

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma za priznanje tehničkog rešenja

Na osnovu dostavljenog materijala, u skladu sa odredbama *Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača*, koji je doneo Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj Republike Srbije ("Službeni glasnik RS", br. 38/2008) recenzenti: Prof. dr Dragutin Debeljković, profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i Prof.dr Dragutin Salamon, profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu su ocenili da su ispunjeni uslovi za priznanje svojstva tehničkog rešenja sledećem rezultatu naučnoistraživačkog rada:

NAZIV: Uredaj za elektro-pneumatsko upravljanje ventilima sigurnosti pregrejača pare produkcije 135t/h na kotlovskom postrojenju 65MW-TE "Kolubara" (Ugovor, IMP-Projekt Inženjering, Beograd br.19/04 od 21.04.2011 i JP EPS, PD "TE N. Tesla"-TE Kolubara, Veliki Crljeni br.21760 od 10.05.2011.)

Autori: Dr Željko Despotović , Aleksandar Jevtović, Igor Berkeš

Kategorija tehničkog rešenja: M82 – Industrijski prototip

OBRAZLOŽENJE

Recenzentska komisija je utvrdila da je predloženo rešenje urađeno za P.D. Termoelektrane "Nikola Tesla" Obrenovac d.o.o., TE "Kolubara" Veliki Crljeni.

Subjekt koji rešenje koristi: TE "Kolubara" Veliki Crljeni

Predloženo rešenje je urađeno: april 2011 godine

Subjekt koji je rešenje prihvatio i primenuje: TE "Kolubara" Veliki Crljeni

Rezultati su verifikovani na sledeći način, tj. od strane sledećih tela:

Služba (merenja regulacije i upravljanja) MRU i mašinskog održavanja TE "Kolubara" Veliki Crljeni

Predloženo rešenje se koristi na sledeći način: Integralni je deo kotlovskog postrojenja K5 65MW, produkcija pare 135t/h, TE "Kolubara" Veliki Crljeni.

Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi: Energetske tehnologije, elektrotehnika i mašinstvo.

Problem koji se tehničkim rešenjem rešava:

Ventili sigurnosti (VS) obezbeđuju zaštitu od previsokog pritiska u instalacijama generatora pare, cevovodima sudovima pod pritiskom. Naročito se ovo odnosi na sisteme visokog pritiska, stoga se ovaj tip konstrukcije pretežno koristi u velikim termoelektranama. Ovim tehničkim rešenjem se obezbeđuje upravljanje ventilima sigurnosti pregrejača pare na kotlovskom postrojenju 65MW na TE "Kolubara"-Veliki Crljeni. U pomenutim sistemima je potrebno obezbediti pouzdano otvaranje VS kada ulazni pritisak dostigne vrednost početka otvaranja. Zahteva se trostruki stepen sigurnosti, kao i ispunjenje zahteva propisanih standardom JUS-ISO-4626-1. Upravljački sistem treba da obezbedi pouzdano otvaranje VS tipa SIZ1508(SES) koji je ugrađen na pregrejaču pare prema originalnoj projektnoj dokumentaciji. Pragovi pritiska otvaranja VS su dati u tehničkom zahtevu korisnika: za pregrejač pare K5, ovaj pritisak iznosi $p_r = 76.5$ bara.

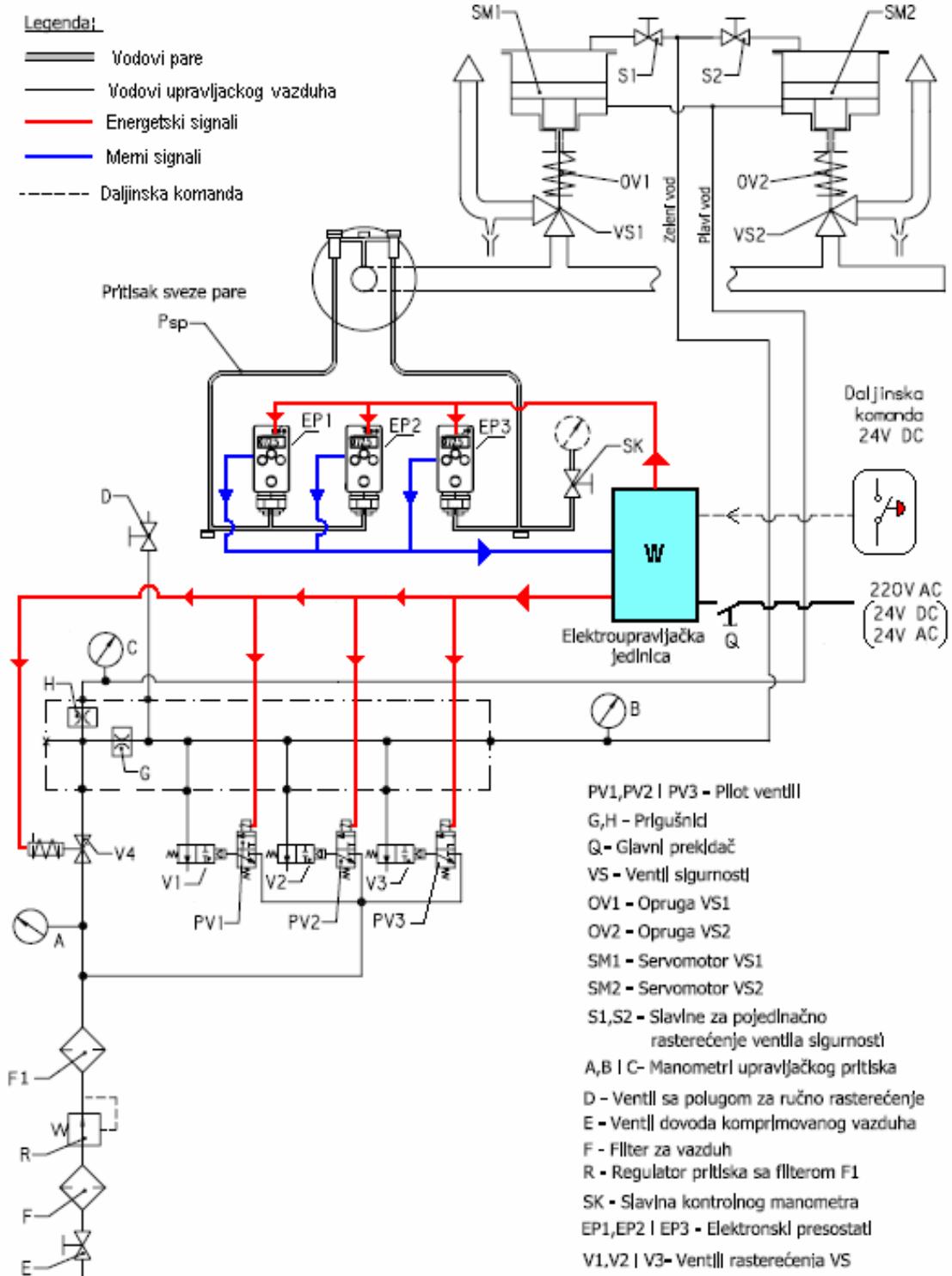
Stanje rešenosti problema u svetu:

