



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija
Sveučilište u Zagrebu

Daljinski upravljiva utičnica



- Δ Za vlasnike kuća za odmor
- Δ Korištenje mobilnog telefona i Bluetootha
- Δ Korištenje mikrokontrolera
- Δ Spajanje električnih komponenata

Sažetak

U okviru ovog projekta napravio sam sustav za daljinsko upravljanje utičnicom. Problem je bio upravljanje na mjestima koja nemaju telefonske priključke, a time ni Internet. Do sada su svi projekti koji su sadržavali upravljanje utičnice radili to pomoću Web aplikacija. Kako, iz već spomenutih razloga, to nije bilo moguće napravio sam sustav koji uključuje i isključuje utičnicu slanjem SMS poruke. Kada mobitel koji je na udaljenoj lokaciji primi poruku, Android aplikacija poruku proslijedi na mikrokontroler koji s obzirom na njen sadržaj izvršava određenu zadaću. Sustav potom vraća povratnu informaciju o izvršenoj radnji. Prednosti takovog sustava su jednostavnost, brzina i ekonomičnost. S druge strane ovakav sustav nije namijenjen za upotrebu na mjestima gdje želimo učestalo mijenjati stanja utičnice i gdje imamo Internet jer onda postoji jeftiniji način upravljanja. Koristi od ovog sustava imaju vlasnici vikendica, kleti, kuća za odmor...

Sadržaj

1. UVOD	3
2. OPIS SUSTAVA ZA DALJINSKO UPRAVLJANJE UTIČNICOM	4
3. SKLOPOVSKA REALIZACIJA SUSTAVA.....	5
3.1. Električna shema spajanja utičnice i mikrokontrolera pomoću releja	5
3.2. HC-05 Bluetooth sučelje.....	6
3.3. STM32F407VG Discovery	6
3.4. Produžni kabel	7
4. PROGRAMSKA REALIZACIJA SUSTAVA.....	9
4.1. Funkcije za inicijalizaciju sklopovlja	9
4.1.1. Inicijalizacija izlaznih periferija	9
4.1.2. Inicijalizacija USART1 sučelja	9
4.2. Glavni dio programa i funkcije	11
4.2.1. Glavni program	11
4.2.2. USART1_IRQHandler prekidna funkcija.....	11
4.2.3. Funkcija za slanje	12
5. ANDROID APLIKACIJA	13
6. ZAKLJUČAK.....	14
7. LITERATURA.....	14
8. POJMOVNIK	15

