

Sistem za prikupljanje informacija o stanju procesa sa SMS podrškom

Studentski rad

Ognjen Petrić

student drugog ciklusa studija

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet

Istočno Sarajevo, BiH

ognjenpetri@yahoo.com

Sažetak— U ovom radu opisan je razvoj uređaja koji ima mogućnost da kontroliše i upravlja radom jednog industrijskog procesa putem GSM mreže. Ovaj uređaj je trebao da zadovolji dva osnovna zahtjeva, tj. da obavijesti korisnika kada proces dostigne referentnu vrijednost, kao i da postoji mogućnost da korisnik u bilo kom trenutku može provjeriti trenutne procesne veličine od interesa.

Ključne riječi - SMS ; Beckhoff; PLC; TwinCat 2;

I. UVOD

U svijetu savremene tehnologije uvijek je postojala težnja inženjera da se mogućnosti novih tehnologija implementiraju u postojeće industrijske aplikacije i procese. Niko nije ni pomišljao koliku će popularnost doživjeti mobilne telekomunikacije i mobilni telefoni. Uporedo sa razvojem mobilne telefonije razvijale su se i ideje o njenoj upotrebi u industriji. Jedna od takvih ideja koja je sprovedena u djelo je uređaj koji može da vrši monitoring i kontrolu nekog drugog uređaja, putem GSM mreže, dakle bežično. Kontrola uređaja bežičnim putem je postojala i ranije ali je udaljenost sa koje se moglo kontrolisati bila ograničena. Sa pojavom GSM mreže dobila se mogućnost da sa jednog kraja svijeta možete kontrolisati i nadgledati uređaj na drugom kraju svijeta.

Razvoj informacionih tehnologija kao i potrebe savremenog čovjeka dovele su do nastanka četvrte industrijske revolucije nazvane "Industry 4.0". Kako bih ova industrijska revolucija u potpunosti zaživjela potrebno je mnogo finansijskih sredstava, za šta većina kompanija na prostoru Balkana još uvijek nije spremna. Kao i sve kompanije tako i kompanije sa naših prostora sve više imaju potrebe za udaljenih pristupom do svojih proizvodnih pogona. Pošto rješenja koja nudi *Industry 4.0* trenutno iziskuju velika finansijska ulaganja, predmet ovog rada jeste razvoj uređaja koji će biti u mogućnosti da kontroliše i upravlja radom jednog industrijskog procesa putem GSM mreže. Ovaj uređaj treba da zadovolji dva osnovna zahtjeva, da obavijesti korisnika kada proces dostigne referentnu vrijednost i da postoji mogućnost da korisnik u bilo kom trenutku može provjeriti trenutne vrijednosti procesnih veličina od interesa. U ovom radu opisan je jedan takav

komunikacioni servis. Komunikacija između korisnika i upravljačkog sistema obavlja se pomoću SMS poruka za šta je zadužen Siemens-ov GSM/GPRS modem MD720, a komunikacija između modema i PLK-a vrši se pomoću RS232 komunikacionog protokola.

U nastavku rada detaljno su opisane osnovne karakteristike upotrebljenih hardverskih komponenti kao i način povezivanja i komunikacije sa PLK-om. Pored hardverskog dijela opisan je i kompletan softverski dio. Za razvoj korisničke aplikacije korišten je Beckhoff-ov softver TwinCAT 2 verzija 2.11.

II. SMS

SMS (*Short Message Service*) je usluga koja omogućava razmjenu kratkih poruka između mobilnih telefona. SMS se prvi put pojavio početkom 1990-tih u Evropi, a definisan je unutar GSM (*Global System for Mobile Communications*) standarda. Oba standarda su razvijena od strane ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Kao što je već rečeno, a može se i iz samog imena zaključiti (*Short Message Service*) da je ovaj servis predviđen za razmjenu kratkih poruka (140 Bajtova). Zbog toga jedna tekstualna SMS poruka može da sadrži:

- 160 karaktera (sa 7-bitnim kodiranjem),
- 140 karaktera (sa 8-bitnim kodiranjem),
- 70 karaktera (sa 16-bitnim UCS2 kodiranjem).

