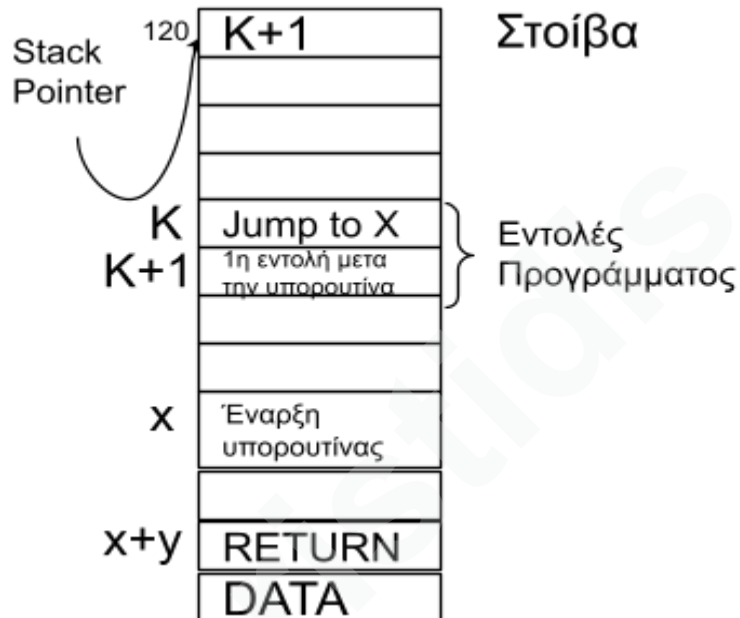


# Αρχιτεκτονική Διάλεξη 8

Κλήση υπορουτίνας  
 Άλμα: Ο PC μετά την  
 ανάκληση της Jump θα  
 είναι ίσος με K+1  
 (επόμενη εντολή μετά  
 την υπορουτίνα) Η τιμή  
 K+1 πρέπει να πάει στην  
 κορυφή της στοίβας και ο  
 PC να πάρει τη  
 διεύθυνση της 1ης  
 εντολής της υπορουτίνας



**OPCODE** | **X** X= διεύθυνση της εντολής από όπου ξεκινάει η υπορουτίνα

T0: MAR ← PC, Z ← PC+1  
 T1: MDR ← M[MAR], PC ← Z  
 T2: IR ← MDR  
 T3: Z ← SP-1  
 T4: MAR ← Z, SP ← Z  
 T5: MDR ← PC  
 T6: M[MAR] ← MDR  
 T7: PC ← IR(Address)  
 RETURN  
 T3: MAR ← SP  
 T4: Z ← SP+1  
 T5: MDR ← M[MAR], SP ← Z  
 T6: PC ← MDR

MAR ← K (Θέση εντολής Jump), Z ← K+1

MDR ← **OPCODE** | **X**, PC ← K+1

IR ← **OPCODE** | **X**

Z ← 119

MAR ← 119, SP ← 119

MDR ← K+1

M[119] ← K+1

PC ← X επειδή το τ2 αποθηκεύεται το x στον IR διαφορετικά θα είχε χαθεί το X στο βήμα T5

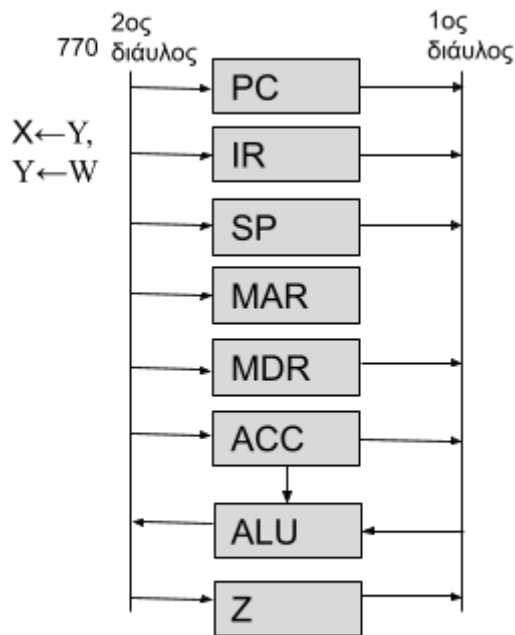
MAR ← 119

Z ← 120

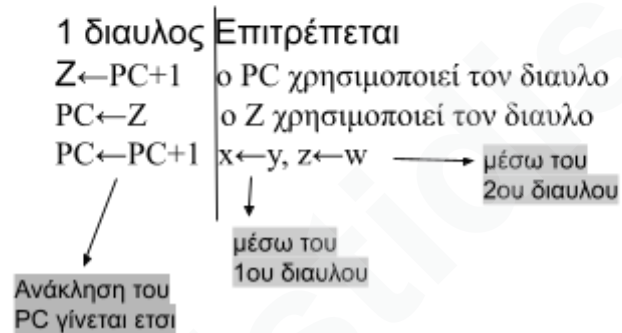
MDR ← M[119] = K+1

PC ← K+1

Ο PC ← X, άρα η CPU θα ζητήσει την ανάκληση της εντολής στη διεύθυνση X η οποία είναι η 1η εντολή της υπορουτίνας



Στην ανάκληση: Ο PC βάζει την τιμή του στον 1ο διάυλο, η τιμή μέσου διαύλου πάει στον αθροιστή (μέσα στην ALU) το αποτέλεσμα δεν περνάει από τον Z αλλά μέσα στον ίδιο χρόνο μεταφέρεται μέσω του 2ου διαύλου πίσω στον PC.



