

# 142 ЗАДАТАК

Посматра се део рачунара који чине меморија и процесор.

Меморија је капацитета  $2^{16}$  бајтова. Ширина меморијске речи је 1 бајт.

Процесор је са једноадресним форматом инструкција. Подаци су целобројне величине са знаком и без знака дужине два бајта. Адресе у меморији заузимају две суседне меморијске локације, при чему се старији бајт налази на нижој локацији, а млађи бајт на вишој локацији.

У процесору постоје програмски бројач PC, указивач на врх стека SP, осам регистара опште намене који се налазе у регистарском фајлу, програмска статусна реч PSW, регистар IVTP (*Interrupt Vector Table Pointer*), адресни регистар меморије MAR, прихватни регистар податка меморије MDR, прихватни регистар инструкције IR, регистар акумулатора A.

У процесору постоје безадресне инструкције, инструкције условног скока, инструкције безусловног скока и адресне инструкције:

## 1) Безадресне инструкције

Инструкција	Значење	IR <sub>31..24</sub>	IR <sub>23..16</sub>	IR <sub>15..8</sub>	IR <sub>7..0</sub>	Дужина
HALT	заустављање рада процесора	0000 0000b	/	/	/	1B
RTS	повратак из потпрограма	0000 0001b	/	/	/	1B
RTI	повратак из прекидне рутине	0000 0010b	/	/	/	1B
ASL	аритметичко померање улево за једно место	0000 0011b	/	/	/	1B
STIVTP	пренос садржаја акумулатора у регистар IVTP	0000 0100b	/	/	/	1B
PUSH	стављање садржаја акумулатора на стек	0000 0101b	/	/	/	1B
POP	пуњење акумулатора садржајем са стека	0000 0110b	/	/	/	1B
ABS	израчунавање апсолутне вредности	0000 0111b	/	/	/	1B

## 2) Инструкције условног скока (попуњавају се само прва три бајта IR регистра)

Инструкција	Значење	Услов	IR <sub>31..24</sub>	IR <sub>23..16</sub>	IR <sub>15..8</sub>	Дужина
BEQL	скок на једнако	$Z = 1$	0001 0000b	PPPP PPPPb	/	2B
BNEG	скок на N=1	$N = 1$	0001 0001b	PPPP PPPPb	/	2B
BGRT	скок на веће него (са знаком)	$(N \oplus V) \vee Z = 0$	0001 0010b	PPPP PPPPb	/	2B
BGREU	скок на веће него или једнако (без знака)	$C = 0$	0001 0011b	PPPP PPPPb	/	2B
JLEQ	апсолутни скок на мање него или једнако (са знаком)	$(N \oplus V) \vee Z = 1$	0001 0100b	адреса скока		3B

## 3) Инструкције безусловног скока

Инструкција	Значење	IR <sub>31..24</sub>	IR <sub>23..16</sub>	IR <sub>15..8</sub>	IR <sub>7..0</sub>	Дужина
BR	релативни скок	0010 0000b	PPPP PPPPb	/	/	2B
JMP	апсолутни скок	0010 0001b	адреса скока		/	3B
JSR	апсолутни скок на потпрограм	0010 0010b	адреса скока		/	3B

## 4) Адресне инструкције

Инструкција	Значење	IR <sub>31..24</sub>	Дужина
LD	инструкција преноса у акумулатор	1011 0000b	Зависи од начина адресирања
ST	инструкција преноса из акумулатора	1011 0001b	
ADD	аритметичка инструкција сабирања	1011 0010b	
AND	логичка инструкција И	1011 0011b	
SWAP	замена вредности аргумента и акумулатора	1011 0100b	
JADR	скок на срачунату адресу	1011 0101b	
OR	логичка инструкција ИЛИ	1011 0110b	

## Начини адресирања:

Адресирање	Значење	IR <sub>23..16</sub>	IR <sub>15..8</sub>	IR <sub>7..0</sub>	Дужина
immed	непосредно адресирање	0000 0000b	податак		4B
memdir	меморијско директно адресирање	0001 0000b	адреса податка		4B
regdir	регистарско директно адресирање	0010 0RRRb	/	/	2B
regind	регистарско индиректно адресирања	0011 0RRRb	/	/	2B
pcrel	релативно адресирање са померајем	0100 PPPPb	/	/	2B

X – битови који се не користе.

R – битови који означавају индекс регистра опште намене који се користи.

P – битови који представљају померај са знаком.

## Формат PSW регистра:

15	14	13	12	11	10	9	8
PSWI	/	/	/	/	/	/	/

  

7	6	5	4	3	2	1	0
/	/	/	PSWV	PSWC	PSWN	PSWZ	PSWSTART

Неактивна бредност бита PSWSTART зауставља рад процесора, док активна вредност враћа процесор у рад.

Стек расте према вишим меморијским локацијама, а регистар SP указује на задњу заузету меморијску локацију.

Захтеве за прекид може да генерише четири контролера периферија који су повезани на већ реализован блок INTERRUPT\_INTERFACE\_4. На улазе BTN\_INTR<sub>3..0</sub> у блок INTERRUPT\_INTERFACE\_4 треба довести четири дугмета која симулирају захтеве за прекид контролера периферија. На улаз UEXT<sub>1..0</sub> треба довести бинарну вредност која представља индекс прихваћеног захтева за прекид. На улаз *inta* треба довести сигнал који је активан у случају да се прихвата неки од захтева за прекид (сигнал за читавање у регистар BRU). Излаз блока *intr<sub>3..0</sub>* представља запамћене захтеве за прекид. Ови прекиди се називају спољашњи маскирајући прекиди јер долазе од уређаја ван процесора и могу бити дозвољени или маскирани јер процесор на њих реагује или не реагује у зависности од тога да ли се у разреду PSWI регистра програмске статусне речи PSW налази вредност 1 или 0, респективно. Сматрати да процесор реагује само на ову врсту прекида.

