

Άσκηση 2 **updated**

Εντολές ADD, SUB, XCHG, NOP, INC, DEC, ADC

Α. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Πρόσθεση – Εντολή ADD

Η εντολή `ADD dest, src` προσθέτει τα δύο ορίσματα και αποθηκεύει το αποτέλεσμα στο πρώτο, ενώ ενεργοποιεί το CF (flag) σε περίπτωση που προκύψει κρατούμενο. Τα ορίσματα μπορεί να είναι byte, word ή double word, ενώ το όρισμα `dest` μπορεί να είναι καταχωρητής γενικής χρήσης ή θέση μνήμης (διεύθυνση). Τέλος, το όρισμα `src` μπορεί να είναι καταχωρητής γενικής χρήσης, αριθμητική τιμή ή θέση μνήμης (διεύθυνση).

Παραδείγματα

```
ADD AX, BX
```

πρόσθεση καταχωρητών ($AX=AX+BX$)

```
ADD AX, [si]
```

πρόσθεση περιεχομένου διεύθυνσης με καταχωρητή ($AX=AX+[si]$)

```
ADD [di], al
```

πρόσθεση καταχωρητή σε θέση μνήμης ($[di]=[di]+al$)

```
ADD al, 09
```

απευθείας πρόσθεση αριθμητικής τιμής σε καταχωρητή ($al=al+09$)

```
ADD [ετικέτα], 09
```

απευθείας πρόσθεση αριθμητικής τιμής σε συμβολική διεύθυνση ($[ετικέτα]=[ετικέτα]+09$)

Αύξηση κατά 1 – Εντολή INC

Η εντολή `INC dest` αυξάνει το περιεχόμενο του ορίσματος κατά 1. Το όρισμα μπορεί να είναι καταχωρητής γενικής χρήσης ή θέση μνήμης (διεύθυνση) και το μέγεθός του να είναι byte, word ή double word. Η πράξη αυτή, δεν επηρεάζει το CF (flag).

Παραδείγματα

```
INC AX
```

$AX = AX + 1$

```
INC byte [BX]
```

$[BX] = [BX] + 1$

Αφαίρεση – Εντολή SUB

Η εντολή SUB `dest,src` αφαιρεί το δεύτερο όρισμα από το πρώτο και αποθηκεύει το αποτέλεσμα στο πρώτο, ενώ ενεργοποιεί το CF (flag) σε περίπτωση που απαιτηθεί δανεικό. Τα όρισμα μπορεί να είναι byte, word ή double word, ενώ το `dest` μπορεί να είναι καταχωρητής γενικής χρήσης ή θέση μνήμης (διεύθυνση). Τέλος, το όρισμα `src` μπορεί να είναι καταχωρητής γενικής χρήσης, αριθμητική τιμή ή θέση μνήμης (διεύθυνση).

Παραδείγματα

```
SUB AX, BX
```

Αφαίρεση καταχωρητών (AX=AX-BX)

```
SUB dl, 30h
```

dl=dl-30h (αφαίρεση δεκαεξαδικού αριθμού)

Μείωση κατά 1 – Εντολή DEC

Η εντολή DEC `dest` μειώνει το περιεχόμενο του ορίσματος κατά 1. Το όρισμα μπορεί να είναι καταχωρητής γενικής χρήσης ή θέση μνήμης (διεύθυνση) και το μέγεθός του να είναι byte, word ή double word. Η πράξη αυτή, δεν επηρεάζει το CF (flag).

Παραδείγματα

```
DEC AX
```

AX = AX - 1

```
DEC byte [BX]
```

[BX] = [BX] - 1

Πρόσθεση με κρατούμενο – Εντολή ADC

Η εντολή ADC προσθέτει δύο όρισματα και το κρατούμενο που αποτυπώνεται στο αντίστοιχο bit του καταχωρητή κατάστασης. Έτσι, η εντολή μπορεί να συνδυάζει δύο όρισματα, ως εξής:

ADC καταχωρητής, διεύθυνση_μνήμης

ADC διεύθυνση_μνήμης, καταχωρητής

ADC καταχωρητής, καταχωρητής

ADC διεύθυνση_μνήμης, ακέραια_τιμή

ADC καταχωρητής, ακέραια_τιμή

Παράδειγμα

```
mov al,0ffh
```

```
add al,1
```

```
adc bl,0
```

Εντολή νεκρού χρόνου - NOP

Η εντολή NOP (No OPeration) σπαταλά απλά κύκλους μηχανής, χωρίς να παράγει κανένα απολύτως αποτέλεσμα. Χρησιμοποιείται για χρονική καθυστέρηση (ανάλογη με τον κύκλο μηχανής του υπολογιστή) ή για απλά για δέσμευση θέσεων μνήμης. Εσείς μπορείτε να την χρησιμοποιήσετε για να δημιουργείτε

«κενές» θέσεις στα προγράμματά σας προκειμένου αργότερα να έχετε τη δυνατότητα να προσθέτετε εντολές χωρίς να χρειάζεται να γράφετε ξανά το πρόγραμμα από την αρχή.

Παράδειγμα

```
mov ax,10  
pop  
pop  
add al,1  
pop  
mov bh,09
```

Ανταλλαγή περιεχομένων – Εντολή XCHG

Η εντολή αυτή ανταλλάσσει το περιεχόμενο μεταξύ των δύο ορισμάτων που χρησιμοποιούνται. Τα ορίσματα αυτά μπορεί να είναι καταχωρητές ή θέση μνήμης. Το ένα όρισμα όμως, σίγουρα καταχωρητής

Παράδειγμα

```
xchg ax,bx  
xchg [0000],al
```

Οδηγίες

Σημείωση: Ανάλογα τον Assembler (μετατροπή από Assembly σε γλώσσα μηχανής) που χρησιμοποιούμε, η σύνταξη των εντολών μπορεί να διαφέρει (π.χ. στον τρόπο που τοποθετούνται οι αγκύλες)

Στο πειραματικό μέρος θα πρέπει να δοκιμάσετε την εκτέλεση των εντολών που ακολουθούν και να γράψετε για κάθε περίπτωση τα αντίστοιχα σχόλια.

Τα σχόλια αυτά περιλαμβάνουν:

- (α) αν η εντολή αναγράφεται στη μνήμη με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που την πληκτρολογήσατε και γιατί
- (β) ποιο είναι το αποτέλεσμα της εντολής (μνήμη και στοιχεία του μικροεπεξεργαστή), εξήγηση του αποτελέσματος
- (γ) ποιο ήταν το προηγούμενο περιεχόμενο και ποιο είναι τώρα μετά την εκτέλεση της εντολής

Παράδειγμα:

Δοκιμάζουμε την εντολή **mov al,09**

Σχόλια:

- (α) Εμφανίζεται με την ίδια μορφή όπως την πληκτρολογήσαμε στη μνήμη (περιβάλλον λογισμικού)
- (β) Φορτώνει στο low byte (λιγότερο σημαντικό byte) του AX τον αριθμό 09 ανεξάρτητα από το υπόλοιπο περιεχόμενο του καταχωρητή.
- (γ) Προηγούμενο περιεχόμενο AX=0000, νέο περιεχόμενο AX=0009

Συμβουλή: Τυπώστε την άσκηση και συμπληρώστε με το στυλό σας τις απαντήσεις στο εργαστήριο. Αυτά τα φύλλα άσκησης θα τα χρησιμοποιήσετε για το διάβασμα της ύλης του εργαστηρίου.

A. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Πρόσθεση

Δίνεται το ακόλουθο πρόγραμμα:

<pre>mov ax,[.....] mov bx,[.....] add ax,bx mov [.....],ax</pre>	<p>α) συμπληρώστε τις διευθύνσεις (περιοχή δεδομένων) που λείπουν, ώστε να προστεθούν οι 16bit αριθμοί που είναι αποθηκευμένοι στις θέσεις 0000 (low byte),0001 (high byte) και 0002 (low byte), 0003 (high byte) και το αποτέλεσμα να αποθηκευτεί στις θέσεις 0004 (low byte),0005 (high byte).</p>
---	--

β) Γράψτε τα περιεχόμενα της περιοχής δεδομένων (data segment) για τις ακόλουθες διευθύνσεις:		
0000 =	0001 =	0002 =
0003 =	0004 =	0005 =

<p>γ) Δοκιμάστε το παραπάνω πρόγραμμα στον debugger και γράψτε τόσο τα νέα περιεχόμενα της περιοχής δεδομένων (των διευθύνσεων που επηρεάζονται), όσο και την κατάσταση του bit κρατούμενου (c) του καταχωρητή κατάστασης. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.</p>

δ) Δοκιμάστε το ίδιο αρχικό πρόγραμμα στον debugger αντικαθιστώντας όμως το **ax** με το **al** και το **bx** με το **bl**. Σχολιάστε τις διαφορές στη λειτουργία και τα αποτελέσματα.