Zbog načina kodiranja, SMS usluga se može koristiti za prenos poruka pisanih raznim jezicima, tj. u svim jezicima koji podržavaju *Unicode* kodiranje. Iako se SMS poruke, u najvećem broju slučajeva koriste za prenos tekstualnih poruka, one mogu da služe za prenos binarnih podataka. Tako da je moguće slati melodije, slike, kontakt informacije, podešavanje WAP servisa, preko SMS poruka. Danas, SMS predstavlja jednu od najčešće korištenih usluga mobilnih operatera. Procjenjuje se da je širom svijeta u 2017-toj godini poslano oko 8 triliona poruka, odnosno 22 milijarde SMS poruka svakog dana [1]. Postoje brojni razlozi zašto je SMS usluga popularna, počevši od ekonomskih, psiholoških, socijalnih,

tehničkih. Neke od najznačajnijih karakteristika SMS poruka, koje su pridonijele popularnosti servisa su:

- SMS poruka se može poslati i pročitati kada korisniku to odgovara,
- SMS poruka može se poslati i broju koji je u tom trenutku nedostupan (bez signala), a poruka će mu biti dostavljena kada se prijavi na mrežu,
- SMS poruke su pogodnije za komunikaciju u nekim situacijama (npr. kada prilikom sastanka korisnik ne može izaći napolje da telefonirate i sl.),
- SMS poruke podržavaju svi mobilni telefoni i svi mobilni operateri [2].

III. TWINCAT 2

Beckhoff TwinCAT softverski paket pretvara skoro sve kompatibilne PC računare u *real time* industrijske kontrolere sa mogućnošću implementacije i više PLK-ova na jednom PC-u, sa kompletnim programskim okruženjem i radnom stanicom. Ovo je jedna od glavnih prednosti TwinCAT softverskog paketa, i upravo je ona iskorištena za realizaciju ovog projekta. Dakle, što zapravo znači da je umjesto klasičnog PLK-a korišten laptop računar kao embedded PLK.

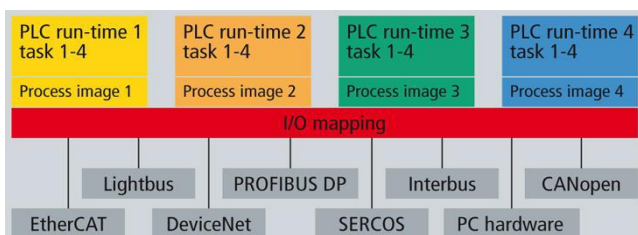
TwinCAT ujedinjuje mogućnosti *real time* kontrolera sa svjetski najvećom softverskom platformom Microsoft Windows operativnim sistemima.

TwinCAT se sastoji od *run time* modula u kome se izvršavaju upravljački programi u realnom vremenu i razvojnih okruženja za programiranje, dijagnostiku i konfiguraciju. Svi Windows programi, na primjer programi za vizualizaciju ili Office programi, mogu pristupiti TwinCAT podacima preko Microsoft interfejsa, ili mogu izvršavati naredbe.

TwinCAT je kompatibilan sa IEC 61131-3 standardom i podržava sve IEC 61131-3 programske jezike sa jednostavnim editorom, brzim i efikasnim kompajlerom, tako da vrijeme kreiranja čak i velikih PLK programa od nekoliko MB može biti kratak.

