



## Архитектура и организација рачунара 2

**1. (30)** Посматра се део рачунара који чине меморија и процесор.

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

Процесор је са једноадресним форматом инструкција. Подаци су целобројне величине са знаком дужине 1 бајт.

У процесору постоји програмски бројач PC 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 A дужине 1 бајт, помоћни регистар B дужине 2 бајта, регистри опште намене R0 ... R31 дужине 2 бајта, програмска статусна реч PSW дужине 1 бајт, указивач на врх стека SP дужине 2 бајта, регистар броја улаза у табелу са адресама прекидних рутина BRU дужине 2 бита и указивач на табелу са адресама прекидних рутина IVTP дужине 2 бајта. Инструкције су дужине један, два, три или четири бајта.

Бити 7 и 6 имају вредност 00 за инструкције условног скока, 01 за инструкције безусловног скока, 10 за безадресне инструкције и 11 за адресне инструкције.

Инструкција условног скока је инструкција скока уколико је резултат различит од нуле (BNZ). Битовима 5 до 0 првог бајта инструкција специфицира се код операције за инструкција условног скока. На основу тога је за инструкцију BNZ усвојен код операције 000000. Инструкција BNZ се реализује као релативни скок у односу на текућу вредност програмског бројача PC, а померај је 8 битна целобројна величина са знаком дата 2. бајтом инструкције. Дужина инструкција је 2 бајта.

Инструкције безусловног скока су инструкција безусловног скока (JMP) и инструкција скока на потпрограм (JSR). Битовима 5 до 0 првог бајта инструкција специфицира се код операције за инструкција безусловног скока. На основу тога је за инструкције JMP и JSR усвојени кодови операција 000000 и 000001, респективно. Инструкције JMP и JSR се реализују као апсолутни скокови, а адреса скока је дата 2. и 3. бајтом инструкције, при чему је старији бајт адресе скока дат другим бајтом инструкције а млађи бајт адресе скока трећим бајтом инструкције. Дужина инструкција је 3 бајта.

Безадресне инструкције су инструкције повратка из потпрограма (RTS), повратка из прекидне рутине (RTI), стављања садржаја акумулатора на стек (PUSH) и скидања садржаја са стека и пуњење акумулатора (POP), инкрементирање садржаја акумулатора (INC). Битовима 5 до 0 првог бајта инструкција специфицира се код операције за безадресне инструкције. На основу тога су за инструкције RTS, RTI, PUSH, POP, INC усвојени кодови операција 000000, 000001, 000010, 000011, 000100 респективно. Дужина инструкција је 1 бајт.

Адресне инструкције су инструкције преноса у акумулатор (LD), инструкција преноса из акумулатора (ST), аритметичка инструкција одузимања (SUB), логичка инструкција ИЛИ (OR), инструкција декрементирања (DEC) и инструкција безусловног скока на срачунату адресу (JADR). У инструкцији JADR није дозвољено регистарско директно адресирање, па уколико се јави ово адресирање у овој инструкцији, инструкција треба да буде без дејства. Битовима 5 до 0 првог бајта инструкција специфицира се код операције. На основу тога су за инструкције LD, ST, SUB, OR, DEC и JADR усвојени кодови операција 000000, 000001, 000010, 000011, 000100 и 000101, респективно. Дужина инструкција је 2, 3 или 4 бајта и зависи од специфицираног начина адресирања.

За адресне инструкције се битовима 7 и 6 другог бајта инструкције специфицира начин адресирања: 00 - регистарско директно адресирање, 01 - РС релативно адресирање са померајем, 10 - меморијско директно адресирање, 11 - меморијско индиректно адресирање. Код регистарског директног се регистар опште намене специфицира битима 4 до 0 другог бајта инструкције, а бит 5 другог бајта се не користи. Дужина инструкције је два бајта. Код РС релативно са померајем је померај задат као осмобитна означена величина трећим бајтом инструкције, а бити 5 до 0 другог бајта се не користе. Дужина инструкције је три бајта. Код меморијског директног и меморијског индиректног адресирања трећи и четврти бајт инструкције представљају адресу, и то тако да је старији бајт задат трећим, а млађи четвртим бајтом инструкције. Бити 5 до 0 другог бајта се не користе. Дужина инструкције је четири бајта.

