

UNIVERZITET U BEOGRADU
Elektrotehnički fakultet
Katedra za elektroniku



Predmet: 32-bitni mikrokontroleri i primena

Upravljanje putem GSM mreže

Autor:

Nebojša Božić 3238/2012

Mentor:

Prof. dr Dragan Vasiljević

Beograd, januar 2013.

Sadržaj

Uvod	2
Teorijski pregled GSM tehnologije	3
Hardverska realizacija	3
Razvojna ploča STM32VLDISCOVERY	4
GSM/GPRS modem GM862-QUAD	5
Glavni program	7
Prekidna rutina	9
Zaključak	11

Uvod

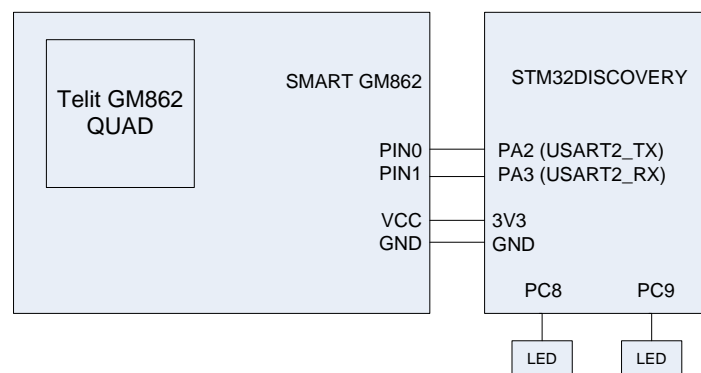
Ovaj dokument predstavlja izvještaj projekta iz predmeta 32-bitni mikrokontroleri i primena koji je izborni predmet na master studijama odsjeka za elektroniku. Tema projekta je realizacija sistema koji će omogućiti kontrolu putem GSM mreže. Rad obuhvata uspostavljanje komunikacije između razvojnog sistema STM32VLDISCOVERY firme *STMicroelectronics* i GSM modula GM862-QUAD firme *Telit*, kao i realizaciju algoritma za obradu pristiglih poruka i izvršavanje naredbi. Za implementaciju i testiranje algoritama i protokola korišćen je softverski alat *IAR Embedded Workbench 6.4 Kickstart*, programski jezik C i niz biblioteka i funkcija u okviru *CMSIS (CortexTM Microcontroller Software Interface Standard)* standarda.

Teorijski pregled GSM tehnologije

GSM (Global System for Mobile Communications, prvobitno *Groupe Spécial Mobile*) je standard razvijen od strane ETSI(European Telecommunications Standards Institute) kako bi opisao protokole za drugu generaciju (2G) digitalnih ćelijskih mreža koje se koriste od strane mobilnih telefona. GSM standard je razvijen kao zamjena za prvu generaciju (1G) analognih ćelijskih mreža. Sama mreža je organizovana u takozvane ćelije i svaki predajnik je zadužen za jednu ćeliju. Ćelije se razlikuju po veličini i mogu biti makro, mikro, piko i femto ćelije. Makro ćelije su najveće i obično su to ćelije koje pokrivaju jedan manji dio grada. Mikro ćelije su nešto manje i one obično pokrivaju jedno naselje unutar jednog dijela grada. Piko i femto ćelije se vezuju za unutrašnji prostor nekih objekata. Po standardu, maksimalan poluprečnik jedne ćelije je 35km ali se u praksi rijetko realizuju tako velike ćelije. Da bi ostvarili prenos podataka putem GSM-a potrebna nam je mobilna stanica (mobilni telefon) i SIM (*Subscriber Identity Module*) kartica u kojoj su memorisani svi podaci neophodni za uspješno povezivanje u mrežu. Nekoliko servisa je podržano unutar standarda. Osnovni servis je govorni poziv pomoću koga je moguće pozvati nekog korisnika i razgovarati sa njim kao i putem fiksne telefonije. Drugi servis je SMS (*Short Message Service*) gdje je moguće poslati drugom korisniku tekstualnu poruku od maksimalno 160 karaktera. Ovo je danas jedan od najpopularnijih servisa jer omogućava veoma jednostavan, jeftin i brz način komunikacije. Treći servis je GPRS (*General Packet Radio Service*) koji je paketski orjentisan servis tj. namjenjen je za razmjenu paketa podataka i naplaćuje se po količini prenesenih podataka, a ne po vremenu korišćenja mreže kao kod prvog servisa. Ovaj servis omogućava i IP (*Internet Protocol*) što korisniku omogućava korišćenje interneta.

