

ΑΣΚΗΣΗ 3

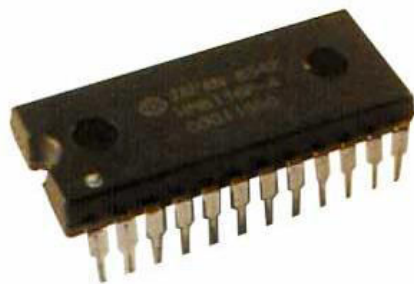
ΗΜΙΑΓΩΓΙΚΕΣ ΜΝΗΜΕΣ

Σκοπός της άσκησης αυτής είναι η εισαγωγή στην δομή και την τεχνολογία των ημιαγωγικών μνημών με τις οποίες κατασκευάζεται η κύρια μνήμη των υπολογιστών. Επίσης η χρήση των ημιαγωγικών μνημών τείνει να επικρατήσει και στην κατασκευή των δευτερευσών μνημών.

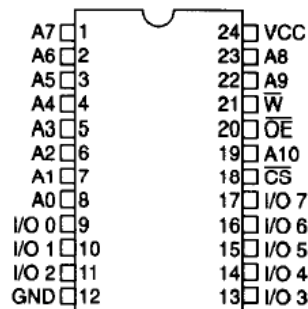
1. Αναφέρατε και περιγράψτε τα δύο κύρια είδη των ημιαγωγικών μνημών.
Οι *ημιαγωγικές μνήμες τυχαίας προσπέλασης* είναι διδιάστατες διατάξεις αποθήκευσης δυαδικών ψηφίων (0 ή 1) στις οποίες κάθε φορά γίνεται προσπέλαση μιας σειράς από bit. Οι μνήμες αυτές κατασκευάζονται υπό μορφή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Διακρίνονται σε μνήμες ανάγνωσης/εγγραφής που έχει επικρατήσει να ονομάζονται RAM (Random Access Memories) και μνήμες μόνο για ανάγνωση, που ονομάζονται ROM (Read Only Memories).
2. Αναφέρατε τις μονάδες με τις οποίες μετρείται η χωρητικότητα των μνημών.
Η χωρητικότητα των μνημών μετρείται σε:
Kbyte ή KB, $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ byte} = 1024 \text{ byte}$,
Mbyte ή MB, $1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ byte}$,
Gbyte ή GB, $1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ byte}$,
Tbyte ή TB, $1 \text{ TB} = 2^{40} \text{ byte}$.

Η αντίστοιχα σε:
Kbit ή Kb, $1 \text{ Kb} = 2^{10} \text{ bit} = 1024 \text{ bit}$,
Mbit ή Mb, $1 \text{ Mb} = 2^{20} \text{ bit}$,
Gbit ή Gb, $1 \text{ Gb} = 2^{30} \text{ bit}$,
Tbit ή Tb, $1 \text{ Tb} = 2^{40} \text{ bit}$.
3. Αναφέρατε και περιγράψτε συνοπτικά τα κύρια είδη των μνημών RAM.
Οι *στατικές μνήμες RAM (SRAM)* αποτελούνται από κύτταρα μνήμης τα οποία λειτουργούν όπως τα flip-flop. Τα δυαδικά δεδομένα που αποθηκεύονται σε αυτές διατηρούνται όσο τροφοδοτούνται με ηλεκτρική τάση.
Οι *δυναμικές μνήμες (DRAM)* αποτελούνται από κύτταρα μνήμης τα οποία βασίζονται σε πυκνωτές και αποθηκεύουν τα δεδομένα υπό μορφή φορτίων. Η παρουσία, ή η απουσία φορτίου στον πυκνωτή ερμηνεύονται ανάλογα σαν 0 ή 1. Επειδή οι πυκνωτές των κυττάρων μνήμης εκφορτίζονται με την πάροδο του χρόνου οι μνήμες αυτές απαιτούν περιοδική ανανέωση του περιεχομένου τους.

4. Μελετήστε το διάγραμμα ακίδων του ολοκληρωμένου κυκλώματος της SRAM 6116. Ποιο είναι το μέγεθός της σε KByte. Ποιο είναι το μέγεθος του διαύλου δεδομένων.



