



DALJINSKI NADZOR I INTEGRACIJA OPREME U SCADA SISTEM

REMOTE MONITORING (TELEMETRY) AND EQUIPMENT INTEGRATION IN THE SCADA SYSTEM

Nikola Ajduković, Željens Trpovski, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovim radom opisana je realizacija jedne od faza konkretnog projekta daljinskog nadzora i telemetrijskih metoda kako bi se stvorili uslovi za integraciju kompleksnih sistema u jedan jedinstven geografski distribuiran sistem uz integraciju u aplikaciju za sistem za merenje, praćenje i kontrolu industrijskih procesa (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition).

Ključne reči: telemetrija, SCADA, daljinski nadzor, integracija

Abstract – One phase of the development of geographically distributed SCADA system, data acquisition over different communications media, different types of communication with review of latest telemetry technologies, data aggregation and sending over OPC server, visualisation and historization are described in this paper.

Keywords: Telemetry, SCADA, Geographically distributed system, integration.

1. UVOD

Konkretni projekat opisan radom realizovan je u cilju integracije različite opreme sa pogona Reg. 1, Reg. 2, Reg. 3 i Reg. 4 u jedinstveni SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sistem.

Pod integracijom se podrazumeva povezivanje opreme locirane u različitim proizvodnim objektima u jedinstvenu komunikacionu infrastrukturu, kao i kreiranje odgovarajućih softverskih obrazaca (*template*) i instanci kojima su u SCADA aplikaciji prezentovani statusi pomenute opreme.

Opisani su tipični scenariji sa kojima se susretalo prilikom realizacije. Zatečena oprema bila je raznovrsna i u nekim slučajevima nije bilo moguće izvršiti čitanje zbog nestandardnih protokola za komunikaciju. U tim slučajevima pribegavalo svođenju nestandardnih signala na standardne korišćenjem koncentratora podataka, a u nekim slučajevima i zamenom zastarele opreme (redi slučaj).

Takođe zbog značajnih ušteda ređe se pribegavalo korišćenju danas rasprostranjenih telemetrijskih metoda prenosa podataka posredstvom GPRS-a (*General Packet Radio Service*) (ili 4G mreže) i sličnih, jer je cena

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željens Trpovski, vanr. prof.

prenošenja podataka posredstvom navedenog načina komunikacije u momentu realizacije bila nekoliko puta veća od današnjih. Danas proizvođači ove opreme imaju razrađene mehanizme za slanje podataka po događaju što u većini slučajeva omogućava višestruke uštede prilikom realizacije ovakvih projekata.

Razlog svih navedenih radova jeste dovođenje podataka do dispečerskih centara i do lica koja su podatke smeštala u bazu podataka. Ti podaci su morali biti stalno dostupni radi (u početku ručne) izrade izveštaja za nadređene, i plana proizvodnje. Naredne faze rezultirale su integracijom sa drugim sistemima kojima su podaci iz baze bili značajni za analizu/optimizaciju proizvodnje. Izveštavanje je u potpunosti automatizovano do nivoa slanja izveštaja na sve relevantne adrese: dvočasovnih, poludnevni, dnevnih, nedeljnih, mesečnih itd.. Realizacija jednog ovakvog projekta rezultirala je višestrukim uštedama u poslovanju.

Jedna od značajnih novih tehnologija za telemetrijske sisteme jeste korišćenje baterijski napajanih telemetrijskih uređaja kojima je vek trajanja baterije 5-7 godina čiji su dometi do 1.600 m uz korišćenje eksterne antene. Ovaj novi metod telemetrije pravio je uštede i na jediničnim lokacijama koje su udaljene samo nekoliko stotina metara vazdušnom linijom.

2. INTEGRACIJA OPREME

U ovom poglavlju ukratko će biti opisane telemetrijske metode koje su korištene prilikom integracije određene opreme i sistema u jedinstveni sistem za nadzor i upravljanje.

Sistemi koji su integrisani obuhvataju:

- 1) sisteme za merenje protoka gasa uz osvrt na uređaje korišćene za ovu namenu čiji izbor, odnosno scenario integracije je vršen u zavisnosti od zatečenog mernog uređaja, postojeće komunikacione infrastrukture i ostalih faktora koji su mogli učestvovati u izboru metode telemetrije (npr. da li lokacija poseduje napajanje, da li ima optičku vidljivost ka centru ka kom gravitira itd.),
- 2) Integracija ESP pumpi, gotovo u svim slučajevima vršena je posredstvom radio modema koji su u serijskoj komunikaciji i koji su u suštini stvarali tunel ka centru ka kom gravitiraju,
- 3) Integracija kompleksnih mernih sistema koja je uvek vršena posredstvom gejtveja (konvertera sa

RS 485 na Ethernet odnosno MODBUS RTU na MODBUS TCP),

- 4) Integracija kompresora vršena je identično kao pod tačkom 3.

