

**NADZOR I UPRAVLJANJE AUTOMATIZOVANIM PROCESOM SA UDALJENE
LOKACIJE POSREDSTVOM HTTP UPITA****MONITORING AND CONTROL OF AN AUTOMATED PROCES FROM REMOTE
LOCATION THROUGH HTTP REQUEST AND RESPONSE**

Anna Martinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – AUTOMATIZACIJA PROCESA RADA

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je jedan praktičan primer integrisanja IoT platforma kao što su ThingSpeak i Blynk u SCADA sistemsko rešenje. Rezultat je predstavljen u vidu aplikacija pomoću kojih se upravlja parametrima nastave opreme Fakulteta Tehničkih Nauka, koja je u formi radnih stanica za distribuciju, testiranje, rukovanje materijalom i sortiranje.

Ključne reči: Industrija 4.0, SCADA, IoT

Abstract – This paper presents a practical example of IoT platform integration into SCADA system solutions. The result is presented in means of an application for controlling the parameters of a teaching equipment from the Faculty of Technical Sciences, which is in the form of workstations for distribution, testing, material handling and sorting

Keywords: Industry 4.0, SCADA, IoT

1. UVOD

Definisana kao četvrta industrijska revolucija, Industrija 4.0 postavila se kao vodeći koncept u modernim proizvodnim sistemima. U sebe je uključio prednosti tradicionalnih saznanja iz industrije sa najnovijim internet tehnologijama [1].

Pravi značaj razvoja industrijske proizvodnje leži u širenju potrebe masovne manufakture dobara sa visokom mogućnošću prilagođenja i personalizaciji proizvoda prema zahtevima krajnjih potrošača.

Uzrokovano od strane razvoja hardverskih i softverskih elemenata i novih naučnih saznanja u polju informaciono-komunikacionih tehnologija, koncepti kao što su autonomne i virtuelne proizvodne ćelije i mogućnost (potpunog) upravljanja u stvarnom vremenu, koji su dosad bili neostvarivi u realnim sistemima, sada se postavljaju kao dostižni i relevantni ciljevi.

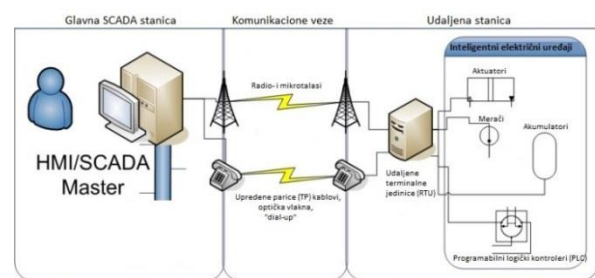
Glavni nosilac osobine upravljanja u realnom vremenu jeste komunikacija između uređaja računarskog sistema, čime se posrednim ili neposrednim putem upravlja posmatranim proizvodnim sistemom. Takvo umrežavanje se može postići pomoću akviziciono-upravljačkim

sistemom, odnosno primenom SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sistema.

Osnovna ideja ovog rada jeste integrisanje SCADA sistema i nekih dostupnih IoT veb platforma sa opisom komunikacije između različitih sastavnih elemenata, pri čemu je oslonac stavljen na mogućnosti razmene podataka koristeći HTTP. Samim tim što se kao sredstvo razmene koristi internet, rezultat rada demonstrira implementaciju četvrte generacije SCADA sistema u jednom realnom sistemu. Pored opisanog koncepta rešenja u radu su date i teorijske osnove koje su služile kao podloga za njegovu krajnju realizaciju.

2. ULOGA I EVOLUCIJA SCADA SISTEMA

Osnovni cilj SCADA sistema jeste obezbeđenje efikasnog nadzora i upravljanja nad proizvoljnim fizičkim procesom, korišćenjem digitalnih računarskih komponenti. SCADA sistem obuhvata širok spektar opreme, podsistema i tehničkih rešenja koji omogućavaju prikupljanje i obradu podataka o realnim fizičkim procesima (industrijskim pre svega), i reagovanje na adekvatan način [2]. SCADA uključuje prikupljanje podataka pomoću udaljenih terminalnih jedinica (eng. Remote Terminal Unit, skraćeno RTU) i vraćajući nazad kontrolne podatke na lokalni, nivo uređaja (slika 1).