Ολοκληρωμένο κύκλωμα



Pinout DIL 24 pins (top view)

TRUTH TABLE

CS	OE	W	DATA-IN	DATA-OUT	MODE
H	X	X	Z	Z	Deselect
L	L	H	Z	Valid	Read
L	H	L	Valid	Z	Write
L	L	L	Valid	Z	Write

L = low, H = high, X = H or L, Z = high impedance.

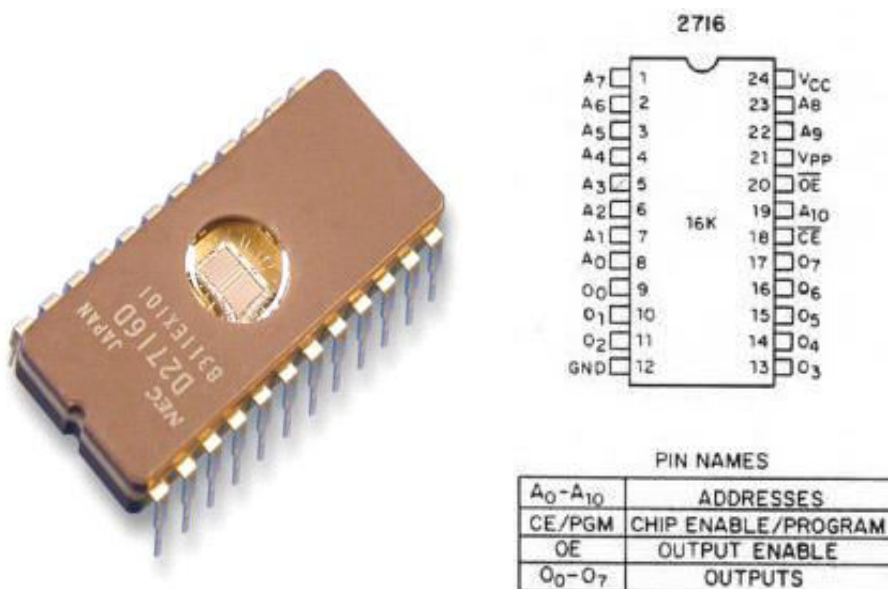
Μέγεθος διαύλου δεδομένων 8 bit.

Μέγεθος διαύλου διευθύνσεων 11 bit. (A0→A10)

Μέγεθος μνήμης $2^{11}B=2^{1+10}B=2 \times 2^{10}B=2 \text{ KB}$

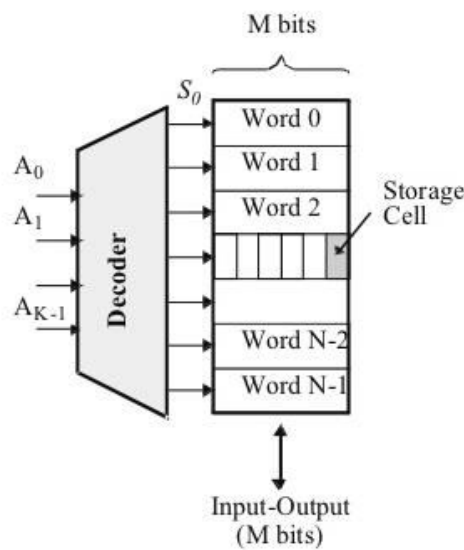
5. Αναφέρατε πως γίνεται η εγγραφή δεδομένων στην μνήμη SRAM 6116.
 Για να γίνει εγγραφή δεδομένων σε κάποια θέση μνήμης τοποθετείται η δυαδική διεύθυνση της θέσης μνήμης στην οποία θα γίνει η εγγραφή στις γραμμές διευθύνσεων A0→A10, τοποθετούνται τα δεδομένα στις γραμμές I/O0→I/O7, δίδεται λογικό 0 στην γραμμή \overline{CE} για να ενεργοποιηθεί το ολοκληρωμένο και δίδονται διαδοχικά 0 και 1 στην γραμμή \overline{WE} για να γίνει η εγγραφή. Στην συνέχεια η γραμμή \overline{CE} γίνεται λογικό 1.
6. Αναφέρατε πως γίνεται η ανάγνωση δεδομένων στην μνήμη SRAM 6116.
 Για την ανάγνωση δεδομένων από την μνήμη αυτή τοποθετείται η δυαδική διεύθυνση της θέσης που θα διαβαστεί στις γραμμές διευθύνσεων A0→A10. Στην συνέχεια δίδεται λογικό 0 στην γραμμή \overline{CE} για να ενεργοποιηθεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα της μνήμης και λογικό 0 στην γραμμή \overline{OE} για να γίνει ανάγνωση των δεδομένων. Τα δεδομένα εξέρχονται στις γραμμές I/O0→I/O7.