Primena kontrolisanih ventila sigurnosti (VS) na elektroenergetskim postrojenjima i proučavanje njihove pouzdanosti su u literaturi detaljno opisani u [1-2]. Oni u ovim postrojenjima obezbeđuju zaštitu od previsokog pritiska (u instalacijama generatora pare, cevovodima, sudovima pod pritiskom i sl.). Njima je moguće obezbediti velike protoke, veliku силу zatvaranja te stoga bolju nepropusnost do vrednosti pritiska otvaranja. Nemački propisi prave razliku između direktnih i upravljanih VS[3-5]. Takođe ovi propisi daju tehničke zahteve za konstrukciju oba tipa ventila. Kombinacijom sigurnosne i upravljačke funkcije u jednom uređaju ima za posledicu smanjenje troškova. Naročito se ovo odnosi na sisteme visokog pritiska. Stoga se ovaj tip konstrukcije pretežno koristi u velikim termoelektranama. Na ovaj način se protok pare može jednostavno kontrolisati od minimalne do nominalne vrednosti. Kada se dostigne najviši dozvoljeni pritisak pare, preko nadzora pritiska se inicira otvaranje VS. Nadzorom pritiska upravljački uređaj vrši mernu i prekidačku ulogu, čime je obezbeđena sigurnosna funkcija. Najčešće su izvršni upravljački uređaju hidraulički ili pneumatski. Na ovaj način VS ima ulogu mehaničkog pojačavača. Obično se nadzor pritiska i sigurnosna funkcija ostvaruje pomoću binarnih, elektro-mehaničkih uređaja za kontrolu pritiska i relejne logike. Imperativ je da ove komponente funkcionišu pouzdano zbog pogonske sigurnosti čitavog sistema koji se mora zaštитiti od nedozvoljenih pritisaka [4]. Stoga presostati i ostala pomoćna sigurnosna oprema VS podleže obaveznom ispitivanju i adekvatnost njene pouzdanosti mora biti ocenjena od strane stručnjaka u okviru ispitivanja delova ili pojedinačnog prijemnog ispitivanja. U većini elektrana upravljeni VS rade izuzetno pouzdano uz pomoć binarnih i upravljačkih regulacionih presostata. Međutim na nekim postrojenjima dolazi do problema sa presostatima, pre svega na VS sigurnosti sveže pare. U slučaju pada pritiska imaju se pogonski ispadci, dok u slučaju porasta dolazi do smanjenja bezbednosti. U nekim praktičnim slučajevima može doći do „lepljenja signalnih kontakata“ ili „curenja“ mernih ćelija na presostatima što značajno može uticati na smanjenje pouzdanosti. Uzrok ovih problema su vibracije stuba pare, koje stimulišu rezonantne vibracije u presostatima. Tako može doći do njihovog aktiviranja, bez obzira što nije dostignut pritisak otvaranja. Kako su mnoge studije pokazale, presostati sa *Burdonovom* cevi, se na primer mogu pobuditi da vibriraju do tolikog nivoa u opsegu njihovih rezonantnih frekvencija (200- 300Hz) tako da može doći do aktiviranja odgovarajućih prekidača pri pritisku od oko 75% od pritiska otvaranja. Ovakva naprezanja mogu imati za posledicu kvar presostata posle kratkog perioda rada. Nasuprot mehaničkim presostatima, elektronski pretvarači sa analognim mernim signalima su pokazali značajno bolju pouzdanost. Stoga se veoma često sigurnosna funkcija dodeljuje ovim instrumentima. U svim ovim slučajevima glavni zahteva se ispunjenje tehničkih propisa od kojih su na međunarodnom nivou najbitniji TRD 421 (tehnički propisi za parne kotlove).

Suština tehničkog rešenja:

Upravljačkim uređajem ventila sigurnosti (VS) se obezbeđuje njegovo pouzdano otvaranje kada ulazni pritisak dostigne vrednost početka otvaranja. Uređaj je zbog zahteva za trostrukom sigurnošću realizovan sa tri upravljačka kanala. Pored ovoga zaporno telo VS je dodatno opterećeno radi povećanja nepropustljivosti na sedištu. Pri tome su ispunjeni zahtevi propisani standardom JUS-ISO-4626-1, koji je u velikoj meri u skladu sa svim svetskim standardima iz ove oblasti. Osnovna koncepcija je bazirana na elektro-pneumatskom upravljačkom uređaju. Na Slici 1 je prikazana predložena elektro-pneumatska šema upravljačkog uređaja. U ovom uređaju su integrisane sigurnosna i upravljačka funkcija. Kada se dostigne najviši dozvoljeni pritisak pare, preko nadzora pritiska se inicira otvaranje VS. Nadzorom pritiska je obezbeđena merna i prekidačka funkcija, čime je obezbeđena osnovna sigurnosna funkcija VS i to u spremi sa pneumatskim upravljanjem. Upravljačke kanale obrazuju elektronski presostati EP1, EP2 i EP3 sa jednostrukim kontaktima i elektromagnetni pneumatsko upravljeni ventili tzv. *pilot ventili* PV1, PV2 i PV3. Elektronski presostati i pilot ventili ugrađeni su u samom ormanu upravljačke jedinice.

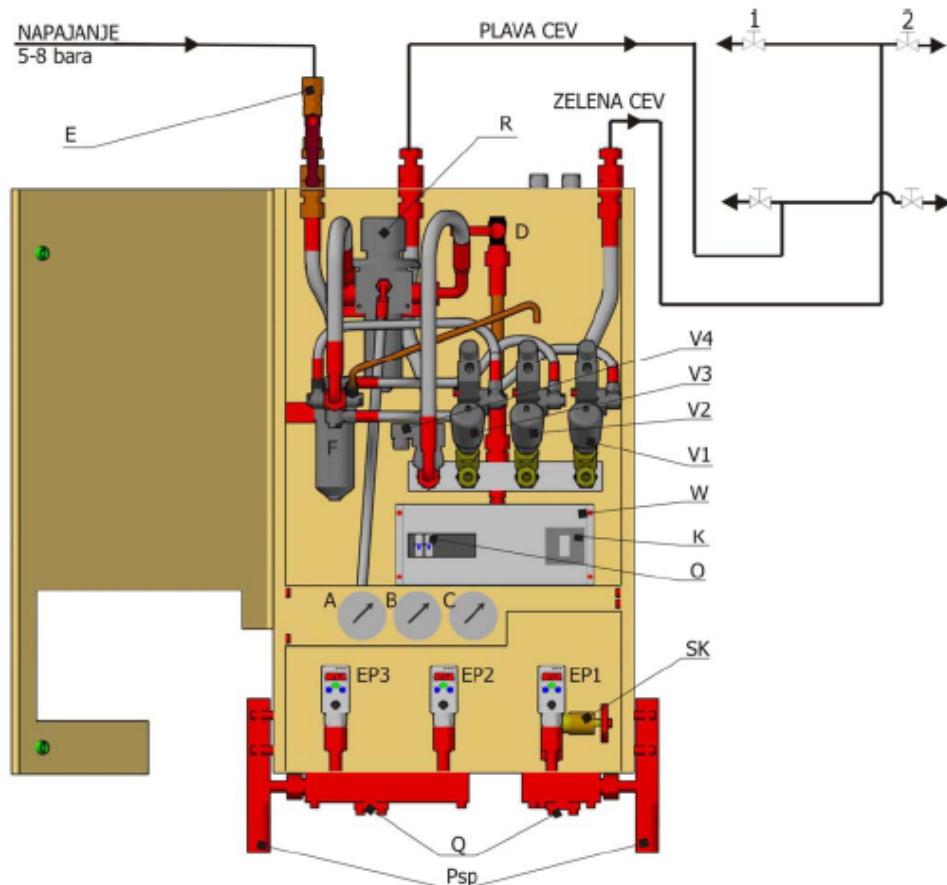
Elektronski presostati imaju visoku osetljivost i tačnost, uz mali histerezis, pri datim radnim uslovima. Na VS pregrejača bubenja su ugrađena po 3 elektronska presostata opsega 0- 100 (160)bara.



