

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

## ДОКУМЕНТАЦИЈА

ЗА ПРОЈЕКАТ ИЗ МИКРОПРОЦЕСОРСКИХ СИСТЕМА

---

# Аутић који бежи од светлости

---

*Аутор*

Ђорђе Живановић, 0033/2013

*Ментор*

Др Саша Стојановић

26. јун 2017.

# Садржај

<b>1</b>	<b>Увод</b>	<b>2</b>
1.1	Идеја	2
1.2	Функционалности	2
<b>2</b>	<b>Опис система</b>	<b>3</b>
2.1	Хардвер	3
2.1.1	Аутић на електро моторни погон	3
2.1.2	Clicker2 за STM32F407VGT6	4
2.1.3	Bluetooth модул - HC-05	4
2.1.4	Фотосензор	4
2.1.5	Напајање	5
2.2	Софтвер	6
2.2.1	Programming environment	6
2.2.2	Код на развојној плочи	6
<b>3</b>	<b>Упутство за употребу</b>	<b>8</b>

# 1

## Увод

### 1.1 Идеја

Пројектни задатак, као идеја, је започет покушајем имитирања тенкова који беже од против-тенковских ракета. Тенк је симулиран као аутић са 4 точка који се помера на електрични погон уз помоћ алкалних батерија. Док је ракета симулирана светлошћу која му се приближава или удаљава. Ради лакшег тестирања и дебаговања, коришћена је Windows Mobile апликација [1] која преко bluetooth модула прима одговарајуће информације од уређаја (јачина тренутно детектоване светлости,...) .

### 1.2 Функционалности

У пројекту су подржани следећи типови функционалности:

#### 1. Тражење светлости

Кад се аутић налази у овом моду, он обилази круг фиксирањем једног точка, док се други окреће одређеном брзином. Ово резултује ротирањем аутића око једног точка. Он својом логиком детектује најјачи извор светлости коришћењем фотосензора за детекцију јачине светлости, и памти као позицију на кругу који је обишао.

#### 2. Лоцирање светлости

Аутић прелази у овај мод кад обиђе круг у претходном. Сад се покушава позиционирати од најјачег детектованог извора светлости (одређеној тачки на кругу). Позиционирање се обавља као у моду тражења светлости из угла померања точкова. Обилази се део круга тако да на крају предњи део аутића буде позициониран од најјачег извора светлости.

#### 3. Бежање од светлости

Како се позиционирао на одговарајућу тачку круга на којој је у моду тражења светлости детектовао најјачи извор светлости, оба точка се окрећу напред <sup>1</sup> истим брзинама и беже одређено фиксно време од извора светлости. Кад заврши бежање прелази се на први мод.

#### 4. Слање података Windows mobile апликацији

Сваких 50 ms поред израчунавања везаних за детекцију јачине светлости на аутићу, обавља се и слање одговарајућих података UART протоколом преко Bluetooth конекције упареном Bluetooth уређају. Одговарајући подаци који се шаљу су тренутно детектована јачина светлости, максимално детектована јачина светлости, тренутна позиција (колико је остало до краја обиласка у круг за мод тражења светлости, до краја лоцирања светлости колико је остало и до краја "бежања" од светлости за мод бежања светлости), као и који је тренутни мод од одговарајућа три. На крају слања се шаље и -1 да би корисник bluetooth апликације знао да је послат читав скуп података са аутића.