Νέο πρόγραμμα	Σχολιασμός

--	--

2. Εντολές αύξησης και μείωσης (INC, DEC)

α) δοκιμάστε το ακόλουθο πρόγραμμα και σχολιάστε αναλυτικά τη λειτουργία του (π.χ. παλιό και νέο περιεχόμενο μνήμης και καταχωρητών)

```
mov bx,0000
mov ax, ds:[bx]
inc bx
inc bx
mov cx,ds:[bx]
add ax,cx
inc bx
inc bx
mov ds:[bx],ax
```

Σχολιασμός

β) Τι θα συμβεί αν το παραπάνω πρόγραμμα τροποποιηθεί ως εξής ;

```
mov bx,0000
mov ax, ds:[bx]
inc bx
mov cx,ds:[bx]
add ax,cx
inc bx
mov ds:[bx],ax
```

Σχολιασμός

γ) δίνεται το ακόλουθο πρόγραμμα:

<pre>mov bx,0004 mov ax,ds:[bx] dec bx dec bx mov cx,ds:[bx] add ax,cx mov ds:[bx],ax</pre>	<p>γ1) Συμπληρώστε τις εντολές που λείπουν, ακολουθώντας τη λογική του προγράμματος</p>
---	---

γ2) Να σχολιάσετε τη λειτουργία του παραπάνω προγράμματος και να το συγκρίνετε με το πρόγραμμα στο βήμα 2α)

3. Εντολή πρόσθεσης με κρατούμενο

α1) μετατρέψτε τους αριθμούς 362 και 1233 (χρησιμοποιήστε την αριθμομηχανή στον υπολογιστή) στο δεκαεξαδικό σύστημα

$$362_{(10)} = \dots\dots\dots(16)$$

$$1233_{(10)} = \dots\dots\dots(16)$$

α2) να γίνει η πρόσθεση των δύο παραπάνω δεκαεξαδικών αριθμών (Υπόδειξη: θα προστεθούν ξεχωριστά τα low και high byte. Αν προκύψει κρατούμενο στα low byte, τότε προστίθεται στα high byte).

α3) Επαληθεύστε το αποτέλεσμα της παραπάνω πρόσθεσης συμπληρώνοντας και δοκιμάζοντας στον debugger το ακόλουθο πρόγραμμα:

```
mov ax,.....
```

```
mov bx,.....
```

```
add .....,.....
```

β) Δοκιμάστε και σχολιάστε (αναλυτικά αλλά και συνολικά ως προς το αποτέλεσμα που παράγεται) τη λειτουργία του ακόλουθου προγράμματος:

```
mov ax,0ffffh  
mov bx,01  
add ax,bx  
adc cl,0  
mov [0000],cl  
mov [0001],ah  
mov [0002],al
```

Σημείωση: στις πράξεις θα πρέπει να παρατηρείτε και την κατάσταση του bit c (κρατούμενο) του καταχωρητή κατάστασης

Σχόλια

4. Αφαίρεση – Εντολή SUB

α) Αποθηκεύστε τη λέξη «hello» στην περιοχή δεδομένων χρησιμοποιώντας τον δεκαεξαδικό κώδικα ASCII κάθε συμβόλου και ξεκινώντας από τη διεύθυνση 0000.

Κώδικας

β) Χρησιμοποιήστε την εντολή SUB για να μετατρέψετε την παραπάνω λέξη με κεφαλαία γράμματα, δηλαδή σε «HELLO» στην περιοχή δεδομένων. Συμβουλευτείτε τον πίνακα ASCII για να βρείτε τη διαφορά στον κώδικα που έχουν τα πεζά με τα κεφαλαία γράμματα.

