

### Άσκηση 1

Θεωρήστε ένα μικροεπεξεργαστή με καταχωρητές των 16 δυαδικών ψηφίων, μνήμη με λέξεις των 16 δυαδικών ψηφίων, αριθμητική μονάδα που εκτελεί πράξεις μεταξύ αριθμών των 16 δυαδικών ψηφίων σε παράσταση συμπληρώματος ως προς 2, και τις σημαίες κατάστασης V, N, Z, C.

Αν ο επεξεργαστής διαθέτει τις παρακάτω εντολές:

**LDA:** Εντολή φόρτωσης του καταχωρητή A

**DECA:** Εντολή μείωσης του περιεχομένου του καταχωρητή A κατά 1

**ADDA:** Εντολή πρόσθεσης του περιεχομένου του καταχωρητή A με τα περιεχόμενα κάποιας θέσης μνήμης

**SUBA:** Εντολή αφαίρεσης από τα περιεχόμενα του καταχωρητή A των περιεχομένων κάποιας θέσης μνήμης

**STOREA:** Εντολή αποθήκευσης του περιεχομένου του καταχωρητή A

με τους παρακάτω τρόπους διευθυνσιοδότησης:

Όνομα Εντολής	Κωδικός Λειτουργίας	Παράδειγμα	Μηχανισμός Διευθυνσιοδότησης
LDA	10	LDA #00FA	Άμεση (immediate)
LDA	11	LDA \$00FF	Κατ' ευθείαν θέσης μνήμης
DECA	2A	DECA	Υπονοούμενη
ADDA	20	ADDA (\$00FF)	Έμμεση με χρήση μνήμης
SUBA	21	SUBA \$00FF	Κατ' ευθείαν θέσης μνήμης
STOREA	31 (αξιοποιείται ο καταχωρητής B για την υλοποίηση της έμμεσης διευθυνσιοδότησης)	STOREA	Έμμεση με χρήση καταχωρητή

να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα αν οι εντολές που ακολουθούν αποτελούν μέρος ενός προγράμματος και οι αρχικές τιμές των σημαίων είναι 0. Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

LDA #0001	A=
DECA	A= , Y= , N= , Z= , C=
DECA	A= , Y= , N= , Z= , C=
STOREA	Σε ποια θέση μνήμης γράφεται η τιμή του A ;
ADDA (\$1100)	A= , Y= , N= , Z= , C=
LDA \$3000	A=
SUBA \$1000	A= , Y= , N= , Z= , C=
ADDA (\$2000)	A= , Y= , N= , Z= , C=

Υποθέστε ότι το περιεχόμενο

- της θέσης μνήμης  $1000_{16}$  είναι  $FF00_{16}$ ,
- της θέσης μνήμης  $1100_{16}$  είναι  $1120_{16}$ ,
- της θέσης μνήμης  $1120_{16}$  είναι  $FFFF_{16}$ ,
- της θέσης μνήμης  $1200_{16}$  είναι  $7F01_{16}$ ,
- της θέσης μνήμης  $2000_{16}$  είναι  $1200_{16}$ ,
- της θέσης μνήμης  $3000_{16}$  είναι  $00F0_{16}$ ,
- του καταχωρητή B είναι  $1001_{16}$

## Άσκηση 2

Θεωρήστε επεξεργαστή με αρτηρία διευθύνσεων των 32 δυαδικών ψηφίων, 64 καταχωρητές γενικού σκοπού καθένας μήκους 32 δυαδικών ψηφίων και σύνολο εντολών που αποτελείται από 200 εντολές. Το μήκος κάθε εντολής είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του byte.

α. Να υπολογίσετε σε bytes το χώρο που καταλαμβάνει το ακόλουθο πρόγραμμα στην κύρια μνήμη του υπολογιστή.

**Load r1, A** //  $r1 \leftarrow A$ , κατ' ευθείαν τρόπος διευθυνσιοδότησης της κύριας μνήμης,  
// direct addressing mode.

**Load r2, (r3)** //  $r2 \leftarrow \text{mem}(r3)$ , έμμεσος τρόπος διευθυνσιοδότησης της κύριας μνήμης με χρήση του r3  
// indirect addressing mode.

