



## Организација рачунара – Колоквијум

### 1.(15) Посматра се део рачунара који чине меморија и процесор.

Меморија је капацитета 64КВ. Ширина меморијске речи је 1 бајт.

Процесор је са једноадресним форматом инструкција. Подаци су целобројне величине са знаком дужине 2 бајта. Подаци у меморији заузимају две суседне меморијске локације, при чему се млађи бајт налази на вишој, а старији бајт на нижој адреси.

У процесору постоји програмски бројач РС дужине 2 бајта, адресни регистар меморије MAR дужине 2 бајта, прихватни регистар податка меморије MBR дужине 1 бајт, прихватни регистар инструкције IR дужине 4 бајта, акумулатор А дужине 2 бајта, прихватни регистар податка В дужине 2 бајта, регистри опште намене R0 до R7 дужине 2 бајта, програмска статусна реч PSW дужине 1 бајт, указивач на врх стека SP дужине 2 бајта. Инструкције су дужине 1, 2, 3 или 4 бајта.

Битови 7, 6, 5 и 4 првог бајта инструкције су 0000 за све инструкције скока, док се битовима 3 до 0 првог бајта инструкција специфицира код операције за инструкције скока и то на следећи начин: 00000001-инструкција условног скока уколико је резултат нула (JZ), 00000010-инструкција безусловног скока (JMP) и 00000011-инструкција скока на потпрограм (JSR). Адреса скока је дата 2 и 3 бајтом инструкције, при чему је старији бајт адресе скока дат другим, а млађи бајт трећим бајтом инструкције. Дужина инструкција је 3 бајта.

Битови 7, 6, 5 и 4 првог бајта инструкције су 1111 за безадресне инструкције, док се битовима 3 до 0 првог бајта инструкција специфицира код операције за безадресне инструкције и то на следећи начин: 11110001-инструкција повратка из потпрограма (RTS), 11110010-инструкција повратка из прекидне рутине (RTI) и 11110011-инструкција декрементирања садржаја акумулатора (DECA). Дужина инструкција је 1 бајт.

Битови 7, 6, 5 и 4 првог бајта инструкције су 0001 за адресне инструкције, док се битовима 3 до 0 првог бајта инструкција специфицира код операције и то на следећи начин: 00010001-инструкција преноса у акумулатор (LOAD), 00010010-инструкција преноса из акумулатора (STORE), 00010011-логичка инструкција логичког множења (AND), 00010100-аритметичка инструкција одузимања (SUB) и 00010101-аритметичка инструкција сабирања (ADD). Начини адресирања су специфицирани битовима 7, 6, 5 и 4 другог бајта инструкције и то на следећи начин: 0000-регистарско директно адресирање, 0001-регистарско индиректно адресирање, 0010-меморијско директно адресирање, 0011-меморијско индиректно адресирање и 0100-непосредно адресирање. Код регистарског директног адресирања и регистарског индиректног адресирања битови 3, 2 и 1 првог бајта инструкције се користе за адресирање једног од регистра опште намене R0 до R7. Бит 0 другог бајта инструкције се не користи. Дужина инструкције је 2 бајт. Код меморијског директног и индиректног адресирања 16 битна адреса меморијске локације је дата трећим и четвртим бајтом инструкције, при чему је старији бајт адресе дат трећим бајтом, а млађи бајт четвртим бајтом инструкције. Битови од 3 до 0 другог бајта инструкције се не користе. Дужина инструкције је 4 бајта. Код непосредног адресирања 16 битни операнд је дат трећим и четвртим бајтом инструкције, при чему је старији бајт операнда дат трећим бајтом, а млађи бајт четвртим бајтом инструкције. Битови од 3 до 0 другог бајта инструкције се не користе. Дужина инструкције је 4 бајта.

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

На индикаторе у програмској статусној речи утичу следеће инструкције: LOAD и AND на N и Z, SUB, ADD и DECA на N, Z, V и C.

Садржај дела меморије:

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ЛОКАЦИЈА: | 0000h | 0001h | 0002h | 0003h | 0004h | 0005h | 0006h | 0007h | 0008h | 0009h |
| САДРЖАЈ:  | 01h   | 00h   | 00h   | 00h   | 00h   | 00h   | 00h   | 04h   | 06h   | 00h   |
| ЛОКАЦИЈА: | 0100h | 0101h | 0102h | 0103h | 0104h | 0105h | 0106h | 0107h | 0108h | 0109h |
| САДРЖАЈ:  | F3h   | 01h   | 10h   | 00h   | F3h   | F3h   | 12h   | 20h   | 00h   | 08h   |
| ЛОКАЦИЈА: | 1000h | 1001h | 1002h | 1003h | 1004h | 1005h | 1006h | 1007h | 1008h | 1009h |
| САДРЖАЈ:  | 15h   | 30h   | 10h   | 1Ch   | 13h   | 02h   | 12h   | 20h   | 00h   | 08h   |
| ЛОКАЦИЈА: | 100Ah | 100Bh | 100Ch | 100Dh | 100Eh | 100Fh | 1010h | 1011h | 1012h | 1013h |
| САДРЖАЈ:  | 51h   | 60h   | 98h   | 00h   | 18h   | 20h   | 38h   | 01h   | 10h   | A8h   |
| ЛОКАЦИЈА: | 1014h | 1015h | 1016h | 1017h | 1018h | 1019h | 101Ah | 101Bh | 101Ch | 101Dh |
| САДРЖАЈ:  | 80h   | 03h   | D2h   | 51h   | D2h   | 10h   | 02h   | 00h   | 10h   | 14h   |

Ако је PC=0100h, SP=F000h, A=0001h, R1=0001h, R2=0002h, N=0, Z=0, V=0 и C=0. Извршити 5 сукцесивних наредби и за сваку наредбу је потребно попунити један ред у табелама чија су заглавља дата у наставку.

