Sustav za upravljanje i nadzor parne turbine nominalne snage 5MW, tip 021 Fincantieri

Bratek, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:943926

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

Sveučilišni studij

SUSTAV ZA UPRAVLJANJA I NADZOR PARNE TURBINE NOMINALNE SNAGE 5MW, TIP 021 FINCANTIERI

Diplomski rad

Domagoj Bratek

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Zadatak diplomskog rada 2
2. TURBINA 3
2.1. Kondenzacijske parne turbine 4
2.2. Protutlačne parne turbine 5
2.3. Turbine s reguliranim oduzimanjem pare 6
2.4. Kogeneracija 7
3. KONFIGURACIJA SUSTAVA 8
3.1. Hardver konfiguracija ADVANT 8
3.1.1. *Advant Controller 160 (*AC160) 8
3.1.2. *Advant Controller 450 (*AC450) 10
3.1.3. S800 I/O 13
3.1.4. S600 I/O 14
3.1.5. Kartica za mjerenje brzine DP640 15
3.2. Komunikacija 16
3.2.1. *Advant Fieldbus* 100 (AF100) 16
3.2.2. MB300 MASTERBUS 16
3.3. *Control Builder Engineering Tools* 18
3.4. ABB 800xA SUSTAV 21
3.4.1. Domain server 22
3.4.2. *Aspect server* 23
3.4.3. *Connectivity server* 23
3.4.4. *History server* 24
3.4.5. Virtualizacija 24
3.4.6. Struktura 800xA sustava 27
3.4.7. Proces Graphic Editor 31

4. OPIS PROCESA 34
4.1. Sustav za podmazivanje 34
4.1.1. Pomoćna oprema 35
4.2. Sustava reguliranja ulja i glavnih komponenti 38
4.3. Opis sustava pare i glavne komponente 40
5. IMPLEMENTACIJ PROCESA 44
5.1. Preduvjeti pokretanja parne turbine 44
5.2. Preduvjeti za grijanje parne turbine 44
5.3. Konfiguracija sustava prije pokretanja parne turbine 45
5.4. Pokretanje parne turbine 47
5.5. Sinkronizacija parne turbine 51
6. REGULACIJA TURBINE 53
6.1. Dijagram toka pare 56
6.2. Tip regulacije i dijagram režima rada 59
6.2.1. Pogonski slučajevi 59
6.2.2. Dijagram režima rada 61
6.3. Implementacija regulacije 66
6.4. Omogućavanje linije ST 70
7. REZULTATI 71
7.1. Postupak i metode testiranja 71
7.2. Evaluacija izgradnje sustava i interpretacija rezultata 71
7.3. Vizualizacija procesa HMI 73
8. Zaključak 82
Literatura 83
PRILOZI 88
Prilog P 3.3.1 Procedura instaliranja aplikacije u AC160 i AC450 89
Prilog P 3.3.2 Procedura preuzimanja aplikacija iz kontrolera AC450 90

Prilog P6.1 Woodward aktuator [11] 91

PrilogP.7.3.1. Dijagram cjevovoda i instrumentacije (*P&ID*) 1/2 92

Dijagram cjevovoda i instrumentacije (*P&ID*) 2/2 93

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Osijek, 08.12.2017.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Ime i prezime studenta:	Domagoj Bratek
Studij, smjer:	Diplomski sveučilišni studij Računarstvo
Mat. br. studenta, godina upisa:	D 827 R, 09.10.2015.
OIB studenta:	86629032229
Mentor:	Doc.dr.sc. Tomislav Keser
Sumentor:	
Sumentor iz tvrtke:	Darko Šamija
Predsjednik Povjerenstva:	Doc.dr.sc. Alfonzo Baumgartner
Član Povjerenstva:	Doc.dr.sc. Ivan Aleksi
Naslov diplomskog rada:	Sustav za upravljanje i nadzor parne turbine nominalne snage 5MW, tip 021 Fincantieri
Znanstvena grana rada:	**Procesno računarstvo (zn. polje računarstvo)**
Zadatak diplomskog rada:	Postrojenje AMSA Milano je kogeneracijsko postrojenje u kojem se spaljivanjem smeća dobiva toplinska energija koja se koristi za proizvodnju električne energije te grijanje stambenih objekata. U navedenom kogeneracijskom postrojenju radi se na proširenju kapaciteta linija za opskrbu energenta, te uz postojeću turbinu nominalne snage 57 MW dodaje se nova turbina snage 5 MW koja će koristiti višak pare, van sezone grijanja ili za vrijeme sezone kada za to postoje uvjeti, za proizvodnju električne energije. Upravljanje i nadzor turbine obavljati će se ABB opremom za upravljanje i nadzor; - ABB AC160 kontroler - upravljanje turbinom (governor - protection) - ABB AC450 kontroler - interface između AC160 kontrolera i SCADA sustava - ABB SCADA sustav - ABB 800xA sustav. Projektni zadatak
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	08.12.2017.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum: 10.12.2017.

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Osijek, 08.12.2017.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Ime i prezime studenta:	Domagoj Bratek
Studij, smjer:	Diplomski sveučilišni studij Računarstvo
Mat. br. studenta, godina upisa:	D 827 R, 09.10.2015.
OIB studenta:	86629032229
Mentor:	Doc.dr.sc. Tomislav Keser
Sumentor:	
Sumentor iz tvrtke:	Darko Šamija
Predsjednik Povjerenstva:	Doc.dr.sc. Alfonzo Baumgartner
Član Povjerenstva:	Doc.dr.sc. Ivan Aleksi
Naslov diplomskog rada:	Sustav za upravljanje i nadzor parne turbine nominalne snage 5MW, tip 021 Fincantieri
Znanstvena grana rada:	**Procesno računarstvo (zn. polje računarstvo)**
Zadatak diplomskog rada:	Postrojenje AMSA Milano je kogeneracijsko postrojenje u kojem se spaljivanjem smeća dobiva toplinska energija koja se koristi za proizvodnju električne energije te grijanje stambenih objekata. U navedenom kogeneracijskom postrojenju radi se na proširenju kapaciteta linija za opskrbu energenta, te uz postojeću turbinu nominalne snage 57 MW dodaje se nova turbina snage 5 MW koja će koristiti višak pare, van sezone grijanja ili za vrijeme sezone kada za to postoje uvjeti, za proizvodnju električne energije. Upravljanje i nadzor turbine obavljati će se ABB opremom za upravljanje i nadzor; - ABB AC160 kontroler - upravljanje turbinom (governor - protection) - ABB AC450 kontroler - interface između AC160 kontrolera i SCADA sustava - ABB SCADA sustav - ABB 800xA sustav. Projektni zadatak
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	08.12.2017.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum: 10.12.2017.

1. UVOD

Postrojenje AMSA Milano je kogeneracijsko postrojenje u kojem se spaljivanjem smeća dobiva toplinska energija koja se koristi za proizvodnju električne energije, te grijanje stambenih objekata. U navedenom kogeneracijskom postrojenju radi se na proširenju kapaciteta linija za opskrbu energenta, te uz postojeću turbinu nominalne snage 57 MW dodaje se nova protutlačna turbina sa toplinskim oduzimanjem el. snage 5 MW koja će koristiti višak pare, van sezone grijanja ili za vrijeme sezone kada za to postoje uvjeti.

Upravljanje i nadzor postrojenja vršit će se ABB opremom: PLC *Advant Conntroller* 160 (AC160) i DCS *Advant Conntroller* 450 (AC450). AC160 je mali i brz kontroler na kojemu je instalirana aplikacija za upravljanje turbinom. AC 450 DCS ima mogućnost rada sa velikim brojem signala, spojen je preko kontrolne mrežu *Master Bus* 300 na stanice za vizualizaciju procesa. *Advant Fieldbus* 100 (AF100) komunikacija upotrebljava se za komunikaciju između signala i kontrolera kao i između dva kontrolera. Postrojenje se sastoji od lokalnih U/I kartica S600 i udaljenih kartica S800 od kojih je jedan dio spojen direktno na AC450, a drugi dio preko AC160. Aplikacija za regulaciju sustava izrađen je u porgramu *Aplication Bulilderu*. Sustav 800xA je omogućio prikaz svih signala i objekata (pumpi, motora, ventila) koji se preko *Aspect* i *Connectivity* servera šalju iz kontrolne strukture u funkcijsku strukturu. Unutar funkcijske strukture izrađuje se vizualizacija procesa pomoću *Graphic Editora* na osnovu detaljnih opisa procesa i dijagrama cjevovoda i instrumentacije (P&ID). Opis procesa podmazivanja i toka pare opisan je uz prateće dijagrame (P&ID). Prije pokretanja turbine potrebno je zadovoljiti određene preduvjete koji su raspoređeni četiri sekvence. Regulacija turbine temeljena je na dva regulacijska ventila od kojih je jedan smještena na ulazu u visokotlačni dio (VT), a drugi se nalazi između visokotlačnog (VT) i niskotlačnog (NT) dijela. Pet regulatora kontrolira prvi ventil (VT), a jedan regulator kontrolira drugi ventil (ST). U posljednjem poglavlju prikazana je vizualizacija sustava i graf koji predstavlja trend regulacije postrojenja na kojemu se može vidjeti dovođenje turbine u sinkronizaciju po rampi.

1.1. **Zadatak diplomskog rada**

Projektni zadatak obuhvaća upoznavanje s ABB-om opremo i programskim alatom korištenim u sustavu, izradu programske aplikacije za upravljanje turbinom, prilagodbu postojeće programske aplikacije, te vizualizaciju procesa na SCADA sustavu (800xA sustavu). Upravljanje i regulacija parne turbine obuhvaća područje regulacije koja se sastoji od: regulacija brzine, snage, tlaka za grijanje kućanstva, regulacija pare niskog tlaka, te područja upravljanja što obuhvaća vizualizaciju (SCADA) procesa na operatorskim i inženjerskim stanicama.

2. TURBINA

Unutar parnih turbina odvija se dvostruka energetska transformacija. Prva je transformacija unutarnje energije pare u kinetičku energiju koja je posljedica ekspanzije pare visokog tlaka i temperature u nepomičnim kolima ili sapnicama odnosno u privodnom kolu ili rotoru, nakon čega slijedi druga transformacija kinetičke energije pare u mehaničku energiju koja se prenosi na rotor generatora.

S obzirom na smjer strujanja pare razlikujemo:

1. Aksijalne turbine (para struji paralelno s osovinom) i
2. Radijalne turbine (okomito na osovinu) - turbine malih snaga.

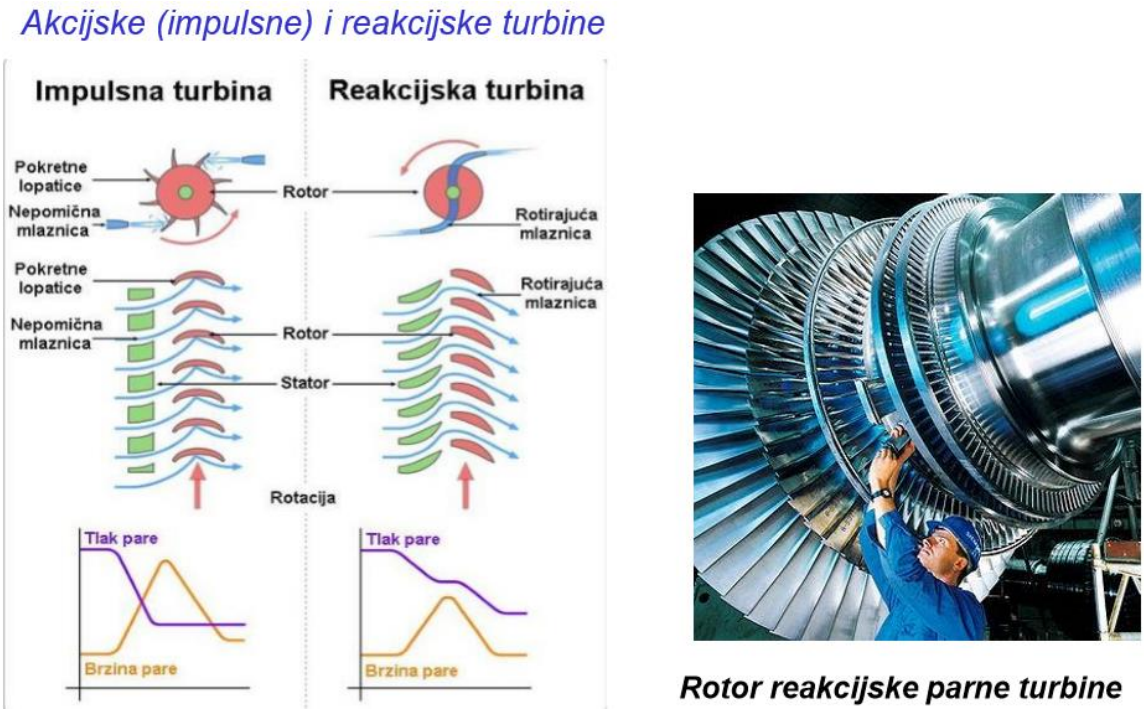
S obzirom na ekspanziju pare :

1. Akcijske turbine – para ekspandira samo u privodnom kolu, među lopaticama statora zbog čega je tlak na obje strane okretnog kola jednak.
2. Reakcijske parne turbine - para ekspandira i među lopaticama statora i rotora. Pojavljuje se pretlak raspora zbog ekspanzije među lopaticama rotora, što uzrokuje potisak u smjeru toka pare, može se ispraviti konstrukcijom.

S obzirom na sredstva s kojima se smanjuje broj okretaja:

Stupanj djelovanja transformacije u mehaničku energiju direktno je povezan sa omjerom brzine vrtnje i brzine pare nakon ekspanzije. Zbog toga je potrebna velika brzina vrtnje, ali zbog direktne povezanosti generatora i turbine potrebno je smanjiti brzinu kako bi se očuvala turbina i zadržao broj okretaja. Kako bi se to postiglo, grade se turbine sa: [1]

1. Stupnjevanjem brzine
2. Stupnjevanjem tlaka
3. Stupnjevanjem brzine i tlaka



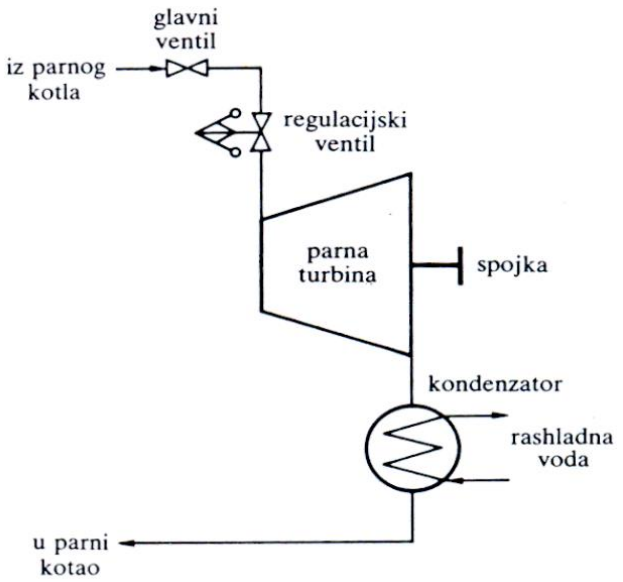
Slika 2.1 Turbina s obzirom na ekspanziju pare [1]

S obzirom na visinu tlaka na kraju ekspanzije:

1. Kondenzacijske - Para se iskorištava do kondenzatorskog tlaka koji je direktno povezan s temperaturom rashladne vode.
2. Protutračen - Zbog potreba iskorištavanja pare za druge procese u industriji i grijanje kućanstva para ekspandira znatno višeg tlaka od kondenzatorske turbine.
3. Turbine sa reguliranim oduzimanjem pare - Radi se o kondenzatorskim ili protutlačnim turbinama. Dio pare koji je djelomično ekspandirao odvodi se iz turbine između dva stupnja, preostala para ekspandira do protutlaka ili tlaka kondenzatora.

2.1. **Kondenzacijske parne turbine**

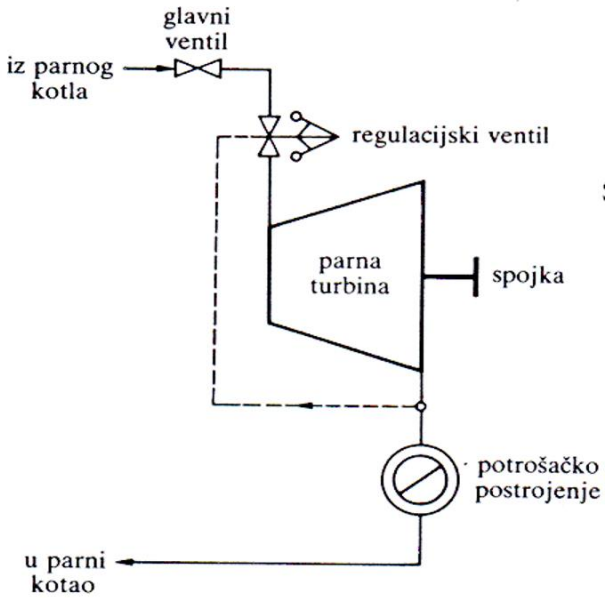
Kako bi se postigao što veći pad entalpije između stanja na ulazu u turbinu i stanja na kraju ekspanzije, para se dovodi u kondenzator, u kojem se kondenzira djelovanjem rashladne vode. U kondenzatoru vlada vrlo mali tlak (0.02 bara) koji je direktno ovisan o temperaturi rashladne vode. U ovim turbinama iskorišten je najveći mogući pad entalpije gledajući od ulaza pare u turbinu do izlaza. [1]



Slika 2.2 Kondenzacijske parne turbine [1]

2.2. **Protutlačne parne turbine**

Zbog ekspanzije tlaka na znatno višem tlaku upotreba je opravdana samo ako ima potrošača koji mogu iskoristiti djelomično ekspandiranu paru. Iskorištavanje pare započinje u izmjenjivačima topline namijenjenim za potrošače toplinske energije. Izmjenjivač djeluje kao kondenzator, ali entalpija se iskorištava za grijanje prostorija dok se kod kondenzacijske turbine entalpija isparavanja baca u okolinu.



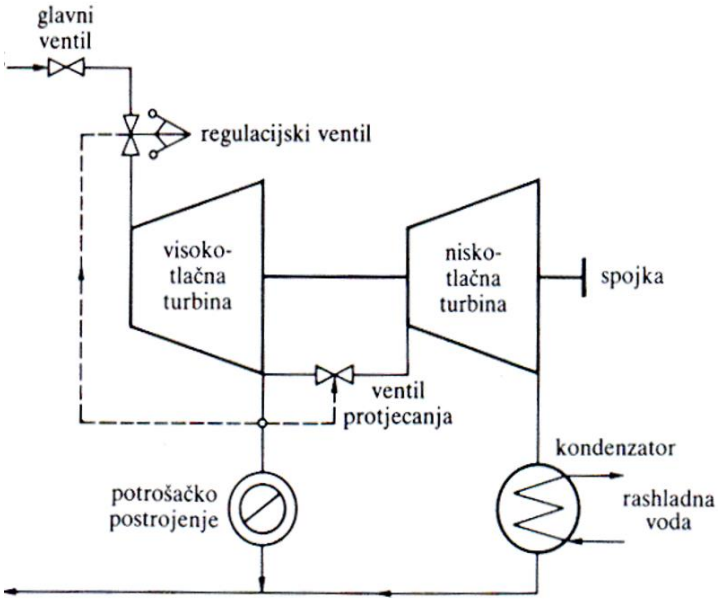
Slika 2.3 Protutlačne parne turbine [1]

2.3. **Turbine s reguliranim oduzimanjem pare**

Kako bi se uklonila čvrsta ovisnost mehaničke energije na osovini turbine o unutrašnjoj termičkoj energiji pare na izlazu iz turbine, napravljena je turbina od dvije razine tlaka, visokog tlaka i niskog tlaka, koji se iskorištavaju zasebno u dva odvojena kućišta, ali pokreću jednu osovinu. Između VT i NT dijela nalazi se ventil protjecanja kojim se regulira količina pare za ekspanziju do kondenzatorskog tlak. Zbog prolaska pare kroz kondenzator i postizanja kondenzatorskog tlaka takva turbina se naziva kondenzatorska turbina s regulacijskim oduzimanjem Slika 2.4.

Međutim, ako se para nakon izlaza iz niskotlačnog (NT) pri znatno većem tlaku od 3 bara do 6 bara koristi za potrebe u elektrani tj. ako u sustavu ne postoji kondenzator riječ je o protutlačnoj turbini s reguliranim oduzimanjem

Budući da tlak pare na izlazu iz VT dijela ovisi o količini pare koja struji kroz taj dio turbine, promijeni li se količina pare kroz NT dio, mijenjat će se i količina kroz VT dio, a time i tlak pare za potrošače. Tako se može održati konstantni tlak pare oduzimanja. [1]



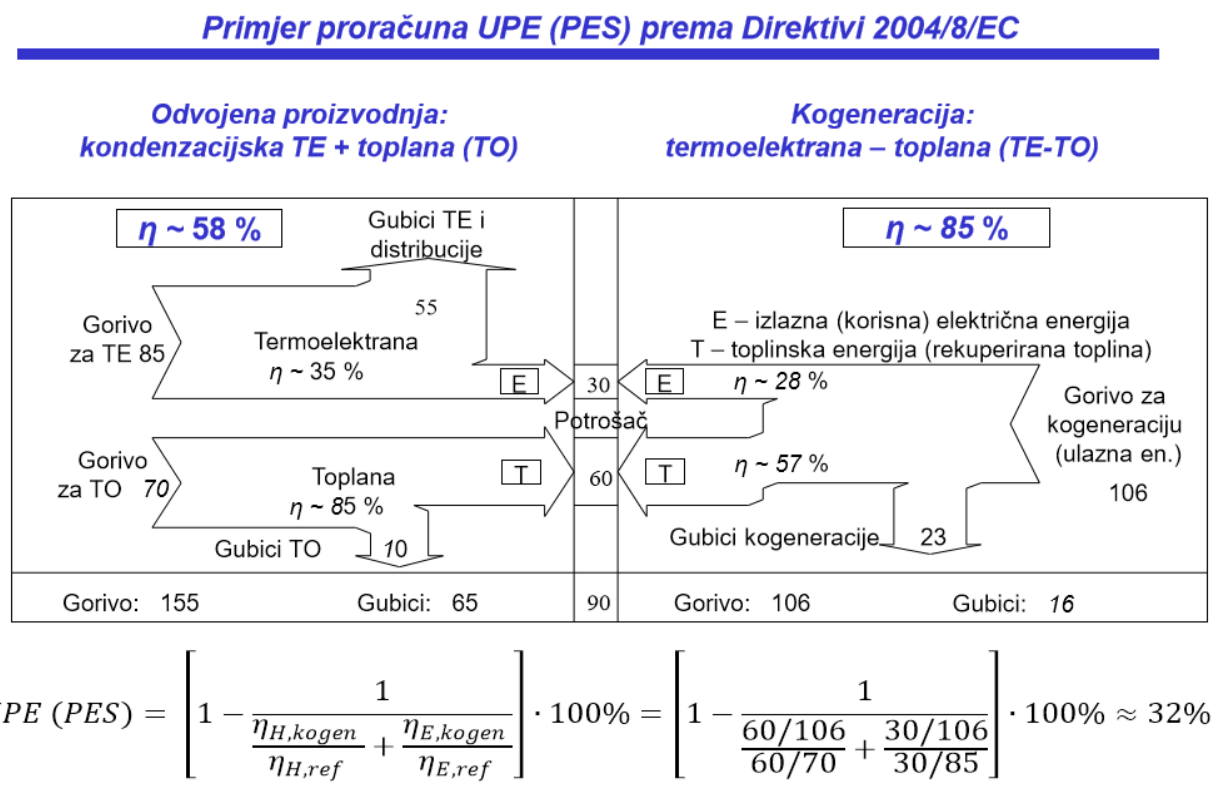
Slika 2.4 Turbine s reguliranim oduzimanjem pare[1]

2.4. **Kogeneracija**

Tehnologija istovremene proizvodnje toplinske i električne energije koja ukupno rezultira znatno većom korisnošću postrojenja nego odvojena proizvodnja električne i toplinske energije, kao što se može vidjeti na Slika 2.5. Najčešće se nalaze blizu velikih potrošača toplinske energije, npr. bolnica, tvornica papira.

Tipične kogeneracijske elektrane su:

- postrojenje protutlačne turbine,
- postrojenje kondenzacijske turbine s reguliranim oduzimanjem pare,
- postrojenje plinske turbine s korištenjem otpadne topline dimnih plinova,
- gorive ćelije s rastaljenim karboratima.



$$UPE\ (PES) = \left[1 - \frac{1}{\frac{\eta_{H,kogen}}{\eta_{H,ref}} + \frac{\eta_{E,kogen}}{\eta_{E,ref}}}\right] \cdot 100\% = \left[1 - \frac{1}{\frac{60/106}{60/70} + \frac{30/106}{30/85}}\right] \cdot 100\% \approx 32\%$$

Slika 2.5 Kogeneracija [1]

3. KONFIGURACIJA SUSTAVA

3.1. Hardver konfiguracija ADVANT

3.1.1. *Advant Controller 160 (*AC160)

*Advant Controller 160 (*AC160) je modularni kontroler vrlo visokih karakteristika za logičku i regulacijsku kontrolu s mogućnošću redundancije. AC 160 i njegov S600 U/I mogu se koristiti samostalno (lokalno) ili mogu komunicirati s drugim kontrolerima ili drugim udaljenim S800 U/I karticama. Komunikacija s *AC 400* serijom i udaljenim U/I karticama S800 omogućena je putem *Advant Fieldbus 100* mreže i RCOM, dok je komunikacija s vanjskim PLC-ima moguća uporabom *ModBus* i *Siemens 3964R* protokola. [2]

Primjenjuje se kod aplikacija koje zahtijevaju veliku brzinu, te pokazuje veliku snagu u rješavanju problema sa analognim signalima i aritmetičkim aplikacijama. Pokriva široko područje programibilnih funkcija, kao što su već spomenuto analogno upravljanje podacima i aritmetičko, te upravljanje logikom i slijedom zadataka (sekvenca), brojanje impulsa i regulatorna kontrola.

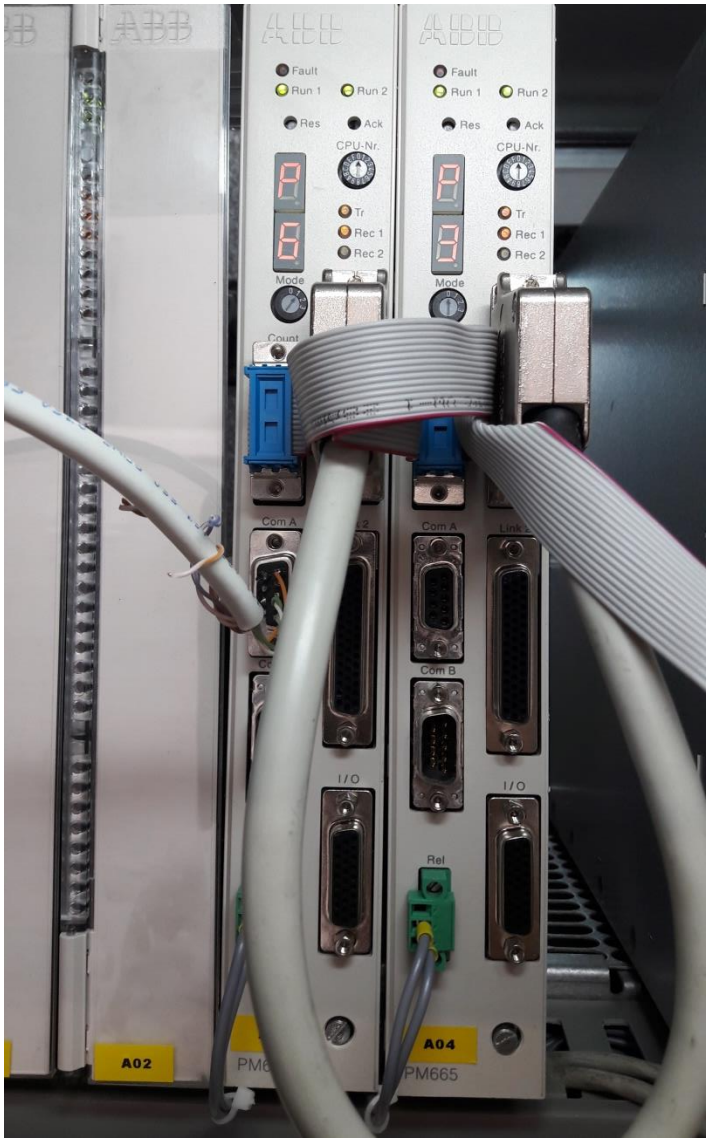
Ovisno o broju ulaznih i izlaznih kanala, sustav AC160 se sastoji od jedne bazne stanice s jednom ili dvije podstanice i do sedam U/I stanica, od kojih svaka ima jednu ili dvije podsabirnice.

- 1500 I/O signala;
- Moduli procesora PM665 koriste procesor Motorola MPC8240, član obitelji PowerPC mikroprocesora. Aktivno hlađenje procesora s regulacijom ventilatora i nadzorom temperature;
- 512 kByte *PROM*;
- 4 MB (*Flash PROM*) za Aplikacijskih programa i 4 MB (*Flash PROM*) za sustav softvera i opcija
- 64 MB sinkronog DRAM-a za primjenu. Na Pokretanje aplikacije se kopira iz neprestane memorije u SDRAM memoriju gdje se izvršava.
- Dva RS-232C priključka mogu raditi na 116 kBaud. Jedan ulaz je namijenjen spajanju *Advant Station 100* inženjerske stanice, a drugi je opremljen punim modemskim signalima za uvođenje lokalne operaterske postaje ili ploče preko MODBUS I protokola.

Za razliku od ostalih procesorskih modula, ovaj port ima muški priključak, tako da se mogu odabrati serijski kabeli koji se koriste u standardnom računalu.

- PM665 može upravljati do 63 upravljačke jedinice (*CONTRM, MASTER, SEQ*).
- Najmanje jedno komunikacijsko sučelje (CI626, CI627, CI630 ili CI631)je obavezno čak i ako ne treba obavijestiti *Advant Fieldbus 100*, osim ako je modul procesora konfiguriran za pojedinačni način rada. CI626, CI627, CI630 ili CI631 potrebni su za unutarnje kontrolne zadatke upravljanja računalom.

Na prednjoj strani modula procesora nalazi se 7-segmentni pokaznik koji predstavljaju određeni status rada kontrolera.



Slika 3.1 AC160 PM665 kontroler

Ispod 7-segmentnog pokaznika na Slika 3.1 nalazi se modul selektor koji se može postaviti u 4 položaja koji odgovaraju određenom stanju kontrolera

- Pozicija 0 STOP- sprječava se izvršavanje aplikacije. Softver sustava nastavlja s izvršavanjem kako bi omogućio pristup pohranjenim porukama o pogreškama koristeći *Advant Station 100 Engineering Station*
- Pozicija 1 HLADAN START- aplikacija softvera je instalirana iz internog PROMA u RAM. Proces započinje nakon uključivanja kontrolera ili nakon resetiranja dok je u položaju 1.
- Pozicija 3 PASIVNO- komunikacija na sabirnici ploče nije aktivna i radni sustav ne radi. Ovaj način je namijenjen za zamjenu modula.

CPU-Nr. Selektor:

- Pozicija 1 ako je konfiguracija redundantna
- Pozicija 0 ako konfiguracija nije redundantna

Redundancija je konfiguraciju sustava koja ima dva kontrolera. Takva konfiguracija se upotrebljava zbog sigurnosti sustava, jer u slučaju prestanka rada jednoga kontrolera drugi kontroler preuzima njegovu ulogu.

- ACK-tipka-Koristi se za kopiranje programa aplikacija od majstora do slave u slučaju CPU redundancije.
- RESET-tipka Ponovno pokretanje kontrolera i inicijalizacija.

3.1.2. *Advant Controller 450 (*AC450)

*Advant Controller 450 (*AC450) DCS, odlikuje se mogućnošću upravljanja velikim broja ulazno/izlaznih signala. Najčešće se radi o upravljanju slijedom zadataka (sekvenca), vizualizaciji procesa i upravljanjem dijelom procesa koji ne zahtjeva veliku brzinu.

Moduli procesora: PM511V08- 8 MB RAM, PM511V16 -16 MB RAM [4].

PM511V se mogu koristiti u redundantnoj, toploj pripremi (eng. *stand-by*) konfiguraciji.

Karakteristike:

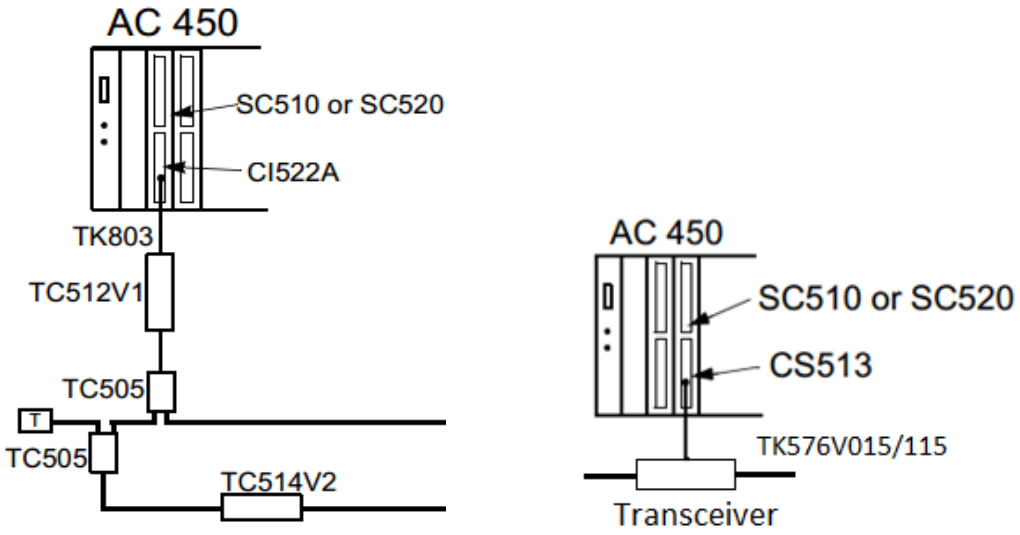
- PROM: 4 Mb i 10Mb (za sigurnosnu pohranu)
- Može se proširiti do čak 5700 analognih i digitalnih U/I -točaka.

- konektor za Advant Station 140.
- konektor za S100 U/I sabirnice.
- Jedan utor za programsku karticu.

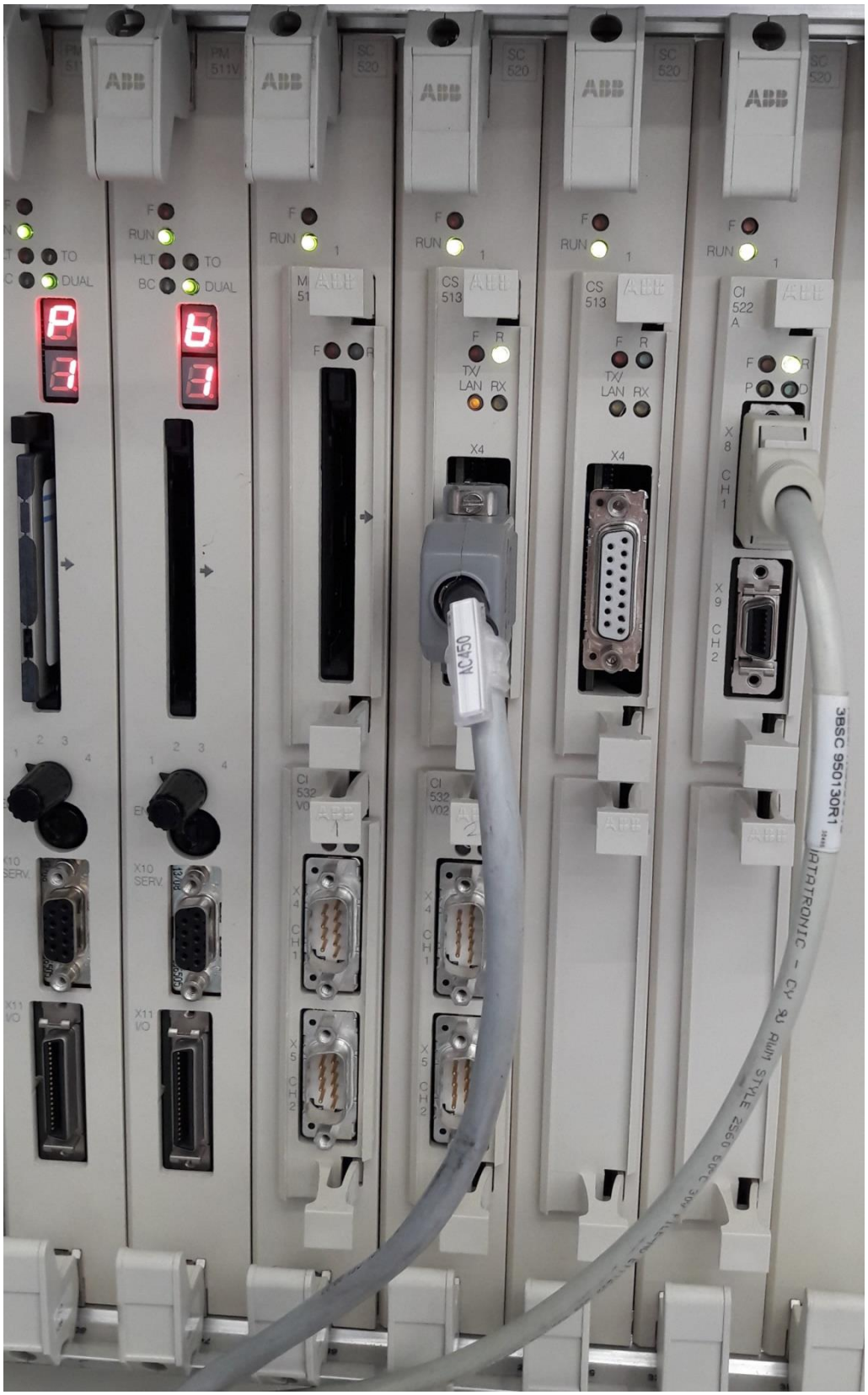
Za komunikaciju sa S800 U/I modulima i drugim kontrolerima (PLC AC160) kao što se može vidjeti na Slika 3.9, koristi *Advant Fieldbud* 100 komunikaciju koja je spojena na komunikacijski podmodul CI522. Spajanje na MB300 mrežu izvedeno je na način prikazan na Slika 3.2 (desno), korišten je podmodul CS513 i transiver čime je omogućeno spajanje kontrolera 800xA sustav i vizualizaciju procesa (eng. *HIM*)

Softver upravljačkog sustava pohranjen je na memorijskoj kartici tipa PCMCIA. Kartica nalazi u utoru na CPU PM511V. Pristupa joj za vrijeme pokretanja kontrolera .