Κώδικας

5. Ανταλλαγή περιεχομένων – Εντολή XCHG

α) Να αναπτυχθεί πρόγραμμα που ανταλλάσσει το περιεχόμενο δύο καταχωρητών (θα πρέπει να φορτώσετε σε αυτούς κάποια τιμή αρχικά). Σε αυτό το πρόγραμμα δεν θα χρησιμοποιήσετε την εντολή XCHG.

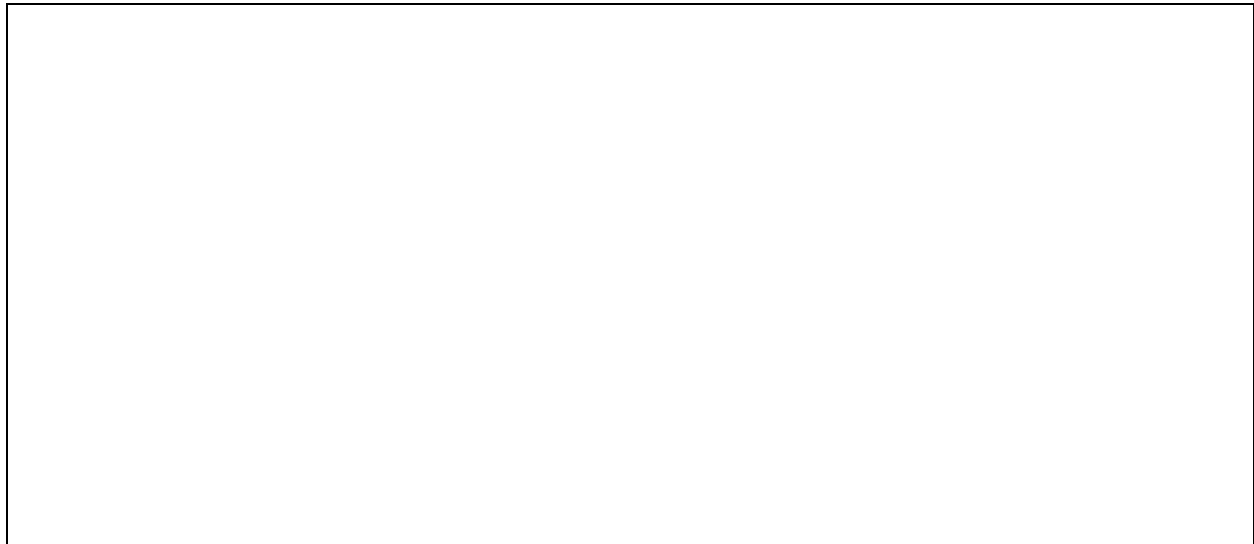
β) Δοκιμάστε το ακόλουθο πρόγραμμα

```
mov ax,1fah  
mov bx,09  
xchg ax,bx
```

Σημειώστε τα περιεχόμενα των καταχωρητών ax,bx πριν και μετά την εκτέλεση της εντολής XCHG και σχολιάστε.

γ) Να αναπτυχθεί πρόγραμμα που να ανταλλάσσει τα περιεχόμενα των διευθύνσεων 0000 και 0001 της περιοχής δεδομένων

δ) Να αναπτυχθεί πρόγραμμα που να ανταλλάσσει τα 16bit περιεχόμενα των θέσεων μνήμης (περιοχή δεδομένων) [0000][0001] και [0002][0003] αντίστοιχα.