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

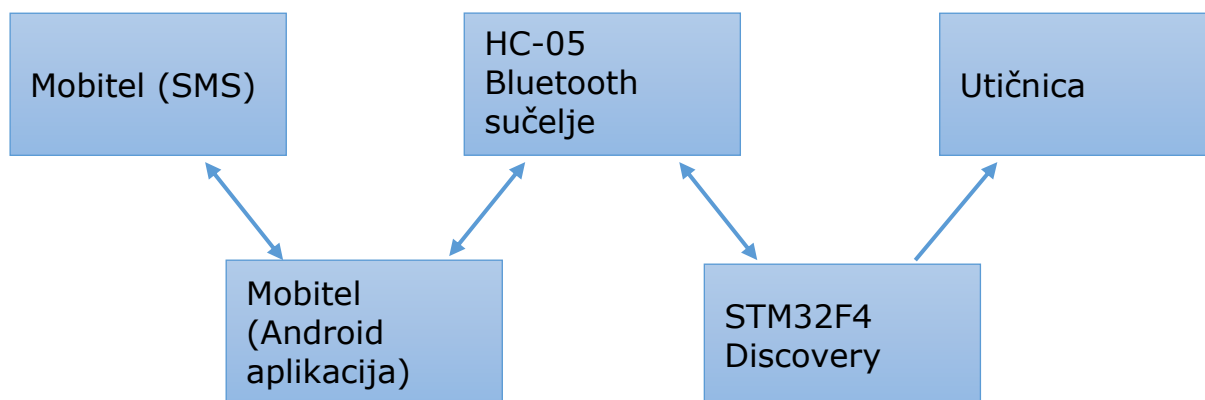
1. Uvod

Svima nam je poznat neugodan osjećaj kada odlazimo od kuće na nekoliko dana da smo zaboravili isključiti vodu i struju ili zatvoriti prozore. Svima nam je jasno kako se onda osjećaju ljudi koji imaju kuće za odmor i kada ih napuštaju na više mjeseci. Ponekad se u žurbi i nepažnji tako nešto i dogodi, a posljedice znaju biti neugodne. Ovaj projekt omogućava paljenje i gašenje "razvodne letve" na daljinu čime se ne bi riješio samo spomenuti problem već bi i omogućio paljenje uređaja prije dolaska na odmor. Mogli bismo ranije uključiti hladnjak ili rasvjetu u dvorištu i sl. To bi se moglo izvesti pomoću komunikacije preko telefonske linije. Pošto su kuće za odmor često na manje urbaniziranim lokacijama, brdima, šumama i otocima na tim mjestima nema telefonske linije ili vlasnicima ne treba telefon tih nekoliko dana tijekom kojih su na odmoru. Također, telefonski se priključak plaća cijelu godinu i stvara nepotrebne troškove ako se gotovo i ne koristi. Rješenje je imati stari mobilni telefon koji više nije u upotrebi. Jedini trošak je pretplata za mobitel i nekoliko poslanih SMS poruka. Tako bismo na daljinu mogli uključiti i isključiti uređaje, ali i dobiti povratnu informaciju, slanjem samo jedne SMS poruke.

U nastavku ću opisati kako sam i uz pomoć kojih komponenti i uređaja riješio spomenuti problem, koja je njihova uloga i kako ih sve spojiti u jednu cjelinu.

2. Opis sustava za daljinsko upravljanje utičnicom

Cijeli sustav se sastoji od više manjih podsustava i cjelina. Njihove funkcije i međusobno povezivanje ću detaljnije objasniti u sljedećem poglavlju.



Slika 1. Blok shema cijelog sustava

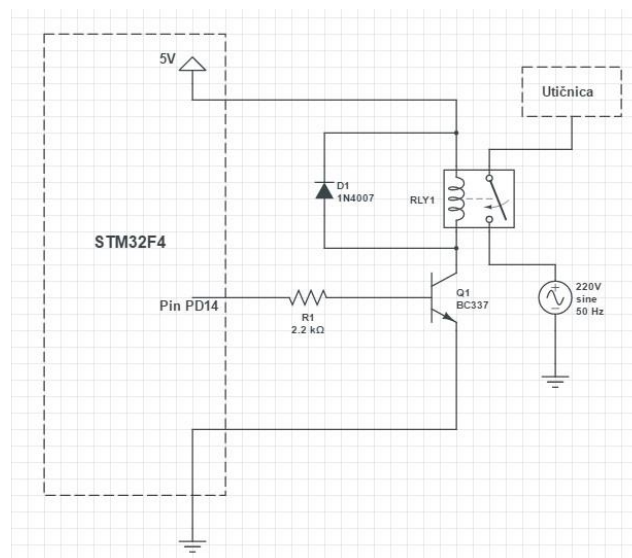
Utičnicom korisnik može upravljati na daljinu slanjem SMS poruke na definirani broj. Kada poruka stigne na drugi mobitel, na udaljenoj lokaciji, Android aplikacija na njemu uzima sadržaj poruke i šalje na mikrokontroler (STM32F4) preko Bluetooth sučelja. Mikrokontroler pomoću izlaznog pina upravlja relejom koji uključuje ili isključuje utičnicu.

3. Sklopovska realizacija sustava

Proces sklopovske realizacije sustava odnosi se na projektiranje električne sheme koja povezuje mikrokontroler i utičnicu, HC-05 Bluetooth sučelje i STM32F4 *Discovery*.