Hardverska realizacija

Na slici 1. je prikazana šema povezivanja hardvera.

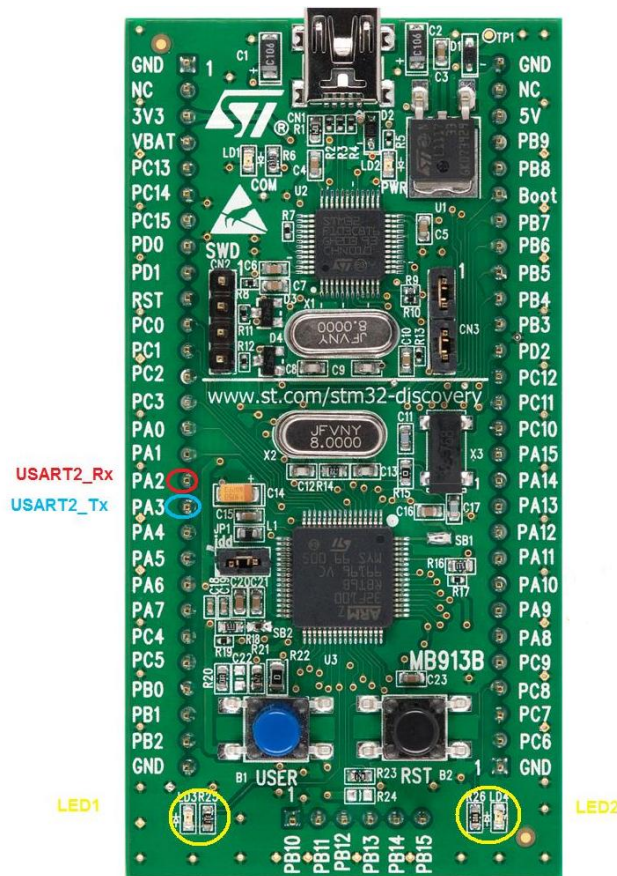


Slika 1. Šema povezivanja hardvera.

GSM modul komunicira sa razvojnom pločom STM32VLDISCOVERY putem USART-a. Pin0 ploče Smart GM862 je povezan sa pinom PA2 (Tx za USART2), a Pin1 je povezan sa pinom PA3(Rx za USART2). Takođe je potrebno povezati pinove VCC i GND ploče Smart GM862 sa pinovima 3V3 i GND na razvojnoj ploči STM32VLDISCOVERY.

Razvojna ploča STM32VLDISCOVERY

Korišćena razvojna ploča je STM32VLDISCOVERY, proizvođača STMicroelectronics. Na njoj se nalazi mikrokontroler STM32F100RB baziran na ARM Cortex-M3 jezgru. Napaja se preko USB-a, a može i sa 3.3V ili 5V eksternog napajanja. Posjeduje i ST-Link debugger / programmer, preko koga se mikrokontroler programira i debuguje. Prikaz pomenute ploče, dat je na slici 2. Mikrokontroler je zasnovan na ARM arhitekturi, sa 32-bitnom dužinom instrukcije. Radna frekvencija iznosi 24MHz, sa 128KB Flash memorije i 8KB SRAM-a. Sadrži tri USART periferije, jedan 12-bitni AD konvertor, dva 12-bitna DA konvertora, šest 16-bitnih tajmera opšte namjene, kao i jedan sa naprednijim funkcijama. Nalazi se u 64-pinskom LQFP pakovanju.



Slika 2. Razvojna ploča STM32VLDISCOVERY.

