

DIJAGNOSTIČKI CENTAR I OPŠTI PRINCIPI IT U DALJINSKOM NADZORU I DIJAGNOSTICI STANJA OPREME U ELEKTROENERGETICI DIAGNOSTIC CENTAR AND GENERAL PRINCIPLES OF IT IN THE DIAGNOSIS AND REMOTE MONITORING EQUIPMENT IN POWER INDUSTRY

Dragan Kovačević, Nikola Miladinović, Saša Milić, Vladimir Polužanski, *Elektrotehnički Institut Nikola Tesla*
Jelena Kožićić, *PD Đerdap*

Sadržaj - Formiranje dijagnostičkog centra u elektroenergetskom sektoru u okviru velikih kompanija, pa čak i na nivou države predstavlja kvalitativno novi i napredniji pristup u daljinskom nadzoru transformatora, generatora i ostale elektroenergetske opreme. Rezultati daljinskog nadzora, ispitivanja i merenja i off-line i on-line metodama se sakupljaju u dijagnostičkom centru. Ovakav centar pruža i mnogo šire mogućnosti kao što su: trenutni i stalni uvid u stanje resursa (dotoci voda u hidroelektranama, količine akumuliranog uglja u termoelektranama, stanje transportnih ciklusa i dr). Na osnovu uvida u veliki broj tehničkih parametara je moguće izvoditi tehnološke ekonomske analize koje su od interesa za tržište električne energije, planirati proizvodnju, pravilnije upravljati resursima, definisati i planirati periode remonta, otkrivati greške u nastanku, sprečiti ili smanjiti posledice kvara, izvršiti optimizaciju upravljanja opremom i sl. U radu je data koncepcija dijagnostičkog centra sa aspekta IT i opšti i praktično realizovani principi komunikacionih sistema koji treba da obezbede adekvatan i blagovremen protok informacija i da omoguće korisniku stalni uvid u stanje nadzirane opreme i proizvodnog ciklusa. Primena dijagnostičkog centra omogućava povećanje pouzdanosti i raspoloživosti opreme, smanjenje troškova održavanja i produžavanje životnog veka opreme.

Abstract - Creation of a diagnostic center in the power sector within large companies, and even at the state level is new and improved access to remote monitoring of transformers, generators and other power equipment. The results of remote monitoring, test and measurement, both off-line and on-line methods, are collected in the diagnostic center. This center offers a much wider capabilities such as instant and constant access to state resources (water flows in hydroelectric power plants, the accumulated amounts of coal in power plants, state transport cycle, etc). On the basis of the large number of technical parameters can be performed techno economic analysis that are of interest to the electricity market, production planning, appropriate to manage resources, define and plan overhaul periods, early detection of failure, prevent or reduce the consequences of failure, perform the optimization of management equipment, etc. This paper presents the concept of a diagnostic center in terms of IT and general principles and practically implemented communication systems that should provide adequate and well-timed flow of information and enable a user constant access to state of monitored equipment and production cycle. Application of a diagnostic center provides increased reliability and availability of equipment, reduce maintenance costs and extends the life cycle of the equipment.

1. UVOD

Rezultati daljinskog nadzora, ispitivanja i merenja off-line i on-line metodama se sakupljaju u dijagnostičkom centru. Dijagnostički centar, u fizičkom smislu, predstavlja mesto na koje pristižu podaci dobijeni merenjima i ispitivanjima i sa sistema daljinskog nadzora. Ovi podaci se odnose na generatore, transformatore i drugu elektroenergetsku opremu stacioniranu u hidro i termo elektranama, a koja je od značaja za proizvodnju električne energije. Dijagnostički centar čine ljudski (stručnjaci iz oblasti elektro energetike) i materijalni resursi (računarski sistemi, softveri, baze podataka, komunikaciona oprema i dr.) Centrom upravljaju stručnjaci koji daju svoja mišljenja na osnovu obrađenih rezultata uz pomoć računara i programskih aplikacija prilagođenih za razne vidove analize i prikaza. Hardver dijagnostičkog centra služi za upravljanje, vizuelizaciju i skladištenje informacija, a softver za akviziciju, skladištenje, prikazivanje i arhiviranje podataka, prikaz grafika, alarma i dr. Na ovaj način se postiže uvid u stanje opreme i pogona u realnom vremenu, otkrivanje grešaka u nastanku, sprečavanje ili smanjenje posledica kvara, optimizacija upravljanja opremom, analiza uzroka kvara, održavanje po stanju i dr. Sve ove aktivnosti sprovode

