

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΜΝΗΜΕΣ

Μνήμη στα ψηφιακά ηλεκτρονικά είναι κάθε ηλεκτρονικό κύκλωμα το οποίο μπορεί να αποθηκεύσει ένα σύνολο από δυαδικά ψηφία (bits) τα οποία θα έχουν λογικές τιμές “0” και “1”. Κατασκευάζεται από ένα πλήθος καταχωρητών και χρησιμοποιεί ένα καταχωρητή για κάθε λέξη.

Κύτταρο μνήμης (cell) είναι το βασικό ηλεκτρονικό κύκλωμα που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ενός **bit** πληροφορίας το οποίο θα έχει τις λογικές τιμές “0” ή “1”.

Λέξη μνήμης (word) είναι μια ομάδα από bits που χρησιμοποιεί η μνήμη για την αποθήκευση πληροφορίας. Ο αριθμός των bits σε κάθε λέξη καθορίζει το **μήκος** της. Συνήθως το μήκος των λέξεων στα Ο.Κ. μνημών είναι πολλαπλάσιο του byte. (1byte=8 bits)

Διεύθυνση (address) ονομάζουμε ένα μοναδικό αριθμό τον οποίο αντιστοιχούμε σε κάθε λέξη μνήμης. Η διεύθυνση μιας λέξης μνήμης δεν έχει καμία σχέση με το περιεχόμενό της.

Χωρητικότητα (Capacity) μιας μνήμης είναι το σύνολο των bits που μπορεί να αποθηκεύσει.

Χωρητικότητα = Πλήθος λέξεων X Μήκος λέξης
Πλήθος λέξεων = Πλήθος Διευθύνσεων (2^k)
k γραμμές διεύθυνσης $\rightarrow 2^k$ διευθύνσεις ή λέξεις (π.χ. 5 γραμμές διεύθυνσης $\rightarrow 2^5 = 32$ λέξεις)

Παράδειγμα:

Χωρητικότητα **64KB**

$64 = 2^6$, $K = 2^{10}$ B = 8bits

Άρα **64KB** = $2^6 \times 2^{10} \times 8 = 2^{16} \times 8 = 65.536 \times 8 = 524.288$ bits

Παράλληλη προσπέλαση (Parallel Access)

Η είσοδος ή η έξοδος των δεδομένων της λέξης μνήμης γίνεται παράλληλα (ταυτόχρονα). Υπάρχουν τόσες γραμμές δεδομένων στα Ο.Κ. της μνήμης όσο είναι το μήκος της κάθε λέξης της μνήμης σε bits.

Σειριακή προσπέλαση (Serial Access)

Η είσοδος ή η έξοδος των δεδομένων της λέξης μνήμης γίνεται σειριακά (το ένα bit μετά το άλλο). Συνήθως υπάρχει μια γραμμή στο Ο.Κ. για τη μεταφορά δεδομένων.

☺ Η παράλληλη προσπέλαση μας εξασφαλίζει μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων με κόστος την πολυπλοκότητα των κυκλωμάτων που απαιτούνται λόγω του πλήθους των γραμμών. Η σειριακή προσπέλαση μας εξασφαλίζει την ελάχιστη πολυπλοκότητα (άρα και κόστος) αφού χρησιμοποιείται συνήθως μια ψηφιακή γραμμή για τη μεταφορά δεδομένων σε βάρος όμως της ταχύτητας μεταφοράς.

Εγγραφή (Write) είναι η διαδικασία με την οποία τοποθετούμε νέα δεδομένα μιας λέξης σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση. Τα δεδομένα που ήταν αποθηκευμένα σβήνονται.

Ανάγνωση (Read) είναι η διαδικασία με την οποία τα δεδομένα μιας λέξης μνήμης, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση, μεταφέρονται στις εξόδους της μνήμης. Τα δεδομένα που ήταν αποθηκευμένα δεν αλλάζουν.