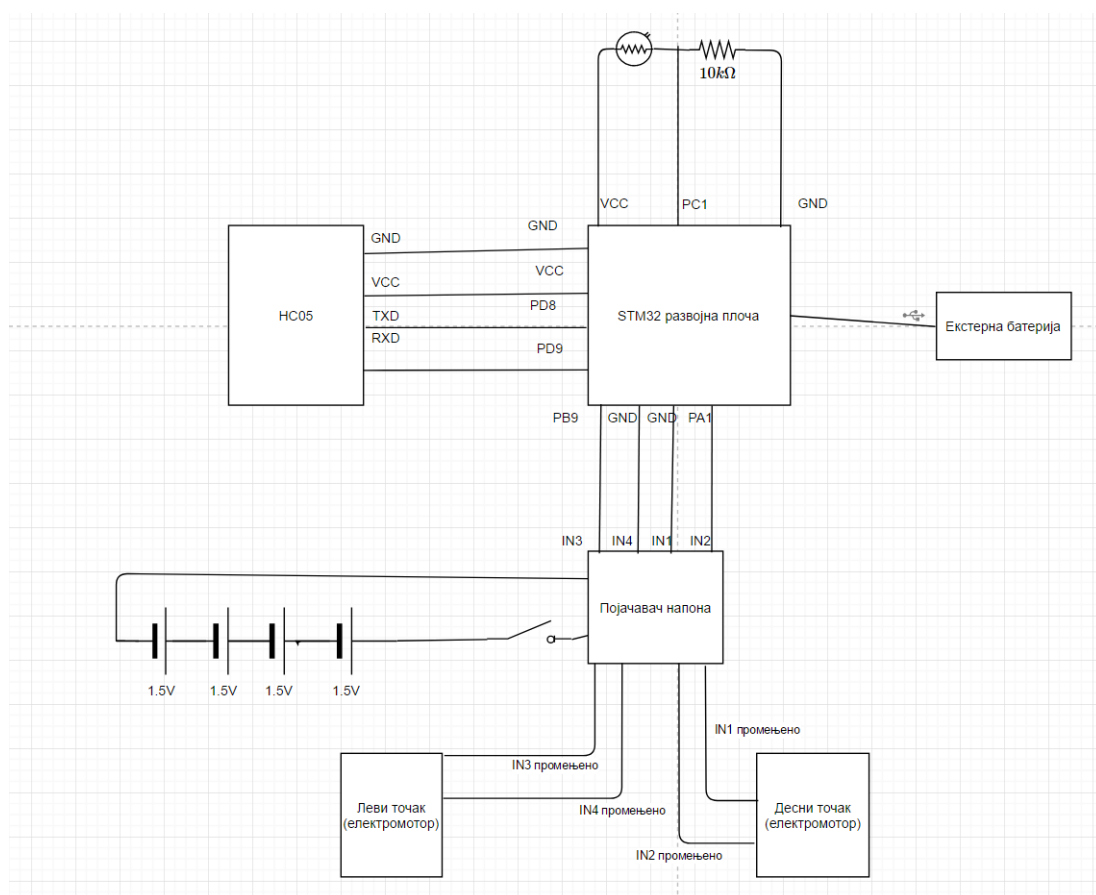
---

<sup>1</sup>Одрађено на изложени начин јер није могуће точкове померати уназад

## 2

# Опис система

## 2.1 Хардвер



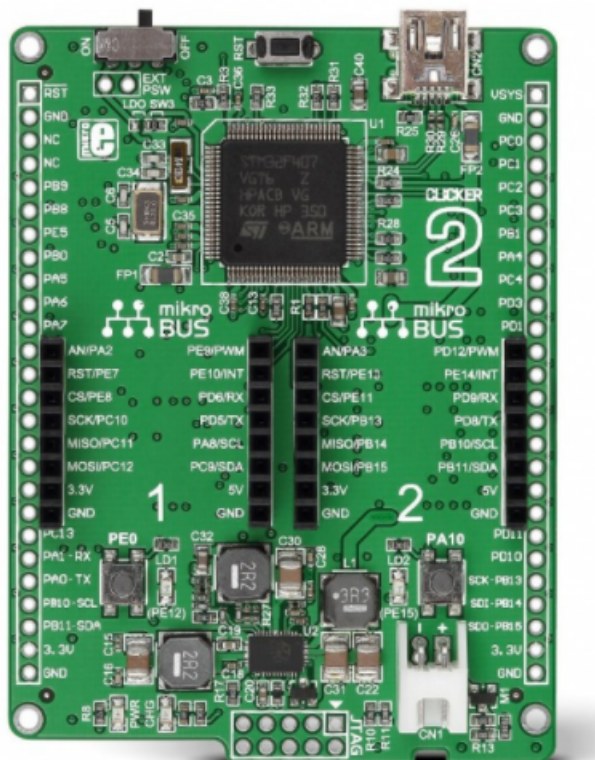
Слика 2.1: Шема повезивања аутића

У наставку се налазе детаљни описи хардверских компоненти које су коришћене у изради пројекта.

### 2.1.1 Аутић на електромоторни погон

У пројекту је коришћен аутић који има 2 точка који у зависности од напона окрећу се одређеним брзинама. За сваки точак постоје по два пина који примају напон, као и напајање за електромотор (објашњено касније) које појачава дате напоне да би се точкови могли да покрену. Могуће је прекинути напајање електромотора помоћу прекидача.

### 2.1.2 Clicker2 за STM32F407VGT6



Слика 2.2: STM32F407VGT6

Развојна плоча Clicker2 за STM32 (в. сл. 2.2) је коришћена као главни модул који обрађује податке и врши управљање аутићем (преласке из одговарајућих модова у одговарајућа). На плочи се налази микроконтролер STM32F407VGT6, 32-битни ARM Cortex M4 микроконтролер. Пропратну