

# ARS-TSControl 210 MW

## Sistem za regulaciju i zaštitu parne turbine termobloka

**Investitor:** EPS PD Termoelektrane "Nikola Tesla A" d.o.o,

Obrenovac, Srbija

**Objekat:** TENT A, Obrenovac, blok 1 i 2

**Godina završetka projekta:** 2010. A2; 2011. A1



### OPIS PROJEKTA

TENT A je najveća termoelektrana u Srbiji, sa šest blokova ukupne instalisane snage 1.650 MW. Izgrađena je na desnoj obali Save, nadomak Obrenovca i najveći je pojedinačni proizvođač električne energije u srpskom elektroenergetskom sistemu. Prvi blok od 210 MW – A1, je pušten u rad 7. marta 1970. godine., a šest meseci kasnije pridružen mu je blok A2, iste snage.

Osnovne karakteristike tehnologije proizvodnje električne energije blokova A1 i A2 su:

- nominalni protok pare 650t/h, pritisak 140bar i temperatura 540 °C,
- jednosovinska parna turbina K-200-130-1 proizvođača LMZ-Lenjingrad sa međupregrevanjem pare i tri cilindra (*slika 1*), nominalne sinhrone brzine 3000obr/min i nominalne snage 210MW,
- mogućnost rada u toplifikacionom režimu (za potrebe grejanja grada Obrenovca).



*Slika 1 - Parna turbina bloka TENT A2, 210 MW*

Izuzetno složeni zahtevi, koji podrazumevaju visok nivo multidisciplinarnih znanja u oblasti turbina, kao i strogi zahtevi za pouzdanost takvih sistema, dugo nisu pružali sigurnost da se u sistemima, gde je u sklopu modernizacija vršena i zamena turbinskog regulatora, pokuša sa domaćim tehnološkim rešenjima. Nove regulatore su isporučivali renomirani svetski proizvođači, a stari koji nisu menjani uz određenu adaptaciju su integrirani u novi sistem upravljanja na bloku. Iskustva i znanja stečena na tim projektima, u dugom periodu eksploatacije elektrane, kao i saradnja EPS-a i Instituta „Mihajlo Pupin“, stvorili su uslove za razvoj sistema za upravljanje, regulaciju i zaštitu parnih turbina - turbinskog regulatora. Razvoj novog sistema, turbinskog regulatora i sistema turbinskih zaštita, odvijao se prema utvrđenom programu koji je imao više faza, celina ili oblasti:

- razvoj mikroprocesorskog kontrolera na bazi dokazanog ATLAS-MAX® sistema Instituta „Mihajlo Pupin“, uz unapređenje sistemskog softvera i hardverskih U/I modula i komponenti za procesuiranje analognih i digitalnih signala. Vreme izvršavanja logike je spušteno na 30 ms, za kritične funkcionalnosti na 10 ms,
- u sklopu razvoja sistema vodeći/prateći putem kojeg je ostvarena dvostepena redundantnost, ubrzana je interna PLC komunikacija i povećan je njen kapacitet, čime je omogućeno praćenje velikog broja veličina između pratećeg i vodećeg kontrolera,

# ARS-TSControl 210 MW

## Sistem za regulaciju i zaštitu parne turbine termobloka

- razvoj nove biblioteke funkcionalnih blokova koji uključuju mogućnost praćenja svih unutrašnjih stanja sa vodećeg kontrolera,
- razvoj modula za merenje brzine turbine, kao jedne od najvažnijih komponenti u sistemu turbinske regulacije, kao i ostalih komponenti karakterističnih za funkcionisanje turbinskog regulatora,
- razvoj algoritma za upravljanje, regulaciju i zaštitu turbine,
- razvoj simulatora parne turbine sa pomoćnim sistemima. Pripremljene su dve varijante: softverska, koja je korišćena u fazi razvoja algoritma turbinske regulacije i varijanta hardverski i softverski nezavisnog uređaja koji je korišćen u fazi provera svih funkcija kompletiranih ormara turbinskog regulatora,
- rekonstrukcija i prilagođavanje starog sistema hidrauličko-mehaničke turbinske regulacije i zaštite na moderni upravljačko-regulacioni sistem,
- projekat uklapanja modernizovanog sistema turbinske regulacije i turbinskih zaštita u postojeće sisteme za upravljanje, regulaciju, monitoring i zaštitu bloka. Projektovanje novih upravljačkih sekvenci startovanja i zaustavljanja turbine, adaptacija ili projektovanje novih algoritama upravljanja tehnoloških podsistema turbine po principu funkcionalnih grupa,
- ispitivanje, puštanje u rad i podešavanje kompletiranog sistema turbinskog regulatora i sistema turbinskih zaštita, integrisanih u sistem upravljanja turbinom i blokom u celini.