Slika 1.Elekropneumatska šema upravljačkog uređaja ventila sigurnosti

Upravljanje po svakom od kanala se odvija na sledeći način: kada pritisak na pregrejaču pare poraste iznad dozvoljenog (vrednosti su date u tehničkom zahtevu korisnika $P_{otv} + \Delta P\% / \text{bara}$,

$i=1\dots3$) pripadajući elektronski presostat prekida napajanje odgovarajućeg pilota pneumatski upravljanog ventila. Tako na primer elektronski presostat EP1, prekida napajanje pilota PV1 pneumatski upravljanog ventila V1. Ventil V1 se odmah otvara, jer je izведен kao normalno otvoren i postiže se propisana funkcija otvaranja VS. Kad pritisak u pregrejaču pare opadne, VS se zatvara. Aktiviranje VS može se izvršiti električno sa pulta termo komande (daljinska komanda), kao i lokalno pomoću slavine D (ventil sa polugom za ručno rasterećenje) ugrađene u uređaj. *Termo komanda (spoljna komanda) može se koristiti kao "SVE STOP" komanda pri kvaru upravljačkog uredaja.* Otvaranjem elektromagnetskih pneumatskih upravljanih ventila, servo motor VS se istovremeno rastereće sa gornje strane klipa, a ostaje opterećen sa donje strane, čime se dobija sila koja pomaže otvaranje VS. Uredaj se može napajati naizmeničnom strujom naponu 220V, 50Hz, sa osigurane mreže ili opcionalno sa eksterno dovedenim jednosmernim naponom napajanja 24VDC. Aktiviranje sa pulta kotlovske komande (daljinska komanda) vrši naponom 24V DC. Ako iz bilo kog razloga dođe do prekida napajanja, automatski se otvaraju ventili V1, V2 i V3 upravljačkih kanala, a zatvara pregradni ventil V4 koji prekida napajanje upravljačkim vazduhom. Tada ventil VS prelazi u čisto opružni režim rada. Orman upravljačkog uređaja zaštićen je od prodora prašine ostvarenim nad pritiskom koji je vlada u njemu.



Sl.2. Izgled unutrašnjosti upravljačkog ormana PI 501-121 ventila sigurnosti

Na Sl.2. je dat izgled unutrašnjosti realizovanog upravljačkog ormana PI 501-121 ventila sigurnosti. Oprema u prikazanom ormanu odgovara upravljačkoj pneumatskoj šemi sa Slike1. Oznake i opis funkcija svake od komponenti su dati u nastavku:

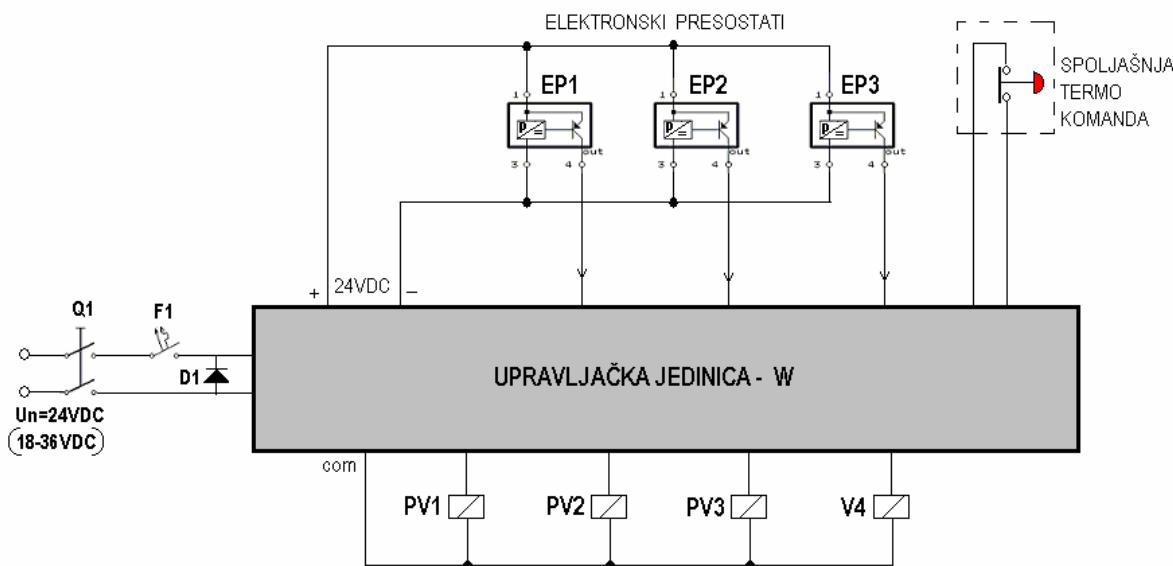
- A – manometar - pritisak sa donje strane klipa servo motora
- B – manometar - pritisak sa gornje strane klipa servo motora

EP1, EP2, EP3 – elektronski presostati upravljačkih kanala
 SK – slavina za kontrolni manometar
 D – ručna slavina za rasterećenje
 E – ventil za dovod komprimovanog vazduha
 R – regulator pritiska sa filterom F1
 F – filter
 V1, V2, V3 – pneumatski upravljeni ventili upravljačkih kanala
 V4 – pregradni ventil
 Psp – pritisak sveže pare
 W – elektro upravljačka jedinica
 K – glavni prekidač
 O – automatski osigurači
 Q – čepovi za ispuštanje kondenzata iz impulsnih vodova

Za pouzdan rad upravljačkog uređaja ventila sigurnosti obezbeđen je neprekidan dovod vazduha pritiska $p_v = 4\text{-}6$ bara na uvodnom priključku ventila E (kao što prikazuje Slika 1). Pre ugradnje uređaja vazdušni vodovi od uređaja do servo motora, ventili na cevovodu, kao i unutrašnje komore (klipova i cilindara) servo motora su očišćeni od nečistoća i prođuvani komprimovanim vazduhom. Unete nečistoće, odnosno zaprljana instalacija, mogu dovesti do poremećaja funkcije elektromagnetnih ventila upravljačkih kanala. Manometar A pokazuje regulisaniu veličinu, ulaznog pritiska upravljačkog vazduha, odnosno vrednost pritiska upravljačkog vazduha merenog odmah nakon prolaska vazduha kroz regulator pritiska (R). Manometar B pokazuje vrednost pritiska upravljačkog vazduha ispod klipa pneumatskog servo motora VS. Manometar C pokazuje vrednost pritiska upravljačkog vazduha iznad klipa pneumatskog servo motora VS. Pritisci na manometrima A, B i C su identični u stacionarnom stanju na upravljačkom uređaju tj. kada miruje klip servo motora, a ventil sigurnosti su zatvoreni. Veličinu pritiska upravljačkog vazduha na manometrima A, B i C u normalnom pogonu treba da iznose: $P_A=4$ bara (0.4 MPa), $P_B=4$ bara (0.4 MPa) i $P_C=4$ bara. Dozvoljeno odstupanje u odnosu na referentnu vrednost od 4 bara je ± 0.5 bara. Ukoliko na manometrima vrednost upravljačkog pritiska nije u dozvoljenim granicama, regulatorom R, koji je u upravljačkom uređaju, se vrši njegova korekcija. Jednom u 3 meseca se vrši pojedinačno ispitivanje svakog VS. Pojedinačno ispitivanje VS se vrši rasterećenjem. VS se rasterećuje brzim zatvaranjem, nezavisno jednog od drugog, ručnih ventila 1 i ventila 2 prikazanih na Slici 1. U normalnom pogonu ventili 1 i 2 su otvoreni. Zatvaranjem ovih ventila menja se smer delovanja dopunskog opterećenja VS, klipom servo motora pa se tako postiže, da se on otvara pri pritisku pare koji je i do 25% niži od pritiska otvaranja VS. Posle kratkog vremena ventil 1, odnosno ventil 2 se moraju ponovo otvoriti. U zimskom periodu ova ispitivanja je potrebno vršiti češće, zbog mogućeg zamrzavanja pneumatskih vodova. Radi provere funkcionalnosti upravljačkih elektromagnetnih pneumatskih upravljenih ventila V1, V2 i V3, prilikom pojedinačne probe svakog ventila sigurnosti se vrši rasterećenje servo motora ručicom ventila D (Slika 1) i komandom sa pulta. Jednom nedeljno se proverava napajanje upravljačkog uređaja električnom energijom, a na nivokazima filtera F i filtera regulatora F1 se proverava nivo kondenzata. Po potrebi kondenzat se ispušta u pogodnu posudu pritiskom na igličasti ventil sa donje strane kućišta filtera F odnosno F1. Kod svakog prestanka napajanja električnom energijom, sva tri rasteretna (sigurnosna) kanala se otvaraju i VS automatski prelazi na režim rada običnog opružnog ventila. Ovakav rad je dozvoljen samo kratko vreme, pa je potrebno otkloniti razloge prestanka napajanja upravljačkog uređaja. Ako dođe do neželjenog otvaranja ventila sigurnosti na pritiscima nižim od pritiska otvaranja ili blokiranja ventila sigurnosti na pritiscima višim od pritiska otvaranja rukovaoc je dužan da odmah "termo komandom" (spoljnjom komandom) obezbedi otvaranje ventila sigurnosti (otvaranje ventila V1, V2 i V3 i zatvaranje ventila V4) čime ventili sigurnosti momentalno prelaze na opružni radni režim. Nakon ovoga se zatvara dovod vazduha u upravljački uređaj (ventil E) i isključuje napajanje upravljačkog ormana električnom energijom (K). U ovom slučaju ventili sigurnosti rade u opružnom režimu sa mogućim navedenim negativnim posledicama.