Δίαυλος Διευθύνσεων (Address Bus) είναι το σύνολο των ψηφιακών γραμμών οι οποίες μεταφέρουν την πληροφορία της διεύθυνσης στη μνήμη. (A_0, A_1, A_2, \dots)

Δίαυλος Δεδομένων (Data Bus) είναι το σύνολο των ψηφιακών γραμμών οι οποίες μεταφέρουν την πληροφορία μιας λέξης η οποία είτε διαβάζεται από μια συγκεκριμένη διεύθυνση της μνήμης, είτε γράφεται σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση της μνήμης. (D_0, D_1, D_2, \dots)

Χρόνος προσπέλασης (Access time) t_{ACC} μιας μνήμης κατά τη διαδικασία ανάγνωσης ή εγγραφής μιας θέσης της, ονομάζουμε το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που έχει τοποθετηθεί η πληροφορία της διεύθυνσης, έως τη στιγμή που εμφανίζονται τα δεδομένα της λέξης στις γραμμές των δεδομένων (ανάγνωση) ή που αποθηκεύονται τα δεδομένα που βρίσκονται στις γραμμές δεδομένων (εγγραφή).

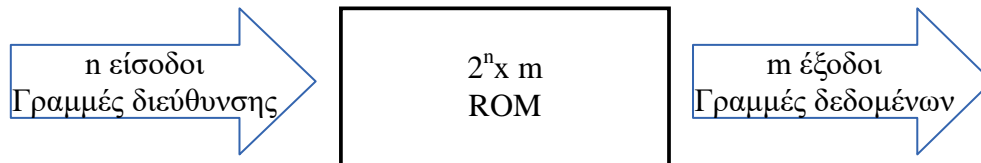
Πρόσκαιρη μνήμη: Τα αποθηκευμένα δεδομένα χάνονται όταν παύει να υπάρχει η τάση τροφοδοσίας.

Μη πρόσκαιρη μνήμη: Τα αποθηκευμένα δεδομένα διατηρούνται όταν πάψει να υπάρχει η τάση τροφοδοσίας.

ΜΝΗΜΕΣ ROM (Read Only Memory)

Η μνήμη ROM χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφοριών οι οποίες δεν μεταβάλλονται ή μεταβάλλονται σπάνια. Τα δεδομένα της δεν αλλάζουν και μπορούμε **μόνο** να τα **διαβάσουμε**. Είναι **μη πρόσκαιρη μνήμη** (τα αποθηκευμένα δεδομένα διατηρούνται όταν πάψει να υπάρχει η τάση τροφοδοσίας).

Προγραμματισμός της μνήμης ROM είναι η εγγραφή πληροφοριών που γίνεται είτε κατά την κατασκευή της είτε αργότερα με τη χρήση ειδικής συσκευής, τον προγραμματιστή.



Σε αυτή τη μνήμη βρίσκονται αποθηκευμένες 2^n διαφορετικές λέξεις με μήκος λέξης m bits. Μια ROM περιλαμβάνει έναν **αποκωδικοποιητή** ($n \times 2^n$) για την αποκωδικοποίηση της διεύθυνσης η οποία πρόκειται να επιλεγεί.

Σε μια μνήμη ROM με χωρητικότητα 32K X 8	→	32X1024= 32.768 λέξεις
	→	Χωρητικότητα = 32.768 x8= 262.144 bits (ή 32kB)
	→	32K= $2^5 \times 2^{10} = 2^{15}$ Άρα 15 γραμμές διεύθυνσης
	→	Αποκωδικοποιητής (15×2^{15})
	→	Μήκος λέξης = 8 bits



Τύποι προγραμματιζόμενων ROM

Οι διαφορές στους βασικούς τύπους των ROM βρίσκονται κύρια στην κατασκευή του βασικού κυττάρου της μνήμης, ενώ οι αρχές λειτουργίας παραμένουν οι ίδιες.