3.1. Električna shema spajanja utičnice i mikrokontrolera pomoću releja

Za potrebe projekta nisam koristio "razvodnu ploču" ili utičnicu u zidu, već produžni kabel kako bi cijeli sustav bio prenosiv. Za "razvodnu ploču" ili utičnicu u zidu vrijede ista pravila pa je projekt primjenjiv i za njih. Shemu nisam stavljao na tiskanu pločicu nego je spojena na eksperimentalnoj pločici (eng. *proto-board*). Relej na shemi povezuje dva kruga, lijevi koji se napaja s 5V iz mikrokontrolera i desni koji je na 220VAC. Bipolarni tranzistor radi u području zasićenja kao sklopka koja upravlja relejom. Tranzistorom upravljamo pomoću pina PD14 koji generira upravljački signal.



Slika 2. Električna shema

Komponente:

- Otpornik (2.2kΩ) – određuje baznu struju tranzistora Q1
- Dioda (1N4007) – služi za zaštitu tranzistora od prenapona kod isključivanja releja
- Bipolarni tranzistor (BC337-25) – radi u području zasićenja. Korišten je jer je maksimalna izlazna struja iz pina PD14 2.5mA, a izlazni

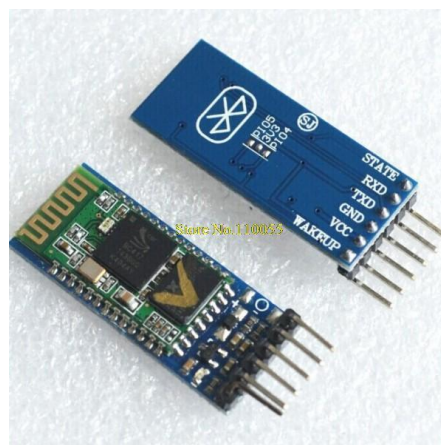
napon 3V što nije dovoljno za upravljanje relejom. Njime onda upravljamo izlaznim pinom od 5V i maksimalnom izlaznom strujom 500mA što je i više nego dovoljno za uključivanje releja.

- Relej (HJR 1-2C L-05V) – napon na njegovoj zavojnici za zatvaranje sklopke je 5V, a to je maksimalni napon kojeg možemo dobiti iz mikrokontrolera pa zato koristimo njega. Otpor zavojnice je 150Ω . Kontakt sklopke može podnijeti 220V izmjenične struje i 60W maksimalne snage, a to je dovoljno za naš projekt.

3.2. HC-05 Bluetooth sučelje

Modul HC-05 koristi se za povezivanje elemenata sustava. HC-05 je modul koji je raširen u uporabi i koristi ga veliki broj *developera* u raznim mikrokontrolerskim sustavima poput Arduina, Stellarisa itd. Prednost Bluetooth modula HC-05 je mijenjanje načina rada. Može raditi u *master* i *slave* načinu. Određivanje načina rada vrši se pomoću AT naredba.

U projektu sam koristio ovo sučelje za komunikaciju mobilnog telefona i mikrokontrolera. Komunikacija modula i mikrokontrolera je serijska (UART). HC-05 se napaja s 3.3V iz mikrokontrolera te ima pinove GND, TXD i RXD koji se spajaju na mikrokontroler. Važno je napomenuti da se prilikom spajanja modula na UART pinove na mikrokontroleru TXD pin modula spaja na odgovarajući RX pin, a RXD pin na odgovarajući TX pin.