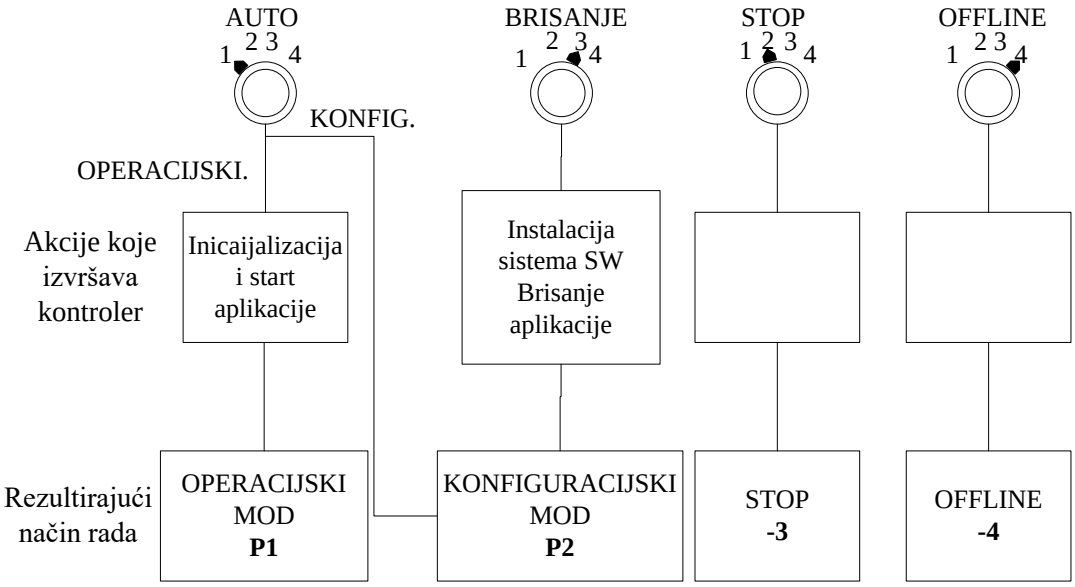
SC510 ima dva utora za podmape i bez ugrađenog procesora. **SC520** ima dva utora za podmodule i ugrađeni procesor. Komunikacijska sučelja Slika 3.2 i nekoliko drugih funkcija realizirane su kao podmoduli koji se uklapaju u utor na nosaču podmodula. Moduli se mogu izmjenjivati dok se sustav pokreće. Novi moduli također se mogu umetnuti za vrijeme rad. Svaka jedinica ima crvenu LED diodu koja označava grešku.



Slika 3.2 AF100 (lijevo), MasterBus 300(desno)



Slika 3.3 AC450 PM511V



Slika 3.4 Odabir modula rada na AC450

Osim navedenih načina rada postoje i sljedeća dva:

b1 -*U pripravi* - kontroler je sinkroniziran i spreman u svakome trenutku zamijeniti rad glavnog kontrolera. Najčešći način rada redundantnog kontrolera.

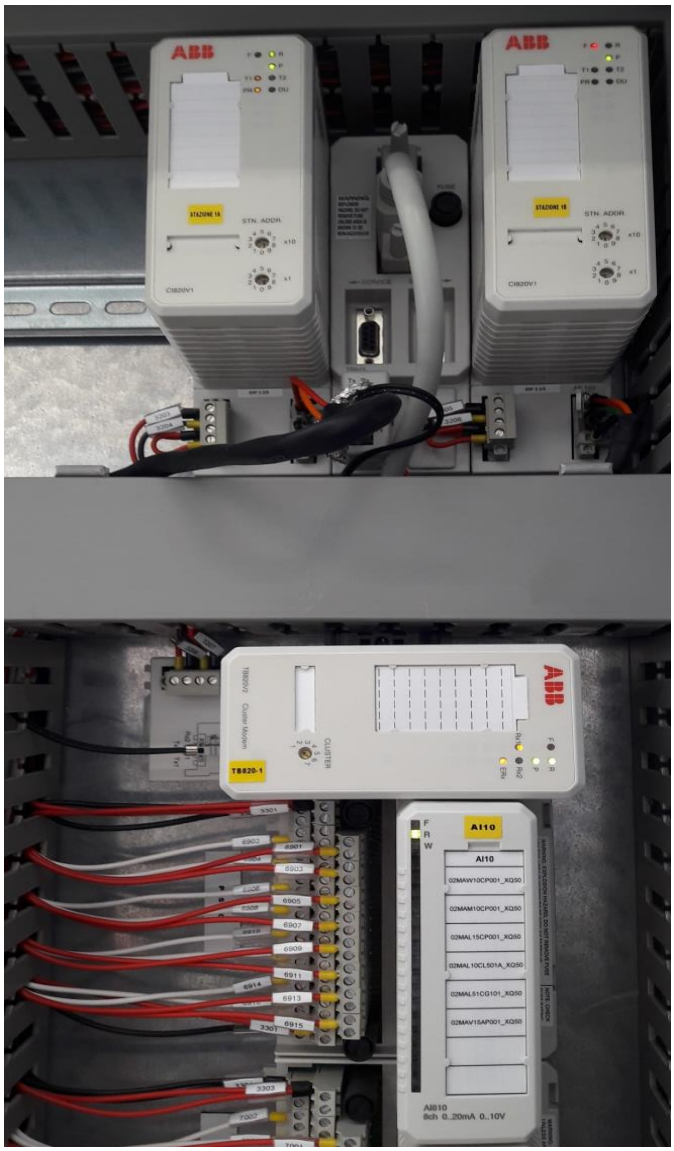
b2 -*Učitavanje* - kontroler se sinkronizira i nakon toga prelazi u b1 način rada .

3.1.3. S800 I/O

Distribuira signale koji se nalaze u polju na komunikaciju AF100 ili profibus-DP/DPV1 ili direktno komunicira s nekim od ABB-ovih *drivera*.

S800 U/I stanica može se sastojati od 1 osnovnog klastera i do 7 dodatnih U/I klastera. Baza klastera sastoji se od jednog ili redudantnog modula komunikacijskog sučelja Fieldbus (FCI) i do 12 pojedinačnih U/I modula ili 6 parova redundantnih U/I modula.

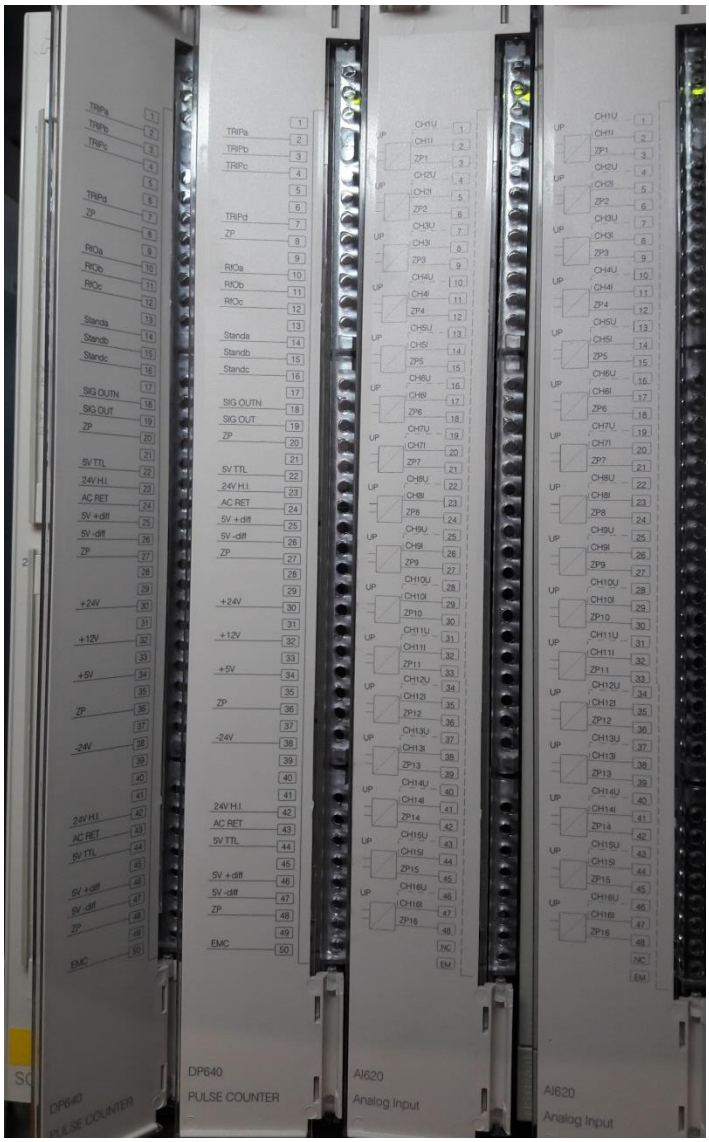
U/I klasteri 1 do 7 se sastoje od ModuleBus modema i do 12 U/I modula. U/I klasteri 1 do 7 su spojeni na FCI kroz optičku ekspanziju ModuleBus. S800 U/I stanice mogu imati do 24 U/I modula. To znači da U/I stanica može imati najviše 384 digitalnih kanala ili najviše 192 analogna kanala. [9]



Slika 3.5 S800 U/I i AF100 komunikacija CI820

3.1.4. S600 I/O

Koristi se kao lokalni U/I sustav blizu regulatora, u kontrolnoj sabirnici ili ormaru. Dostupan je niz U/I modula koji pokrivaju analogne i digitalne signale različitih tipova. Osim toga, postoje i moduli za mjerenje temperature, brojanje impulsa i aplikacije za mjerenje pozicije. Signali procesa su spojeni na prednju stranu U/I modula. S600 U/I je modularan i može se sastojati od do 75 U/I modula. Maksimalni broj U/I signala za AC 160 je 1.500. U/I moduli mogu se izmjenjivati tijekom rada sustava. Signali procesa su isključeni uklanjanjem prednjeg konektora. Novo postavljeni modul automatski se pokreće ako je sustav identificirao modul kao ispravnog tipa i bez grešaka. U/I stanice mogu se dodati kako bi se dodatno proširio broj U/I modula spojenih na sustav. [5]



Slika 3.6 S600 U/I i DP640 kartica mjerenje brzine

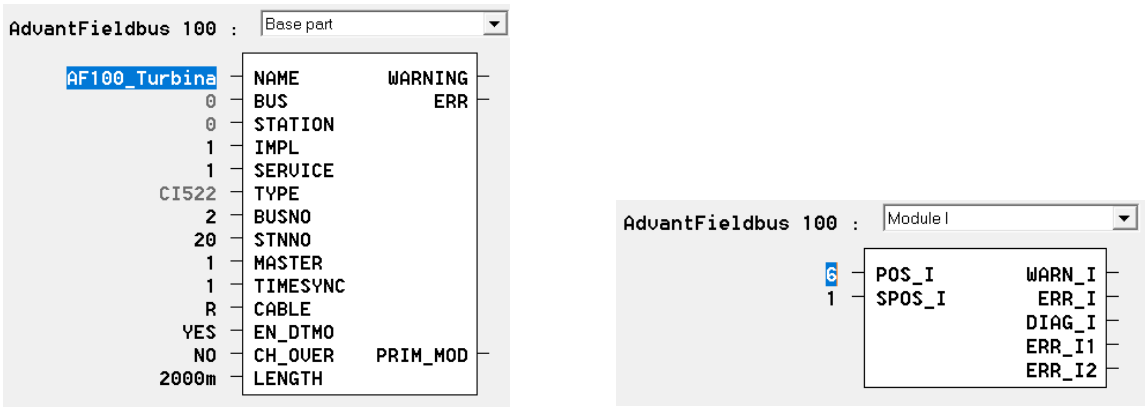
3.1.5. Kartica za mjerenje brzine DP640

Ima dva ulazna kanala za mjerenje brzine koja se razlikuju o brzini uzorkovanja. Mjerenje glavnog kanala brzine karakterizira visoka brzina uzorkovanja (interval uzorka 5 ms), dovoljno vremena mjerenja za visoku točnost (npr. 20 ms) i visoku razlučivost (14 bita). Frekvencijski raspon ulaznog impulsnog signala je do 50 kHz. Uređaj omogućuje nadzirano napajanje različitih napona za različite tipove senzora. Uređaj ima podesiv nadzor glavnog senzora brzine i kabela senzora. [2]

3.2. **Komunikacija**

3.2.1. *Advant Fieldbus* 100 (AF100)

Sabirnica visokih performansi koja se koristi za komunikaciju između *AdvantController*, S800 U/I modula, *AdvaSoft* za Windows. Prijenosni medij je isprepleteni par (eng. *Twp*), koaksijalni vod (RG95 i RG11) i optički vod AF100 nudi mogućnost ugradnje jednog ili dva voda čime je omogućena veća dostupnost. Prilog **P 3.2.2.1.**



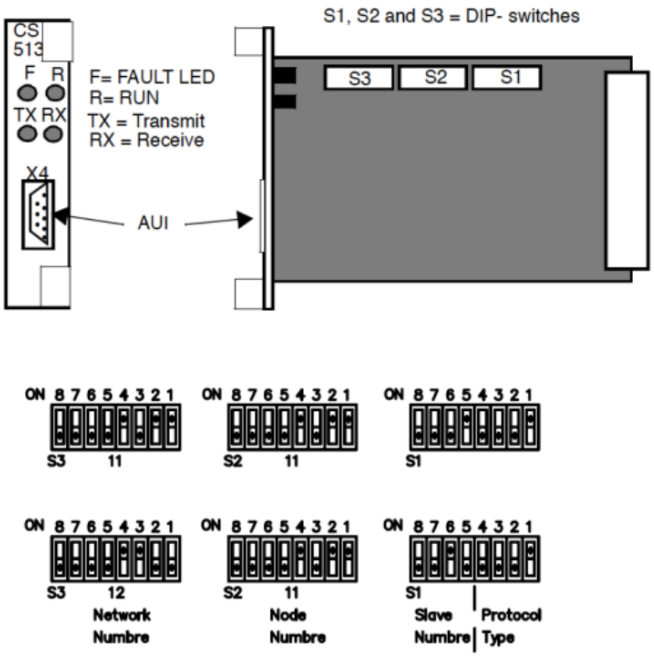
Slika 3.7 Konfiguracija AF100 u programu Fanction Chart

Dvije prethodne slike sadrže podatke o tipu kartice koji se može vidjeti na Slika 3.2 i ostale parametre. Desna slika prikazuje fizičku lokaciju komunikacijske kartice u sabirnici kontrolera. Kao što se može vidjeti na Slika 3.3 POS_I je 6, a SPOS_I je 1 jer je gornji [7].

3.2.2. MB300 MASTERBUS

MasterBus 300 je visokoučinkovita serijska sinkrona half duplex sabirnica za srednje komunikacijske udaljenosti. Koriste se za međusobno povezivanje procesnih stanica, operatorskih stanica 800xA sustava u kontrolnu mrežu (eng. *Control Network*). Srednja kontrola pristupa prenosi se na sve čvorove na sabirnici. Procedura slanja poruke zahtjeva da čvor koji šalje "sluša" kako bi utvrdio je li medij slobodan. Uz to, čvor za koji šalje kontinuirano sluša kolizije tijekom slanja. Ako dođe do kolizije ili ako je medij zauzet, čvor se odbija za slučajni vremenski razmak prije ponovnog pokušaja.

Upravljačka mreža se koristi za međusobno povezivanje različitih stanica u sustavu automatizacije Advant OCS. Djelotvorno izolira komunikacijske funkcije od ostatka sustava i tako daje potpunu slobodu proširenja ili restrukturiranja mreže s ograničenim učinkom na aplikacijske programe. Na MasterBus 300 može se spojiti do 45 stanica.



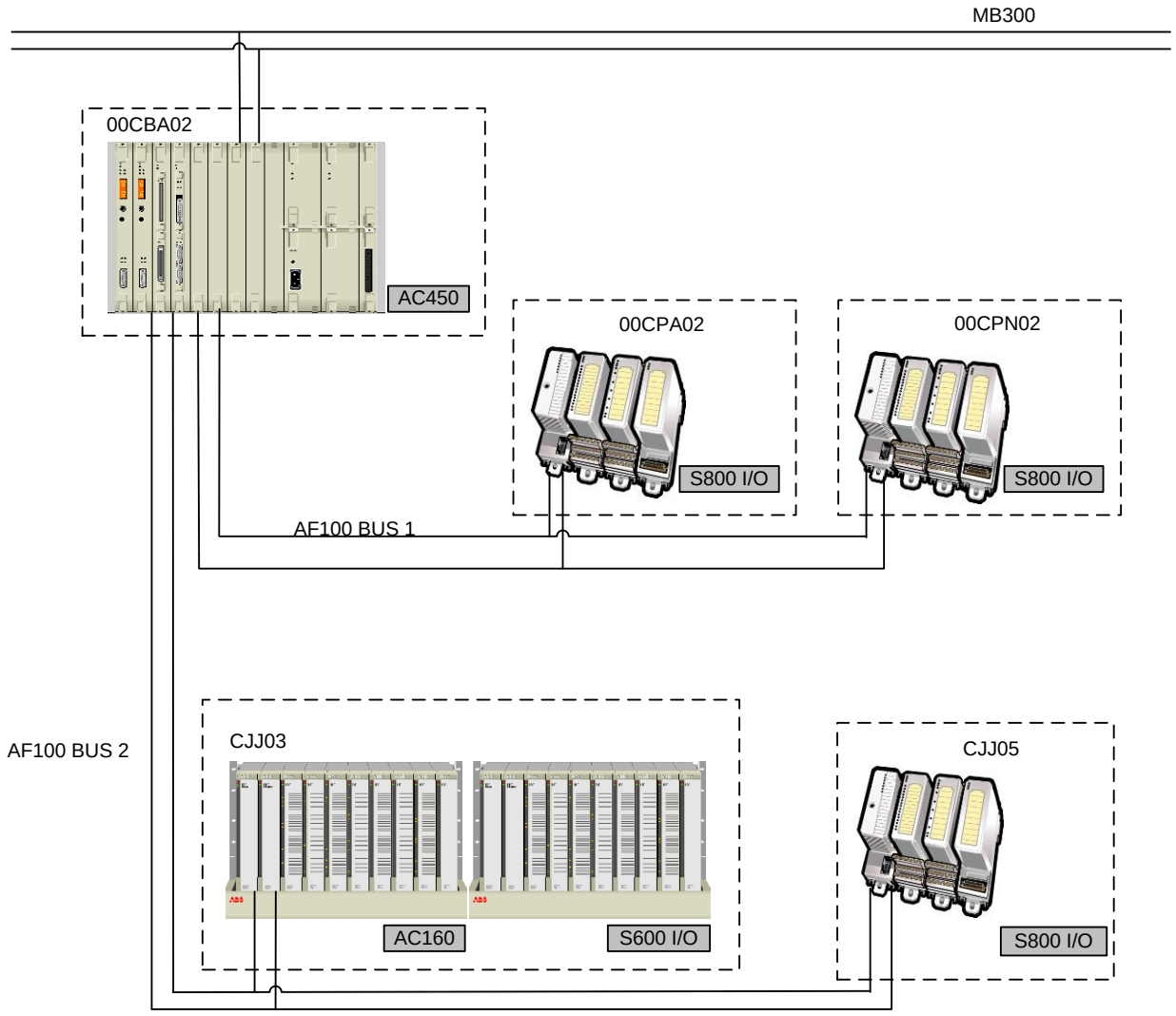
Slika 3.8 MODBUS CS513[7]

Ovisno o složenosti sustava, potrebnoj brzini izvođenja, vizualizaciji i broju signala koji su potrebni za regulaciju i upravljanje gradi se kontrolna struktura. Na Slika 3.9 prikazana je kontrolna struktura postojećeg sustava turbine. Signali iz polja se uzimaju preko lokalnih S600 ili udaljene S800 ulazno/izlaznih kartica. Lokalna kartica se nalazi uz sami kontroler AC 160, dok se udaljena U/I kartica preko Advant Fieldbus AF100 mreže spaja ili na AC160 ili na AC450.

AC160 je glavni kontroler u sustavu i preuzima potpunu ulogu vođenja procesa regulacije turbine. Komunikacija prema ulazno/izlaznim karticama i drugome kontroleru AC450 odvija se preko AF100 BUS2 mreže. Pokraj kontrolera na kućištu sabirnice nalazi se preklopka koju je potrebno podesiti (postaviti brojčanu vrijednost) na broj stanice koji je unesen kod konfiguracije kontrolera u Aplication Builderu.

AC450 ima ulogu prikupljanja svih signala koji stižu sa glavnoga kontrolera AC160 i određenih signala koji stižu preko udaljene U/I kartice. Prikupljene analogne signale skalira po potrebi i mapira u obliku kalkuliranog signala (AIC). Obrađene podatke prosljeđuje ili nazad preko AF100 mreže u kontroler AC160 ili u mrežu MB300 na koju su spojene operatorske i inženjerska stanica preko kojih imamo mogućnost vizualizacije i upravljanja procesom preko spomenutih signala koje šalje AC450.

MB300 je potrebno podesiti sa dip sklopkama (Slika 3.8) na mrežu i čvor koji su konfigurirani u programu, ovisno o poziciji sklopke (binarni zapis) koja se preračunava u dekadski zapis. U našemu sustavu korištena je mreža 11 i čvor 40.



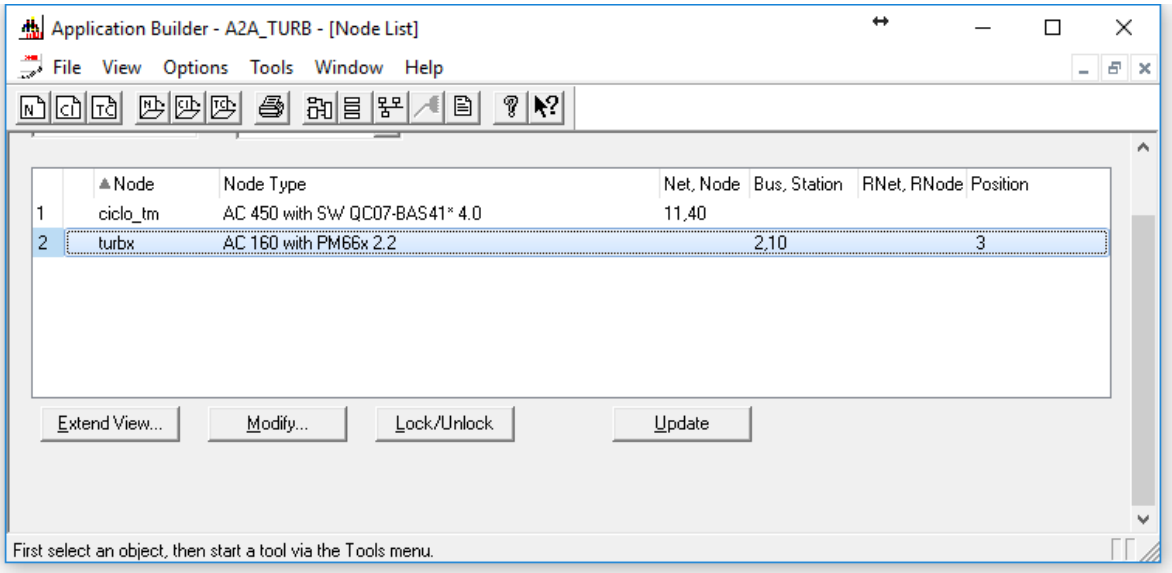
Slika 3.9 Kontrolna struktura Advant sustava

3.3. ***Control Builder Engineering Tools***

Control Builder je alat za konfiguraciju kontrolne strukture Advant sustav i izradu aplikacija. Sastoji se od tri programa:*Aplication Builder , Function Charta i Online Buildera.*

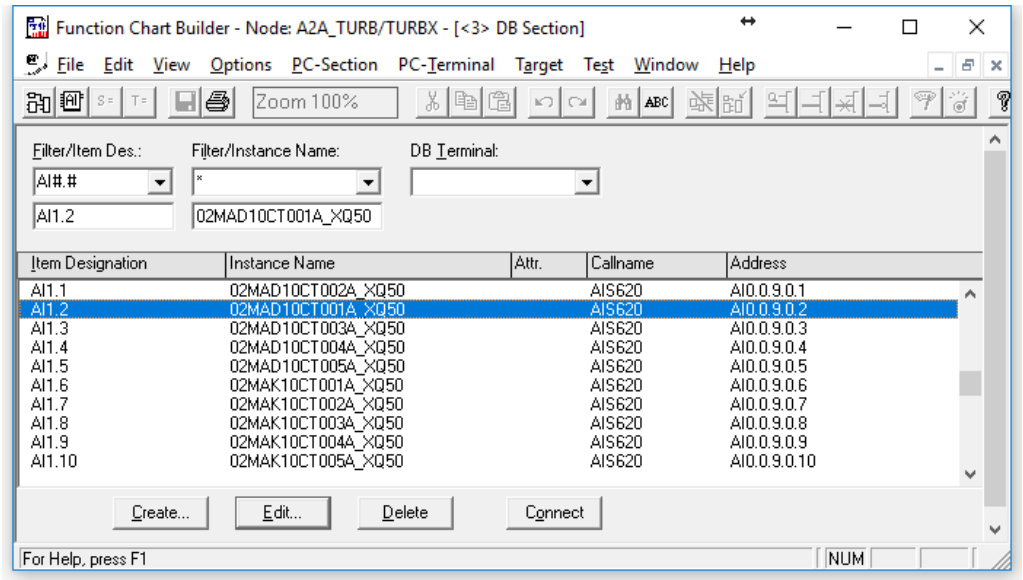
Aplication Builder je program unutar kojega su kreirani projekti sa pripadajućim čvorovima koji predstavljaju kontrolere (PLC ili DCS) i njihovom konfiguracijom. Unutar konfiguracije pripada tip i verziju kontrolera, mreža i čvor ili sabirnicu i stanicu, poziciju i

biblioteke potrebne za objekte[6]. Osim čvorova mogu se kreirati i TC (eng. *Type Circuit*) elementi koji se kasnije mogu pozvati kod pisanja aplikacija .Oni predstavljaju zapakiranu logiku koja se koristi više puta u aplikaciji

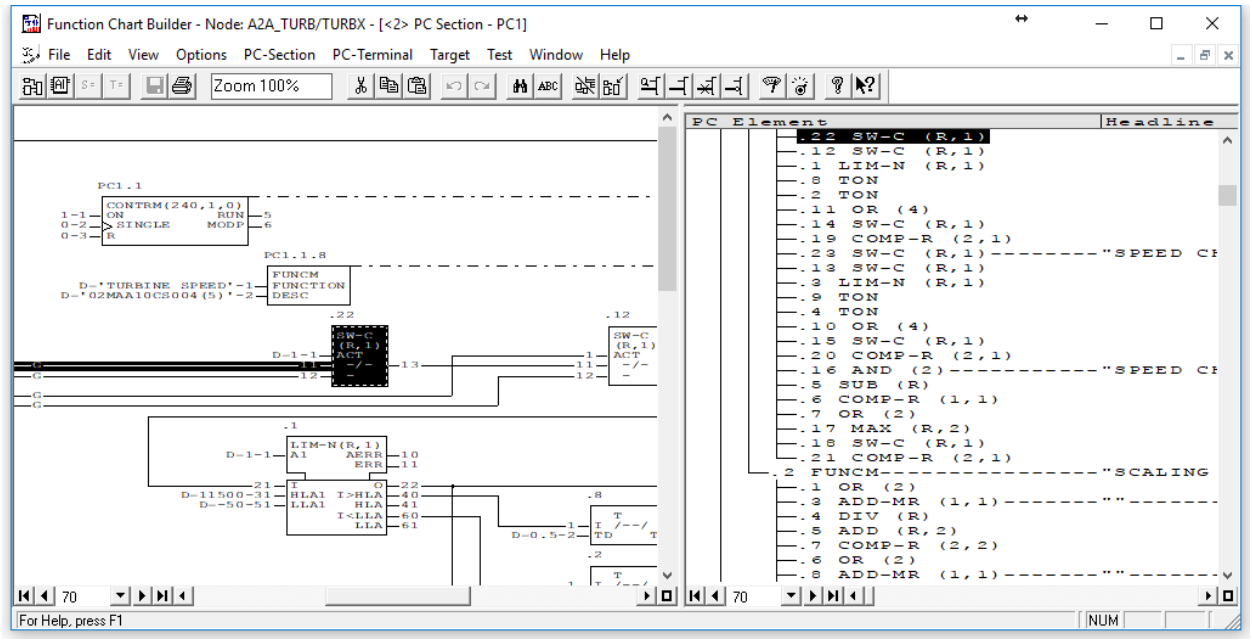


Slika 3.10 Aplication Builder

Function Chart Builder (FCB) pokreće se iz *Aplication Buildera* dvostrukim klikom na jedan od kreiranih čvorova u projektu. Sastavljen je od dva dijela koji su međusobno povezani; DB (eng. *Database*) dijela gdje su kreirani svi bazni elementi, PC (eng. *ProgramControl*) dijelu gdje je kreirana logika aplikacije. Omogućuje instalaciju aplikacija u PLC AC160 i pregled stanja logike za i vrijeme rada kontrolera. Ulaskom u kontroler moguće je forsirati ili ciklički pratiti vrijednosti određenog signala ili voda ili napraviti određene izmjene u PC ili DB dijelu.



Slika 3.11 Function Chart Builder (DB)



Slika 3.12 Function Chart Builder (PC)

Upravljanje signalima i definicija se vrši u tzv. bazi podataka ili DB (eng. *Database*) dijelu kao što je prikazano na lijevoj strani. Logika se stvara povezivanjem unaprijed definiranih funkcijskih blokova u određenom redoslijedu kako bi se stvorila željena funkcija procesa.

Algoritam rada sustava:

- Signali procesa mjereni su ulaznim modulima
- Mjerne vrijednosti se pohranjuju u DB i dodjeljuje im se definirani karakter (KKS naziv, opis, raspon, jedinica ...)
- Program kontrole procesa (PC) očitava vrijednosti iz DB
- Željeni postupak funkcionira preko blokova logike
- Izračunati rezultat ponovno se vraća DB-u
- DB izlazni element šalje signal na odgovarajući izlazni modul i proces pogona

Razine unutar PC dijela Slika 3.13:

CONTRM-zaglavlje modula kontrasta

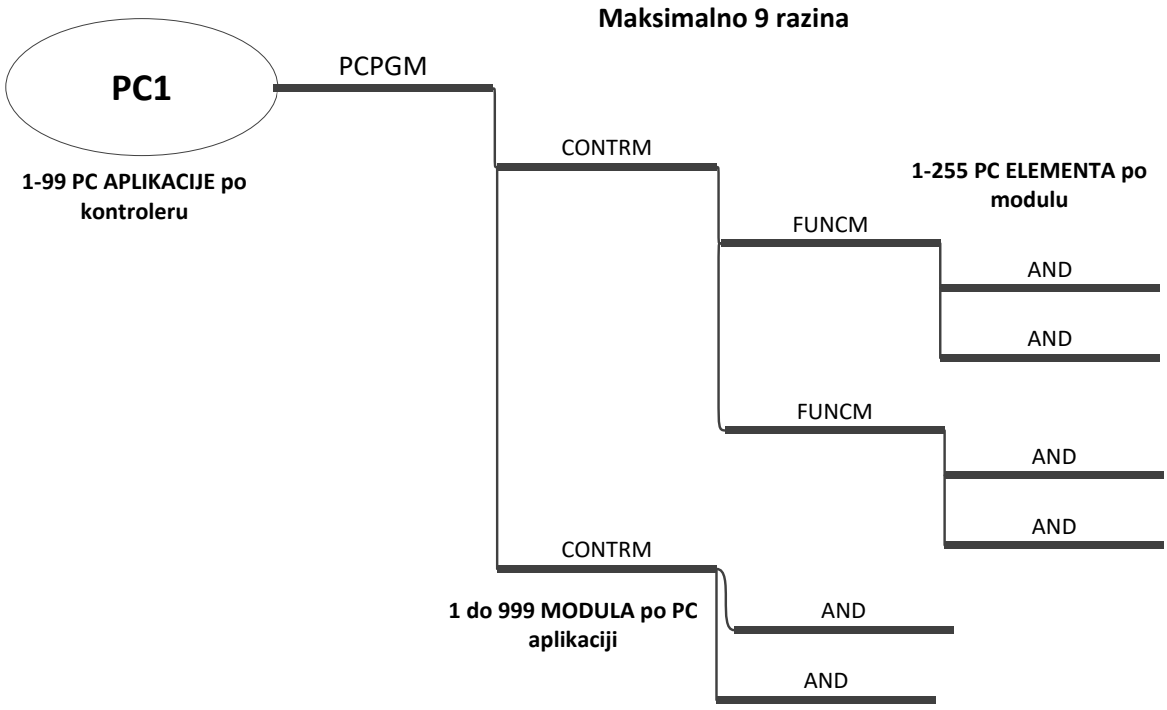
PCPGM funkcija:

- Omogućuje, onemogućuje kompletan PC program pr PC1
- Omogućuje komunikaciju s drugim PC programima u istim ili drugim kontrolerima
- Razmjena podataka s bazom podataka

- Komunikacija i razmjena podataka obavlja se ciklički s definiranim ciklusom.
- Za AC400 serije moguće su 1 - 99 PCPGM funkcije u jednom CPU modulu

CONTRM funkcija:

- Omogućuje strukturiranje
- Omogućuje izvršenje podređenih elemenata ciklički s definiranim vremenom ciklusa.
- *.odb datoteka spremljena u *FCB*, sadrži DB i PC dio koji se može izvući u pojedinačne datoteke za preuzimanje na AC450 kontroler.



Slika 3.13 Razine unutar PC dijela

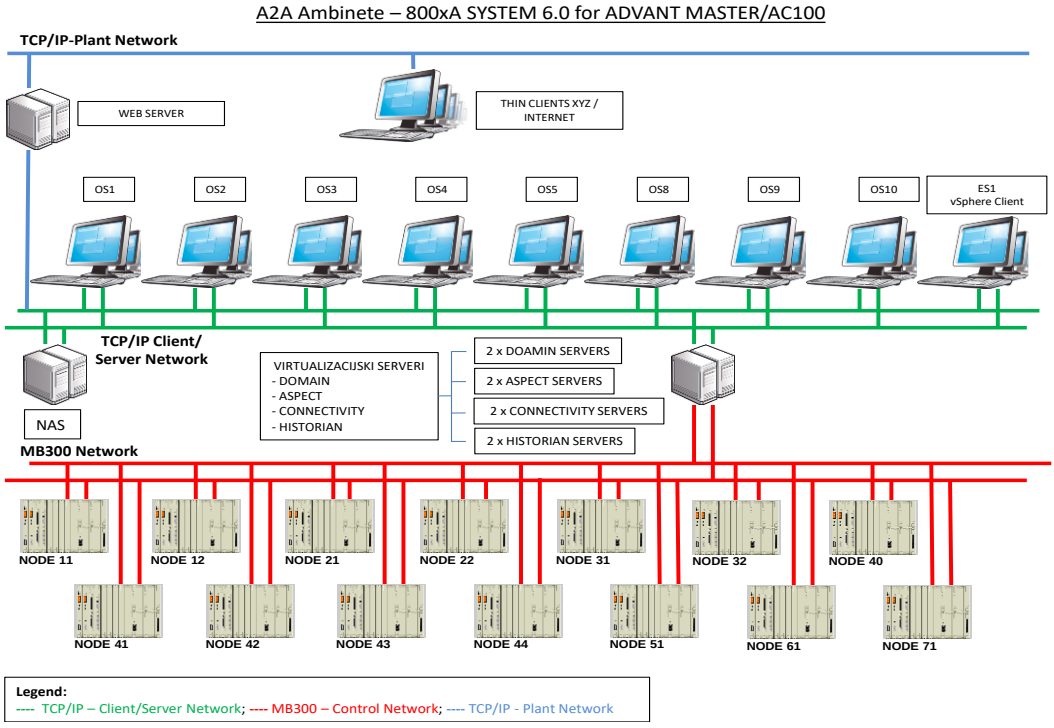
Online Builder alat namijenjen je jedino za AC450 kontroler. Koriste se za instalaciju aplikacije u kontroler ili kopija aplikacije iz kontrolera. Otvaranje *Online Buildera* i automatsko spajanje na kontroler izvršava se iz Aplication Buildera selektiranjem određenog kontrolera na koji se želimo spojiti i odabirom u traci *Tools—> On-line Builder*. Prilog **P 3.3.1** i **P 3.3.2**

3.4. **ABB 800xA SUSTAV**

Nakon prethodno opisane konfiguracije Advant sustava od signala iz polja do kontrolne mreže MB300 slijedi konfiguracija prema TCP/IP Client/Server mreži i na kraju prema TCP/IP *Plant Network.*

Konfiguracija 800xA sustava 6.0 sadržava 1 klijenta koji ima udaljeni pristup preko web servera, 10 operatorskih stanica, 1 inženjerske stanice i od virtualizacijskih servera redundantnoj konfiguraciji Slika

Slika 3.14.