Opis elektroupravljačke jedinice ventila sigurnosti

U ovom uređaju su integrisane sigurnosna i upravljačka funkcija. Kada se dostigne najviši dozvoljeni pritisak pare, preko nadzora pritiska se inicira otvaranje VS. Nadzorom pritiska je obezbeđena merna i prekidačka funkcija, čime je obezbeđena osnovna sigurnosna funkcija VS i to u spremi sa pneumatskim upravljanjem. Na Slici 3 je prikazana blok šema elektroupravljačkog uređaja označenog na Slici 1 sa $+W$. Napajanje električnom energijom ove verzije uređaja se ostvaruje jednosmernim naponom 24V DC, maksimalne snage 150W, preko glavnog prekidača Q1 i osigurača F1/10A. Dioda D1 služi za zaštitu uređaja od pogrešnog vezivanja + i – pola priključka na napon 24VDC. Izlazi za pobudu pilot ventila PV1-PV3 i ventila V4 su zaštićeni povratnim diodama od prenaponskih pikova koji se javljaju prilikom isključenja. Uvođenje komandnog napona sa “*termo komande*” (tzv. spoljna komanda) 24V DC, se ostvaruje preko ulaznog pomoćnog relea. Dolaskom spoljnje komande SVE-STOP pilot ventili PV1-PV3 gube napajanje. Na ulazima upravljačke jedinice dolaze signali sa elektronskih presostata EP1-EP3.



Slika 3. Blok šema elektro-upravljačke jedinice ventila sigurnosti

Aktiviranje sa pulta kotlovske komande (daljinska komanda) se vrši naponom 24V DC. Ako iz bilo kog razloga dođe do prekida napajanja, automatski se otvaraju ventili V1, V2 i V3 upravljačkih kanala, a zatvara pregradni ventil V4 koji prekida napajanje upravljačkim vazduhom. Tada ventil VS prelazi u čisto opružni režim rada. U ovom režimu rada ne smeju se vršiti probe VS. Prilikom svakog isključivanja uređaja, a time i prelaska VS na opružni radni režim, potrebno je:

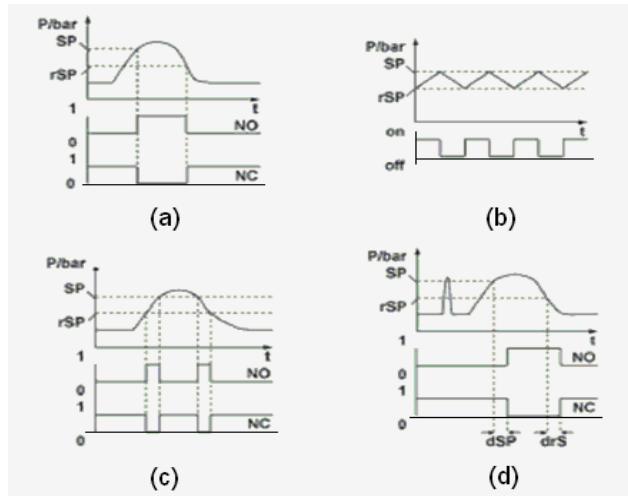
- Prekinuti dovod upravljačkog vazduha zatvaranjem ventila E za dovod komprimovanog vazduha
- Sačekati da pritisak u instalaciji padne na vrednost od 0 bara, što se očitava na manometrima A, B i C, (potrebno je na sva tri manometra očitati vrednost od 0 bara),
- Tek nakon ispunjenja ovih uslova se pristupa prekidu napajanja 24 VDC, glavnim prekidačem K

U protivnom, ako se gore navedena procedura ne ispoštuje, doći će do neplaniranog otvaranja VS.

Elektronski presostati

Elektronski presostati su programabilni i imaju mogućnost rada u četiri režima kao što je prikazano na Slici 4

Režim sa histerezisom je prikazan na slikama 4(a) i 4(b). Ovaj režim rada se koristi ukoliko se imaju fluktuacije pritiska oko nominalne vrednosti. Ukoliko je vrednost pritiska u granicama izlaz sa normalno otvorenim kontaktima (NO) elektronskog presostata je u stabilnom stanju logičke "1". Obrnuta logika važi za izlaz sa normalno zatvorenim kontaktima (NC). Ukoliko je pritisak raste i ispod je praga *set point* (SP) izlaz je u stanju logičke "0". Nakon postizanja praga SP izlaz prelazi iz stanja logičke "0" u stanje logičke "1". Slično se dešava kao i kod opadanja pritiska, samo je tada u igri niži prag *reset point* (rSP).



