

Nastavni predmet:	Ugradbeni računalni sustavi
Vježba: 03	Arduino – Bluetooth komunikacija
Ishodi vježbe:	Konfigurirati Bluetooth modul pomoću AT naredbi. Koristeći Bluetooth modul i Android aplikaciju upravljati LED diodom, relejom, prikazati poruku s Android aplikacije na LCD zaslonu, te prikazati A/D vrijednost s potencijometra na Android aplikaciji. Kreirati vlastitu Android aplikaciju.

Upute za izradu pripreme za vježbu:

Budući da je mikroupravljač računalo na čipu koji se programira kako bi upravljao priključenim vanjskim elektroničkim komponentama, priprema za vježbu se sastoji od dva dijela:

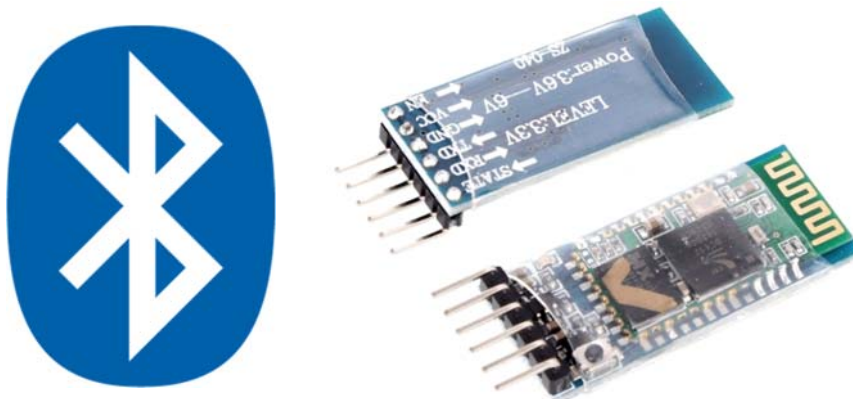
1. **Opis elektroničkih komponenti koje će se koristiti na LV** – proučiti tekst u nastavku, proanalizirati i u bilježnicu ispisati najvažnije informacije za elektroničke komponente.
2. **Opis naredbi korištenih u LV** – proanalizirati programski kod za sve zadatke, ispisati nove naredbe i funkcije, objasniti njihovu namjenu i argumente. Ako ne možeš pronaći sve informacije u kodu priloženih zadataka, posluži se internetom npr. www.arduino.cc ...

Upute za izradu vježbe:

- Svaki zadatak treba prije prevođenja (eng. compile) pohraniti u napravljeni folder na Desktopu, tako da, u slučaju pogreške (HW, SW) imaš sačuvan kod.
- Na kraju LV, sve zadatke spremi na USB ili pošalji na svoj mail.
- Nazivi datoteka, zbog preglednosti, neka budu: LV01_ZAD01, LV01_ZAD02, itd.
- Vježbe se rade u paru, preporuka - jedan učenik spaja komponente, drugi piše programski kod, a na slijedećoj vježbi se uloge zamjenjuju.
- U zadacima koji zahtijevaju samostalno rješavanje, oba učenika sudjeluju u spajanju i programiranju.
- Za pojedini zadatak potrebno je u bilježnicu nacrtati električnu shemu s vidljivim oznakama korištenih pinova i vezu istih s oznakama u programskom kodu.
- Dobiveno rješenje treba komentirati, tj. dati zaključak što je novo u tom zadatku i kako je to riješeno, ukratko ispisati važniji dio koda (ne prepisivati cijeli kod) te navesti eventualne probleme i kako su isti riješeni.
- Ako su uz neki zadatak postoje pitanja, potrebno je u bilježnicu odgovoriti na ista.
- Ako u kodu postoji greška (negdje će biti namjerno stavljena) kod treba korigirati i objasniti!
- Budući da se na vježbama koriste stvarne komponente, postoji mogućnost da je neka neispravna (pregorena LED, oštećen kontakt tipkala, prekinut vodič...). Ukoliko se sklop ponaša drugačije od očekivanog, predvidjeti i tu mogućnost i pokušati zamijeniti komponentu drugom.
- Prilikom spajanja, za Vcc (+5V) koristi crveni vodič, a za GND (-) crni vodič. Za ostale signale koristiti ostale boje.
- Za zadatke koje nisi stigao odraditi na vježbi, treba kod kuće razmisliti kako bi ih riješio
- Po završetku izvođenja vježbe, na temelju odrađene pripreme te riješenih zadataka, očekuje se da učenik zna odgovoriti na pitanja na kraju ovih materijala.
- Pregledavanje priprema i provjeravanje znanja bit će na svakoj LV, uključujući i prethodne vježbe

Bluetooth komunikacija i HC-05 Bluetooth modul

Bluetooth modul HC-05 omogućuje bežičnu komunikaciju između dva uređaja. Veza se ostvaruje preko radio valova frekvencije 2,4 GHz putem Bluetooth protokola. Za povezivanje na Arduino, modul HC-05 koristi serijsku komunikaciju i spaja se preko Rx i Tx pinova.