A. TwinCAT PLK server

PLK server obrađuje (izvršava) programe u fiksnim vremenskim intervalima. TwinCAT započinje izvršavati zadatke *run time* modula na deterministički način, tj. do 4 PLK-a *run time* modula mogu biti pokrenuta istovremeno na jednom PC. *Run time* moduli, zauzvrat, imaju mogućnost multitaskinga sa po 4 zadatka. PLK server omogućava istovremeni rad do 16 zadataka u 4 *run time* modula, svaki zadatak s vlastitim prioritetom i vremenom ciklusa. Ukupno, može se koristiti do 32 MB programa i 4 MB podataka. Vrijeme izvršavanja na PC procesorima je izuzetno brzo.



Slika 1. TwinCAT multi PLK.

B. TwinCAT PLK Control

TwinCAT PLK Control je kompletno razvojno okruženje za PLK. Upotreba uređivača i funkcija za otklanjanje grešaka zasnovana je na provjerenim okruženjima razvojnog programa naprednih programskih jezika.

TwinCAT omogućava PLK programeru da lakše pristupi moćnim jezičkim resursima IEC 61131-3 standarda.

Osnovne karakteristike TwinCAT-a:

- Funkcijski blokovi,
- Test bez PLK (Integrirani PLK softver omogućava nam da testiramo PLK program bez spoljnog hardvera),
- Promjena tokom rada (Programi se mijenjaju "online" u PLK-u),
- Ponovna upotreba postojećih PLK programskih blokova,
- Standardizovani interfejsi,
- Heterogeno okruženje,
- Biblioteke visokog nivoa,
- SCADA sistemi,
- Daljinski pristup,
- Individualno razvojno okruženje.

C. TwinCAT System Manager

TwinCAT System Manager je centralni alat za konfiguraciju TwinCAT sistema. Adrese U/I tačaka koje se koriste u softverskim zadacima i fizičke U/I tačke povezane su pomoću *fieldbus-a* i sa njima upravlja *TwinCAT System Manager*. Takođe se mogu posmatrati i *online* vrijednosti aktivnih konfiguracija. Logičke adrese U/I tačaka dodjeljuju se fizičkim, povezujući varijable softverskih zadataka i varijable *fieldbus-a*.

U nastavku su navedene glavne komponente *TwinCAT System Manager-a*. Postojanje ovih komponenti zavisi od nivoa instaliranog TwinCAT sistema.

- *Real time Configuration* – Ova komponenta omogućava podešavanje parametara vezanih za izvršavanje programa u realnom vremenu.
- *PLC Configuration* - Pod ovom stavkom, navedeni su svi PLK projekti koji se pokreću na lokalnom sistemu (trenutno do 4 projekta).
- *Cam Configuration* - Elektronski Cam server i njegova konfiguracija.
- *I/O Configuration* - Odgovarajuće *fieldbus* interfejs kartice su potrebne za povezivanje i upravljanje procesima. Kartice koje se koriste moraju se definisati pod ovom stavkom.

TwinCAT System Manager podržava sve distribuirane *fieldbus-ove* čak i istovremeno. *System Manager* je jedini alat koji je potreban za konfigurisanje sledećih *fieldbus-ova*:

EtherCAT, *Beckhoff Lightbus*, PROFIBUS DP (*master i slave*), PROFIBUS MC (*motion control*), ProFINET, Interbus, CANopen, *SERCOS interface*, DeviceNet, *Ethernet I/P*, *Ethernet*, *PC printer port*, USB, *Serial bus coupler BK8100 on COMx*, *Memory interface (DP RAM) for PC cards*, SMB (*System Management Bus*) [3].