Опслуживање захтева за прекид се састоји из две групе корака.

У оквиру прве групе корака на стеку се чувају програмски бројач PC, акумулатор A и програмска статусна речи PSW, R0-R3 регистра опште намене. У оквиру друге групе корака утврђује се адреса прекидне рутине. Утврђивање адресе прекидне рутине се реализује на основу садржаја табеле адреса прекидних рутина, која се назива IV табела (*Interrupt Vector Table*), и броја улаза у IV табелу. Стога је у поступку иницијализације целог система у меморији, почев од адресе на коју указује садржај регистра IVTP, креирана IV табела са 4 улаза, тако да се у улазима 3 до 0 налазе адресе прекидних рутина за сваки од прекида који долазе по линијама *intr<sub>3</sub>* до *intr<sub>0</sub>* који долазе из блока INTERRUPT\_INTERFACE\_4, респективно. Прекиди који долазе по линијама *intr<sub>7</sub>* до *intr<sub>0</sub>* треба уредити по приоритету при чему линија *intr<sub>3</sub>* има најнижи, а линија *intr<sub>0</sub>* највиши ниво приоритета. Број улаза у IV табелу треба да генерише процесор на основу позиције линије *intr<sub>3</sub>* до *intr<sub>0</sub>* највишег нивоа приоритета на којој постоји захтев за прекид.

Реализовати процесор према задатој спецификацији његове архитектуре, и то помоћу блокова FETCH, ADDR, EXEC, INTR и COMMON:

Блок са заједничким секвенцијалним и комбинационим мрежама (COMMON блок). Блок који садржи помоћне регистре, флип-флопове и комбинационе модуле који се користе у више него једној фази извршавања инструкције.

За симулацију процесора потребно је додати дугме BTN\_RST који генерише сигнал *rst*. Активна вредност сигнала *rst* враћа процесор у почетно стање, а у регистар PC уписује вредност 2000h, у регистар PSW 1h, у регистар SP 8000h, у акумулатор A 0h и у регистар IVTP F000h. Сигнал *rst* треба искористити у сваком реализованом блоку.

**а) [5 поена]** Блок дохватања инструкције (FETCH блок). Блок FETCH креће са фазом читања инструкције уколико се и у флип-флопу FETCH и у биту PSWSTART налази вредност 1. По завршеном читању инструкције уписивањем вредности 1 у флип-флопове ADDR или EXEC стартује се блок ADDR или блок EXEC, док се уписивањем вредности 0 у флип-флоп FETCH зауставља блок FETCH. Дефинисати сигнал *grinst* који је активан уколико је прочитана инструкција са недефинисаним операционим кодом или у случају недефинисаног начина адресирања или у случају недозвољене комбинације операционог кода и начина адресирања. Одмах при активирању сигнала *grinst* прећи на учитавање следеће инструкције.

**б) [10 поена]** Блок формирање адресе и дохватање операнда (ADDR блок). Блок ADDR креће са формирањем адресе операнда и читањем операнда уколико се у флип-флопу ADDR налази вредност 1. По завршеном формирању адресе и дохватања операнда уписивањем вредности 1 у флип-флоп EXEC стартује се блок EXEC и продужава се са извршавањем фазе извршавања операције, док се уписивањем вредности 0 у флип-флоп ADDR зауставља блок ADDR.

**в) [10 поена]** Блок извршавања операције (EXEC блок). Блок EXEC креће са фазом извршавања операције уколико се у флип-флоп EXEC налази вредност 1. По завршеном извршавању операције уписивање вредности 1 у флип-флоп INTR стартује се блок INTR и продужава се са извршавањем фазе опслуживања прекида, док се уписивањем вредности 0 у флип-флоп EXEC зауставља блок EXEC.

**г) [5 поена]** Блок опслуживања прекида (INTR блок). Блок INTR креће са фазом опслуживања прекида уколико се у флип-флопу INTR налази вредност 1. По завршетку опслуживања прекида уписивањем вредности 1 у флип-флоп FETCH стартује се блок FETCH и креће се са фазом читања следеће инструкције, док се уписивањем вредности 0 у флип-флоп INTR зауставља блок INTR.

Операциона јединица сваког блока треба да буде реализована директним повезивањем прекидачких мрежа, а сваки блок осим COMMON блока треба да има управљачку јединицу реализовану микропрограмирањем.

**Напомена:** Начин функционисања блокова FETCH, ADDR, EXEC и INTR треба да буде имплементиран као у литератури (са тим да се заједнички елементи налазе у блоку COMMON). Студенту се препоручује да направи тест програме који тестирају реализоване блокове.

Линкови:

- [https://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ir2ort2/literatura/Projektovanje\\_dela\\_procesora.pdf](https://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ir2ort2/literatura/Projektovanje_dela_procesora.pdf)
- [https://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ir2ort2/literatura/Organizacija\\_procesora.pdf](https://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ir2ort2/literatura/Organizacija_procesora.pdf)