

Μάθημα 7: Μικροϋπολογιστικό Σύστημα και Μνήμες

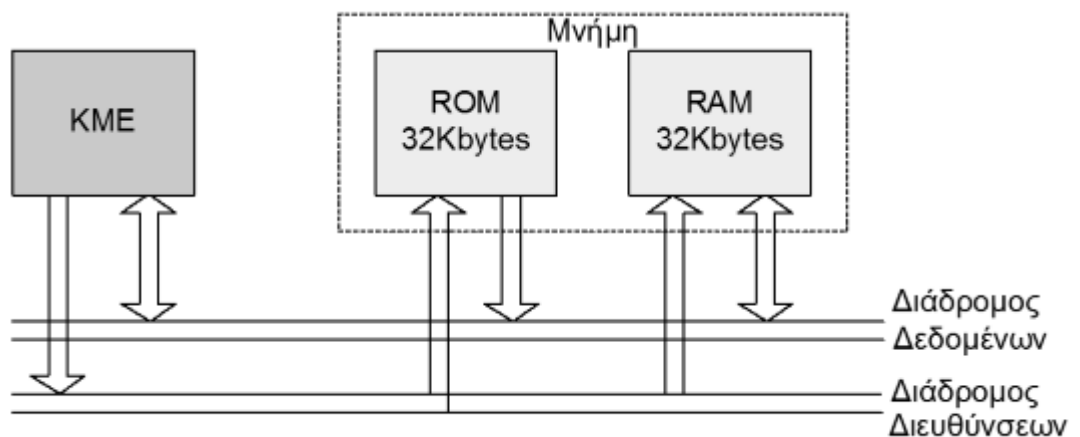
7.1 Αρχιτεκτονική μνημών σε υπολογιστικό σύστημα

Σε ένα υπολογιστικό σύστημα υπάρχουν συνήθως περισσότερες από μία μνήμες. Επειδή η χωρητικότητα ενός μόνο ολοκληρωμένου (chip) είναι μικρή και η απαίτηση για μνήμη μεγάλη, στα υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούμε πολλά ολοκληρωμένα μνημών. Ακόμα αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικά είδη μνημών σε ένα σύστημα αναγκαστικά χρησιμοποιούμε πολλά ολοκληρωμένα μνημών.

Το πλήθος των διαφορετικών διευθύνσεων που μπορεί να προσπελάσει ένας επεξεργαστής, όπως έχει ήδη αναφερθεί, εξαρτάται από τον αριθμό των δυαδικών ψηφίων (bit) που σχηματίζουν την διεύθυνση.

Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα υπολογιστικό σύστημα που αποτελείται από ένα επεξεργαστή των 16-bit που μπορεί να προσπελάσει $2^{16}=65536$ διαφορετικές θέσεις δηλαδή 64Kbytes. Έστω ότι θέλουμε να έχει μνήμη ROM 32Kbytes και RAM 32Kbytes. Ας υποθέσουμε ότι η μνήμη ROM πρέπει να επιλέγεται στις διευθύνσεις από 0 έως 32767 και η μνήμη RAM στις διευθύνσεις από 32768 έως 65535.

Ας θεωρήσουμε ότι έχουμε ένα ολοκληρωμένο μνήμης RAM και ένα μνήμης ROM που έχουν μέγεθος 32Kbytes, το καθένα τοποθετημένα σε ένα υπολογιστικό σύστημα, όπως στο σχήμα 7.1.



Σχήμα 7.1: Μνήμες RAM και ROM σε υπολογιστικό σύστημα

Κάθε μία από τις δύο μνήμες είναι μεγέθους 32Kbytes. Δεδομένου ότι η κάθε μνήμη έχει μέγεθος 32Kbytes ($2^{15}=32KB$) χρειάζεται 15 γραμμές διευθύνσεων (A_0-A_{14}). Το υπολογιστικό σύστημα διαθέτει 16 γραμμές διευθύνσεων και χρειάζεται ένα κύκλωμα που να κάνει σωστή επιλογή της μνήμης, ανάλογα με την διεύθυνση που θέλει να διαβάσει ή να γράψει ο επεξεργαστής.