GSM/GPRS modem GM862-QUAD

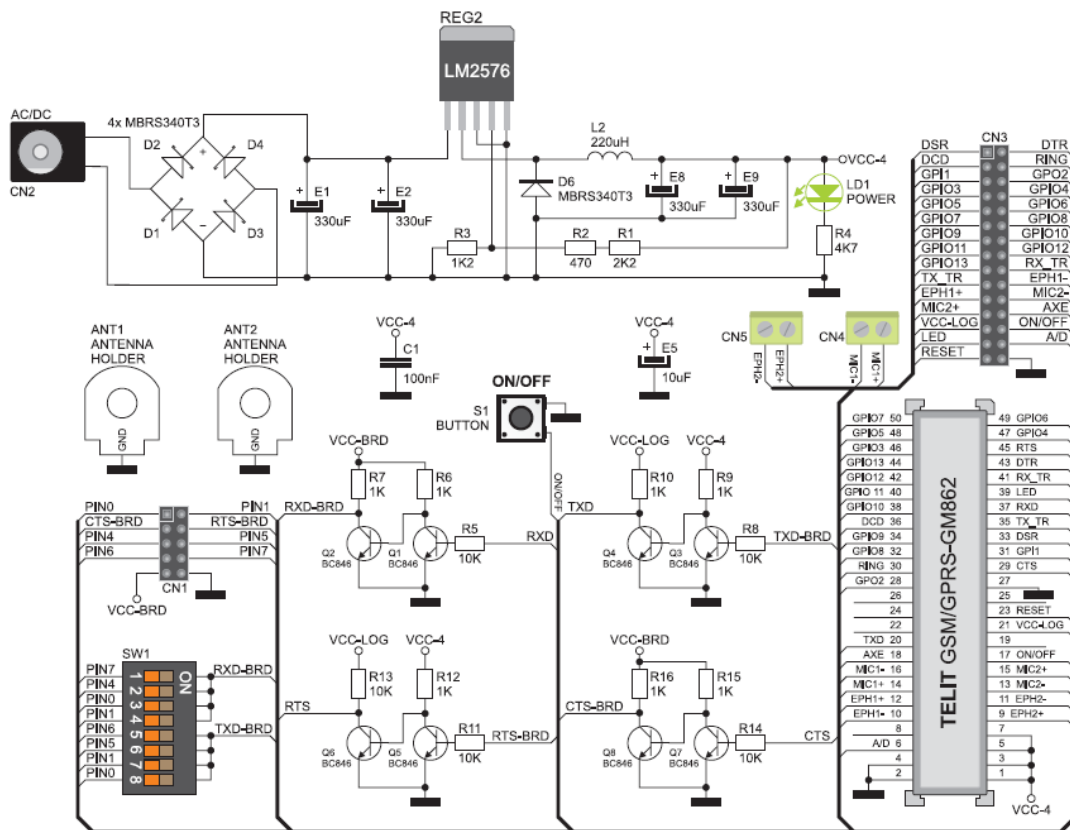
Na slici 3. prikazan je GSM/GPRS modem - Telit GM862-QUAD GSM na Smart GM862 ploči.



Slika 3. GSM/GPRS modem - Telit GM862-QUAD GSM na Smart GM862 ploči.

Hardverska šema Smart GM862 ploče prikazana je na slici 4. Nominalna vrijednost napajanja za GM862 modem je 3.8V, dok je prihvatljiva vrijednost u opsegu 3.4-4.2V. Gornjim dijelom šeme na slici 4. zapravo je omogućeno da se na konektor za napajanje CN2 može dovesti napon 7-23V AC ili 9-32V DC, a ovaj dio će izvršiti translaciju na odgovarajući naponski nivo. To zapravo predstavlja mnogo veći i pristupačniji opseg napona napajanja koji se može dovesti. Modem serijskim putem komunicira sa mikrokontrolerom. Kako su naponski nivoi GSM modema 0 i 2.8V, to je translacija napona izvršena i u ovom slučaju. Pin mikrokontrolera A2 (Tx za USART2) je povezan na pin PIN0 GM862 ploče, dok je pin A3 (Rx za USART2) povezan na pin PIN1. U dijelu označenom sa SW1 treba da budu aktivni samo prekidači 4 i 8, čime je podešeno da se vrši odgovarajuća translacija napona (za Tx mikrokontrolera sa 3.3V na 2.8V, za Rx mikrokontrolera sa 2.8 na 3.3V ukoliko se prenosi visok naponski nivo). Parametri serijske veze za komunikaciju između GSM modema i razvojne ploče STM32VLDISCOVERY su: Bitska brzina je 9600baud/sec, *Flow Control* je isključena, *Data bits* je 8 bita, bit parnosti se ne provjerava i samo jedan bit je Stop bit. Kompletno upravljanje i konfigurisanje GSM modula ostvaruje se preko serijske veze pomoću AT komandi. Na svaku poslatu AT komandu modul vraća odgovor koji može biti potvrda da je komanda uspješno izvršena ili može biti poruka koja signalizira da je došlo do greške. Takođe je moguće poslati poruku kojom se samo provjeravaju određeni parametri tako da odgovor na tu komandu čine ti parametri. Svaka AT komanda se mora

