slici 2.11. Ovi događaji se dokumentuju u historijsku arhivu smještenu u bazi podataka. Ova arhiva omogućava naknadni uvid u alarme, događaje i trendove, što je za pomenutu simulaciju prikazano tabelama i trendovima na slici 2.16.

### ***Literatura***

- [1] J. Velagić. Predavanja iz predmeta Akvizicija i prenos podataka, Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, 2008.
- [2] Siemens: Tatally Integrated Automation - Information System, 2019.
- [3] Siemens: How do you Archive Tags and Messages in an SQL Database with WinCC Advanced V15?, 2018.
- [4] M. Srdarev. Vizualizacija rada industrijskog procesa u višekorisničkom okruženju, Sveučilište u splitu, 2019.
- [5] I. Matejaš. Regulacija hidrauličkog sustava u realnom vremenu pomoću industrijskog PLC-a, Sveučilište u zagrebu, 2013.

## Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| Sažetak . . . . .   | 1  |
| Uvod . . . . .  | 2  |
| 1. Implementacija upravljanja . . . . .                                   | 4  |
| 1.1 Regulacija temperature prostorije . . . . .                           | 4  |
| 1.2 Siemens s7-1500 PLC . . . . .   | 5  |
| 1.3 Programska konfiguracija PLC uređaja . . . . .                        | 7  |
| 1.4 Implementacija upravljanja u TIA Portal razvojnom okruženju . . . . . | 8  |
| 1.5 Topologija mreže . . . . .  | 10 |
| 2. Implementacija korisničkog interfejsa . . . . .                        | 11 |
| 2.1 HMI konekcija i HMI tagovi . . . . .                                  | 11 |
| 2.2 Ekрани . . . . .  | 12 |
| 2.2.1 Grafika procesa . . . . .   | 13 |
| 2.2.2 Trendovi . . . . .  | 14 |
| 2.2.3 Alarmi i događaji . . . . .   | 15 |
| 2.3 Arhiviranje podataka . . . . .  | 18 |
| Dodatak . . . . .   | 21 |
| A.1 Main [OB1] . . . . .  | 21 |
| A.2 PID [OB30] . . . . .  | 25 |
| A.3 FaceplateSwitch [FC3] . . . . .                                       | 29 |
| A.4 Process [OB31] . . . . .  | 30 |
| A.5 Norm_Scale [FC2] . . . . .  | 31 |
| A.6 ON/OFF_Mode_w.Deadzone [FB3] . . . . .                                | 31 |
| A.7 BlowerAnim . . . . .  | 34 |
| Zaključak . . . . .   | 35 |
| Literatura . . . . .  | 36 |