



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

## ΕΣ 08: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ

Ακαδημαϊκό Έτος 2006 – 2007, Εαρινό Εξάμηνο

Διδάσκων Καθ.: Νίκος Τσαπατσούλης

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

Το τρέχον έγγραφο αποτελεί υπόδειγμα τελικής εξέτασης. Αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο περιλαμβάνει ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και βαθμολογείται με **40** μονάδες. Κάθε ερώτηση έχει μόνο **μία ορθή απάντηση** και οι ορθές απαντήσεις πρέπει να μεταφερθούν στον πίνακα που σας δίνεται στην τελευταία σελίδα. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει τέσσερις ασκήσεις / θεωρητικές ερωτήσεις, **από τις οποίες πρέπει να απαντήσετε τρεις**, και βαθμολογείται με **60** μονάδες.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Σε περίπτωση απάντησης περισσότερων από τρεις ασκήσεων *θα ληφθούν υπόψη οι τρεις με τη χειρότερη βαθμολογία.*

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 3 ΩΡΕΣ

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: .....

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΙΤΗΤΙΚΗΣ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ: .....

ΕΞΑΜΗΝΟ: .....

	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ
ΜΕΡΟΣ Α	
ΜΕΡΟΣ Β	
ΣΥΝΟΛΟ	



**ΜΕΡΟΣ Α: ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ****Ερώτηση 1**

Ποιο από τα παρακάτω *δεν είναι* βασικό χαρακτηριστικό των επεξεργαστών Ψ.Ε.Σ;

- (Α). Ειδική αρχιτεκτονική (αρχιτεκτονική Harvard)
- (Β). Εκτεταμένη (μεγάλη) μνήμη cache
- (Γ). Παράλληλη εκτέλεση πολλαπλών εντολών (pipelining)
- (Δ). Σύνολο εντολών (instruction set) ειδικά διαμορφωμένο για επεξεργασία σήματος

**Ερώτηση 2**

Έστω τα διανύσματα  $\underline{x}$  και  $\underline{y}$ . Ποια από τις παρακάτω εντολές επεξεργασίας δεδομένων βελτιστοποιείται ως προς την εκτέλεση της με την εντολή MAC;

- (Α)  $\underline{x} \bullet \underline{y}$  (ο τελεστής  $\bullet$  δηλώνει εσωτερικό γινόμενο)
- (Β)  $\underline{x} + \underline{y}$
- (Γ)  $\sqrt{\underline{x} + \underline{y}}$
- (Δ)  $|\underline{x}| - |\underline{y}|$  (ο τελεστής  $||$  δηλώνει απόλυτη τιμή)

**Ερώτηση 3**

Για τη συμπίεση ενός ηχητικού σήματος δειγματοληπτημένου με 8000 δείγματα/sec έχει κατασκευαστεί ένα πρόγραμμα σε ένα επεξεργαστή Ψ.Ε.Σ. Το πρόγραμμα επεξεργάζεται ομάδες από 1152 δείγματα ταυτόχρονα. Αν υπάρχει απαίτηση για συμπίεση σε πραγματικό χρόνο το πρόγραμμα πρέπει να εκτελείται σε χρόνο μικρότερο από:

- (Α).  $\frac{1}{1152 \cdot 8000}$  sec
- (Β).  $\frac{1}{8000}$  sec
- (Γ).  $\frac{1}{1152}$  sec
- (Δ).  $\frac{1152}{8000}$  sec

