



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

<http://eclass.aueb.gr/courses/INF511/>

Χειρισμός Δεδομένων - Παράδειγμα (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2)

Ερώτηση για το σπίτι

Υποθέστε ότι ο μετρητής προγράμματος έχει την τιμή 00 και ότι η κύρια μνήμη είναι όπως φαίνεται παρακάτω. Να εκτελέσετε το πρόγραμμα και να δώσετε τις τιμές που παίρνει ο μετρητής προγράμματος και ο καταχωρητής εντολών με χρονολογική σειρά. Εξηγήστε τι κάνει αυτό το πρόγραμμα.

Σημείωση: όλα οι αριθμοί είναι στο δεκαεξαδικό σύστημα.

Κύρια μνήμη	
Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80

Κύρια μνήμη	
Διεύθυνση	Περιεχόμενο
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00

Κύρια μνήμη	
Διεύθυνση	Περιεχόμενο
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
00	1314	

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
02	1314	

Καταχωρητής

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
02	1314	STORE FROM MEM 14 TO R3

Καταχωρητής

0	
1	
2	
3	22
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
02	240A	

Καταχωρητής

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	22
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
04	240A	

Καταχωρητής

0	
1	
2	
3	22
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
04	240A	LOAD R4 WITH 0A

Καταχωρητής

0	
1	
2	
3	22
4	0A
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
04	5534	

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	22
4	0A
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
06	5534	

Καταχωρητής

0	
1	
2	
3	22
4	0A
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
06	5534	ADD FROM R3 AND R4 TO R5

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	22
4	0A
5	2C

22
+ 0A

2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
06	2280	

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
08	2280	

Καταχωρητής

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
08	2280	LOAD R2 WITH 80

Καταχωρητής

0	
1	
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
08	8152	

Καταχωρητής	
0	
1	
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
0A	8152	

Καταχωρητής

Καταχωρητής	
0	
1	
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
0A	8152	AND FROM R5,R2 TO R1

Καταχωρητής

Καταχωρητής	
0	
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

```

      0010 1100
AND  0100 0000
-----
      0000 0000
  
```

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
0A	2000	

Καταχωρητής	
0	
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
0C	2000	

Καταχωρητής

0	
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
0C	2000	LOAD R0 WITH 00

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
0C	B110	

Καταχωρητής	
0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
0E	B110	

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
10	B110	JUMP TO 10 (R1 = R0)

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
10	3514	

Καταχωρητής	
0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	22

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
12	3514	

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	2C

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
12	3514	STORE FROM R5 TO MEM14

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	2C

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
12	C000	

Καταχωρητής	
0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	2C

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
14	C000	

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	13
01	14
02	24
03	0A
04	55
05	34
06	22
07	80
08	81
09	52
0A	20
0B	00
0C	B1
0D	10
0E	25
0F	00
10	35
11	14
12	C0
13	00
14	2C

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
14	C000	HALT

Καταχωρητής

0	00
1	00
2	80
3	22
4	0A
5	2C

Άλλη άσκηση

Υποθέστε ότι ο μετρητής προγράμματος έχει την τιμή 00 και ότι η κύρια μνήμη είναι όπως φαίνεται παρακάτω.

Ποιο σχήμα bit (σε δυαδική και δεκαεξαδική μορφή) θα βρίσκεται στη θέση μνήμης 0A μετά την εκτέλεση του προγράμματος;

Κύρια μνήμη	
Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03

Κύρια μνήμη	
Διεύθυνση	Περιεχόμενο
06	31
07	0A
08	C0
09	00

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
00	2130	

Καταχωρητής

Καταχωρητής	
0	
1	
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
02	2130	

Καταχωρητής

Καταχωρητής
0
1
2
3
4
5

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
02	2130	LOAD R1 WITH 30

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
02	B006	

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
04	B006	

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
06	B006	JUMP TO 06

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
06	310A	

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
08	310A	

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	30

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
08	310A	STORE MEM 0A WITH R1

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	30

Προσκόμιση – λήψη εντολής από τη μνήμη

PC	IR	Επεξήγηση
08	C000	

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	30

Προσκόμιση – αύξηση του PC

PC	IR	Επεξήγηση
0A	C000	

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Κύρια μνήμη

Διεύθυνση	Περιεχόμενο
00	21
01	30
02	B0
03	06
04	11
05	03
06	31
07	0A
08	C0
09	00
0A	30

Εκτέλεση

PC	IR	Επεξήγηση
0A	C000	HALT

MEM 0A = 30_{16} AND $0011\ 0000_2$

Καταχωρητής

0	
1	30
2	
3	
4	
5	

Και άλλη άσκηση

Γράψτε ένα πρόγραμμα χρησιμοποιώντας τις εντολές που φαίνονται στο παράρτημα που να υπολογίζει το $9x$. Υποθέστε ότι η ποσότητα x είναι μικρότερη από 16 και έχει αποθηκευτεί στο κελί μνήμης με διεύθυνση F0 πριν το πρόγραμμα εκκινήσει. Στο τέλος του προγράμματος το αποτέλεσμα πρέπει να αποθηκευτεί στο κελί μνήμης με διεύθυνση F1. Εξηγήστε σύντομα τι κάνει η κάθε εντολή.

Γράψτε ένα πρόγραμμα χρησιμοποιώντας τις εντολές που φαίνονται στο παράρτημα που να υπολογίζει το $9x$. Υποθέστε ότι η ποσότητα x είναι μικρότερη από 16 και έχει αποθηκευτεί στο κελί μνήμης με διεύθυνση F0 πριν το πρόγραμμα εκκινήσει. Στο τέλος του προγράμματος το αποτέλεσμα πρέπει να αποθηκευτεί στο κελί μνήμης με διεύθυνση F1. Εξηγήστε σύντομα τι κάνει η κάθε εντολή.

10F0 (load x to R0)

4001 (copy x to R1)

A005 (rotate R0 5 times to right, which is equivalent to 3 times to left, which gives $8x$)

5010 (add R1 to R0, giving $9x$ in R0)

30F1 (store the $9x$ to F1)

C000 (termination)