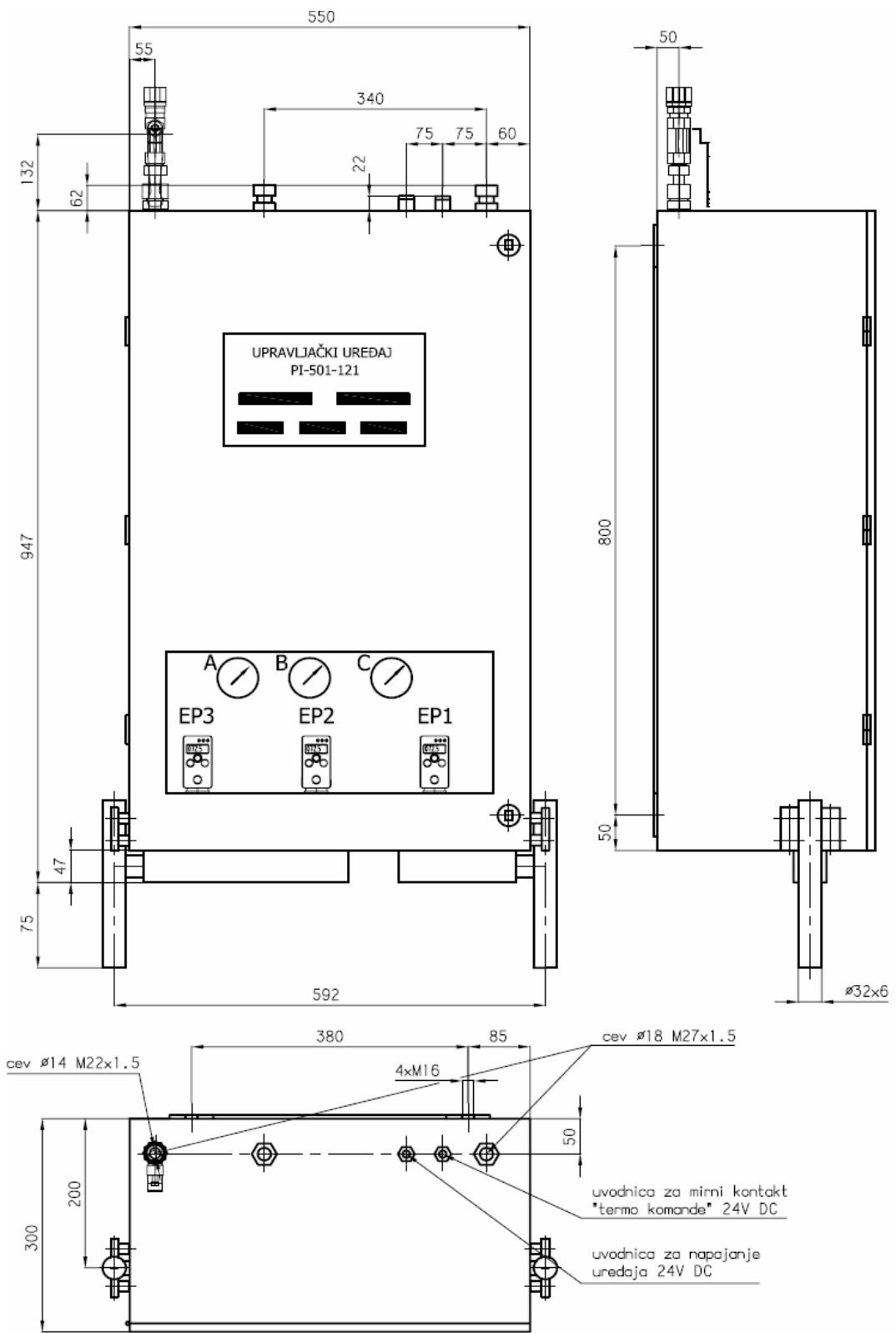
Slika 4. Režimi rada elektronskih presostata, (a)-režim sa histerezisom, (b)-impulsni režim, (c)- funkcija prozora i (d)-funkcija sa vremenskim kašnjenjem

Funkcija prozora je prikazana na Slici 4(c). Ona obezbeđuje monitoring pritiska u zadatom opsegu. Ukoliko je vrednost pritiska u opsegu $rSP-SP$ tada je izlaz NO u stanju logičke "1". U suprotnom slučaju je on logička "0". Na Slici 3(d) je prikazana funkcija sa kašnjenjem. Ova funkcija je ustvari isto što i histerezisna s tim što su izlazni signali vremenski pomereni u odnosu trenutke dostizanja pravova SP i rSP . Vremensko kašnjenje je podesivo u opsegu 0-9.99s. Ovom funkcijom se takođe filtriraju brze promene pritiska, kao što pokazuje Slika 3(d). U konkretnom slučaju su elektronski presostati podešeni u histerezisnom režimu, odnosno tako da je histerezis $\Delta H = \pm 1\%$ od punog opsega za dati presostat.

Pragovi za VS pregrejača pare su podešeni da:

- prekidaju napajanje pripadajućeg kontrolnog relea na $p_o = 76.5$ bara (prag otvaranja VS)
- uspostavljaju napajanje pripadajućeg kontrolnog relea na $p_z = 73.5$ bara (prag zatvaranja VS)

Ugradne mere elektro-pneumatskog upravljačkog uređaja ventila sigurnosti na pregrejaču pare su na crtežu na Slici 5.



Sl.5. Ugradne mere upravljačkog uređaja ventila sigurnosti na pregrejaču pare

5. Rezultati eksplotacionih ispitivanja

Razvijeni upravljački uređaj za elektro-pneumatsko upravljanje ventilima sigurnosti tipa SIZ 1508 (SES), na pregrejaču pare parnog kotla 65W, produkcija pare D=135t/h je testiran u realnim eksplotacionim uslovima na kotlovsrom postrojenju 65MW na TE „Kolubara“. Razvijeni uređaj je obezbedio pouzdano otvaranje VS tipa SIZ1508(SES).

Rezultati su dobijeni pri sledećim uslovima:

- karakteristike ventila NO65/100
- parametri pregrejane pare $P_r=72$ bara, $T_r=530^\circ C$
- pritisak vazduha u pneumatskoj instalaciji $P_i=4-6$ bara
- napajanje uređaja 24VDC
- temperatura okoline $T_o=50^\circ C$

U toku testiranja su podešene vrednosti pragova pritisaka otvaranja i zatvaranja na ventilima sigurnosti međupregrejača, bubenja i pregrejača kao što je prikazano u Tabeli I.

PARAMETRI	VS pregrejača
Prag otvaranja VS - P_o [bar]	76.5
Prag zatvaranja VS - P_z [bar]	73.5

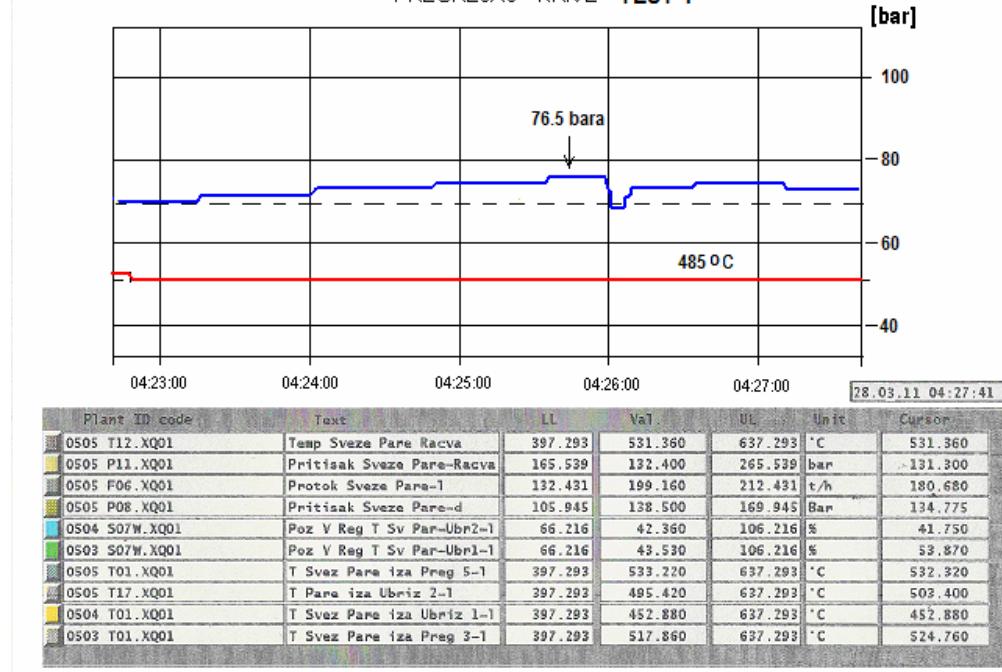
Tabela I- Pragovi otvaranja i zatvaranja na pregrejaču kotlovskega postrojenja 36MW

Na Slici 6 su dati snimci temperature sveže pare iza ubrizgivača 1-1 (donji crveni trag) i pritiska (gornji plavi trag) na pregrejaču pare dobijen elektronskim SCADA pisačem. Temperatura sveže pare prilikom testiranja je iznosila oko $452^\circ C$. Na ekranu pisača je praćena promena pritiska na pregrejaču pare.