Osim olakšavanja procesa održavanja, modernizacijom sistema turbinske regulacije podiže se pouzdanost, raspoloživost i sigurnost turboagregata u celini, pošto napredniji sistem omogućuje:

- precizan, siguran i pojednostavljen proces startovanja, opterećivanja i isključenja turbine (*slika 3*),
- precizniju kontrolu položaja, bolje dinamičke karakteristike regulacionih ventila i time bolje performanse sistema u celini,
- uvođenje novih naprednijih funkcija u sistemu vođenja turbine i monitoringa,
- korišćenje trokanalne elektronske nadbrzinske zaštite,
- bolji sistem vođenja i monitoringa i trokanalni sistem turbinske zaštite – veću sigurnost turbine u radu.

Modernizacija hidrauličkog dela projekta je poverena renomiranoj svetskoj firmi „Alstom Power“ – Elblag iz Poljske. Angažovanje se odnosilo na zamenu kompletnih ventilskih komora cilindra visokog i srednjeg pritiska. Za potrebe toplifikacije, ispred obe strane protočnih delova CNP rekonstruisana je dijafragma za regulaciju pritisaka na oduzimanju za toplifikaciju.

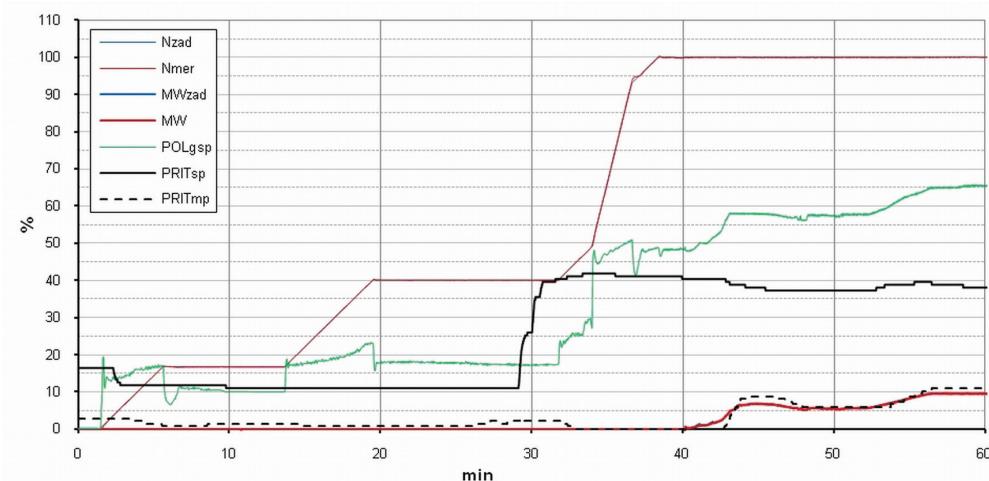


*Slika 2 - Sklop za merenje brzine turbine*

Modernizaciju mehaničkog sklopa za merenje brzine turbine je obavio Institut „Mihajlo Pupin“ (*slika 2*). Merenje brzine turbine je višekanalno, izvedeno upotrebom induktivnih blizinskih sondi koje detektuju okretanje zupčanika čvrsto vezanog za rotor turbine, generišući povorku impulsa.

# ARS-TSControl 210 MW

## Sistem za regulaciju i zaštitu parne turbine termobloka



Slika 3 - Izvođenje turbine na nominalne parametre

### ■ PRIMENJENA TEHNOLOGIJA

**ARS-TSControl** je zaštitno-regulacioni sistem parne turbine baziran na ATLAS MAX-RTL® kontrolerima i VIEW6000® SCADA sistemu, proizvodnje Instituta "Mihajlo Pupin". Sistem je koncipiran tako da se sastoji od (slika 4):

- **zaštitnog dela sistema**, koji je projektovan primenom potpunog "2 od 3" principa u kompletnom zaštitnom krugu (od senzora u pogonu, preko ulazno-izlaznih modula, kontrolera, do izvršnog zaštitnog hidruličnog bloka). Tako su u potpunosti ispunjeni zahtevi SIL3 pouzdanosti,
- **regulaciono-upravljačkog dela sistema**, koji vrši upravljanje regulacionim ventilima turbine. Tu su implementirani automatski regulatori brzine i snage turbine, kao i pritiska sveže pare ispred turbine. Zatim limiterske funkcije, koje smanjuju opterećenje postrojenja u slučaju nedozvoljenih vrednosti vakuma u kondenzatoru, naglog pada pritiska sveže pare ispred turbine ili nedozvoljenog porasta pritiska pare u akcionej komori cilindra visokog pritiska. U ovom delu sistema je realizovana regulaciono-upravljačka funkcija nad sistemom toplifikacionog oduzimanja turbine. Prilikom projektovanja regulaciono-upravljačkog dela sistema primenjivan je princip "2 od 2".