Slika 1. Bluetooth Logotip i HC-05 Bluetooth modul

Iako HC-05 modul dolazi s predefiniranim postavkama (brzina komunikacije 38400 bauda, naziv modula HC-05 i lozinkom „1234“, na laboratorijskim vježbama je zbog većeg broja jednakih modula potrebno promijeniti standardne postavke.

Da bi mogli **promijeniti postavke**, potrebno je **HC-05 pokrenuti u AT konfiguracijskom modu rada**. Za komunikaciju (prijenos naredbi i informacija) potrebno je na Arduino upisati program **HC_05.ino** (Zadatak 1). Taj program služi samo za podešavanje modula. Kad se završi s podešavanjem, na Arduino se upisuje program koji će izvršavati zadani zadatak (Zadatak 2).

AT naredbe koriste se za upravljanje i podešavanje različitih vrsta modema. **Modemi** su uređaji koji služe za komunikaciju između dva računala. Naziv Modem dolazi od riječi **MOD**ulacija/**DEM**odulacija. U vrijeme pojave modema, komunikacija se odvijala putem analognih (telefonskih) linija, pa se digitalni signal iz računala pretvarao u analogni signal radi prijenosa podataka, a potom opet iz analognog u digitalni. Modemi mogu biti žičane ili bežične varijante.

AT je skraćenica od **Attention**. Ove naredbe razvio je Denis Hayes za upravljanje Hayes Smartmodem 300 bauda još davne 1981. godine. AT naredbe sastoje se od kratkih tekstualnih nizova, koji se mogu kombinirati, a pomoću njih se pokreće primjerice akcija dizanja slušalice, biranja broja, završetka razgovora i spuštanja slušalice, podešavanje parametara komunikacije i sl.

Primjeri AT naredbi:

AT <enter> - provjeravanje li aktivna komunikacija s modulom

ATA <enter> - naredba za javljanje na poziv

ATD123456789<enter> - zove upisani broj telefona (123456789)

ATP <enter> - postavlja pulsno biranje

ATT <enter> - postavlja tonsko biranje

Većina današnjih modema koristi Hayesove AT naredbe. AT naredbe mogu se koristiti za podešavanje različitih informacija i servisa:

1. Informacije i konfiguracija vezane uz mobilne uređaje ili modem i SIM kartice
2. SMS servisi

3. MMS servisi
4. Fax uređaji
5. Podatkovna i glasovna veza preko mobilne mreže

Hayesov niz naredbi naziva se osnovni niz naredbi (Basic commands), dok naredbe specifične za GSM, BT i sl. se zovu prošireni niz naredbi (Extended AT commands).

Zadatak 1. Na Arduino učitaj program **HC_05.ino** koji će omogućiti komunikaciju s HC-05 modulom i podešavanje modula pomoću AT naredbi. Nakon što pročitaš cjelokupne upute u nastavku, poveži HC-05 Bluetooth modul prema shemi ispod. Navedenom procedurom promijeni ime BT modula u skladu s nazivom računala, npr. BT_WS_101, te promijeni lozinku.

Kòd zadatka

```
/*
AUTHOR: Hazim Bitar (techbitar)
DATE: Aug 29, 2013
LICENSE: Public domain (use at your own risk)
CONTACT: techbitar at gmail dot com (techbitar.com)
Program se može preuzeti na web stranici pod literatura [1].
*/

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial BTSerial(10, 11); // RX | TX

void setup()
{
    pinMode(9, OUTPUT); // this pin will pull the HC-05 pin 34 (key pin
                        // or EN pin) HIGH to switch module to AT mode
    digitalWrite(9, HIGH);
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Enter AT commands:");
    BTSerial.begin(38400); // HC-05 default speed in AT command mode
}

void loop()
{
    // Keep reading from HC-05 and send to Arduino Serial Monitor
    if (BTSerial.available())
        Serial.write(BTSerial.read());

    // Keep reading from Arduino Serial Monitor and send to HC-05
    if (Serial.available())
        BTSerial.write(Serial.read());
}
```