7. Αναφέρατε και περιγράψτε συνοπτικά τις διάφορους τύπους ROM.
- Mask ROM. Στις μνήμες αυτές τα δεδομένα εγγράφονται κατά την διαδικασία κατασκευής τους.
- PROM (Programmable ROM). Οι PROM είναι ROM στις οποίες μπορούν να εγγραφούν δεδομένα μόνο μία φορά από τους χρήστες τους. Για να εγγραφούν δεδομένα σε μία PROM χρειάζεται μία ειδική συσκευή που λέγεται *PROM programmer* ή *PROM burner*.
- EPROM (Erasable PROM). Οι EPROM είναι τύπος PROM οι οποίες μπορούν να προγραμματισθούν από τους χρήστες τους πάνω από μία φορά. Για να προγραμματισθούν πρέπει πρώτα να σβήσει το περιεχόμενό τους με έκθεσή σε υπεριώδες (ultraviolet) φως για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Αυτό δικαιολογεί την ύπαρξη υάλινου παραθύρου στα chip των EPROM. Η εγγραφή των δεδομένων σε αυτές γίνεται όπως και στις PROM με *PROM programmer*.
- EEPROM. Οι μνήμες EEPROM (Electrically Erasable PROM) είναι παρόμοιες με τις EPROM, αλλά τα περιεχόμενά τους σβήνονται ηλεκτρικά. Η διαγραφή και η εγγραφή δεδομένων σε αυτές γίνεται ανά byte.
- Flash Memory. Τύπος EEPROM για την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων. Διακρίνονται σε τύπου NAND και τύπου NOR. Οι μνήμες flash τύπου NAND μπορούν να διαβαστούν και να γραφούν ανά block δεδομένων που είναι μικρότερα από την χωρητικότητά τους. Οι σύγχρονες μνήμες flash NOR διαιρούνται σε διαγραφόμενα τμήματα (blocks). Η λειτουργία διαγραφής μπορεί να γίνει ανά block, ενώ η εγγραφή δεδομένων ανά λέξη.
8. Μελετήστε το διάγραμμα ακίδων του ολοκληρωμένου κυκλώματος της EPROM 2716. Υπολογίστε το μέγεθός της σε Kbyte. Ποιο είναι το μέγεθος του διαύλου δεδομένων.



Μέγεθος διαύλου δεδομένων 8 bit.
Μέγεθος διαύλου διευθύνσεων 11 bit. (A0→A10)
Μέγεθος μνήμης $2^{11}B=2^{1+10}B=2 \times 2^{10}B=2 \text{ KB}$

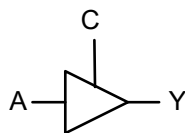
9. Αναφέρατε πως γίνεται η ανάγνωση δεδομένων από την μνήμη EPROM 2716.
 Για την ανάγνωση δεδομένων από την μνήμη αυτή τοποθετείται η δυαδική διεύθυνση της θέσης που θα διαβαστεί στις γραμμές διευθύνσεων $A_0 \rightarrow A_{10}$. Στην συνέχεια δίδεται λογικό 0 στην γραμμή \overline{CE} για να ενεργοποιηθεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα της μνήμης και λογικό 0 στην γραμμή \overline{OE} για να γίνει ανάγνωση των δεδομένων. Τα δεδομένα εξέρχονται στις γραμμές $O_0 \rightarrow O_7$.
10. Αναφέρατε πως γίνεται η εγγραφή δεδομένων στην μνήμη EPROM 2716.
 Η εγγραφή δεδομένων στην μνήμη 2716 γίνεται με ειδικό τρόπο και απαιτούνται ειδικές συσκευές EPROM eraser και EPROM programmer.
11. Μελετήστε την οργάνωση των μνημών σε λέξεις που περιγράφεται στην συνέχεια.