2.1. Telemetrijske metode

Na osnovu zahteva koje je postavio krajnji korisnik svojim tehničkim zadacima, vršen je u zavisnosti od različitih faktora, odabir metoda integracije određenog sistema. Svaka od izabranih metoda odabrana je u zavisnosti od sledećih faktora:

- 1) vrste uređaja koji treba integrisati,
- 2) zatečenih dostupnih komunikacionih portova na uređaju koji treba integrisati,
- 3) postojeće infrastrukture tj. da li postoji Wi-Fi, *serial wireles data network*, serijska komunikacija na kablu RS 232/422/485, GPRS, *Ethernet*, satelitska ili *fieldbus* (HART),
- 4) da li ka telemetrisanoj lokaciji postoji optička vidljivost,
- 5) postoji li napajanje na telemetrisanim lokacijama ili je potrebno obezbediti alternativni izvor napajanja za svu telemetrisanu opremu i sam sistem,
- 6) da li je na lokaciji ka kojoj gravitira telemetrisana oprema potrebno prikazati telemetrisani podatak ili je njegovo upisivanje relevantno samo za centre u kojima se vrši analiza.

Kako bi se izvršili odabiri odgovarajućih metoda telemetrije u nekim slučajevima se vršila analiza terena, pre svega kod sistema koji zahtevaju optičku vidljivost, kao što su različiti bežični sistemi u opsegu 2,4 GHz. Grafički prikaz koji je rezultat analize topologije terena koji se oslanja na precizne satelitske snimke uz uoženje parametara visine stuba na jednoj ili obe strane slabljenja na kablovima i konektorima i dobitak na anteni pomagao nam je uz podatke o rastinju i optičkoj vidljivost da precizno procenimo da li će se sa najpovoljnijim metodama telemetrije ostvariti željeni rezultati.

Kod sistema kod kojih nije postojalo napajanje telemetrisane lokacije vršila se analiza potrošnje celog sistema i dimenzionisanje u našem slučaju sistema solarnog napajanja za najgore uslove rada a prema tehničkom zadatku koji je propisao investitor koji su ujedno opisali i klimatske uslove koje sistem mora da zadovolji (zaključno sa sastavom tla za temelj i brzinom vetra i veličinom grada koje sistem mora da izdrži), a koji su bili daleko predimenzionisani u odnosu na najgore klimatske uslove koji su zabeleženi na toj teritoriji.

Takođe na izbor telemetrijske metode učestvovali su i faktori cene metode, gde se uvek insistiralo na smanjenju troškova tokom eksploatacije, tako da je investitor uvek davao prednost bežičnim metodama komunikacije u odnosu na ostale za rastojanja veća od 300 m.

Praksa je potvrdila da su metode eksploatacije koje su odabrane zaista donele ogromne uštede tokom eksploatacije (nije bilo značajnih havarijskih zastoja, osim kvarova nastalih recimo ljudskim nemarom ili od direktnog udara groma).

Što se tiče kasnije integracije u SCADA sistem i upisa podataka u bazu, korišćene su otvorene platforme za komunikaciju sa uređajima različitih proizvođača tzv.

OPC serveri (*Open Platform Communications*). Na ovaj standardni način i korišćenjem softverskog alata za razvoj SCADA aplikacije baziranog na sistemu proizvođača Wonderware (konkretan proizvod je Wonderware Sistem Platform) omogućen je razvoj sistema baziranog na razvijenim templejtima iz kojih su prilikom integracije svakog uređaja i omogućenog čitanje zahtevanih parametara posredstvom OPC servera „izvlačene“ instance.