Slika 1. Tipičan izgled SCADA sistema sa glavnim komponentama [4]

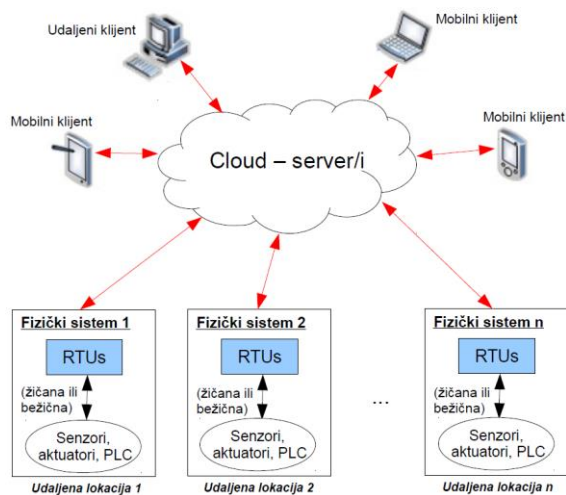
RTU se fizički realizuje kao električni uređaj koji se generalno bazira na mikroprocesorskom upravljanju [3] i koji je pogodan za korišćenje u industrijskim uslovima. Stalna akvizicija podataka se prikazuje u aplikacijama na kontrolnim stanicama, što pruža svojstvo operabilnosti sistemu. Funkcionalnost jednog ovakvog sistema najvećim delom zavisi od komunikacije između pripadajućih komponenti, putem koje se prenose podaci vezani za parametre koje se nadziru i kojima se upravlja u posmatranom fizičkom sistemu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Laslo Tarjan.

Tok komunikacije kontrolisan je odgovarajućim protokolom, koji predstavljaju skup pravila i procedura čime se omogućava upravljanje interakcijom.

Pružanje šire geografske kompatibilnosti sa distribuiranom arhitekturom i ujedinjenim sistemom kontrole motivisao je nastanak, odnosno razvoj četvrte generacije SCADA sistema, koja je u sebe integrisala internet i HTTP kao i druge veb tehnologije [5] (slika 2.).



Slika 2. Arhitektura SCADA sistema u IoT-cloud okruženju

2. IoT PLATFORME

Internet stvari (IoT – Internet of Things) je novi koncept pametne automatizacije i nadgledanja uz pomoć Interneta kao medija komunikacije. “Stvari” se obično odnose na uređaje koji imaju jedinstvene identifikatore povezane sa Internetom za međusobnu razmenu informacija [6].

Takvi uređaji imaju senzore i/ili aktuatori koji se mogu koristiti za prikupljanje podataka o njihovim okruženjima, kao i za nadgledanje i kontrolisanje istih. Prikupljeni podaci mogu biti poslani na centralizovane servere ili oblak (cloud-server) radi čuvanja i obrade na daljinu. Ovim podacima se kasnije posredstvom Internet veze može pristupiti u bilo kom trenutku i sa bilo kog mesta.

Informaciona rešenja koja pružaju implementaciju pomenutog koncepta su tzv. IoT platforme. Ono što je karakteristično za njih su mogućnosti koje pružaju u smislu pogodnosti razmene, čuvanja i načina obrade serverskih podataka. Izgradnju softverske aplikacije, odnosno bezbednu integraciju između različitih softverskih komponenti omogućavaju API-jevi (eng. Application Programming Interfaces), koje čine setovi protokola i alata. Većina aplikacija IoT-a primenjuje koncept REST (Representational State Transfer) razmene podataka za koji se uglavnom koriste JSON ili XML preko HTTP-a [7].

REST podržava razmenu bez postojanja stanja (eng. stateless concept), što znači da ne postoji stalno otvorena konekcija i pošiljalac/primalac ne znaju šta se dešavalo u prethodnim zahtevima [7]. Tipično je da REST API-jevi koriste metode HTTP (koji je takođe stateless) specifikacija za obavljanje različitih aktivnosti, kao što su npr. POST, GET, PUT i DELETE [7].

2.1. ThingSpeak

je IoT platforma, koja koristi kanale za čuvanje podataka poslanih sa aplikacija ili uređaja. Podaci se mogu čitati sa privatnih ili javno dostupnih kanala pomoću HTTP poziva i REST API-ja [8]. Kreiranjem javnog kanala na platformi dobija se jedinstveni broj putem kojeg se može pristupiti svim, u njoj postojećim poljima i očitati vrednosti koje uključuje. Radi čuvanja i sigurnosti podataka, za upis vrednosti u polja, potrebno je imati API ključ, koji se sastoji iz niza karaktera: slova i brojeva.

