

# Микропроцесорски системи (13х114мипс)

## Практични део испита

### Напомене:

(а) Решење предиспитне обавезе се предаје директно, без прављења поддиректоријума, на мрежни диск за рад (L:\) ради накнадног оцењивања по принципу "ради или не ради" на нивоу појединачних ставки. Оцењивање се врши поређењем предатог решења у *performance* режиму симулације са референтним снимком који је дат у прилогу.

(б) Предато решење обухвата **преведени програм у hex формату под називом *code.hex* и поред тога одвојено још једну *.zip* архиву** која садржи комплетан пројекат обавезно са структуром налик препорученој структури наведеној у оквиру материјала.

```
L: \
├─ code.hex
└─ project.zip
```

**Решења која нису предата на описани начин (именовање и структура) санкционишу се одузимањем 5 поена.**

(в) Поени за ставку се добијају искључиво уколико је урађено све што се датом ставком тражи (може укључивати и позив функција за тестирање са назначених места у наведеном тренутку).

(г) На мрежном диску са материјалима доступан је референтни снимак који приказује шта треба имплементирати, као и слика референтне шеме која ће бити коришћена за оцењивање.

(д) Потребно је реализовати ставке поред којих је наведен број поена, а за остале ставке је решење дато на мрежном диску са материјалима. Могуће је од датог решења започети имплементацију ставки које носе поене.

(ђ) Уколико постоји неслагање између поставке задатке и референтне шеме односно снимка увек усвојити оно што се налази у референтној шеми односно снимку.

(е) Приликом израде решења на располагању је следећа документација:

- микроконтролер *STM32F103R6* (мрежни диск са материјалима)
- <https://www.freertos.org/>
- <https://www.cplusplus.com/reference/clibrary/>
- <https://en.cppreference.com/w/c/header>
- [https://arm-software.github.io/CMSIS\\_5/General/html/index.html](https://arm-software.github.io/CMSIS_5/General/html/index.html)
- <https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-10.2.0/gcc/>
- <https://sourceware.org/binutils/docs/ld/>
- <https://sourceware.org/binutils/docs/as/>
- [http://www.gnu.org/software/make/manual/html\\_node/index.html](http://www.gnu.org/software/make/manual/html_node/index.html)

(ж) Подсетник најчешћих узрока проблема: *-mlong-calls*, *port.c:310*, величина простора предвиђеног за *heap*, експлицитно смештање *.bss* секције у *SRAM* регион (AT> RAM) итд.

### Задатак:

(1) У систему постоји један микроконтролер који контролише вентилатор у складу са тренутном вредношћу температуре. У симулатору *Proteus* направити пројекат и инстанцирати микроконтролер *STM32F103R6* (*CM3\_STM32*). Направити пројекат у алату *CubeMX* који ће служити за конфигурисање микроконтролера.

(2) У симулатору *Proteus* додати следеће компоненте строго према датој референтној шеми:

- електромотор *MOTOR* (*MOTORS*) који представља вентилатор и чија ће брзина рада бити контролисана *PWM* сигналом канала 4 тајмера 1 микроконтролера,

- аналогни мултиплексер *74HC4051 (74HC)*, који један од аналогних сигнала са улаза пропушта непромењен на излаз, чији је излазни пин повезан на канал 7 аналого-дигиталног конвертора микроконтролера; селекција излаза мултиплексера се врши преко његових пинова *CBA* где пин *A* има најмању тежину,
- температурни сензор *LM35 (NATDAC)* чији је излазни пин повезан на нулти улаз (*X0*) мултиплексера (аналогна вредност напона на излазном пину сензора је линеарно пропорционална вредности температуре),
- анемометар *ANEMOMETER (ACTIVE)* повезан у складу са референтном шемом на канале 1 и 2 тајмера 1; излазни сигнал анемометра је периодична правоугаона поворка чија се фреквенција линеарно повећава са повећањем брзине ветра (брзина ветра једнака је производу фреквенције излазног сигнала анемометра и реалне константе 2.4),
- ветроказ *WINDVANE (ACTIVE)* чији је излазни пин повезан у складу са референтном шемом (обратити пажњу на постојање отпорника) на први улаз (*X1*) мултиплексера; аналогна вредност напона на излазном пину ветроказа представља азимут односно правац ветра (функција за пресликавање вредности напона у азимут дата је у прилогу),
- кишомер *RAINGAUGE (ACTIVE)* повезан у складу са референтном шемом на моностабилни мултивибратор *74HC221 (74HC)*; кишомер ради по принципу кофе са превртањем (кофа се пуни кишницом све док се не препуни, затим долази до њеног превртања и потпуног пражњења уз генерисање електричног импулса); моностабилни мултивибратор обезбеђује униформно трајање генерисаног електричног импулса; подесити на кишомеру **ниво превртања кофе (Trigger Level) на вредност 0.01 милиметара** услед чега ће кофа слати електрични импулс на сваких 1200 милисекунди при константном интензитету падавине од 30.0 милиметара по сат (за већи интензитет падавине импулс ће стизати брже и обрнуто); подесити на моностабилном мултивибратору **временску константу (Monostable Time Constant) на једну милисекунду (1mS)** услед чега ће сигнал на његовом излазу увек трајати тачно једну милисекунду,
- виртуелни терминал повезан на периферију *USART1* микроконтролера преко пинова *PB6* и *PB7* и,
- *LCD* дисплеј *LM041L (DISPLAY)* са четири линије, којима редом одговарају почетне адресе *0x80*, *0xC0*, *0x90* и *0xD0* у *DDRAM* меморији контролера *HD44780*, повезан на пинове *PC0-PC6* микроконтролера.