stručnjaci sa velikim iskustvom u ispitivanju i dijagnostici elektroenergetskih uređaja. Vršiti se detaljna analiza pristiglih rezultata, daju preporuke za održavanje, vrši izrada izveštaja od strane eksperata uz korišćenje savremenih informacionih tehnologija. Centralni deo dijagnostičkog centra je dijagnostička soba iz koje je omogućena celodnevna tehnička podrška. Dijagnostički centar omogućava da oprema i proizvodni ciklusi u elektranama budu pod stalnim nadzorom.

2. KONCEPCIJA DIJAGNOSTIČKOG CENTRA

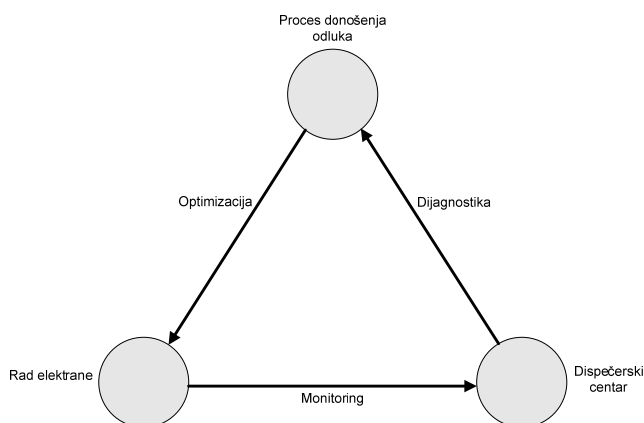
Daljinski nadzor predstavlja, već odavno, usvojen pristup u praćenju proizvodnih i radnih parametara u elektranama. Sistemi daljinskog nadzora (monitoringa) se projektuju da mogu da prate različite fizičke procese. Novine u ovom pristupu, zahvaljujući današnjem nivou tehnološkog razvoja, predstavljaju moderni složeni nadzorni sistemi projektovani da neprekidno prate proizvodne procese kontrolišući njihov rad, alarmirajući promene i vršeći arhiviranje merenih parametara u baze podataka [1-5]. Ponekad se u ovakve sisteme integrišu upravljačke, kontrolne i zaštitne funkcije. Razvoj pomenutih nadzornih sistema za praćenje i merenje različitih parametara u industriji zahteva sintezu znanja iz

više naučnih oblasti kao što su: elektronika, optika, mehanika, hemija, merna i procesna tehnika, programiranje i dr. Nadzorni sistemi, zasnovani na daljinskom merenju nadzoru i kontroli, značajno podižu pouzdanost proizvodnog procesa, smanjuju troškove održavanja i omogućavaju pravovremene intervencije prilikom havarije. Maksimalni učinak ovakvih sistema, sa aspekta investicija, energetske efikasnosti i održavanja se postiže povezivanjem ovih sistema sa dijagnostičkim centrom. U pomenuti centar se pored ovih posmatranih veličina unose i vrednosti pojedinih parametara dobijenih primenom raznih mernih metoda, a koji su od značaja za formiranje stručnog mišljenja koje treba da oceni pojedinu vrstu nadzirane opreme (transformator ili generator) i da odredi njenu raspoloživost i pogonsku spremnost. Dijagnostički centar ima mogućnosti da prati i kompletne proizvodne cikluse električne energije, kao i stanje pojedinih resursa (voda, ugalj, mazut ...)

U procesu održavanja elektrane, potrebno je imati potpune i pravovremene informacije da bi se donela najbolja odluka (slika1).

Ovakav sistem, koji čine ljudi u tehničkoj podršci i oprema (računarska i komunikaciona) sa primerenim softverom, automatski detektuje početna odstupanja karakteristika i stanja uređaja od projektovanih u ranoj fazi nastanka kvara, omogućujući rukovodstvu elektrane da izbegne, ili smanji gubitke performansi i ozbiljnije havarije na opremi.