Izdvajanje svih primljenih podataka sa predmetnih kanala i pojedinačnih tipova sa polja je moguća u obliku JSON, XML i CSV fajlova.

2.1.1. JSON

Izdvajanju pojedinačnih podataka, kao što je npr. vrednost trenutne temperature, možemo pristupiti koristeći karakteristike tzv. JSON formata. JSON (eng. JavaScript Object Notation) je format razmene podataka, koji je sa ljudske strane lako razumljiv za izvršavanje aktivnosti poput čitanja i pisanja, dok mašine lako raščlanjuju i generišu [9]. On je tekstualni format koji je potpuno nezavisan od jezika, ali koristi konvencije poznatih programskih jezika, uključujući C, C ++, C #, Java, Python itd. Njegovu strukturu čini: Object (objekat), Value (vrednost) i Key (ključ) [10].

Dva osnovna dela koja čine JSON su ključevi i vrednosti, koji se pojavljuju u paru, pri čemu je ključ uvek tipa string, vrednost može biti string, broj, logički izraz, niz ili objekat. Parovi ključa i vrednosti slede određenu sintaksu, prema kojem nakon ključa sledi znak dvotačka nakon čega sledi pripadajuća vrednost.

Parovi ključ/vrednost nazivaju se još i Property. Za razliku od atributa, objekat je neuređeni skup parova ključa i vrednosti, koji se razdvajaju zarezima [9].

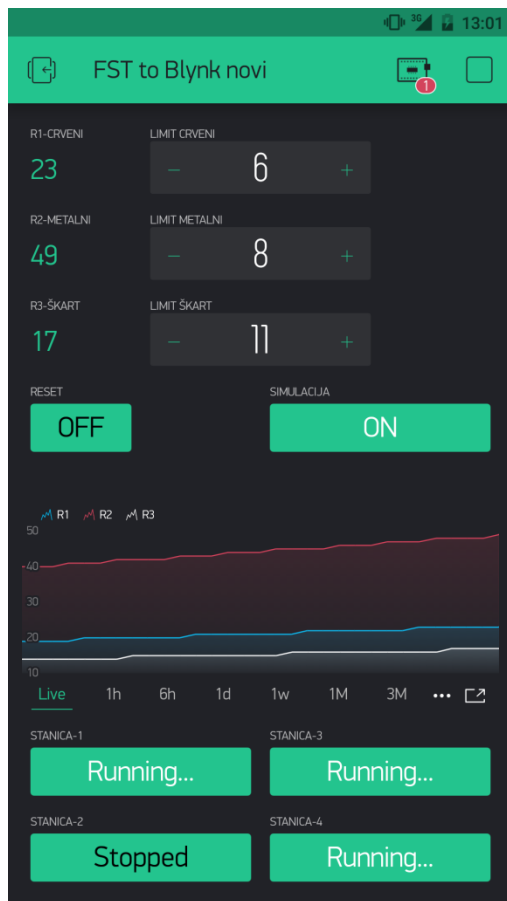
2.2. Blynk je IoT platforma, koja se može instalirati u vidu aplikacije na mobilne uređaje sa Android OS v.4.2+ i iOS v. 9+ [11]. Korišćenje aplikacije započinje se kreiranjem novog projekta (slika 4) i dodavanjem pametnog uređaja koja će učestvovati u interakciji. Nakon ovih podešavanja, generiše se tzv. token za autentikaciju putem kojeg se može pristupiti samom projektu, odnosno svim njegovim pinovima (promenljivama).

Blynk podržava HTTP RESTful API [12], što omogućava lako čitanje i upisivanje vrednosti u/iz pin-ova u Blynk aplikacijama i na hardveru. Svaki PUT zahtev će u isto vreme ažurirati stanje navedenog pin-a u aplikacijama i na hardveru.

Svaki GET zahtev vraća trenutno stanje/vrednost na datom pin-u u obliku JSON fajla, odnosno objekta (slika 3).