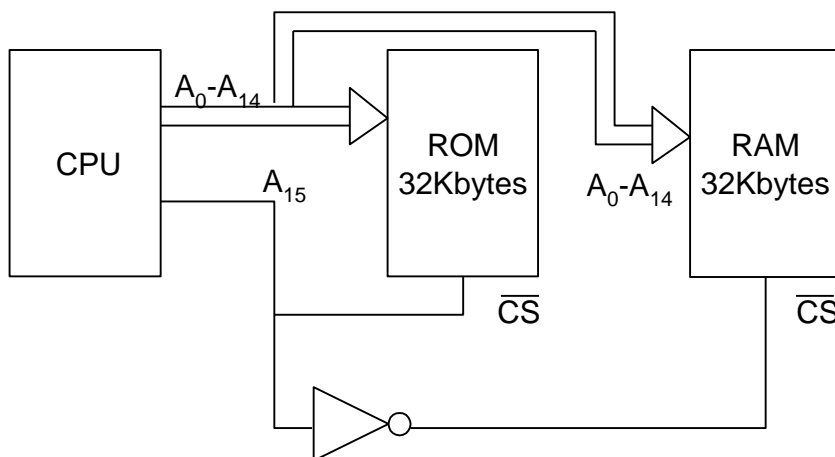
Στην περίπτωση του παραδείγματος όμως, που έχουμε παραπάνω από μια μνήμη, έχουμε το πρόβλημα της επιλογής του ολοκληρωμένου της μνήμης. Δηλαδή σε ποιο ολοκληρωμένο ανήκει η διεύθυνση που θέλει να προσπελάσει ο επεξεργαστής. Συνήθως, τα υπολογιστικά συστήματα διαθέτουν ένα κύκλωμα αποκωδικοποίησης της διεύθυνσης με την βοήθεια του οποίου επιλέγεται αντίστοιχα το ολοκληρωμένο της μνήμης.

Στο παράδειγμά μας όμως βλέπουμε ότι το περισσότερης αξίας bit (MSB) της διεύθυνσης είναι 0 όταν η διεύθυνση είναι από 0 έως 32767 και 1 όταν η διεύθυνση είναι από 32768 έως 65535. Με την παρατήρηση αυτή μπορούμε να σχεδιάσουμε το κύκλωμα της αποκωδικοποίησης αποτελείται μόνο από έναν αντιστροφέα.

Διευθύνσεις	A ₁₅ A ₁₄ A ₁₃ A ₁₂ A ₁₁ A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁ A ₀	Μνήμη
0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ROM
1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	
2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	
έως 32767	έως 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
32768	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	RAM
32769	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	
32770	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	
έως 65535	έως 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	

Πίνακας 7.1: Σήματα διεύθυνσης

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.2 το σήμα A₁₅ συνδέεται στο \overline{CS} (Chip Select) της μνήμης ROM και η έξοδος του αντιστροφέα συνδέεται στο \overline{CS} της RAM.



Σχήμα 7.2: Σύνδεση δύο μνημών σε ένα υπολογιστικό σύστημα

7.2 Υπολογιστικό σύστημα με πολλές μνήμες

Έστω ότι έχουμε έναν υπολογιστή που έχει εύρος διαδρόμου διευθύνσεων 16bit. Η συνολική μνήμη που μπορεί να προσπελάσει ο επεξεργαστής αυτός είναι 64Kbytes. Στο σύστημά μας θέλουμε να έχουμε μνήμες ROM και μνήμες RAM. Το συνολικό μέγεθος της ROM ας υποθέσουμε ότι είναι 16Kbytes και της RAM 32Kbytes. Στον πίνακα 7.2 φαίνονται οι διευθύνσεις που θέλουμε να καταλαμβάνουν οι μνήμες αυτές.

Διευθύνσεις (HEX)	Διευθύνσεις (Δεκαδικές)	Τύπος
0000-1FFF	0000-8191	RAM
2000-5FFF	8192-24575	ROM
8000-9FFF	32768-40959	RAM
C000-FFFF	49152-65535	RAM

Πίνακας 7.2: Κατανομή μνημών

Κάθε ολοκληρωμένο μνήμης που θα χρησιμοποιήσουμε έχει μέγεθος 8Kbytes. Έτσι θα χρειαστούμε δύο μνήμες ROM και τέσσερις μνήμες RAM. Για να διευκολύνουμε την κατανόηση, σχηματίζουμε τον χάρτη μνήμης του συστήματος. Στον πίνακα 7.3 αυτό η μνήμη των 64Kbytes χωρίζεται σε τμήματα των 8Kbytes.