Slika 3.14 Konfiguracija 800xA 6.0 sustava

Arhitektura sustava 800xA čini sustav računala i uređaja koji međusobno komuniciraju preko različitih vrsta komunikacijskih mreža, kao što je ilustrirano konceptualno ovdje. Radna mjesta koriste posvećena klijentska računala ili kombinirane klijentske/poslužiteljske strojeve koji omogućuju pokretanje klijentskih i poslužiteljskih aplikacija na jednom računalu radi veće konfiguracije.

3.4.1. Domain server

Kod manjih sustava nije potreban *Domain* kontroler i u tome slučaju čvorovi i korisnici se obrađuju kao radna grupa sustava Windows. Konfiguracija korisnika i sigurnost mora se zatim obaviti na svim čvorovima pojedinačno unutar radne grupe.

Upravljanje korisnicima u domeni Windows vrši se na središnjoj lokaciji poslužitelju domena. Svaka domena mora imati barem jedan poslužitelj domene, ali za elastičnost domena mora imati više poslužitelja domena.

Domain Server - pokreće *Domain Controller* i *Domain Name System* (DNS). Podržava 1oo2 redundanciju.

3.4.2. *Aspect server*

Aspect server je srce 800xA sustava. Pruža *Aspect Directory* i usluge vezane za upravljanje objektima, imena, sigurnost itd. Kao takav mora biti dostupan svim čvorovima cijelo vrijeme. U malim sustavima *Aspect Server* se može kombinirati s drugim funkcijama kao što su *Application* ili *Connectivity Servers* u jednom čvoru (računalu). *Aspect Server* podržava "1 od 2" ili "2 od 3" redundancija. U "1 od 2" redundancije, *Aspect Directory* je čitljiv i može se pisati sve dok je jedan *Aspect* Directory on-line. S "2 od 3" redundancije, dva *Aspect Servera* moraju biti pokrenuti za pisanje na *Aspect Directory*, ali s bilo kojim *Aspect Server* on-line, sustav je koristan za rad, ali ne i za konfiguraciju.

Aspect Server (AS) pokreće središnju inteligenciju u sustavu, uključujući direktorij aspekta i druge usluge vezane uz upravljanje objektima, nazive objekata i strukture, sigurnost itd. Može biti kontroler domene DNS-a kada se ne koriste posebni poslužitelji domena. Podržava zalihost 1oo2 ili 2oo3.

3.4.3. *Connectivity server*

Poslužitelj za povezivanje omogućuje pristup kontrolerima i ostalim izvorima podataka u cijeloj mreži. U sustavu može postojati nekoliko skupina povezivnih poslužitelja, od kojih svaki služi jednom skupu izvora podataka. AC 800M *Connectivity Server* je jedan od mnogih različitih tipova poslužitelja za povezivanje u sustavu 800xA.

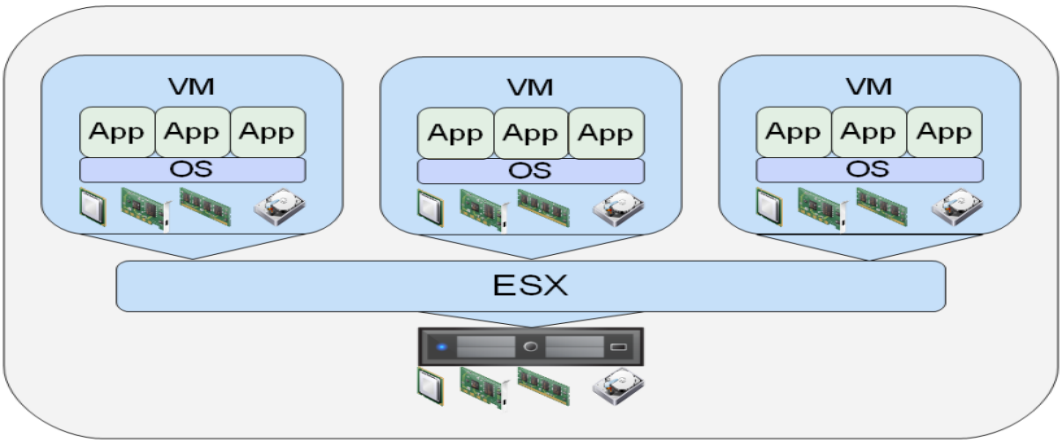
- Primjeri usluga su:OPC pristup podacima ,OPC alarm i događaj, OPC povijesni pristup podacima ,Sustavne poruke
- Maksimalno 12 AC 800M kontrolera može se spojiti na jedan poslužitelj za povezivanje (pojedinačni ili redudantni).
- *Connectivity Server* (CS) pokreće povezane usluge koje omogućuju pristup kontrolerima i drugim izvorima podataka. Podržava 1oo2 redundanciju.
- *Application Server* pokreće razne vrste aplikacija sustava kao što je IMS...

3.4.4. *History server*

Sustav 800xA podržava čitav niz povijesnih i funkcija izvješćivanja. Mnoge od tih funkcija kao što je arhiviranje zahtijevaju softver za upravljanje informacijama. Međutim, osnovnu povijesnu zbirku obavlja *Basic Historian* na poslužitelju za povezivanje (*Connectivity Serveru*) i stoga je dostupan kao osnovna značajka sustava 800xA. Ako je upravitelj informacija (*Information Manager*) instaliran u sustav, on dobiva svoje podatke iz Connectivity Server osnovnog povijesnog zapisa korištenjem OPC-a HDA standardnog protokola. Ovaj protokol, za razliku od DA protokola, može dobiti više vrijednosti za istu točku s jednim zahtjevom.

3.4.5. Virtualizacija

VMware ESX tehnologija virtualizacije omogućuje pokretanje više virtualnih računala (VM) na istom fizičkom računalu. Svaki VM predstavlja računalo i njegove hardverske komponente (CPU, RAM, diskovni pogoni, mrežni adapteri, itd.)Slika 3.15.Svaki VM zahtijeva da se operacijski sustav i aplikacije instaliraju na isti način kao i fizičko računalo. VM se pojavljuje operacijskom sustavu kao fizičkom računalu. [10]



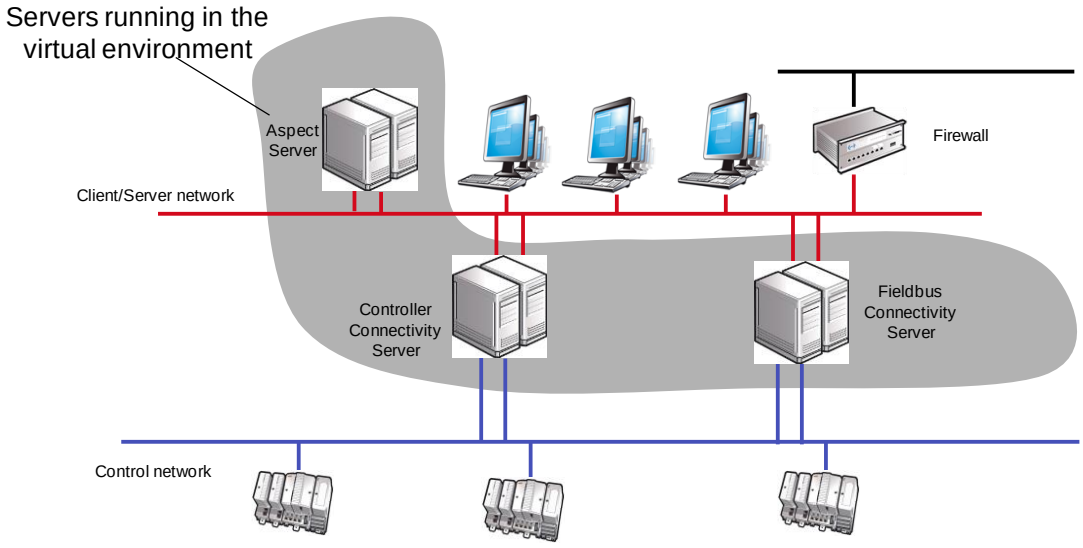
Slika 3.15 ESX sustav

U slučaju fizičkih čvorova za *Connectivity Server* za 800xA za *Advant Master* i 800xA za MOD300, RTA ploča ili RTA jedinica koristi se za povezivanje s odgovarajućim mrežama.

Hardver koji zahtijeva odvojene upravljačke programe obično nije podržan u virtualnom okruženja. Ovo se rješava pomoću PU410 odnosno PU412 RTA jedinice koja je izvan ESX poslužitelja i komunicira s njom preko *Ethernet* veze.

Virtualizacija se može koristiti u 800xA sustavima za kombiniranje višestrukih 800xA poslužiteljskih čvorova na jedno računalo. Ukupan broj fizičkih računala potrebnih u postrojenju znatno se smanjuje. To također smanjuje potrebni prostor za računala, troškove nabave hardvera za računala i ormare i troškove rada (kao što su troškovi energije). Virtualizacija se može koristiti za inženjerske sustave, kao i za proizvodne sustave.

Softver za virtualizaciju host koji se koristi za virtualizaciju čvorova poslužitelja sustava 800xA je VMware ESX 4.1, koji se naziva i *vSphere*. Nijedan drugi virtualizacijski host nije dopušten.



Slika 3.16 Virtualizacija sustava[8]

Plant network može biti namijenjena za automatizaciju procesa ili biti dio plant mreže koja je već dostupna na nekom mjestu. Daljnje povezivanje *Plant network* s Internetom ili bilo kojom drugom vrstom vanjske mreže treba obaviti u skladu s odgovarajućim mrežnim sigurnosnim programima. [8]

Mreža klijenta/poslužitelja (eng *Client/Server)* koristi se za komunikaciju između poslužitelja i između radnih mjesta klijenata i poslužitelja. Putem usmjerivača, mreža može biti povezana s *plant network* i vatrozidom preko Interneta. Iz razloga učinkovitosti i integriteta treba izbjegavati povezivanje stranih sustava izravno na kontrolnu mrežu (eng. *Control network)* i klijenta/poslužitelja (eng. *Client/Server).*

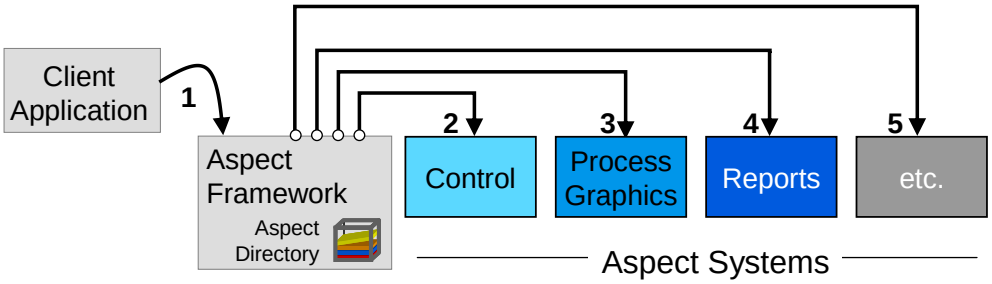
Za bilo koji instalacijski sustav veći od jednog čvora i malih sustava koji koriste Windows Workgroup, 800xA čvorovi sustava moraju biti u posvećenom domena Windows

2000. To zahtijeva postavljanje kontrolera domene i DNS-a poslužitelj. Svi ostali 800xA poslužitelji sustava i klijentski čvorovi moraju biti konfigurirani da budu članovi domene.

Upravljačka mreža (eng. Control network) je lokalna mreža (LAN) optimizirana za visoke performanse i pouzdanu komunikaciju, s predvidljivim vremenima odziva u realnom vremenu. Koristi se za povezivanje kontrolera s poslužiteljima. Kontroleri su čvorovi koji upravljaju kontrolnim softverom.

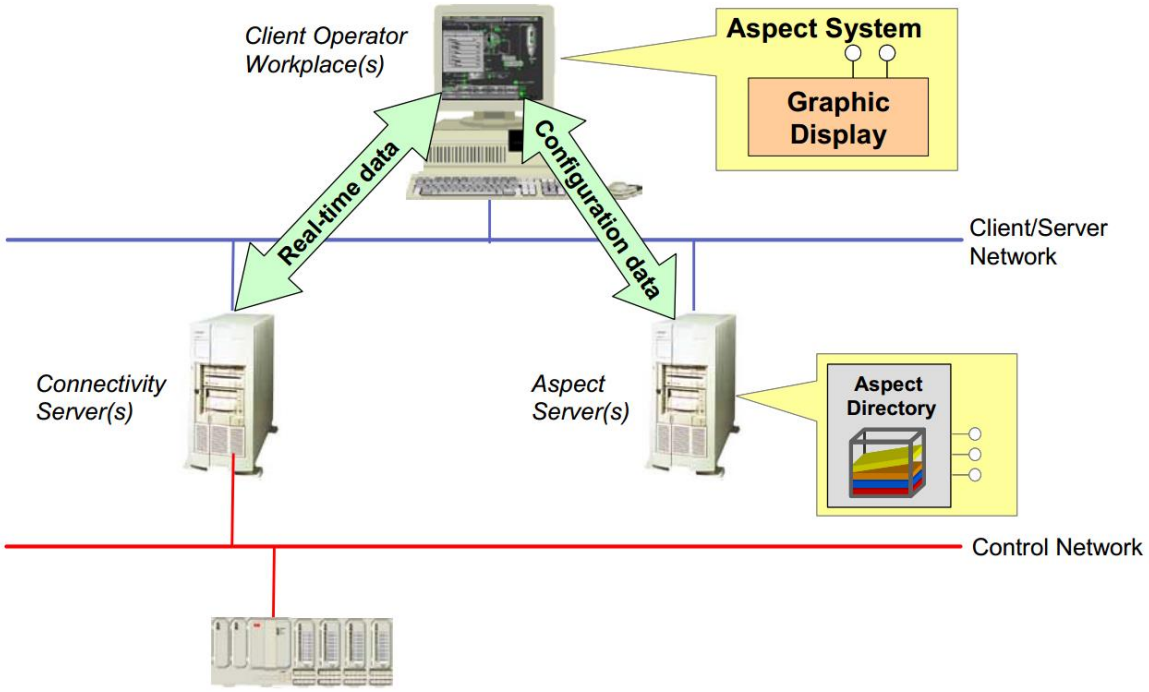
Upravljači i poslužitelji za povezivanje su spojeni na upravljačku mrežu Upravljačka mreža može biti proizvoljna. *Fieldbuses* se koriste za povezivanje uređaja iz polja, kao što su U/I moduli, senzori i aktuatori, PLC.

Unutar *Aspect Framework* nalazi se *Aspect Directory*, gdje su smješteni svi aspekti objekata, kao i svi aspekti sustava i operacije koje podržavaju. Za izvođenje operacije na objektu aspekta, aplikacija (tj. *Aspect System*) preuzima sučelje za tu operaciju iz okvira.



Slika 3.17 Aspect system

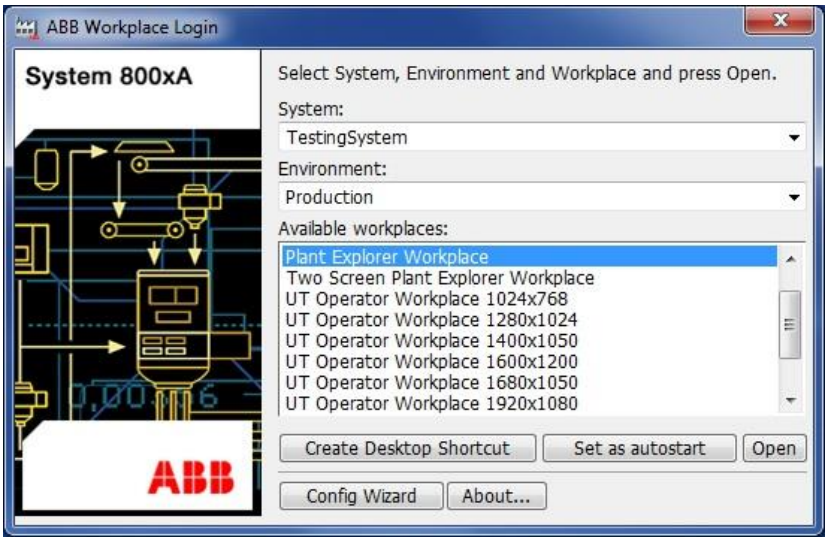
Primjer procesa Slika 3.18*:* Aspekt "Grafički zaslon" instaliran je na *Aspect Server* i pozvat će ga *Operator Workplace*. Motoru kao objektu u sklopu procesnog prikaza, *Aspect Server* daje ikonu objektu, a pokazivač dinamičkog stanja (uključeno/isključeno) pruža *Connectivity.Server*.



Slika 3.18 Vizualizacija objekata

3.4.6. Struktura 800xA sustava

Aspekt objekt predstavlja grafički prikaz stvarnog objekta. Objekt može biti motor, ventil ili bilo koja druga fizička oprema koja se nalazi u postrojenju. Aspekti su karakteristike povezane s objektom aspekta, kao što su sučelja, zapisi o održavanju, trendovi i *faceplates*. Mnogi aspekti objekata dolaze s nizom unaprijed definiranih aspekata i novi aspekti mogu se dodati u objekt.



Slika 3.19 Radno mjesto (eng. Workplace) 800xA sustav

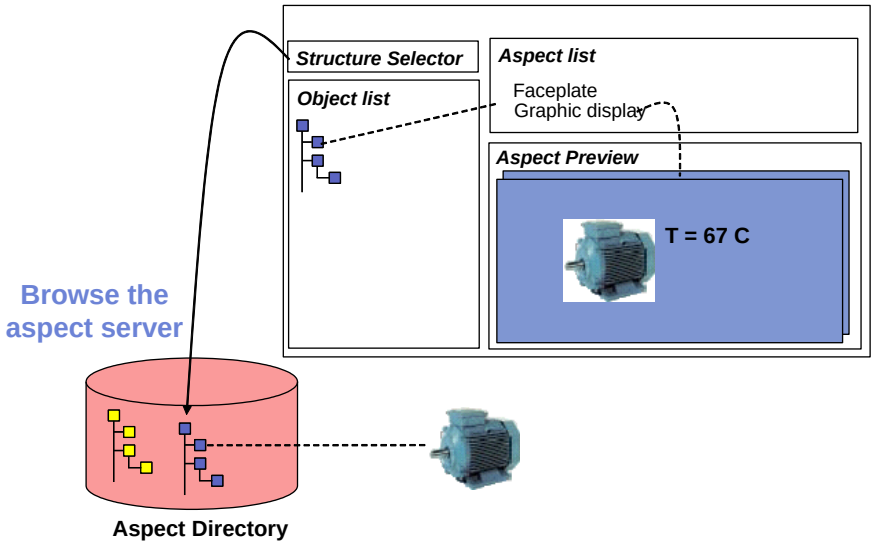
Plant Explorer

Koristi se za konfiguraciju sustava od 800xA i glavni je inženjerski alat. Omogućuje stvaranje i upravljanje *Aspect* objektima. Konfiguracija Advant Master kontrolera kao što su AC450 i AC410 postiže se pomoću *Control Builder A* i preuzima se putem *On-line Buildera.* Nakon što su u tim kontrolerima ugrađeni uređaji (npr. motora, regulatora…), oni se prenose u *Aspect Servers.*

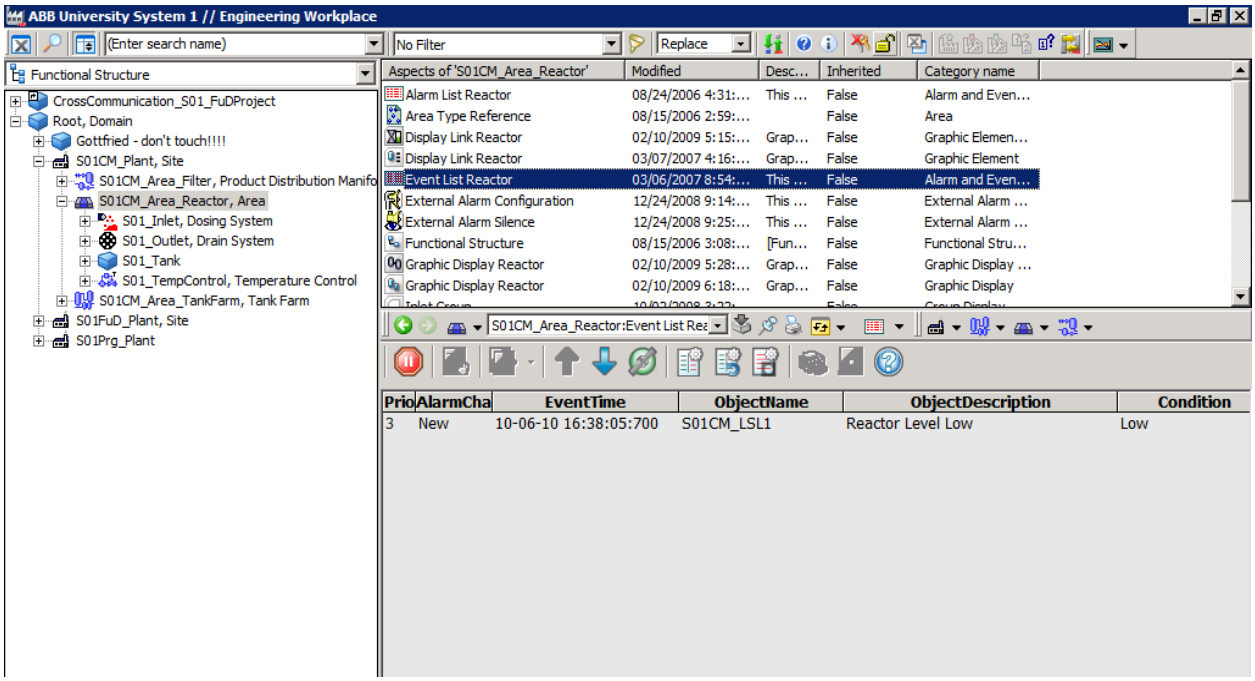
Workplace

Okruženje *workplace* je namijenjeno za određenu skupinu ljudi koji bi htjeli pristupiti sustavu. U novoinstaliranom sustavu postoje zadana radna mjesta namijenjena različitim korisnicima.

- Plant Explorer radno mjesto
- Operatorsko radno mjesto
- IMS
- Plant Explorer koristi se za pregledavanje i rukovanje u Aspect Directory



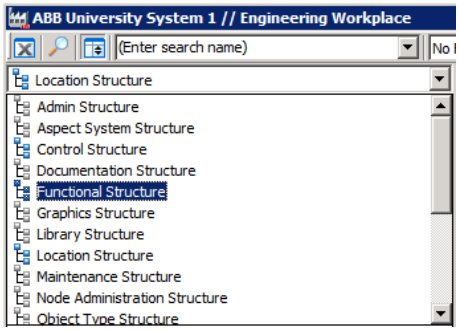
Slika 3.20 Aspect Directory



Slika 3.21 Funkcijska struktura

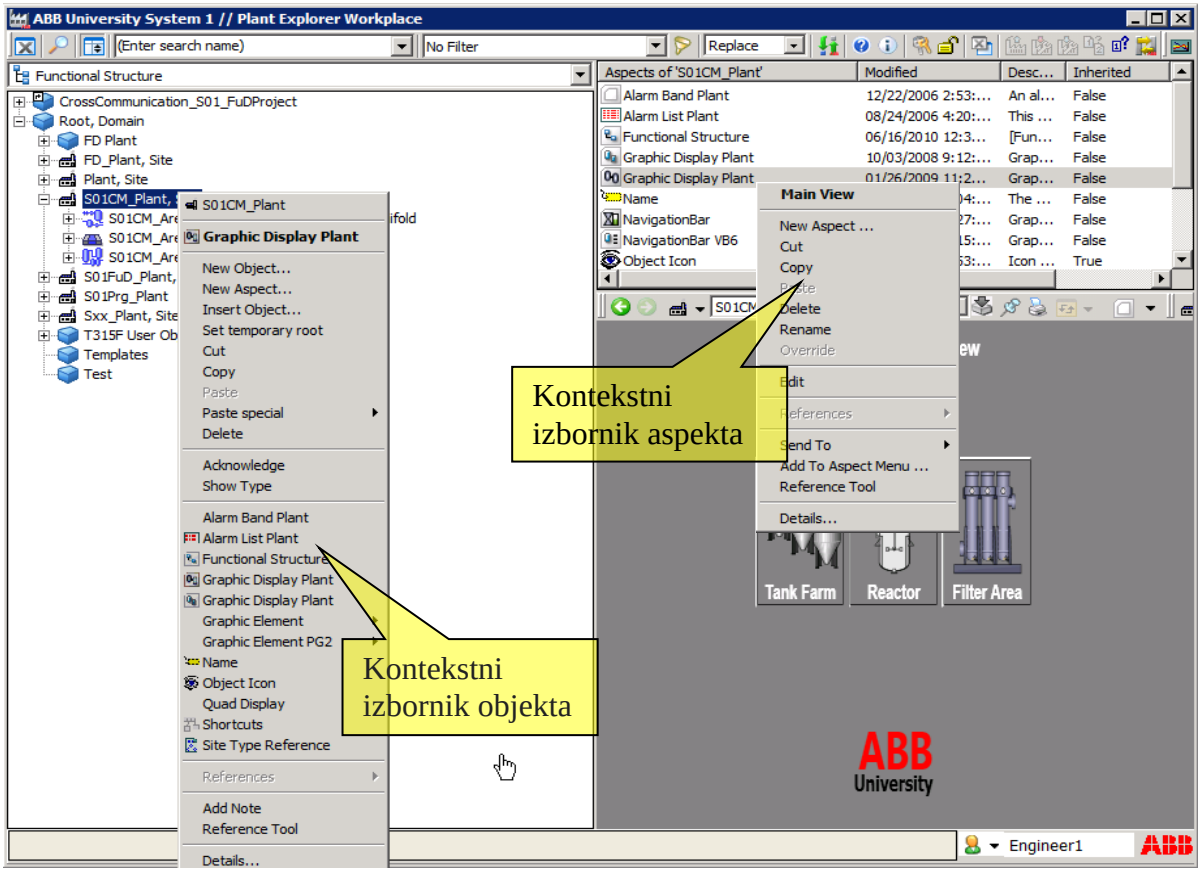
Pristupanja strukturama sustava 800xA unutar *Plant Explorera* omogućuje se iz pripadajućeg izbornika, a popis struktura vidljiv je na Slika 3.22. Sustav sadrži 19 struktura, a korištenje tih struktura varira ovisno o potrebama koja se konfigurira i koristi sustav. U većini slučajeva upotrebljavaju se samo:Kontrolna, Funkcijska, Objektna, Grafička struktura

Aspekti putuju s objektom aspekta. Ako se objekt prebaci u drugu strukturu, aspekti se pomaknu. Ako je objekt kopiran iz jedne strukture u drugi, aspekti povezani s objektom će biti umetnuti previše. To znači da se objekt može vidjeti u različitim strukturama.



Slika 3.22 Strukture sustava

Unutar funkcijske strukture klikom desnom tipkom miša na objekt, pojavit će se odgovarajući aspekti. Svaki objekt ima određene aspekte koji se mogu razlikovati od jednog objekta do drugog. Također, aspekti imaju kontekstni izbornik koristi se za obradu.



Slika 3.23 Funkcijska struktura- kreiranje aspekt objekta

Funkcijska struktura (HMI) Većina aplikacijskih inženjera obavljati će većinu svog rada unutar funkcijske strukture. Navedenom strukturom je opisan proces, tj. funkcionalnost postrojenja vizualizirana je na sučelju. Može koristiti i za organiziranje prikaza, alarma i drugih funkcija koje se odnose na strukturu postrojenja.Također može prikazati objekte aspekta koji nisu izravno povezani s bilo kojom posebnom kontrolnom logikom, poput izmjenjivača topline (fizičkog objekta) koji je uključen u upravljačku petlju.

Kontrolnastruktura

Kontrolna struktura se koristi za organiziranje procesnog okruženja u sustavu, tj. za određivanje gdje se izvršavaju različiti dijelovi upravljačke aplikacije. Osnovna struktura upravljačkog sustava je specificirana i razvrstana u mreže, čvorove, sabirnice i postaje Slika 3.25.

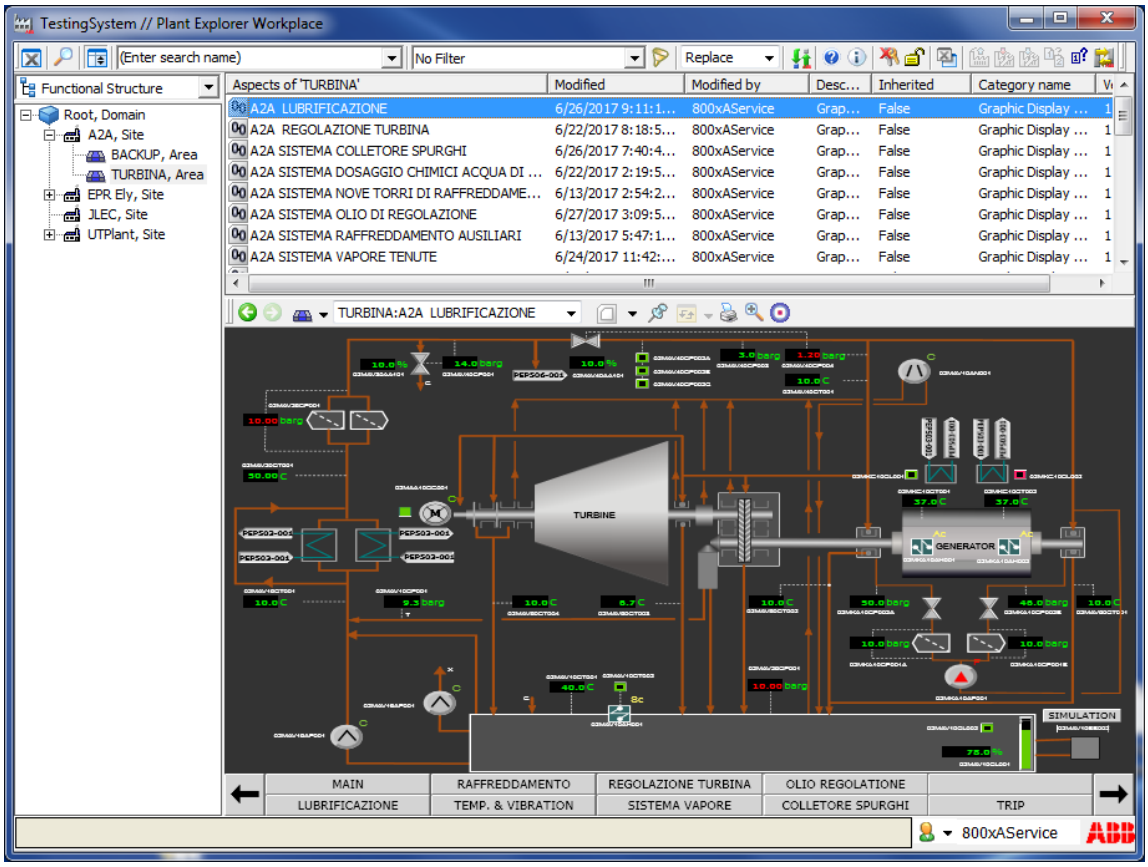
Kontrolna struktura u sustavu 800xA koristi se za organiziranje procesnog okruženja u sustavu i sadrži:

- Objekte sustava.
- Upravljačke mreže.
- RTA kartice.
- Kontrolere (AC450).
- Procesiranje objekata - motor, grijač, pumpa, reaktor, ventil, itd.
- Objekti signala - U/I signali.

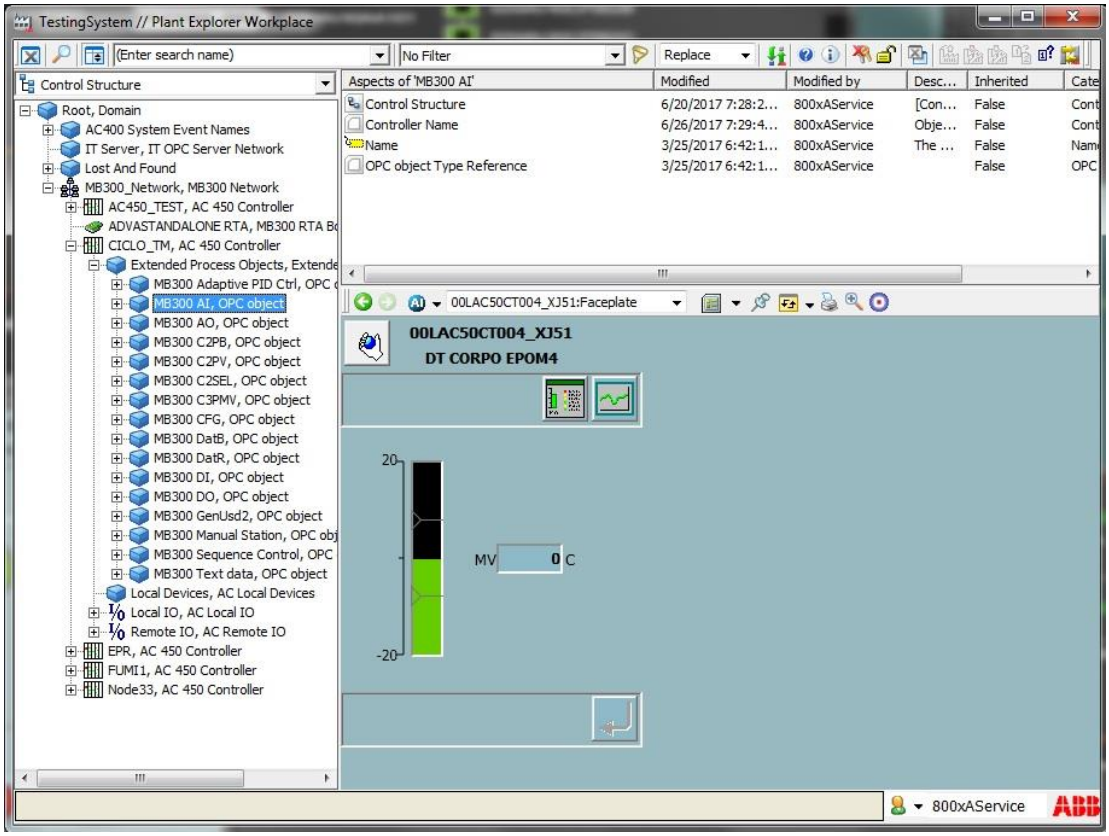
3.4.7. Proces Graphic Editor

Proces Graphic Editor je alat koji se nalazi u paketu 800xA sustava, koristi za izgradnju HMI sučelja za operatere. Kreiranje novog sučelja započinje u Funkcijskoj strukturi gdje se kreira novi aspekta *Graphic Display PG2*. Grafičko sučelje pruža vizualnu prezentaciju proceas i uključuje dinamičke informacije procesa Slika 3.26.

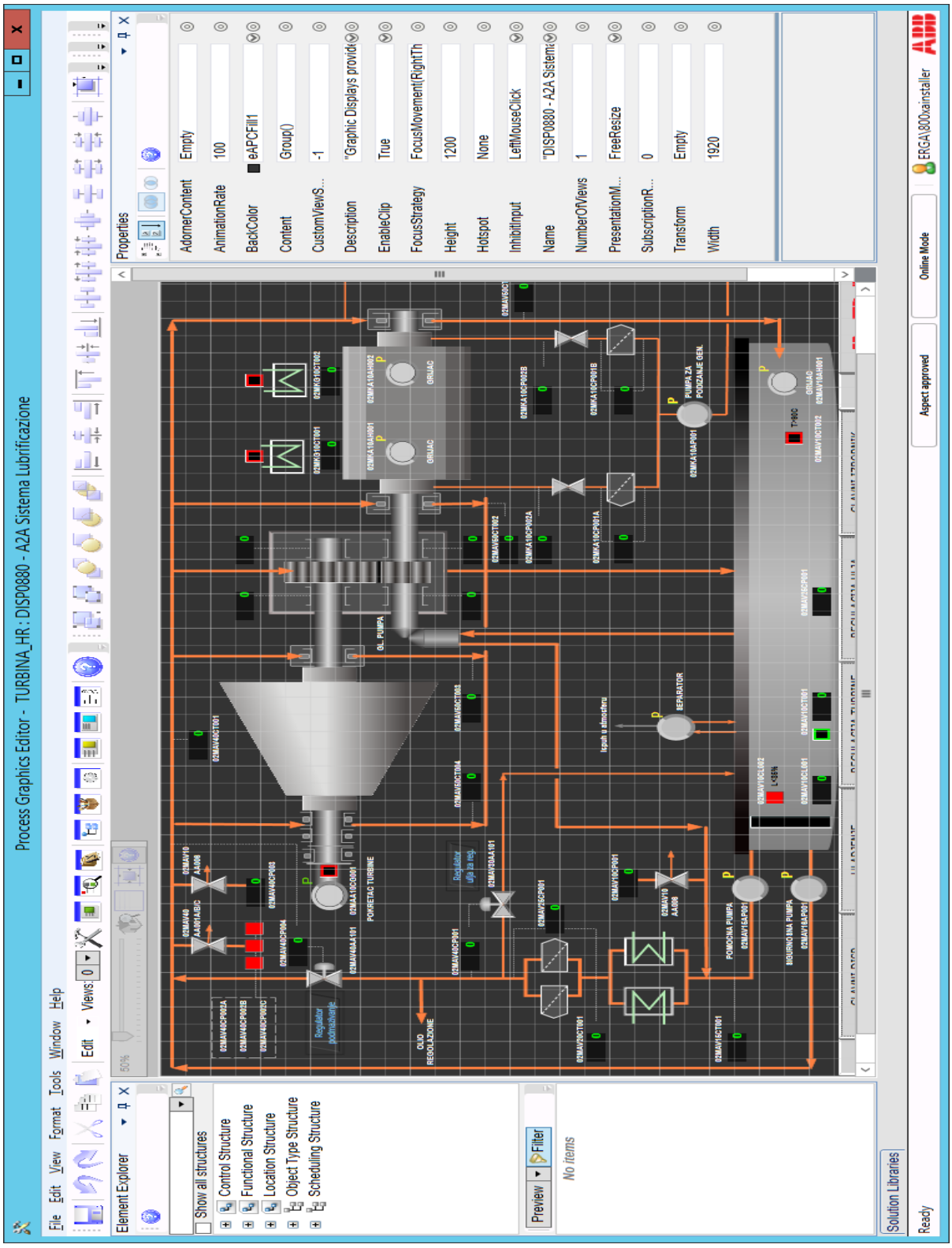
Rad u programu se sastoji od kreiranja statičkih i dinamičkih dijelova. Statičke dijelovi su cjevovodi (koji ne mijenjaju boju), spremnici, tekstovi, i dr. Dinamički dijelovi su objekti koji mijenjaju svoj status ovisno o stanju na sondi u procesu ili kalkulaciji u programu. Insertiranje objekata moguće je kroz *Element Explorer*, upisivanjem odgovarajućeg imena objekta ili signala koji je kreiran u kontrolnoj strukturi i koji je povezan sa aplikacijom.



