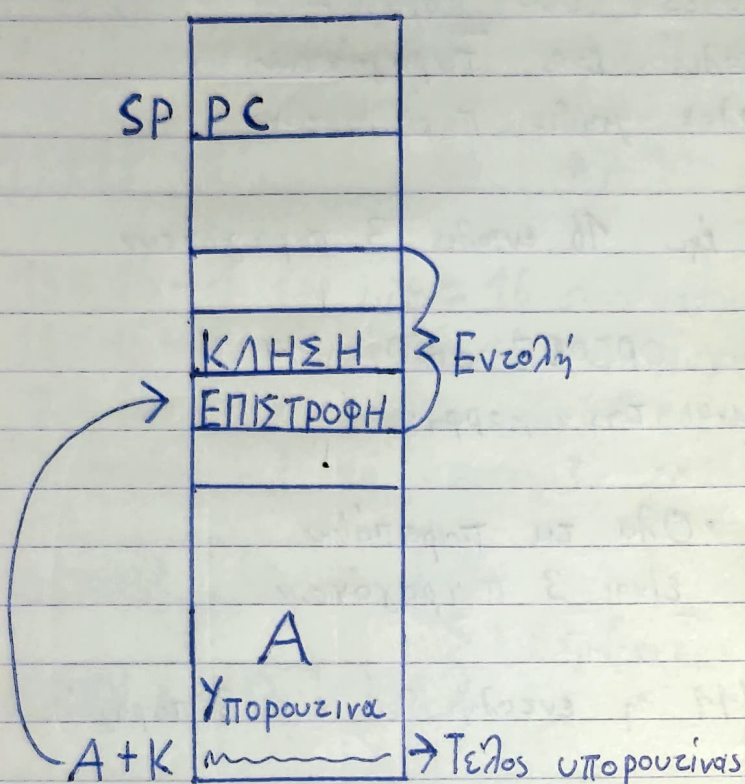


# Αρχιτεκτονική Διαλέξη 8



- Ο PC στην στοίβα έχει την τιμή της διεύθυνσης που βρίσκεται η επιστροφή (η τιμή στην οποία δείχνει ο SP)
- Ο PC έχει μεταβεί στην θέση A (όπου A η αρχή υπορουτίνας) και αυξάνεται διαδοχικά για να εκτελεί την υπορουτίνα
- A σημαίνει Αρχή υπορουτίνας  
 $PC \leftarrow A + 1$   
 $PC \leftarrow A + 1 + 1$   
 $PC \leftarrow A + K$  (όπου K είναι RETURN)
- Η εντολή RETURN πρέπει να φέρει την τιμή της διεύθυνσης X από όπου συνεχίσει το πρόγραμμα και να την θέσει στο PC

## RETURN

T0:  $MAR \leftarrow PC, Z \leftarrow PC + 1$   
 T1:  $MDR \leftarrow M[MAR], PC \leftarrow Z$   
 T2:  $IR \leftarrow MDR$

$MAR \leftarrow A + K$   
 $MDR \leftarrow [R \leftarrow 1]$  (Ο παραχόντων

T3:  $MAR \leftarrow SP, Z \leftarrow SP + 1$  → Δίνω στο MAR την τιμή του SP για να  
 T4:  $SP \leftarrow Z, MDR \leftarrow M[MAR]$  διαβάσω την κορυφή της στοίβας όπου  
 T5:  $PC \leftarrow MDR$  βρίσκεται η επιθυμητή τιμή του PC  
 → Ο MDR περιέχει την τιμή του X  
 → Ο PC δείχνει X άρα η εκτέλεση του προγράμματος συνεχίζεται από την θέση X, δηλαδή μετά την κλήση της υπορουτίνας

Δίνεται ένα σύστημα με εντολές στην μορφή:

OPC	AD1	AD2	AD3
-----	-----	-----	-----

 όλα τα πεδία με μήκος 4 bit



Μπορούμε να έχουμε 15 εντολές τριών παραχόντων  
 15 εντολές δύο παραχόντων  
 7 εντολές ενός παραχόντων  
 144 εντολές μηδεν παραχόντων

Λύση:

Με 4 bit ORCODE μπορώ να έχω 16 εντολές 3 παραχόντων

ORCODE

0000 = 0 • Οι εντολές με τιμή ORCODE από 0 έως 14  
 0001 = 1 σχηματικά θα είναι της μορφής

0000	A	B	C
------	---	---	---

⋮  
 1110 = 14

1110	A	B	C
------	---	---	---

• Όλα τα παραπάνω  
 είναι 3 παραχόντων

• Αν το πεδίο ORCODE είναι 1111 η εντολή δεν είναι 3 παραχόντων

Το ORCODE 1111 θα ξεκινάει με αλλή μορφή εντολών  
 Θέλω 15 εντολές 2 παραχόντων, δηλαδή

