

158 ЗАДАТАК

Посматра се део рачунара који чине меморија и процесор.

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

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 вишој локацији, а млађи бајт на нижој локацији.

У процесору постоји четири специјализована регистра који се налазе у регистарском фајлу. Регистри су адресни регистар (AR), регистар података (DR), индексни регистар (XR) и базни регистар (BR). У процесору постоје и програмска статусна реч PSW, указивач на врх стека SP, регистар IVTP (*Interrupt Vector Table Pointer*), адресни регистар меморије MAR, прихватни регистар податка меморије MDR, прихватни регистар инструкције IR, акумулатора А и програмског бројача PC.

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

1) Безадресне инструкције

Инструкција	Значење	IR _{31..24}	IR _{23..16}	IR _{15..0}	Дужина
HALT	заустављање рада процесора	1000 0000b	/	/	1B
RTS	повратак из потпрограма	1000 0001b	/	/	1B
RTI	повратак из прекидне рутине	1000 0010b	/	/	1B
INTE	инструкција постављања индикатора I на 1	1000 0011b	/	/	1B
INTD	инструкција постављања индикатора I на 0	1000 0100b	/	/	1B
PUSH	стављање садржаја акумулатора на стек	1000 0101b	/	/	1B
POP	пуњење акумулатора садржајем са стека	1000 0110b	/	/	1B
STBR	пренос садржаја акумулатора у базни регистар	1000 0111b	/	/	1B
STXR	пренос садржаја акумулатора у индексни регистар	1000 1000b	/	/	1B
STAR	пренос садржаја акумулатора у адресни регистар	1000 1001b	/	/	1B

2) Инструкције условног скока

Инструкција	Значење	Услов	IR _{31..24}	IR _{23..16}	IR _{15..8}	IR _{7..0}	Дужина
BNEQ	скок на неједнако	Z = 0	1100 0000b	PPPP PPPPb	/	/	2B
BOVF	скок на V = 1	V = 1	1100 0001b	PPPP PPPPb	/	/	2B
JNNG	скок на N = 0	N = 0	1100 0010b	адреса скока		/	3B
JGRT	апсолутни скок на веће него (са знаком)	$(N \oplus V) \vee Z = 0$	1100 0100b	адреса скока		/	3B

3) Инструкције безусловног скока

Инструкција	Значење	IR _{31..24}	IR _{23..16}	IR _{15..8}	IR _{7..0}	Дужина
JMP	апсолутни скок	0100 0000b	адреса скока		/	3B
JSR	апсолутни скок на потпрограм	0100 0001b	адреса скока		/	3B

4) Адресне инструкције

Инструкција	Значење	IR _{31..24}	Дужина
LD	инструкција преноса у акумулатор	0011 0000b	Зависи од начина адресирања
ST	инструкција преноса из акумулатора	0011 0001b	
INC	аритметичка инструкција инкрементирања	0011 0010b	
SUB	аритметичка инструкција одузимања	0011 0011b	
TST	логичка инструкција логичко множење И - не мења садржај акумулатора	0011 0100b	
STRCPY	копира низ карактера (string) на адресу која је дата као операнд инструкције *	0011 0101b	
JADR	скок на срачунату адресу	0011 0110b	

* STRCPY – адреса изворишног низа карактера се налази у базном регистру.

Начини адресирања:

Адресирање	Значење	IR _{23..16}	IR _{15..8}	IR _{7..0}	Дужина
immed	непосредно адресирање	0000 0000b	податак		4В
memdir	меморијско директно адресирање	0001 0000b	адреса податка		4В
regdir	регистарско директно адресирање (DR)	0010 0000b	/	/	2В
regind	регистарско индиректно адресирање (AR)	0011 0000b	/	/	2В
brpom	базно адресирање са померајем (BR)	0100 0000b	PPPP PPPPb	/	3В
bxpom	базно индексно адресирање са померајем (BR, XR)	0101 0000b	PPPP PPPPb	/	3В

X – битови који се не користе.

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
/	/	/	PSWN	PSWZ	PSWC	PSWV	PSWSTART

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

Стек расте према нижим меморијским локацијама, а регистар SP указује на прву слободну меморијску локацију.

Захтеве за прекид може да генерише осам контролера периферија који су повезани на већ реализован блок INTERRUPT_INTERFACE_8. На улазе BTN_INTR_{7..0} у блок INTERRUPT_INTERFACE_8 треба довести осам дугмета која симулирају захтеве за прекид контролера периферија. На улаз UEXT_{2..0} 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 учитавање у регистар BRU). Излаз блока *intr_{7..0}* 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. 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 8 улаза, тако да се у улазима 7 до 0 налазе адресе прекидних рутина за сваки од прекида који долазе по линијама *intr₇* до *intr₀* који долазе из блока INTERRUPT_INTERFACE_8, респективно. Прекиди који долазе по линијама *intr₇* до *intr₀* треба уредити по приоритету при чему линија *intr₇* има највиши, а линија *intr₀* најнижи ниво приоритета. Број улаза у IV табелу треба да генерише процесор на основу позиције линије *intr₇* до *intr₀* 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 1000h, у регистар PSW 8001h, у регистар SP F000h, у акумулатор A 0h и у регистар IVTP 0h. 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/Organizacija_procesora.pdf