Slika 3.24 Funkcijska struktura HMI



Slika 3.25 Kontrolna struktura



Slika 3.26 Process Graphic Editor

4. OPIS PROCESA

4.1. Sustav za podmazivanje

Kombinirani sustav za kontrolu ulja i podmazivanje uobičajen je kod turbine, reduktora i generatora, a temelji se na dvije razine tlaka: 10-12 barg ulje za upravljanje i 1,5 barg za ulje za podmazivanje.

Glavne komponente i njihove funkcije su sljedeće: Spremnik za ulje 02MAV10BB001, razni dodaci : grijač ulja 02MAV10AH001**,** separator uljnih para 02MAV10AN001, 3 uljne pumpe i pomoćna oprema.

Glavna pumpa za ulje 02MAV10AP001, pogonjena je rotacijom osovine i namijenjena je za normalne operacije podmazivanja / regulacije.

Pomoćna pumpa uljna 02MAV15AP001 ima isti kapacitet kao i glavna pumpa i obično se koristi tijekom brzog pokretanja ili zaustavljanja turbine. Automatski aktivira u slučaju kvara glavne pumpe ili ako je tlak ulja u glavnoj liniji manji od 9 barg. Zaustavlja se ručno pomoću lokalne kontrole, DCS ili automatski, kada turbina dosegne unaprijed određenu brzinu (70% nazivne brzine postavljeno na PLC-u), jer tada glavna pumpa može jamčiti ispravan pritisak.

Pumpa ulja za nuždu 02MAV16AP001 se koristi u slučaju gubitka pomoćne pumpe, tj. u slučaju tlaka manjeg od 0.7 barg kako bi se osiguralo ulje potrebno za ležajeve. Pumpa za nuždu započinje na pragu vrlo niskog tlaka uljnog podmazivanja od signala 02MAV40CP002A / 002B / 002C ili 02MAV40CP003. Zaustavlja se isključivo ručno iz lokalne kontrole.

Pomoćna i sigurnosna pumpa automatski se pokreću u slučaju niskog tlaka ulja isporuke glavne pumpe 02MAV10CP001 i niskog tlaka ulja za podmazivanje 02MAV40CP003. Nadalje, za pokretanje pomoćne pumpe, temperatura ulja u kućištu mora uvijek biti iznad 25 °C 02MAV10CT001. Pumpe se mogu pokrenuti ručno (lokalnom kontrolom ili pomoću DCS) ili automatski pomoću logike instalirane u PLC. U krugu ulja nalaze se 2 izmjenjivača za hlađenje ulja "02MAV20AC001/ 002", svaki od njih veličine 100% toplinske energije koja se smije postaviti. Rashladna tekućina će uvijek biti u pogonu, druga će početi ručno djelovati na izmjenjivaču radi povećanja temperature ulja mjerene na sondi 02MAV20CT001. Temperatura ulja se održava na približno 45 °C pomoću upravljačkog ventila 02MAV20AA210 koji se nalazi nizvodno od rashladnih sredstava. Osim toga, ima i 2 filtra 02MAV25AT010/020 koja su

dimenzioniran za 100% protoka ulja, sa stupnjem filtracije od 10 mikrona, a s mogućnošću ručne zamjenu za vrijeme rada.

Tlak ulja za regulaciju (10-12 barg) reguliran je preko regulacijskog ventila 02MAV30AA101. Upravlja PLC AC160 putem vrijednosti tlaka od 02MAV40CP001; dok se tlak ulja za podmazivanje (oko 1,5 barg) održava preko regulacijskog ventila 02MAV40AA101 kojim upravlja PLC AC160 kroz vrijednost tlaka 02MAV40CP004.

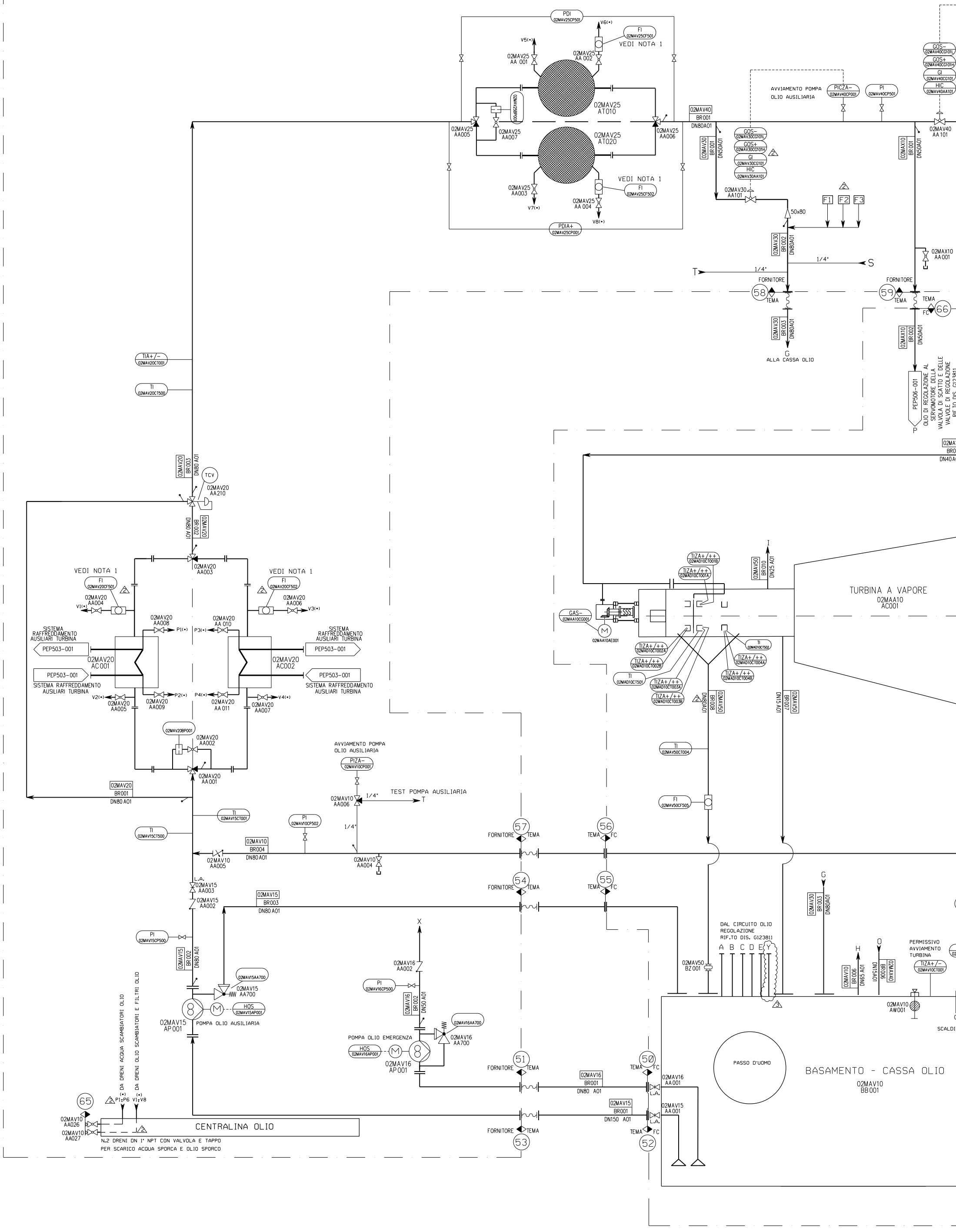
Osim prethodno navedene 3 uljne pumpe u sustavu se nalazi još jedna pomoćna pumpa namijenjena za podizanje osovine rotora generatora (eng. *JOP*). 02MKA10AP001A/001B osiguravaju visokotlačno ulje izravno ležajevima na takav način da se omogući okretanje samog rotora prilikom prolaska od okretanja zupčanika. Dizanje rotora će se zaustaviti pri brzini iznad 700 okretaja/min.

Grijač ulja 02MAV10AH001 u spremniku uključuje se automatski kada temperatura ulja 02MAV10CT001 padne ispod pragova od 35 °C postavljen na PLC i automatski se zaustavlja kada temperatura ulja prelazi isti prag ili više. Sigurnosni termostat 02MAV10CT002 ožičen je u strujnom krugu koji prekida napajanje kad termostat prelazi određenu vrijednost. U slučaju niske razine blokira se grijanje ulja u spremniku od 02MAV10CL001. Separator uljnih para 02MAV10AN001 uklanja nepravilni tlaka u spremniku ulja, reduktoru i ležajevima i isušuje vlagu i filtriraju.

4.1.1. Pomoćna oprema

Generator je također opremljen grijačima u redundantnoj konfiguraciji 02MKA10AH001/002. Grijač se automatski pokreće preko prekidača stroja Q0 02BBC01 i automatski se zaustavlja kada je prekidač zatvoren. Regulacija temperature generatora pomoću temperaturne sonde uronjene unutar statorskih namotaja koji pružaju pragove alarma (1oo2) što znači da će alarm biti aktivan u slučaju da jedan od grijača pokazuje vrijednost izvan praga i blokiranje (2oo2) po fazi.

Pokretač turbine (*eng. turning gear*) namijenjen je za okretanje rotora pri maloj brzini (5-10 o/min) kako bi se spriječilo da se bijeli metal ležajeva utisne tijekom faza grijanja i hlađenja. Pokretanje je moguće (ručno i automatski) samo kada je sigurnosni prekidač 02MAA10CG001 zatvoren. Potrebna je povratna informacija koju daje instrument na liniji podmazivanja, tlak 02MAV40CP004 mora biti veći od 0.7 barg kako bi se osiguralo podmazivanje ležaja i tlak sustav podizanja generatora 02MKA10CP002A/2B mora biti veći od 45 barg.



Slika 4.2 P&ID Sustav podmazivanja1/2

DISEGNI DI RIFERIMENTO

SCHEMA OLIO DI REGOLAZIONE	DIS. G 123811
SCHEMA VAPORE TENUTE E SPURGHI	DIS. G 123812
SCHEMA RAFFREDDAMENTO AUSILIARI TURBINA	DIS. G 123875
LISTA TERMINALI CLIENTE	DOC. G 123822

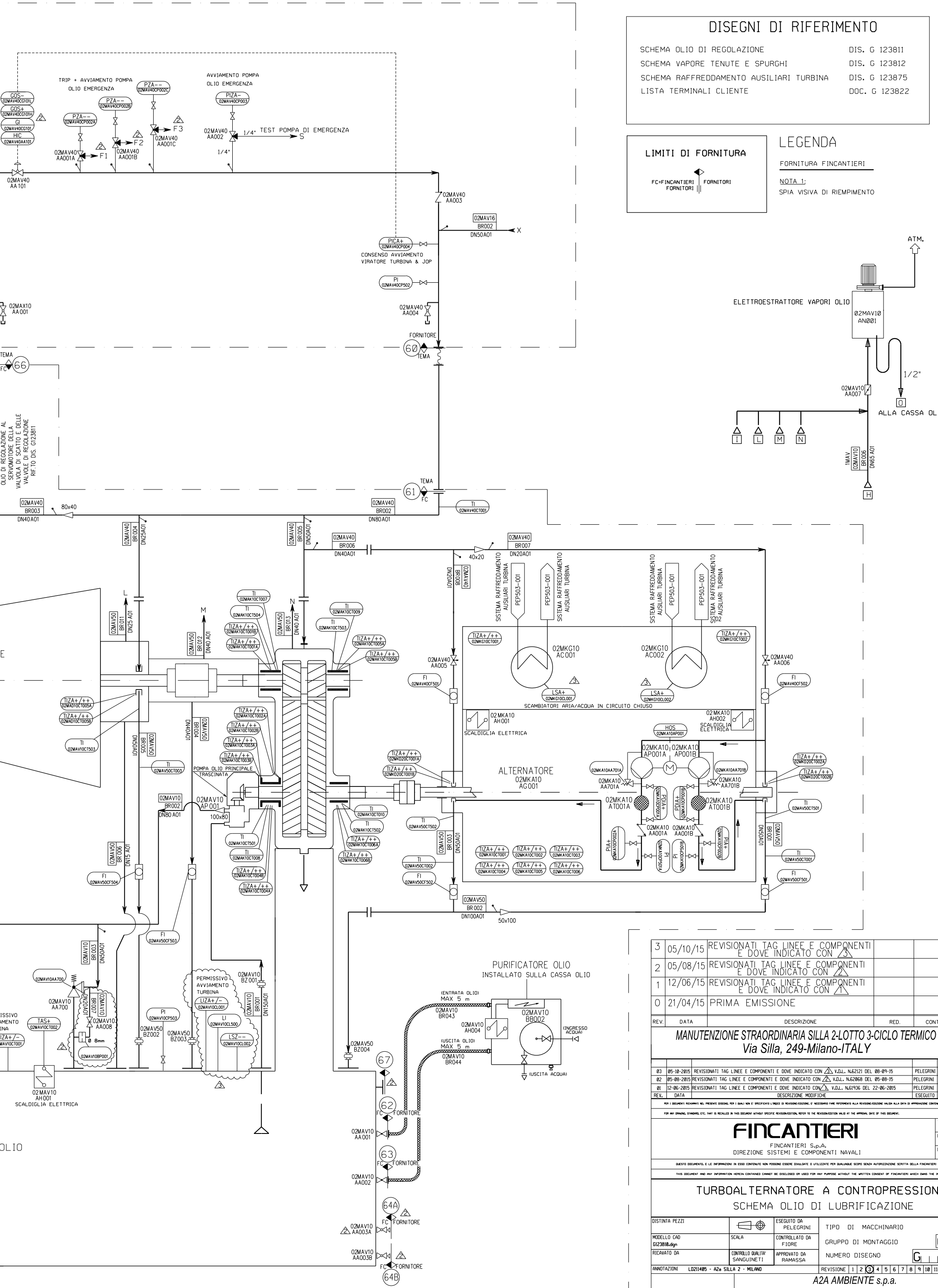
LIMITI DI FORNITURA

FC=FINCANTIERI FORNITORI — FORNITORI

LEGENDA

FORNITURA FINCANTIERI

NOTA 1:
SPIA VISIVA DI RIEMPIMENTO



Slika 4.2 P&ID Sustav podmazivanja 2/2

REV.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	CONTR.	APPR.
3	05/10/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 3			
2	05/08/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 2			
1	12/06/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 1			
0	21/04/15	PRIMA EMISSIONE			

MANUTENZIONE STRAORDINARIA SILLA 2-LOTTO 3-CICLO TERMICO
Via Silla, 249-Milano-ITALY

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICHE	ESEGUITO	CONTROLLATO	C. G.
03	05-10-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 3 V.D.L. N.62121 DEL 08-09-15	PELEGRINI	FIORE	SABATTINI
02	05-08-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 2 V.D.L. N.62068 DEL 05-08-15	PELEGRINI	FIORE	SANGUINETI
01	12-06-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 1 V.D.L. N.61936 DEL 22-06-2015	PELEGRINI	FIORE	SANGUINETI

PER I DOCUMENTI RICHIAMATI NEL PRESENTE DISEGNO, PER I QUALI NON E' SPECIFICATO L'INDICE DI REVISIONE/EDIZIONE, E' NECESSARIO FARE RIFERIMENTO ALLA REVISIONE/EDIZIONE VALIDA ALLA DATA DI APPROVAZIONE CONTENUTA IN QUESTO CARTIGLIO.

FOR ANY DRAWING, STANDARD, ETC. THAT IS RECALLED IN THIS DOCUMENT WITHOUT SPECIFIC REVISION/EDITION, REFER TO THE REVISION/EDITION VALID AT THE APPROVAL DATE OF THIS DOCUMENT.

FINCANTIERI
FINCANTIERI S.p.A.
DIREZIONE SISTEMI E COMPONENTI NAVALI

TAVOLA 1 DI 1
FORMATO A0
DATA 21/04/2015

QUESTO DOCUMENTO, E LE INFORMAZIONI IN ESSO CONTENUTE NON POSSONO ESSERE DIVULGATE O UTILIZZATE PER QUALUNQUE SCOPO SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA FINCANTIERI CHE NE HA LA PROPRIETA'

THIS DOCUMENT AND ANY INFORMATION HEREIN CONTAINED CANNOT BE DISCLOSED OR USED FOR ANY PURPOSE WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF FINCANTIERI WHICH OWNS THE INTELLECTUAL PROPERTY

TURBOALTERNATORE A CONTROPRESSIONE
SCHEMA OLIO DI LUBRIFICAZIONE

DISTINTA PEZZI		ESEGUITO DA PELEGRINI	TIPO DI MACCHINARIO 021
MODELLO CAD G123810.dgn	SCALA	CONTROLLATO DA FIORE	GRUPPO DI MONTAGGIO 053200
RICAVATO DA	CONTROLLO QUALITA' SANGUINETI	APPROVATO DA RAMASSA	NUMERO DISEGNO G 1 2 3 8 1 0
ANNOTAZIONI L0211405 - A2a SILLA 2 - MILANO			REVISIONE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

A2A AMBIENTE s.p.a.
GRANDI IMPIANTI AMBIENTE AREA MILANO

F.TO	PROGETTO	IDENTIFICAZIONE DOCUMENTO								
		W.B.S.			DISC.	ATT.	TIPO	NUMERO	FOGLIO N°	REV.
		AREA	UNITA'	SISTEMA						
A0	1412063	S	00	MA0	P	E	P	505	0001 di 0001	03

DISEGNI, CALCOLI, SPECIFICHE E TUTTE LE ALTRE INFORMAZIONI CONTENUTE E SOTTOMESSE CON QUESTO DOCUMENTO SONO DI PROPRIETA' DI A2A AMBIENTE SPA AL RICEVIMENTO DI QUESTO DOCUMENTO LA STESSA DIFFIDA DI RIPRODURLO INTERAMENTE O IN PARTE E DI RIVELARNE IL CONTENUTO ECCETTO CHE AI MEMBRI DELLA VS SOCIETA' CUI NECESSITA CONOSCERLO

4.2. **Sustava reguliranja ulja i glavnih komponenti**

Finantieri koriste dva osnovna postupka kontrole za parne turbine:

- Regulacija prigušnice: regulacija se postiže kontroliranjem tlaka pare i posljedično strujanja pare pomoću jednog ventila.
- Kontrola mlaznica: regulacija se postiže kontroliranjem ulaznog parnog toka kroz varijaciju broja mlaznica koje ulaze ulazna para. Svaki upravljački ventil napaja skupinu mlaznica.
- Sustav kontrole prigušnicom koristi kod jednoventilske turbine, dok se sustav upravljanja mlaznicama koristi na tipovima s više ventila. [12]

Sustav za regulaciju ulja sastoji se od linije koja dolazi iz jedinice za upravljanje podmazivanjem 02MAX10BR002 kroz koje ulje dobiva pod tlakom od 10-12 barg linija će napajati dva korisnika: ventil za prekid u slučaju nužde (*eng*. *Trip*) (povratni ventil i gumb za nuždu) i regulacijske ventile 02MAX15AA041/042.

Sustav obuhvaća dvije vrste regulacijskih ventila (VT i NT ventile) i blokiranje ventila. Kontrolni ventili će biti raspodijeljen na VT ulaznoj liniji, a nizvodno od oduzimanja pare; njihova je pozicija uvijek prepoznatljiva kroz dva signala 4-20mA od 02MAX15CG008 / 007.

Ventil za prekid u slučaju nužde (*eng*. *Trip*) u nastavku teksta *Trip ventil* presijeca prijem pare, pogonjen je istim upravljačkim uljem (s oprugom) i opremljen je graničnikom položaja kako bi se status ventila (otvoren / zatvoren) mogao odrediti pomoću signalnih položaja 02MAX20CG001 / 002 .

<u>Linija regulacijskih ventila</u>

Elektromagnetski ventil 02MAX15AA001 presreće ulje koje napaja VT i NT 02MAX15AA041 / 042 elektrohidraulične aktuatore. S dva seta upravljačkih ventila, kao u ovom slučaju, moguće je kontrolirati dvije procesne varijable koje su u ovom slučaju tlak pare na ulazu (postavljen na oko 51 barg) i tlak pri uzorkovanju (postavljen na oko 17,5 barg).

U slučaju signala za blok turbine, elektromagnetski ventil 02MAX15AA001 je isključen, ulje u klipovima upravljačkog ventila se ispušta u spremnik ulja (ispust A) i zatvaraju

regulacijske ventile zbog djelovanja izvora. Položaj ventila je vidljiv iz digitalnih signala 02MAX15CG001H / 001L koji se šalju na PLC AC160 i operatersku stanicu (HMI)

Linija *trip* ventila

Ulje osigurava ventilima za pražnjenje i mehaničkom uređaj za blokiranje kroz elektromagnetne ventile 02MAX20AA001 / 002, koji su normalno uključeni tijekom normalnog rada. *Trip* ventil je tipa on / off i ostaje otvoren dok je pod pritiskom ulja. U slučaju tripa, ulje se ispušta u spremnik ulja (spojevi C i Y), a opruga zatvara ventil.

Lokalni mehanički uređaj za blokiranje ugrađen je na prednju oslonac za ručno blokiranje turbine i mehanički sustav prekomjerne brzine koji djeluje uz elektronički sustav prevelike brzine (logika 2oo3). U slučaju lokalnog mehaničkog bloka, uređaj ispušta ulje iz VT odvodnog ventila do prednjeg nosača i izlazni ventil se zatvara djelovanjem opruge. Ventili 02MAX20AA001 / 002 i 02MAX15AA001 su isključeni putem logičke blok logičke jedinice.

Kroz ručni troputni ventil 02MAX20AA003 moguće je testirati kretanje ventila tijekom normalnog rada turbine kako bi se provjerilo da nema pojava zapadanja bez da blokira samu turbinu. Ovaj troputni ventil u stvari omogućuje da se od ventila za odvod djeluje djelomičan hod (oko 8 mm), bez presretanja pare.

Položaj elektromagnetskih ventila 02MAX20AA001 / 002 vidljiv je kroz digitalne signale 02MAX20CG001H / 001L i 02MAX20CG002H / 002L koji se šalju na PLC AC160 i operatersku stanicu.

Sustav vibracija i aksijalno pomicanje

Cijela skupina opremljena je senzorima za blizinu i vibracije u X / Y smjeru i postavljena na 90 ° i / ili aksijalno i / ili diferencijalno pomicanje. Bently Nevada duplicira (putem serijskog) signal PLC-u AC160 koji pretvara signal u izmjerenu količinu i omogućava prikaz na i DCS-u količinama koje su uključene.

Za svaku od ovih izmjerenih količina nalazi se alarm (1oo2) i blok (2oo2) postavljeni u sustavu za detekciju vibracija i aksijalnog pomaka BN3500. Alarm se stvara kada aksijalni pomak i / ili vibracije premaši prvu granicu. Kada aksijalni pomak i / ili vibracije premaši drugi prag, on generira blok signal .

Prekoračenje brzine (logika 2oo3). Uporabom 3 senzora brzine 02MAA10CS001 / 002/003 izravno spojene na BN3500 za provođenje blok logike 2oo3. Ako se prekorači prag ograničenja, generira se signal koji je ožičen sa blok relejom. Blok se prikazuje na i na DCS-u.

4.3. **Opis sustava pare i glavne komponente**

Visoki tlak para ulazi u turbinu kroz glavni ventil za zatvaranje unutar koje je sadržan velik mrežasti filtar. Ulaznu paru turbine upravljat će skupina VT regulacijskih ventila. Nizvodno od regulacijskih ventila, para ulazi u turbinu i širi sve do uzorkovanja tlaka. Drugi skup regulacijskih ventila je osiguran nakon reguliranog oduzimanja, koji se koristi za podešavanje tlaka uzorka.

Turbina je opremljena automatskim odvodnim sustavom ugrađenim na tijelo ventila za trip 02MAA10AA100, za regulaciju 02MAA10AA101, u VT komori 02MAA10AA102, u ekstrakciji 02MAA10AA104 i u skladu s ispušnim sustavom (NT) 02MAA10AA105, aktiviranim preko pneumatskih ventila s relativnim elektromagnetskim ventilom u fazama pokretanje i zaustavljanje turbine. Svaki ispust se otvara tijekom zagrijavanja stroja i zatvara se nakon što je strojni prekidač Q0 zatvoren 02BBC01.

U slučaju blokiranja turbine**,** nepovratni ventil 00LBQ50AA501 mora biti zatvoren logikom blokade releja kako bi se izbjeglo povratak pare u turbini.

Kontrola temperature regulatorom 02MAL51AC101 provest će se kroz instrumente na nizvodnoj liniji 02MAL51CT001A-B-C da bi se održala vrijednost od 250 °C (izračunata na srednjoj vrijednosti 3 mjerenja). Kontrola AG15 regulatora temperature 00LBD50AC101 odvija se kroz instrumente na nizvodnoj liniji 00LBD50CT001 A-B-C da bi se održala vrijednost od 135 ° C (izračunata na srednjoj vrijednosti 3 mjerenja) .

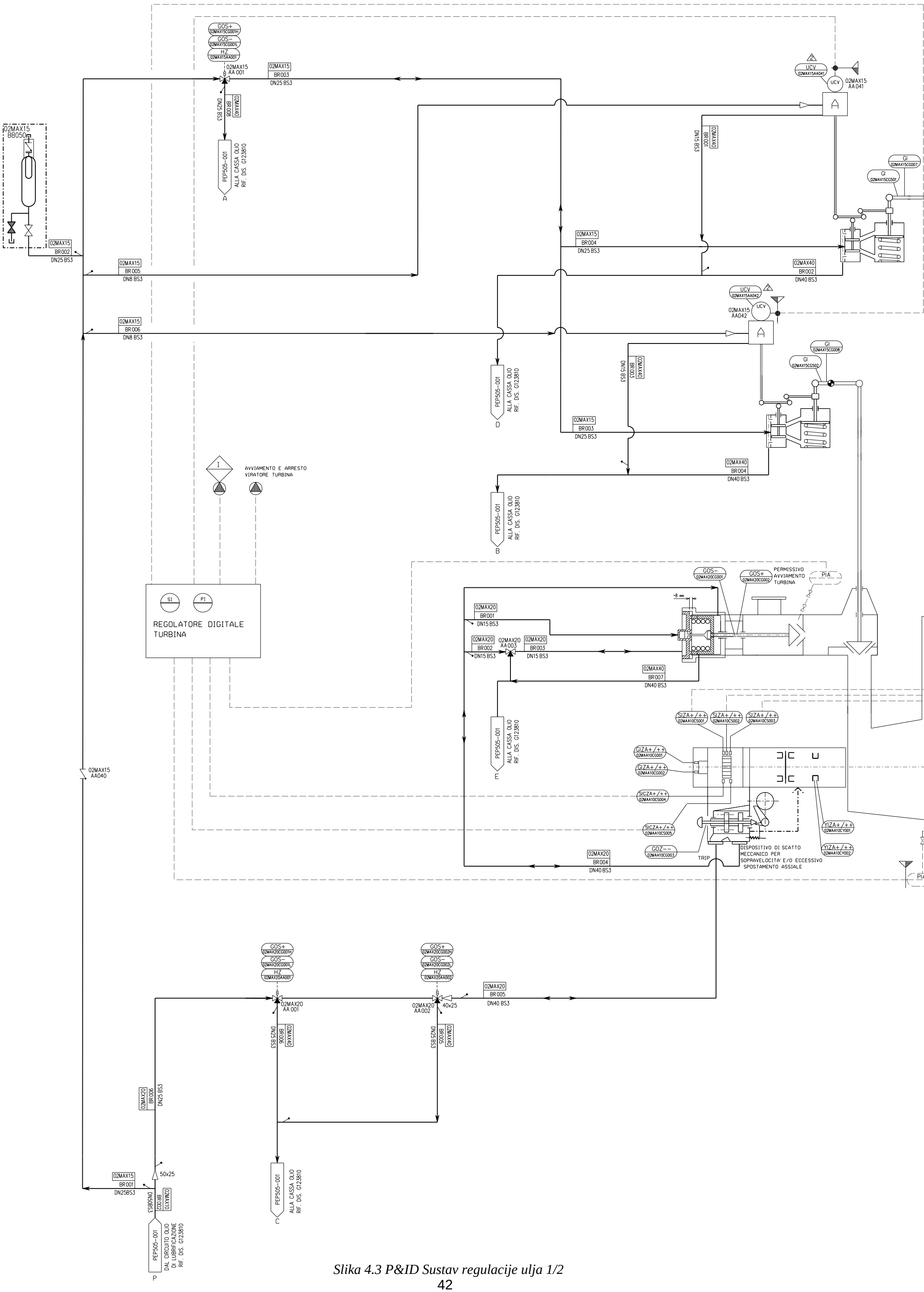
U slučaju nestanka prijelaznog uređaja 02MAL51AC101, za očuvanje linije srednjeg tlaka očekuje se alarm na 290 ° C (izračunat na srednjoj vrijednosti 3 mjerenja), s odgodom od 2 sekunde ST linija je onemogućena, na 300 °C predviđen trip u logici 2oo3.

Sustav brtvljenja parnih cijevi dizajniran je da se oporavi para koja izlazi iz turbinske brtve na oba kraja i ventila (veza A). Sastoji se od kondenzatora 02MAM10AC001 koji lagano radi pod vakuumom zahvaljujući 2 separatora (jedan u stanju pripravnosti) 02MAM10AN001A i 02MAM10AN001B.

Motor separatora 02MAM10AA006 može se ručno pokrenuti lokalnom kontrolom ili pomoću DCS ili automatski pomoću PLC AC160. Kada je lokalni regulator u lokalnom položaju, daljinska naredba neće biti omogućena. Motor separatora u pripravi 02MAM10AA007 može se ručno pokrenuti lokalnom kontrolom u slučaju kvara glavnog motora ili visokotlačne vrijednosti izmjerene pomoću 02MAM10CP001. Istodobno, položaje se ručno upravljaju zapornim ventilima 02MAM10AA004 / 005 usisne cijevi, tako da se unutarnja debljina kondenzatora može podesiti na oko -0,05 bara.

Sve je dovršeno sustavom parne injektiranja na rukavima 02MAW10BB001, čime se izbjegavaju otvori za zrak u odjeljcima pod vakuumom i time jamče ispravan rad kondenzatora za paru koji se drži pomoću ventila 02MAW10AA101 koji stalno regulira tlak unutar cijevi 02MAW10BB001 pod tlakom od 0,2 barg; spojen je termodinamičkim zamkom u spremnik za ispuštanje vode 02MAL10BB001 (priključak E). Tijekom faze pokretanja turbina, sustav se pokreće pomoću ST budući da motorizirani ventil 00LBQ50AA003 na liniji za ekstrakciju turbine mora ostati zatvoren do zatvaranja prekidača stroja Q0 umetnutog u ploču 02BBC01.

Sustav za prikupljanje kondenzata 02MAL10BB002 zajedno s odvodnim spremnikom 02MAL10BB001, vakuum komora i / pumpi 02MAL11AP001 / 002. Motori pomaka kondenzatora releja 02MAL10AP001A / 001B mogu se pokrenuti ručno (lokalnom komandom ili DCS) ili automatski logikom instaliranom u PLC AC160. Glavni motor pumpe započinje automatski kada se razina izmjerena pomoću 02MAL10CL501A podigne iznad pragove od 70 % postavljenog na PLC AC160 i automatski se zaustavlja kada razina padne ispod praga od 10 %. Motor pumpe u pripravi započinje kada se razina poveća iznad pragova od 90% i automatski se zaustavlja kad se razina pada ispod graničnika zaustavljanja prve. Oba motora mogu se ručno zaustaviti lokalnim naredbama, DCS.



Slika 4.3 P&ID Sustav regulacije ulja 1/2

DISEGNI DI RIFERIMENTO

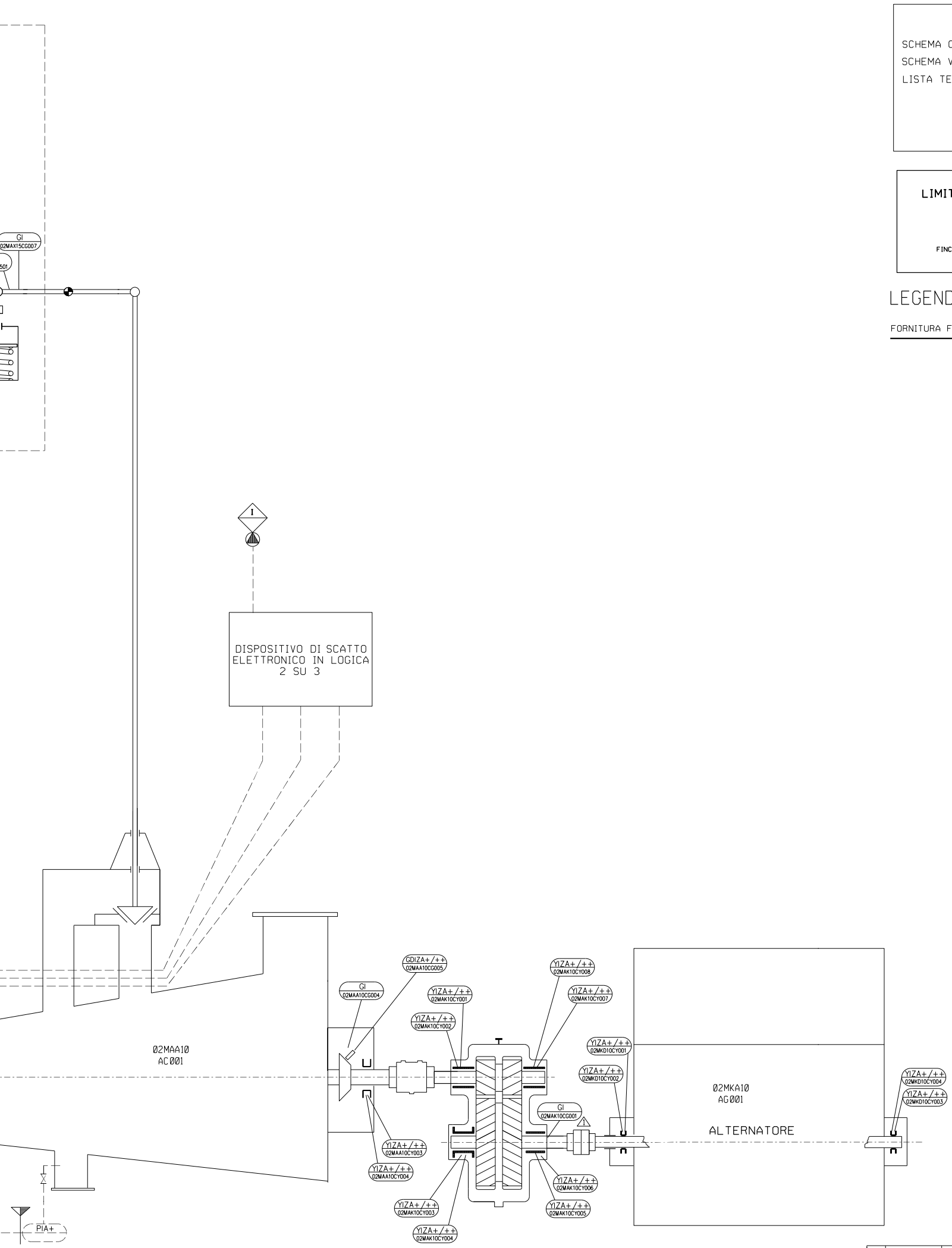
SCHEMA OLIO DI LUBRIFICAZIONE	DIS. G 123810
SCHEMA VAPORE TENUTE E SPURGHI	DIS. G 123812
LISTA TERMINALI CLIENTE	DOC. G 123822

LIMITI DI FORNITURA

FINCANTIERI | FORNITORI

LEGENDA

FORNITURA FINCANTIERI



Slika 4.4 P&ID Sustav regulacije ulja 2/2

REV.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	CONTR.	APPR.
3					
2	05/08/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 2			
1	12/06/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 1			
0	21/04/15	PRIMA EMISSIONE			

MANUTENZIONE STRAORDINARIA SILLA 2-LOTTO 3-CICLO TERMICO
Via Silla, 249-Milano-ITALY

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICHE	ESEGUITO	CONTROLLATO	C. O.
02	05-08-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 2 V.D.L. N.62068 DEL 05-08-15	PELEGRINI	FIORE	SANGUINETI
01	12-06-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON 1 V.D.L. N.61936 DEL 22-06-2015	PELEGRINI	FIORE	SANGUINETI

PER I DOCUMENTI RICHIAMATI NEL PRESENTE DISEGNO, PER I QUALI NON E' SPECIFICATO L'INDICE DI REVISIONE/EDIZIONE, E' NECESSARIO FARE RIFERIMENTO ALLA REVISIONE/EDIZIONE VALIDA ALLA DATA DI APPROVAZIONE CONTENUTA IN QUESTO CARTIGLIO.

