

*Електротехнички факултет у Београду* 24.03.2019.

*Катедра за рачунарску технику и информатику*

**Архитектура рачунара**

**Први колоквијум**

**1. (5)** У оквиру опслуживања прекида на стеку се чувају неки регистри процесора. Уколико процесор поседује следеће регистре који припадају архитектури: PC, PSW, SP, ACC, R0-R16, BR, XR:

**а)** навести који се регистри обавезно чувају хардверски, а који могу и хардверски и софтверски. За оне који могу да се чувају и хардверски и софтверски навести од чега зависи како ће се чувати.

**б)** да ли се у кораку за обраду чува стара вредност регистра SP на стеку пошто се она у датом кораку хардверски модификује. Образложити одговор.

**2. (5)** Како би се омогућило тражење грешака у програму потребно је обезбедити да се након сваке регуларно извршене инструкције датог програма улази у прекидну рутину за тражење грешака без обзира на приспеле маскирајуће или немаскирајуће прекиде. Овај проблем се може решити хардверски и софтверски.

**а)** Навести шта је све потребно софтверски урадити у процесору из задатка 3 како би се после сваке регуларно извршене инструкције која реагује на прекид ушло у ову прекидну рутину.

**б)** Навести шта је све потребно хардверски урадити и променити у процесору из задатка како би се после сваке регуларно извршене инструкције која реагује на прекид ушло у ову прекидну рутину.

**3. (15)** Адресни простор процесора је величине 128KB, адресибилна јединица је 16 битна реч. Процесор је једноадресни са раздвојеним меморијским и У/И адресним простором, механизам прекида је векторисан, табела прекидних рутина почиње од адресе на коју указује регистар IVTP, а регистар IVTP има вредност 102h.

Процесор има две улазне линије IRQМ0 и IRQМ1 за спољашње маскирајуће прекиде и једну улазну линију IRQN за спољашње немаскирајуће прекиде на које су везане периферије PER0, PER1 и PER2, респективно. Адресе 16 битних регистара контролера периферија PER0, PER1 и PER2 у којима се чувају бројеви улаза у IV табелу су 100h, 200h и 300h, респективно. Придружени бројеви улаза у табели прекидних рутина за периферије PER0, PER1 и PER2 су 3, 4 и 2, док се захтеви памте у флип-флопвима PRM0, PRМ1 и PRN. Од спољашњих маскирајућих виши приоритет има захтев који долази по линији IRQМ1. Процесор реагује и на прекиде због задатог режима рада прекид после сваке инструкције – ако је бит Т регистра PSW постављен на вредност 1 за који је фиксно одређен улаз 0 IV табеле, као и услед извршавања инструкције INS - захтев се чува у флип-флопу PRINS. У регистру PSW редом од нижих ка вишим битовима се налази одговарајући број L бита, па затим битови I и Т. Главни програм има најнижу бинарну вредност L бита, улазак у прекидну рутину због захтева за прекид по линији IRQM0 има прву наредну бинарну вредност, док наредну бинарну вредност има улазак у прекидну рутину због захтева за прекид по линији IRQM1. Прихватају се само прекиди вишег приоритета. Инструкције INTE, INTD, TRPE, TRPD и RTI не реагују на прекиде. У кораку за обраду прекида на стек се хардверски стављају PC, ACC и PSW, тим редом. Стек расте према вишим локацијама, a SP указује на последњу заузету локацију и има вредност 8000h. Акумулатор ACC и PSW су 16 битни. У процесору постоје инструкција PUSHPSW која на стек ставља PSW регистар и инструкција POPPSW која са стека скида меморијску реч и смешта је у PSW регистар. У процесору не постоји регистар маске IMR, као ни регистри опште намене.

На слици 1, дат је део кода који је учитан у оперативну меморију рачунара. Инструкција на адреси 5000h означена је као 1. (прва) по редоследу извршавања, а свака следећа инструкција која се извршава означена је следећим редним бројем. На слици 2, дати су тренуци пристизања спољашњих захтева за прекид.

**а) (1)** Написати део програма којим се копира број улаза у IV табелу периферије PER2 периферији PER1.

**б) (2)** Навести адресе прекидних рутина за прекиде због задатог режима рада прекид после сваке инструкције, као и за захтеве за прекидима који долазе по линијама IRQM0, IRQM1 и IRQN.

**в) (3)** Приказати како је могуће, изменом главног програма или прекидних рутина, да се прати број прихваћених маскирајућих захтева за прекидом. На меморијској локацији 200h се налази претходно описан број и може се сматрати да се на почетку извршавања програма на локацији 200h налази вредност 0h. Под изменом се подразумева брисање, додавање или премештање инструкција таквих да не мењају семантику тренутног програма или прекидних рутина. Решење треба приказати у датој табели навођењем адресе и инструкције која ће се налазити на тој адреси. Адресе од 0h до FFh у меморији сматрати слободним и дозвољеним за коришћење. Дозвољено је коришћење стека. Све адресне инструкције сматрати да су дужине 2 речи (осим инструкције INS која је дужине 1 речи), а све безадресне 1 реч.

**г) (9)** Написати секвенцу адреса наредби које се редом извршавају почев од адресе 5000h. На почетку су сви бити регистра PSW постављени на 0. Почетни садржај осталих релевантних регистара/меморијских локација дат је у таблици 1. Резултат дати након фазе извршења инструкције и уколико је у фази опслуживања прекида прихваћен прекид и након фазе опслуживања прекида. Табелу приказати до завршене инструкције која се налази на адреси 5008h. При цртању стања стека, потребно је назначити адресу сваке меморијске локације, као и на коју адресу указује регистар SP.