документацију о плочи можете наћи на [4]. Из овог datasheet-a је закључено који канали могу да се користе за ADC конвертер (који је био неопходан за читање јачине светлости), као и који пинови могу да се користе за одговарајуће функционалности MCU-a (преко којих пинова може да се шаље bluetooth сигнал, преко којих може да се прима, на које може да се користи PWM MikroElektronika библиотека ...).

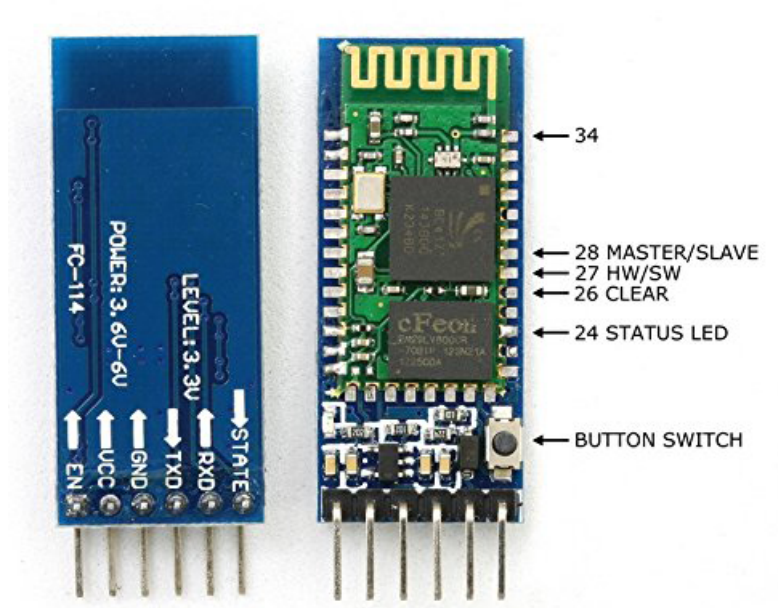
### 2.1.3 Bluetooth модуль - HC-05

Bluetooth модул HC05 (в. сл. 2.3) омогућава дебаговање и тестирање функционалности аутића као што је описано у делу функционалности. Кад се упари одговарајући HC05 са уређајом који користи апликацију [1], ако је аутић у debug mode-у сваких 50ms биће слати UART протоколом подаци који су наведени у функционалностима. Комуникација је подешена на 9600bps. Модул је повезан на напајање од 5V које је доведено са развојне плоче, док су његови Recieve и Transmit пинови повезани на одговарајуће пинове на развојној плочи као на шеми 2.1. Datasheet који је коришћен је у линку: [7].