Διευθύνσεις (HEX)	Διευθύνσεις (Δεκαδικές)	Μνήμη
0000-1FFF	0000-8191	RAM 1
2000-3FFF	8192-16383	ROM 1
4000-5FFF	16384-24575	ROM 2
6000-7FFF	24576-32767	Δεν χρησιμοποιείται
8000-9FFF	32768-40959	RAM 2
A000-BFFF	40960-49151	Δεν χρησιμοποιείται
C000-EFFF	49152-57343	RAM 3
E000-FFFF	57344-65535	RAM 4

Πίνακας 7.3: Χάρτης μνήμης υπολογιστικού συστήματος

Για το κάθε τμήμα που χρησιμοποιείται θα περιλάβουμε ένα ολοκληρωμένο μνήμης αντίστοιχου τύπου. Το πλήθος των γραμμών διευθύνσεων σε κάθε μνήμη είναι 13. Αυτό προκύπτει από τον τύπο $2^{13}=8192=8*1024=8\text{Kbytes}$. Το κύκλωμα της αποκωδικοποίησης πρέπει να επιλέγει μία από τις 6 μνήμες σύμφωνα με ποιά διεύθυνση θέλει να επικοινωνήσει ο επεξεργαστής.

Για τον σχεδιασμό του κυκλώματος της αποκωδικοποίησης πρέπει να παρατηρήσουμε, όπως έγινε και στο προηγούμενο απλό παράδειγμα, τις περιοχές της μνήμης. Έτσι για παράδειγμα για την πρώτη περιοχή από $(0000)_{16}$ έως $(1FFF)_{16}$ παρατηρούμε ότι τα 3 μεγαλύτερης αξίας δυαδικά ψηφία παραμένουν σταθερά και ίσα με το 0 και αλλάζουν μόνο τα 13 μικρότερης αξίας δυαδικά ψηφία. Για την τρίτη περιοχή $(4000)_{16}$ έως $(5FFF)_{16}$ τα τρία μεγαλύτερης αξίας bits είναι πάλι σταθερά και ίσα με 010. Σαν γενική παρατήρηση βλέπουμε ότι κάθε τμήμα από τα

8 της μνήμης χαρακτηρίζεται από τα τρία μεγαλύτερη αξίας bits, όπως φαίνεται στον πίνακα 7.4, τα οποία παραμένουν σταθερά για όλη την περιοχή της μνήμης και αλλάζουν μόνο τα 13 λιγότερης αξίας δυαδικά ψηφία.

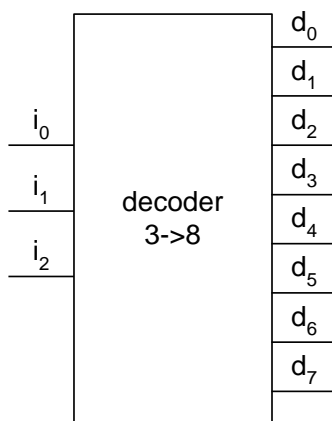
Περιοχές μνήμης	A ₁₅	A ₁₄	A ₁₃	A ₁₂ -A ₀	Μνήμη
0000-1FFF	0	0	0	X	RAM 1
2000-3FFF	0	0	1	X	ROM 1
4000-5FFF	0	1	0	X	ROM 2
8000-9FFF	1	0	0	X	RAM 2
C000-DFFF	1	1	0	X	RAM 3
E000-FFFF	1	1	1	X	RAM 4

Πίνακας 7.4: Σήματα αποκωδικοποίησης

Έτσι σαν κριτήριο επιλογής των μνημών μπορούμε να πάρουμε την τιμή των τριών αυτών δυαδικών ψηφίων του διαδρόμου διευθύνσεων (A₁₅-A₁₄-A₁₃). Τα σήματα επιλογής (Chip Select) των μνημών μπορούν να παραχθούν από ένα αποκωδικοποιητή 3 σε 8.

Γενικά, ένας **αποκωδικοποιητής** δέχεται στην είσοδό του ένα δυαδικό αριθμό n (πλήθος δυαδικών ψηφίων) και η έξοδός του είναι 2ⁿ πλήθος σημάτων.

Ένας αποκωδικοποιητής που έχει στην είσοδό του 3 σήματα, στην έξοδό του πρέπει να έχει 8 σήματα. Στο σχήμα 7.3 φαίνεται το σχηματικό του αποκωδικοποιητή.



Σχήμα 7.3: Σχηματικό αποκωδικοποιητή 3 σε 8

Για κάθε λογικό κύκλωμα μπορούμε να δούμε τη λειτουργία του, με έναν πίνακα που δείχνει τις λογικές τιμές των εξόδων του για όλες τις τιμές των εισόδων του. Ένας τέτοιος πίνακας ονομάζεται **πίνακας αληθείας**. Στον πίνακα 7.5 φαίνεται ο πίνακας αληθείας του αποκωδικοποιητή 3 σε 8.