ADD A,B:  $A \leftarrow A + B$

Με έναν διάυλο	Με 2 διαύλους
T0: $MAR \leftarrow PC, Z \leftarrow PC + 1$ T1: $MDR \leftarrow M[MAR], PC \leftarrow Z$ T2: $IR \leftarrow MDR$ T3: $MAR \leftarrow IR[Address\ 1]$ T4: $MDR \leftarrow M[MAR]$ T5: $ACC \leftarrow MDR$ T6: $MAR \leftarrow IR[Address\ 2]$ T7: $MDR \leftarrow M[MAR]$ T8: $Z \leftarrow MDR + ACC$ T9: $MDR \leftarrow Z$ T10: $MAR \leftarrow IR[Address\ 1]$ T11: $M[MAR] \leftarrow MDR$	T0: $MAR \leftarrow PC$ T1: $MDR \leftarrow M[MAR], PC \leftarrow PC + 1$ T2: $IR \leftarrow MDR$ T3: $MAR \leftarrow IR[Address\ 1]$ T4: $MDR \leftarrow M[MAR]$ T5: $ACC \leftarrow MDR, MAR \leftarrow IR[Address\ 2]$ T6: $MDR \leftarrow M[MAR]$ T7: $MDR \leftarrow MDR + ACC$ T8: $MAR \leftarrow IR[Address\ 1]$ T9: $M[MAR] \leftarrow MDR$

Ανάκληση  
 $T0: MAR \leftarrow PC, Z \leftarrow PC+1$   
 $T1: MDR \leftarrow M[MAR], PC \leftarrow Z$  (το F γίνεται 1 για να αρχίσει η εκτέλεση)  
 $T2: IR \leftarrow MDR[OPCODE], F \leftarrow 1$

Εκτέλεση STA  
 $T3: MAR \leftarrow MDR[ADDRESS 1]$   
 $T4: MDR \leftarrow ACC$   
 $T5: M[MAR] \leftarrow MDR$

Εντολή LDA  
 $T3: MAR \leftarrow MDR[ADDRESS 1]$   
 $T4: MDR \leftarrow M[MAR]$   
 $T5: ACC \leftarrow MDR, IR(Interact Enable=0)$   
 then  $F \leftarrow 0$  else  $G \leftarrow 1$

Εκτέλεση ADD  
 $T3: MAR \leftarrow MDR[ADDRESS 1]$   
 $T4: MDR \leftarrow M[MAR]$   
 $T5: Z \leftarrow ACC + MDR$   
 $T6: ACC \leftarrow Z$

Κύκλος διακοπής  
 $T0: Z \leftarrow SP-1$   
 $T1: SP \leftarrow Z, MAR \leftarrow Z$   
 $T2: MDR \leftarrow PC$   
 $T3: M[MAR] \leftarrow MDR$   
 $T4: MAR \leftarrow Z$   
 $T5: MDR \leftarrow M[MAR]$   
 $T6: PC \leftarrow MDR, F \leftarrow 0, G \leftarrow 0, Ien \leftarrow 0$

Εκτέλεση ISR  
 $T3: Z \leftarrow SP-1$   
 $T4: SP \leftarrow Z, MAR \leftarrow Z(\text{Address})$   
 $T5: Z \leftarrow MDR$   
 $T6: MDR \leftarrow PC$   
 $T7: M[MAR] \leftarrow MDR, PC \leftarrow Z$

$F=0$  κατά την ανάκληση

$F=1$  κατά την εκτέλεση

$G=0$  σε κανονική λειτουργία

$G=1$  αν ακολουθεί κύκλος διακοπή ( interrupt)

$Interact Enable=1$  αν η CPU δεχτεί σήμα διακόπτη

IF( $Ienable=0$ ) then  $F=0$  else  $G=1$

Αρα  $IEN=0$  δεν έχει έρθει σήμα διακόπτη αρα το F γίνεται 0 για να ξεκινήσει η CPU την ανάκληση της επόμενης εντολής ( θεωρούμε για απλουστευση οτι η διακοπή μπορεί να ζητηθεί όταν ολοκληρωθεί 1 εντολή)

Αν  $Ien=1$  τότε  $G=1$ (διακοπή)

$T0, T1, T2, T3$ : ο PC αποθηκεύεται στην κορυφή της στοίβας για να γνωρίσει η CPU απο ποιά εντολή θα συνεχίσει μόλις ολοκληρωθεί η διακοπή

$T4, T5, T6$ : Επιστροφή της τιμής από την κορυφή της στοίβας στον PC μετά θα βάλω το κύκλο διακοπης.

Μοναδα ελεγχου: στέλνει σήματα ελέγχου στους καταχωρητές για να γνωρίζω κάθε χρονικό παλμο  $T_i$  αν πρέπει να γράψουν η να διαβάσουν απο τον διαυλο

Τρόποι ελέγχου:

1. Προκατασκευασμένος ελέγχος: Με πύλες
2. Μικροπρογραμματιζόμενος: Μέ μνήμη