Program **HC_05.ino** radi dvije stvari:

1. Preuzima AT naredbu koju ćete utipkati u Serial monitor i šalje ju na HC-05 modul
2. Program čita izlaz s HC-05 modula, i prikazuje ga na Serial monitoru (može se koristiti i neki drugi terminal emulator, npr. Tera term)

Arduino će komunicirati s HC-05 koristeći softverski emulirani serijski port na pinovima 10 (Rx) i 11 (Tx) koristeći biblioteku SoftwareSerial.h, dok se komunikacija sa Serial monitorom odvija preko standardnog hardverskog serijskog porta na pinovima 0 i 1 (Rx i Tx).

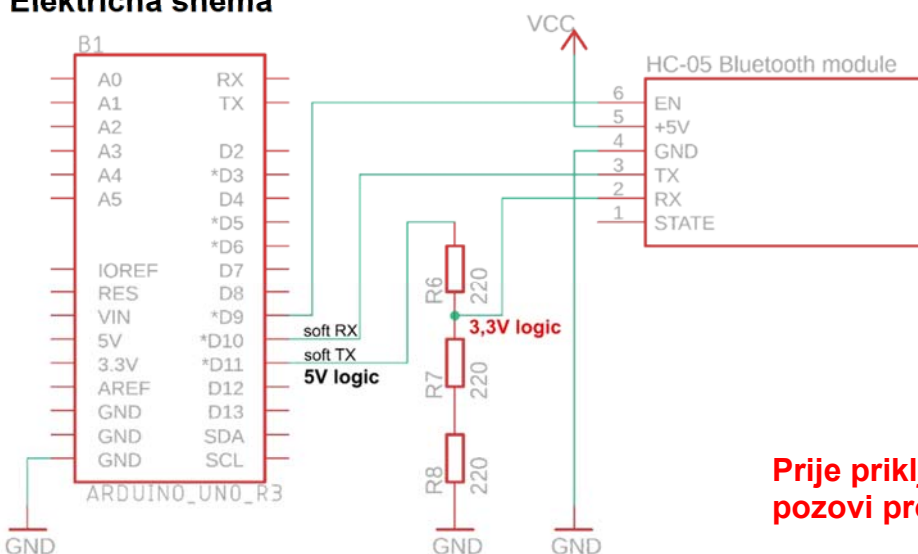
Da bi HC-05 postavili u AT komandni mod, potrebno je nožicu Key (EN) spojiti na visoku razinu (+5V), ali uz određenu proceduru koja će biti dana u nastavku. U komandnom modu, HC-05 komunicira brzinom 38400 bauda.

Za ulazak u komandni mod slijedite slijedeće korake:

1. Povežite HC-05 modul prema priloženoj shemi

VAŽNO: RX pin na HC-05 Bluetooth modulu koristi 3,3V digitalnu razinu, pa je prilikom povezivanja na pin Arduino UNO potrebno ugraditi naponsko djelilo koje spušta napon s 5V na 3,3V !!! Ostali pinovi su TTL kompatibilni (5V).

Električna shema



Raspored pinova:

Arduino UNO Pin	HC-05 Bluetooth modul
9	Key (EN)
10	TXD
11	RXD (3.3V !!!)
5V	VCC
GND	GND
Nije spojeno	STATE

Prije priključenja Arduinoa na napon pozovi profesora da pregleda spoj!

1. PRIJE NEGO POVEŽETE ARDUINO NA USB, odspojite crveni vodič - VCC (napajanje) s HC-05 modula, kako ne bi dobivao napajanje od Arduinoa. Ostali vodiči trebaju ostati spojeni.
2. Sad povežite Arduino na USB port računala
3. Provjerite da BT modul nije uparen s niti jednim BT uređajem
4. Pritisnite tipku na BT modulu i držite ju pritisnutom
5. Sada povežite 5V s Arduinoa na VCC od HC-05 modula (crveni vodič) uz pritisnutu tipku na HC-05 modulu
6. LED dioda HC-05 modula će se paliti i gasiti u intervalima od približno 2 sekunde. To označava da je modul u AT komandnom modu, spreman za prihvaćanje naredbi i podešavanje postavki.
7. Otvorite Serial monitor, podesite brzinu prijenosa te podesite „Both NL & CR“
8. Kako bi provjerili da je sve u redu, utipkajte AT i pritisnite SEND. Trebali bi dobiti poruku OK. U suprotnom provjerite ožičenje.