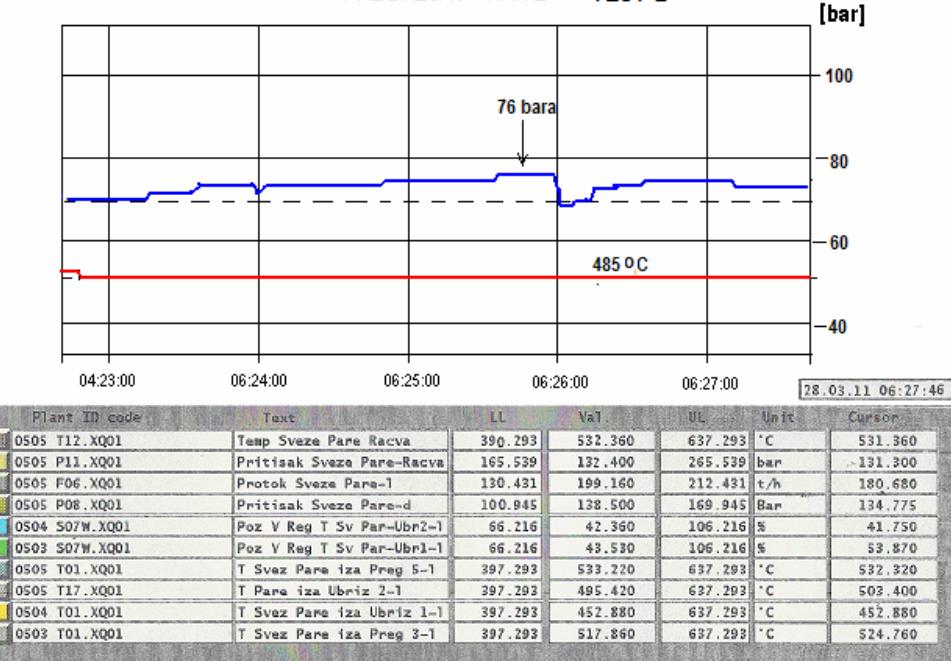
Radi verifikacije rada elektro-pneumatskog upravljačkog sistema ventila sigurnosti (VS), simuliran je porast pritiska, i to postepeno pritvaranjem pred turbinskog ventila, odnosno smanjivanjem snage turbine. Nakon dostizanja podešenog praga otvaranja ventila sigurnosti od 76.5 bara, koji je podešen na elektronskim presostatima, došlo je do njegovog pouzdanog otvaranja i nakon toga do pada pritiska na vrednost 74 bara. Sa snimka se može uočiti da se nakon otvaranja VS stekao uslov za njegovo zatvaranje.

Takođe se može konstatovati da je do zatvaranja VS došlo nakon dostizanja pritiska zatvaranja a u vremenu koje je u skladu sa standardom SRPS-ISO-4626-1. Ovo vreme je postignuto programiranjem histerezisa na elektronskim presostatima EP1-EP3, prema režimu rada prikazanim na slici 3(d). Nakon isteka ovog vremena i pritisak u bubenju se smanjio, pa se automatski smanjio i pritisak pred turbinom. Kao što se vidi sa dijagrama na Slici 6 trajanje otvorenosti VS je iznosilo oko 4s, nakon čega je ostvareno ponovno zatvaranje i porast pritiska.

PREGREJAČ - KRIVE TEST 1



PREGREJAČ - KRIVE TEST-2



Slika 6. Eksperimentalno snimljena kriva promene pritiska na pregrejaču pare na SCADA sistemu i eksperimentalna potvrda aktiviranja pripadajućeg ventila sigurnosti

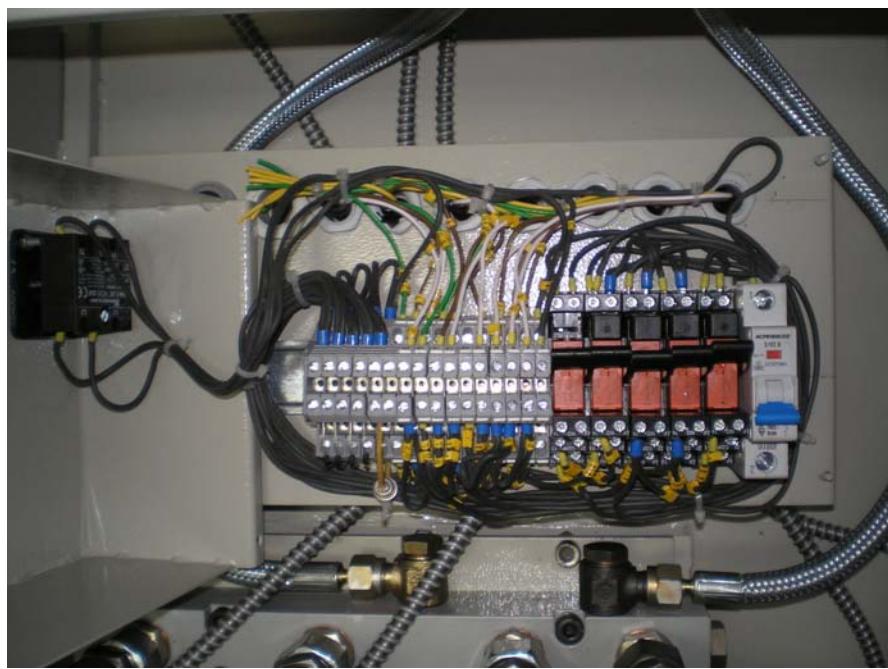
Fotografski snimci razvijenog prototipa



(a)

(b)

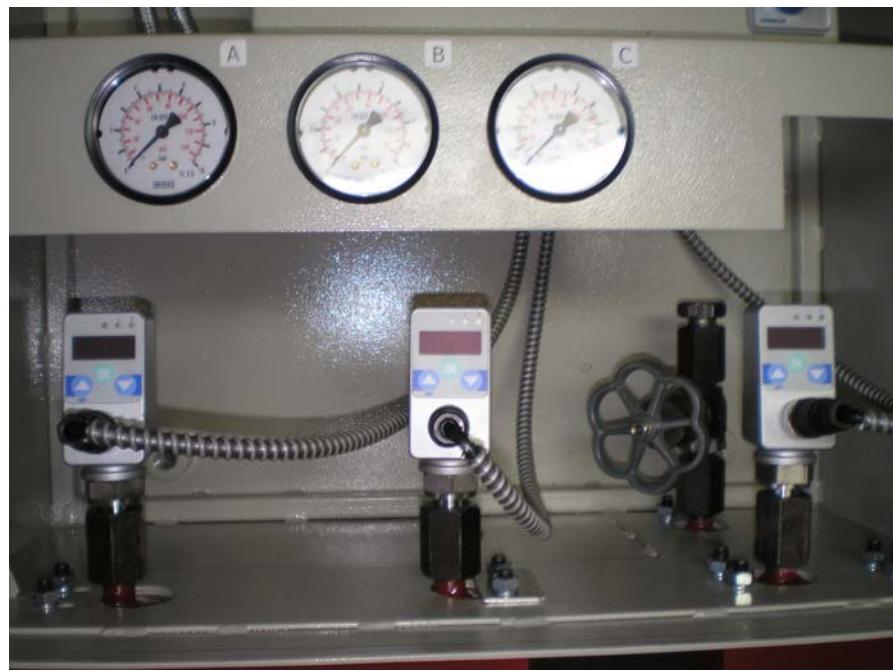
Sl.7. Izgled upravljačkog uređaja (ormana) PI-501 121/V24 u sklopu kotlovskega postrojenja 36MW na TE „Kolubara“, (a)-izgled prednjih vrata upravljačkog ormana, (b)-izgled unutrašnjosti upravljačkog ormana