1111	0000	B	C
------	------	---	---

οχι τριών

Παίρνω το πεδίο A και το κάνω ORCODE δηλαδή επεκτείνω το OPC

1111	1110	B	C
------	------	---	---

Τελευταία εντολή 2 παραχόντων

Αν μια εντολή αρχίζει από 1111 1111 δεν είναι  
 ούτε τριών ούτε δύο παραχόντων

Μεθοδολογία: Παίρνω το πεδίο A και το κάνω ORCODE δηλαδή  
 επεκτείνω το ORCODE. Θέλω 2 παράγοντες B, C. Αρα το A  
 γίνεται μέρος του ORCODE

Οι εντολές που αρχίζουν με 8 ασφους 1111 1111 είναι  
 1<sup>ος</sup> παράγοντας επεκτείνουμε το ORCODE στο πεδίο B ενώ  
 η μηδεν παραχόντων θέλουμε 7 εντολές



Θέλω 7 εντολές

1111	1111	0000	C
------	------	------	---

→ 1<sup>η</sup>

1111	1111	0001	C
------	------	------	---

→ 2<sup>η</sup>

1111	1111	0110	C
------	------	------	---

→ 7<sup>η</sup>

Πόσοι συνδυασμοί περισσεύουν για εντολές 0 παραχόντων? Από το πεδίο B είναι ελεύθεροι οι συνδυασμοί: 0111=7 ως το 1111=15 άρα 9 συνδυασμοί

15 = 16 - 1 (4 bit = 16 συνδυασμοί → 2<sup>4</sup>) (3 παράχοντες)

15 = 16 - 1 (4 bit = 16 συνδυασμοί → 2<sup>4</sup>) (2 παράχοντες)

7 = 16 - 7 = 9 Από το πεδίο C περισσεύουν όλοι, άρα συνολικά μπορεί (1 παράχοντας) να υποστηρίξω 9 × 16 = 144 εντολές 0 παραχόντων

0000	A	B	C
------	---	---	---

3 παράχοντες

1110	A	B	C
------	---	---	---

1111	0000	B	C
------	------	---	---

2 παράχοντες

1111	1110	B	C
------	------	---	---

1111	1111	0000	C
------	------	------	---

1 παράχοντας

1111	1111	0110	C
------	------	------	---

1<sup>η</sup> εντολή 0 παραχόντων

1111	1111	0111	0000
------	------	------	------

2<sup>η</sup> εντολή 0 παραχόντων

1111	1111	0111	0001
------	------	------	------

3<sup>η</sup> εντολή 0 παραχόντων

1111	1111	0111	0010
------	------	------	------

16<sup>η</sup> εντολή 0 παραχόντων

1111	1111	0111	1111
------	------	------	------

17<sup>η</sup> εντολή 0 παραχόντων

1111	1111	1000	0000
------	------	------	------

32<sup>η</sup> εντολή 0 παραχόντων

1111	1111	1000	1111
------	------	------	------

• Για κάθε συνδυασμό από τους 9 διαθέσιμους του πεδίου B παίρνω 16 συνδυασμούς με το C (0000-1111)

33 <sup>η</sup> εντολή	1111	1111	1001	0000
------------------------	------	------	------	------

48 <sup>η</sup> εντολή	1111	1111	1001	1111
------------------------	------	------	------	------

129 <sup>η</sup> εντολή	1111	1111	1111	0000
-------------------------	------	------	------	------