Πίνακας ASCII 7bit

Dec	Hex	Oct	Char	Binary	Dec	Hex	Oct	Char	Binary
0	00	000	NUL	0000 0000	64	40	100	@	0100 0000
1	01	001	SOH	0000 0001	65	41	101	A	0100 0001
2	02	002	STX	0000 0010	66	42	102	B	0100 0010
3	03	003	ETX	0000 0011	67	43	103	C	0100 0011
4	04	004	EOT	0000 0100	68	44	104	D	0100 0100
5	05	005	ENQ	0000 0101	69	45	105	E	0100 0101
6	06	006	ACK	0000 0110	70	46	106	F	0100 0110
7	07	007	BEL	0000 0111	71	47	107	G	0100 0111
8	08	010	BS	0000 1000	72	48	110	H	0100 1000
9	09	011	HT	0000 1001	73	49	111	I	0100 1001
10	0A	012	LF	0000 1010	74	4A	112	J	0100 1010
11	0B	013	VT	0000 1011	75	4B	113	K	0100 1011
12	0C	014	FF	0000 1100	76	4C	114	L	0100 1100
13	0D	015	CR	0000 1101	77	4D	115	M	0100 1101
14	0E	016	SO	0000 1110	78	4E	116	N	0100 1110
15	0F	017	SI	0000 1111	79	4F	117	O	0100 1111
16	10	020	DLE	0001 0000	80	50	120	P	0101 0000
17	11	021	DC1	0001 0001	81	51	121	Q	0101 0001
18	12	022	DC2	0001 0010	82	52	122	R	0101 0010
19	13	023	DC3	0001 0011	83	53	123	S	0101 0011
20	14	024	DC4	0001 0100	84	54	124	T	0101 0100
21	15	025	NAK	0001 0101	85	55	125	U	0101 0101
22	16	026	SYN	0001 0110	86	56	126	V	0101 0110
23	17	027	ETB	0001 0111	87	57	127	W	0101 0111
24	18	030	CAN	0001 1000	88	58	130	X	0101 1000
25	19	031	EM	0001 1001	89	59	131	Y	0101 1001
26	1A	032	SUB	0001 1010	90	5A	132	Z	0101 1010
27	1B	033	ESC	0001 1011	91	5B	133	[	0101 1011
28	1C	034	FS	0001 1100	92	5C	134	\	0101 1100
29	1D	035	GS	0001 1101	93	5D	135	]	0101 1101

30	1E	036	RS	0001	1110	94	5E	136	^	0101	1110
31	1F	037	US	0001	1111	95	5F	137	_	0101	1111
32	20	040	SPace	0010	0000	96	60	140	`	0110	0000
33	21	041	!	0010	0001	97	61	141	a	0110	0001
34	22	042	"	0010	0010	98	62	142	b	0110	0010
35	23	043	#	0010	0011	99	63	143	c	0110	0011
36	24	044	\$	0010	0100	100	64	144	d	0110	0100
37	25	045	%	0010	0101	101	65	145	e	0110	0101
38	26	046	&	0010	0110	102	66	146	f	0110	0110
39	27	047	'	0010	0111	103	67	147	g	0110	0111
40	28	050	(	0010	1000	104	68	150	h	0110	1000
41	29	051	)	0010	1001	105	69	151	i	0110	1001
42	2A	052	*	0010	1010	106	6A	152	j	0110	1010
43	2B	053	+	0010	1011	107	6B	153	k	0110	1011
44	2C	054	,	0010	1100	108	6C	154	l	0110	1100
45	2D	055	-	0010	1101	109	6D	155	m	0110	1101
46	2E	056	.	0010	1110	110	6E	156	n	0110	1110
47	2F	057	/	0010	1111	111	6F	157	o	0110	1111
48	30	060	0	0011	0000	112	70	160	p	0111	0000
49	31	061	1	0011	0001	113	71	161	q	0111	0001
50	32	062	2	0011	0010	114	72	162	r	0111	0010
51	33	063	3	0011	0011	115	73	163	s	0111	0011
52	34	064	4	0011	0100	116	74	164	t	0111	0100
53	35	065	5	0011	0101	117	75	165	u	0111	0101
54	36	066	6	0011	0110	118	76	166	v	0111	0110
55	37	067	7	0011	0111	119	77	167	w	0111	0111
56	38	070	8	0011	1000	120	78	170	x	0111	1000
57	39	071	9	0011	1001	121	79	171	y	0111	1001
58	3A	072	:	0011	1010	122	7A	172	z	0111	1010
59	3B	073	;	0011	1011	123	7B	173	{	0111	1011
60	3C	074	<	0011	1100	124	7C	174	|	0111	1100
61	3D	075	=	0011	1101	125	7D	175	}	0111	1101
62	3E	076	>	0011	1110	126	7E	176	~	0111	1110
63	3F	077	?	0011	1111	127	7F	177	DEL	0111	1111