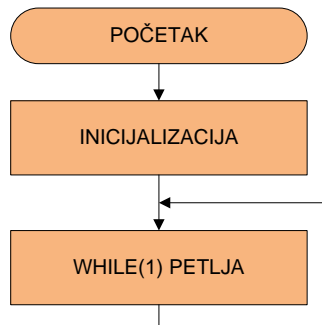
završiti sa simbolom <CR> tj. brojem 0x0D. Komande korišćene u našem sistemu su AT, ATE, AT+CMGF, AT+CNMI i AT+CMGS. Komanda AT se koristi za ulazak u AT mod i zato se ona prva šalje modulu. Komanda ATE je komanda za konfigurisanje eha tj. da li da modul vrati nazad sve podatke koji se pošalju ka njemu. Ova opcija je po standardu uključena. Da bi se isključila eho opcija, potrebno je modulu poslati ATE0<CR>. Komanda AT+CMGF je komanda za konfigurisanje moda SMS poruke, da li da poruka bude u PDU modu (ovaj mod je podešen po standardu) ili tekst modu. U ovom projektu se koristi tekst mod i u procesu inicijalizacije se modulu šalje poruka AT+CMGF=1<CR>. Komandom AT+CNMI podešavamo indikaciju za novopristiglu SMS poruku. Moguće je podesiti više načina za indikaciju npr. da se pristigla poruka odmah proslijedi na serijsku vezu (ta opcija je podešena u ovom projektu), da se poruka sačuva i da se na serijski port samo pošalje obavještenje da je stigla nova poruka itd. Pomoću komande AT+CMGS se kreira i šalje SMS poruka. Da bi se uspješno poslala poruka mora se prvo specificirati odredište tj. broj mobilnog telefona na koji se šalje poruka pa se zatim proslijedi sam tekst poruke. Ova poruka je i specifična po tome što se završava sa simbolom <CTRL+Z> tj. brojem 0x1A. Procedura za slanje poruke izgleda ovako: AT+CMGS="BR TELEFONA"<CR> i na ovo modul odgovara simbolom > tj. brojem 0x3E posle čega se modulu šalje sam tekst poruke. Kada završimo sa tekстом poruke, potrebno je poslati simbol <CTRL+Z> i modul će tekst poruke prosljediti do odredišta.



Slika 4. Hardverska šema Smart GM862 ploče.