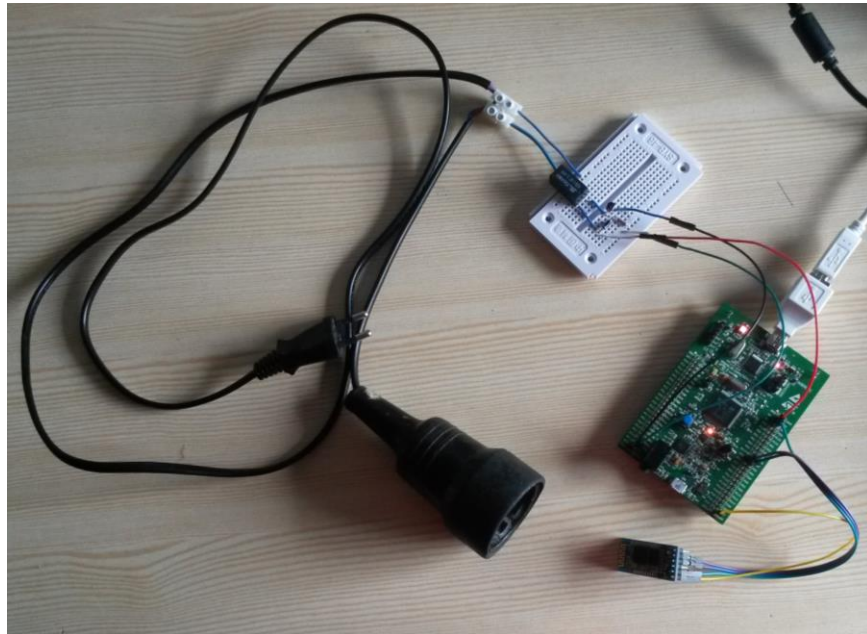


Slika 3. Bluetooth modul

3.3. STM32F407VG Discovery

STM32F407VG je mikrokontroler velikih mogućnosti s ARM CortexM arhitekturom. Sve značajke i specifikacije za CortexM arhitekturu vrijedit će

sam uzeti kabel kojeg sam modificirao tako što sam prerezao jednu žicu i između nje spojio relej. Takav produžni kabel vrlo je praktičan za prijenos i isprobavanje rada cijelog sustava.



Slika 5. Cijeli sustav

4. Programska realizacija sustava

Proces programske realizacije sustava se prvenstveno odnosi na programiranje samog STM32F4 mikrokontrolera. Ovo poglavlje podijelit ću u dva dijela. Prvo ću objasniti koje dijelove i sustave je potrebno inicijalizirati i kako sam to izveo. U drugom dijelu ću opisati prekidne funkcije i što svaka od njih izvodi.

4.1. Funkcije za inicijalizaciju sklopovlja

Ove funkcije se koriste da bi se inicijalizirali dijelovi koje ćemo koristiti u projektu. Bilo je potrebno inicijalizirati USART1 serijsko sučelje i indikacijske LED lampice.

4.1.1. Inicijalizacija izlaznih periferija

Dan je programski kod za inicijalizaciju periferije D, pinova 13 i 14 na koje su spojene LED lampice. Pin 14 ujedno služi kao upravljački signal za tranzistor koji onda uključuje ili isključuje relej.

```
extern void init_pio(void){

    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOD, ENABLE); //uključiti takt za
    periferiju D

    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;

    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_13 | GPIO_Pin_14; //koristiti ću izlaze
    13 i 14 (LED)
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT; //izlaz
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Medium_Speed; //brzina 2MHz
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP; //pull down
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_DOWN;

    GPIO_Init(GPIOD, &GPIO_InitStructure);
}
```

4.1.2. Inicijalizacija USART1 sučelja

USART1 je sučelje za serijsku komunikaciju. Na STM32F407 *Discovery* koristi pin 6 kao izlaz (TX) i pin 7 kao ulaz (RX). U projektu pomoću ovog sučelja komuniciraju mikrokontroler i Bluetooth modul. Brzinu za komunikaciju sam postavio na 9600baud, a paketi su sadržavali 8 bitova poruke, imali jedan stop bit i bili su bez paritetnog bita. Unutar inicijalizacije USART1 serijskog sučelja omogućio sam prekide koji se postavljaju kada