Wonderware je u vreme realizacije ovog projekta bio jedini softver koji je omogućio ovakav način rada i koji je bio otvoren za sve komunikacione platforme što je rezultiralo integracijom sistema koji se sastoji od preko 60.000 tagova (promenljivih koje se čitaju sa različitih uređaja, lokacija i iz različitih geografskih regiona uz generisanje dodatnih internih promenljivih kojima su definisane npr. granice alarma). Deo podataka je automatski beležen u bazu podataka (*real time* bazu) baziranu na SQL-u iz koje su se radi kasnije analize povlačili podaci uz generisanje tabela, trendova (grafika različitih zavisnosti), radi rekonstrukcije određenih incidentnih situacija, izveštaja kao i radi predaje drugim sistemima koji su imali potrebe za određenim podacima.

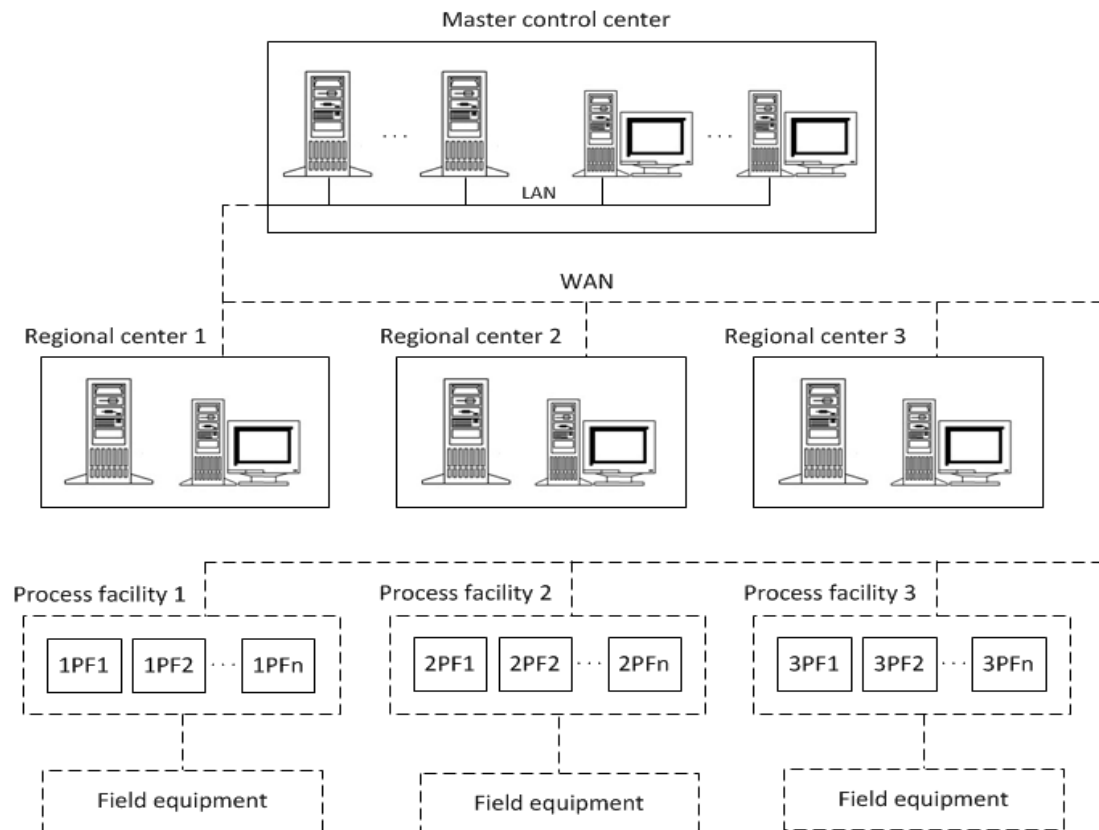
Struktura nadzorno upravljačkog sistema bazirana je na klijent server arhitekturi prikazanoj na slici 1. uz poštovanje zahteva krajnjeg korisnika da svi podaci budu vidljivi samo u glavnom dispečerskom centru, a da ostali imaju mogućnost pregleda samo dela sistema za koji su nadležni prema korisničkim nalozima. Svi podaci definisani kao alarmi i događaji se takođe beleže u bazu podataka kao i aktivnosti operatera u smislu vremena kada je određeni alarm detektovan i kada je potvrđen. Kroz sistem se vrši monitoring nad komunikacionom infrastrukturom.

Otvorenost sistema rezultirala je njegovim korišćenjem ne samo kao sistem za nadzor i upravljanje nego i kao sistem posredstvom kog će drugi sistemi koji nemaju direktnu mogućnost za komunikaciju vršiti razmenu određenih setova podataka što je rezultiralo boljim performansama i ostalih sistema koji su ranije podatke primali npr. ručnim unosom.