Blok šema idejnog rešenja dijagnostičkog centra je prikazana na slici 2. Do sada nisu realizovani svi delovi dispečerskog centra. Realizovani su softveri za analizu i dijagnostiku gasova transformatorskih ulja, merenje karakterističnih veličina generatora, termosliku energetskog transformatora. Urađen je samo deo dispečerskog centra, ali je koncepcija jasna. Dijagnostički centar poseduje daljinski monitoring, softvere za dijagnostiku, bazu podataka i bazu znanja, hardver za komunikaciju, servere za skladištenje i vizuelizaciju podataka i stručnjake za analizu prispelih podataka i donošenje odluka o radu i održavanju opreme.



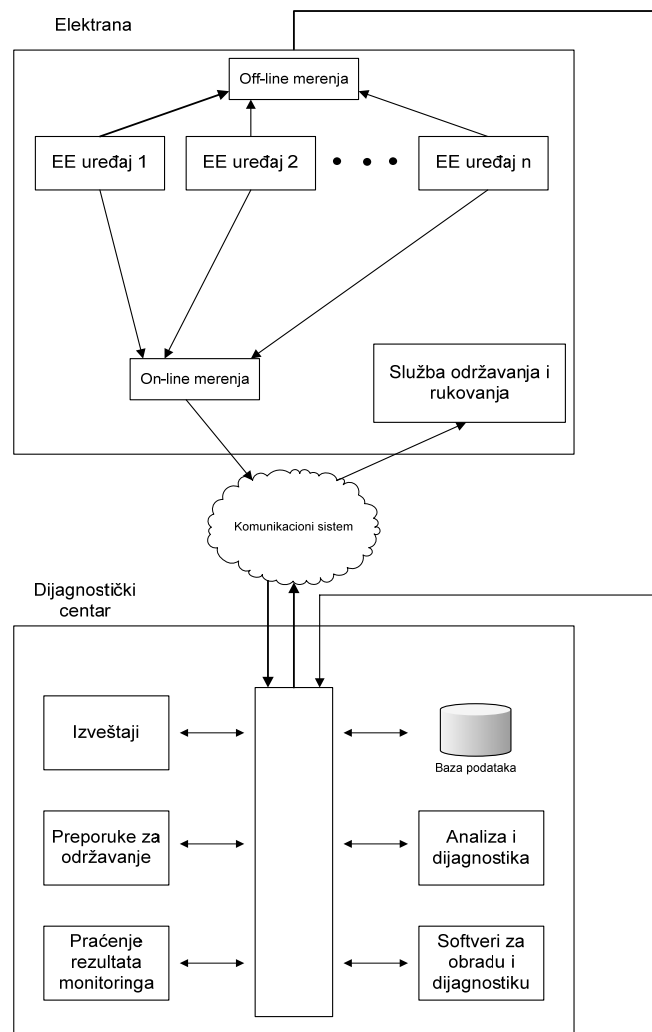
Sl 1 Uloga dijagnostičkog centra u upravljanju elektranom

Dijagnostički centar, u svom opštem smislu, treba da obezbedi:

1. Neprekidan nadzor pojedinih parametra. Izbor parametra treba da bude rukovođen interesima korisnika usluga dijagnostičkog centra. Među njima su proizvođači električne energije (hidro i termo elektrane), firme koje su

angažovane na poslovima održavanja, kao i samo tržište električne energije i prateći subjekti.

2. Arhiviranje postojećih podataka dobijenih iz ranijih perioda, kao i arhiviranje podataka dobijenih *on-line* i *of-line* metodama merenja i ispitivanja. Izbor podataka treba da bude takav, da u saglasju sa neprekidno nadziranim parametrima omogući detaljan uvid i analizu stanja nadzirane opreme i proizvodnog ciklusa.
3. Procenu stanja i davanje stručnog mišljenja u pojedinim karakterističnim situacijama ili na duži vremenski period. Na osnovu procene stanja i dobijenog mišljenja se može definisati strategija održavanja i predvideti vreme raspoloživosti posmatranog pogona.
4. Podizanje kvaliteta preventivnog održavanja po stanju.