### 2.1.4 Фотосензор

Фотоотпорник (в. сл. 2.4) повезан је на ред са отпорником отпорности  $10k\Omega$  (као на сл. 2.5). Напајање је од 3,3V је доведено на крај фотоотпорника и отпорника (GND и VCC), док је мерен напон на споју отпорника и фотосензора и добијена аналогна вредност је уз помоћ ADC конвертора са одговарајућег пина (в. шему 2.1) претварана у одговарајућу дигиталну вредност и даље коришћена у развојној плочи.

# HC-05 FC-114



Слика 2.3: HC05



Слика 2.4: Фотоотпорник



Слика 2.5: Фотосензор

## 2.1.5 Напајање

Пошто је за електромотор који покреће точкове било неопходно напајање од 6V коришћене су 4 батерије од 1,5V(в. сл. 2.6). Док на другу страну максимално напајање могуће за развојну плочу је било 5V, стога је коришћена екстерна батерија (в. сл.2.7) која преко Mini B USB-USB напаја развојну плочу.



Слика 2.6: Напајање за електромотор за аутић



Слика 2.7: Напајање за развојну плочу

## 2.2 Софтвер

### 2.2.1 Programming environment

Коришћена је `microC PRO for ARM work enviroment` ([5]) који нуди могућност уређивања кода за Clicker2 развојну плочу и компајлирања истог. `microC` је сличан програмском језику `C` са тим да има одговарајуће предефинисане библиотеке (у овом пројекту `PWM`, `UART`, `ADC`) и макрое који олакшавају програмирање за одговарајуће MikroElektronika плоче и компоненте. За спуштање генерисаног кода у хекс формату, се користи [3] за Clicker2. При том развојна плоча и одговарајући рачунар, на ком је код био изгенерисан и који се спушта, морају бити повезани Mini B USB-USB конектором да би код био спуштен на развојну плочу.

### 2.2.2 Код на развојној плочи

Код се налази на: [6]. Након што се укључи уређај позивају се одговарајући сегменти кода који служе за иницијализацију одговарајућих модула аутића (`bluetooth`, `фотосензора`, `pwm-a`, `timer-a`, саме логике аутића). Након тога главни програм ставља у `low power` режим који чека на `interrupt`-ове одговарајућом ARM инструкцијом. На сваких 50ms се покреће `interrupt` који омогућава обављање функционалности описаних на почетку документације.

Код је подељен у неколико фолдера:

#### 1. util

У овом фолдеру, тј. тачније фајлу `util.c` се налазе дефиниције константи које се користе у свим сегментима као и макрои који служе за експандовање пинова. Поред тога овде се налази константа која омогућава подешавање да ли је `release mode` или `debug mode`. `Release mode` не шаље никакве податке преко `bluetooth` (ради брже обраде прекида), док `debug` шаље (ради дебаговања и тестирања аутића).

#### 2. У кореном директоријуму налази се конфигурација за build-овање, као и одговарајућа улазна

тачка програма (*main.c*).

### 3. **bluetooth**

У овом фолдеру тачније фајловима *bluetooth.c* и *bluetooth.h* налазе се дефиниције променљивих и функција коришћених за bluetooth размену и иницијализацију. Коришћен је UART протокол за слање. Променљиве типа *string* и *int* слате су преко бафера који је иницијализован на одговарајућу величину унапред.

### 4. **light**

У овом фолдеру, тачније у фајловима *lightDetector.h* и *lightDetector.c* налазе се дефиниције променљивих и функција које су коришћене за детектовање јачине светлости са улаза. Коришћена је MikroElektronika-ина одговарајућа ADC библиотека. Она омогућава конвертовање аналогне вредности са фотоотпорника у одговарајућу дигиталну која даље може бити коришћена у програму.