Sl.8. Izgled elektroupravljačkog uređaja



Sl.9. Izgled upravljačkih pilot ventila PVI-PV3



Sl.10. Izgled i montaža manometara A,B,C i elektronskih presostata EP1,EP2,EP3

Karakteristike predloženog tehničkog rešenja su sledeće:

Upravljački sistem PI-501 121/V220AC (verzija 220V,50Hz)

Napajanje električnom energijom:	220V, 50Hz
Instalisana prividna snaga:	100VA
Ulagi faktor snage:	0.85
Redundantnost:	3 nezavisna kanala
Pritisak pneumatske instalacije:	4-6bara (10bara max)
Ulagi pritisak (VS):	
nominalna vrednost	0-100bara(*opciono 0-250bara)
preopterećenje	2xPnom =200bara(500bara)
udarni pritisak	500bara(1200bara)
tačnost	0.1%
histerezis	0-2% od Pnom (podešen standardno na 1%)
Pritisak otvaranja ventila sigurnosti:	
pregrejač pare	76.50bara
Pritisak zatvaranja ventila sigurnosti:	
pregrejač pare	73.50bara
Stepen zaštite:	IP44
Temperaturni opseg:	-25°C...+85°C
Vlažnost:	do 95% bez kondenzacije
Dimenzije:	600x900x300mm

Upravljački sistem PI-501 121/V24VDC (verzija 24VDC)

Napajanje električnom energijom:	24VDC
Instalisana snaga:	100W
Redundantnost:	3 nezavisna kanala
Pritisak pneumatske instalacije:	4-6bara (10bara max)
Ulagi pritisak (VS):	
nominalna vrednost	0-100bara(*opciono 0-250bara)
preopterećenje	2xPnom =200bara(500bara)
udarni pritisak	500bara(1200bara)
tačnost	0.1%
histerezis	0-2% od Pnom (podešen standardno na 1%)
Pritisak otvaranja ventila sigurnosti:	
pregrejač pare	76.50bara
Pritisak zatvaranja ventila sigurnosti:	
pregrejač pare	73.50bara
Stepen zaštite:	IP44
Temperaturni opseg:	-25°C...+85°C
Vlažnost:	do 95% bez kondenzacije
Dimenzije:	600x900x300mm

Mogućnosti primene predloženog tehničkog rešenja:

Predloženo tehničko rešenje industrijski prototip je prvi put primenjeno na kotlu br.6 (K6), bloka A5 TE“Kolubara“-V.Crljeni. Nakon ovog razvijenog industrijskog prototipa, testiranog i puštenog u eksploataciju i su realizovani upravljački sistemi na ventilima sigurnosti (VS) na kotlovima K3, K4, K5 bloka A5 , svaki snage 36MW, na TE“Kolubara“-V.Crljeni.Sistem VS na kotlu K3 je rađen u periodu jul-novembar 2008, a pušten je u eksploataciju početkom 2009 godine. Sistem na kotlu K4 je rađen početkom 2009 godine a pušten u rad polovinom 2009. Sistem na kotlu K4, blok A3 je urađen i isporučen sredinom 2011 godine i u toku je njegova eksploatacija.

Razvijen industrijski prototip koji je već zaživeo i kao novi proizvod je moguće primeniti, osim na kotlovske postrojenjima termoelektrana, i na svim onim sistemima koji poseduju ventile sigurnosti (VS) koji su upravljeni hidrauličkim ili pneumatskim regulatorima.

LITERATURA:

- [1] Oberender.W, Bung.W, "*The Reliability of Controlled Safety Valves in Conventional Power Plants*", Reliability Engineering, 1984, Vol.9, Issue 1, pp.33-47.
- [2] Bung.W, Follmer.B, "*Assisted safety valves in power stations according to German Rules*", VGB Kraftwerkstechnik 75 (1995), issue 9, pp.771-776
- [3] Fisher.G, Follmer.B, Schnettler.A, "*Modern API-Safety valves series, developed according to the latest State of the Art*", Industriearmaturen, May 1997, Vol.5, Issue 2, pp.124-130.
- [4] L.Millard, "*Safety relief valves protecting life and property*", Valve World, June 2002, p.39
- [5] Follmer.B, Schnettler.A, "*Challenges in designing API safety relief valves*", Valve World, October 2003, p.39

MIŠLJENJE RECENZENATA

Autori tehničkog rešenja Željko Despotović, Aleksandar Jevtović i Igor Berkeš su jasno prikazali i obradili kompletну strukturu tehničkog rešenja. Na osnovu svega navedenog recenzenti su ocenili da tehničko rešenje pod nazivom: **Uredaj za elektro-pneumatsko upravljanje ventilima sigurnosti pregrejača pare produkcije 135t/h na kotovskom postrojenju 65MW-TE "Kolubara"** predstavlja rezultat koji pored stručne komponente pruža originalni istraživački doprinos.

Prikazano rešenje je prezentirano u okviru rada izloženog na simpozijumu ENERGETIKA-2012, 28.03-30.03.2012, Zlatibor pod nazivom:

"Razvoj upravljačkog uređaja ventila sigurnosti bubenja, pregrejača i međupregrejača pare kotovskog postrojenja K6-bloka A5 na TE Kolubara", autori: Željko Despotović, Aleksandar Jevtović, Igor Berkeš,

i publikованo u vodećem nacionalnom časopisu ENERGIJA-Ekonomija-Ekologija, Vol.1-2, Godina XIV, pp.121-127, Mart 2012, ISSN 0354-8651, koji izdaje Savez Energetičara Srbije.

Prikazano rešenje predstavlja i jedan od rezultata projekta *Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije*- TR33022.

Stoga sa zadovoljstvom predlažemo da se opisano tehničko rešenje prihvati kao tehničko rešenje u kategoriji M82-industrijski prototip.

Recenzenti tehničkog rešenja:

Prof. dr Dragutin Debeljković, dipl.maš.inž.
Mašinski Fakultet Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Dragutin Salamon, dipl.el.inž.
Elektrotehnički Fakultet Univerziteta u Beogradu

ИНСТИТУТ „МИХАЈЛО ПУПИН“ д.о.о.
Број: 87/38-13
17. јануар 2013. године
Београд

На основу чл. 26. Статута Института „Михајло Пупин“ д.о.о., а у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС“ бр. 38/2008), Научно веће Института „Михајло Пупин“ доноси следећи:

ОДЛУКУ

Прихвати се техничко решење под називом:

„Уређај за електро-пнеуматско управљање вентилима сигурности прегрејача паре производије 135t/h на котловском постројењу 65MW-TE „Колубара“.

Техничко решење је резултат рада на пројекту:

Интегрисани системи за уклањање штетних састојака дима и развој технологија за реализацију термоелектрана и енергана без аерозагађења, 2011-2014 (TR-33022).

Техничко решење спада у категорију: Индустриски прототип M82.

Аутори: Др Жељко Деспотовић, Александар Јевтовић, Игор Беркеш.