(3) [6 поена] Обезбедити могућност рада са *LCD* дисплејом и формирати карактере за *LCD* дисплеј који представљају стрелицу на горе (↑) и стрелицу на доле (↓) у складу са референтним снимком. Ови карактери користиће се као индикатори да ли се нека вредност повећала или смањила приликом њене последње промене.

(4) Обезбедити приказ поруке */A=<a>/B=<b>/T=<t>/K=<k>* на виртуелном терминалу, где је *<a>* тренутна вредност азимута ветра, *<b>* тренутна вредност брзине ветра, *<t>* тренутна вредност температуре изражено у степенима Целзијуса у опсегу [0, 60] и *<k>* тренутна вредност интензитета падавине. Овај испис је предвиђен само ради могућности остваривања парцијалних поена за студенте који успешно читају вредност са компоненте али не могу да је прикажу на *LCD* дисплеју као што је тражено у наредним ставкама. За величине чије вредности нису успешно израчунате исписати ? (знак питања). Освежавање описане поруке вршити периодично на сваких 200 милисекунди уколико је дошло до промене вредности. Приликом освежавања поруке променити тренутне вредности у постојећој поруци уместо додавања нове поруке на виртуелном терминалу.

(5) Обезбедити приказ поруке *<i> Tem: <t>* у трећем реду *LCD* дисплеја, где *<t>* представља тренутну вредност температуре изражено у степенима Целзијуса у опсегу [0, 60] очитану са температурног сензора, а *<i>* индикатор смера последње промене вредности у виду стрелице. Освежавање поруке вршити периодично на сваких 200 милисекунди уколико је дошло до промене вредности. Овај испис је предвиђен ради остваривања поена за студенте који успешно обезбеде могућност рада са *LCD* дисплејом.

(6) [6 поена] Обезбедити приказ поруке  $\langle i \rangle$  **Brz:**  $\langle b \rangle$  у другом реду *LCD* дисплеја, где  $\langle b \rangle$  представља тренутну вредност брзине ветра очитану са анемометра, а  $\langle i \rangle$  индикатор смера последње промене вредности у виду стрелице. Освежавање поруке вршити периодично на сваких 200 милисекунди уколико је дошло до промене вредности.

(7) [6 поена] Обезбедити приказ поруке  $\langle i \rangle$  **Azi:**  $\langle a \rangle$  у првом реду *LCD* дисплеја, где  $\langle a \rangle$  представља тренутну вредност азимута ветра очитану са ветроказа, а  $\langle i \rangle$  индикатор смера последње промене вредности у виду стрелице. Освежавање поруке вршити периодично на сваких 200 милисекунди уколико је дошло до промене вредности.

(8) [6 поена] Обезбедити приказ поруке  $\langle i \rangle$  **Kis:**  $\langle k \rangle$  у четвртом реду *LCD* дисплеја, где  $\langle k \rangle$  представља тренутну вредност интензитета падавине изражено у милиметрима по сату очитану са кишомера, а  $\langle i \rangle$  индикатор смера последње промене вредности у виду стрелице. Освежавање поруке вршити периодично на сваких 200 милисекунди уколико је дошло до промене вредности.

(9) [6 поена] Обезбедити контролу вентилатора на начин описан у наставку. Зависно од тренутне вредности температуре вентилатор се врти одговарајућом брзином. Уколико тренутна вредност температуре припада опсегу:

- [0, 30) вентилатор се не врти,
- [30, 35) вентилатор се врти брзином једнаком 50% максималне брзине и
- [35, 60] вентилатор се врти максималном брзином.

Ажурирање брзине вентилатора вршити периодично на 200 милисекунди.