["6"]

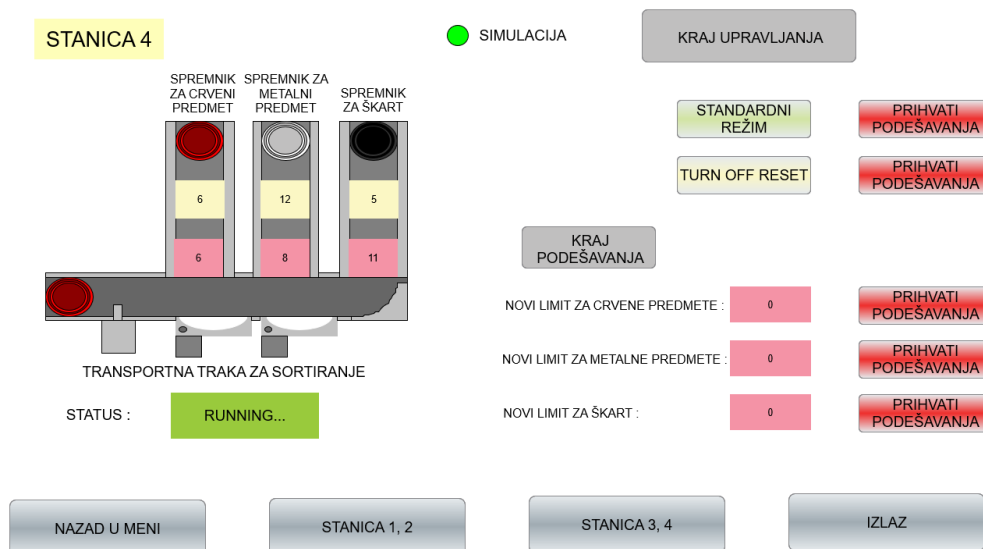
Slika 3.- Blynk: izgled HTTP GET odgovora u vidu JSON objekta



Slika 4. Primer izgleda jednog projekta u Blynk aplikaciji

3. KONCEPT I IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Za realizaciju rada, kao element za uključenje IoT tehnologije u implementaciju, koristile su se prethodno



Slika 5. Prikaz dela u aplikacijama za kontrolu i nadgledanje izlaza iz sistema

Nakon izvlačenja cilindra jedan pak se dostavlja na mesto odakle ga uzima vakuum sisaljka zakretnog cilindra i prebacuje ga u prostor stanice-2, gde se na osnovu rada komparatora razdvajaju pristigli predmeti na one sa odgovarajućom visinom i na škart. U radno područje gde su ostavljeni ispravni predmeti dolazi pneumatska

pomenute platforme Blynk i ThingSpeak. Pored toga, sa SCADA softverskim paketom ZenOn verzija 8.00 i pripadajućim ZenOn Editorom i Runtime-om urađena je vizuelizacija i programsko određivanje rada dve aplikacije. Prva aplikacija (slika 5.) namenjena je za pokretanje u SCADA okruženju, koju čine računar (PC-1), sa jedne strane povezan sa radnim stanicama preko Ethernet-a, a sa druge sa Blynk serverom (lokalni ili cloud). U skladu sa funkcijom koju obavlja, PC-1 predstavlja RTU, koja sa udaljene lokacije prikuplja podatke i sa ostvarenom komunikacijom vrši sinhronizaciju podataka u realnom vremenu. Drugačija verzija realizacije funkcije RTU-a je moguća i bežično, putem odgovarajuće elektronike sa programiranim mikrokontrolerom ESP8266. Druga aplikacija (slika 5.) se nalazi na klijentskom računaru (PC-2), koja je preko interneta povezana sa Blynk i ThingSpeak serverom. Pored toga, postoji i mobilni klijent povezan sa Blynk serverom, koji takođe preko jedinstvene aplikacije (slika 5.) pokazuje trenutno stanje posmatranih parametara.

Fizički sistem, pored RTU-a, čine radne stanice na kojima se nalazi proizvoljan broj senzora i aktuatora, čije stanje u svakom trenutku određuju programabilni logički kontroleri proizvođača FESTO, tipa FEC-FC640. Softverski alat za programiranje navedenog kontrolera je FESTO FST verzija 4.02. Prema tome, služeći se alokacionom listom programa koji je učitao u dati kontroler mogu se očitati adrese lokacija svih posmatranih promenljivih potrebnih za vizuelizaciju.

Opis rada sistema radnih stanica je sledeći: na početku linije (stanica-1) nalazi se magacin predmeta rada, koju čine crveni, metalni i crni pakovi.

hvataljka (stanica-3) koja uzima pak i premešta ga na pokretnu traku stanice-4. Pristigli predmeti rada se na kraju posmatrane linije na osnovu rada odgovarajućih senzora sortiraju u odgovarajući spremnik za crvene, metalne predmete i škart.