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Osnovni zadatak ovog projekta je bio da se simulira jedan industrijski proces kojim se upravlja i kontrolira pomoću SMS poruka. U ovom slučaju radi se o jednostavnom brojaču, koji u realnim uslovima može predstavljati induktivni ili kapacitivni senzor koji broji prolasku određenih predmeta, kao što su paketi, boce, vreće i tome slično. Kada brojač dođe do određene vrijednosti koja je unaprijed zadana, u ovom slučaju to iznosi 10 radi jednostavnijeg predstavljanja ovog principa, PLK program pomoću GSM/GPRS modula obavještava korisnika da je brojač stigao do zadate vrijednosti. Umjesto zadate vrijednosti može se koristiti i vremensko ograničenje, kada će se obavještavati korisnik o stanju brojača, na primjer svakih 8 sati što predstavlja kraj radnog vremena. Pored ovoga korisnik može u svakom trenutku da provjeri stanje brojača, slanjem odgovarajuće SMS poruke na broj koji se koristi u GSM modemu. Poruku koju prepoznaje PLK program kao adekvatnu poruku na koju treba odgovoriti odnosno poslati trenutno stanje brojača glasi „stanje“. Funkcija koja se koristi u programu za prepoznavanje odgovarajuće poruke, razlikuje mala i velika slova i stoga je veoma bitno da se pošalje gramatički korektna SMS poruka. Potrebno je napomenuti da kompletan program radi u realnom vremenu, sa sistemskim taktom od 1 ms, što je sasvim dovoljno da PLK stigne poslati poruku, ali i da inkrementira brojač ukoliko je došlo do detektovanja predmeta.

Komponente koje su korištene za realizaciju ovog projekta su: *EtherCAT coupler EK1100*, *EtherCAT terminal EL6001* odnosno interfejs za serijsku komunikaciju, GSM/GPRS modul sa odgovarajućom antenom i SIM karticom, napojna jedinica koja na svom izlazu daje neophodnih 24 VDC za napajanje svih navedenih komponenti. Za pisanje PLK programa korišten je *Beckhoff-ov* programski paket TwinCAT 2.11.

Program se sastoji iz tri funkcijska bloka: za pristup SMS sistemu, za slanje i čitanje SMS poruka, kao i glavnog dijela programa u kojem se pozivaju ovi funkcijski blokovi.

A. Glavni MAIN program

Upravljački program se sastoji od tri funkcijska bloka i glavnog *main* programa. Glavni program kao i funkcijski blokovi pisani su u ST programskom jeziku. Pored standardnih biblioteka koristi se i biblioteka COMlibV2.lib za serijsku komunikaciju. Ovoj biblioteci pripada i funkcijski blok *SerialLineControl* koji omogućava komunikaciju između PLK programa i hardverskog interfejsa za serijsku komunikaciju kao što je EL6001. Nakon što je podešena serijska komunikacija, može početi izvršavanje upravljačkog programa.

B. Funkcijski blok za slanje SMS poruka

Funkcijski blok za slanje SMS poruka, će poslati SMS poruku korisniku čiji se broj nalazi u stringu *sPhoneNumber*. Poruka će biti poslata u tekstualnom režimu, što je pogodnije za rukovanje od PDU režima za binarne datoteke. Zbog toga se prvo izvršava AT komanda za prebacivanje u tekstualni