**Add r1, r2** //  $r1 \leftarrow r1 + r2$

**Store r1, B** //  $r1 \rightarrow B$ , κατ' ευθείαν τρόπος διευθυνσιοδότησης

β. Να υπολογίσετε το πλήθος των προσπελάσεων της κύριας μνήμης στην περίπτωση που η κύρια μνήμη έχει οργάνωση ενός byte ανά θέση μνήμης, τα δεδομένα είναι των 32 δυαδικών ψηφίων και η αρτηρία δεδομένων είναι των 8 δυαδικών ψηφίων.

### Άσκηση 3

Θεωρήστε έναν υπολογιστή που βασίζεται στη χρήση καταχωρητών γενικού σκοπού. Ο υπολογιστής διαθέτει 32 καταχωρητές των 64 δυαδικών ψηφίων ο καθένας. Το σύνολο εντολών του υπολογιστή σε επίπεδο γλώσσας μηχανής αποτελείται από 311 εντολές με σταθερό μήκος 32 δυαδικών ψηφίων για κάθε εντολή.

1. Για κάθε μία από τις εντολές επιπέδου συμβολικής γλώσσας που φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί, να σχεδιάσετε τη μορφή που θα έχουν σε επίπεδο γλώσσας μηχανής, δηλαδή να καθορίσετε τα πεδία από τα οποία αποτελείται η κάθε εντολή και το μήκος του κάθε πεδίου, και
2. Να καθορίσετε το πλήθος των θέσεων μνήμης που μπορεί να διευθυνοδοτήσει κάθε εντολή.

Για τις απαντήσεις σας μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το κενό χώρο του πίνακα. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

<b>Εντολή</b>	<b>Μορφή εντολής σε επίπεδο γλώσσας μηχανής</b>	<b>Πλήθος διευθυνοδοτούμενων θέσεων μνήμης</b>
LOAD R, #BB4A <sub>16</sub>		
LOAD R, A		
LOAD R1, (R2)		
JNZ d		
LOAD R1, d(R2)		

Επεξήγηση των εντολών:

<b>LOAD R, #BB4A<sub>16</sub></b>	Άμεσος τρόπος διευθυνοδότησης (immediate addressing)
<b>LOAD R, A</b>	A είναι μια διεύθυνση μνήμης. Κατ' ευθείαν τρόπος διευθυνοδότησης direct addressing)
<b>LOAD R1, (R2)</b>	Έμμεσος τρόπος διευθυνοδότησης με χρήση καταχωρητή (register indirect addressing)
<b>JNZ d</b>	Άλμα υπό συνθήκη στην εντολή που βρίσκεται d θέσεις από την τρέχουσα. Σχετικός τρόπος διευθυνοδότησης με χρήση του μετρητή προγράμματος.
<b>LOAD R1, d(R2)</b>	Στον R1 φορτώνεται το περιεχόμενο της θέσης μνήμης με διεύθυνση (d + περιεχόμενο του R2). Δεικτοδοτημένος έμμεσος τρόπος διευθυνοδότησης με χρήση καταχωρητή (register indirect addressing with an offset)

#### Άσκηση 4

Ένας επεξεργαστής διαθέτει 16 καταχωρητές γενικού σκοπού, καθένας των 16 δυαδικών ψηφίων. Το σύνολο εντολών του επεξεργαστή απαρτίζεται από 230 διαφορετικές εντολές. Κάθε εντολή καταλαμβάνει ακέραιο αριθμό bytes. Η αρτηρία διευθύνσεων του επεξεργαστή είναι των 16, ενώ αυτή των δεδομένων είναι των 8 δυαδικών ψηφίων και σε κάθε διεύθυνση αντιστοιχεί 1 byte. Να συμπληρώσετε στον παρακάτω πίνακα:

A. Στην 1<sup>η</sup> κενή στήλη τη μορφή (ποια πεδία απαρτίζουν) κάθε είδους εντολής σε επίπεδο γλώσσας μηχανής.

B. Στη 2<sup>η</sup> κενή στήλη στο δεκαεξαδικό την περιοχή της μνήμης (με τη μορφή [μικρότερη διεύθυνση, μεγαλύτερη διεύθυνση]) που μπορεί να διευθυνσιοδοτηθεί από την εντολή, και

Γ. Στη 3<sup>η</sup> κενή στήλη τον αριθμό των προσπελάσεων που γίνονται για την προσκόμιση και την εκτέλεση κάθε εντολής.