Sl 2 Koncept dijagnostičkog centra

3. KOMUNIKACIONI SISTEMI

Komunikacioni sistemi, povezani sa računarskim sistemima, obezbeđuju razmenu podataka između složenih nadzornih sistema koji se nalaze u elektranama i dijagnostičkog centra [6], [7]. Prenos podataka se može vršiti različitim načinima putem: LAN-om, GPRS-om, radio modemima i Internetom.

LAN (Local Area Network) je računarska mreža u kojoj je dva ili više prostorno bliskih računarskih sistema međusobno povezano pomoću odgovarajućeg medijuma za prenos. Računari su međusobno bliski, ako se nalaze na

rastojanju od nekoliko metara do nekoliko kilometara. Razmena podataka u mreži se obavlja preko TCP/IP protokola. Transmisioni medij je fizička veza ili kanal između stanica u LAN-u preko kojeg se razmenjuju podaci. Primeri transmisionih medija su: upredene bakarne parice, koaksijalni kabl i optički kabl. Optički kablovi su imuni na elektromagnetnu interferenciju, pružaju mogućnost slanja podataka na veće udaljenosti bez značajnijih gubitaka u prenosu.

GPRS (General Packet Radio Service) je servis za prenos podataka koji je raspoloživ korisnicima GSM (Global System for Mobile Communications) mobilne kartice. Prenos podataka se vrši preko TDMA (Time Division Multiple Access) kanala GSM mreže. Podaci se pri slanju razlažu u pakete, a kod primaoca se ponovo slažu u ispravnom redosledu. Moguće je istovremeno korišćenje kanala za slanje od strane više korisnika koji šalju podatke. Ukupni raspoloživi propusni opseg se dodeljuje korisnicima u trenutku slanja, što povećava iskorišćenost mreže. Zbog toga se kao mera korišćenja koristi količina prenetih podataka, a ne vreme zauzetosti kanala. Maksimalna teoretska brzina je 160 Kbit/s, dok se realno kreće u opsegu 30-60 Kbit/s.

Digitalni UKT radio modemi šalju podatke korišćenjem radio frekvencija, a koriste se tamo gde nije moguća žična veza. Veza radio modema sa računarom i kontrolerom je serijska veza RS-232. Podešavanje parametara se vrši preko posebnog softvera, nakon čega se upisuju u radio modem preko serijske veze. Postoje modemske, radio i frekvencijski parametri.

Moguća je sinteza više vrsta pomenutih radio prenosa. Na slici 3 je dat prikaz alarmno/komunikacionog uređaja koji integriše dve vrste modema: GPRS modem i UKT digitalni radio modem. GPRS modem komunicira sa udaljenim nadzornim centrom putem mreže mobilne telefonije dok se komunikacija sa lokalnim mernim sistemima odvija pomoću digitalnog UKT modema.



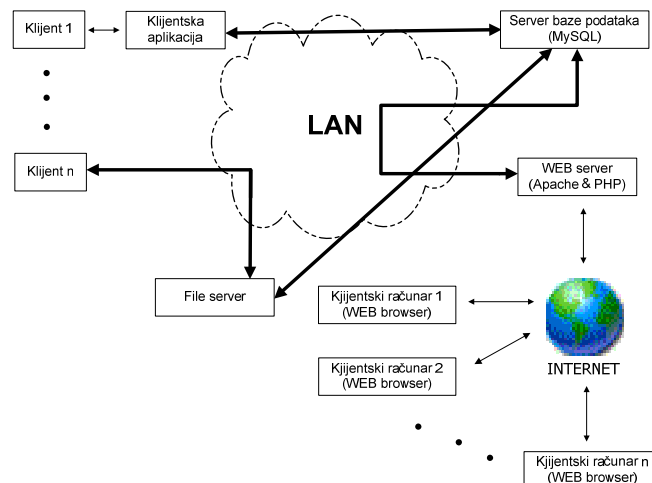
Slika 3 Alarmno komunikacioni uređaj sa GPRS i UKT digitalnim modemima

Internet predstavlja globalnu komunikacionu mrežu. Posebno je interesantan pristup preko Interneta korišćenjem VPN (Virtual private Network). VPN je mreža koju koristi udaljeni korisnik javne mreže i koja služi da obezbedi siguran pristup ka nekoj lokalnoj računarskoj mreži. Transport podataka se odvija preko javne mreže korišćenjem standardnih komunikacionih protokola. VPN omogućava

korisnicima na razdvojenim lokacijama da preko javne mreže jednostavno održavaju zaštićenu komunikaciju.