FOR ANY DRAWING, STANDARD, ETC. THAT IS RECALLED IN THIS DOCUMENT WITHOUT SPECIFIC REVISION/EDITION, REFER TO THE REVISION/EDITION VALID AT THE APPROVAL DATE OF THIS DOCUMENT.

FINCANTIERI
FINCANTIERI S.p.A.
DIREZIONE SISTEMI E COMPONENTI NAVALI

TAVOLA 1 DI 1
FORMATO A0
DATA 21/04/2015

QUESTO DOCUMENTO, E LE INFORMAZIONI IN ESSO CONTENUTE NON POSSONO ESSERE DIVULGATE O UTILIZZATE PER QUALUNQUE SCOPO SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA FINCANTIERI CHE NE HA LA PROPRIETA'

THIS DOCUMENT AND ANY INFORMATION HEREIN CONTAINED CANNOT BE DISCLOSED OR USED FOR ANY PURPOSE WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF FINCANTIERI WHICH OWNS THE INTELLECTUAL PROPERTY

TURBOALTERNATORE A CONTROPRESSIONE

SCHEMA OLIO DI REGOLAZIONE

DISTINTA PEZZI		ESEGUITO DA PELEGRINI	TIPO DI MACCHINARIO 021
MODELLO CAD G123810.dgn	SCALA	CONTROLLATO DA FIORE	GRUPPO DI MONTAGGIO 053100
RICAVATO DA	CONTROLLO QUALITA' SANGUINETI	APPROVATO DA RAMASSA	NUMERO DISEGNO G 123811
ANNOTAZIONI LD211405 - A2a SILLA 2 - MILANO			REVISIONE 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

a2a Ambiente

A2A AMBIENTE s.p.a.
GRANDI IMPIANTI AMBIENTE AREA MILANO

F.TO	PROGETTO	IDENTIFICAZIONE DOCUMENTO								
		W.B.S.			DISC	ATT.	TIPO	NUMERO	FOGLIO N°	REV.
		AREA	UNITA'	SISTEMA						
A0	14120 3	S	00	MA0	P	E	P	506	001 DI 001	02

DISEGNI, CALCOLI, SPECIFICHE E TUTTE LE ALTRE INFORMAZIONI CONTENUTE E SOTTOMESSE CON QUESTO DOCUMENTO SONO DI PROPRIETA' DI A2A AMBIENTE SPA AL RICEVIMENTO DI QUESTO DOCUMENTO LA STESSA DIFFIDA DI RIPRODURLO INTERAMENTE O IN PARTE E DI RIVELARNE IL CONTENUTO ECCETTO CHE AI MEMBRI DELLA VS SOCIETA' CUI NECESSITA CONOSCERLO

5. IMPLEMENTACIJ PROCESA

Automatski koraci slijeda omogućuju automatsko aktiviranje električnih opterećenja uz relativnu povratnu informaciju. Ako povratna informacija nije ispravna, slijed će morati zamrznuti u dosegnutom stanju i generirati signal alarma.

5.1. **Preduvjeti pokretanja parne turbine**

Prije uključivanja automatskog vođenja turbine potrebno je unutar postrojenja napraviti određene akcije koje nisu automatizirane, a to su:

Otvaranje ventila 02MAV15AA001 i 02MAV16AA001 koji se nalaze na usisavanju pomoćne i sigurnosne pumpe. Otvaranje ventila 02MAV15AA003 na dovodu pomoćne pumpe ulja. Periodično ispitivanje (preko ručnog troputnog ventila) automatskog krug pokretanja sigurnosne pumpe na sljedeći način: djelovati na ventil 02MAV40AA002 i otvoriti odvod 02MAV40CP003. Nakon ponovne uspostave nazivne razine tlaka, pumpa mora biti zaustavljena ručno. Provjeriti jesu li lokalni pomoćni kontrolni regulatori u položaju daljinskog upravljanja. Otvaranje ventil sustava za ubrizgavanje pare

Nakon završetka navedenih provjera, operator može pokrenuti postupak automatskog pokretanja pritiskom na tipku start ili DCS-u.

5.2. **Preduvjeti za grijanje parne turbine**

Prije zagrijavanja turbine potrebno je izvršiti sljedeće provjere:

- Zrak dostupni na svim zračnim ventilima.
- Motorni ventili ST i NT zatvoreni
- Otvoriti odvodni ventili na liniji ST za punjenje i pred zagrijavanje linije.
- Prisutnost napona na upravljačkim pločama.

Nakon što se zadovolje ti uvjeti, DCS šalje "turbinu spreman za pred zagrijavanje" u PLC AC160 (softverski signal).

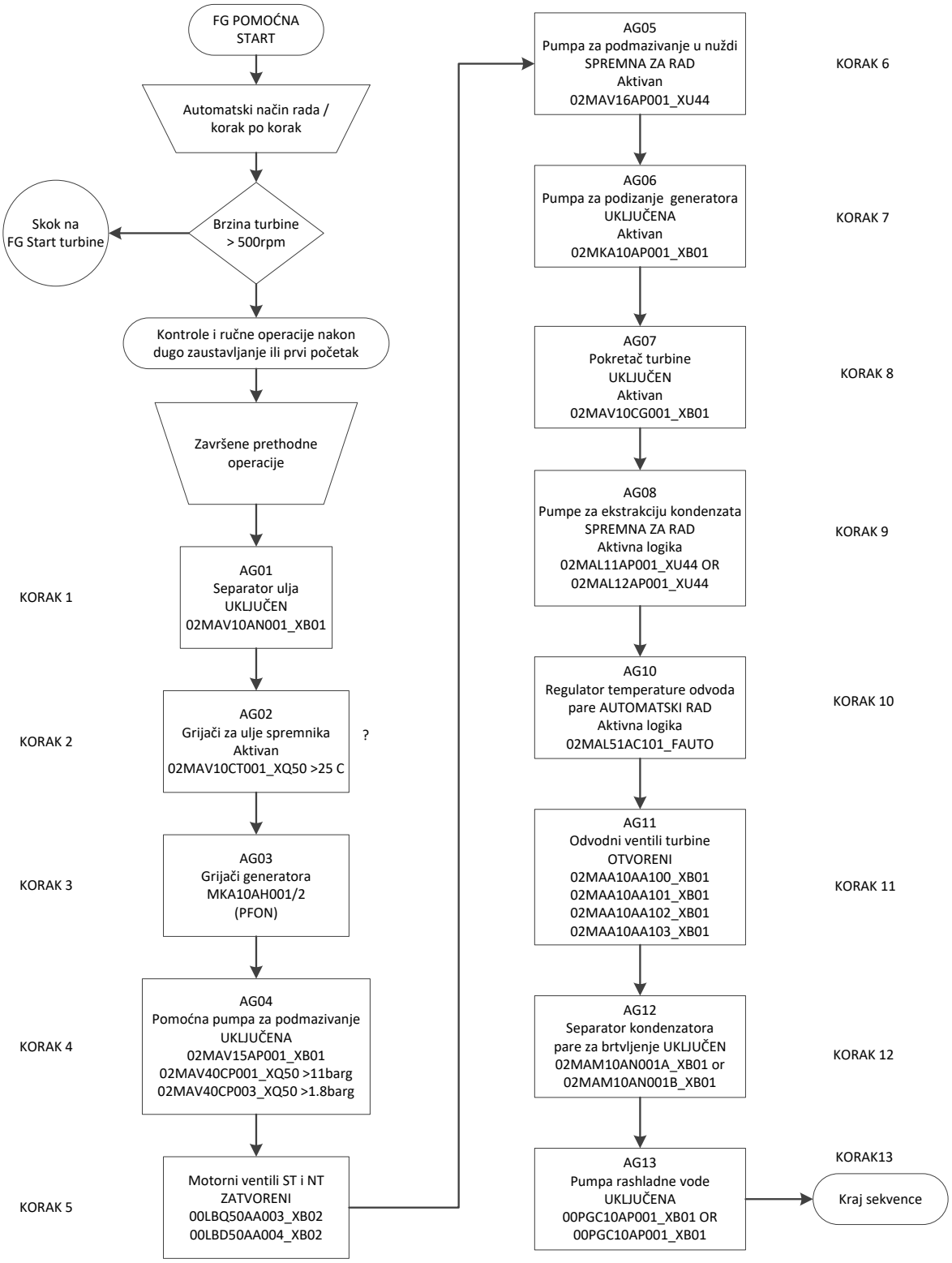
5.3. **Konfiguracija sustava prije pokretanja parne turbine**

Nakon primanja signala "turbine spreman za pred zagrijavanje", PLC AC160 može započeti sa sljedećim postupcima:

- Automatsko pokretanje separatora kondenzatora brtvene pare 02MAM10AC001
- Provjeriti razinu ulja u kućištu 02MAV10CL001.
- Provjeriti stanje paljenja grijača generatora (kontakt grijača Q0 otvoren)
- Automatsko pokretanje grijača 02MAV10AH001 i pričekati dok ulje ne dosegne temperaturu T_{olio} >25 °C 02MAV10CT001 unutar spremnika.
- Automatsko pokretanje pomoćne pumpe 02MAV15AP001 (ako je zadovoljen prethodni uvjet T_{olio}> 25 ° C) preko 02MAV10CP001
- Provjeriti tlaka ulja p_{olio}> 11 barg mjereno na 02MAV40CP001.
- -Provjeriti tlak ulja za podmazivanje p_{Lolio}> 1,8 barg mjereno na 02MAV40CP003.
- Automatsko pokretanje pumpe kondenzata 02MAL10AP001A / 001B kada se postignu podešeni pragovi razine 02MAL10CL501A
- Automatsko pokretanje separatora za izvlačenje pare kondenzatora 02MAM10AN001A.
- Automatsko pokretanje pumpe za podizne osovine rotora generatora 02MKA10AP001A / 001B
- Automatsko pokretanje motora za zalet turbine (pokretač) 02MAA10AE001
- Provjeriti jesu li odvodi na turbini otvoreni 02MAA10CG100B / 101B / 102B / 103B / 104B / 105B

PLC AC160 nakon provjere da je linija VT pred zagrijana 02MAA10CT001, resetira blok kruga turbine i regulator brzine. DCS otvara glavni VT ventil i šalje signal na PLC AC160 "dopušta pokretanje turbine ".

Na sljedećoj stranici na Slika 5.1 prikazana je prvi dijagram tijeka programa koji je implementiran u PLC. Na početku tijeka programa potrebno je zadovoljiti sve navedene preduvjete koji su spomenuti u poglavlju 5.1i 5.2 nakon toga slijedi automatski dio koji je opisan u poglavlju 5.3.



Slika 5.1 Dijagram tijeka FG pomoćna

5.4. **Pokretanje parne turbine**

PLC AC160 je primio je signal "dopušta pokretanje turbine" i može započeti sa sljedećim provjerama:

- Nema prisutnih uvjeta za blokiranje.
- Na VT liniji otvoren je ventil zaštite od ispada (od 02MAX20CG002) putem tipke "RESET" na CDS-u i povezan sa PLC AC160, Bently Nevada 3500 (uređaj za upravljanje vibracijama turbine), električna zaštita, A.V.R. (u praksi resetiranje sustava, elektromagnetski ventili 02MAX15AA001 i 02MAX20AA001 / 002 na krugu ulja i elektromagnetskog ventila leptira HZ 00LBQ50AA501A za NR ventil na liniji za ekstrakciju i HZ 00LBD50AA501A za ventil prigušnice na ispušnoj cijevi) će se napajati i otvoriti. Slika 5.3
- Otvaranje ventila NT 00LBD50AA004
- Ulazni vod pare VT p_{VT}> 40barg (od 02MAA10CP001)
- Diferencijalno pomicanje kućišta / rotora odsutnosti alarma (od 02MAA10CG005)
- Temperatura ulazne pare VT linija> 345 ° C (od 02MAA10CT001)
- Temperatura kućišta turbine T> 90 ° C i |02MAA10CT003-02MAA10CT004| < 5°C
- Temperatura ulja u kućištu > 35 ° C (02MAV10CT001)
- Razina ulja u spremniku > 90% (02MAV10CL001)
- Priključak za uzemljenje 02BBC01-Q53 na prekidaču stroja 02BBC01-QO A04, otvoreni položaj.

Kada su zadovoljeni svi gore navedeni uvjeti, PLC AC160 će dobiti naredbu START od operatora; u ovom trenutku automatski se upravlja i dovodi turbinu do sinkrone brzine po unaprijed postavljenoj rampu za povećanje brzine u samom PLC AC160. Tijekom ove faze, PLC AC160 aktivira signal "aktivirana turbinske sekvence" .

Tijekom rampe za povećanje brzine, PLC AC160 automatski izvršava sljedeće radnje

- Brzina > 500 okretaja/minuti: Zaustavlja se pokretač
- Brzina > 700 okretaja/minuti Zaustavlja se pumpa za podizanje rotora generatora
- Brzina > 7300 okretaja/minuti Zaustavlja se pomoćna crpka za ulja (okretaja/minuti je odlučeno u fazi puštanja u pogon na temelju stvarne potrošnje)
- Brzina > 10000 okretaja/minuti Zatvara se prekidača uzbude.

Brzina rampe do nominalne brzine će biti podijeljene u dvije kategorije (vremenske vrijednosti nisu konačne i mogu varirati tijekom puštanja u pogon): hladno i toplo (Slika 5.2). Stroj se smatra hladnim kada vrijeme je od zadnjeg zaustavljanja veće od 12h. Prosječno vrijeme zagrijavanja hladnog stroja je oko 60 minuta. Stroj se smatra topao kada je vrijeme od zadnjeg zaustavljanja manje od 10 minuta. (Slika 5.4)

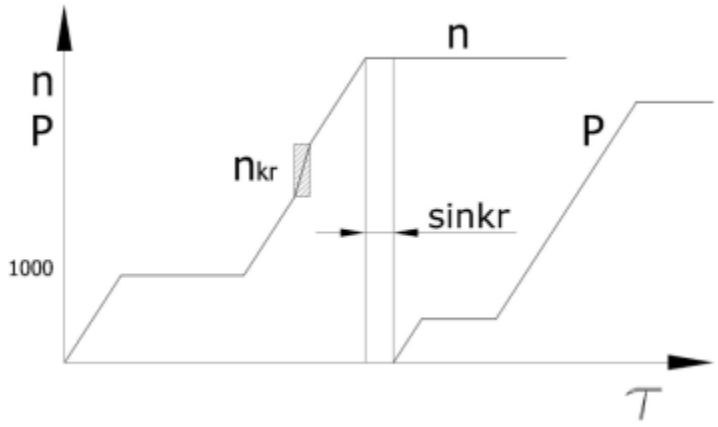
IZ HLADNOG :

- Postaviti od 10 okretaja / sekundi do 1000 okretaja
- 30 minuta pauze na 1000 okretaja
- Postaviti od 10 okretaja / sekundi do kritične brzine
- 5 minuta zaustavljanja
- 15 okretaja / sekundi do nominalne brzine

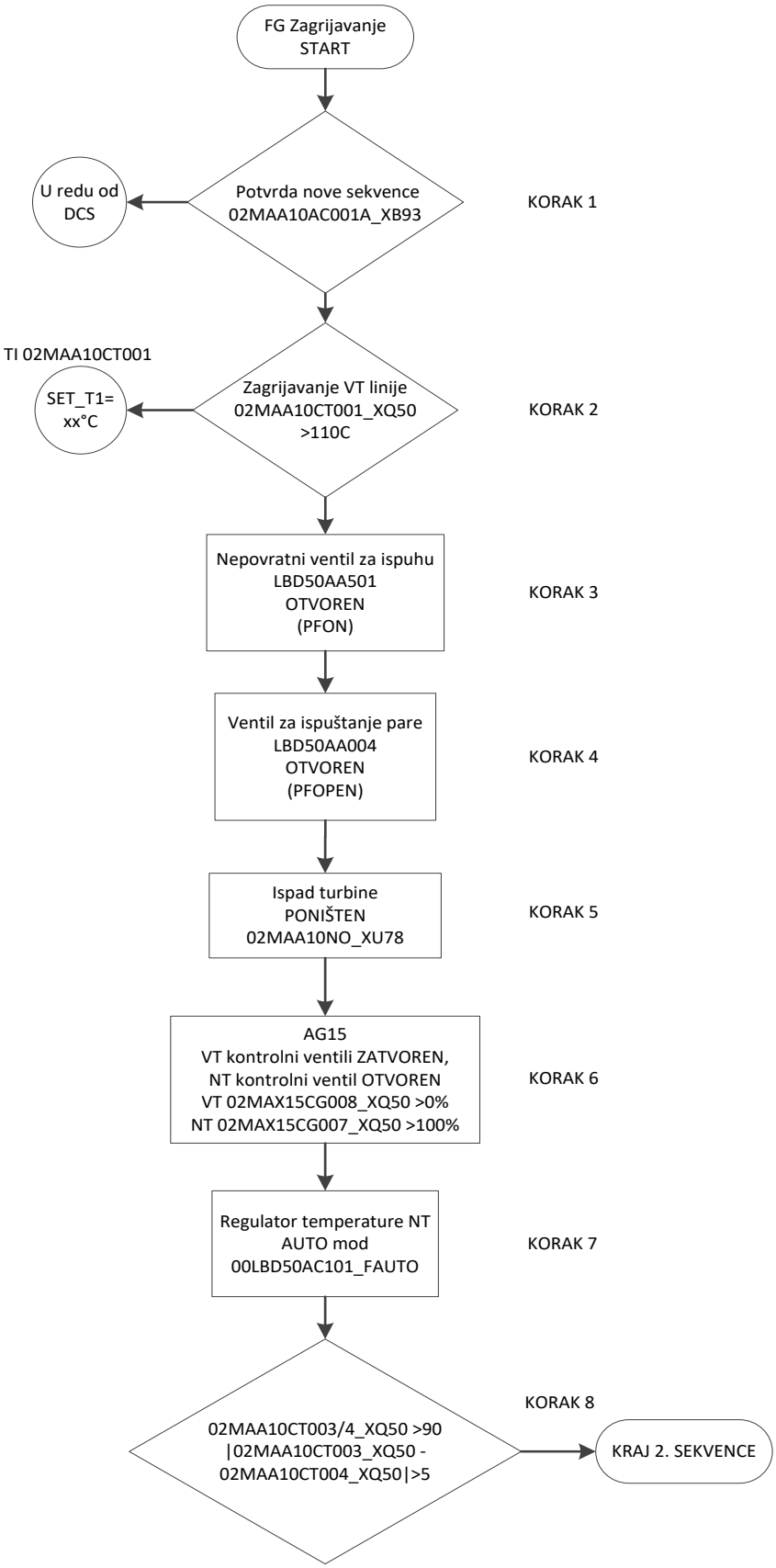
IZ TOPLOG:

- Postaviti od 15 okretaja/sekundi do 1000 okretaja
- Zaustavljanje od 1 minute na 1000 okretaja
- Postavi od 15 okretaja/sekundi do kritične brzine
- 1 minuta zaustavljanja
- 20 okretaja/sekundi. do nominalne brzine

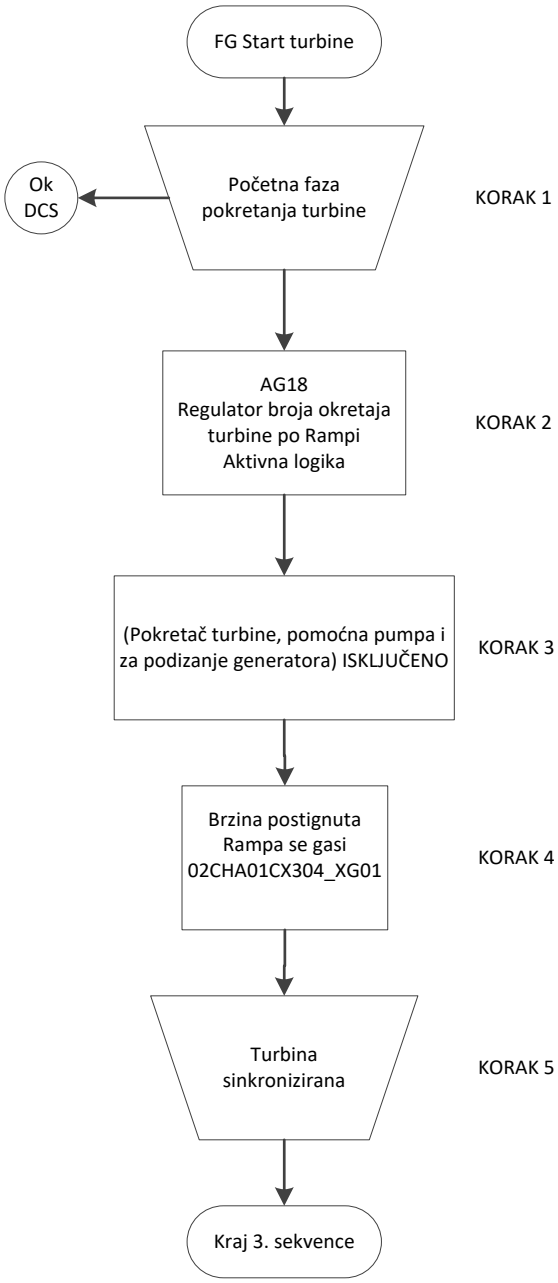
Kada turbina dosegne sinkronu brzinu od 10400 okretaja/min, PLC AC160 deaktivira prethodni signal i aktivira signal "Turbine spreman za sinkronizaciju" (signal na DCS.)



Slika 5.2 Pokretanje turbine i povećanje brzine u snage po rampi



Slika 5.3 Dijagram tijeka FG Zagrijavanje



Slika 5.4 Dijagram tijeka FG Start turbine

5.5. **Sinkronizacija parne turbine**

Nakon postizanja sinkrone brzine, parna turbina se upravlja centralnim uređajem za sinkronizaciju smješten u kontrolnoj sobi. Ovaj uređaj šalje PLC AC160 i naredbe AVR za povećanje / smanjenje brzine i povećanje / smanjenje napona .

Kada se napona i frekvencija izjednače sa mrežom, zatvara se sinkronizator prekidač. Da bi se mogao zatvoriti prekidač stroja, potreban je signal umetanja na stanicu A02 panela 02BBC01.

Kad AC160 PLC primi status zatvorenog prekidača, izvedite sljedeće radnje:

- PLC AC160 automatski otvara regulacijske ventile tako da proizvodi snagu od oko 300 KW. Kako bi se izbjegla mogućnost povrat energije iz mreže. PLC AC160 zatvara sve odvode elektromagnetskim ventilima. Slika 5.5

Značajni slučajevi koji će se provesti za novu konfiguraciju postrojenja su sljedeći:

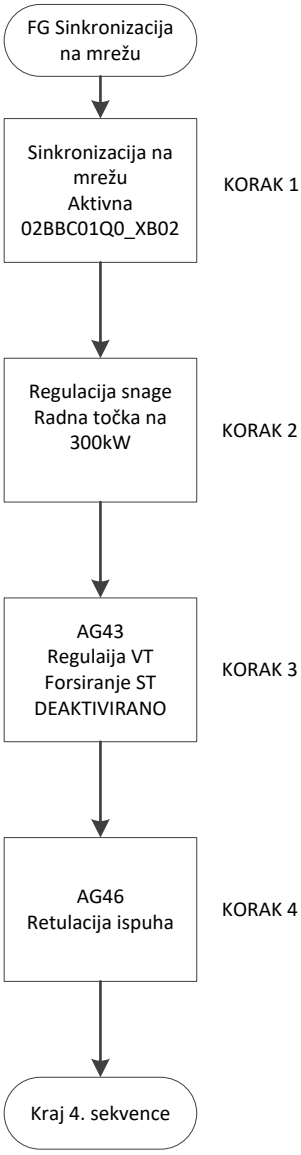
SLUČAJ B u kojem su pomoćna turbina (6.3 kV sabirnica) isporučena preko transformatora 01BBT01. U tom slučaju turbina 01MKA01 je paralelno na mreža 132kV, kao i turbina 02MKA01.

SLUČAJ D u kojem su pomoćna turbina (6.3 kV sabirnica) isporučene preko transformatora 00BCT01.U tom slučaju turbina 01MKA01 paralelno je 132kV mreža, kao i turbina 02MKA01.

U oba slučaja B i D, uzevši u obzir da je nova turbina paralelna i prekidač stroja 02BBC01-Q0 zatvoren, pomoćna napajanja turbine (sabirnica od 6,3 kV), odvija se isključivo putem linije transformatora 00BBT01 i 00BCT01 u na temelju odabranog slučaja.

U oba slučaja B i D, usklađivanje nove turbine 02MKA01 vrši se zatvaranjem prekidača stroja 02BBC01-Q0, ali se može izvršiti samo ako su mrežni prekidači 132kV 00AEA03-Q0 i 00AEA02-Q0 već zatvoreni

Paralelni kratki spoj u kojem se pomoćna turbina (6.3 kV bar) isporučuje preko transformatora 01BBT01 i 00BCT01. U tom slučaju, prekidač stroja 02BBC01-Q0 nove turbine 02MKA01 je otvoren.



Slika 5.5 Dijagram tijeka FG Sinkronizacija na mrežu

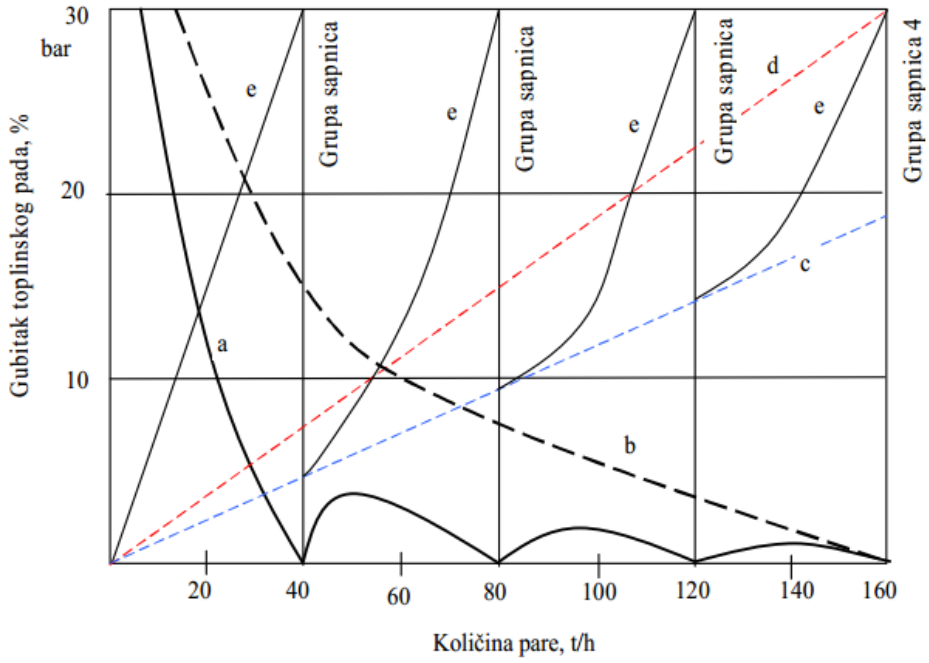
6. REGULACIJA TURBINE

Kako bi se osigurao siguran nadzor nad količinom protoka pare koja je propuštena u turbinu, samim time i brzine turbine, potrebno je provesti osnovne sustave regulacije.

U osnovne sustave regulacije turbine spadaju:

- regulacija snage,
- regulacija brzine vrtnje i
- sigurnosna regulacija.

Regulacija snage podrazumijeva dovođenje određene količine pare kako bi se održala snaga turbine s obzirom na opterećenje potrošača. Postiže se prigušivanjem, tj. promjenom toplinskog pada (entalpije), promjenom količine radne pare (regulacija punjenja ili grupa sapnica), ili obije navedene regulacije. Regulacija prigušivanjem najčešće se koristi kod malih opterećenja, a za veća opterećenja, u kojem području se praktički najviše radi koristi se regulacija punjenja ili grupa sapnica.



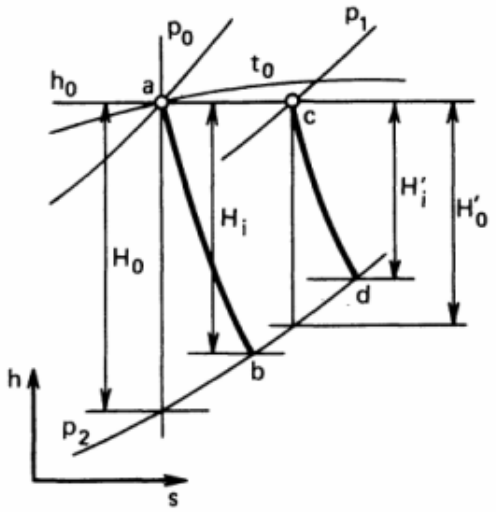
Slika 6.1 Gubitak toplinskog pada i promijene tlaka u ventilima (regulacija sapnicama puna linija, regulacija prigušivanjem isprekidana linija) [16]

a,b –gubitak toplinskog pada, c tlak u privodnom stupnju, d i e tlak ispred sapnica

Regulacija protoka prigušivanjem.

Sav protok pare koji se dovodi na ulaz turbini, regulira se jednim ili više ventila koji se svi zatvaraju ili otvaraju istovremeno. Para nakon prolaska kroz ventil propušta se na sve statorske lopatice.

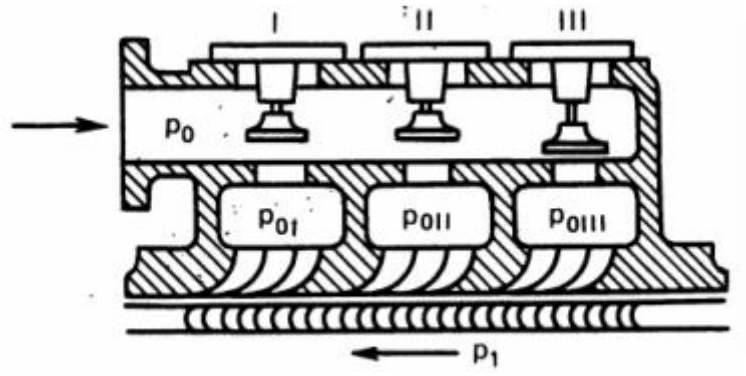
U slučaju otvorenog ventila pri nazivnim radnim uvjetima, u tom slučaju proces ekspanzije pare prikazan linijom ab u *h-s* dijagramu Slika 6.2. Prilikom smanjenja opterećenja turbine prigušni ventil će biti djelomično otvoren zbog čega će se tlak pare ispred statorskih lopatica regulacijskog stupnja smanjiti s p_0 na p_1.Stanje na dijagramu označeno točkom c u *h-s* dijagramu predstavlja stanje iza prigušnog ventila gdje je jednaka entalpija pare $h_0 = h_1$. Kao što je predočeno na dijagramu tlak koji se nalazi na ispuhu p_2 cijelo vrijeme je jednak i za vrijeme nazivnog i za vrijeme smanjenog opterećenja. Za vrijeme prigušenija smanjuje se toplinski pad od H_0 na H'_0 (gubitak toplinskog pada $H_0 - H'_0$), a linijom cd u *h-s* dijagramu predočen je novi proces ekspanzije. Također se smanjuje i indicirani stupanj djelovanja turbine $\eta_{ri} = H_i'/ H_0$.



Slika 6.2 hs- dijagram ekspanzije pare za turbinu s regulacijom prigušivanjem[15]

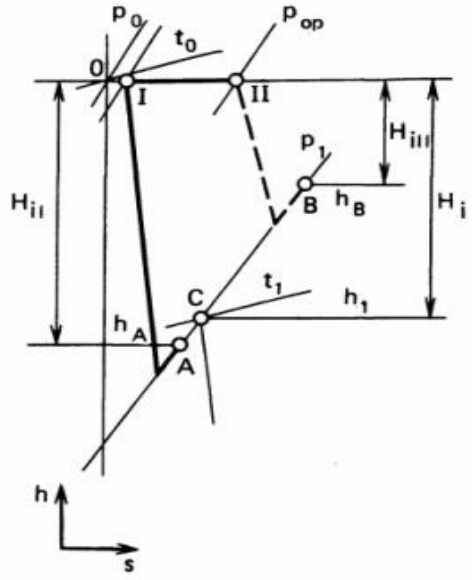
Regulacija grupom sapnica

Regulacija grupom sapnica postiže se uključivanjem određenog broja ventila (od 3 do 6). Svaki ventil prosljeđuje paru odgovarajućem prstenu statorskih lopatica. Ovakav način regulacije osigurava cijeli protok pare koji se prosljeđuje turbini bez prigušivanja. Zbog toga smanjuje se gubitak pada entalpije, i sustav je stabilniji pri promjenama opterećenja., To su uglavnom industrijske protutlačne i kondenzacijske turbine s reguliranim oduzimanjem pare.



Slika 6.3 Regulacija s više ventila[15]

Kod regulacije grupom sapnica postoje dva različita protoka. Prvi protok (glavni) prolazi kroz potpuno otvorene regulacijske ventile i dolazi na pojedine segmente statorskih lopatica bez prigušivanja, tlak mu je isti tlaku glavnog voda p0 umanjen za gubitke strujanja. Drugi protok prolazi kroz djelomično otvorene regulacijske ventile, ima dosta velik utjecaj na prigušenije. Zbog smanjenja tlaka na p_{0p} ispred lopatica statora smanjuje se toplinski pad i brzina na izlazu iz kaskate statorskih lopatica. Prethodno navedeni tokovi spajaju se u komori iza regulacijskog stupnja turbine ($\dot{m} = \dot{m}_A + \dot{m}_B$). Gdje je $\dot{m}_A$ protok pare kroz potpuno otvorene regulacijske ventile, a $\dot{m}_B$ je protok pare kroz prigušeni regulacijski ventil.



Slika 6.4 h-s dijagram ekspantije pare u stupnju regulacije[15]

$$h_i = \frac{\dot{m}_A h_A + \dot{m}_B h_B}{\dot{m}_A + \dot{m}_B} = \frac{\dot{m}_A(h_0 - H_{iI}) + \dot{m}_B(h_0 - H_{iII})}{\dot{m}} = h_0 - \left(\frac{\dot{m}_A}{\dot{m}} H_{iI} + \frac{\dot{m}_B}{\dot{m}} H_{iII}\right) \quad 6\text{-}1$$

Aktuator glavnih ventila (VT i ST) (Woodward)

Woodward je elektronički regulator koji se koristi na velikom broju mehaničkih pogonskih parnih turbina i ovdje je opisan jer je tipično za moderne uređaje. Upravljan je EG-om (eng. *Electronic Governors)* i namijenjen je za kontrolu brzine generatora, crpki, ventilatora, kompresora i parnih turbina. Upravljač EG (eng. *Electronic Governors*) sastoji se uglavnom od tri zasebna sklopa: upravljačka kutija, potenciometar za podešavanje brzine i hidraulični pogon.

Postoje dvije osnovne vrste kontrolnih uređaja elektroničnog regulatora. EGA model se koristi prvenstveno za pogon generatora i prima signal napajanja i brzine iz sustava generatora. Model EGM koristi se primarno za kontrolu mehaničkih pogona i zahtijeva odvojeni izvor napajanja. Signal brzine potječe od električnih impulsa generiranih magnetskim podizanjem. [11]

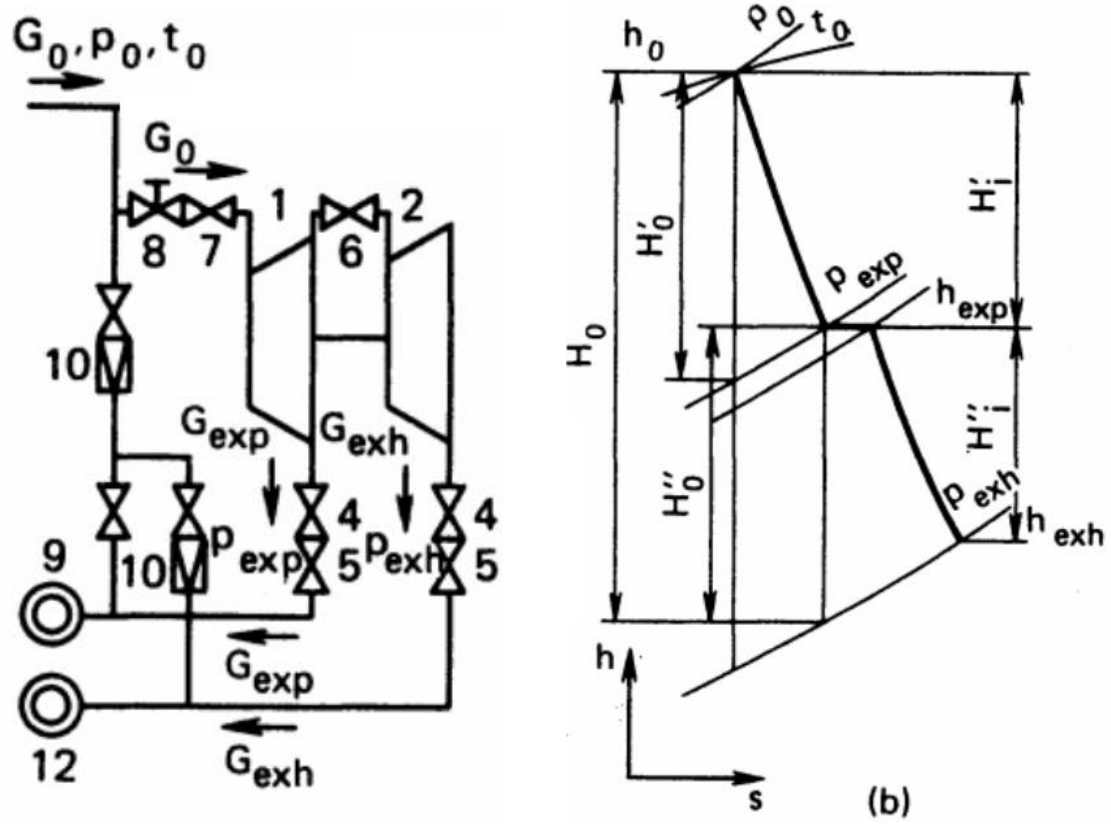
Rad sustava regulatora EGM je sljedeći (Prilog P6.1):

1. Elektromagnetski uređaj za mjerenje brzina postavljen je na osovinu turbine (što bliže ležaju), iznad njega je postavljen uređaj ja prikupljanje impulsa.
2. Referentni signal brzine sa sonde ulazi u kontrolni okvir EGM. Impulsi brzine se zatim pretvaraju u istosmjerni napon proporcionalan brzini . Taj signal napona potom se dovodi iz upravljačke kutije na dio elektrohidrauličkog pretvarača regulacijskog sustava (aktuatora).
   Potenciometar za postavljanje brzine uspostavlja referentni napon na ulazu u kutiju EGM i time uspostavlja zadanu točku.
3. EGM dovodi signal EGR sustavu hidrauličnog aktuatora. Hidraulični aktuator podešava brzinu turbina kao što je određeno signalom koji poslan iz EGM kontrolne kutije. EGR aktuator je elektrohidraulički pretvornik koji usmjerava ulje klipa i servomotora. Budući da je rotirajući pilot EGR-a sličan standardnom PG(eng. *Power generation*) seriji, EGR zahtijeva upravljački program motora i sustav podmazivanja.