**Ερώτηση 4**

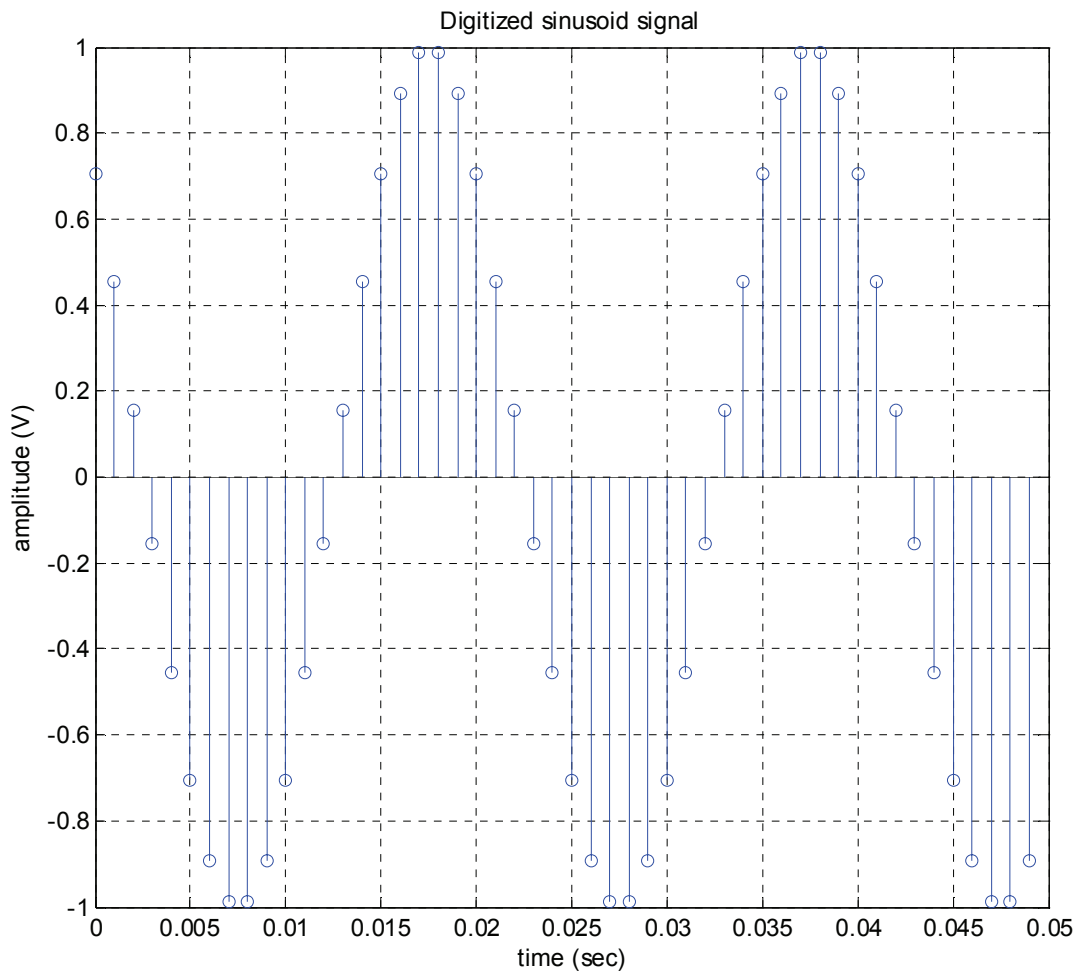
Ένας επεξεργαστής Ψ.Ε.Σ σταθερής υποδιαστολής έχει μήκος λέξης  $N=8$  bits και αναπαριστά τους αριθμούς σύμφωνα με το format Q7.0 (ακέραιοι προσημασμένοι). Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα της πράξης **118+14** αν το saturation bit είναι απενεργοποιημένο (δεν έχουμε εφαρμογή κορεσμού - saturation);

- (Α) 132
- (Β) 127
- (Γ) 5
- (Δ) -124

**Ερώτηση 5**

Στο Σχήμα Α.5 φαίνεται ένα ψηφιοποιημένο περιοδικό σήμα. Η συχνότητα δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκε για την διακριτοποίηση του αναλογικού σήματος είναι:

- (Α). 10 δείγματα/sec
- (Β). 20 δείγματα/sec
- (Γ). 500 δείγματα/sec
- (Δ). 1000 δείγματα/sec



Σχήμα A.5

**Ερώτηση 6**

Η συχνότητα του (αναλογικού) σήματος της Ερώτησης 5 είναι:

- (Α). 10 Hz       (Β). 20 Hz       (Γ). 50 Hz       (Δ). 100 Hz

**Ερώτηση 7**

Η αναπαράσταση του αριθμού κινητής υποδιαστολής απλής ακρίβειας (single)  $x=-15$  σύμφωνα με το πρότυπο IEEE-754 είναι:

- (Α). 11000001011100000000000000000000       (Β). 10000001111100000000000000000000  
 (Γ). 11000001111100000000000000000000       (Δ). 10000001111100000000000000000000

**Ερώτηση 8**

Ένας επεξεργαστής Ψ.Ε.Σ κινητής υποδιαστολής έχει μήκος λέξης  $N=16$  bits και αναπαριστά τους αριθμούς με 1 bit για το πρόσημο, 5 bit για τον εκθέτη, και 10 bit για το δεκαδικό μέρος και σύμφωνα με τη φιλοσοφία του προτύπου IEEE-754.

Ποια τιμή αναπαρίσταται με τη συμβολοσειρά **1100001110000000**:

- (Α) -3.75       (Β) -3. 5       (Γ)  $-0.875 \times 2^{17}$        (Δ)  $-3.75 \times 2^{17}$

**Ερώτηση 9**

Με τα δεδομένα της Ερώτησης 8, ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός που μπορεί να αναπαρασταθεί;

- (Α).  $2^{15} (1-2^{-10})$        (Β).  $2^{15} (2-2^{-10})$        (Γ).  $2^{31} (1-2^{-10})$        (Δ).  $2^{31} (2-2^{-10})$

**Ερώτηση 10**

Με τα δεδομένα της Ερώτησης 8, ποιος είναι ο ελάχιστος (μη μηδενικός) θετικός αριθμός που μπορεί να αναπαρασταθεί;

- (Α).  $2^{-14} * 2^{-10}$        (Β).  $2^{-15} * 2^{-10}$        (Γ).  $2^{-15} * (1+2^{-10})$        (Δ).  $2^{-31} (1+2^{-10})$

**Ερώτηση 11**

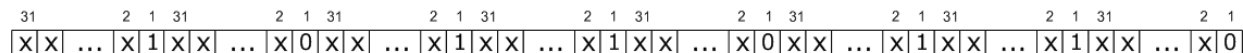
Στον επεξεργαστή TMS320C6713 μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα μέχρι και:

- (Α). 2 εντολές       (Β). 4 εντολές       (Γ). 8 εντολές       (Δ). 12 εντολές

**Ερώτηση 12**

Ένα πακέτο ανάκλησης εντολών (Fetch Packet) του επεξεργαστή TMS320C6713 δίνεται στο Σχήμα A.12. Από πόσα πακέτα εκτέλεσης εντολών (Execution Packets) αποτελείται το εν λόγω πακέτο;

- (Α). 1       (Β). 3       (Γ). 5       (Δ). 8



Σχήμα A.12

**Ερώτηση 13**

Ποια από τις παρακάτω εντολές είναι εσφαλμένη;

- (Α). B .S1 loop     (Β). [A0] B .S1 loop     (Γ). [A1] B .S1 loop     (Δ). [A4] B .S1 loop

**Ερώτηση 14**

Στο Σχήμα A.14 δίνεται η κατάσταση του επεξεργαστή TMS320C6713 όσον αφορά τις θέσεις μνήμης 0-11h και τους καταχωρητές A0-A15, B0-B15.

Αν ο επεξεργαστής χρησιμοποιεί το format αποθήκευσης *little endian* ποιο θα είναι το περιεχόμενο της θέσης μνήμης 0000 0004h μετά την εκτέλεση της εντολής: `STH .D1 A4, *A0++`

