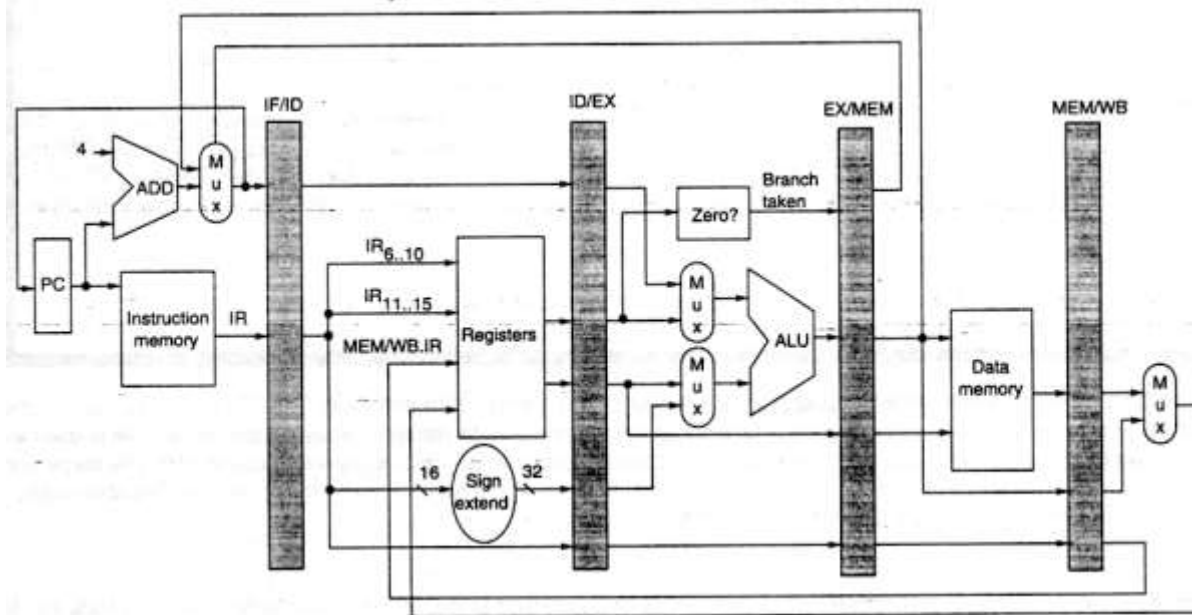




Архитектура и организација рачунара 1 – К3

1. (15) Посматра се процесор *pipeline* организације дат на слици 1. Свака фаза извршавања инструкције траје једну периоду сигнала такта укључујући и фазу 2 у којој се чита из регистарског фајла (*Registers*) и фазу 5 у којој се уписује у регистарски фајл (*Registers*).



Слика 1. *Pipeline* са реализацијом скока у четвртог степењу

На процесору се извршава следећа секвенца инструкција:

```
lw R1, 0(R2);    R1 = Mem[R2+0]
lw R2, 2(R1);    R2 = Mem[R4+2]
sw 12(R3), R4;   Mem[R3+12] = R4
add R4, R3, R6;  R4 = R3 + R6;
```

У овој секвенци инструкција постоје хазарди података. У неким ситуацијама је могуће реализовати додатни хардвер за прослеђивање којим се елиминишу хазарди података и обезбеђује извршавање инструкција без заустављања проточне обраде. Међутим у неким ситуацијама хазард података је могуће решити једино заустављањем проточне обраде.

а) (5) У датој секвенци инструкција навести све ситуације у којима постоје хазарди података. За сваку од ситуација, навести између које две инструкције се јавља, објаснити зашто постоји хазард података и навести која од њих се може решити заустављањем проточне обраде, а која прослеђивањем. Тамо где се зауставља навести колико периода сигнала такта се зауставља, а тамо где се прослеђује (могуће после заустављања) навести шта (који је изворишни регистар) се куда прослеђује (шта је одредиште). Одговор дати табеларно.

Ситуација	Инструкција 1	Инструкција 2	Објашњење	З/П	Заустављање	Прослеђивање	Одредиште
					Трајање	Извориште	

б) (5) Ова секвенца инструкција се под одређеним условима може и другачије написати и тиме избећи заустављање проточне обраде због хазарда података. Написати ту нову секвенцу инструкција. За ту нову секвенцу нацртати и попунити исту табелу као а). Објаснити по којим условим овај нови редослед важи.

в) (5) Дати процесор треба да подржи и инструкцију скока на потпрограма. Потпрограма може да почне почев од било које меморијске локације. Предложити формат инструкције скока на потпрограма. Шта је потребно модификовати у процесору са слике 1 (нацртати и објаснити) тако да се и ова инструкција извршава у 5 фаза као и остале инструкције.

2. (15) Посматра се систем са стандардном проточном обрадом са слике 1 код кога не постоји хардвер за прослеђивање, а у случају када се у ID фази детектује да се ради о инструкцији скока проточна обрада се зауставља све док се не одреди да ли је услов скока испуњен и док се не сачуна адреса скока. У случају да услов скока није испуњен наставља се извршавање започете инструкције. Извршава се следећи програмски сегмент:

```

Loop1: LW      R2, (R3)0      ;R2=MEM[R3+0]
        ADDI    R2, R2, #5    ;R2=R2+5
        BEQZ    R2, Loop2    ;if (R2 == 0) goto Loop2
        SW      R2, (R3)0    ;MEM[R3+0]=R2
        LW      R4, (R3)1    ;R4=MEM[R3+1]
Loop2: LW      R5, (R3)2    ;R5=MEM[R3+2]
        SUB     R4, R4, R2    ;R4=R4-R2
        SUBI    R2, R2, #1    ;R2=R2-1
        SUBI    R5, R5, #1    ;R5=R5-1
        BNEZ    R5, Loop1    ;if (R5 != 0) goto Loop1
        ADDI    R5, R5, #1    ;R5=R5+1
        SUBI    R4, R4, #1    ;R4=R4-1
        SUBI    R2, R2, #1    ;R2=R2-1

```

Почетна вредност регистра R3 је 100h, а изглед дела меморије почев од адресе 100h је приказан на слици 3. Из меморије се чита и у њу уписује 32-битне реч по реч. Почетна адреса програма је 1000h, а свака инструкција заузима тачно једну адресу, адресирање је на нивоу 32-битне речи.

Адреса		100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	10A	10B	
Садржај		5	A	2	3	107	108	109	10A	3	6	5	9	

Слика 3. Изглед дела меморије

а) Приказати табеларно шта се дешава у којој фази за првих 11 инструкција датог програма које се изврше. Дати вредности које се налази у регистрима након завршетка 11 инструкција датог програма.

б) Приказати табеларно шта се дешава у којој фази за првих 11 инструкција датог програма које се изврше у случају да постоји прослеђивање (*forwarding*), одређивање адресе скока и услова скока се обавља у ID степену и који користи статичку предикцију да скок није прихваћен (*branch non-taken prediction*).

Напомене: На испиту нису дозвољена никаква помоћна средства, ни калкулатори ни литература. Испит траје 3 сата.