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

Нема провере на грешку кода операције и начина адресирања и нема одговарајућих унутрашњих прекида. Од прекида једино постоје спољашњи прекиди који долазе од улазно/излазних уређаја. Број линије највишег приоритета по којој је стигао захтев за прекид налази се у бинарном облику у регистру BR и представља броја улаза у табелу са адресама прекидних рутина. Адресе дужине 16 бита заузимају по две суседне меморијске локације, при чему се млађи бајт адресе налази на нижој локацији а старији бајт адресе на вишој локацији. Почетна адреса табеле са адресама прекидних рутина се налази у регистру IVTP. У оквиру хардверског дела опслуживања захтева за прекид на стек са стављају само регистри PC и PSW.

а)(5) Нацртати формате инструкција.

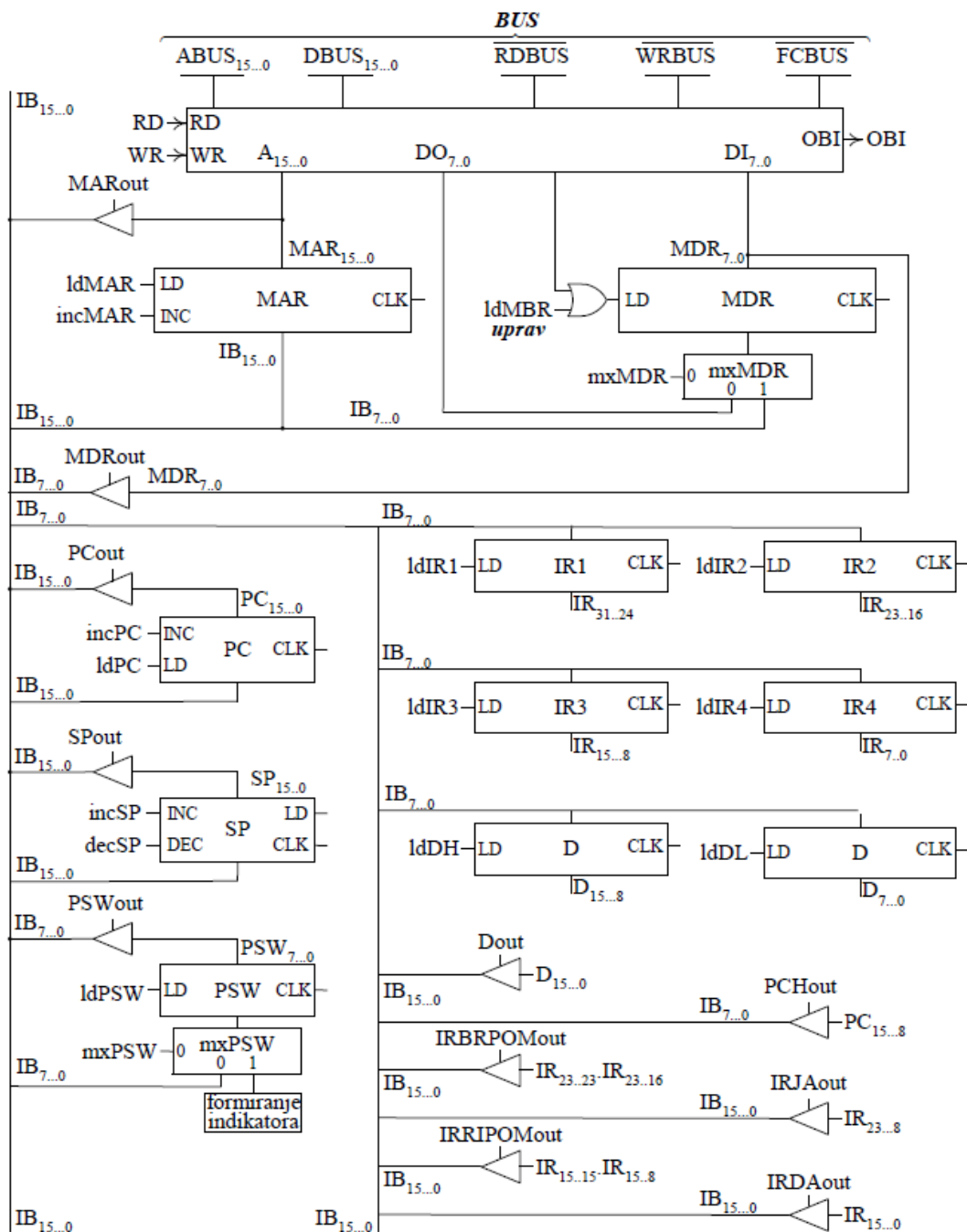
б)(5) Написати изразе за сигнале логичких услова дужина инструкција, начина адресирања и операција.