- (Α). 2E       (Β). 08       (Γ). 03       (Δ). 10

Byte Address (Hex)	Memory Content (Hex)	Register	Content (Hex)	Register	Content (Hex)
00000000	ED	A0	00000004	B0	00000000
00000001	FE	A1	00000000	B1	00000000
00000002	B1	A2	00000000	B2	00000000
00000003	00	A3	00000008	B3	00000000
00000004	2E	A4	FF080310	B4	00000000
00000005	00	A5	00000000	B5	00000000
00000006	33	A6	00000000	B6	00000000
00000007	00	A7	00000000	B7	00000000
00000008	04	A8	00000000	B8	00000000
00000009	00	A9	00000000	B9	00000000
0000000A	95	A10	00000000	B10	00000000
0000000B	00	A11	00000000	B11	00000000
0000000C	6C	A12	00000000	B12	00000000
0000000D	00	A13	00000000	B13	00000000
0000000E	70	A14	00000000	B14	00000000
0000000F	00	A15	00000000	B15	00000000
00000010	7A				
00000011	FF				

Σχήμα A.14

**Ερώτηση 15**

Με τα δεδομένα της Ερώτησης 14 (βλέπε Σχήμα A.14) ποιο θα είναι το περιεχόμενο του καταχωρητή A5 μετά την εκτέλεση της εντολής: `LDW .D1 *+A0(2), A5`

- (A). 00040033       (B). 0070006C       (Γ). 33000400       (Δ). 6C007000

**Ερώτηση 16**

Με τα δεδομένα της Ερώτησης 14 (βλέπε Σχήμα A.14) ποιο θα είναι το περιεχόμενο του καταχωρητή A0 μετά την εκτέλεση της εντολής: `LDH .D1 *-A0, A5`

- (A). 00000000       (B). 00000003       (Γ). 00000004       (Δ). 0000002E

**Ερώτηση 17**

Με τα δεδομένα της Ερώτησης 14 (βλέπε Σχήμα A.14) ποιο θα είναι το περιεχόμενο του καταχωρητή A0 μετά την εκτέλεση της εντολής: `LDH .D1 *-A3[4], A0`

- (A). 0000002F       (B). 0000EDFE       (Γ). 0000FEED       (Δ). FFFFFFFEED

**Ερώτηση 18**

Με τα δεδομένα της Ερώτησης 14 (βλέπε Σχήμα A.14) ποιο θα είναι το περιεχόμενο του καταχωρητή A1 μετά την εκτέλεση της εντολής: `LDB .D1 *++A1[A0], A5`

- (A). 00000004       (B). 0000002E       (Γ). 0000007A       (Δ). FFFFFFFEED

**Ερώτηση 19**

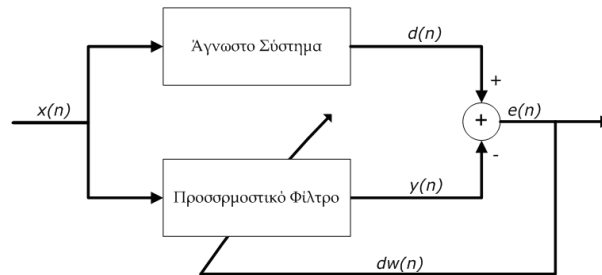
Με τα δεδομένα της Ερώτησης 14 (βλέπε Σχήμα A.14) ποιο θα είναι το περιεχόμενο του καταχωρητή A3 μετά την εκτέλεση της εντολής: `ADDSP .S1 A3, A0, A3`

- (A). 0000000B       (B). 0000 0032       (Γ). 00003200       (Δ). 00C80032

**Ερώτηση 20**

Δίνεται η διάταξη του σχήματος για την αναγνώριση συστημάτων με τη χρήση προσαρμοστικών φίλτρων. Για να είναι αποτελεσματική η διαδικασία αναγνώρισης μια κατάλληλη είσοδος  $x(n)$  που μπορεί να εφαρμοστεί είναι:

- (Α). Λευκός θόρυβος  
 (Β).  $x(n) = \sin(\omega_1 n + \varphi)$   
 (Γ).  $x(n) = u(n)$  ( $u(n)$  η βηματική συνάρτηση)  
 (Δ).  $x(n) = n$