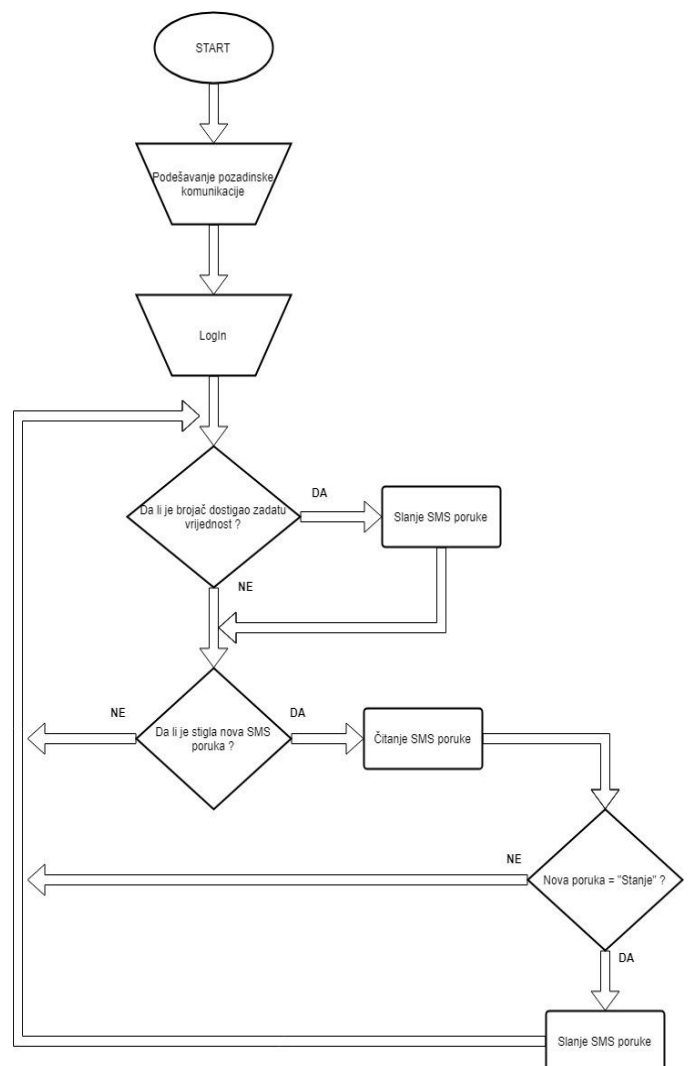
režim `AT+CMGF=1`. Nakon toga se tek poziva AT komanda za slanje SMS poruke. AT komanda za slanje SMS poruke: `AT+CMGS=<DestinationAddress><CR><text><ctrl-z>` AT komanda za slanje poruka podjeljena je na dva dijela: prvo se telefonski broj šalje sa `<CR>` (16 # 0D) na kraju. Odgovor sa modema treba da bude znak `">"` - (16 # 3E). Nakon prijema ovog odgovora, tekst poruke se šalje i ograničava sa `<ctrl-z>` (16 # 1A).

C. Funkcijski blok za čitanje SMS poruka

Ovaj funkcijski blok koristi AT komandu za čitanje nepročitanih SMS poruka, `AT+CMGL="REC UNREAD"`. Pročitane poruke kopira u string *sMessageText*, nakon čega se ovaj string analizira u glavnom programu.

D. Dijagram toka

Dijagram toka (eng. *flowchart*) predstavlja grafički prikaz algoritma programa, a strelice određuju tok i smjer izvršavanja programa[5].



Slika 2. Dijagram toka upravljačkog programa.

V. PRINCIP RADA UREĐAJA ZA UPRAVLJANJE INDUSTRIJSKIM PROCESOM POMOĆU SMS PORUKE

Na početku glavnog programa poziva se funkcijski blok za pristup SMS sistemu. Ovaj funkcijski blok koristi se za deaktiviranje eho funkcije i unos PIN koda za SIM karticu. Ovo se izvršava svaki put kad se pokreće program, a ostatak programa može da se nastavi tek nakon što se procedura pristupa SMS sistemu završi.

```
IF iBrojacLog=0
THEN
iBrojacLog:=iBrojacLog+1;
bStartLogIn:=TRUE;
ELSIF LogIn_bBusy=FALSE AND bStartLogIn=TRUE
THEN
bStartLogIn:=FALSE;
iBrojacLog:=iBrojacLog+1;
END_IF
```

Slika 3. Dio koda za pozivanje funkcijskog bloka za pristup SMS sistemu.

