

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 7 (ΜΙΚΡΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ 2)

12.04.2024

Μέλη ομάδας :

Τσάλα Ζαφειρία 1084963 (up1084963@ac.upatras.gr)

Φουσκαρής Αλέξιος-Ιωσήφ 1100747 (up1100747@ac.upatras.gr)

Ομάδα Α4

| | |
|--------------------------|------|
| Accumulator | 0010 |
| Program Counter | 0000 |
| Βοηθητικός Καταχωρητής Χ | 0001 |

LDA #K

PC + 1 -> PC , MAR // Το Κ θα πάει στον MDR

MDR + 0 -> ACC // Ο MDR στον ACC

PC + 1 -> PC, MAR

NEXT(PC)

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | x | 1 | 1 | 1 | x | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| LDA #K | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m02 |
| MDR+0->ACC | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | xx | x | 1 | 1 | 0 | x | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | m03 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m04 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m05 |

LDX #K

PC+1->PC,MAR //To K πάει στο MDR

MDR+0->X //Το περιεχόμενο της K στο X

PC+1->PC,MAR //Το MAR θα πάει στο opcode της επόμενης μακροεντολής

NEXT(PC) //Επόμενη μακροεντολή

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| LDX #K | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m02 |
| MDR+0->ACC | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | xx | x | x | 1 | 0 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m03 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m04 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m05 |

LDA \$K

PC+1->PC,MAR //Το Κ πάει στο MDR

MDR+0->NOP,MAR //Το Κ στο MDR

MDR+0->NOP,MAR //Το περιεχόμενο του Κ στο MDR

MDR+0->ACC // Το περιεχόμενο του Κ στο ACC

PC+1->PC,MAR

NEXT(PC)

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| LDA \$K | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m02 |
| MDR+0->NOP,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | 0 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m03 |
| MDR+0->NOP,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 100 | 000 | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m04 |
| MDR+0->ACC | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | xx | x | x | 1 | 0 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m05 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m06 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m07 |

LDAX

X+0->NOP,MAR //To X πάει στο MDR

MDR+0->ACC //To X στο ACC

PC+1->PC,MAR

NEXT(PC)

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| LDAX | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| X+0 -> NOP,MAR | xxxxx | 000 | 000 | 100 | 000 | 001 | 0010 | xxxx | xx | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m02 |
| MDR+0->ACC | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | xx | x | x | 1 | 0 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m03 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m04 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m05 |

LDA K(X)

PC+1->PC,MAR

MDR+X->MAR // Το περιεχόμενο της K+X στο MDR

MDR+0->ACC // Πάει στο ACC

PC+1->PC,MAR

NEXT(PC)

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APORT | BPORT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| LDA K(X) | BRA | BIN | CON | I | I | I | APORT | BPORT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m02 |
| MDR+X->MAR | xxxxx | 000 | 000 | 100 | 000 | 001 | 0001 | xxxx | xx | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m03 |
| MDR+0->ACC | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | xx | x | x | 1 | 0 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m04 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m05 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m06 |

MOVAX

PC+1->PC,MAR

// ΠΑΙΡΝΕΙ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΑΠ ΤΗΝ ΜΝΗΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΑΖΕΙ ΣΤΟ MDR

X+0->MAR

// ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Χ ΣΤΟΝ MAR ΑΡΑ ΤΙΜΗ ΤΟΥ Χ ΣΤΟ MDR

MDR+0->ACC

// MDR ΣΤΟΝ ACC

PC+1->PC,MAR

NEXT(PC)

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APORT | BPORT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| MOVAX | BRA | BIN | CON | I | I | I | APORT | BPORT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m02 |
| X+0 -> MAR | xxxxx | 000 | xxx | 100 | 000 | 001 | 0001 | xxxx | 00 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m03 |
| MDR+0->ACC | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | 00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | m04 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m05 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m06 |

STA \$K

PC+1->PC,MAR

MDR+0->X //Το Κ πάει στο Χ

X+0->NOP,MAR //Το περιεχόμενο του Χ στο MDR

ACC+0->NOP, MWE~

PC+1->PC,MAR

NEXT(PC)

| BOOTSTRAP | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| SW+0->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0000 | xx | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | m00 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | x | x | 1 | x | x | 0 | x | 1 | x | x | m01 |

| STA \$K | BRA | BIN | CON | I | I | I | APOINT | BPOINT | DDATA | SH~ | SELB | MWE~ | MARCLK | MSTATUS | LDS~ | PCE~ | CARRYE~ | MDE~ | DDATAE~ | ADDRESS |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----|------|------|--------|---------|------|------|---------|------|---------|---------|
| | (4:0) | (2:0) | (2:0) | (2:0) | (5:3) | (8:6) | (3:0) | (3:0) | (1:0) | | | | | | | | | | | |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m02 |
| MDR+0->X | xxxxx | 000 | xxx | 111 | 000 | 011 | xxxx | 0010 | 00 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | m03 |
| X+0->NOP,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 100 | 000 | 001 | 0001 | xxxx | 00 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m04 |
| ACC+0->NOP,MWE | xxxxx | 000 | xxx | 100 | 000 | 001 | 0010 | xxxx | xx | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | m05 |
| PC+1->PC,MAR | xxxxx | 000 | xxx | 101 | 000 | 011 | 0000 | 0000 | 01 | x | x | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | m06 |
| NEXT(PC) | xxxxx | 000 | xxx | xxx | xxx | 001 | xxxx | xxxx | xx | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | m07 |

MAPPER

m00 02
m01 06
m02 0a
m03 10
m04 14
m05 19
m06 1f

MAIN MEMORY

m00 00 //opcode LDA #K
m01 01 //opcode LDX #K
m02 03 //opcode LDA(\$K)
m03 0a // εντελο LDA(\$K)
m04 04 // opcode LDAX
m05 05 // opcode LDA K(X)
m06 0b //έντελο LDA K(X)
m07 06 //opcode MOVEAX
m08 07 //opcode STA \$K
m09 0c //έντελο STA \$K

m0a 03 // περιοχή δεδομένων
m0b 02
m0c 01