Σχήμα A.20

**ΜΕΡΟΣ Β: ΑΣΚΗΣΕΙΣ****Άσκηση 1** (20 μονάδες):

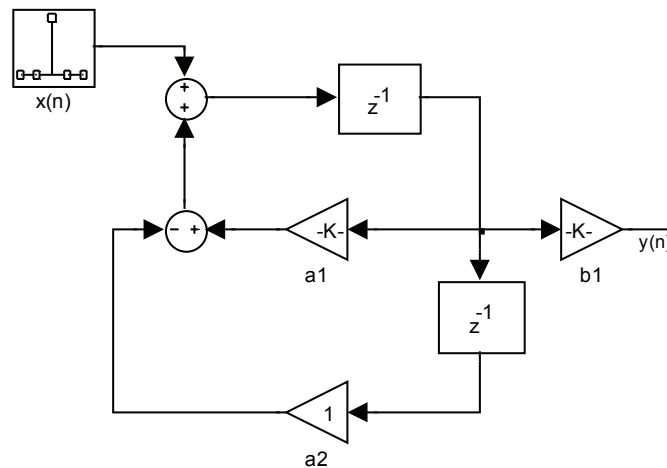
Ένας επεξεργαστής Ψ.Ε.Σ κινητής υποδιαστολής έχει μήκος λέξης  $N=16$  bits και αναπαριστά τους αριθμούς με 1 bit για το πρόσημο, 5 bit για τον εκθέτη, και 10 bit για το δεκαδικό μέρος. Να βρεθούν, σύμφωνα με τη φιλοσοφία του προτύπου IEEE-754, τα ακόλουθα:

- |  |             |
|--|-------------|
| (a) Η αναπαράσταση του συμβόλου NaN (Not a Number) | (2 μονάδες) |
| (b) Η αναπαράσταση του συμβόλου $-\infty$          | (2 μονάδες) |
| (c) Η αναπαράσταση του αριθμού $x=-12$             | (4 μονάδες) |
| (d) Η αναπαράσταση του αριθμού $y=0.425$           | (4 μονάδες) |
| (e) Η αναπαράσταση του αθροίσματος $x + y$         | (4 μονάδες) |
| (f) Η αναπαράσταση του γινομένου $x*y$             | (4 μονάδες) |

**Άσκηση 2** (20 μονάδες):

Δίνεται το ψηφιακό σύστημα του Σχήματος Β.2 με είσοδο  $x(n)$  και έξοδο  $y(n)$ .

- (a) Υπολογίστε τη συνάρτηση μεταφοράς  $H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$ . - (5 μονάδες)
- (b) Υπολογίστε τη σχέση εισόδου - εξόδου ( $\mathbf{y(n)=f(x(n))}$ ) - (2 μονάδες)
- (c) Εξετάστε την ευστάθεια του συστήματος για  $a_2=1$  και για διάφορες τιμές του  $a_1$ . - (5 μονάδες)
- (d) Έστω ότι έχουμε  $a_1 = 2 \cos\left(2\pi \frac{f_L}{F_s}\right)$ ,  $a_2=1$ ,  $b_1 = \sin\left(2\pi \frac{f_L}{F_s}\right)$  όπου  $F_s$  είναι η συχνότητα δειγματοληψίας. Υπολογίστε την κρουστική απόκριση του συστήματος. - (8 μονάδες)



Σχήμα Β.2



**Άσκηση 3 (20 μονάδες):**

Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα ASSEMBLY:

---

```

.global _examB2                ;program without optimization
.sect ".simple_routine"        ;used to load into internal program memory

_examB2:
    MV     .S1  A6,A2          ;Counter register
    ZERO   .S1  A9            ;Sum register

loop:
    LDW    .D1  *A4++,A7      ;Load data from samples
    LDH    .D2  *B4++,B7      ;Load data from Coefficients
    NOP 4
    MPYHL  .M1x A7,B7,A8      ;A7 is 32 bit sample, B7 is Q-15 representation coefficients
    NOP
    SHL   .S1  A8,1,A8        ;Eliminate sign extension bit
    ADD   .S1  A8,A9,A9       ;Accumulate results
    [A2] SUB .S1 A2,1,A2      ;Decrement counter
    [A2] B   .S1  loop
    NOP 5

    MV   .S1  A9,A4
    B    .S2  B3
    NOP 5