Προγραμματιζόμενη ROM (Programmable PROM)

Ο προγραμματισμός γίνεται από τον χρήστη και στη συνέχεια η PROM δεν μπορεί να επαναπρογραμματιστεί. Ο προγραμματισμός της γίνεται με τη χρήση ειδικής συσκευής, τον προγραμματιστή PROM (PROM Programmer). Η συσκευή παράγει ένα υψηλό ρεύμα με την εφαρμογή τάσης +24V κι έτσι καίγονται οι συνδέσεις των διόδων. Χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύονται τα προγράμματα των μικροϋπολογιστών και μικροελεγκτών.

Διαγραφόμενη PROM (Erasable PROM: EPROM)

Οι μνήμες EPROM χρησιμοποιούνται σε συστήματα στα οποία θέλουμε να έχουμε τη δυνατότητα αλλαγής δεδομένων. Μπορούν να διαγραφούν και να επαναπρογραμματιστούν αρκετές εκατοντάδες φορές. Η διαγραφή τους γίνεται με το φωτισμό τους στο υπεριώδες μήκος κύματος. Ο προγραμματισμός της γίνεται με τη χρήση ειδικής συσκευής, τον προγραμματιστή EPROM (EPROM Programmer).

Ηλεκτρικά διαγραφόμενη PROM (EEPROM)

Στις μνήμες EEPROM η διαγραφή των δεδομένων γίνεται ηλεκτρικά. Δεν σβήνονται όλα τα δεδομένα της μνήμης αλλά μόνο των λέξεων οι οποίες θα επαναπρογραμματιστούν. Ο προγραμματισμός της γίνεται στο κύκλωμα που είναι ενσωματωμένη, αλλά δεν μπορεί επαναπρογραμματιστεί πάνω από 10^4 έως 10^6 φορές.

Η μνήμη FLASH είναι μια ειδική κατηγορία μνήμης EEPROM. Η κύρια διαφορά της είναι ότι η προσπέλαση γίνεται σε ομάδες λέξεων (128 ή περισσότερων), ενώ οι χρόνοι προσπέλασης είναι αρκετά μεγαλύτεροι. Πλεονέκτημα είναι η μεγάλη της χωρητικότητα. Χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων που δεν αλλάζουν συχνά.

Επιλογή μνήμης ROM

Τα κύρια χαρακτηριστικά με τα οποία επιλέγουμε μια μνήμη ROM είναι:

- Χωρητικότητα της μνήμης
- Ταχύτητα ανάλογα με το χρόνο προσπέλασης
- Κατανάλωση ισχύος (μW ανά bit)
- Κόστος ανά bit.

Αποθήκευση δεδομένων

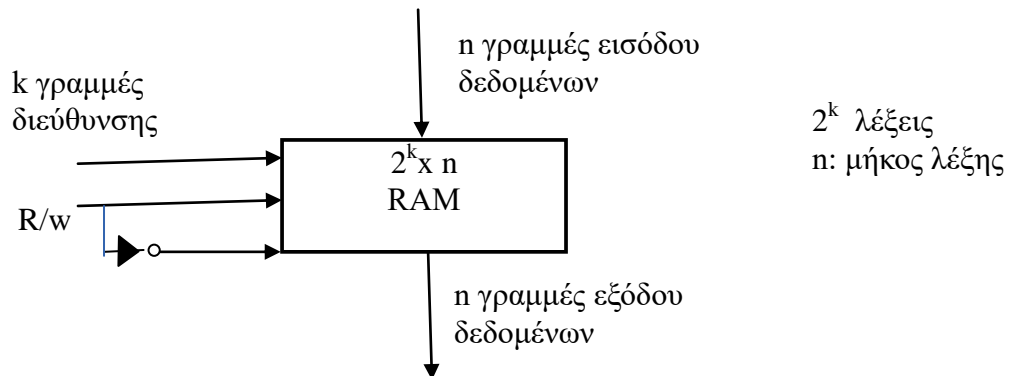
Οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές χρησιμοποιούν μικροεπεξεργαστές και μνήμες ROM για την αποθήκευση των προγραμμάτων λειτουργίας τους (πχ πλυντήρια, τηλεοράσεις κλπ). Επίσης χρησιμοποιούνται για τα προγράμματα εκκίνησης υπολογιστικών συστημάτων.

