

## Domanda 11

Si consideri il programma riportato in seguito, pensato per scandire un vettore di 100 caratteri ASCII maiuscoli e minuscoli e convertirli tutti in caratteri minuscoli.

Si assuma che:

- L'unità di moltiplicazione/divisione abbia una latenza pari a 4 colpi di clock
- Il branch delay slot sia pari ad 1 colpo di clock
- Il Delay Slot non sia abilitato
- Il Data Forwarding sia abilitato.

Si eseguano le seguenti operazioni:

- 1) (2 punti) Si calcoli il numero di colpi di clock occupato da ogni istruzione e si indichi quanti colpi di clock utilizza l'intero programma se:
  - 60 caratteri ASCII del vettore sono maiuscoli
  - 60 caratteri ASCII del vettore sono minuscoli
- 2) (4 punti) Si ottimizzi il programma utilizzando tutte le tecniche di ottimizzazioni in maniera tale che il programma esegua lo stesso calcolo.
- 3) (2 punti) Si esegua lo stesso calcolo dei colpi di clock del punto 1 con il nuovo programma del punto 2. Si supponga che i primi 60 caratteri del vettore siano maiuscoli.

```
;*****                               WinMIPS64                               *****

                                .data

vett:    .ascii    "100datiASCII..."

                                .text

MAIN:    daddui    R1,R0,100          ;R1 <- 100
          daddui    R3,R0,97          ;R3 <- 97 = 61h ="a"
          daddui    R4,R0,32          ;R4 <- 32d = 20h
          daddui    R2,R0,vett        ;R2 <- Addres of [vett]

loop:    lb        R5,0(R2)           ;get a value
          slt      R6,R5,R3
          beqz     R6,minusc

maiusc:  dadd      R5,R5,R4
          sb       R5,0(R2)

minusc:  daddi     R2,R2,1
          daddi     R1,R1,-1
          bnez     R1,loop
          halt
```