```

---

- Είναι το ανωτέρω πρόγραμμα αυτόνομο, μπορεί δηλαδή να γίνει compile από μόνο του ή χρειάζονται και άλλα αρχεία. Αν ναι ποια; Δώστε ένα παράδειγμα.
  - Εξηγήστε αναλυτικά τη λειτουργία του ανωτέρω προγράμματος.
  - Δώστε δύο παραδείγματα εντολών στο παραπάνω πρόγραμμα στο οποίο έχουμε άμεση διευθυνσιοδότηση.
  - Δώστε δύο παραδείγματα εντολών στο παραπάνω πρόγραμμα στο οποίο έχουμε έμμεση διευθυνσιοδότηση.
  - Δώστε δύο μεθοδολογίες και συγκεκριμένα παραδείγματα με τα οποία μπορούμε να βελτιώσουμε την ταχύτητα εκτέλεσης του ανωτέρω προγράμματος.
  - Τροποποιήστε το ανωτέρω πρόγραμμα ώστε να χρησιμοποιείται κυκλική διευθυνσιοδότηση
-

**Άσκηση 4** (20 μονάδες):

Δίνεται το παρακάτω τμήμα κώδικα ASSEMBLY:

---

```

; Initialize the circular buffer for the FIR filtering
    MVK    .S2  0x0004,B10    ;
    MVKLNH .S2  0x0005,B10    ;Select circular buffer
    MVC    .S2  B10, AMR      ;and buffer size in bytes
; Load the pointer to A0 - Assume that the initial location of the circular buffer is pointed to 00000200h
    MVK    .S1  0x0220,A0     ;
    MVKLNH .S1  0x0000,A0     ;A0 = 0x00000220 (has last pointer value)
    LDW    .D1  *A0, A5       ;A5 now points to the first free location of the circular buffer
    NOP 4
; Load the current sample to the circular buffer
; A4 has sample passed from calling an external function (interrupt processing)
    STH    .D1  A4, *A5
; FIR filtering
    MVK    .S2  0x0210,B1     ;
    MVKLNH .S2  0x0000,B1     ;This is the address of h[n]
    MVK    .S2  8, B2         ;Set up a counter
    ZERO   .S1  A9           ;Initialize accumulator
loop:   LDH    .D2  *B1++,B7    ;Load data from Coefficients
        LDH    .D1  *A5--, A7  ;Load data from samples
        NOP 4
        MPYHL .M1x A7,B7,A7    ;A7 is Q.30 representation coefficients
        NOP
        SHL    .S1  A7,1,A7    ;Eliminate sign extension bit
        ADD    .S1  A7,A9,A9    ;Accumulate results
[B2]   SUB    .S2  B2,1,B2     ;Decrement counter
[B2]   B      .S2  loop
        NOP 5
        SHR   .S1  A9,16,A9    ; Make Short – eliminate sign extension bit
                                           ; A9 is now short Y
; Save the address of last pointer
    LDH    .D1  *A5++, A13    ; Dummy load
    STW    .D1  A5, *A0      ; save last pointer value
; Restore Linear Addressing
    MVK    .S2  0x0000,B10
    MVKLNH .S2  0x0004,B10
    MVC    .S2  B10, AMR
; Return the result
    MV     .S1  A9,A4
    B      .S2  B3
    NOP 5

```

Στο Σχήμα Β.4 δίνεται η αρχική κατάσταση του επεξεργαστή TMS320C6713 όσον αφορά τις θέσεις μνήμης 200-220h.