stigne poruka. Kada stigne zahtjev za prekid izvršava se određena zadaća koja je navedena u prekidnoj funkciji *USART1_IRQHandler*.

```
extern void init_usart1(uint32_t baudrate){

    USART_InitTypeDef USART_InitStruct;
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitUsart;

    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_USART1, ENABLE); //takt usart1

    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE); //takt za
    periferiju B

    GPIO_InitUsart.GPIO_Pin = GPIO_Pin_6 | GPIO_Pin_7; //pinovi 6 i 7
    GPIO_InitUsart.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF; //alternating mode
    GPIO_InitUsart.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
    GPIO_InitUsart.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
    GPIO_InitUsart.GPIO_Speed = GPIO_Medium_Speed;

    GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitUsart);

    GPIO_PinAFConfig(GPIOB, GPIO_PinSource6, GPIO_AF_USART1); //pin 6 i 7
    cu koristiti kao tx i rx za usart1
    GPIO_PinAFConfig(GPIOB, GPIO_PinSource7, GPIO_AF_USART1);

    USART_InitStruct.USART_BaudRate = baudrate;
    USART_InitStruct.USART_HardwareFlowControl =
    USART_HardwareFlowControl_None;
    USART_InitStruct.USART_Mode = USART_Mode_Tx | USART_Mode_Rx;
    USART_InitStruct.USART_Parity = USART_Parity_No;
    USART_InitStruct.USART_StopBits = USART_StopBits_1;
    USART_InitStruct.USART_WordLength = USART_WordLength_8b;

    USART_Init(USART1, &USART_InitStruct);

    USART_ITConfig(USART1, USART_IT_RXNE, ENABLE); //enable usart1
    interrupt

    NVIC_InitStruct.NVIC_IRQChannel = USART1_IRQn; //omogućavanje prekida
    za usart1
    NVIC_InitStruct.NVIC_IRQChannelCmd = ENABLE;
    NVIC_InitStruct.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority = 0;
    NVIC_InitStruct.NVIC_IRQChannelSubPriority = 0;
    NVIC_Init(&NVIC_InitStruct);

    USART_Cmd(USART1, ENABLE);
}
```

4.2. Glavni dio programa i funkcije

Ovdje će biti opisan glavni program koji se sastoji od beskonačne petlje i dijela sa AT naredbama za konfiguraciju Bluetooth modula.

4.2.1. Glavni program

U glavnom dijelu programa nalazi se beskonačna petlja u kojoj se izmjenjuje paljenje i gašenje narančaste LED lampice (pin 13) i čeka se prekid. U komentiranom dijelu se nalaze naredbe koje koristimo kada prijedemo u AT način rada kod Bluetooth modula. Niže navedene naredbe ispituju u sučelje da li je u *master* ili *slave* načinu rada i kako su sastavljeni paketi koji se šalju u serijskoj komunikaciji.

```
int main(void){
    init_pio();
    init_usart1(BAUD);

    //AT naredbe
    //  USART_puts(USART1, "AT\r\n");
    //  Delay(8000000);
    //  USART_puts(USART1, "AT+ROLE=?\r\n");
    //  Delay(8000000);
    //  USART_puts(USART1, "AT+UART?\r\n");

    while(1){
        GPIO_ToggleBits(GPIOD, GPIO_Pin_13);
        Delay(15000000);
    }
}
```

4.2.2. USART1_IRQHandler prekidna funkcija

Kada stigne zahtjev za prekid od strane USART1 serijskog sučelja poziva se prekidna funkcija koja provjerava primljenu poruku i s obzirom na nju stavlja izlazni pin 14 u visoko ili nisko te šalje povratnu informaciju natrag na Bluetooth modul.

```
void USART1_IRQHandler(void) {
    if( USART_GetITStatus(USART1, USART_IT_RXNE) ){
        static uint8_t cnt = 0;
        char t = USART1->DR;

        if( (t != '\n') && (cnt <= MAX_STRLEN)){
            received_string[cnt] = t;
            cnt++;
        }else{
            if(!strncmp((const char *)received_string,"On",2)){
                cnt = 0;
                USART_puts(USART1, "Utičnica je uključena.");
            }
        }
    }
}
```

```
        GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_14);
    }else if(!strcmp((const char*)received_string,"Off",3)){
        cnt = 0;
        USART_puts(USART1, " Utičnica je isključena.");
        GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_14);
    }else if(!strcmp((const char *)received_string,"Stanje",6)){
        uint8_t stat;
        cnt=0;
        stat=GPIO_ReadOutputDataBit(GPIOD, GPIO_Pin_14);
        if(stat==Bit_SET){
            USART_puts(USART1,"Utičnica je uključena.");
        }else{
            USART_puts(USART1,"Utičnica je isključena.");
        }
    }else{
        cnt = 0;
        USART_puts(USART1, "Kriva naredba.");
    }
}
}
```