ΕΙΣΟΔΟΙ			ΕΞΟΔΟΙ							
i_2	i_1	i_0	d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 7.5: Πίνακας αληθείας αποκωδικοποιητή 3 σε 8

Οι έξοδοι d_0-d_7 έχουν τιμή ανάλογα με τον συνδυασμό τις τιμές των εισόδων του i_0-i_2 . Παρατηρούμε ότι για κάθε συνδυασμό μόνο μία έξοδος είναι 1, αυτή που αντιστοιχεί στον δυαδικό αριθμό της εισόδου. Για παράδειγμα όταν έχω $i_2-i_1-i_0=000$ μόνο η έξοδος d_0 γίνεται 1. Όταν έχω $i_2-i_1-i_0=101$ μόνο η έξοδος d_5 γίνεται 1 και τέλος όταν $i_2-i_1-i_0=111$ έχουμε $d_7=1$.

Στο σχήμα 7.4 φαίνεται ένα μέρος του υπολογιστικού συστήματος. Απεικονίζεται ο επεξεργαστής μαζί τον διάδρομο διευθύνσεων, καθώς και τα ολοκληρωμένα των μνήμων. Τέλος απεικονίζεται ο αποκωδικοποιητής 3 σε 8. Τα τρία μεγαλύτερης αξίας δυαδικά ψηφία της διεύθυνσης οδηγούνται μόνο στον αποκωδικοποιητή. Τα υπόλοιπα 13 σήματα της διεύθυνσης συνδέονται στα 13 σήματα διεύθυνσης του κάθε ολοκληρωμένου μνήμης.

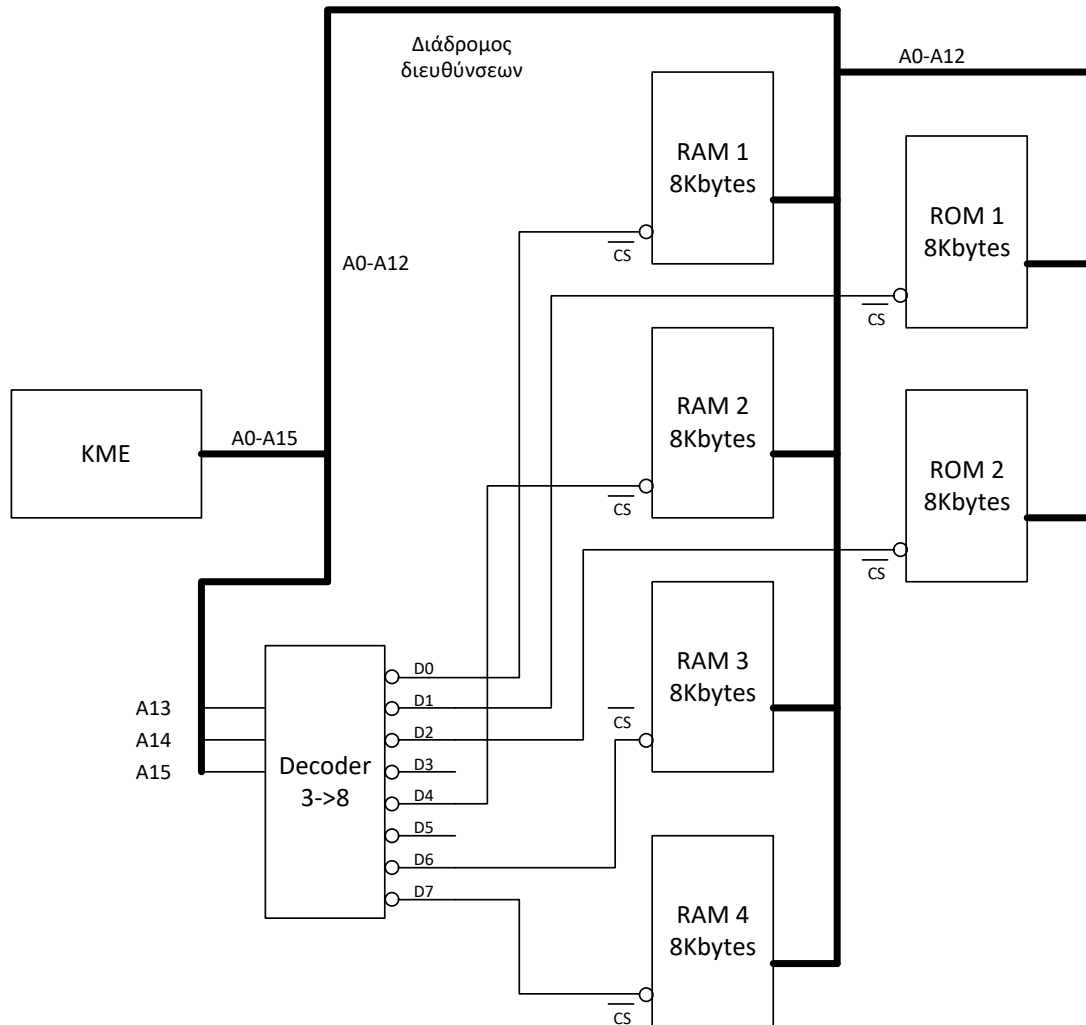
Η κάθε έξοδος του αποκωδικοποιητή εκφράζει πλέον μία ομάδα των 8196 θέσεων μνήμης, δηλαδή ποιο ολοκληρωμένο μνήμης πρέπει να επιλεγεί. Δηλαδή η έξοδος του αποκωδικοποιητή είναι τα σήμα επιλογής των μνημών. Ο αποκωδικοποιητής δίνει στην έξοδο του κάθε φορά ενεργοποιημένο μόνο ένα σήμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα δύο ή περισσότερες μνήμες ποτέ να μην επιλέγονται ταυτόχρονα, έτσι ώστε να μην έχουμε σύγκρουση δεδομένων.