Rastuća ivica na promjenljivoj *bSensor* izaziva inkrementiranje brojača *iBrojac*. Kada vrijednost brojača *iBrojac* dostigne zadanu vrijednost, PLK program šalje SMS poruku korisniku čije je broj prethodno upisan u promjenljivoj *sTestNumber*.

```
IF rtrigStart.Q
THEN iBrojac:=iBrojac+1;
ELSIF iBrojac=2 AND iBrojac2=0 AND ReadSMS_bBusy=FALSE
THEN
Format_iBr:=iBrojac;
fbFormat(sFormat:='Trenutno stanje brojaca Br: %d',arg1:=F_UINT(Format_iBr),sOut=>Format_sOut);
sTestText:=Format_sOut;
bStartSend:=TRUE;
tonTime(IN:=TRUE,PT:=#300ms);
IF tonTime.Q AND SendSMS_bBusy=TRUE
THEN
bStartSend:=FALSE;
tonTime(IN:=FALSE);
iBrojac2:=iBrojac2+1;
END_IF
```

Slika 4. Dio koda za slanje SMS poruka.

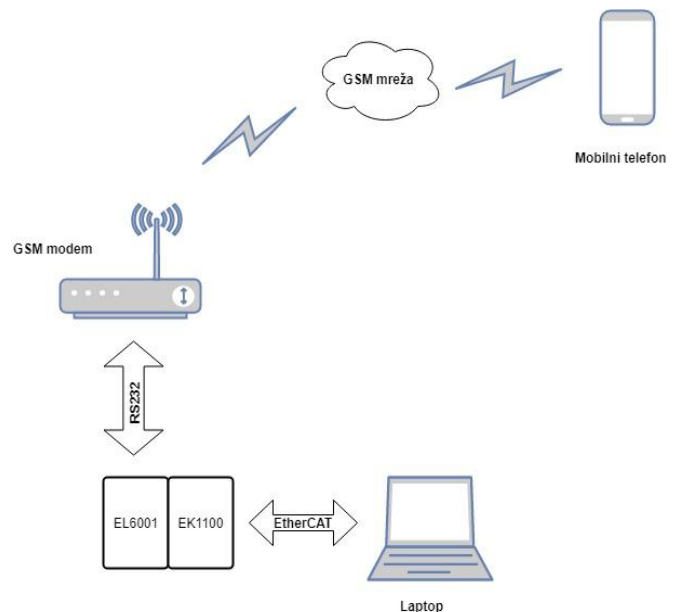
Dok brojač ne dostigne zadanu vrijednost, PLK program za to vrijeme provjerava da li je stigla nova SMS poruka. Ukoliko je stigla nova SMS poruka sa adekvatnim i ispravno napisanim sadržajem “stanje”, PLK program u tom trenutku vraća pošiljaocu trenutnu vrijednost brojača i ponovo nastavlja da provjera da li je stigla sledeća nova poruka[5].

```
ELSIF bStartLogIn=FALSE AND iBrojacLog=2 AND tonTime1.Q=FALSE
THEN
(*tonTime1(IN:=FALSE);*)
bStartRead:=TRUE;
tonTime1(IN:=TRUE,PT:=TTime1);
ELSIF bStartRead=TRUE AND tonTime1.Q AND SendSMS_bBusy=FALSE
THEN
bStartRead:=FALSE;
tonTime1(IN:=FALSE);
iPoredjenje:=FIND(ReadSMS_MessageText,sString);
iPoredjenje2:=FIND(ReadSMS_MessageText,'*3');
iPom3:=iPoredjenje+6;
iPom4:=iPoredjenje2+12;
MEMCOPY(ADR(arReadSMS),ADR(ReadSMS_MessageText),LEN(ReadSMS_MessageText)); (*Copy String to ARRAY*)
```

Slika 5. Dio koda za ispitivanje prijema nove poruke.

VI. IZGLED KOMPLETNOG SISTEMA

Uređaj je sastavljen iz više funkcionalnih cjelina, koje su u vidu blok dijagrama predstavljene na slici 6. Mobilni telefon preko GSM mreže, putem SMS poruka komunicira sa modemom zadavajući mu komande. GSM modem preko RS232 protokola komunicira s PLK-om odnosno laptop-om, a upravljanje GSM modemom iz PLK-a vrši se pomoću AT komandi.



Slika 6. Blok dijagram realizovanog uređaja.