Poseban zahtev za regulacionu logiku je postavljan u smislu realizacije hvatanja turbine na nominalan broj obrtaja nakon ispada generatora sa mreže. Naime, kod turbine sa čvrstom spregom između ventila visokog i niskog pritiska, nakon ispada sa mreže, dolazi do prelaznog režima u kojem se u turbinu upušta zarobljena para iz međupregrejača, pre nego što dođe do otvaranja ventila visokog pritiska. Posebna regulaciona logika je razvijena sa ciljem umanjenja prelaznih efekata uslovljenih postojanjem prelazne faze.



Slika 4 - ARS-TSControl

# ARS-TSControl 210 MW

Sistem za regulaciju i zaštitu parne turbine termobloka

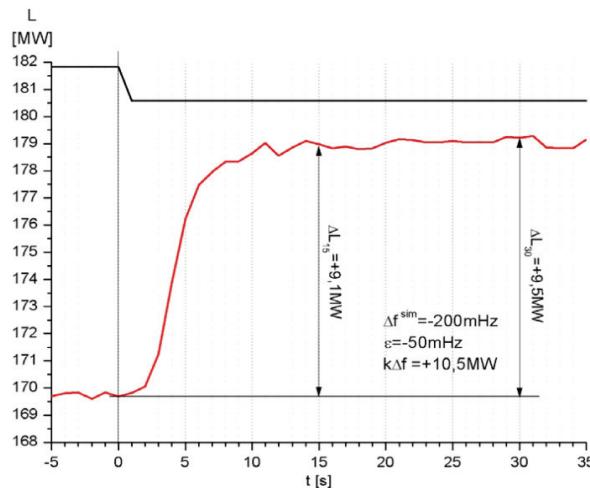
## REZULTATI

Realizovano rešenje novog integrisanog sistema turbinske regulacije i sistema turbinskih zaštita ima sve funkcije, karakteristike i performanse koje se od jednog modernog sistema za upravljanje, regulaciju i zaštitu parne turbine očekuju. Uz adekvatna prilagođenja može se primeni na kondenzacione parne turbine svih snaga i ima mogućnost integracije u bilo koji nadređeni sistema upravljanja.

Usklađen rad sa postojećim nadređenim i podređenim kontrolnim sistemima je uspešno ostvaren. Razvojem i primenom modela turbine je ostvarena mogućnost za dalje unapređenje rada kroz implementaciju naprednih upravljačkih algoritama poput Model Predictive Control.

Važno je primetiti i to da je razvoj hardversko-softverskog simulatora (modela) turbine omogućio da se rad turbinskog regulatora ispita i u situacijama i scenarijima za kakve se, iz bezbednosnih ili drugih razloga, ne bi mogli vršiti testovi uživo, čime je ostvareno značajno povećanje pouzdanosti sistema.

ARS-TSControl sistem namenjen za turbine nominalne snage 210 MW je već realizovan na dva postrojenja u Srbiji i može se reći da je ušao u serijsku proizvodnju.



Slika 5 - Odziv bloka TENT A1 u primarnoj regulaciji

## BITNE ČINJENICE O OVOM PROJEKTU

- na bloku TENT A2 je **prva instalacija** sistema ARS-TSControl turbinske regulacije i zaštita **kao samostalan proizvod domaćih kompanija iz Srbije**: Instituta "Mihajlo Pupin" i Termoelektrane "Nikola Tesla A",
- konkretna realizacija sistema ARS-TSControl, na projektima TENT A1 i A2, u pogledu upotrebljene elektronske opreme, kao i funkcionalnosti, postala je referentni model za sve buduće turbinske regulatore u sklopu TENT-A, koji ima 6 blokova. Time se postigla uniformnost u pogledu rezervnih delova i pojednostavljeno održavanje sistema na celoj elektrani,
- ispitivanja odziva primarne regulacije prema ENTSOE P1 regulativama na bloku A1, od strane Instituta "Nikola Tesla", a po nalogu Direkcije Elektroprivrede Srbije, su sprovedena 4. maja 2012. godine (slika 5). Ispitivanja su pokazala da odskočni odziv postrojenja na  $\pm 200\text{mHz}$  u potpunosti i u kvantitativnom i kvalitativnom smislu ispunjavaju propisane zahteve,
- projekat ARS-TSControl na bloku A2 je dobitnik nagrade Diskobolos 2010 iz oblasti Upravljanja koju dodeljuje Jedinstveni informatički savez Srbije,
- projekat ARS-TSControl na bloku A2 je realizovan u sklopu naučnoistraživačkog projekta "**Razvoj turbinskog regulatora za parne turbine snage veće od 200MW**" - ev. broj 17027" pod pokroviteljstvom Ministarstva nauke Republike Srbije iz programa "Program istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2008-2010", tehnološka oblast Energetske tehnologije i rudarstvo. Time je Institut još jednom opravdao svoju osnovnu namenu - "konkretna primena novih naučnih i tehnoloških rešenja u industriji".