EEPROM (κάρτες τηλεφώνου, smart cards, κάρτες SIM)

FLASH (για αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων, palmtops, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές)

ΜΝΗΜΕΣ RAM (Random Access Memory)

- Χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση πληροφοριών οι οποίες μεταβάλλονται συχνά.
- Η ανάγνωση και η εγγραφή γίνονται με την ίδια ευκολία.
- Πολύ μικρότερους χρόνους προσπέλασης από τις ROM (ταχύτατες).
- Πρόσκαιρη μνήμη, δηλαδή, τα αποθηκευμένα δεδομένα χάνονται όταν παύει να υπάρχει η τάση τροφοδοσίας.
- Χρησιμοποιούνται ως κύρια μνήμη σε μικροϋπολογιστές για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων που συχνά αλλάζουν.



Συχνά οι γραμμές εισόδου και εξόδου είναι κοινές και τότε υπάρχει μια γραμμή ελέγχου \overline{G} η οποία ελέγχει τότε οι ακροδέκτες D_i θα λειτουργούν ως εισοδοί “1” ή ως εξοδοί “0”.

Τρίτη κατάσταση ονομάζεται η κατάσταση που βρίσκονται οι εισοδοί/έξοδοι δεδομένων όταν η είσοδος ελέγχου \overline{CS} (Chip Select) είναι “1” (άρα το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι απενεργοποιημένο) ώστε να διακρίνεται από τις λογικές καταστάσεις “0” και “1” που βρίσκονται όταν το OK είναι ενεργοποιημένο. Η “τρίτη κατάσταση” ή κατάσταση υψηλής αντίστασης ή “Z” ή “Hi-Z”, ισοδυναμεί ηλεκτρικά με την ύπαρξη πολύ μεγάλης σύνθετης αντίστασης μεταξύ εισόδου ή εξόδου και της γείωσης του κυκλώματος.

Τύποι RAM

Στατική (SRAM)	Δυναμική (DRAM)
Βασικά κύτταρο: flip-flop	Βασικά κύτταρο: πυκνωτής
Τα δεδομένα παραμένουν αποθηκευμένα, όσο υπάρχει τροφοδοσία.	Χρειάζεται “ανανέωση” κάθε 1-10 msec για κάθε θέση μνήμης.
Μέγιστες χωρητικότητες: 512Kbits	Μέγιστες χωρητικότητες: 256Mbits
Ελάχιστος χρόνος προσπέλασης: 5nsec	Ελάχιστος χρόνος προσπέλασης: 10nsec

Πλεονεκτήματα DRAM έναντι SRAM

1. Μεγάλη χωρητικότητα.
2. Μικρή κατανάλωση ισχύος.
3. Περιορισμός ακροδεκτών διεύθυνσης στο μισό.

Μειονέκτημα η μικρή ταχύτητα που ξεπεράστηκε με τις SDRAM (σύγχρονες DRAM)

Οι **SDRAM** (σύγχρονες DRAM) προσφέρουν μεγάλες ταχύτητες προσπέλασης χρησιμοποιώντας τεχνικές όπου όταν δίνεται μια διεύθυνση για προσπέλαση, η μνήμη αυτόματα προετοιμάζεται για προσπέλαση στην επόμενη θέση μνήμης σε συγχρονισμό με τους παλμούς του ρολογιού.

Σελ. 238 Ολοκληρωμένο κύκλωμα- Ακροδέκτες.

Χρονισμός μνήμης RAM

Ο κύκλος ανάγνωσης ξεκινά από τη χρονική στιγμή κατά την οποία η CPU δίνει τη διεύθυνση της λέξης και υπάρχουν έγκυρα δεδομένα στις εισόδους διεύθυνσης της μνήμης και διαρκεί για όσο χρόνο παραμένουν σταθερά τα δεδομένα της διεύθυνσης. (Χρόνος κύκλου ανάγνωσης t_{AVAV}).