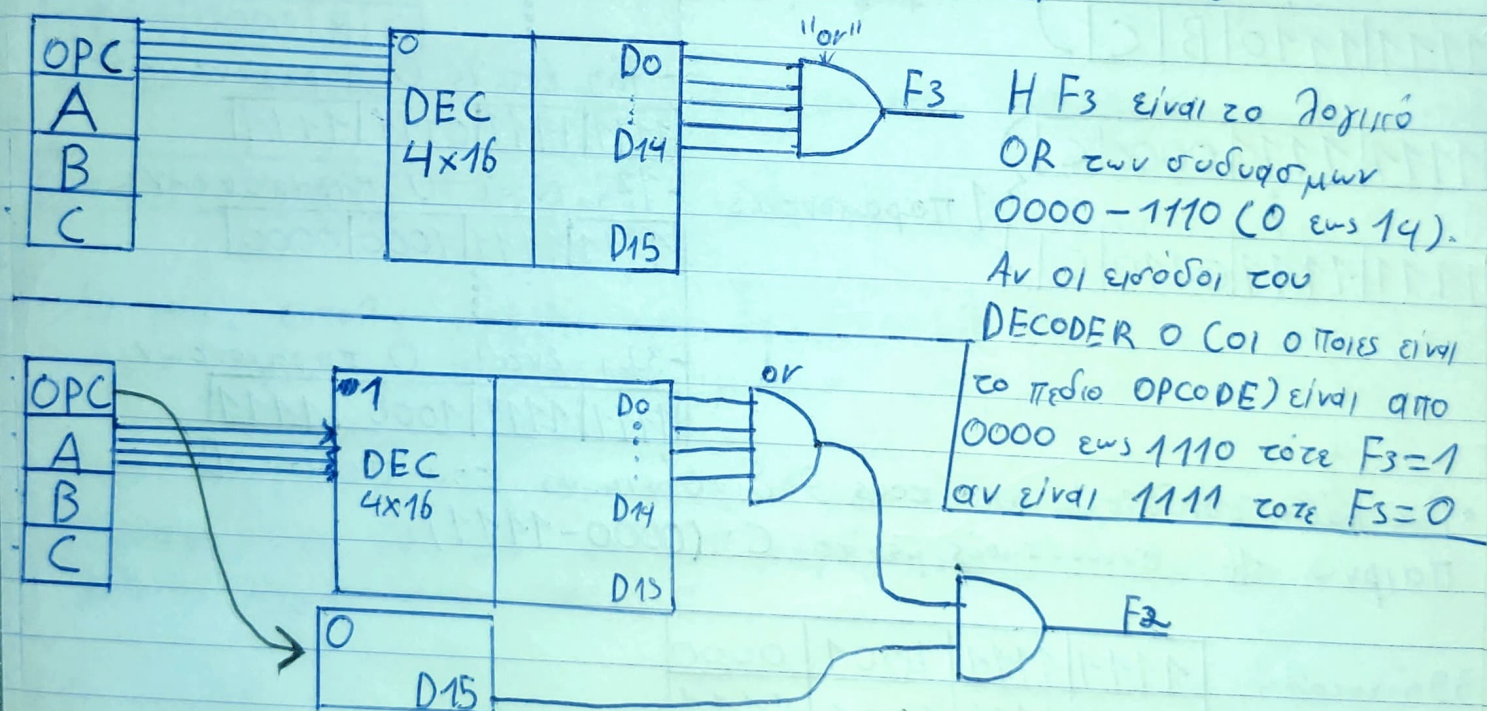
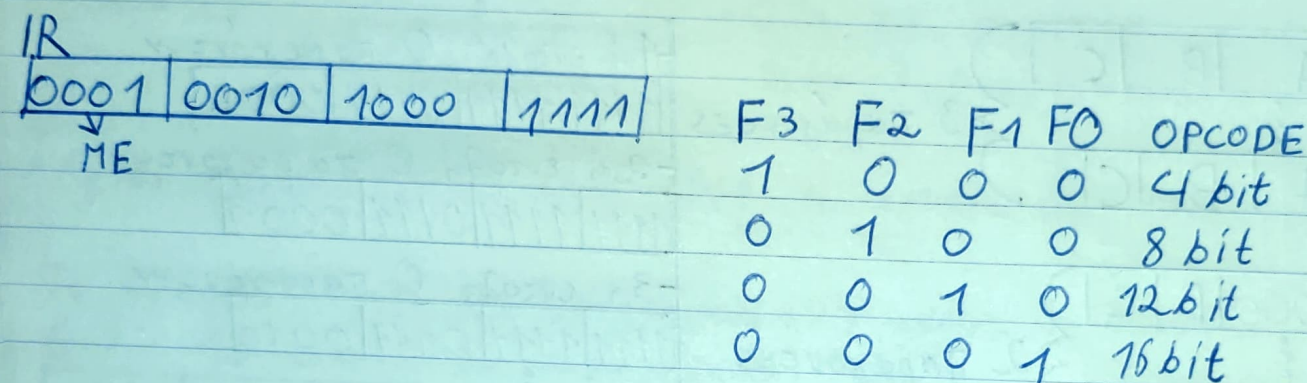
144 <sup>η</sup> εντολή	1111	1111	1111	1111
-------------------------	------	------	------	------



Ο IR στέλνει το OP CODE στην μονάδα ελέγχου. Η μονάδα ελέγχου στέλνει σήματα ελέγχου για να ξέρει κάθε καταχωρητής κάθε πότε πρέπει να διαβάσει ή να γράφει στο δίαυλο. Τα σήματα είναι προκατασκευασμένα ανάλογα με την εντολή (OP CODE)