**Напомене:** На колоквијуму нису дозвољена никаква помоћна средства, ни калкулатори ни литература. Колоквијум траје 120 минута. **Коначно решење задатка 3, попунити искључиво на формулару.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Архитектура рачунара - први колоквијум** | | | 24.03.2019. |
| Презиме и име студента | Индекс (гггг/бббб) | Потпис дежурног | |
|  |  |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Слика 1 - део оперативне меморије** | | | |  | **Слика 2 - пристигли захтеви** | |
| Адреса Наредба  5000h LD #0h  5002h INTE  5003h INS #0h  5004h XOR #2h  5006h INTD  5007h STORE 20h  5009h ... | Адреса Наредба  4000h OR #20h  4002h INS #1h  4003h INTE  4004h RTI  …  3000h LD #4444h  3002h RTI | Адреса Наредба  2000h ADD #311h  2002h TRPE  2003h RTI  ...  1000h INC  1001h RTI | Адреса Садржај  100h 1000h  101h 2000h  102h 1000h  103h 2000h  104h 3000h  105h 4000h  106h 4000h |  | Редни број инструкције | Линија захтева |
| 2 | IRQM1 |
| 8 | IRQN |
| 10 | IRQM0 |

|  |
| --- |
|  |
| Р.Б. | | Адреса | Инструкција | ACC [h] | Стек | I | T | L | PRINS | PRN | PRM1 | PRM0 | МEM[20h] |
| 0 | | - | - | - | 1 | 0 | 0 |  |  |  |  |  | 20h |
| 1 | | 5000 | LD #0h | 0 | 1 | 0 | 0 | 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| 2 | | 5002 | INTE | 0 | 1 | 1 | 0 | 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |
| 3 | | 5003 | INS #0h | 0 | 1 | 1 | 0 | 00 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |
|  | |  |  |  | 2 | 0 | 0 | 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |
| 4 | | 1000 | INC | 1 | 2 | 0 | 0 | 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |
| 5 | | 1001 | RTI | 0 | 1 | 1 | 0 | 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |
| 6 | | 5004 | XOR #2h | 2 | 1 | 1 | 0 | 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |
|  | |  |  |  | 3 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| 7 | | 4000 | OR #20h | 22 | 3 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| 8 | | 4002 | INS #1h | 22 | 3 | 0 | 0 | 10 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |
|  | |  |  |  | 4 | 0 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |
| 9 | | 2000 | ADD #311h | 333 | 4 | 0 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |
|  | |  |  |  | 5 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| 10 | | 3000 | LD #4444h | 4444 | 5 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 11 | | 3002 | RTI | 333 | 4 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 12 | | 2002 | TRPE | 333 | 4 | 0 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 13 | | 2003 | RTI | 22 | 3 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 14 | | 4003 | INTE | 22 | 3 | 1 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 15 | | 4004 | RTI | 2 | 1 | 1 | 0 | 00 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 16 | | 5006 | INTD | 2 | 1 | 0 | 0 | 00 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |
| 17 | | 5007 | STORE 20h | 2 | 1 | 0 | 0 | 00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изглед стека:   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | Ситуација 1 |  |  | Ситуација 5 |  | | SP |  | 8000h |  |  | 8000h | |  |  |  |  | 5006 | 8001h | |  | Ситуација 2 |  |  | 2 | 8002h | |  |  | 8000h |  | T=0 I=1 L=00 | 8003h | |  | 5004 | 8001h |  | 4003 | 8004h | |  | 0 | 8002h |  | 22 | 8005h | | SP | T=0 I=1 L=00 | 8003h |  | T=0 I=0 L=10 | 8006h | |  |  |  |  | 2002 | 8007h | |  | Ситуација 3 |  |  | 333 | 8008h | |  |  | 8000h | SP | T=0 I=0 L=10 | 8009h | |  | 5006 | 8001h |  |  |  | |  | 2 | 8002h |  |  |  | | SP | T=0 I=1 L=00 | 8003h |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  | Ситуација 4 |  |  |  |  | |  |  | 8000h |  |  |  | |  | 5006 | 8001h |  |  |  | |  | 2 | 8002h |  |  |  | |  | T=0 I=1 L=00 | 8003h |  |  |  | |  | 4003 | 8004h |  |  |  | |  | 22 | 8005h |  |  |  | | SP | T=0 I=0 L=10 | 8006h |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | |
| в)   |  |  | | --- | --- | | Адреса | Инструкција | | 4000 | STORE FFh | | 4002 | PUSHPSW | | 4003 | POP | | 4004 | STORE FEh | | 4006 | POP | | 4007 | PUSH | | 4008 | XOR FEh | | 400A | AND #0…011b | | 400C | BZ 5h | | 400D | LD 200h | | 400F | INC | | 4010 | STORE 200h | |  |  | | 4012 | LOAD FFh | | 4014 | OR #20h | | 4016 | INS #1h | | 4018 | INTE | | 4019 | RTI | |  |  | |  |  | | а)  IN 300h  OUT 200h  б) Адресе прекидних рутина за захтеве:  1000  TRAP : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ [h]  4000  IRQM0: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ [h]  4000  IRQM1: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ [h]  3000  IRQN : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ [h] |