Podaci koji su uzeti za kreiranje SCADA aplikacije (PC-1) su broj pristiglih crvenih, metalnih i neispravnih predmeta u odgovarajućim spremnicima, koji se mogu resetovati u bilo kom trenutku preko reset dugmeta. Pored toga, moguće je podešavanje granica dozvoljenog broja (limita) predmeta rada, kao i promena režima rada u simulaciju (indikator stanja: zeleno). Stanje na stanicama je određeno statusnim oznakama RUNNING..., kada se nalazi u radu i STOPPED, kada je izvršavanje procesa obustavljeno (slika 5).

Na lokaciji udaljenog klijenta (PC-2) u SCADA aplikaciji su uključeni identični podaci (kao na PC-1) koji se ažuriraju u interakciji sa Blynk serverom. Razmena podataka sa ThingSpeak serverom sastoji iz slanja podataka o broju ispravnih i neispravnih predmeta rada, kao i čitanju vrednosti o temperaturi i vlažnosti vazduha iz polja javno dostupnog kanala, kojem se može pristupiti preko: <https://thingspeak.com/channels/522756>.

Komunikacija između ZenOn-a i IoT platformi (preko HTTP) je omogućena preko Copa Data Developer Tools Add-In Framework-a i u Editor projekat su uključena rešenja u vidu Project Service Extension ili Project Wizard Extension u zavisnosti od potrebnog načina izvršenja funkcije definisano programom. Programska rešenja su implementirana korišćenjem C# programskog jezika u *Microsoft Visual Studio 2015* razvojnom okruženju.

4. ZAKLJUČAK

Cilj diplomskog rada je bilo da se implementira i demonstrira na realnom sistemu mogućnost integracije SCADA sistema sa IoT tehnologijom. Ovo je i urađeno služeći se ZenOn v8.00 softverom i IoT platformama: ThingSpeak i Blynk, kao delova koji zauzimaju ključnu ulogu u arhitekturi stvaranja akviziciono-upravljačkih sistema u IoT (cloud) okruženju. Funkcija nadgledanja, kontrole i vizuelizacije je realizovana nad modulima od četiri radne stanice. Kao činilac od posebnog značaja je izdvojen i detaljnije obrađen završni proces, koji podrazumeva sortiranje. Razlog toga je što utvrđivanje izlaza iz nekog proizvodnog sistema predstavlja jednu od elemenata potrebnih za analizu kvaliteta postupaka promene stanja u procesu rada [13], koja se pritom pored ulaza i najlakše može iskazati.

Mogućnosti predstavljene mreže SCADA okruženja novije generacije za dalje razvijanje i primenu u oblastima života, rada i nauke su neograničene, s obzirom da je elemenat primene IoT-a je uveo fleksibilnost i nove mogućnosti u povezivanju različitih hardvera. Nove perspektive u korišćenju pruža i mogućnosti kombinacije sa različitim tehnologijama, između ostalog i sa LoRa tehnologijom, što dovodi do toga da se upravljanje u stvarnom vremenu raspostranjenim, mobilnim (i dinamičnim) sistemima (npr. pametnim gradovima) ne čini više nedostižnim.

5. LITERATURA

- [1] Rainer Schmidt, International Conference on Business Information Systems, Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results, 2015
- [2] Branislav Atlagić, Fakultet tehničkih nauka, Softver sa kritičnim odzivom, Novi Sad, 2015.
- [3] Gordon R. Clarke, Deon Reynders, Edwin Wright, Practical modern SCADA protocols: DNP3, 60870.5 and related systems Newnes, 2004
- [4] <https://www.electricaltechnology.org/2015/09/scada-systems-for-electrical-distribution.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [5] Abbas, H. A. (2014). Future SCADA challenges and the promising solution: the agent-based SCADA. International Journal of Critical Infrastructures,
- [6] Dogan Ibrahim, Internet of Things - An Introduction with PIC Microcontrollers, Netherlands, 2015.
- [7] <https://www.restapitutorial.com/lessons/whatisrest.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [8] <https://www.mathworks.com/help/thingspeak/rest-api.html> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [9] <https://www.json.org/> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [10] <https://developers.squarespace.com/what-is-json> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [11] <https://blynk.io/en/getting-started> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [12] <https://blynkapi.docs.apiary.io/#reference/0/write-pin-value-via-get/write-pin-value-via-get> (pristupljeno u septembru 2019.)
- [13] D. Zelenović, Fakultet Tehničkih Nauka, Upravljanje proizvodnim sistemima, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija:

Anna Martinović rođena je u Novom Sadu 1995. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Industrijsko inženjerstvo – Proizvodni sistemi, organizacija i menadžment odbranila je 2018.god. kontakt: martinovican@gmail.com