Praktična realizacija uređaja je urađena na osnovu blok dijagrama koji je prikazan na slici 2. Za napajanje kompletnog sistema koristi se napojna jedinica koja na svom izlazu daje 24 VDC. Rješenje opisano u ovom radu je optimalno u odnosu na odnos kvalitet-cijena, koji danas predstavlja jedan od najznačajnijih faktora u inženjerstvu. Sam uređaj je moguće vrlo efikasno modifikovati i za druge namjene. Korištene diskretne komponente ne zahtijevaju puno novčanih sredstava, a i lako se mogu nabaviti na našem tržištu[5].

VII. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je simulacije jednog industrijskog, na izgled jednostavnog procesa ali veoma prisutnog u praksi. Za upravljanje i kontrolu ovim procesom zadužen je PLK program koji sa korisnikom komunicira pomoću GSM modema odnosno preko SMS poruka. Pored toga što program obavještava korisnika kada brojač dođe do zadate vrijednosti, korisnik takođe može u bilo kom trenutku da provjeri trenutno stanje brojača. U ovom slučaju simuliran je brojač koji može predstavljati induktivni ili kapacitivni senzor, ali umjesto toga može se koristiti Pt 100 sonda za mjerenje temperature, senzori za mjerenje vlažnosti, nivoa tečnosti i slično. Jedan od osnovnih nedostataka ovog projekta jeste nemogućnost provjere stanja kredita na kartici, ali to se može riješiti korištenjem *post-paid* kartice. Treba napomenuti da je sva oprema koja je korištena za realizaciju ovog projekta osim GSM modema njemačkog proizvođača *Beckhoff*. Za pisanje PLK programa takođe je korišten *Beckhoff*-ov programski paket TwinCAT 2.11.

Osnovna namjena ovakvog jednog sistema jeste upravljanje i kontrolisanje industrijskih procesa, ali takođe može pronaći svoje mjesto prilikom izgradnje „pametnih“ kuća. Glavne prednosti ovog projekta jeste jednostavna i brza implementacija u već postojeća industrijska postrojenja sa minimalni vremenom zastoja. Ovim radom je prikazano kako se može veoma jednostavno kontrolisati i upravljati znatno složenijim industrijskim procesima, sa malim finansijskim ulaganjima, a implementacija samog uređaja ne zahtjeva veće izmjene postojećeg sistema.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je nastao na osnovu diplomskog rada na I ciklusu akademskih studija na Elektrotehničkom fakultetu u Istočnom Sarajevu pod mentorstvom prof. dr. Slobodana Lubure kome se ovom prilikom zahvaljujem, kao i g. Suadu Ibrahimkadiću iz kompanije Sicon koja je obezbjedila potrebnu opremu kako bi se ovaj projekat i praktično realizovao.

LITERATURA

- [1] <https://www.textrequest.com/blog/texting-statistics-answer-questions/>, April, 2018.
- [2] Ognjen Bjelica, „Sigurnost i zaštita SMS poruka – sSMS“, INFOTEH, Jahorina, Mart, 2012.
- [3] <https://beckhoff.com/>, Mart, 2018.
- [4] <https://infosys.beckhoff.com/>, Mart, 2018.
- [5] Ognjen Petrić, „Sistem za prikupljanje informacija o stanju procesa sa SMS podrškom, Elektrotehnički fakultet, April, 2018.
- [6] Siemens, Industrial Remote Communication –TeleControl MODEM MD720, Decembar, 2016.
- [7] <https://www.automatika.rs/>, Mart, 2018.

ABSTRACT

The subject of this paper is the development of a device that will be able to control and manage the operation of an industrial process through a GSM network. This device should satisfy two basic requirements, i.e. to inform the user when the process attain a reference value, and that there is a possibility that the user can at any time check the current process values.

SYSTEM FOR COLLECTING INFORMATION ON THE STATE OF THE PROCESS WITH SMS SUPPORT

Ognjen Petrić