Byte Address (Hex)	Memory Content (2 bytes)	Register	Content (Hex)	Register	Content (Hex)
0000200	0000	A0		B0	
0000202	0000	A1		B1	
0000204	0000	A2		B2	
0000206	0000	A3		B3	
0000208	0000	A4		B4	
000020A	0000	A5		B5	
000020C	0000	A6		B6	
000020E	0000	A7		B7	
0000210	01FF	A8		B8	
0000212	03FF	A9		B9	
0000214	05FF	A10		B10	
0000216	07FF	A11		B11	
0000218	0FFF	A12		B12	
000021A	1FFF	A13		B13	
000021C	3FFF	A14		B14	
000021E	7FFF	A15		B15	
0000220	0200				
0000222	0000				

Σχήμα Β.4

- 
- (a) Με βάση το παραπάνω πρόγραμμα ποιος καταχωρητής χρησιμοποιείτε ως κυκλικός καταχωρητής και ποιο είναι το μέγεθος του. Αιτιολογήστε την απάντησή σας. (3 μονάδες)
- (b) Αν οι οκτώ πρώτες τιμές του σήματος εισόδου  $x(n)$  είναι  $x(1)=0.03$ ,  $x(2)=0.05$ ,  $x(3)=0.1$ ,  $x(4)=0.5$ ,  $x(5)=0.7$ ,  $x(6)=0.4$ ,  $x(7)=0.2$ ,  $x(8)=0.08$  να δώσετε τις τιμές των θέσεων μνήμης 0000200h έως 0000222h (σε δεκαδική μορφή ή δεκαεξαδική μορφή με format Q.15) μετά την πρώτη εκτέλεση του ανωτέρω προγράμματος. (9 μονάδες)
- (c) Δώστε τις τιμές των καταχωρητών A0-A15 μετά την πρώτη εκτέλεση του ανωτέρω προγράμματος. (8 μονάδες)

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Ερώτηση	A	B	Γ	Δ	Comments
1		✓			
2	✓				MAC = Multiply Accumulate
3				✓	
4				✓	Διαφορά ανάμεσα σε saturation και wrap around
5				✓	Έχουμε 5 δείγματα σε 0.005 sec => $f_s = 1000$ δείγματα/sec
6			✓		Μια περίοδος $T = 20$ δείγματα => $f = f_s/T = 50$ Hz
7	✓				Single = 32 bit word, 8 bit εκθέτης
8	✓				$(-1)^{\text{sign}} \times 2^{(\text{exp}-15)} \times 1.\text{frac} \Rightarrow -3.75 = -1 \times 2^1 \times 1.875$
9		✓			
10	✓				Όταν ο εκθέτης είναι μηδενικός έχουμε μη κανονικοποιημένους αριθμούς
11			✓		Ένα πακέτο ανάκλησης εντολών περιλαμβάνει 8 εντολές οι οποίες είναι δυνατόν να εκτελεστούν παράλληλα
12		✓			Το LSB κάθε λέξης στο πακέτο ανάκλησης όταν είναι 1 δηλώνει ότι η τρέχουσα εντολή θα εκτελεστεί παράλληλα με την επόμενη της σε ένα ενιαίο πακέτο εκτέλεσης
13				✓	Ως καταχωρητές συνθήκης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο οι A1,A2,B0,B1,B2
14				✓	Little endian = το LSB byte αποθηκεύεται στην πρώτη θέση μνήμης
15	✓				*+A0(2) δηλώνει αναζήτηση στη θέση μνήμης που υποδεικνύεται από το περιεχόμενο του A0 αυξημένο κατά δύο <b>byte</b>
16			✓		*-A0 δεν αλλάζει το περιεχόμενο του A0 (σε αντίθεση με τον συμβολισμό *--A0 στον οποίο έχουμε μείωση κατά ένα του περιεχομένου του A0) LDW = Load Word (32 bit) Little endian
17				✓	LDH = Load Half-word (16 bit), sign extension *--A0[4] δηλώνει αναζήτηση στη θέση μνήμης που υποδεικνύεται από το περιεχόμενο του A0 μειωμένο κατά 4 half words (επομένως $4 \times 2 = 8$ <b>bytes</b> )

18	✓			
19	✓			
20	✓			

LDB = Load Byte (8 bit)

\*\*\*A1[A0] δηλώνει αύξηση του περιεχομένου του A1 με το περιεχόμενο του A0 (επομένως  $4 \times 1 = 4$  **bytes**)

ADDSB = πρόσθεση απλής ακρίβειας (32 bit)