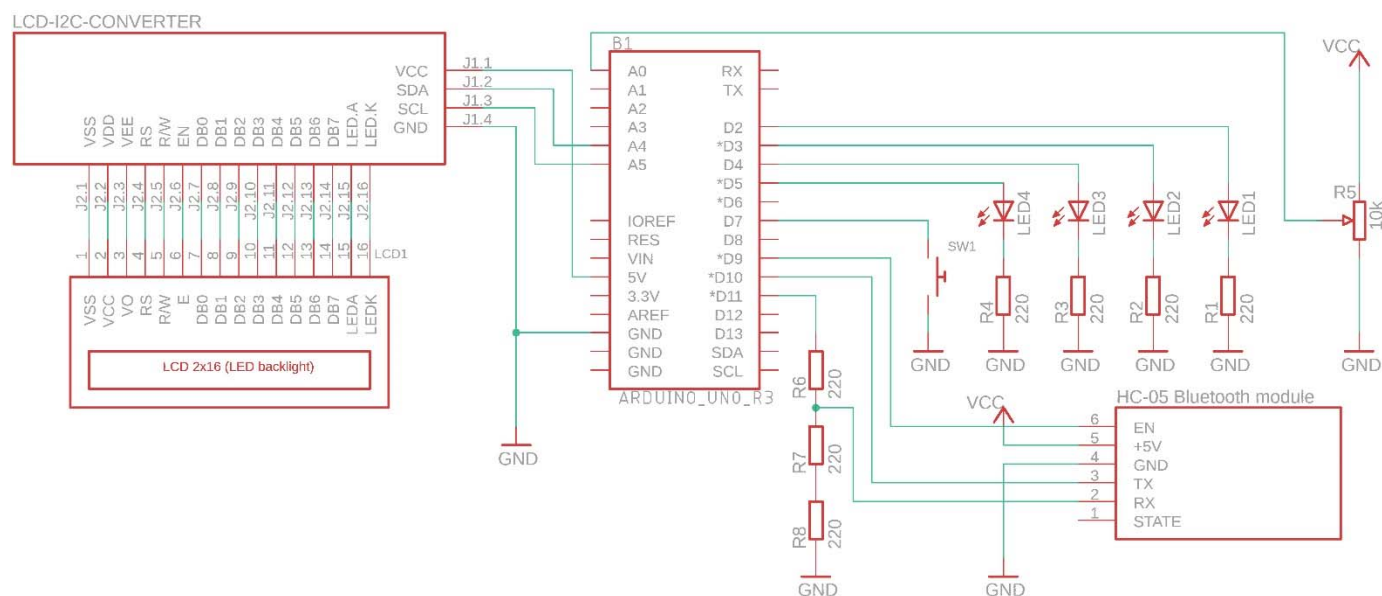
U nastavku se nalaze nekoliko interesantnih AT naredbi:

- a) Vraćanje HC-05 na standardne postavke: **AT+ORGL**
- b) Dobivanje informacije o verziji HC-05 modula: **AT+VERSION?**
- c) Za promjenu imena iz standardnog HC-05 u BT_WS_01 utipkati: **AT+NAME= „BT_WS_101“** ili **„BT_WS_201“**, ovisno jeste li u laboratoriju 3-1 ili 3-2

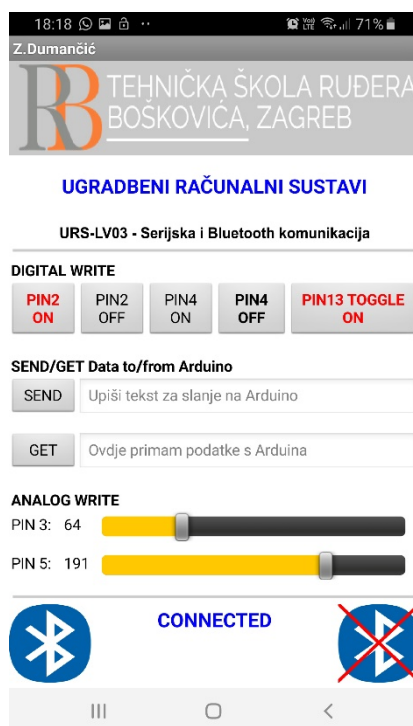
- d) Za promjenu pristupnog pina iz standardnog 1234 u npr. 4321 utipkati:
AT+PSWD="4321"
- e) Za promjenu brzine komunikacije HC-05 sa standardne 9600 na 115200, 1 stop bit, 0 parity utipkati: **AT+UART=115200,1,0**
9. Nakon što podesite željene postavke, odspojite napajanje Arduinoa (USB) i ponovo priključite napajanje. Na taj način će se HC-05 pokrenuti u normalnom moda rada.