### 5. **pwm**

У овом фолдеру, тачније у фајловима *pwm.h* и *pwm.c* налазе се дефиниције променљивих и функција коришћених за иницијализацију pwm библиотеке за даље коришћење у осталим сегментима кода.

### 6. **timer**

У овом фолдеру, тачније у фајловима *timer.h* и *timer.c* налазе се дефиниције променљивих и функција коришћених за иницијализацију и обраду прекида. Константе су подешене тако да се прекид дешава сваких 50ms и при томе се обавља логика која је описана у logic фолдеру.

### 7. **wheel**

У овом фолдеру, тачније у фајловима *wheel.h*, *left.h* и *left.c* односно *right.h* и *right.c* налазе се дефиниције променљивих, константи и функција које омогућавају кретање и заустављање левог, односно десног точка, уз помоћ MikroElektronika-ине pwm библиотеке.

### 8. **logic**

У овом фолдеру, тачније у његовим подфолдерима наведеним испод, садржи се логика аутића.

#### i) **light**

У овом фолдеру односно фајловима *lightDetection.h* и *lightDetection.c* налази се функције и променљиве које омогућавају детектовање максималне вредности светлости на кругу који обиђе аутић. Коришћена је метода у којој се памти одређен број детектованих вредности светлости и онда одбацују максимална и минимална вредност од свих и на крају рачуна средња вредност и то се памти као тренутно детектована вредност јачине светлости.

#### ii) **movement**

У овом фолдеру, односно фајловима *movement.h* и *movement.c* налазе се функције и променљиве које описују логику промене мода аутића, као и функција која се позива на сваких 50ms, тј. кад се деси interrupt. Модови и њихово функционисање су објашњени у делу [1.2](#).



## 3

# Упутство за употребу

Компоненте у аутићу наведене у 2.1, треба да се повежу као на шеми 2.1. Даље, треба притиснути прекидач за напајање електромотора (на 1 треба да буде), а затим треба притиснути дугме за стартовање развојне плоче. Након 5 секунди највише, ако аутић не крене, нешто је лоше повезано. Затим би аутић требало да обиђе један круг, и онда да покуша да се позиционира да буде од извора најјаче детектоване светлости и након тога да бежи од ње. Поступак би требало да се понавља бесконачно.

Кад је прошло почетних 5 секунди, могуће је накачити се апликацијом [1] на bluetooth модул и добијати податке које шаље аутић. Наравно, прво је неопходно конектовати се на Bluetooth модул са одговарајућег уређаја.

# Литература и линкови

- [1] NMinion. *Bluetooth Serial Terminal*.  
<https://www.microsoft.com/en-us/store/p/bluetooth-serial-terminal/9wzdnrdfst8>
- [2] MikroElektronika. *Clicker 2 for STM32*.  
<https://shop.mikroe.com/clicker-2-stm32f4>
- [3] MikroElektronika. *Bootloader for Clicker 2*.  
<https://download.mikroe.com/examples/starter-boards/clicker-2/stm32f4/clicker-2-stm32f4-mikrobootloader-usb-hid-v130.zip>
- [4] ST. *STM32F405xx and STM32F407xx datasheet*.  
<http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/ef/92/76/6d/bb/c2/4f/f7/DM00037051.pdf/files/DM00037051.pdf/jcr:content/translations/en.DM00037051.pdf>
- [5] MikroElektronika. *mikroC PRO for ARM v.5.0.0*.  
<https://www.mikroe.com/mikroc/#arm>
- [6] Ђорђе Живановић. *Car which avoids light*.  
<https://bitbucket.org/popina1994/car-which-avoids-light/src>
- [7] GMElectronic. *HC-05 Bluetooth Module. User's Manual V1.0*.  
<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>