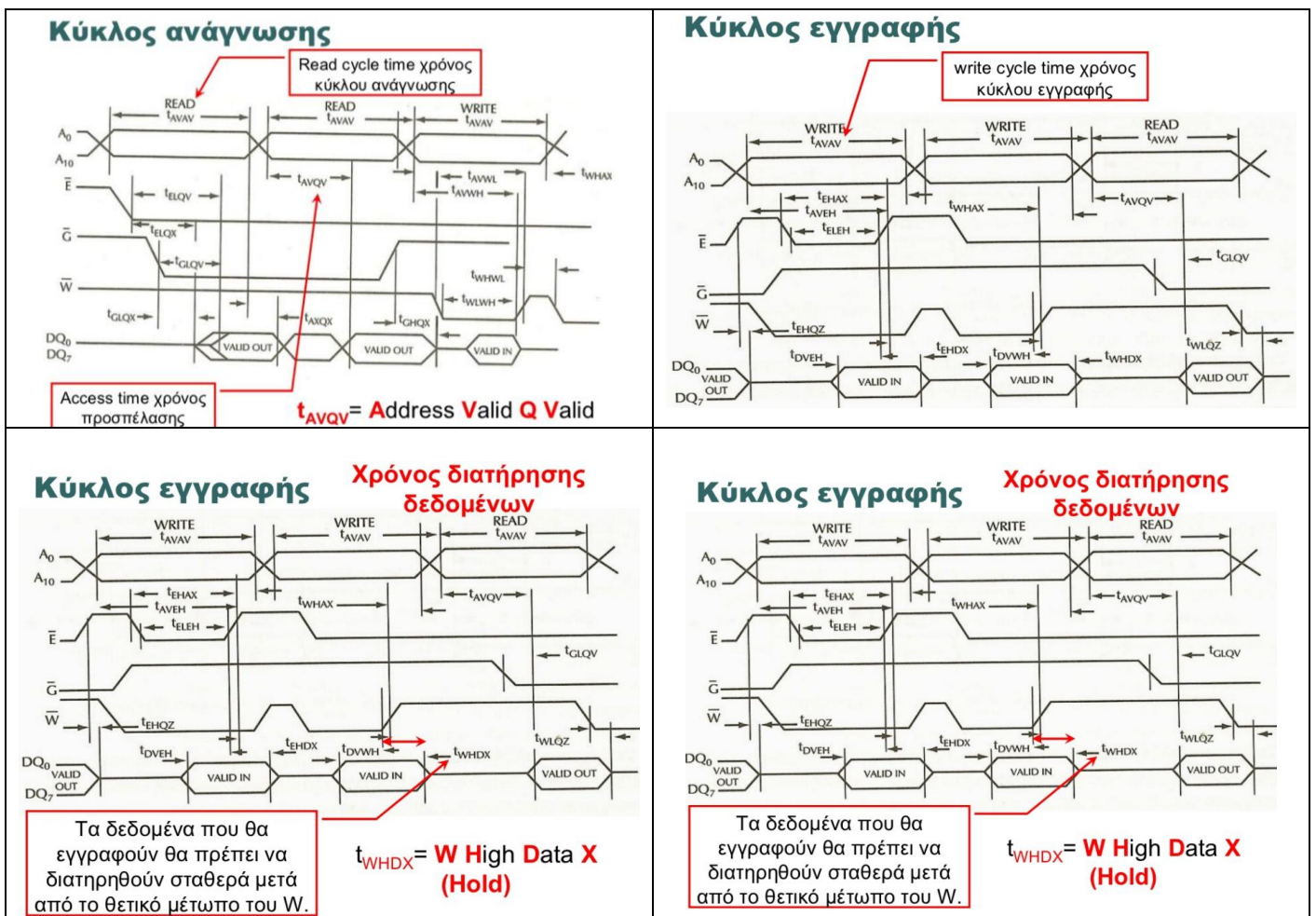
Χρόνος προσπέλασης t_{ACC} (access time) t_{AVQV} είναι το χρονικό διάστημα που αρχίζει με την τοποθέτηση της διεύθυνσης και τελειώνει όταν υπάρχουν έγκυρα δεδομένα στις εξόδους τους.

