

## Микропроцесорски системи (13х114мипс)

### Пример прве предиспитне обавезе

#### Напомене:

(а) Решење се оцењује по принципу “ради или не ради” посматрано на нивоу сваке појединачне ставке.

(б) Поени за ставку се добијају искључиво уколико се писањем адекватног примера прикаже да је урађено све што се датом ставком тражи. Писање адекватног примера је задатак студента. Непостојање примера или неадекватан пример тумачи се као да студент није разумео суштину која се датом ставком испитује услед чега за њу добија нула поена. Писање засебног адекватног примера није обавезно за сваку појединачну ставку уколико је на основу једног примера могуће приказати да је више ставки исправно урађено.

(в) Све ставке, за које ће бити додељен ненулта број поена, морају истовремено бити испуњене приликом доделе укупног броја поена осим уколико поставком задатка није другачије експлицитно назначено.

#### Задатак:

Користећи алате *arm-none-eabi-\**, *build-tools* и *Eclipse CDT*, који се налазе распаковани у оквиру [C:\Temp](#) директоријума, и *Proteus* симулатор потребно је испунити ставке које се налазе у наставку. Приликом израде решења на располагању је следећа документација:

- *GNU make* ([https://www.gnu.org/software/make/manual/html\\_node/index.html](https://www.gnu.org/software/make/manual/html_node/index.html))
- *GNU as* (<https://sourceware.org/binutils/docs/as/>)
- *GNU ld* (<https://sourceware.org/binutils/docs/ld/>)
- *GNU gcc* (<https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-10.2.0/gcc/>)
- микроконтролер *STM32F103R6* (мрежни диск са материјалима)

(1) [1 поен] Направити нови пројекат у *Proteus* симулатору у оквиру којег на структурној шеми треба инстанцирати микроконтролер *STM32F103R6*, неопходне компоненте и извршити одговарајућа повезивања за успешно покретање симулације.

(2) [2 поена] Написати *Makefile* којим је могуће превести, асемблирати и повезати пројекат са изворним кодом написаним на *C* програмском језику у циљу добијања извршног кода у *ELF* формату (подразумевани формат излаза *GNU* асемблера и линкера) и *Intel Hex* формату. *Makefile* мора бити написан тако да испуњава следећа два услова: (1) додавање нових датотека са изворним кодом у пројекат не захтева експлицитно писање нових правила (измене другог типа у *Makefile* су дозвољене) и (2) све резултате и међурезултате процеса преводијења, асемблирања и повезивања пројекта треба сместити у засебан поддиректоријум.

(3) [3 поена] Написати линкерску скрипту која се може искористити приликом повезивања објектних датотека, које садрже секције са кодом, подацима без иницијалних вредности и подацима са иницијалним вредностима, у циљу добијања извршног кода односно меморијске мапе. Извршни код добијен на основу написане линкерске скрипте мора се исправно извршавати на микроконтролеру *STM32F103R6* и након губитка напајања. Приликом писања

линкерске скрипте могуће је усвојити претпоставку о постојању одговарајућих симбола (секција са садржајем *IVT*, улазна тачка програма итд.) у оквиру улазних објектних датотека.

(4) [3 поена] Написати изворни код којим се постиже у потпуности исправна иницијализација микроконтролера *STM32F103R6* у општем случају (програм који се извршава садржи код, податке без иницијалних вредности и податке са иницијалним вредностима) при чему је потребно обезбедити исправно извршавање и након губитка напајања.

(5) [2 поена] Конфигурисати систем и *SCB (System control block)* периферију језгра тако да изузетак системског тајмера има већи приоритет од других системских изузетака са конфигурабилном вредношћу приоритета.

(6) [2 поена] Конфигурисати систем и *STK (SysTick timer)* периферију језгра тако да генерише захтев за обрадом изузетка са периодом од 500ms који ће бити прихваћен чим стање система и приоритети изузетака то дозволе.

(7) [3 поена] Конфигурисати систем и *NVIC (Nested vectored interrupt controller)* периферију језгра тако да истовремено важи следеће: (1) захтеви за обрадом прекида *IRQ0*, *IRQ1* и *IRQ2* јесу омогућени, (2) у случају истовременог пристизања претходна три захтева редослед њихове обраде јесте прво *IRQ1*, затим *IRQ2* и на крају *IRQ0* и (3) не може да дође до међусобног угнеждавања када су у питању ова три прекида.