<i>Εντολή</i>	<i>Μορφή εντολής</i>	<i>Περιοχή της μνήμης που μπορεί να προσπελαστεί</i>	<i>Πλήθος προσπελάσεων</i>
LOAD $R_i, (R_j)$ Έμμεση διευθυνσιοδότηση με χρήση καταχωρητή			
SUB $R_i, R_j$			
LOAD $R_i, \#XXXX_{16}$ Άμεση διευθυνσιοδότηση			
STORE $R_i, XXXX_{16}$ Κατευθείαν διευθυνσιοδότηση			

### Άσκηση 5

Ένας επεξεργαστής διατίθεται σε δύο εκδόσεις:  $E_1$  χωρίς κρυφή μνήμη και τη βελτιωμένη  $E_2$  με ενσωματωμένη κρυφή μνήμη τόσο για τις εντολές όσο και για τα δεδομένα η οποία παρουσιάζει ρυθμό επιτυχίας 98%. Το σύνολο των εντολών του επεξεργαστή σε επίπεδο γλώσσας μηχανής αποτελείται από πέντε είδη εντολών, τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Είδος εντολής	Κύκλοι ρολογιού για την εκτέλεση	Μήκος της εντολής σε bytes	bytes δεδομένων που απαιτεί η εντολή για την εκτέλεσή της
A	2	1	0
B	4	1	2
Γ	5	2	1
Δ	7	2	2
E	10	3	1

Θεωρήστε ότι κάθε προσπέλαση της κρυφής μνήμης στον  $E_2$  ολοκληρώνεται σε 2 κύκλους ρολογιού, ενώ η μεταφορά ενός πλαισίου από την κύρια στην ενσωματωμένη κρυφή μνήμη απαιτεί 48 κύκλους και ακολουθείται από προσπέλαση της κρυφής μνήμης για την ανάγνωση του δεδομένου. Κάθε προσπέλαση της κύριας μνήμης απαιτεί 20 κύκλους ρολογιού τόσο στον  $E_1$  όσο και στον  $E_2$ . Η κύρια μνήμη έχει οργάνωση ενός byte ανά θέση μνήμης. Κάθε προσπέλαση του συστήματος μνήμης επιστρέφει ένα byte.

Έστω ένα πρόγραμμα, το μίγμα εντολών του οποίου εμφανίζονται στον πιο κάτω πίνακα.

Είδος εντολής	Πλήθος εκτελούμενων εντολών
A	150
B	250
Γ	300
Δ	200
E	100

Ζητούνται να υπολογίσετε για κάθε μία από τις εκδόσεις  $E_1$  και  $E_2$ :

1. Τον αριθμό συνολικών προσπελάσεων προς το σύστημα μνήμης που θα γίνουν απ' αυτό το πρόγραμμα καθώς και το μέσο αριθμό προσπελάσεων ανά εντολή.
2. Το συνολικό αριθμό κύκλων ρολογιού για την εκτέλεση του προγράμματος καθώς και το μέσο αριθμό κύκλων ανά εντολή, και
3. Την επιτάχυνση που θα έβλεπε κάποιος χρησιμοποιώντας τη βελτιωμένη έκδοση του επεξεργαστή για το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

### **Άσκηση 6**

Θεωρήστε ότι οι καταχωρητές R1 και R5 του AT91 πριν την εκτέλεση κάθε μίας εκ των παρακάτω εντολών περιέχουν τις τιμές 0x2000 και 0x2 αντίστοιχα. Για κάθε μία από τις παρακάτω εντολές να προσδιορίσετε την τελική διεύθυνση (effective address) του τελουμένου που θα χρησιμοποιηθεί στην εντολή. Στην περίπτωση που η εντολή αλλάζει τα περιεχόμενα κάποιου από τους 2 καταχωρητές, να δώσετε την και τη νέα τιμή του καταχωρητή.

LDR R0, [R1]

LDR R0, [R1, R5]

LDR R0, [R1, #10]

LDR R0, [R1, #-4]

LDR R0, [R1, R5, LSL #3]

LDR R0, [R1, R5, LSL #2]!

LDRB R0, [R1], #11

STR R0, [R1]

STR R0, [R1, #16]