Ο κύκλος εγγραφής ξεκινά όταν οι εισοδοί ελέγχου \bar{E} και \bar{W} γίνουν LOW. Όταν το σήμα \bar{W} μεταβεί από LOW σε HIGH, τότε τα δεδομένα που βρίσκονται στις εισόδους δεδομένων καταχωρούνται στη θέση μνήμης που επιλέχθηκε.

Χρόνος κύκλου εγγραφής t_{AVAV} είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο παραμένουν σταθερά τα δεδομένα της διεύθυνσης.

Χρόνος τοποθέτησης δεδομένων t_{WHDX} είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο τα δεδομένα που θα εγγραφούν θα πρέπει να εμφανισθούν στις εισόδους πριν το θετικό μέτωπο του \bar{W} .

Χρόνος διατήρησης δεδομένων t_{DWH} είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο τα δεδομένα που θα εγγραφούν θα πρέπει να διατηρηθούν στις εισόδους σταθερά μετά το θετικό μέτωπο του \bar{W} .



10. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Δίνονται οι χωρητικότητες των παρακάτω μνημών. Να προσδιορίσετε τον αριθμό των γραμμών διευθύνσεων και εισόδων – εξόδων δεδομένων για κάθε μνήμη.

- α) 1K x 16 bits
- β) 8K x 8 bits
- γ) 16K x 8 bits
- δ) 512 x 8 bits
- ε) 32M x 1 bits

Απάντηση:

Γράφουμε τον πρώτο αριθμό σαν δύναμη του 2 και ο εκθέτης είναι οι γραμμές διεύθυνσης. Ο δεύτερος αριθμός (bits) δηλώνει τον αριθμό των εισόδων – εξόδων.

Χωρητικότητα		Γραμμές διευθύνσεων	είσοδοι – έξοδοι δεδομένων
α) 1K x 16 bits	$1K = 2^{10}$	10	16
β) 8K x 8 bits	$8K = 2^3 \cdot 2^{10} = 2^{13}$	13	8
γ) 16K x 8 bits	$16K = 2^4 \cdot 2^{10} = 2^{14}$	14	8
δ) 512 x 8 bits	$512 = 2^9$	9	8
ε) 32M x 1 bits	$32M = 2^5 \cdot 2^{20} = 2^{25}$	25	1

2. Ποια είναι η διαφορά της EPROM και της PROM;

Απάντηση:

Η **PROM** προγραμματίζεται από τον χρήστη (μία φορά) και στην συνέχεια δεν μπορεί να επαναπρογραμματιστεί.

Η **EPROM** προγραμματίζεται από τον χρήστη αρκετές εκατοντάδες φορές. Η διαγραφή γίνεται με το φωτισμό τους στο υπεριώδες μήκος κύματος με αποτέλεσμα όλα τα bits να βρεθούν στην αρχική τους, πριν τον προγραμματισμό, κατάσταση.

3. Να περιγράψετε την διαδικασία επανεγγραφής μιας μνήμης EPROM

Απάντηση:

Η διαγραφή μιας μνήμης EPROM γίνεται με το φωτισμό της στο υπεριώδες μήκος κύματος με αποτέλεσμα όλα τα bits να βρεθούν στην αρχική τους, πριν τον προγραμματισμό, κατάσταση. Οι EPROM διαθέτουν στο περίβλημά τους ένα παράθυρο από διαφανές υλικό με το οποίο φωτίζεται το ολοκληρωμένο κύκλωμα. Συνήθως, αυτό το παράθυρο καλύπτεται στη συνέχεια με αδιαφανές υλικό, ώστε να αποφευχθεί η διαγραφή των δεδομένων λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας. Η διαδικασία της διαγραφής γίνεται με ειδικές συσκευές οι οποίες διαθέτουν υπεριώδη φωτισμό και είναι εφοδιασμένες με χρονοδιακόπτες για την έκθεση των μνημών για το κατάλληλο χρονικό διάστημα ανάλογα με τον τύπο τους. Το χρονικό αυτό διάστημα κυμαίνεται από μερικά λεπτά έως 20 λεπτά.