U delu vezanom za konfigurisanje sistema za prenos podataka posredstvom različitih komunikacionih medija bilo žično ili bežično korišćeni su različiti softverski alati proizvođača opreme koja je odabrana za određeni metod telemetrije, a nekada i više proizvođača čija se oprema morala naći u nizu lanca za telemetrisanje određenog uređaja i rad sa nekim od softvera korišćenih za ovu namenu.

Svaki prenos podataka zahtevao je i modifikacije aplikacija na prijemnim stranama pre svega sa strane PLC-ova (progamabilnih logičkih kontrolera) i tzv. mapiranje podataka u njihove registre radi daljeg čitanja. Najčešće korišćeni protokoli za razmenu podataka između PLC-a i SCADA-e su u ovom slučaju bili:

- 1) MODBUS TCP/IP,
- 2) ENRON MODBUS,
- 3) DNP 3,
- 4) Komunikacioni OPC protokoli za čitanje određene vrste PLC/RTU uređaja.



Slika 1. Arhitektura sistema

3. TEHNIČKI ZADATAK

Tehničkim zadatkom opisan je zadatak projekta uopšteno uz osnovne smernice za realizaciju u pogledu zahtevanih karakteristika opreme, podataka koje treba prikupiti i poželjnog načina za prikupljanje, gde ih vizualizovati. Opisan je celokupan obim radova i lokacije na kojima je radove potrebno izvršiti u skladu sa svim zakonima kojima jedan ovakav projekat podleže.

Dat je opis zatečenog stanja sistema i željenog sistema nakon završetka projekta. Definisani su nivo proširenja sistema sa aspekta licenciranog softvera izrade novih aplikacija modifikacija i unifikacija postojećih aplikacija kao i ostali radovi koje je potrebno uraditi da bi cilj radova bio ispunjen.

3.1. Razrada tehničkog rešenja

Pored opisanih metoda telemetrije u uvodnom delu rada u ovom delu izvršen je konkretan opis telemetrijskih paketa za konkretne slučajeve sistema za daljinski nadzor proizvodnih postrojenja. Navedeni su detaljni opisi centralnih i udaljenih telemetrijskih paketa koji su sačinjeni i konfigurisani potpuno u saglasnosti sa zahtevima navedenim u tehničkom zadatku.

Svi komunikacioni paketi sa aspekta napajanja poseduju UPS jedinicu na 24 VDC radi obezbeđenja kontinualnog napajanja na lokaciji i u slučaju nestanka napajanja električnom energijom.

Ovakav zahtev proističe iz potrebe da se signal o prestanku napajanja električnom energijom prenese do centra i nakon nestanka električne energije (tj. da se obezbedi neprekidno napajanje komunikacione infrastrukture kako bi se ovakvi podaci preneli, a koji su od suštinske važnos-

ti za sistem održavanja, sistem alarmiranja, analizu stanja sistema, ulaze u sistem za izveštavanje.

Da se nije ispunio ovakav zahtev došlo bi do bespotrebnih troškova izlaska kvalifikovanih zaposlenih na lokacije. Sistem obezbeđuje pristup kvalifikovanim stručnjacima sa udaljenih lokacija gotovo do poslednjeg elementa u sistemu za dijagnostiku. Softverski alati za konfigurisanje radio veza su poslednje tehnologije sa ugrađenom enkripcijom i frekvencijskim skakanjem, uređaji nisu vidljivi bez posedovanja ID-a, i na taj način je izbegnuta mogućnost ometanja.

Prilikom montaže antena, prenaponskih zaštita i kablova vršen je proračun slabljenja na svakom konektoru, na svakom metru kabla i kao i proračun dobitka na anteni kako bi se ostalo u zakonskim limitima. Posebno se vodilo računa o kvalitetu konekcija u RF delu jer je praksa pokazala da se najčešći problemi javljaju zbog korišćenja nekvalitetnih konektora, kablova i nepravilne instalacije.

Svaki spoj je vulkaniziran kako bi se sprečio prodor vlage u kabl i konektor, izrađena su mesta na prevojima kabla kako bi se ostvarilo otkidanje kapi sa kabla sa kog se sliva voda pre njegovog spoja sa konektorom (kritične su pozicije uvođenja RF kabla u razvodne ormare).