4. SOFTVERI ZA OBRADU I DIJAGNOSTIKU

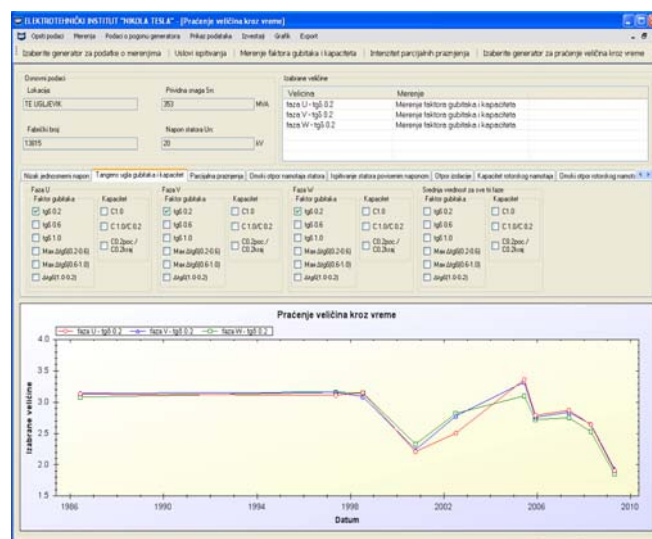
Na slici 4 je prikazan način povezivanja baze podataka [8], i aplikacija za pristup podacima preko lokalne mreže, kao i web strana za pristup podacima iz baze preko Interneta [9], [10].



Slika 4 Aplikacije i baza podataka

Softveri za obradu i dijagnostiku služe za skladištenje i analizu većeg broja podataka koji su relevantni u dijagnostici stanja elektroenergetskih uređaja. Izmerene veličine upoređuju se sa specificiranim, ili prethodno izmerenim veličinama (izmerenim tokom periodičnih ispitivanja, ili tokom puštanja u pogon). Pored njih se koriste i arhiva izveštaja i razne preporuke.

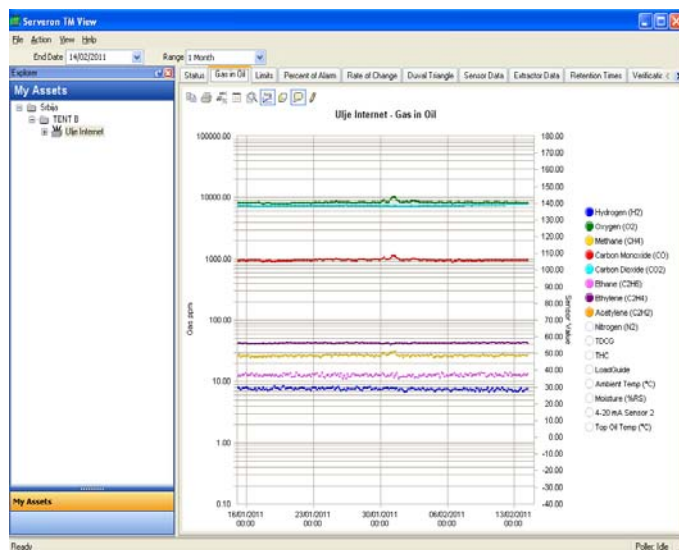
Na slici 5 je prikazan jedan prozor korisničkog interfejsa programa za merenje karakterističnih veličina izolacionog sistema generatora. Grafik prikazuje hronološku promenu faktora dielektričnih gubitaka pri 0.2Un za sve tri faze.



Slika 5 Aplikacija za merenje izolacionih veličina generatora

Pri analizi se koriste i namenski softveri drugih kompanija. Na slici 6 je prikazan grafik sa izmerenim nivoima gasova u ulju izolacionog sistema transformatora. Do podataka se dolazi preko LAN-a, tako što se klijentski

računar poveže sa elektranom preko VPN-a. Nakon toga se očitavaju podaci u realnom vremenu i tako se stiče uvid u trenutne rezultate merenja gasova u izlacionom ulju transformatora.