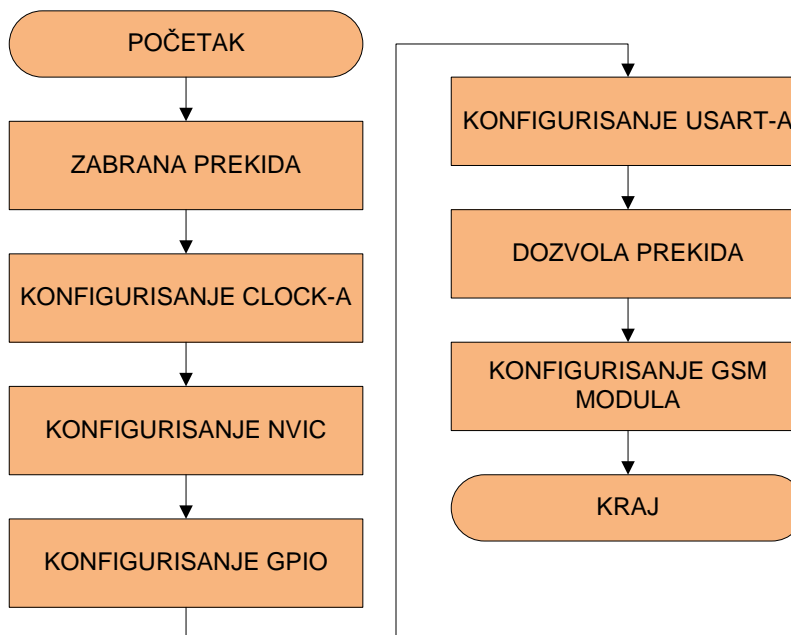
Glavni program

Na slici 5. prikazana je uprošćena šema glavnog programa. Posle početne inicijalizacije program izvršava instrukcije u okviru *while* petlje koja se nikad ne završava.



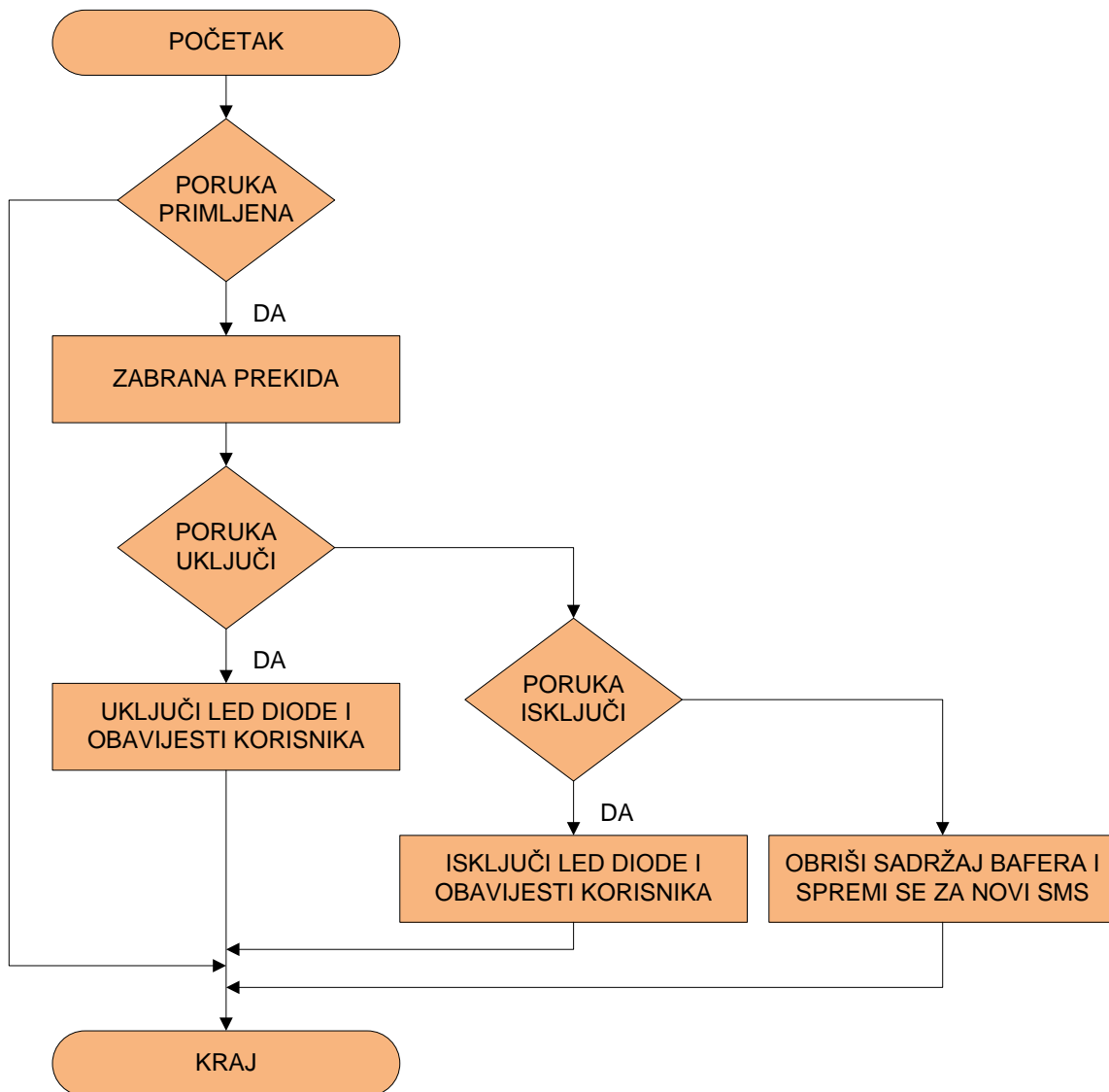
Slika 5. Uprošćeni prikaz glavnog programa.