6.1. **Dijagram toka pare**

Protutlačne turbine s reguliranim oduzimanjem upotrebljavaju se u slučajevima kada potrošači imaju potrebu za parom na dva različita nivoa tlaka (npr. procesnu paru i paru za grijanje).

Turbina je podijeljena na dva segmenta, 1. Segment visokotlačni (VT), 2 niskotlačni (NT), a između njih se nalazi oduzimanje (ST) za potrebe korisnika. Tok pare sa p_0 i T_0 dovodi se na stop ventil 8 i glavni ventil 7 koji se nalaze na samome ulazu u VT dio turbine. Ekspanzija pare u visokotlačnom dijelu turbine odvija se do tlaka p_{exp} ovisno o potrebama potrošača topline 9 (nije nužno). Količina protoka pare m_0 koja izlazi iz VT dijela podijeljen je na dva protoka: protok koji izlazi iz VT dijela m_{exh} predaje se potrošačima toplinske energije kroz ventil 4 i nepovratni ventil 5, a ostatak protoka m_c prosljeđuje se u NT dio pomoću ventila 6 koji je smješten u istome kućištu. Nakon ekspanzije u NT dijelu do tlaka p_{exh} koji predstavlja tlak niskotlačne pare za potrebe potrošača grijanja i tople vode 12. Neke turbine imaju i redukcijski ventil 10 koji omogućuje transport pare potrošačima u slučaju zastoja turbine.



Slika 6.5 Osnovna shema a) i h-s dijagram ekspanzije pare b) za turbinsko postrojenje s automatskim oduzimanjem pare[14]

$$P_{el} = P_i \eta_m \eta_{eg} \qquad 6\text{-}2$$

$$P_i = \frac{P_{el}}{\eta_m \eta_{eg}} = \dot{m}_0 \left(h_0 - h_{exp}\right) + \dot{m}_{exh} \left(h_{exp} - h_{exh}\right)$$
$$= \dot{m}_0 H_0{}' \eta'_{ri} + \dot{m}_{exh} H_0{}'' \eta''_{ri} = \dot{m}_{exp} H_0{}' \eta'_{ri} + \dot{m}_{exh} H_0 \eta_{ri} \qquad 6\text{-}3$$

P', P" = unutarnje snage VT i NT dijela,

$\dot{m}_0$, $\dot{m}_{exh}$, $\dot{m}_c$= maseni protoci pare,

h_0, h_{exh}, h_{exp}, h_c = entalpija pare,

H_0, H_0', H_0'' = toplinski padovi,

η_{ri}, η_{ri}', η_{ri}''= unutarnji relativni stupnjevi turbine,

η_m = mehanički stupanj djelovanja,

η_{eg} = stupanj djelovanja električnog generatora.

Protok na ulazu u turbinu s automatskim oduzimanjem uz konstantne efektivne toplinske padove ovisi o proizvedenoj električnoj snazi P_{el} i masenom protoku $\dot{m}_{exh}$ oduzimanja pare za korisnike topline.

Režimi rada turbine sa automatskim oduzimanjem ovise o dvije grupe potrošnje: kondenzacijski režim i režim dobave topline.

Prilikom rada u režimu dobave topline ovisno o potrošnji topline, električna snaga je određena potrebama za toplinskom energijom i na nju se ne može utjecati. U tome slučaju je regulacijski ventil prema NT dijelu u fiksnom položaju, a protok pare prema potrošačima određen je regulacijskim ventilom na ulazu u VT dio. Protutlačni režimu rada. Međutim, ako turbina treba zadovoljiti promjene opterećenja električne energije, regulacijski ventil oduzimanja (prestrojni ventil MP) preuzima ulogu regulacije.

Prilikom rada turbine s automatskim oduzimanjem ovisno o potrebama za električnom energijom nije moguće proizvodnju električne energije smanjiti ispod minimalne snage, koja je određena automatskim oduzimanjem pare. Povećanje potreba za električnom energijom omogućuje se otvaranjem prestrojnog ventila koji opskrbljuje paru u niskotlačnom dijelu turbine.

Ako je potreba za parom u industriji jednaka nuli, turbina radi kao čista kondenzacijska turbina s potrošnjom pare koja odgovara trenutačnoj proizvodnji električne ili mehaničke energije. Ako je pak potreba za parom maksimalna, turbina radi kao protutlačna

turbina, u tom se slučaju sva para iz visokotlačnog dijela odvodi, pa niskotlačni dio turbine ostaje bez pare.

Pretpostavimo da se kod izoliranog rada turbine smanjilo opterećenje na generatoru. Prekomjerni moment pare na turbini izazvat će povećanje broja okretaja turbine i regulator brzine će prigušiti VT ventil 7 svježe pare, što će i smanjiti moment pare na turbini. Smanjen protoka pare VT dijela utjecati će i na smanjenje količine oduzimanja pare, a samim time i tlaka. Reagirajući na to smanjenje tlaka pare, regulator tlaka oduzimanja djeluje na pritvaranje ventila (6) koji propuštaju paru u NT dio. Regulatori će djelovati sve dok se ne uspostavi ravnoteža između momenata na generatoru i momentima pare VT i NT i dok se ne postigne prethodni protok pare u oduzimanju sa odgovarajućim tlakom.

Ako kod nepromijenjenog opterećenja generatora dođe do promjene potrošnje pare kod potrošača (npr. povećanje protoka oduzimanja pare za potrošače), pojavit će se smanjenje tlaka pare u oduzimanja i regulator tlaka će smanjiti propuštanje pare u NT dio preko regulacijskog ventila 6. Smanjenje pare u NT dijelu izaziva smanjenje snage na turbini i pri nepromijenjenom opterećenju generatora izaziva smanjenje broja okretaja turbine. Da bi se uspostavila nova ravnoteža, regulator brzine povećava otvaranje regulacijskog ventila 7 na ulazu pare u VT dio, što vodi ka postizanju ravnoteže momenata i protoka pare na oduzimanju.

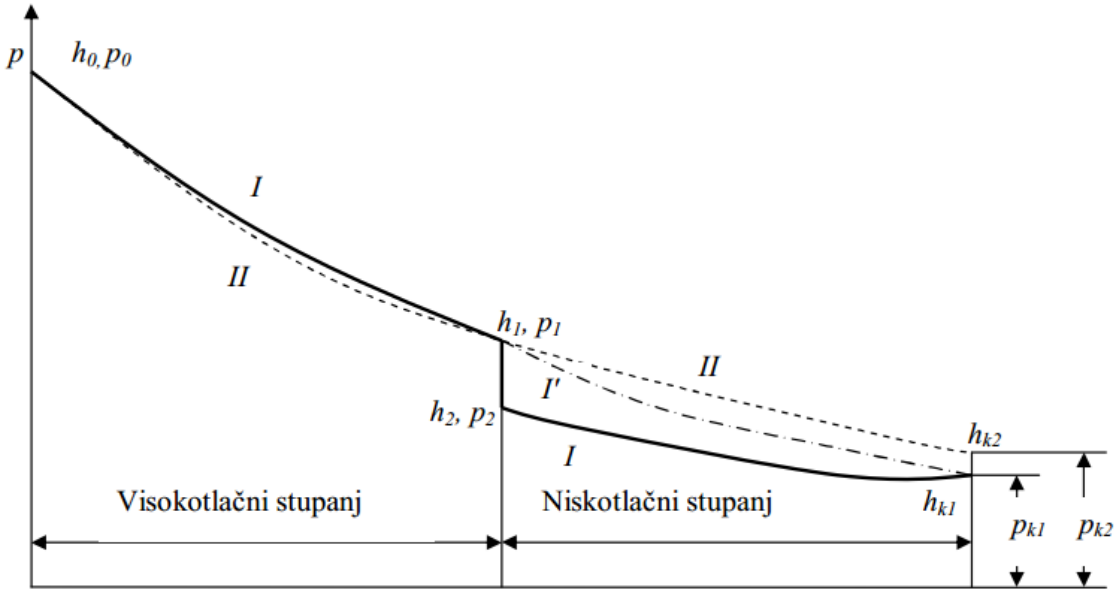
6.2. **Tip regulacije i dijagram režima rada**

6.2.1. Pogonski slučajevi

Pogonski slučajevi korištene protutčalne turbine sa regulacijskim oduzimanjem slični su slučajevima kod regulacija kondenzacijske turbine s oduzimanjem industrijske pare. Razlika je samo u tlaku na ispuhu turbine, protutlačna turbine nakon izlaska iz niskotlačnog (NT) dijela para ne ekspandira u kondenzator nego se ispušta na niskotlačnu sabirnicu na većemu tlaku nego što je to u slučaju kondenzacijske turbine. U nastavku teksta koristit će se oznake za tlak pk1 i pk2 ali to može biti bilo koji tlak na ispuhu. Krivulje u dijagramima određene su za dva glavna pogonska slučaja i dvije vrste regulacija:

1. Najveća snaga kod maksimalnog oduzimanja pare

Kada postoji potreba za najvećom snagom i maksimalnim oduzimanja pare nastaje promjena tlaka u visoklotlačnom (VT) dijelu turbine od p_0 do tlaka $p1$, te kao funkcija broja stupnjeva prema krivulji $h_0 - h_1$.



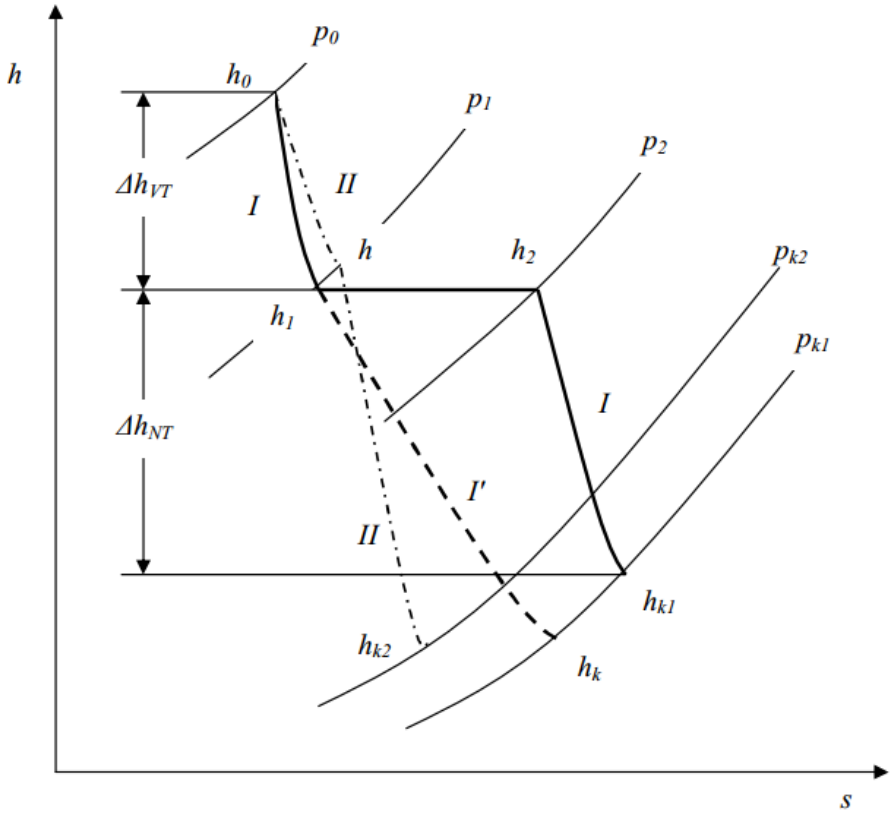
Slika 6.6 Dijagram promjene tlaka u turbini s automatskim oduzimanjem[16]

a) Na T-s dijagramu Slika 6.6 krivuljom *I* prikazana je ekspanzija u VT i NT dijelu kod regulacije prigušivanjem. Na ulazu u niskotlačni dio turbine tlak se umanjuje u ventilu za pretjecanje i kod maksimalno oduzete pare tlak iznosi p_2. U niskotlačnom dijelu turbine para ekspandira od tlaka p_2 do tlaka p_{k1}.

   U h-s dijagramu na

   Slika 6.7 krivuljom I prikazana je ekspanzija pare u visokotlačnom (VT) dijelu turbine, a prigušivanje od tlaka p_1 na tlak p_2 u ventilu za protjecanje prikazano je vodoravnom linijom $h_1 = h_2$ = konst. U NT dijelu turbine para ekspandira po krivulji h_2 - h_{k1} do tlaka p_{k1}.

b) Ekspanzija u VT i NT dijelu kod regulacije grupom sapnica prikazano na Slika 6.6 krivuljom I'. Za razliku od ekspanzije kod regulacije prigušivanjem u ovome slučaju na ulazu u niskotlačni dio turbine tlak ostaje nepromijenjen p_1. U *h-s* dijagramu ekspanzija prikazana krivuljom I' kreće se u rasponu tlakova od p_1 do p_{k1}



Slika 6.7 h-s dijagram turbine s regulacijom oduzimanja[16]

2. **Najveća snaga bez oduzimanja pare turbine**

Kada ne postoji potreba za oduzimanjem, ventil za prestrojavanje je u potpunosti otvoren što znači da nema oduzimanja pare na ST dijelu. U T-s dijagramu na Slika 6.6 krivuljom II prikazana je ekspanzija u VT i NT dijelu za navedeni način rada. Može se vidjeti da je krivulja malo niža u usporedbi sa krivuljom I zbog manjeg protoka kroz VT dio, zbog čega dolazi do većeg pada u tlaku i manjeg stupnja djelovanja. Dok se ekspanzija u NT dijelu odvija po krivulji od h_1 do h_{k2}.

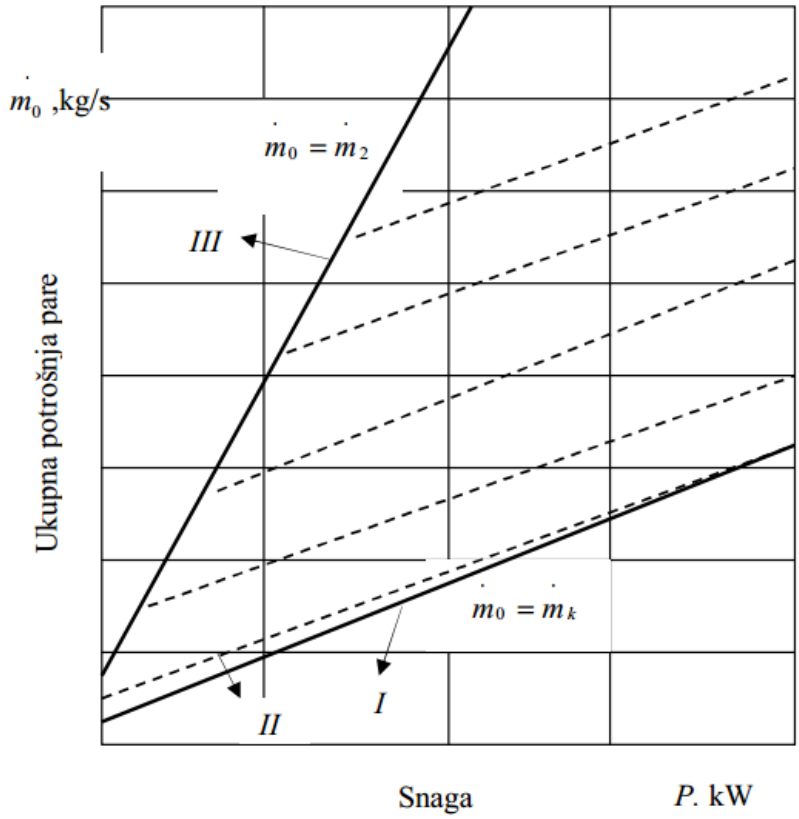
Ekspanzija u VT dijelu prikazana je krivuljom II u h-s dijagramu

Slika 6.7 gdje se vidi promjena entalpije od h_0 do h. Kondenzacijski režim rada (bez oduzimanja). Daljnja ekspanzija u niskotlačnom dijelu odvija se od h do h_{k2} tj. do tlaka p_{k2} koji je veći od p_{k1} jer je povećan protok kroz NT dio turbine.

6.2.2. Dijagram režima rada

Kako bi bolje razumjeli što dijagram rada predstavlja prikazan je jedan pojednostavljen dijagram Slika 6.8. Dijagram predstavlja ovisnost masenog protoka pare na ulazu u turbinu i na oduzimanju pare o ostvarenoj snazi turbine.

Donja granična linija I prikazuje ovisnosti za vrijeme potpuno otvorenog prestrujnog ventila (MP) (kondenzacijski način rada), a linija II iznad nje predstavlja postepeno uključivanje mehanizma prestrojnog ventila za oduzimanje pare, koji drži tlak iza VT dijela konstantnim. U drugom slučaju ventil (MP) za prestrujavanje prigušuje paru, što smanjuje protok prema NT dijelu. Režimu rada kao potpuno protutlačna turbina , gdje je protok pare kroz NT dio turbine približno jednak nuli prikazana je linijom *III* u dijagramu.

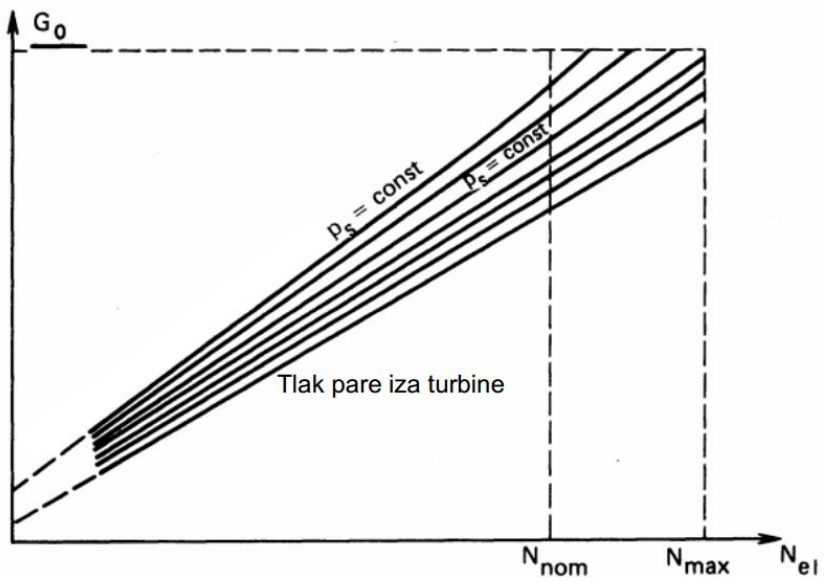


Slika 6.8 Pojednostavljeni dijagram režima rada parne turbine[16]

Nešto složeniji dijagram režima rada grafički je prikaz funkcijske ovisnosti između: električne snage P_{el}, masenog protoka pare, toplinskog opterećenja potrošača pare $Q_p(Q_h)$, tlak pare na potrošačima, $p_p(p_h)$, ulazni parametri pare p_0, T_0 i drugi. Dijagram se često upotrebljava za vođenje i upravljanje radom termoelektrane. Prikaz u grafičkoj ravnini moguće je ako broj varijabli nije veći od 3, ili ako se stvore korelacije između ostalih varijabli.

$$F(P_{el}, \dot{m}_o, Q_p, Q_h, p_p, p_h, p_0, T_0, \ldots)=0 \qquad 6\text{-}4$$

Dijagram režima rada protutlačnu turbinu bez oduzimanja Slika 6.9. $\dot{m}_o=f\ (P_{el},\ p_b)$ Prikazana je ovisnost protoka glavne pare $G_0= \dot{m}_o$ o el. snazi P_{el} i protutlaku $p_s=p_b$. Protutlak p_b ima najmanji utjecaj pa je zbog toga dijagram režima prikazan skupinom krivulja $\dot{m}_o=f\ (P_{el})$.



Slika 6.9 Dijagram režima rada za protutlačnu turbinu[15]

Dijagram režima za turbinu s jednim automatskim oduzimanjem. Dijagram prikazuje ovisnost el. snage o protoku pare kroz turbinu $G_0= \dot{m}_o$ i protoku oduzimanja $G_b= \dot{m}_b$ tlaka oduzimanja p_b.

$$\dot{m}_o=f\ (Pel,\ \dot{m}b,\ pb) \qquad 6\text{-}5$$

Kao u prethodnom slučaju kod protutlačne turbine p_b se može izraziti skupinom linija $\dot{m}_o=f(P_{el})$ pri konstantnim protocima oduzimanja.

Dijagram režima za turbinu s korištenjem linearizirane ovisnosti protoka glavne pare $G_0= \dot{m}_o$ o protoku oduzimanja $G_b=\dot{m}_b$ i el. snazi P_{el}.:

$$\dot{m}_0 = \dot{m}_{c0} + y_b\dot{m}_b = \dot{m}_{ci} + r_cP_{el} + y_b\dot{m}_b = \dot{m}_{ci} + d_r(1-x)P_{el} + y_b\dot{m}_b \qquad 6\text{-}6$$

$$\dot{m}_{c0} = \dot{m}_{ci} + r_cP_{el} \qquad 6\text{-}7$$

$\dot{m}_{c0}$ protok pare na turbini kada radi u kondenzacijskom režimu (bez oduzimanja pare), $\dot{m}_{ci}$ je protok na turbini u praznom hodu, r_c specifični porast protoka pare u kondenzacijskom režimu,[kg/kWh] :

$$r_c = \frac{\dot{m}_0 - \dot{m}_{ci}}{P_{el}} \qquad 6\text{-}8$$

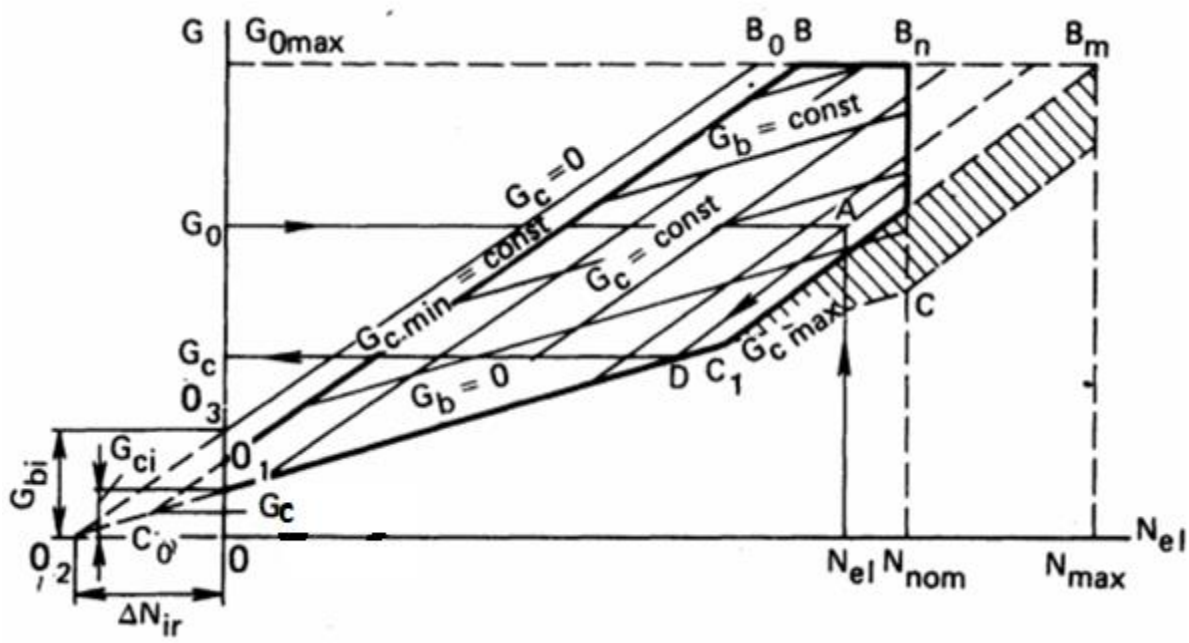
$$y_b = \frac{h_b - \dot{h}_c}{h_0 - \dot{h}_c} \qquad 6\text{-}9$$

y_b koeficijent gubitka snage zbog oduzimanja pare predstavljen je kao omjer efektivnog toplinskog pada na NT dijelu prema ukupnom efektivnom toplinskom padu na turbini,

$$d_r = \frac{\dot{m}_r}{P_r} \qquad 6\text{-}10$$

$$x = \frac{\dot{m}_{ir}}{\dot{m}_{ir}} \qquad 6\text{-}11$$

d_r specifični protok pare u kondenzacijskoj turbini [kg/kWh] , x koeficijent praznoga hoda.



Slika 6.10 Dijagram režima rada turbine s automatskim oduzimanjem[15]

Kondenzacijski režim rada

Režim rada pri kojemu ne postoji potreba za oduzimanjem $\dot{m}_b$=0

$$\dot{m}_0 = \dot{m}_{c0} = \dot{m}_{ci} + d_r(1-x)P_{el} \qquad 6\text{-}12$$

Karakteristične točke na liniji kondenzacijskog režima rada prikazanog na Slika 6.10: točku C karakterizira maksimalni ispust pare u kondenzator (ili ispuh pare iz NT dijela protutlačne turbine, samo pri nešto većem tlaku) pri nazivnoj električnoj snazi P_i, i točka O_1 koja predstavlja protok pare pri praznom hodu turbine $\dot{m}_{ci}$. Snaga gubitka turbine u praznom

hodu ΔP_{ir} prikazana je odsječkom OO_2. Gdje je točka O_2 na poziciji gdje linija opisanog režima sječe os apscise.

Protutlačni režim turbine

Režim rada pri kojemu dolazi do potpunog oduzimanja pare tj. $\dot{m}_0=\dot{m}_b$, $\dot{m}_c=0$. Prema prethodnoj jednadžbi 6-6, slijedi:

$$\dot{m}_0 = \dot{m}_{0b} = \dot{m}_b = \dot{m}_{ci} + d_r(1-x)P_{el} + y_b\dot{m}_0 \qquad 6\text{-}13$$

$$\dot{m}_0 = \frac{\dot{m}_{ci}}{1-y_b} + \frac{d_c(1-x)}{1-y_b}P_{el} = \dot{m}_{bi} + r_bP_{el} \qquad 6\text{-}14$$

$$\dot{m}_{ci} = \frac{\dot{m}_{ci}}{1-y_b} \qquad 6\text{-}15$$

$\dot{m}_{ci}$ protok u praznom hodu za vrijeme rada u protutlačnom režimu, a

$$r_b = r_c(1-y_b) \qquad 6\text{-}16$$

r_b specifični porast protoka [kg/kWh], za vrijeme rada u protutlačnom režimu.

U usporedbi sa vrijednostima kod kondenzacijskog režima njihove su vrijednosti veće $\dot{m}_{bi} > \dot{m}_{ci}$; $r_b > r_i$. To se događa zbog većeg protoka pare tj. nižeg toplinskog pada na turbini do oduzimanja.

Ako se oduzima sva para nakon VT dijela, ovisnost ulaznog protoka o snazi prikazano je pravcem koji prolazi kroz točke O_2 (snaga gubitka) i O_3 (potpuno oduzimanje $\dot{m}_0=\dot{m}_b$).

U protutlačnom režimu rada , u kondenzatoru (na ispuhu) se propušta mala količina protoka pare $\dot{m}_{c\ min}$ kako bi se osigurao siguran rad NT dijela turbine. To je prikazano pravcem C_0B koji je paralelan s pravcem O_2B_2 koji predstavlja maksimalan protok kroz turbinu (bez minimalnog protoka kroz NT dio turbine).

Režim s konstantnim oduzimanjem pare

Razlika između kondenzacijskog režima i režima s konstantnim oduzimanjem pare je za vrijednost $y_b\dot{m}_b$. Zbog toga ovaj režim se može prikazati linijama koje su paralelne s linijama kondenzacijskog režima.

Na dijagramu prikazanom na Slika 6.10 lijeva granica režima je pri $\dot{m}_b=\dot{m}_{c\ min}$ (kada nemamo oduzimanja pare), desna granica je linija CBn pri kojoj je kanstantna nazivna

snaga Pr i gornji dio dijagrama režima je ograničen linijom kroz točke BBn pri maksimalnom protoku pare kroz turbinu $\dot{m}_{0max}$=const. -

Primjer:

1. Poznate vrijednosti snage P_{el} i protok pare, a protok oduzimanja pare mogu se odrediti na sljedeći način. Za poznatu snagu i protok pare kroz turbinu pronalazi se točka A u dijagramu režima. Kroz točku A provlači se pravac koji je paralelan s linijama konstantnoga protoka pare kroz NT dio turbine. Taj nacrtani pravac u točki D siječe liniju kondenzacijskog režima rada pri $\dot{m}_b$= 0, a iznos na ordinati određuje protok pare kroz NT dio turbine. Protok pare u oduzimanje može se izračunati kao razlika ukupnog protoka pare i protoka kroz NT dio $\dot{m}_b = \dot{m}_0 - \dot{m}_c$.
2. Ako je poznata verijednost P_{el} i protok pare u oduzimanju, može se pronaći protok pare kroz turbinu kao ordinatu točke sjecišta linije P_{el} = const i linije $\dot{m}_b$= *const*

6.3. **Implementacija regulacije**

Pri pokretanju, turbina će se kontrolirati preko PID regulatora AG18. Pregled regulacije može se vidjeti na Slika 6.11. Regulator brzine AG18 spojen je (ako je sklopka za sinkronizaciju otvorena) direktno na regulacijski ventil VT bez dodatnog zbrajanja. Nakon postizanja sinkrone brzine preklopa za sinkronizaciju se zatvara i AC160 PLC mora aktivirati druge regulatore za pojedine skupine VT i ST ventila.

Upravljanje VT ventilom vrši se pomoću 5 regulatora, od kojih su 4 (AG43, AG46, AG45, AG42) spojena na minimum selektor, a njegov izlaz se zbrajaju sa 5-tim regulatorom (regulator brzine; AG18). Minimum selektor omogućuje praćenje regulatora koji je najbliže svojoj radnoj točci te njegov izlaz prosljeđuje zbrajalu, tj. VT ventilu. Sve dok regulator kojega je odabrao minimum selektor ne postigne svoju radnu točku drugi regulatori imaju za 2% uvećanu vrijednost. Regulator brzine je cijelo vrijeme aktivan i prosljeđuje svoj izlaz na zbrajalo.

Upravljanje ST ventilom povezano je samo sa jednim regulatorom koji je upravljan tlakom oduzimanja. Regulator **AG42**.

PID regulacija VT ventila može biti :

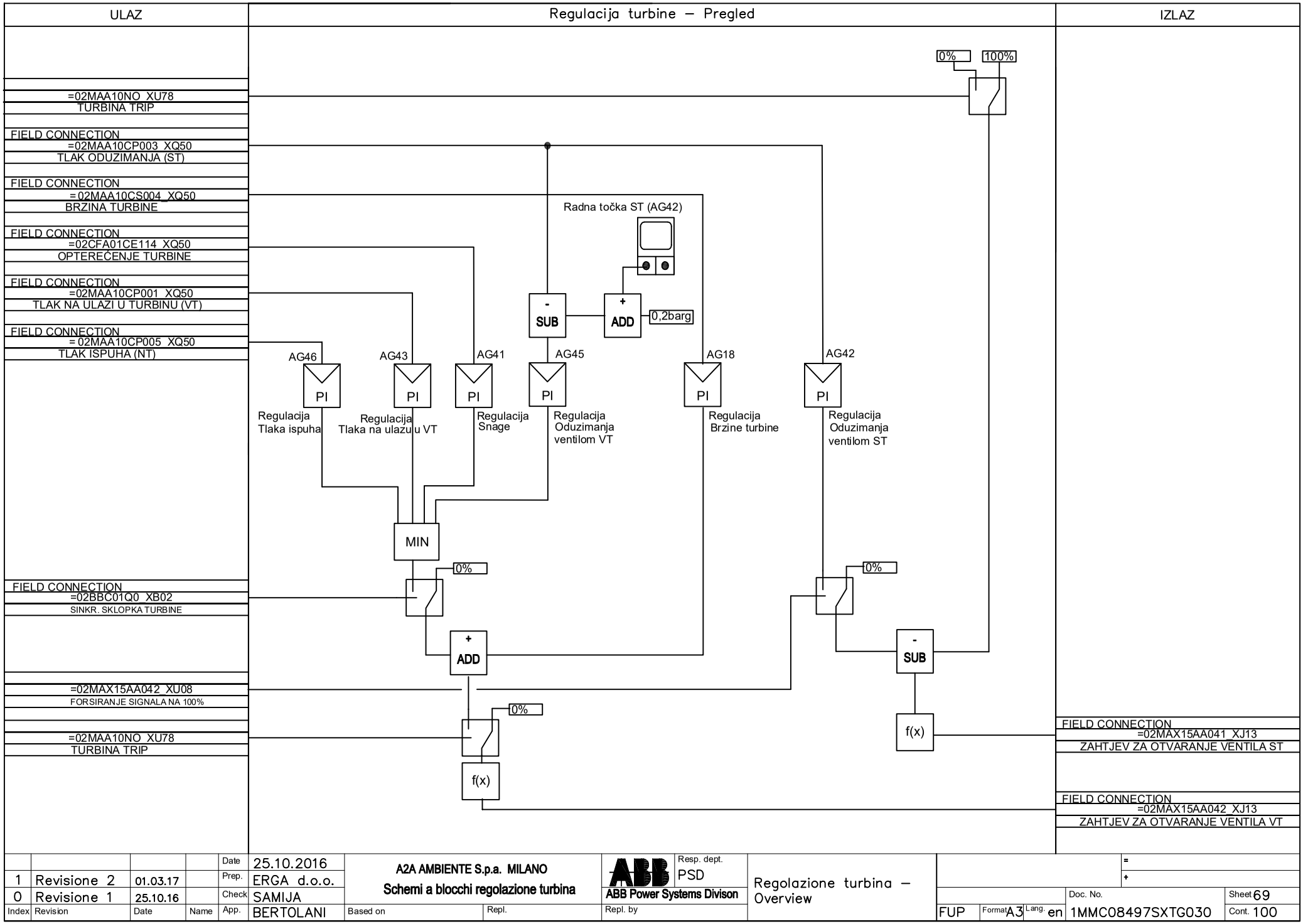
1. Regulacija tlaka na ulazu VT (u ovom slučaju isporučena vrijednost snage je posljedica i ne može se kontrolirati). Regulator **AG43**
2. Regulacija tlaka na ispuhu NT (u ovom slučaju isporučena vrijednost snage je posljedica i ne može se kontrolirati). Regulator **AG46**.
3. Regulacija opterećenja turbine KW (u ovom slučaju ulazni tlak turbina nije kontroliran od strane VT skupine ventila i mora biti upravljan sustavom). Regulator **AG41**
4. Podešavanje ST regulatorom **AG45**; regulator ima zadanu vrijednost 0,2 bara veću od PID podešavanja regulatorom AG42. Ovaj regulator će biti učinkovit kada PID regulator ventila na ST bude 100% otvoren.

- Da bi se osigurala minimalna količina protoka turbine, ST ventili će imati minimalnu otvorenost kojom upravlja graničnik AG40.
- Regulatori će prevladati prema zajedničkim radnim točkama dodijeljenim prema radnim slučajevima
- PID AG42 odnosi se samo na regulaciju tlaka pare ST linije. Ako PID izađe iz upravljačkih parametara, ST linija mora biti zatvorena pomoću motoriziranog ventila (00LBD50AA003) na liniji. Zadana radna točka regulatora uspoređuje se s signalom koji dolazi od mjerenja na izlazu iz turbine 02MAA10CP003.
- Ako je omogućena ST linija (vidi poglavlje 6.4), podešena vrijednost za AG42 jednaka je postavljenoj vrijednosti kolektora i gubitaka opterećenja izračunat je kao razlika između očitanja instrumenta (02MAA10CP003) - (00LBQ01CP001A / B).
- Radna točka regulatora AG46 NT uspoređena je s signalom iz instrumenta 00LBD50CP001.

Tablica 6.1 Radni rasponi regulatora

	Regulator	**Ventili**	**Minimalna vrijednost**	**Maksimalna vrijednost**	**Normalna vrijednost**
Tlak ispusta	AG46	VT	1.2 barg	2.0 barg	1.4
Ulazni tlak	AG43	VT	44 barg	54 barg	50 barg
Tlak oduzimanja	AG45(VT) AG42 (ST)	VT/ST	12 barg	16 barg	14 barg
Opterećenje turbine	AG41	VT	300 kW	MAX (5100kW)	N.A.