**Фаза читања инструкције:**

| Рб. | Адресе са којих је прочитана инструкција | IR <sub>31..24</sub> | IR <sub>23..16</sub> | IR <sub>15..8</sub> | IR <sub>7..0</sub> | Инструкција | Садржај промењених регистара |
|-----|--|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|
|-----|--|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------|------------------------------|

**Фаза одређивања адресе операнда и читање операнда:**

| Рб. | Адресе са којих је прочитана адреса операнда | Адресе са којих је прочитан операнд | Операнд | Садржај промењених регистара |
|-----|--|-------------------------------------|---------|------------------------------|
|-----|--|-------------------------------------|---------|------------------------------|

**Фаза извршавања:**

| Рб. | Адресе којима се приступа у фази извршавања | A | N | Z | V | C | Садржај промењених регистара и меморијских локација |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
|-----|---|---|---|---|---|---|---|

**2.(15)** Адресни простор неког рачунара је величине 128KB, адресбилна јединица је 16 битна реч. Подаци су целобројне величине без знака дужине 16 бита. Процесор је једноадресни, улазно-излазни и меморијски адресни простори су раздвојени, а механизам прекида је векторисан. IV табела има четири улаза. Регистар IVTP има вредност 0h. Процесор поседује две улазне линије за спољне маскирајуће прекиде, IRQM0 и IRQM1, при чему је IRQM1 вишег приоритета, и једну улазну линију за спољне немаскирајуће прекиде, IRQN. Њима су придружени улази 0, 1 и 2 у IV табели, респективно. На линије IRQM0 и IRQM1 су везане периферије PER0 и PER1, респективно. Адресе шеснаестобитних регистара у којима се чувају бројеви улаза PER0 и PER1 су 1000h и 2000h. Не прихвата се прекид истог нивоа приоритета. Улаз 3 у IV табели се употребљава у свим осталим случајевима. У PSW-у постоји бит I (*Interrupt Enable*) који се поставља на 0 у току фазе опслуживања прекида и одређен број L бита који се постављају на ниво приоритета прекидне рутине на коју се скаче у току фазе опслуживања прекида за спољне маскирајуће прекиде. Инструкције INT, INTE, INTD и RTI не реагују на прекид. Регистри ACC и PSW су величине 2 бајта. Стек расте од нижих ка вишим адресама у меморији, а регистар SP указује на прву слободну локацију. При прекиду се на стеку чувају PSW и PC, тим редом. Главни програм је дат на слици 1, прекидне рутине на слици 2, а садржај дела меморијског адресног простора почев од адресе 0 дат је на слици 3. Инструкција на адреси 0100h означена је као 1. (прва) по редоследу извршавања, а свака следећа инструкција која се извршава означена је следећим редним бројем. У току извршавања 2. инструкције стиже захтев за прекидом по линији IRQM1, у току току извршавања 4. инструкције стиже захтев за прекид по линији IRQM0 и у току извршавања 5. инструкције стиже захтев за прекид по линији IRQN. На почетку су сви бити PSW-а постављени на 0, осим бита I који је постављен на 1. Почетни садржај акумулатора је 0000h. Све вредности на сликама су хексадециманалне.

| Слика 1 | Адреса | Инструкција | Слика 2 | Адреса | Инструкција | Адреса | Инструкција | Слика 3    | Адреса | Садржај |
|---------|--------|-------------|---------|--------|-------------|--------|-------------|------------|--------|---------|
|         | 0100   | LOAD #1     |         | 1000   | LSL         |        | 1008        | ADD #1     | 0000   | 1000    |
|         | 0103   | STORE 3000  |         | 1001   | RTI         |        | 100B        | SUB #1     | 0001   | 1002    |
|         | 0106   | INT #3      |         | 1002   | INTE        |        | 100E        | RTI        | 0002   | 1007    |
|         | 0109   | INTD        |         | 1003   | ADD #1      |        | 100F        | INC        | 0003   | 100F    |
|         | 010A   | HALT        |         | 1006   | RTI         |        | 1010        | STORE 3000 | ...    |         |
|         |        |             |         | 1007   | INTE        |        | 1013        | RTI        |        |         |

- а) (1) Колика је величина IV табеле у бајтовима?
- б) (3) Написати кратак програм који обезбеђује да се приликом обраде захтева за прекид од периферија PER0 и PER1 скаче на прекидну рутину чија је адреса дата у улазу 3 IV табеле.
- в) (8) Написати секвенцу адреса наредби које се редом извршавају, почев од адресе 0100h. Резултат дати табеларно тако да табела садржи редни број инструкције, адресу на којој започиње инструкција, саму инструкцију, садржај акумулатора након извршења инструкције, вредности свих познатих бита унутар програмске статусне речи и изглед стека. Резултат дати након фазе извршења инструкције и уколико је у фази опслуживања прекида прихваћен прекид и након фазе опслуживања прекида. Табела:

| Рб | Адреса | Инструкција | ACC  | Стек | I | L | PRIRRN | PRIRRO | PRIRR1 |
|----|--------|-------------|------|------|---|---|--------|--------|--------|
| 0  | -      | -           | 0000 | -    | 1 | * | -      | -      | -      |

\* - Одређени број L бита.

- г) (3) Која вредност се налази на меморијској локацији 3000h након извршеног програма?

**Напомене:** На колоквијуму нису дозвољена никаква помоћна средства, ни калкулатори ни литература, може се писати графитном оловком. Колоквијум траје 90 минута.