Na slici 6. prikazane su sve radnje koje se izvršavaju u okviru procesa inicijalizacije. U okviru ovih cjelina pojedini pinovi mikrokontrolera se konfiguriraju na odgovarajući način shodno upotrebi (ulazni, izlazni ili specijalna funkcija).



Slika 6. Inicijalizacija hardvera.

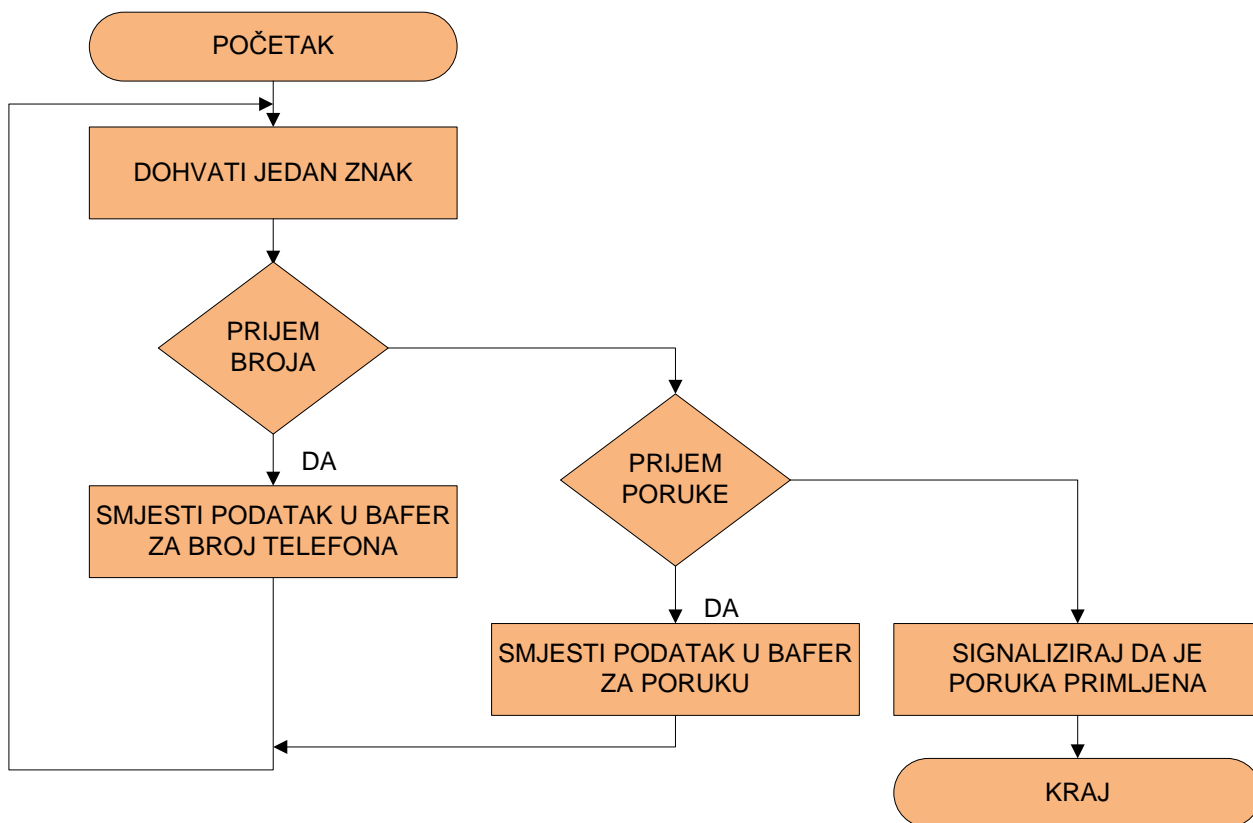
Prije same inicijalizacije hardvera, postavi se zabrana prekida. Da bi se koristila neka periferija, neophodno je da joj se dovede clock, zbog toga se prvo poziva funkcija koja će da obezbjedi clock za korišćene periferije (u ovom slučaju USART2 i LED diode na portu C). Nakon što je omogućen rad sa periferijama, podešava se NVIC, a zatim se konfiguriraju pinovi i USART. U okviru inicijalizacije USART-a se bira da tip prekida koji će da uvede program u prekidnu rutinu bude RXNE tj. prekid se javlja kada prijemni bafer USART-a nije prazan. Prekidi se dozvole i vrši se inicijalizacija GSM modula.