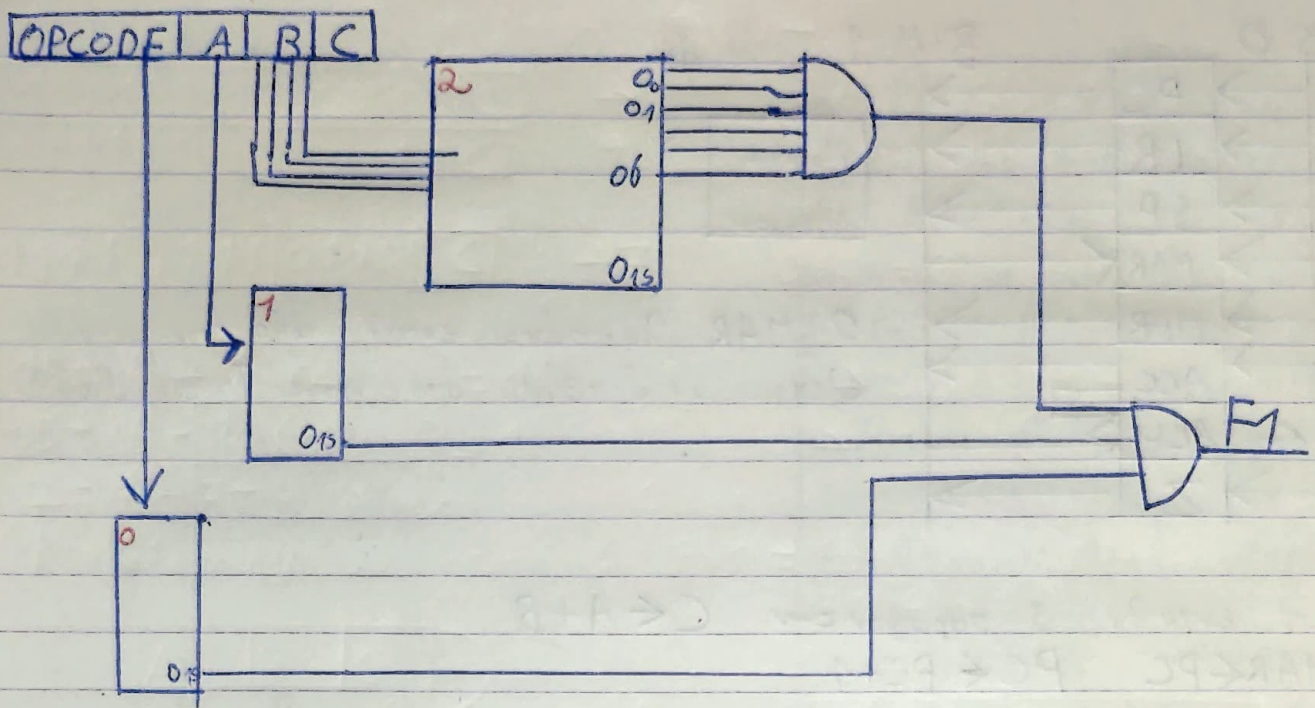
■ Ποια πεδία θα πρέπει να διαβάστούν ως OP CODE? 4 πιθανές περιπτώσεις:

- 1) Το OP CODE είναι μόνο το 1<sup>ο</sup> πεδίο (0)
- 2) Το OP CODE είναι τα πεδία OPC, A (1)
- 3) Το OP CODE είναι τα πεδία OPC, A, B (2)
- 4) Το OP CODE είναι τα πεδία OPC, A, B, C (3)