Ο προγραμματισμός μιας μνήμης EPROM γίνεται με τη χρήση ειδικής συσκευής, τον προγραμματιστή EPROM. Κατά τον προγραμματισμό της, εφαρμόζονται κατάλληλες τάσεις ανάλογα με τα δεδομένα, και επιλέγονται ακολουθιακά οι θέσεις που θα προγραμματιστούν.

4. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των EEPROM σε σύγκριση με τις EPROM;

Απάντηση:

Οι μνήμες EEPROM προσφέρουν μεγαλύτερη ευκολία στην διαγραφή των δεδομένων η οποία γίνεται ηλεκτρικά. Κατά την διαδικασία της διαγραφής δεν σβήνονται τα δεδομένα ολόκληρης της μνήμης, αλλά μόνο των λέξεων οι οποίες θα επαναπρογραμματιστούν.

Ένα δεύτερο πλεονέκτημα της μνήμης EEPROM, συγκριτικά με την EPROM, είναι ότι ο προγραμματισμός γίνεται στο κύκλωμα στο οποίο είναι ενσωματωμένη. Η ηλεκτρική τάση για τον προγραμματισμό (+21V) συνήθως σήμερα ενσωματώνεται στο Ο.Κ.

5. Τι ονομάζουμε ανάγνωση μνήμης, εγγραφή μνήμης και χωρητικότητα μνήμης;

Απάντηση:

Εγγραφή (Write) είναι η διαδικασία με την οποία τοποθετούμε νέα δεδομένα μιας λέξης σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση. Τα δεδομένα που ήταν αποθηκευμένα σβήνονται.

Ανάγνωση (Read) είναι η διαδικασία με την οποία τα δεδομένα μιας λέξης μνήμης, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση, μεταφέρονται στις εξόδους της μνήμης. Τα δεδομένα που ήταν αποθηκευμένα δεν αλλάζουν.

Χωρητικότητα (Capacity) μιας μνήμης είναι το σύνολο των bits που μπορεί να αποθηκεύσει.

6. Σε μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή θα χρησιμοποιηθεί μνήμη FLASH για την αποθήκευση φωτογραφιών. Αν κάθε φωτογραφία χρειάζεται 16KB μνήμης για την αποθήκευση της, τι χωρητικότητα θα πρέπει να έχει η μνήμη για την αποθήκευση 32 φωτογραφιών;

Απάντηση:

Χωρητικότητα μνήμης: $32 \times 16\text{KB} = \mathbf{512\text{KB}}$

7. Σε ένα κινητό τηλέφωνο χρησιμοποιείται μνήμη EEPROM χωρητικότητας 4KB για την αποθήκευση αριθμών τηλεφώνου. Αν τα στοιχεία για κάθε αριθμό τηλεφώνου και το όνομα του κατόχου του χρειάζονται χώρο αποθήκευσης 32bytes πόσοι αριθμοί τηλεφώνου μπορούν να αποθηκευθούν;

Απάντηση:

$4\text{KB} : 32\text{B} = (4 \times 1024) : 32 = 4.096 : 32 = \mathbf{128 \text{ αριθμοί τηλεφώνου}}$

8. Πόσες γραμμές διεύθυνσης απαιτούνται για μια μνήμη RAM 512 λέξεων.

Απάντηση:

Γράφουμε τον αριθμό των λέξεων σαν δύναμη του 2

Έχουμε: $512 = 2^9$ άρα απαιτούνται **9 γραμμές διεύθυνσης**.