Kod svih metoda telemetrije gde se oprema nalazila u eksplozivnoj sredini (Ex-zona) moralo se posebno voditi računa da se oprema čita posredstvom uređaja koji imaju funkciju izolatora (izolacione barijere). Izolacione barijere imaju funkciju ograničavanja nivoa napona i struje koje je moguće emitovati u Ex zonu, na taj način se izbegava mogućnost pojave varnice i havarije u zoni opasnosti.

Kako bi se osvrnuli na trend razvoja opisan je i metod telemetrije korišćenjem baterijski napajanih uređaja čiji je projektovani vek trajanja baterije 5-7 godina.

Za ovu namenu korišćeni su uređaji proizvođača Schneider Electric pod nazivom Accutech. Suštinski ova vrsta opreme sa svojim baznim stanicama ne komunicira po standardnim protokolima ali se to od njih i ne očekuje jer standardni protokoli nisu optimizovani za prenos podataka u režimu smanjene potrošnje energije dok je kod ovih uređaja to suština.

Njima je moguće ostvariti komunikacije na rastojanjima do 1.600 m uz obavezno ispunjen uslov o optičkoj vidljivosti i ovo će uz razne varijacije na temu kod različitih proizvođača postati trend budućeg razvoja.

4. ZAKLJUČAK

Pored zaključka koji su navedeni u osnovnom radu a koji su definisani tehničkim zadatkom faze III, realizovana je dogradnja jedinstvenog sistema dispečerskih centara.

Ovo obuhvata sistem monitoringa na svim mestima i upravljanje na mestima na kojima to tehnologija proizvodnog procesa dozvoljava, zatim vizualizacije, arhiviranja i izveštavanja.

Ovo je realizovano u okviru projekta izvedenog u WonderWare ArchestrA IDE 3.1 okruženju, a sve u cilju realizacije jedinstvenog sistema nadzora nad objektima za proizvodnju nafte i gasa.

Takođe, ostvarene su komunikacione veze ARM računara, sa dispečerskim centrima mrežnom vezom TELEKOM (MPLS L3VPN).

Izrađene su potrebne softverske aplikacije i pušteno je u rad 9 novih radnih stanica sa novim licencama.

Nove aplikacije u ArchestrA okruženju izrađene su na svim zahtevanim objektima.

Pored novih aplikacija, izvršena je modifikacija i unifikacija postojećih aplikacija na još 13 objekata. Poboľjšani su Wi-Fi kanali veza ka ARM računarima u Reg. 3 kao i na 10 lokacija za bušotine na postojećim Wi-Fi sistemima.

Tehničkim zadatkom faza III bilo je potrebno projektovati, izvršiti nabavku, montažu i pustiti u rad šest novih pod sistema i proširiti sedam postojećih sistema (od ukupno 15 postojećih) za daljinski nadzor ukupno još 26 bušotine u "ESP" metodi eksploatacije.

Svi zahtevani zadaci su uspešno izvršeni zajedno sa posebnim tehničkim zahtevima koji su zahtevali implementaciju Wi-Fi linkova uz poštovanje određenih pravila (razmena podataka Wi-Fi linkova mora biti kriptovana, unutar RS232/485 mreže obezbediti mogućnost ograničenja učesnika u mreži, autentifikacije

korisnika prilikom pristupa komunikacionim portovima kontrolera na glavnom (centralnom) objektu).

Sve telemetrijske metode našle su svoju primenu nekada u kombinaciji jedna sa drugom i došlo se do konačnog zaključka da je prilikom realizacije ovakvih projekata najbolje koristiti opremu renomiranih proizvođača uz praćenje standardnih baznih tehnologija kao i novih trendova razvoja telemetrijskih sistema.

5. LITERATURA

- [1] http://plcsystems.ru/catalog/asc/doc/RealFLO_spec_eng.pdf, Decembar 2018
- [2] https://www.moxa.com/product/MGate_MB3170_3270.htm, Mart 2019.
- [3] https://www.schneider-electric.com/en/product-range/61419-trio-licensed-radios?subNodeId=827471733en_WW, Mart 2019.
- [4] Manual, SCADAPack 32 Controller, Instalation, Operation and Maintenance, Schneider Electric, 2011 <https://www.plcsystems.ru/catalog/SCADAPack/doc/5232.pdf>, Mart 2019.

Kratka biografija:



Nikola Ajduković rođen je u Zrenjaninu 1980. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranio je 2018. god. kontakt: nikola023@gmail.com



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.



Dejan Nemeć rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.