Sl 6 Analiza gasova u transformatorskom ulju

5. ZAKLJUČAK

Dijagnostički centar treba da donese dobit kompletnom energetsom sektoru sa aspekta investicija, energetske efikasnosti i održavanja. Od njega se očekuje da bude sposoban (kvalifikovan i opremljen) da prati, arhivira i obrađuje sve relevantne proizvodne parametre u elektranama EPS. Krajnji cilj je davanje stručnog mišljenja koje treba da oceni stanje nadzirane opreme (transformator ili generator) i da odredi njenu raspoloživost i pogonsku spremnost. Dijagnostički centar ima mogućnosti da prati i kompletne proizvodne cikluse električne energije, kao i stanje pojedinih resursa (voda, ugalj, mazut ...)

U planu je da dijagnostički centar bude umrežen sa svim hidro i termo elektranama u Srbiji i regionu. Cilj dijagnostičkog centra je da identifikuje smanjenje performansi i kvarove elektroenergetskih uređaja u ranoj fazi, i da ponudi pravovremena rešenja i preporuke kako bi služba održavanja mogla štetu smanjiti na najmanju moguću meru i time optimizovati proizvodnju električne energije.

Radi potpunijeg uvida u rad elektrane potrebno je uzeti u obzir, mehaničke karakteristike opreme, vibracije, kao i mnoga druga merenja koja mogu da upotpune sliku o nadziranom objektu ili opremi. Očekuje se da ovaj centar značajno doprinese i ukupnom poslovanju EPS.

LITERATURA

- [1] S.Milić: "Optical Device of Non-contact Temperature Measurement and Hot Box Detecting", International Symposium on Optics East 2006, Boston, Massachusetts, USA, 1-4 October 2006, Proc. of SPIE Vol. 6379.
- [2] S.Milić, M.Srećković: "A stationary System of Non-contact Temperature Measurement and Hot Box Detecting", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Volume 57, Issue 5, Sept. 2008, Pages: 2684-2694.
- [3] S. Milić, N. Miladinović "Daljinski monitoring temperature u elektroenergetskim sistemima", Međunarodni naučno-stručni simpozijum Informacione tehnologije - Infoteh 2009, zbornik radova, Vol. 8, Ref. D-11, strane 333-336, Jahorina, Republika Srpska, mart 2009.
- [4] S. Milić, D. Kovačević, N. Karanović, Z. Kršenković, M. Kožicić, "Sistem za temperaturni monitoring namotaja rotora hidrogenatora", časopis Elektroprivreda broj 2, April-Jun 2009, UDK: 621.31, str. 29-37.
- [5] S. Milić, M. Srećković, N. Karanović, Z. Kršenković, J. Marković-Petrović: "On-line Remote Monitoring of Generators and Transformers in Energy Power Systems ", Powerplants 2010, Elektrane 2010, međunarodna konferencija, zbornik radova ISBN: 978-86-7877-020-3, Vrnjačka Banja, Srbija, 26-29. oktobar 2010.
- [6] S.Milić, D.Kovačević, A.Žigić, D.Misović: "Bežični merni sistem za daljinsko merenje temperature osovinjskih ležajeva teretnih kola", 28. savetovanje JUKO-CIGRE, Vrnjačka Banja, Srbija, 30.septembar-05.oktobar 2007, grupa B4, rad R B4-08.
- [7] N. Miladinović, Saša Milić, Đorđe Stojić, Aleksandar Žigić, Mileša Srećković, "Računarski program za akviziciju i monitoring temperatura agregata", konferencija ETRAN - Palić, 08-12. juna 2008.
- [8] N. Miladinović, D. Kovačević, S. Milosavljević, M.Sušić, Z. Božović, V. Škundrić, Đ. Tatomir, S. Spasojević, "Baza podataka za ocenu stanja generatora u elektranama EPS-a", Energetika 2011, Zlatibor, Srbija
- [9] D. Comer, "Povezivanje mreža - TCP/IP: Principi, protokoli i arhitekture", Beograd 2004
- [10] L. Welling, L. Thomson, " PHP i MySQL: Razvoj aplikacija za Web ", Beograd 2004