Normalni rad je predviđen kao turbina pri maksimalnom opterećenju koji se može dobiti iz uvjeta postrojenja: postojeće turbine u regulaciji tlaka i nova turbina u klizanju. Da bi upao u navedeni slučaj rada, regulator opterećenja mora prevladati nad ostalima, pa njegova vrijednost mora biti postavljen na maksimalnu vrijednost dok je tlak postavljen na minimum



Slika 6.11 Funkcijski dijagram pregleda regulacije turbine

Index	Revision	Date	Name	App.
1	Revisione 2	01.03.17		
0	Revisione 1	25.10.16		

Date 25.10.2016
Prep. ERGA d.o.o.
Check SAMIJA
App. BERTOLANI

A2A AMBIENTE S.p.a. MILANO
Schemi a blocchi regolazione turbina
Based on | Repl.

ABB Power Systems Divison
Resp. dept. PSD
Repl. by

Regolazione turbina – Overview

FUP | Format A3 | Lang. en

Doc. No. 1MMC08497SXTG030

Sheet 69
Cont. 100

6.4. **Omogućavanje linije ST**

Operator će se ručno omogućiti ili onemogućiti liniju ST, ali uvijek je prisutna automatizacija tako da tlak oduzimanja ne prelazi maksimum očekivan vrijednost za liniju.

Regulator tlaka AG42 koji djeluje na ventile ST mora jamčiti maksimalno otvaranje ventila nakon zatvaranja motoriziranog ventila ST linije.

Regulator tlaka AG45 koji djeluje na ventile VT mora biti deaktiviran u kombinaciji s motoriziranim zapornim ventilom za onemogućavanje linije. Prilikom uključivanje linije ST potrebno je ponovo aktivirati regulatore AG45 i AG42.

Ako je tlak u cjevovodu veći od podešene vrijednosti, regulator AG45 ST uzima prosječni tlak na odgovarajuću vrijednost s obzirom na liniju na kojoj će biti dopušteno otvaranje motoriziranog ventila i regulacija tlaka preko MP AG42 regulatora.

Stupnjevi unosa ekstrakcije:

1. Regulacija tlaka kroz VT ventile prema vrijednosti koja odgovara otvaranju motoriziranih ventila,
2. Otvaranje motoriziranog ventila,
3. Podešavanje tlaka oduzimanja modulacijom ventila VT i ST.

Stupnjevi isključivanja:

1. Zatvaranje motoriziranih ventila,
2. Otvaranje ventila ST,
3. Isključivanje PID regulacije ventila VT u odnosu na tlak oduzimanja

Svi koraci moraju biti u potpunosti sekvencijalno automatizirani. Operater će biti odgovoran za uključivanja ili isključivanja sustava

Onemogućavanje linije ST pojaviti će se u slučaju temperature veće od 290 °C na 02MAL51CT001A-BC ili u slučaju tlaka iznad 16barg na 02MAA10CP003. Onemogućavanje linije ST zahtjeva zatvaranje motoriziranog ventil 00LBQ50AA003 koji omogućuje priključenje na sustav srednjeg tlaka. Ukoliko motor ima problema i ne dođe do kraja završnog hoda, moraju se osigurati sigurnosni uvjeti linije s turbinskim blokom.

7. REZULTATI

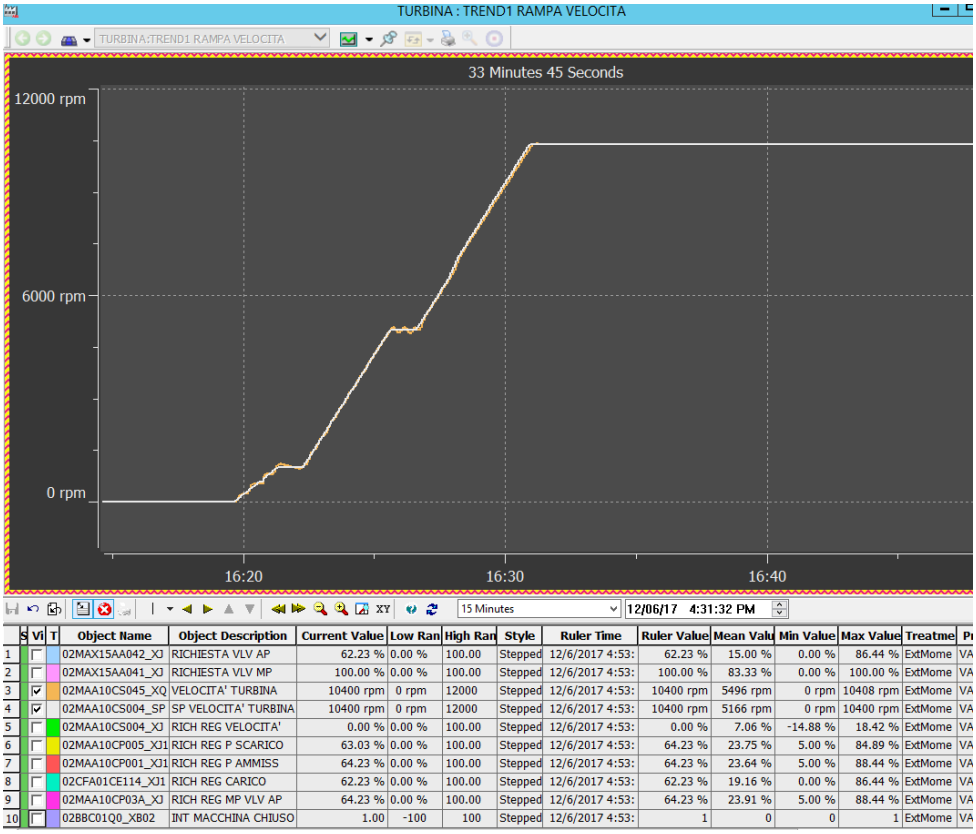
7.1. Postupak i metode testiranja

Kako bi se moglo započeti sa testiranjem prvo je potrebno zadovoljiti sve preduvjete koji su opisani u poglavlju 5. Nakon zadovoljenih preduvjeta dobiva se povratne informacije (02MAA10EA101_XU44) koja označava da je 1. funkcijska grupa spremna za rad. Nakon toga pomoću funkcijske grupe (02MAA10EA101) aktivira se 1. sekvenca koja se naziva pomoćna sekvenca, a njen dijagram tijeka prikazan je na Slika 5.1. Nakon završetka 1. sekvence aktivira se signal (02MAA10EA102_XU44) nakon čega se može aktivirati 2. funkcijska grupa i sekvenca (zagrijavanje turbine), njen tijek je prikazan na Slika 5.3. Sve do sada je bilo vezano za pripremu pokretanja turbine. Preduvjet za aktivaciju 3. funkcijske grupe je (02MAA10EA103_XU44), nakon čega se omogućuje startanje grupe i sekvence (start turbine) dijagram tijeka je vidljiv na slici Slika 5.4. I na kada turbina postigne sinkronu brzinu dobije se dozvola (02MAA10EA104_XU44) aktivacije zadnje funkcijske grupe i sekvence naziva „sinkronizacija na mrežu“ čiji je dijagram toka prikazan na Slika 5.5.

7.2. Evaluacija izgradnje sustava i interpretacija rezultata

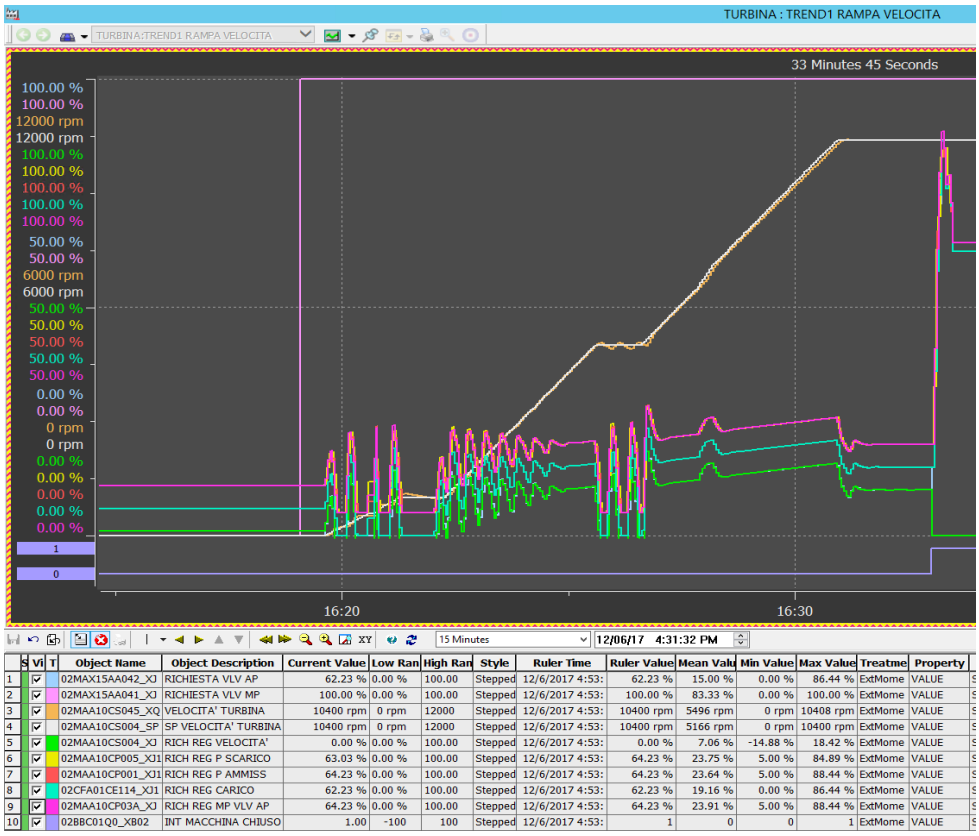
Kako bi prikazali unutar 800xA sustava grafički ovisnost pojedinih signala u vremenu potrebno unutar kontrolne strukture omogućiti zapisivanje vrijednosti signala u (eng. *Log Configuration*). Nakon toga unutar funkcijske strukture kreira se *trend display* i unutar njega unesemo signale za koje smo kreirali *Log Configuration.*

Pokretanjem 3. funkcijske grupe i sekvence „Start turbine“ aktivira se regulator AG18 koji postavlja radnu točku brzine prema već spomenutom algoritmu u poglavlju 5.4. Na sljedećoj stranici može se vidjeti trend na kojemu je prikazano postavljanje radne točke i povećavanje brzine po rampi. Prva razina na 1000 okretaja/minuti, druga razina je 5000 okretaja/ minuti i treća razina je na 10400okretaja u minuti. Na drugome trendu Slika 7.2 prikazani su svi parametri koji su vezani za regulaciju. Osim prethodno spomenute brzine i radne točke mogu se vidjeti izlazne vrijednosti pojedinih regulatora i otvorenost VT i ST ventila.



S	Vi	T	Object Name	Object Description	Current Value	Low Ran	High Ran	Style	Ruler Time	Ruler Value	Mean Valu	Min Value	Max Value	Treatme	P
1			02MAX15AA042_XJ	RICHIESTA VLV AP	62.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	62.23 %	15.00 %	0.00 %	86.44 %	ExtMome	VA
2			02MAX15AA041_XJ	RICHIESTA VLV MP	100.00 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	100.00 %	83.33 %	0.00 %	100.00 %	ExtMome	VA
3	☑		02MAA10CS045_XQ	VELOCITA' TURBINA	10400 rpm	0 rpm	12000	Stepped	12/6/2017 4:53:	10400 rpm	5496 rpm	0 rpm	10408 rpm	ExtMome	VA
4	☑		02MAA10CS004_SP	SP VELOCITA' TURBINA	10400 rpm	0 rpm	12000	Stepped	12/6/2017 4:53:	10400 rpm	5166 rpm	0 rpm	10400 rpm	ExtMome	VA
5			02MAA10CS004_XJ	RICH REG VELOCITA'	0.00 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	0.00 %	7.06 %	-14.88 %	18.42 %	ExtMome	VA
6			02MAA10CP005_XJ1	RICH REG P SCARICO	63.03 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	64.23 %	23.75 %	5.00 %	84.89 %	ExtMome	VA
7			02MAA10CP001_XJ1	RICH REG P AMMISS	64.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	64.23 %	23.64 %	5.00 %	88.44 %	ExtMome	VA
8			02CFA01CE114_XJ1	RICH REG CARICO	62.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	62.23 %	19.16 %	0.00 %	86.44 %	ExtMome	VA
9			02MAA10CP03A_XJ	RICH REG MP VLV AP	64.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	64.23 %	23.91 %	5.00 %	88.44 %	ExtMome	VA
10			02BBC01Q0_XB02	INT MACCHINA CHIUSO	1.00	-100	100	Stepped	12/6/2017 4:53:	1	0	0	1	ExtMome	VA

Slika 7.1 Postavljanje radne točke prema zadanoj rampi



S	Vi	T	Object Name	Object Description	Current Value	Low Ran	High Ran	Style	Ruler Time	Ruler Value	Mean Valu	Min Value	Max Value	Treatme	Property
1	☑		02MAX15AA042_XJ	RICHIESTA VLV AP	62.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	62.23 %	15.00 %	0.00 %	86.44 %	ExtMome	VALUE
2	☑		02MAX15AA041_XJ	RICHIESTA VLV MP	100.00 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	100.00 %	83.33 %	0.00 %	100.00 %	ExtMome	VALUE
3	☑		02MAA10CS045_XQ	VELOCITA' TURBINA	10400 rpm	0 rpm	12000	Stepped	12/6/2017 4:53:	10400 rpm	5496 rpm	0 rpm	10408 rpm	ExtMome	VALUE
4	☑		02MAA10CS004_SP	SP VELOCITA' TURBINA	10400 rpm	0 rpm	12000	Stepped	12/6/2017 4:53:	10400 rpm	5166 rpm	0 rpm	10400 rpm	ExtMome	VALUE
5	☑		02MAA10CS004_XJ	RICH REG VELOCITA'	0.00 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	0.00 %	7.06 %	-14.88 %	18.42 %	ExtMome	VALUE
6	☑		02MAA10CP005_XJ1	RICH REG P SCARICO	63.03 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	64.23 %	23.75 %	5.00 %	84.89 %	ExtMome	VALUE
7	☑		02MAA10CP001_XJ1	RICH REG P AMMISS	64.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	64.23 %	23.64 %	5.00 %	88.44 %	ExtMome	VALUE
8	☑		02CFA01CE114_XJ1	RICH REG CARICO	62.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	62.23 %	19.16 %	0.00 %	86.44 %	ExtMome	VALUE
9	☑		02MAA10CP03A_XJ	RICH REG MP VLV AP	64.23 %	0.00 %	100.00	Stepped	12/6/2017 4:53:	64.23 %	23.91 %	5.00 %	88.44 %	ExtMome	VALUE
10	☑		02BBC01Q0_XB02	INT MACCHINA CHIUSO	1.00	-100	100	Stepped	12/6/2017 4:53:	1	0	0	1	ExtMome	VALUE

Slika 7.2 Trend regulacije

Tabela 7.1 Parametri prikazani na trend displeju (iznad)

1	*02MAX15AA042_XJ13*	*Zahtjev za otvaranje VT ventila*
2	*02MAX15AA041_XJ13*	*Zahtjev za otvaranje ST ventila*
3	*02MAA10CS045_XQ50*	*Brzina turbine*
4	*02MAA10CS004_SP*	*Radna točka regulatora brzine*
5	*02MAA10CS004_XJ13*	*Zahtjev regulatora brzine*
6	*02MAA10CP005_XJ13*	*Zahtjev regulatora tlaka ispuha*
7	*02MAA10CP001_XJ13*	*Zahtjev regulatora ulaznog tlaka*
8	*02CFA01CE114_XJ13*	*Zahtjev regulatora snage*
9	*02MAA10CP03A_XJ13*	*Zahtjev regulatora ST na VT ventil*
10	*02BBC01Q0_XB02*	*Prekidač tutbine zatvoren*

7.3. **Vizualizacija procesa HMI**

Prije početka izrade vizualizacijskog sučelja potrebno je poznavati proces i čitanje dijagrama (*P&ID*). Za izradu sučelja u ovome projektu korišten je *Graphic Builder* nalazi se unutar alata 800xA v6.0 sustava. (*Graphic Displaj PG2*). Sučelje se sastoji od statičkog i dinamičkog dijela. U dinamički dio uključuje sve objekti koji su povezani sa sustavom i na osnovu stanja u sustavu mijenjaju stanje na sučelju npr. pumpe, motori, ventilatori, ventili, prikaz analogne ili digitalne vrijednosti. Sve ostalo smatra se statičkim dijelom.

Neki dinamički objekata ima u desnome kutu slovo koje označava status objekta koji ovisi o povratnim informacijama. Neke od indikacija su F(objekt u alarmu), A(automatski rad), M(ručni rad). Osim oznake status objekta se prikazuje i vrstom boje najčešće su boje: crvena(objekt u alarmu), žuta(blokirano), zelena ili boja medija koji opisuje (normalan status npr. Otvoreno/Uključeno), crna ili siva boja (isključeno). U sustavu se koristi treptanje crvene boje što je znak da je alarm prisutan i a nije potvrđen od strane operatora. Ako se alarm potvrdi, a još uvijek je prisutan njegov uzrok boja će ostati ista ali neće više treptati dok god se ne otkloni uzrok.

Glavno sučelje turbine prikazano na Slika 7.4. čini skup najhitnijih indikacija i kontrola vezanih za pokretanje turbine i tok pare. U lijevom donjem dijelu ekrana smještene su 4 sekvence i funkcijske grupe.

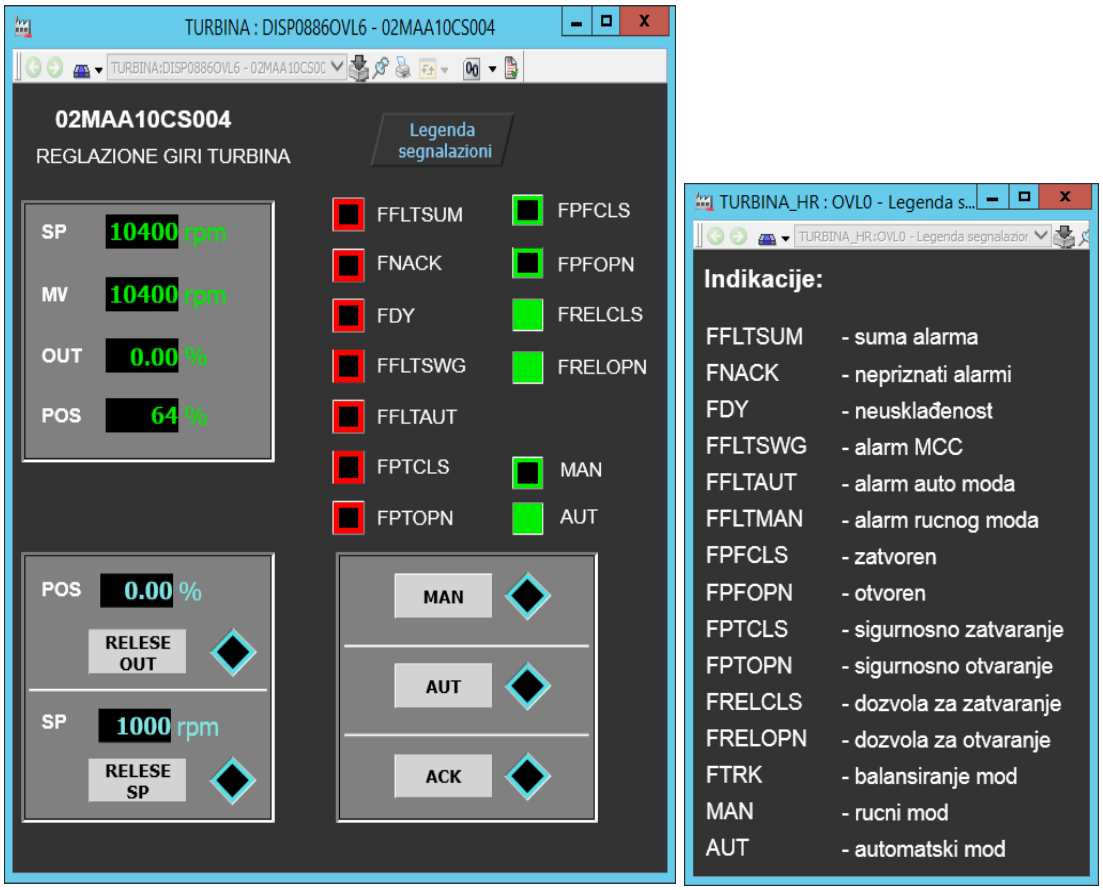
Podmazivanje sustava Slika 7.6 izgrađeno je na temelju dijagrama prikazanog na Slika 4.1, proces podmazivanja detaljno je opisan u poglavlju 4.1. Sadrži dva regulatora, 02MAV40AA101 namijenjen za kontrolu tlaka 02MAV40CP004 linije za podmazivanje, a drugi je 02MAV40AA101 namijenjen za kontrolu tlaka 02MAV40CP001 linije upravljanje uljem.

Regulacije ulja Slika 7.7 izgrađeno je na temelju dijagrama prikazanog na Slika 4.3, a njegova funkcionalnost je detaljno opisana poglavlju 4.

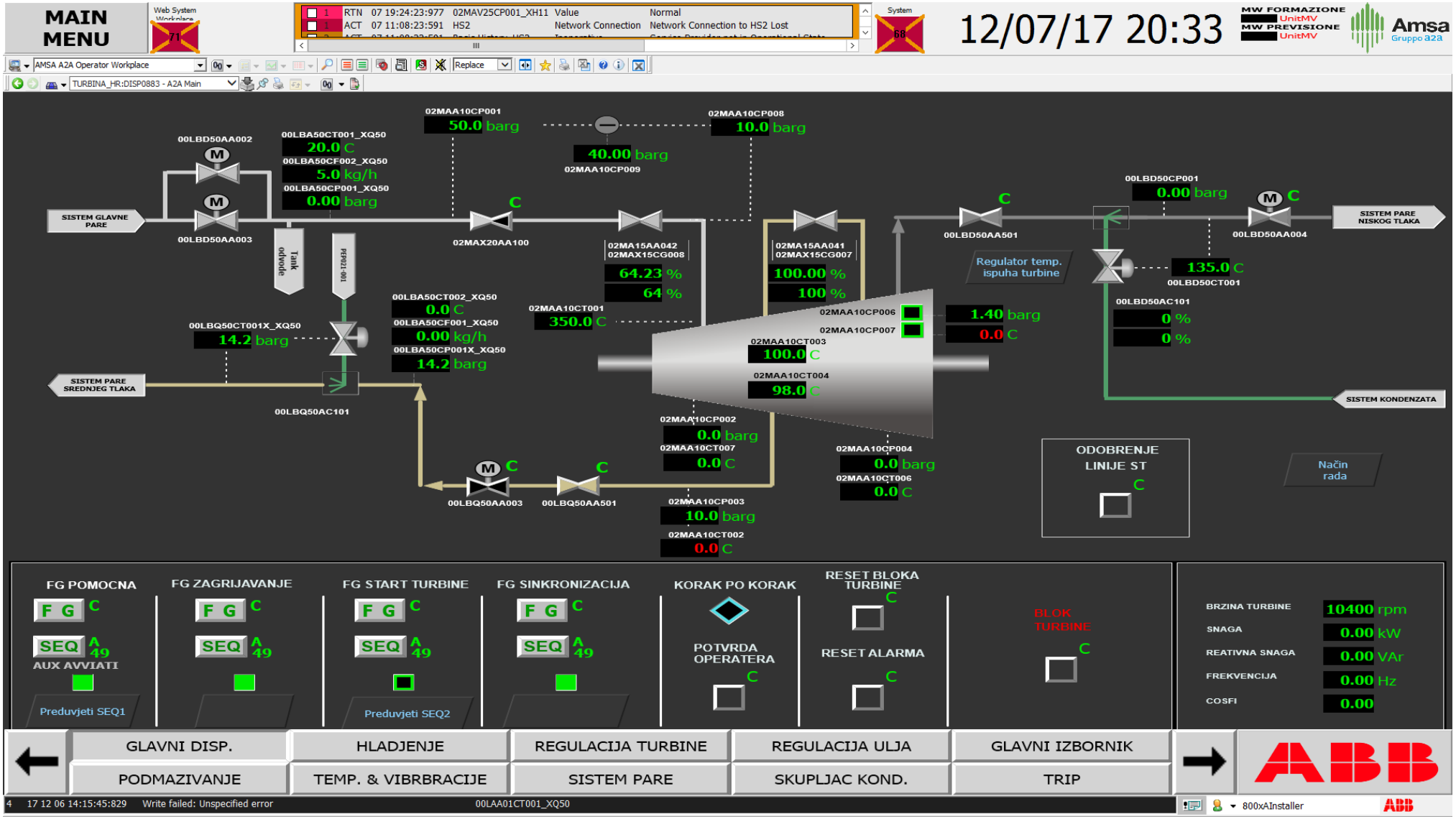
Sistem toka pare Slika 7.8 prikazuje većinu dijagrama toka pare dok je ostatak dijagrama prikazan naSlika 7.9. U slučajnima kada jednu radnju npr. pražnjenje spremnika radi više manjih pumpi mogu se spojiti u logici preko objekta za odabir (selektor). Izgleda u obliku pravokutnika i na njemu se nalaze dva broja (1 i 2) , a omogućuje zamjene prioriteta uključivanja ako je potrebno.

Skupljanje i transport kondenzata Slika 7.9 napravljeno je na temelju dijagrama sistema pare prikazanog u prilogu P**.7.3.1.** Sadrži jedan regulator 02MAL51AC101 za kontrolu temperature 02MAL51CT001 linije kondenzata.

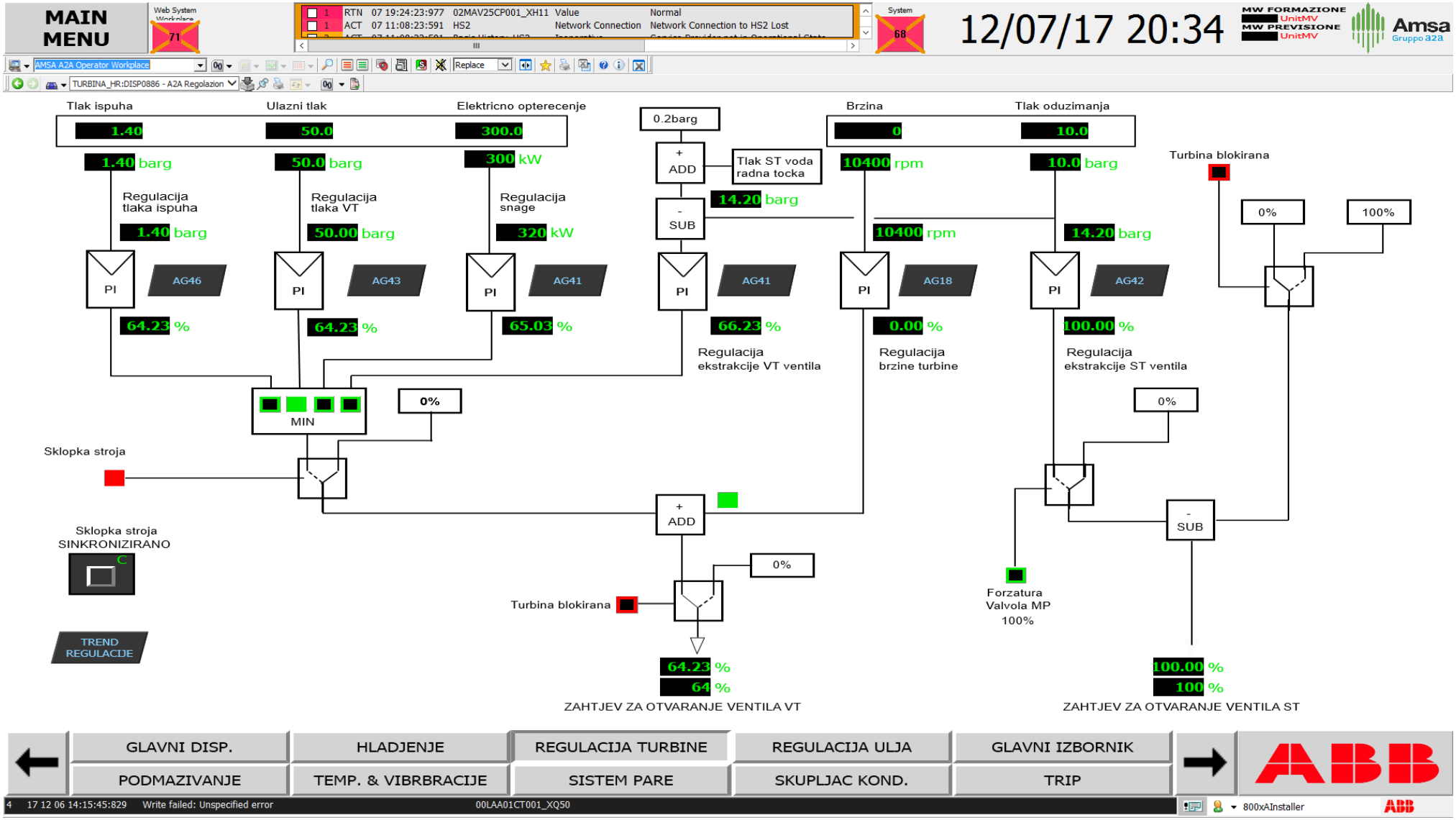
Svaki regulator ima izgrađeno sučelje kao što je prikazano na Slika 7.3 lijevo. Pomoću prikazanog sučelja operator ima mogućnost postavljanja regulatora u ručni ili automatski način rada i postavljanje radne točke i pozicije tj. postotka otvorenosti ventila. Također može pratiti trenutno stanje izlaza regulatora i mjerenu vrijednost koju upravlja. Indikacije prikazane crvenom bojom na slici dolje su alarmi, a zelenom povratne informacije normalnog rada. Opisi indikacija prikazani su na desnoj slici dolje.



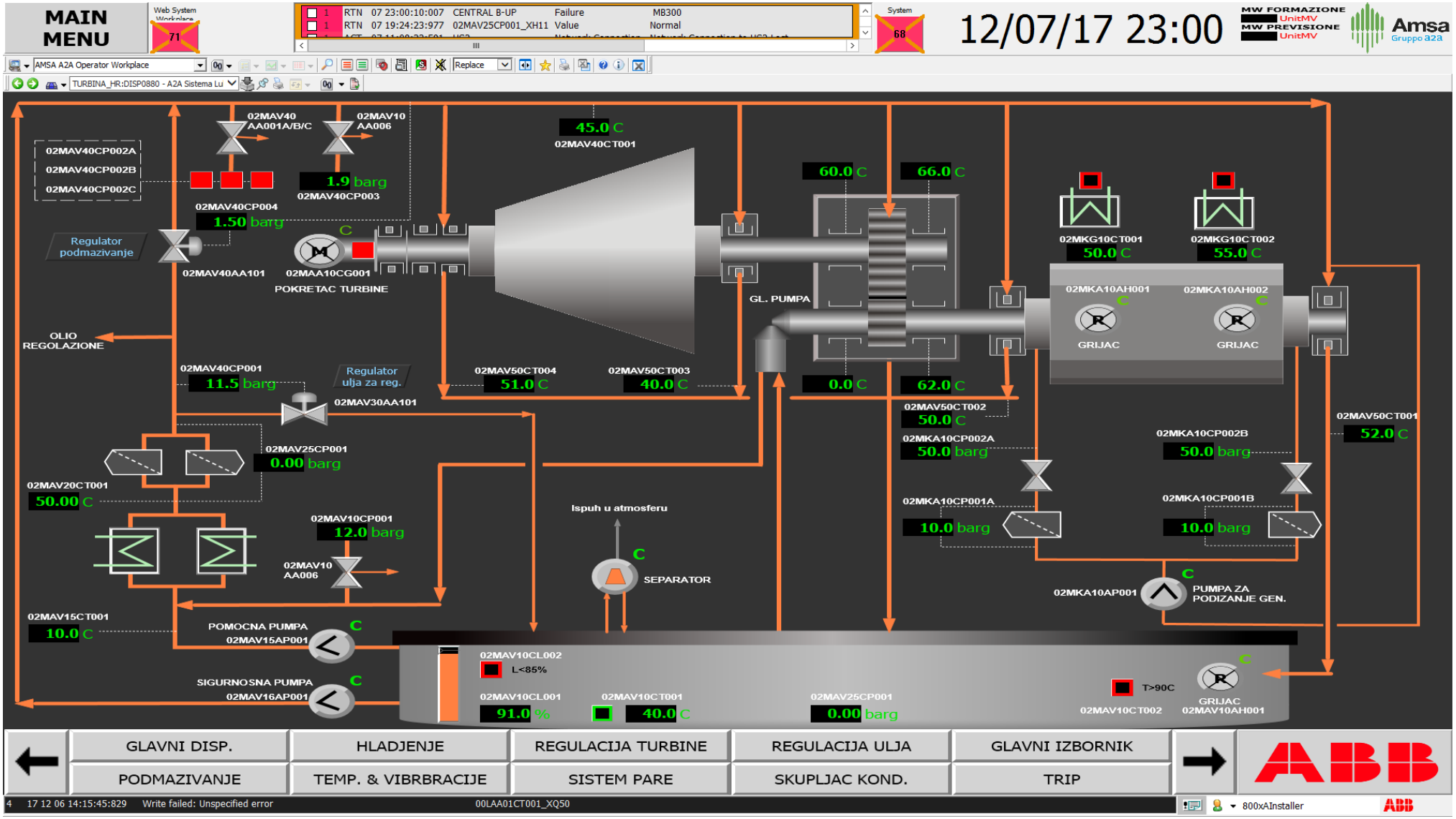
Slika 7.3 Sučelje regulatora brzine AG18



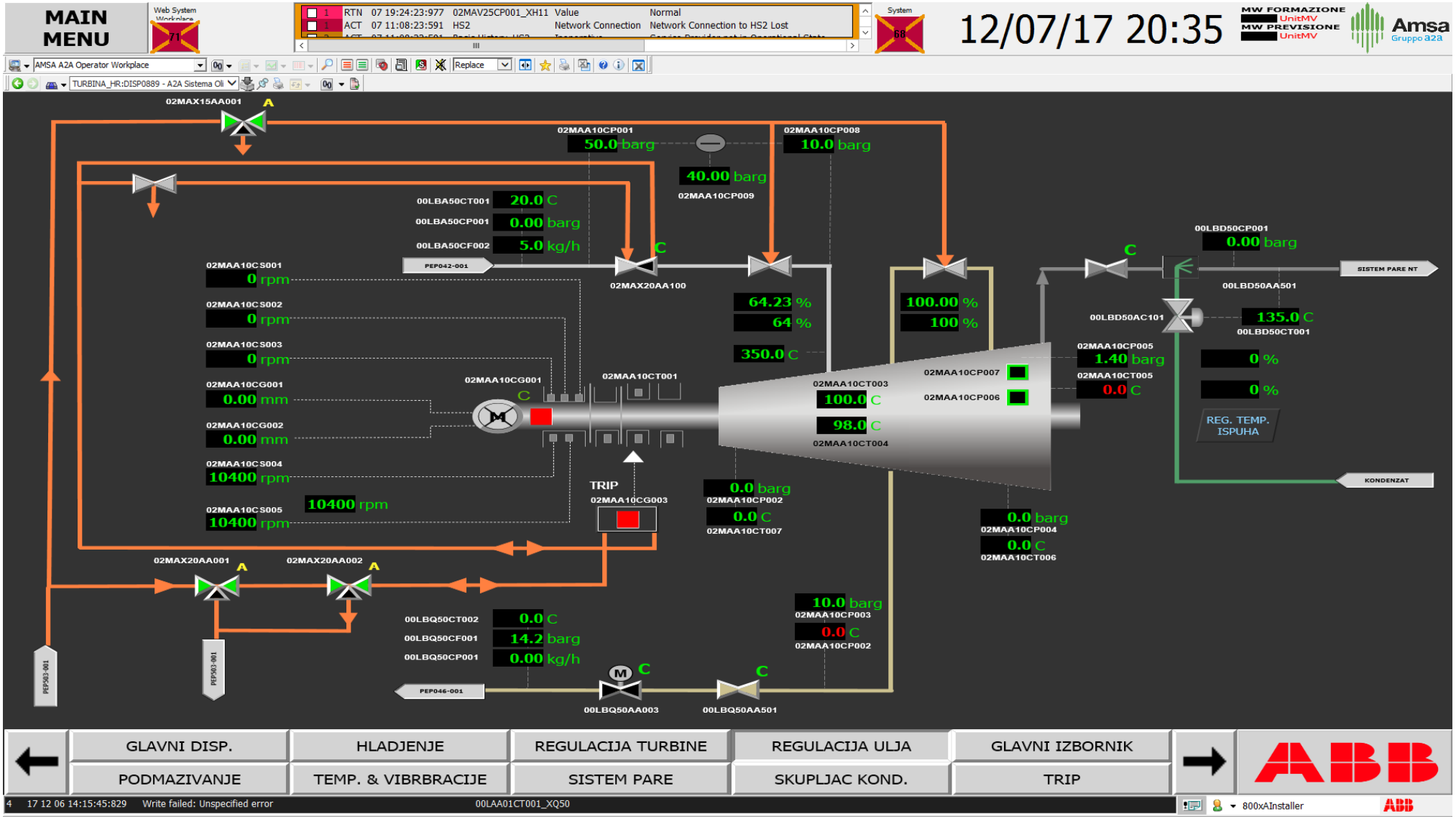
Slika 7.4 Glavno sučelje turbine 5MW HMI