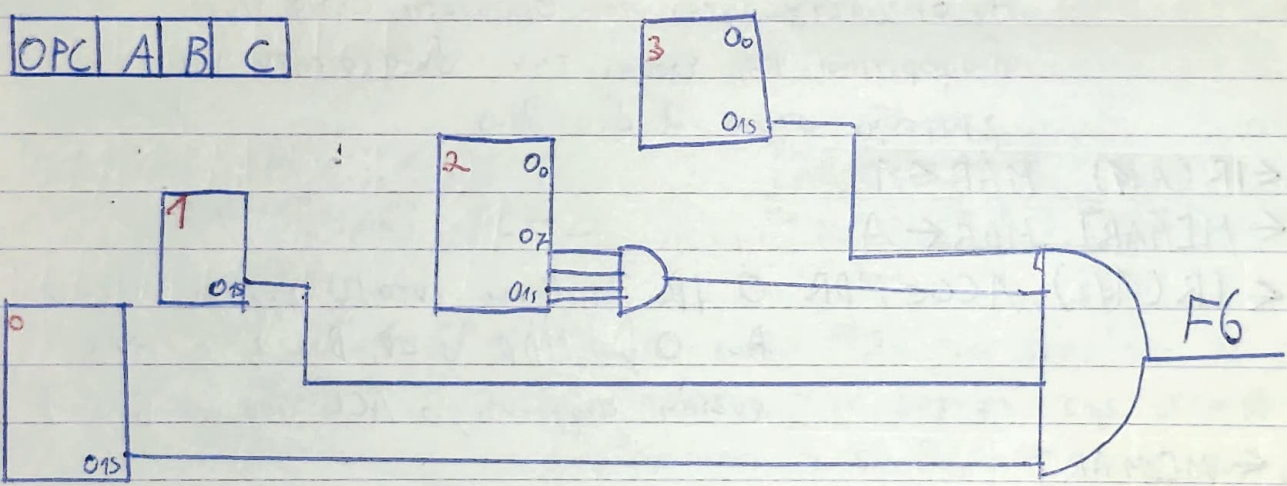


Αν το D15 το DEC 0 είναι 1, δηλαδή το OP CODE=1111 και οι τιμές του πεδίου A είναι από 0000 έως το 1110 τότε το F2=1 και το F3=0

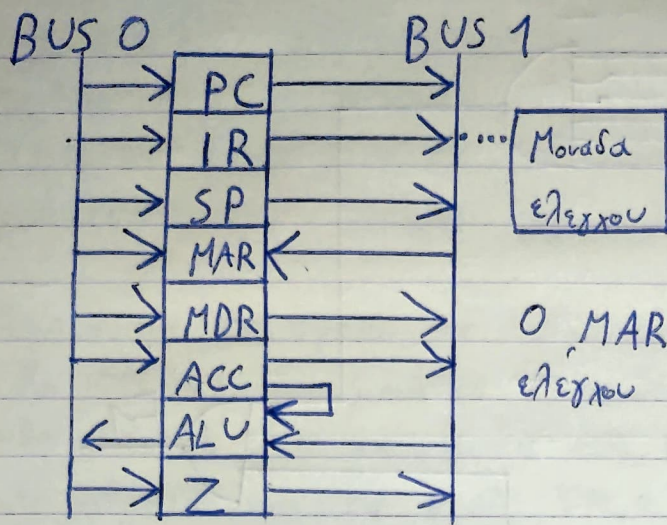




Αν οι έξοδοι  $O_{15}$  των DEC 0 και 1 είναι 1  
 δηλαδή τα πεδία OPCODE και A είναι 1111 και από τον DEC 2  
 επιλέξει για ένα zw 00-06 τότε  **$F1=1$**  CENAE ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ



Αν οι εξόδους  $O_{15}$  των DECODER 0,1 είναι 1 και ο DEC  
 2 επιλέξει μία εκ των 07-015 τότε ανεξάρτητα zw εξόδου του  
 DEC 3 θα έχω  **$F6=1$**



Ο MAR λαμβάνει εντολές από την μονάδα ελέγχου να διαβάσει στον χρόνο  $T_0$  τον διαύλο

Εστω η εντολή 3 παραχόντων  $C \leftarrow A+B$

$T_0: MAR \leftarrow PC \quad PC \leftarrow PC+1$

$T_1: MDR \leftarrow M[MAR]$

$T_2: IR \leftarrow MDR$

Με 2 διαύλους οι απλές αριθμητικές πράξεις μπορούν να γίνουν σε 1 χρόνο, χωρίς παρεμβολή του Z

Παραδ. αριθμητικών πράξεων σε 1 χρόνο  $A \leftarrow B, C \leftarrow D, A \leftarrow B, C \leftarrow D$

Αν οι καταχωρητές που θρίσκονται δεξιά είναι διαφορετικοί και έχουμε την δυνατότητα να γράψουμε στους 2 διαύλους

$T_3: MAR \leftarrow IR(Ad1) \quad MAR \leftarrow A$

$T_4: MDR \leftarrow M[MAR] \quad MDR \leftarrow A$

$T_5: MAR \leftarrow IR(Ad2), ACC \leftarrow MDR$  Ο IR λαμβάνει εντολές εγγραφής στον BUS 0, ο MDR στον BUS 1, ο MAR εντολή ανάγνωσης, ο ACC από το BUS 1

$T_6: MDR \leftarrow M[MAR]$

$T_7: MAR \leftarrow IR(Ad3)$

$T_8: MDR \leftarrow MDR + ACC$

$T_9: M[MAR] \leftarrow MDR$