Zadatak 2. Proširi spoj iz prethodnog zadatka u skladu s električnom shemom. Potrebno je dodati 4 LED diode, tipkalo, potencijometar i LCD zaslon.

Električna shema



Zadatak 3. Iz repozitorija preuzmi „URS03_BT.apk“ i instaliraj na Android mobitel. To je gotova i potpuno funkcionalna aplikacija za testiranje koda iz zadatka 4.



Zadatak 4. Koristeći program u nastavku potrebno je pripremiti Arduino za prihvatanje informacija s HC-05 Bluetooth modula i upravljanje priključenim komponentama (dijelove programa moguće je kopirati iz prethodnih vježbi „URS-LV01 - Serijska komunikacija.pdf“ i „URS-LV02 - UART serijska komunikacija – primjena“. Provjeri kod i po potrebi prepravi.

Kôd zadatka

```
/*
Neki dijelovi koda preuzeti iz:
PROJECT: Arduino
PROGRAMMER: Hazim Bitar (techbitar at gmail dot com)
DATE: Oct 31, 2013
FILE: arduino.ino
LICENSE: Public domain
*/

#define START_CMD_CHAR '*'
#define END_CMD_CHAR '#'
#define DIV_CMD_CHAR '|'

#define CMD_DIGITALWRITE 10
#define CMD_ANALOGWRITE 11
#define CMD_TEXT 12
#define CMD_SEND 13

#define PIN_HIGH 1
#define PIN_LOW 0

#include <JC_Button.h>           // https://github.com/JChristensen/JC_Button
const byte pin_SW1 = 7;
Button myButton(pin_SW1);      // kreiranje objekta myButton

int PIN_POT_A0 = A0;
int nPOT_A0_value = 0;

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BTSerial(10, 11); // Software RX | TX

String inText;

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 16, 2);

void setup()
{
    Serial.begin(9600);          // inicijalizacija HARDVERSKJE serijske komunikacije
                                // za ispis na Serial monitor
    BTSerial.begin(38400);       // inicijalizacija SOFTVERSKJE serijske komunikacije
                                // za komunikaciju s BT modulom preko pinova 10 i 11
    myButton.begin();           // inicijalizacija objekta myButton

    pinMode(2, OUTPUT);         // pin 2 za LED izlazni
    pinMode(3, OUTPUT);         // pin 3 za LED izlazni
    pinMode(4, OUTPUT);         // pin 4 za LED izlazni
    pinMode(5, OUTPUT);         // pin 5 za LED izlazni
}
```



```
pinMode(13, OUTPUT);    // pin 13 za LED izlazni

pinMode(PIN_POT_A0, INPUT);

lcd.begin();            // inicijaliziranje LCD-a
lcd.backlight();        // uključivanje pozadinskog osvjetljenja LCD-a
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Cekam tekst...");

Serial.print("Start...\n");
}

void loop()
{
    static bool ledState;    // varijabla koja sadrži stanje LED
    myButton.read();        // čitanje stanja tipkala

    nPOT_A0_value = analogRead(PIN_POT_A0);

    if (myButton.wasPressed())    // ako je tipkalo bilo jednom pritisnuto
    {
        ledState = !ledState;
        digitalWrite(13, ledState);
        BTSerial.print(nPOT_A0_value);    // Slanje vrijednosti na SOFTVERSKI
                                           // serijski port 10(RX) 11(TX)
    }

    BTSerial.flush();    // čeka dovršetak primanja znaka na serijski spremnik

    if (BTSerial.available() < 1) return;    // čekam podatke sa softverskog
                                           // serijskog porta

    char start_flag = " ";
    int ard_command = 0;
    int pin_num = 0;
    int pin_value = 0;

    //ard_command = Serial.parseInt();    // čita 1. vrijednost (naredba)
    //pin_num = Serial.parseInt();        // čita 2. vrijednost (PIN)
    //pin_value = Serial.parseInt();      // čita 3. vrijednost (vrijednost)

    start_flag = BTSerial.read();    // čita jedan znak iz serijskog spremnika
    delay(20);

    ard_command = BTSerial.read();    // čita 1. vrijednost (naredba)
    delay(20);
    pin_num = BTSerial.read();        // čita 2. vrijednost (PIN)
    delay(20);
    pin_value = BTSerial.read();      // čita 3. vrijednost (vrijednost)

    Serial.print("start flag\t");
    Serial.print(start_flag);

    Serial.print("\tard_command\t");
    Serial.print(ard_command);
```

```
Serial.print("\tpin_num\t");
Serial.print(pin_num);

Serial.print("\tpin_value\t");
Serial.print(pin_value);

Serial.print("\n");

if (start_flag != START_CMD_CHAR) return; // ako znak nije oznaka za početak
// komunikacije, izlaz u loop()

if (!(ard_command == 10 | ard_command == 11 | ard_command == 12 |
    ard_command == 13)) return; // provjera naredbe

if (ard_command == CMD_DIGITALWRITE) {
    Serial.println("CMD_DIGITALWRITE");
    if (!(pin_num == 2 | pin_num == 4 | pin_num == 13)) return; // provjera
                                                                // pina

    if (pin_value == PIN_LOW) pin_value = LOW;
    else if (pin_value == PIN_HIGH) pin_value = HIGH;
    else return; // za bilo koju drugu primljenu vrijednost
                // vrati se petlji loop()

    digitalWrite(pin_num, pin_value);

    return;
}
// ZADATAK 05
if (ard_command == CMD_ANALOGWRITE) {
    Serial.println("CMD_ANALOGWRITE");
    if (!(pin_num == 3 | pin_num == 5)) return // provjera primljenog pina
    pin_value = constrain(pin_value, 0, 255); // ograničava primljenu
                                                // vrijednost u zadani
                                                // interval 0 do 255

    analogWrite(pin_num, pin_value);
    return;
}
// ZADATAK 06
if (ard_command == CMD_SEND) {
    Serial.println("CMD_SEND");
    nPOT_A0_value = analogRead(PIN_POT_A0);
    BTSerial.print(nPOT_A0_value); // Slanje vrijednosti na SOFTVERSKI
    return;
}

// ZADATAK 07
if (ard_command == CMD_TEXT) {
    Serial.println("CMD_TEXT");
    inText = ""; //clears variable for new input
    while (BTSerial.available()) {
        char c = BTSerial.read(); //prihvati jednog bajta iz spremnika
        delay(10);
        if (c == END_CMD_CHAR) { // kad primim dogovoreni znak za
                                // završetak znakovnog niza
                                // odradi slijedeće

            Serial.print("Primio string: ");
            Serial.println(inText);
        }
    }
}
```



```
        lcd.setCursor(0, 0);  
        lcd.print("Primio tekst: ");  
  
        lcd.setCursor(0, 1);  
        lcd.print("                ");  
        lcd.setCursor(0, 1);  
        lcd.print(inText);  
        break;  
    }  
    else {  
        if (c != DIV_CMD_CHAR) {  
            inText += c;  
            delay(10);  
        }  
    }  
}  
}
```