Slika 7. Instrukcije u okviru while petlje.

Na slici 7. su prikazane instrukcije u okviru while petlje. Ukoliko je prekidna rutina primila poruku, vrši se poređenje primljene poruke sa predefinisanim komandama. Nakon što se odredi o kojoj se komandi radi, komanda se izvršava i poziva se funkcija za odgovor korisniku. Ova funkcija preko USART-a prosleđuje GSM modulu naredbe za kreiranje nove poruke, kao i podatke koji su već pripremljeni u baferima. Nakon što se poruka pošalje, briše se sadržaj bafera. Ukoliko primljena poruka nije prepoznata kao neka od predefinisanih komandi, zanemaruje se i briše se sadržaj bafera.

Prekidna rutina



Slika 8. Uprošćeni prikaz prekidne rutine.

Na slici 8. su prikazane instrukcije u okviru prekidne rutine. Program ulazi u prekidnu rutinu kada prijemni bafer USART-a nije prazan. Na početku prekidne rutine se dohvata jedan znak. Provjerava se da li je to znak za početak broja (broj se nalazi pod navodnicima, tako da je očekivani znak “) i ako jeste, postavlja se promjenljiva koja signalizira prijem broja. Narednih 13 znakova će biti smješteni u bafer za čuvanje broja telefona. Nakon prijema broja, očekujemo simbol koji će označiti početak prijema poruke. Svi znakovi do znaka <CR> (u ovom slučaju označava kraj poruke) se smiještaju u bafer za čuvanje poruke. Nakon prijema poruke, postavlja se promjenljiva koja glavnom programu signalizira da je poruka primljena i spremna za obradu.

Zaključak

Ovaj projekat je izabran sa ciljem da se autor upozna sa ARM Cortex-M3 mikrokontrolerima. Ideja sistema je da pruži mogućnost daljinske kontrole parametara kućne automatizacije, što podrazumijeva mali broj poruka koje GSM modul prima i na koje treba da odgovori. Sistem je trenutno realizovan tako da se primanje poruke vrši u prekidnoj rutini pa je glavni program rasterećen i slobodan za izvršavanje drugih zadataka. Kako se u ovoj aplikaciji ne očekuje od modula da često obrađuje poruke, autor je odlučio da se odgovor korisniku na njegovu komandu šalje iz glavnog programa. Za navedeni sistem to ne predstavlja problem, ali predstavlja realan problem za sistem koji obrađuje veći broj poruka. Da bi se glavni program oslobodio, najjednostavnije je da se slanje poruke izvede preko prekidne rutine. Postoje razne mogućnosti za proširenje i unapređenje projekta što je i u planu.

Literatura

- [1] UM0919 User Manual STM32VLDISCOVERY, *STMicroelectronics, 2010.*
- [2] RM0041 Reference Manual STM32F100xx advanced ARM-based 32-bit MCUs, *STMicroelectronics, 2010.*
- [3] STM32F100x4, STM32F100x6, STM32F100x8, STM32F100xB, *STMicroelectronics, 2010.*
- [4] <http://www.iar.com/>.
- [5] Smart GM862 Datasheet mikroElektronika