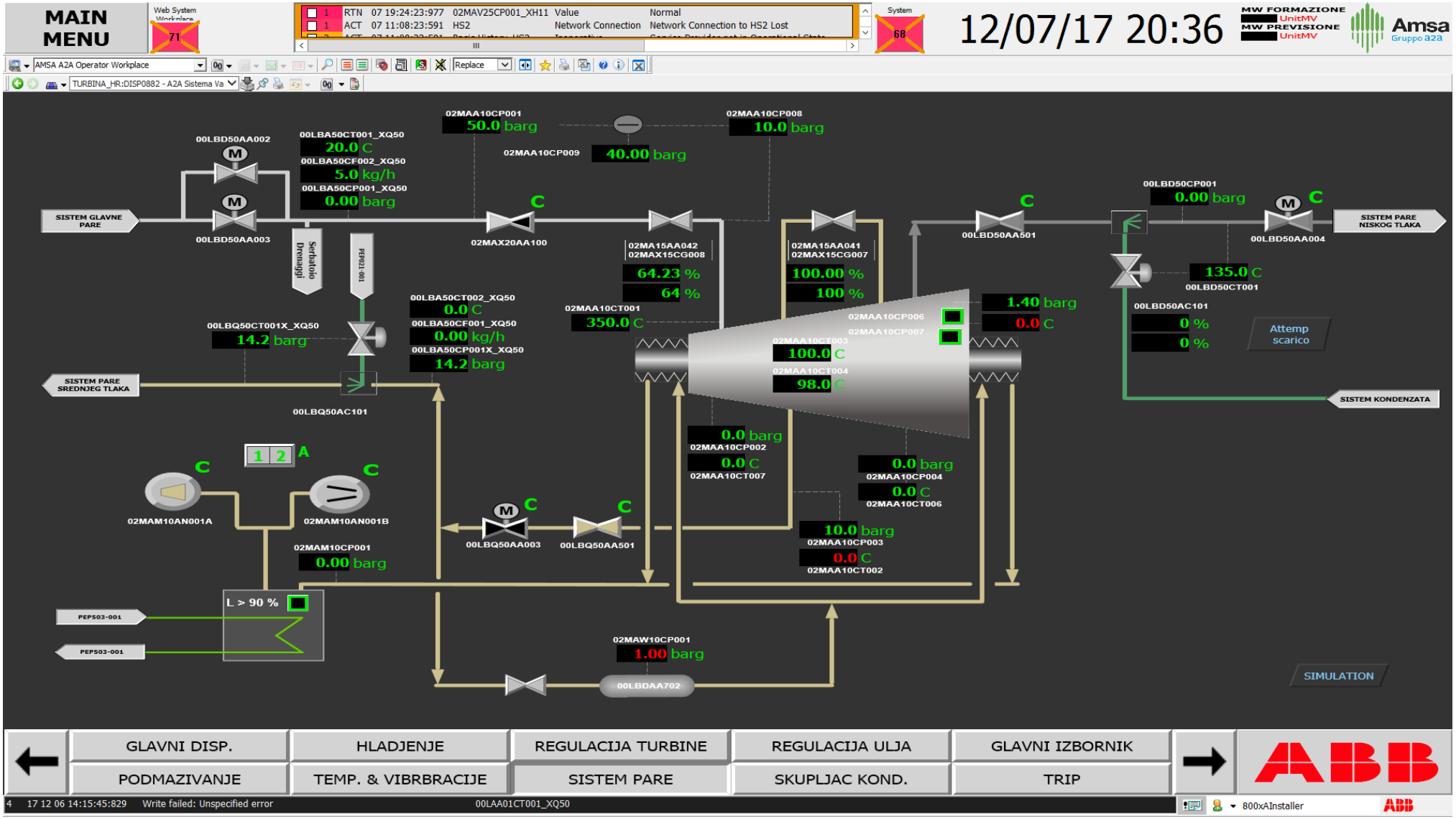
Slika 7.5 Regulacija HMI



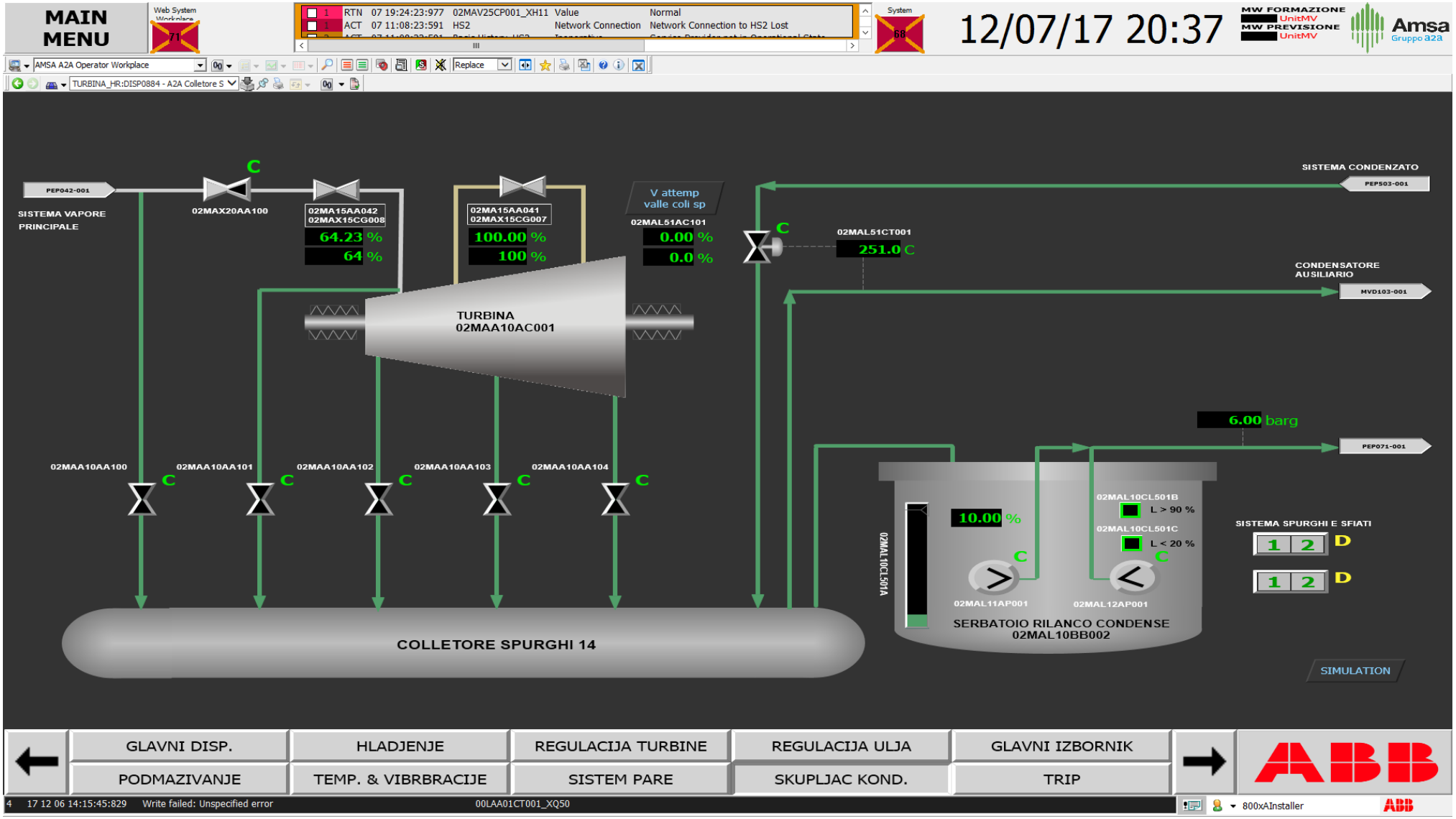
Slika 7.6 Sustav podmazivanja



Slika 7.7 Regulacije ulja



Slika 7.8 Sistem toka pare



Slika 7.9 Skupljanje i transport kondenzata

8. ZAKLJUČAK

Kogeneracijski sustav smatra se najboljim rješenjem ako se ima mogućnost u što većem dijelu godine prodavati toplinska i električna energija. Jer je korisnost znatno veća od odvojene proizvodnje toplinske i električne energije. Korisnost se smanjuje u se smanjuje potreba za toplinskom energijom.

Advant kontrler AC450 kao DCS ima mogućnost prikupljanja i vizualizaciju velikog broja signala i zbog toga se smatra najboljim rješenjem. Dok PLC AC 160 ima mogućnost velike brzine obrade podataka. Upravo su ta dva kontrolera razvijena za uporabu u industrijama za proizvodnju električne i toplinske energije.

Virtualizacija 800xA sistema znatno smanjen količinu hardvera a samim time cijenu i održavanje. Uporabom redundancija sustav je višestruko osiguran od pojave kvarova i ispadanja iz rada. Instalacija i implementacija je dosta složena, ali takav sustav je kompaktniji i omogućuje jednostavnije upravljanje sa jednoga mjesta.

Kako bi implementirali regulaciju unutar sustava potrebno je napraviti bazu sa signalima i logiku na osnovu opisa procesa. Prije testiranja regulacije potrebno testirati ulazno izlazne signala, a nakon toga ispitati pojedinačno svaki objekt tj. aktuator u postrojenju. Testna regulacija koja je prikazana u radu podijeljena je u četiri sekvence kako bi bolje razumjeli pojedina područja. Vremena za podizanje brzine u rampi su proporcionalno smanjena samo za potrebe simulacije, ali mogu se vidjeti sva karakteristična područja prilikom povećanja brzine. Regulatori imaju određene oscilacije prilikom naglih promjena radne točke, ali dosta dobro obavljaju svoju namjenu

Vizualizacija sučelja HMI napravljena je na osnovu predloženih dijagrama cjevovoda i instrumentacije (*eng. Piping and instrumentation diagram*) i opisa procesa. Na sučelju ne smije biti previše objekata jer tada gubi preglednost. Strogo je standardizirana paleta boja/indikacija kako bi se bolje i brže uočilo određeno stanje u sustavu. Operator mora imati pregled cijelog sustava ali ne i kontrolu jer nespretno rukovanje može izazvati ispad dijela sustava.

LITERATURA

[1] L.Jozsa, Energetski procesi i elektrane, ETF u Osijeku, Osijek 2008.

[2] AdvantController 160 V 2.2, Korisnički priručnik , broj dokumenta 3BDS 005 555R401 Automation Products GmbH. ,2003

[3] S600 I/O Hardware Advant Controller 160 Priručnik, broj dokumenta 3BDS 005 558R301, Automation Products GmbH ,2002

[4] AdvantController 450 Korisnički priručnik, broj dokumenta 3BSE 002 415R701 Rev B Automation Products AB,Izdano , 2001.

[5] S600 I/O Hardware Advant Controller 160 Priručnik, broj dokumenta:3BDS 005 558R301, Automation Products GmbH, 2002

[6] Application Builder V 4.1 Korisnički priručnik, broj dokumenta 3BDS 100 560R301, Automation Products GmbH , 2002

[7] Fieldbus Communication Interface for Advant Fieldbus Korisnički priručnik 100, broj dokumenta: 3BSE 020 925R301 Rev A, 2002

[8] System 800xA Network Configuration System V 6.0, ABB, https://library.e.abb.com/public/9ec0a9f6e7f64184aa01652d6e3ec609/3BSE034463-600_C_en_System_800xA_6.0_Network_Configuration.pdf (Pristupio: 25.6.2017.)

[9] System 800xA Network Configuration System V 6.0, ABB https://library.e.abb.com/public/7e620b9ef0944ceba85c89187bb84820/3BSE015969-600_A_en_S800_IO_Product_Guide.pdf (Pristupio: 25.6.2017.)

[10] System 800xA Virtualization with VMware vSphere ESXi System V 6.0,ABB https://library.e.abb.com/public/e2386bdf4c7f438a85e28e5dcf9464dc/3BSE056141-600_B_en_System_800xA_6.0_Virtualization.pdf (Pristupio: 25.6.2017.)

[11] Heinz P. Bloch, Murari P. Singh, Steam Turbines Design, Applications, and Rerating, drugo izdanje, 2009.

[12] Marine Systems and Components , Via Cipro, 11 - 16129 Genova (Italy), Brošura, https://fincantieri.com/globalassets/prodotti-servizi/sistemi-e-componenti/turbine/steam-turbines_2015.pdf (Pristupljeno 8.11.2017)

[13] Z. Milovanovic, Višestepene toplotne turbomašine,sveučilište u Banja Luci,2010, https://researchgate.net/publication/272076867_Poglavlje_6_VISESTEPENE_TOPLOTNE_TURBOMASINE (Pristupio 9.11.2017.)

[14] Z. Milovanovic, Regulisanje opterećenja parnih turbina za kombinovanu i kogeneracijsku proizvodnju električne i toplotne energije, 2012 https://researchgate.net/publication/295812889_Poglavlje_7_REGULISANJE_OPTERECENJA_PARNIH_TURBINA_ZA_KOMBINOVANU_I_KOGENERACIJSKU_PROIZVODNJU_ELEKTRICNE_I_TOPLOTNE_ENERGIJE (Pristupio11.11.2017)

[15] V. Medica, Toplinske turbine, Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet http:/riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra3/Nastava/toplinske_turbine_novo/ (Pristupio 12.11.2017.)

[16] B. Staniša; *Proračun parne turbine 6,7 MW Skarzysko,* Jugoturbina, Karlovac 1971

SAŽETAK

Regulacija protutlačne turbine sa oduzimanjem pare za kućanstvo temeljena je na ABB-ovim kontrolerima AC45 i PLC AC160. Sustav 800xA u sebi objedinjuje vizualizaciju (HMI) i upravljanje kontrolerima. Sustav se sastoji od više struktura od kojih su najhitnije: funkcijska, kontrolna, objektna, grafička. Kako bi se mogla izgraditi aplikacija za Advant kontrolere potreban je software Aplication Builder unutar njega se izrađuje aplikacija tj. baza signala i logika koja se nakon izrade instalira u kontrolere. Sustav 800xA ima mogućnost virtualizacije čime je smanjen broj hardvera. Regulacija je sastavljena od 4 sekvence: pomoćna sekvenca, sekvenca za zagrijavanje, pokretanje turbine i sinkronizacija na mrežu. Glavna regulacija se temelji na 4 regulatora koja preko minimum selektora reguliranju otvorenost VT (visoko tlačnog) ventila, jedan regulator za brzinu i jedan regulator za oduzimanje pare za potrebe za toplinskom energijom. Izlazi pojedinih regulatora vidljivi su na trend displeju. I na samome kraju prikazano je vizualizacijsko sučelje koje je izrađeno na osnovu dijagrama (P&ID) i opisa procesa.

Ključne riječi: Turbina, Kogeneracija, Advant, AC160, AC450, 800xA, HMI, Regulacija turbine. Fincantieri, ABB

SYSTEM CONTROL AND MONITORING STEAM TURBINE NOMINAL POWER 5MW, TIP 021 FINCANTIERI

ABSTRACT

The regulation of back-pressure turbine with extraction is based on ABB's AC45 and AC160 controllers. The 800xA system incorporates visualization (HMI) and control of controllers. The system consists of several structures of which the most important are: functional, controlled, object, graphic structure.In order to build an application for Advant controllers, the application software Aplication Builder needed to build an application, the database and logic base, which is installed in controllers after the creation. The 800xA system has virtualization capability, which reduces the number of hardware. The regulation consists of 4 sequences: auxiliary sequence, heating sequence, turbine start and network synchronization. The main regulator is based on 4 controllers which over a minimum of regulators selectively regulate the

HP (high pressure) valve, one speed regulator and one heat sealing regulator for heat energy needs. The outputs of some regulators are visible on the trend display. And at the end, a visualization interface was developed based on the piping and instrumentation diagram (P & ID) and description of the process.

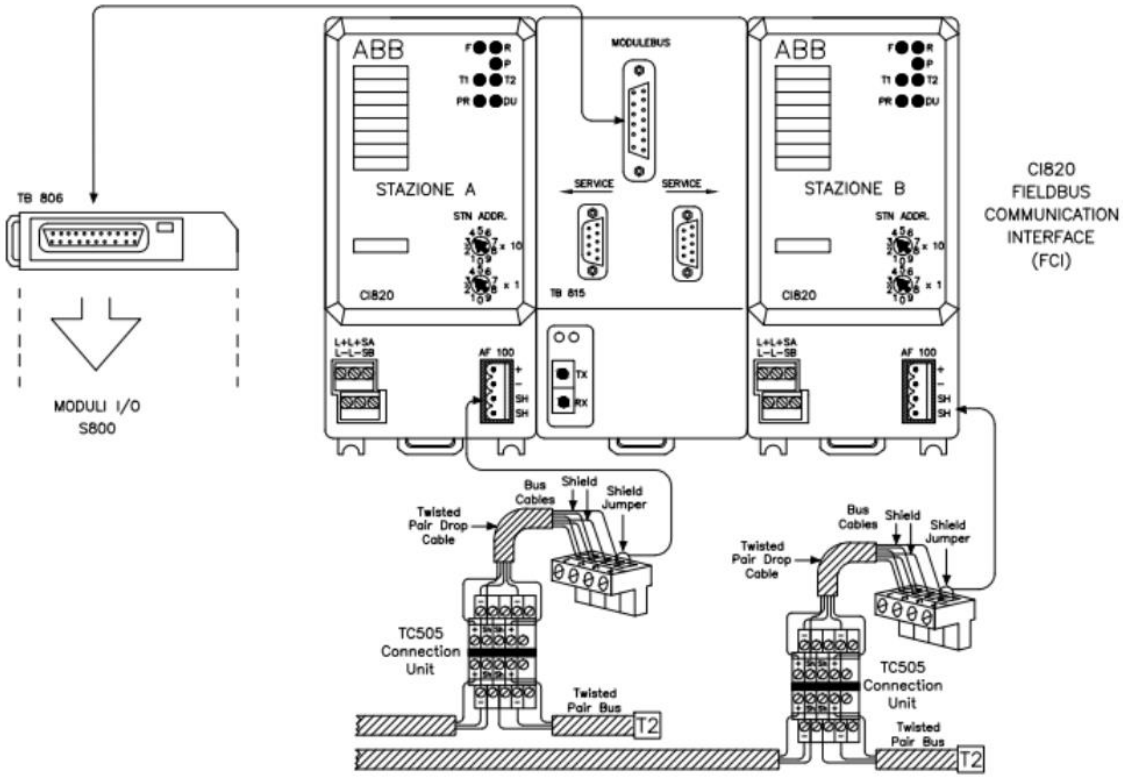
Key words: Turbine, Cogeneration, Advant, AC160, AC450, 800xA, HMI, Turbine Control, Fincantieri, ABB

Životopis

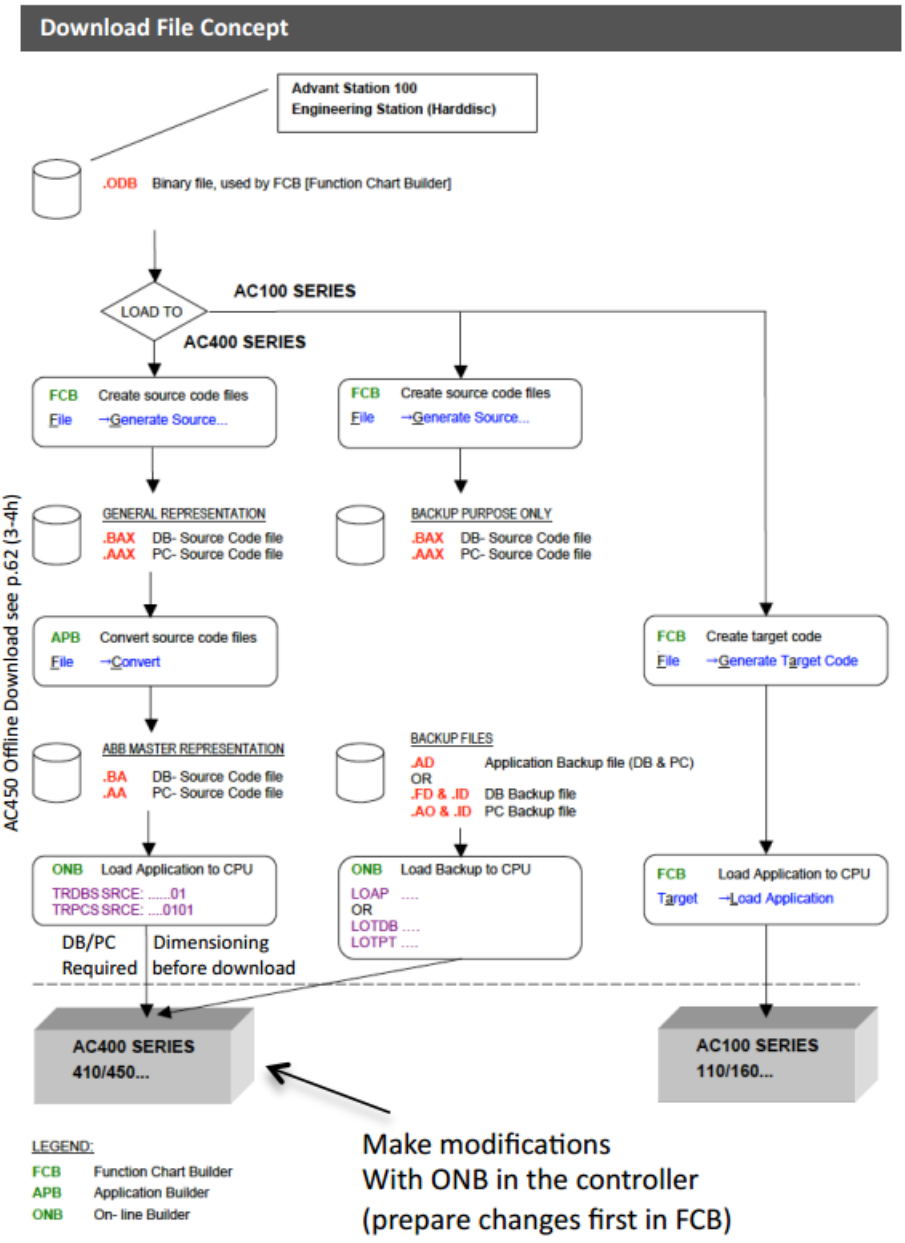
Rođen je 23.9.1991. u Novoj Gradiški. Nakon završene osnovne škole „Markovac“ u Vrbovi, upisao Elektrotehničku školu u Novoj Gradiški. Preddiplomski studij računarstva na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku upisao 2010. Nakon završetka 1. godine računarstva prebacio se na elektrotehniku smjer elektroenergetika. Titulu prvostupnika elektrotehnike stječe 2013, iste te godine upisuje diplomski studij elektrotehnike smjer elektroenergetika. Titulu magistra elektroenergetike sječe 2015, nakon čega upisuje na istome fakultetu diplomski računarstva, izborni blok procesno računarstvo. Početkom 2017. godine počinje raditi u tvrtki za automatizaciju industrijskih postrojenja Erga d.o.o, gdje ujedno zatražuje temu diplomskog rada Sustav za upravljanje i nadzor parne turbine nominalne snage 5MW pod mentorstvom projektnog inženjera Darka Šamije.

PRILOZI

Prilog P 3.2.2.1 CI820 Fieldbus komunikacija[7]

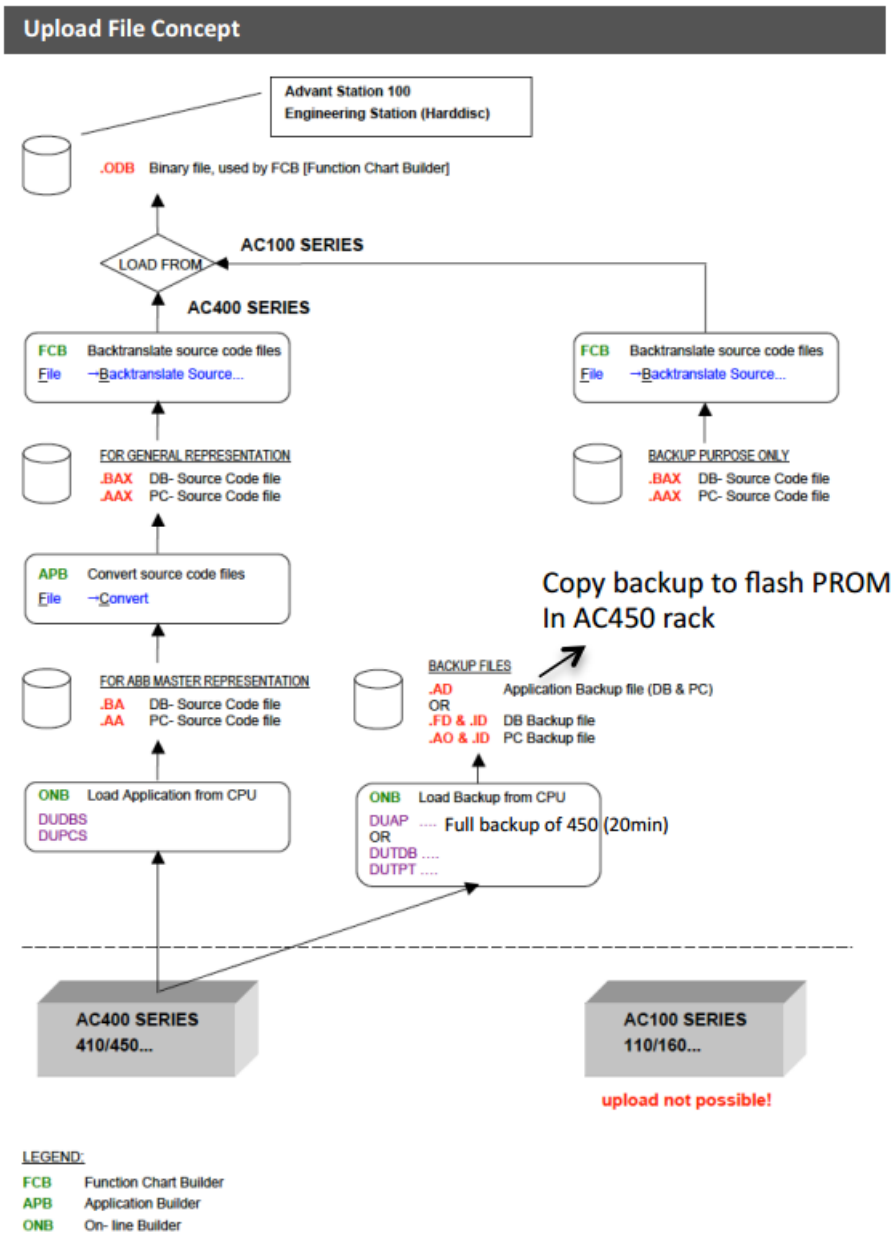


Prilog P 3.3.1 Procedura instaliranja aplikacije u AC160 i AC450

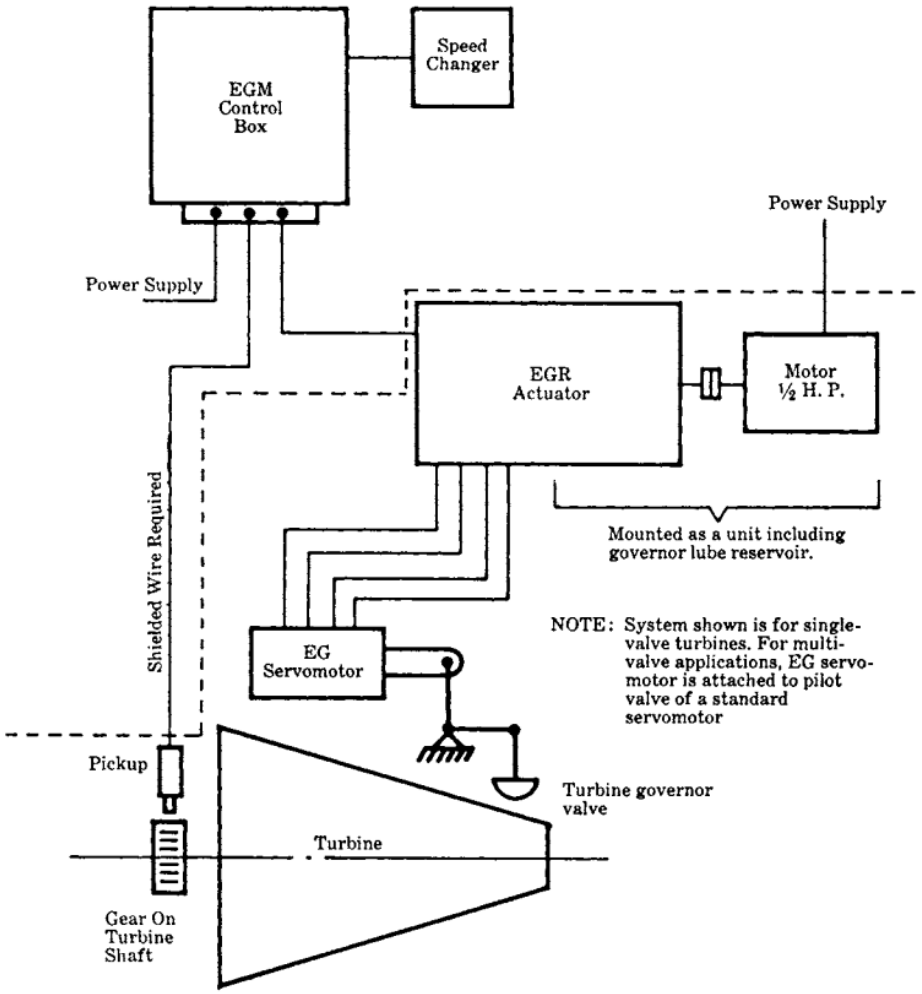


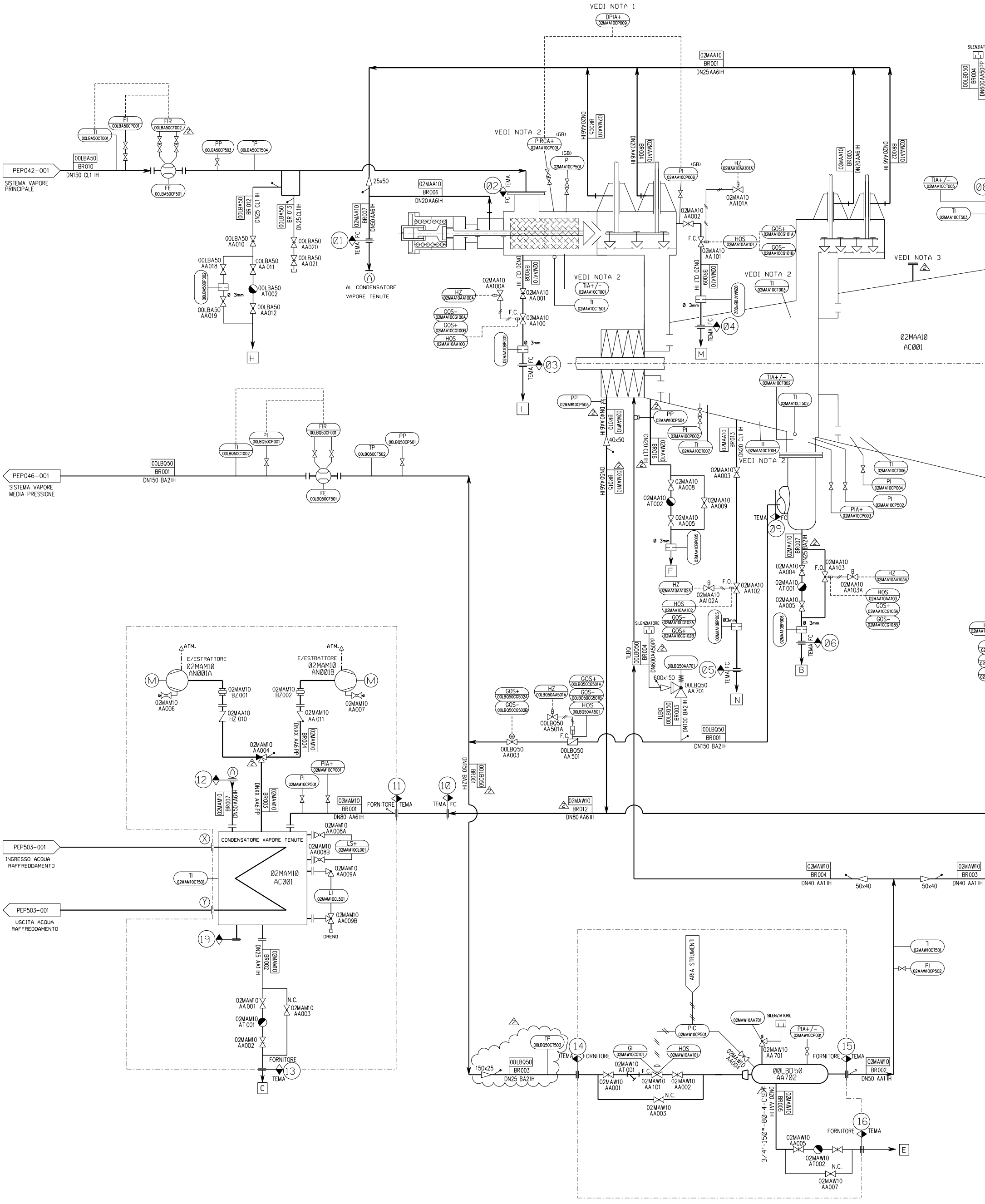
-

Prilog P 3.3.2 Procedura preuzimanja aplikacija iz kontrolera AC450



Prilog P6.1 Woodward aktuator [11]





Prilog P 7.3.1 *Dijagram cjevovoda i instrumentacije (P&ID) 1/2*

DISEGNI DI RIFERIMENTO

SCHEMA OLIO DI LUBRIFICAZIONE	DIS. G 123810
SCHEMA OLIO DI REGOLAZIONE	DIS. G 123811
SCHEMA RAFFREDDAMENTO AUSILIARI TURBINA	DIS. G 123875
SCHEMA SISTEMA VAPORE PRINCIPALE	DIS. G 123866
SCHEMA SISTEMA VAPORE MEDIA PRESSIONE	DIS. G 123871
SCHEMA SISTEMA VAPORE BASSA PRESSIONE	DIS. G 123869
SCHEMA SISTEMA CONDENSATO	DIS. G 123874
SCHEMA SISTEMA DRENAGGI	DIS. G 123873
LISTA TERMINALI CLIENTE	DOC. G 123822

LIMITI DI FORNITURA

FC=FINCANTIERI FORNITORI | FORNITORI

LEGENDA

FORNITURA FINCANTIERI

NOTA 1:
MISURA CALCOLATA A DCS

NOTA 2:
PERMISSIVO AVVIAMENTO TURBINA

NOTA 3:
CONNESSIONE PER MUNTER

Prilog P.7.3.1 *Dijagram cjevovoda i instrumentacije (P&ID) 2/2*

REV.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	CONTR.	APPR.
3					
2	05/08/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON ⚠2			
1	12/06/15	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON ⚠1			
0	21/04/15	PRIMA EMISSIONE			

MANUTENZIONE STRAORDINARIA SILLA 2-LOTTO 3-CICLO TERMICO
Via Silla, 249-Milano-ITALY

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICHE	ESEGUITO	CONTROLLATO	C. O.
02	05-08-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON ⚠2 V.D.L. N.62068 DEL 05-08-15	PELEGRINI	FIORE	SANGUINETI
01	12-06-2015	REVISIONATI TAG LINEE E COMPONENTI E DOVE INDICATO CON ⚠1 V.D.L. N.61936 DEL 22-06-2015	PELEGRINI	FIORE	SANGUINETI

PER I DOCUMENTI RICHIAMATI NEL PRESENTE DISEGNO, PER I QUALI NON E' SPECIFICATO L'INDICE DI REVISIONE/EDIZIONE, E' NECESSARIO FARE RIFERIMENTO ALLA REVISIONE/EDIZIONE VALIDA ALLA DATA DI APPROVAZIONE CONTENUTA IN QUESTO CARTIGLIO.

FOR ANY DRAWING, STANDARD, ETC. THAT IS RECALLED IN THIS DOCUMENT WITHOUT SPECIFIC REVISION/EDITION, REFER TO THE REVISION/EDITION VALID AT THE APPROVAL DATE OF THIS DOCUMENT.

FINCANTIERI
FINCANTIERI S.p.A.
DIREZIONE SISTEMI E COMPONENTI NAVALI

TAVOLA 1 DI 1
FORMATO A0
DATA 21/04/2015

QUESTO DOCUMENTO, E LE INFORMAZIONI IN ESSO CONTENUTE NON POSSONO ESSERE DIVULGATE O UTILIZZATE PER QUALUNQUE SCOPO SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA FINCANTIERI CHE NE HA LA PROPRIETA'

THIS DOCUMENT AND ANY INFORMATION HEREIN CONTAINED CANNOT BE DISCLOSED OR USED FOR ANY PURPOSE WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF FINCANTIERI WHICH OWNS THE INTELLECTUAL PROPERTY

TURBOALTERNATORE A CONTROPRESSIONE
SCHEMA VAPORE-TENUTE-SPURGHI

DISTINTA PEZZI		ESEGUITO DA PELEGRINI	TIPO DI MACCHINARIO 021
MODELLO CAD G123812.dgn	SCALA	CONTROLLATO DA FIORE	GRUPPO DI MONTAGGIO 054000
RICAVATO DA	CONTROLLO QUALITA' SANGUINETI	APPROVATO DA RAMASSA	NUMERO DISEGNO G 123812

ANNOTAZIONI L0211405 - A2a SILLA 2 - MILANO
REVISIONE 1 (2) 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

a2a Ambiente

A2A AMBIENTE s.p.a.
GRANDI IMPIANTI AMBIENTE AREA MILANO

F.TO	PROGETTO	IDENTIFICAZIONE DOCUMENTO								
		W.B.S. AREA	W.B.S. UNITA'	W.B.S. SISTEMA	DISC.	ATT.	TIPO	NUMERO	FOGLIO N°	REV.
A0	141203	S	00	MA0	P	E	P	5002	0101 di 0101	02

DISEGNI, CALCOLI, SPECIFICHE E TUTTE LE ALTRE INFORMAZIONI CONTENUTE E SOTTOMESSE CON QUESTO DOCUMENTO SONO DI PROPRIETA' DI A2A AMBIENTE SPA AL RICEVIMENTO DI QUESTO DOCUMENTO LA STESSA DIFFIDA DI RIPRODURLO INTERAMENTE O IN PARTE E DI RIVELARNE IL CONTENUTO ECCETTO CHE AI MEMBRI DELLA VS SOCIETA' CUI NECESSITA CONOSCERLO