LITERATURA:

1. Wikipedia, Hayes command set, https://en.wikipedia.org/wiki/Hayes_command_set, (pregledano 10. listopada 2019.)
2. EngineersGarage, AT Commands, GSM AT command set, Nikhil Agnihotri, <https://www.engineersgarage.com/tutorials/at-commands>, (pregledano 10. listopada 2019.)
3. MIT App Inventor, <http://appinventor.mit.edu/>, (pregledano 10. listopada 2019.)
4. Howtomechatronics: How To Build Custom Android App for your Arduino Project using MIT App Inventor, <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-build-custom-android-app-for-your-arduino-project-using-mit-app-inventor/>, (pregledano 10. listopada 2019.)
5. Instructables: Modify the HC-05 Bluetooth Module Defaults Using AT Commands, <http://www.instructables.com/id/Modify-The-HC-05-Bluetooth-Module-Defaults-Using-A/>, (pregledano 10. listopada 2019.)
6. Instructables: ArduDroid: a Simple 2-Way Bluetooth-based Android Controller for Arduino, <http://www.instructables.com/id/Andruino-A-Simple-2-Way-Bluetooth-based-Android-C/>, (pregledano 10. listopada 2019.)
7. Arduino-Bluetooth-Basic, Control a LED using your smartphone via bluetooth, Mayoogh Girish, <https://igniteinnovateideas.wordpress.com/2016/04/18/arduino-bluetooth-basic-tutorial/>, pregledano (10. listopada 2019.)