в)(10) Написати секвенцу управљачких сигнала по корацима са спајањем операционих и управљачких корака за све фазе извршавања инструкције.

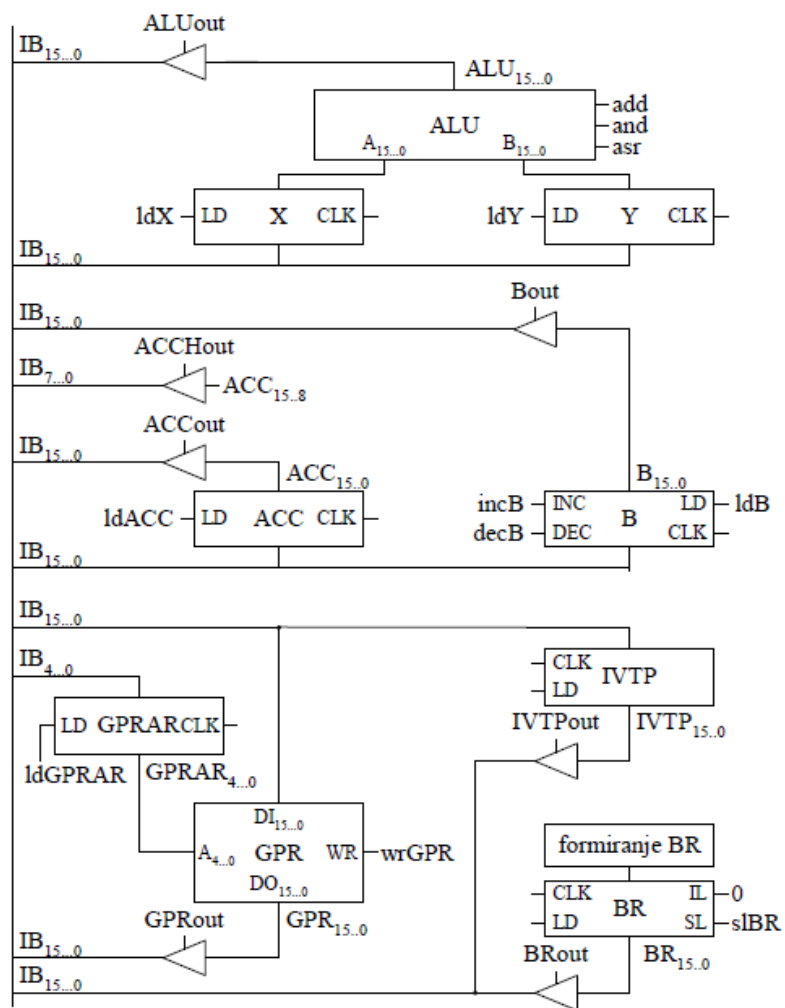
г)(5) Разматра се управљачка јединица микропрограмске реализације и хоризонталним кодирањем управљачких сигнала операционе јединице. Дати формат микроинструкција. Дати бинарне вредности којима се кодирају комбинације управљачких сигнала операционе јединице за првих 10 корака секвенце. Дати бинарне вредности којима се кодирају сви управљачки сигнали управљачке јединице.

д) (5) Нацртати структурну шему управљачке јединице микропрограмске реализације и хоризонталним кодирањем управљачких сигнала операционе јединице и дати изразе за генерисање управљачких сигнала и то за управљачке сигнале операционе јединице ldMAR, incPC и ldB, и све управљачке сигнале управљачке јединице којима се управља микропрограмским бројачем. Дати садржај прва четири улаза у микропрограмској меморији.

**Напомене:** На колоквијуму нису дозвољена никаква помоћна средства, ни калкулатори ни литература. Колоквијум траје 3 сата.



Операциона јединица (први део)



Операциона јединица (други део)