Кратак опис решења:

Вентили сигурности (VS) обезбеђују заштиту од превисоког притиска у инсталацијама генератора паре, цевоводима судовима под притиском и котловима термо-енергетских постројења. Нарочито се ово односи на системе високог притиска, стога се овај тип конструкције претежно користи у великим термоелектранама. У овим системима је потребно обезбедити поуздано отварање ВС када улазни притисак достигне вредност почетка отварања. Захтева се троструки степен сигурности, као и испуњење захтева прописаних стандардом JUS-ISO-4626-1. Управљачки систем је развијен треба да обезбеди поуздано отварање VS типа SIZ1508(SES) који је уgraђен на прегрејачу паре према оригиналној пројектној документацији. Прагови притиска отварања VS су дати у техничком захтеву кориснику: за прегрејач паре на котловском постројењу K4, 65MW на TE

"Колубара"-Велики Црљени, где је овај развијени индустриски прототип примењен, овај притисак износи $p_r = 76.5$ bara. Уређај је због захтева за троструком сигурношћу реализован са три управљачка канала. Поред овога запорно тело VS је додатно оптерећено ради повећања непропустљивости на седишту. При томе су испуњени захтеви прописани стандардом JUS-ISO-4626-1, који је у великој мери у складу са свим светским стандардима из ове области. Основна концепција је базирана на електро-пнеуматском управљачком уређају. Развијено техничко решење индустриски прототип је први пут примењено на котлу бр.6 (К6), блока A5 ТЕ"Колубара"-В.Црљени. Након овог развијеног индустриског прототипа, тестираног и пуштеног у експлоатацију и су реализовани управљачки системи на вентилима сигурности (VS) на котловима K3, K4, K5 блока A5 , сваки снаге 36MW, на ТЕ"Колубара"-В.Црљени. Систем на котлу K5 је урађен и испоручен средином 2011 године и у току је његова експлоатација. Развијен индустриски прототип који је већ заживео и као нови производ је могуће применити, осим на котловским постројењима термоелектрана, и на свим оним системима који поседују вентиле сигурности (VS) који су управљани хидрауличким или пнеуматским регулаторима. Приказано решење је изложено и презентирано на симпозијуму ЕНЕРГЕТИКА-2012, 28.03-30.03.2012, Златибор.

Рецензенти:

- Проф. др Драгутин Дебељковић, дипл.маш.инж., Машински факултет, Универзитет у Београду;
- Проф. др Драгутин Саламон, дипл.ел.инж., Електротехнички факултет, Универзитет у Београду.

На основу позитивног мишљења два рецензента – експерта из области техничког решења, Научно веће је донело предметну одлуку.

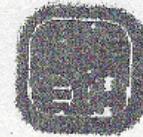
ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА
ИНСТИТУТА „МИХАЈЛО ПУПИЋ“ д.о.о.



Достављено:

- ауторима
- Секретаријату Института

ПРИВРЕДНО ДРУШТВО
ТЕРИОПЛЕКСТРАНЕ
НИКОЛА ТЕСЛА д.о.о.
11080 Обреновац, Ботаљска Улица број 44
Тел: 011/675-88-11; Факс: 011/675-88-00
www.jpcsoft.com



Институт Михаило Пупин"
Пројекат инжењеринг д.о.о
факс: 011/277-15-92

Предмет: Потврда

Поштовани,

Овим потврђујемо да је,

уређај за електро-пнеуматско управљање вентилима сигурности прагрејача паре парног котла, продукције паре 135t/h - блок А3 (65MW)-ТЕ "Колубара А", испоручен дана 28.07.2011 год. и исти је уградjen на котао бр. 4(блок А3), у септембру месецу 2011. године.

Бројеви уговора о купопродаји: ЈП ЕПС, ПД "ТЕ Н. Тесла"-ТЕ Колубара А", Велики Црљени бр.21760 од 10.05.2011. и ИМП Пројектинжењеринг, Београд бр.19/04 од 21.04.2011. Уговор су са станове Испоручиоца реализовали: Александар Јевтовић, дипл.маш. инж., Институт "Михајло Пупин"-Пројектинжењеринг, Београд, Игор Беркеш, дипл.маш.инж. , ИМП Пројектинжењеринг, Београд, Др Желько Деспотовић дипл.ел.инж, Институт " Михајло Пупин", Београд.

Поздрав,

Отранак П.Д. ТЕ КОЛУБАРА А

Главни инжењер сектора Одржавања

Саоран Стјачић дипл.инж.



Број регистрације: ЕД 1084382306
ПИБ: 104217468
Радуљ: 366-42308-82 Хомеџијално Банка, А.Д. Београд

ТЕ КОЛУБАРА
11083 Велики Црљени, Улица 3. октобра 145
Тел: 011/8423-320; Факс: 011/8121-118

INSTITUT MIHAJLO PUPIN
PROJEKT INŽENJERING d.o.o.
Број: 19/4
Датум: 27 APR 2011
ЗАЈАД, Volgina 15

УГОВОР О КУПОПРОДАЈИ
ОС – 100%

ЈП ЕПС-Привредно друштво
"Термоелектране Никола Тесла"д.о.о.
Обреновац
ТЕ Колубара Велики Црљени
Број: 5906
20 год.

Закључен између:

1. ЈП ЕПС Београд - Привредно друштво «ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ НИКОЛА ТЕСЛА» д.о.о. са седиштем у Обреновацу, Богољуба Урошевића Црног 44, матични број 7802161, ПИБ 101217456, Огранак Друштва ТЕ Колубара, 3 октобра 146, 11563 Велики Црљени, кога заступа директор Петар Кнежевић, дипл.инж. (у даљем тексту: Купац), с једне стране и
2. ИНСТИТУТ „МИХАЈЛО ПУПИН“- ПРОЈЕКТ ИНЖЕЊЕРИНГ, д.о.о., са седиштем у Београду, Волгина 15, матични број 17451286, ПИБ 102512904 кога заступа директор Игор Беркеш, дипл.инж.маш. (у даљем тексту: Продавац), с друге стране,

а на следећи начин:

УВОДНЕ ОДРЕДБЕ

Члан 1.

Уговорне стране констатују:

-да је Купац

- по НЗН бр. 0501 од 26.10.2010. год. и у складу са чланом 28 ЗЈН
- Одлуком бр. 1282 од 18.01.2011. године покренуо поступак набавке применом члана 24, став 1, тачка 3 ЗЈН и

-да је Продавац

- доставио понуду бр. 00302/11 од 07.02.2011. године која се налази у прилогу овог уговора и његов је саставни део;
- да понуда Продавца у потпуности одговара техничким спецификацијама и другим захтевима из конкурсне документације, која се налази у прилогу и чини саставни део овог уговора;
- да у спроведеном преговарачком поступку Продавац јесте изменио понуду и да је о томе сачињен записник о преговарању бр. 1878/1 од 10.02.2011. године који је саставни део овог уговора;
- да је Купац у складу са чланом 81 ЗЈН на основу понуде Продавца и одлуке о избору најповољније понуде бр. 4852/1 од 30.03.2011. године изабрао Продавца за испоруку добра наведених у члану 2.

ПРЕДМЕТ УГОВОРА

Члан 2.

Предмет уговора је набавка: Управљачки уређај за пнеуматско управљање вентилима сигурности на прегрејачу паре K1, према техничкој спецификацији

ЗАВРШНЕ ОДРЕДБЕ

Члан 13.

Уговор ступа на снагу даном обостраног потписивања За све што овим уговором није предвиђено примениће се непосредно одговарајући законски прописи који ову област регулишу.

Члан 14.

Овај уговор је сачињен у 6 (шест) истоветних примерака од којих свака уговорна страна задржава по 3 (три) примерка за своје потребе.

ЗА ПРОДАВЦА

Директор

Игор Беркеш, дипл.инж.



ЗА КУПЦА

Директор

Петар Кнечевић, дипл.инж.



ЈП ЕПС-Привредно друштво
"Термоелектране Никола Тесла" д.о.о.
Обреновац

За ТЕ Колубара Велики Црљени ОВЕРАВАЈУ

Шеф службе (техничке)	Правна служба	Комерцијална служба	Финансиска служба
--------------------------	------------------	------------------------	----------------------

Игор Беркеш	Адријан Јовановић	Милан Јовановић	Славољуб Јовановић
-------------	-------------------	-----------------	--------------------