Η έξοδος D_0 του αποκωδικοποιητή θα ενεργοποιηθεί όταν έχουμε στην είσοδο του αποκωδικοποιητή «000». Αυτό σημαίνει ότι έχουμε διεύθυνση στην περιοχή της μνήμης από 0000 έως 1FFF. Το ίδιο ισχύει και για της υπόλοιπες εξόδους του αποκωδικοποιητή και η αντιστοιχία φαίνεται στον πίνακα 7.5.

0000-1FFF	D_0	RAM 1
2000-3FFF	D_1	ROM 1
4000-5FFF	D_2	ROM 2
6000-7FFF	D_3	X
8000-9FFF	D_4	RAM 2
A000-BFFF	D_5	X
C000-DFFF	D_6	RAM 3
E000-FFFF	D_7	RAM 4

Πίνακας 7.5: Αντιστοίχιση σημάτων αποκωδικοποιητή με περιοχές μνήμης

Όπως φαίνεται στον πίνακα 7.5 τα σήματα D_3 και D_5 του αποκωδικοποιητή δεν συνδέονται σε καμία μνήμη αφού δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν μνήμες στις αντίστοιχες περιοχές.



Σχήμα 7.4: Κύκλωμα έξι μνημών υπολογιστικού συστήματος

7.3 Ασκήσεις

1. Συμπλήρωσε τα κενά με τις λέξεις που λείπουν:

1. Το πλήθος των διαφορετικών διευθύνσεων που μπορεί να προσπελάσει ένας επεξεργαστής εξαρτάται από τον αριθμό των που σχηματίζουν την διεύθυνση.
2. Στα υπολογιστικά συστήματα, όταν η απαίτηση για μνήμη είναι μεγάλη χρησιμοποιούμε πολλά μνημών.
3. Ένα υπολογιστικό σύστημα που διαθέτει 16 γραμμές για τις διευθύνσεις της μνήμης, μπορεί προσπελάσει διαφορετικές θέσεις.
4. Ένας πίνακας αληθείας δείχνει τις λογικές τιμές των του για όλες τις τιμές των εισόδων του.
5. Ένας αποκωδικοποιητής δέχεται στην είσοδό του ένα δυαδικό αριθμό n (πλήθος δυαδικών ψηφίων) και η έξοδός του είναι πλήθος σημάτων

2. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Επεξεργαστής έχει διάυλο διευθύνσεων (address bus) 8 bits. Πόσες θέσεις μνήμης μπορεί να προσπελάσει (το μέγιστο);
.....
.....
2. Ένας μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιεί ψηφίδες (ολοκληρωμένα κυκλώματα) RAM χωρητικότητας 256Kbytes. Πόσες ψηφίδες απαιτούνται και πως θα πρέπει να διασυνδεθούν οι γραμμές διεύθυνσης ώστε να αποκτήσει μνήμη 1024Kbytes;
.....
.....
.....
.....
3. Μικροϋπολογιστής χρειάζεται μνήμη RAM 512 bytes και ROM 512 bytes. Διαθέτουμε ψηφίδες (ολοκληρωμένα κυκλώματα) RAM των 128x8 bits και ROM των 512x8 bits. α). Πόσες ψηφίδες από το κάθε είδος απαιτούνται για την υλοποίηση του συστήματος μνήμης; β) Πως θα πρέπει να τοποθετηθούν οι ψηφίδες μνήμης;
.....
.....
.....
.....