4.2.3. Funkcija za slanje

Funkcija *USART_puts* služi za slanje podataka preko USART1 serijskog sučelja na Bluetooth modul.

```
extern void USART_puts(USART_TypeDef* USARTx, volatile char *s){
    while(*s){
        // wait until data register is empty
        while( !(USARTx->SR & 0x00000040) );
        USART_SendData(USARTx, *s);
        s++;
    }
}
```

5. Android aplikacija

Android aplikacija je rađena u programskom okruženju *Android Studio*. Njena zadaća je primljeni sadržaj SMS poruke proslijediti na Bluetooth sučelje. Kada se izvrši određena zadaća mikrokontroler šalje obavijest preko Bluetooth modula na mobitel. Aplikacija prima tu poruku te ju u obliku SMS poruke šalje na broj koji je tražio da se određena radnja izvrši. Unutar same aplikacije bilo je potrebno omogućiti rad s SMS porukama čitanje, pisanje i primanje te rad s Bluetoothom ugrađenim u mobilni telefon. Kada stigne SMS poruka, aplikacija sprema dolazni broj, poruku i vrijeme pristizanja poruke i prikazuje ih na ekranu. Kod pristizanja informacija s Bluetooth sučelja, aplikacija će primiti tekst do određenog znaka, u mom slučaju '.', te poslati pristigli tekst na broj koji je prethodno bio spremljen. Utičnica se pali naredbom "On", gasi naredbom "Off", a trenutno stanje se provjerava naredbom "Stanje". Povratne informacije su "Utičnica je uključena", "Utičnica je isključena", a u slučaju krive naredbe "Kriva naredba."

6. Zaključak

Rezultat ovog projekta je paljenje i gašenje utičnice ili razvodne ploče na daljinu. Opisano je kako na jednostavan, brz i jeftin način možemo upravljati utičnicama na mjestima koja imaju samo mobilni signal, dakle bez telefonske linije i Interneta. Koristi od ovoga mogu imati svi vlasnici kuća za odmor. Ovaj projekt ne rješava kontrolu utičnica u objektima koji su stalno naseljeni i imaju Internet jer za učestalo mijenjanje stanja postoje ekonomičniji načini. Ovakvo uključivanje i isključivanje može se napraviti i uz pomoć poziva (DTMF metoda), ali su pozivi skuplji od SMS poruka. Jedina prednost takvog načina kontrole bi bila mogućnost upravljanja preko fiksne telefonske linije.

7. Literatura

- [1] Kevin Sangeelee, 2012: Raspberry Pi – Driving a Relay using GPIO, URL: <http://www.susa.net/wordpress/2012/06/raspberry-pi-relay-using-gpio/>
- [2] Tutorial points. URL: <http://www.tutorialspoint.com/android> (2016-05-21)
- [3] GitHub,Inc, g4lvanix/STM32F4-examples. URL: <https://github.com/g4lvanix/STM32F4-examples/blob/master/USART>
- [4] Taral Shah, 2014: HC-05 Bluetooth interfacing with your microcontrollers, URL: <http://embeddettweaks.com/hc-05-bluetooth-interfacing-with-your-microcontrollers/>

8. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
Android	Operacijski sustav za mobilne uređaje	https://hr.wikipedia.org/wiki/Android_(operacijski_sustav)
ARM Cortex-M	Grupa 32-bitnih jezgri ARM procesora	https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_Cortex-M
Bipolarni tranzistor	Tranzistor je poluvodički elektronički element (elektronička sklopka)	https://hr.wikipedia.org/wiki/Tranzistor
Bluetooth	Način bežične razmjene podataka između dva ili više uređaja	https://hr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth
relej	Vrsta prekidača	https://hr.wikipedia.org/wiki/Relej
SMS	Usluga slanja kratkih tekstualnih poruka unutar GSM standarda mobilne telefonije	https://hr.wikipedia.org/wiki/SMS
USART	Sklop za serijsku komunikaciju između dva uređaja	https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Synchronous/Asynchronous_Receiver/Transmitter