9. Μια λέξη δεδομένων αποθηκεύεται σε μια μνήμη στη διεύθυνση FB16. Ποια θα είναι η ακολουθία των 1 και 0 τα οποία θα υπάρχουν στις 16 γραμμές διευθύνσεων όταν επιλεγεί αυτή η θέση μνήμης;

Απάντηση:

F=15=1111

B=11=1011

1= 01=0001

6= 06=0110

Άρα έχουμε : 1111 1011 0001 0110

10. Ποια είναι η βασική διαφορά των μνημών RAM και ROM;

Απάντηση:

Στις μνήμες ROM τα δεδομένα δεν μεταβάλλονται από τον χρήστη, ούτε χάνονται με την διακοπή της τάσης τροφοδοσίας. Στις μνήμες RAM τα δεδομένα μεταβάλλονται από τον χρήστη και χάνονται με την διακοπή της τάσης τροφοδοσίας.

11. Ποιες είναι η βασικές διαφορές των στατικών και δυναμικών μνημών RAM ;

Απάντηση:

Στις μνήμες SRAM το βασικό κύτταρο της μνήμης βασίζεται σε ένα flip-flop το οποίο αποθηκεύει την δυαδική πληροφορία. Τα δεδομένα θα παραμείνουν αποθηκευμένα για όσο χρόνο υπάρχει τροφοδοσία.

Στις μνήμες DRAM το βασικό κύτταρο της μνήμης βασίζεται σε ένα πυκνωτή, ο οποίος αποθηκεύει την δυαδική πληροφορία σαν φορτίο. Επειδή το φορτίο αυτό με την πάροδο του χρόνου ελαττώνεται χρειάζεται μια διαδικασία περιοδικής επαναφόρτισης (refresh). Όμως πλεονεκτούν λόγω του ότι στον ίδιο χώρο (διαστάσεις) έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα άρα και μικρότερο κόστος καθώς και μικρότερη κατανάλωση ισχύος. Σαν μειονέκτημα, που όμως τείνει να εκλείψει από τις νέες SDRAM, θα μπορούσαμε να επισημάνουμε την ταχύτητα σε σχέση με αυτή των SRAM.

Στατική (SRAM)	Δυναμική (DRAM)
Βασικά κύτταρο: flip-flop	Βασικά κύτταρο: πυκνωτής
Τα δεδομένα παραμένουν αποθηκευμένα, όσο υπάρχει τροφοδοσία.	Χρειάζεται “ανανέωση” κάθε 1-10 msec για κάθε θέση μνήμης.
Μέγιστες χωρητικότητες: 512Kbits	Μέγιστες χωρητικότητες: 256Mbits
Ελάχιστος χρόνος προσπέλασης: 5nsec	Ελάχιστος χρόνος προσπέλασης: 10nsec

12. Ένα Ο.Κ. μνήμης SRAM έχει χωρητικότητα 256 x 8 bits. Πόσους ακροδέκτες θα πρέπει να έχει; Να περιγράψετε σύντομα την λειτουργία των ακροδεκτών.

Απάντηση:

Έχει $256=2^8$ άρα απαιτούνται **8 γραμμές διεύθυνσης: A0 έως A7**, όπου τοποθετείται ο 8bit αριθμός που αντιστοιχεί στη θέση μνήμης που θέλουμε κάθε φορά να προσπελάσουμε.

Έχει μήκος λέξης 8bits άρα απαιτούνται **8 γραμμές εισόδου – εξόδου: DQ0 έως DQ7**

\bar{E} : chip enable, που ενεργοποιεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα της μνήμης όταν βρίσκεται σε κατάσταση LOW.

\bar{G} : Output enable, που ελέγχει αν οι ακροδέκτες DQ0 έως DQ7 θα είναι είσοδοι ή έξοδοι.
HIGH → έξοδοι, LOW → είσοδοι.

\bar{W} : Write enable, καθορίζει αν θα διαβάσουμε από τη μνήμη (HIGH) ή αν θα γράψουμε στη μνήμη (LOW).

Vcc , Vss + 5V, GND (τροφοδοσία και γείωση ολοκληρωμένου)

NC : Non connected

Επομένως έχει 22 ακροδέκτες