Decoder reduces # of select signals

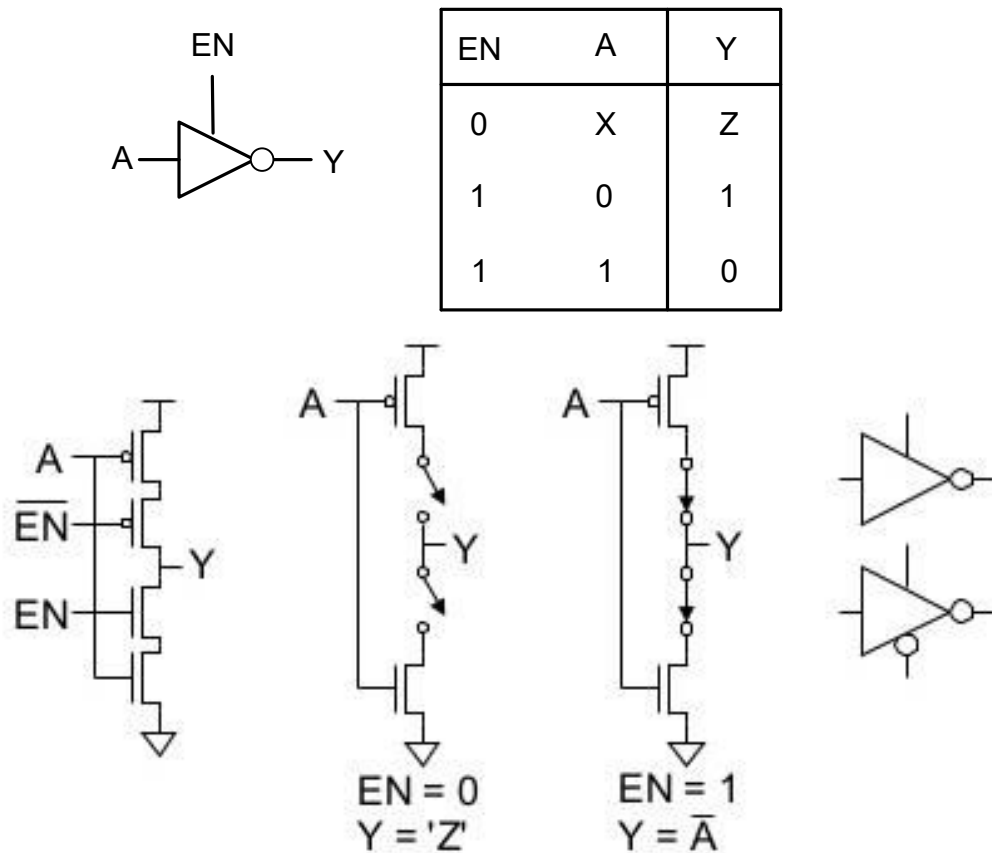
$$K = \log_2 N$$

12. Τι γνωρίζετε για τους απομονωτές τριών καταστάσεων.
 Οι έξοδοι των απομονωτών τριών καταστάσεων είναι το λογικό 0, το λογικό 1 και η κατάσταση "υψηλής αντίστασης", συμβολικά **Z** στην οποία η έξοδος του απομονωτή συμπεριφέρεται σαν να έχει αποσυνδεθεί από το επόμενο κύκλωμα. Το λογικό σύμβολο και ο πίνακας αληθείας του απομονωτή τριών καταστάσεων δίδονται στην συνέχεια.

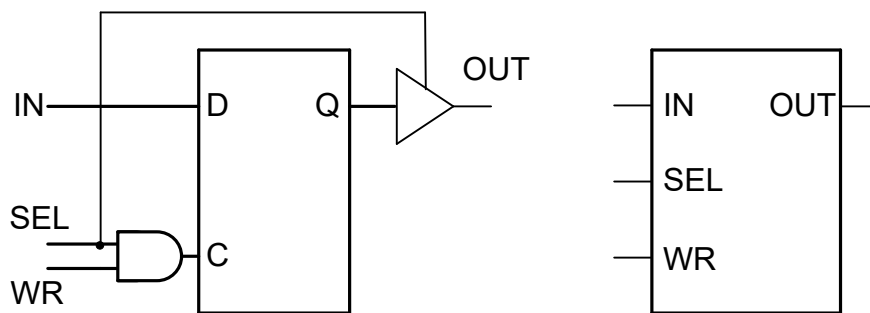


C	A	Y
0	X	Z
1	0	0
1	1	1

13. Μελετήστε την υλοποίηση με την τεχνολογία CMOS ενός αντιστρέφοντα απομονωτή τριών καταστάσεων.

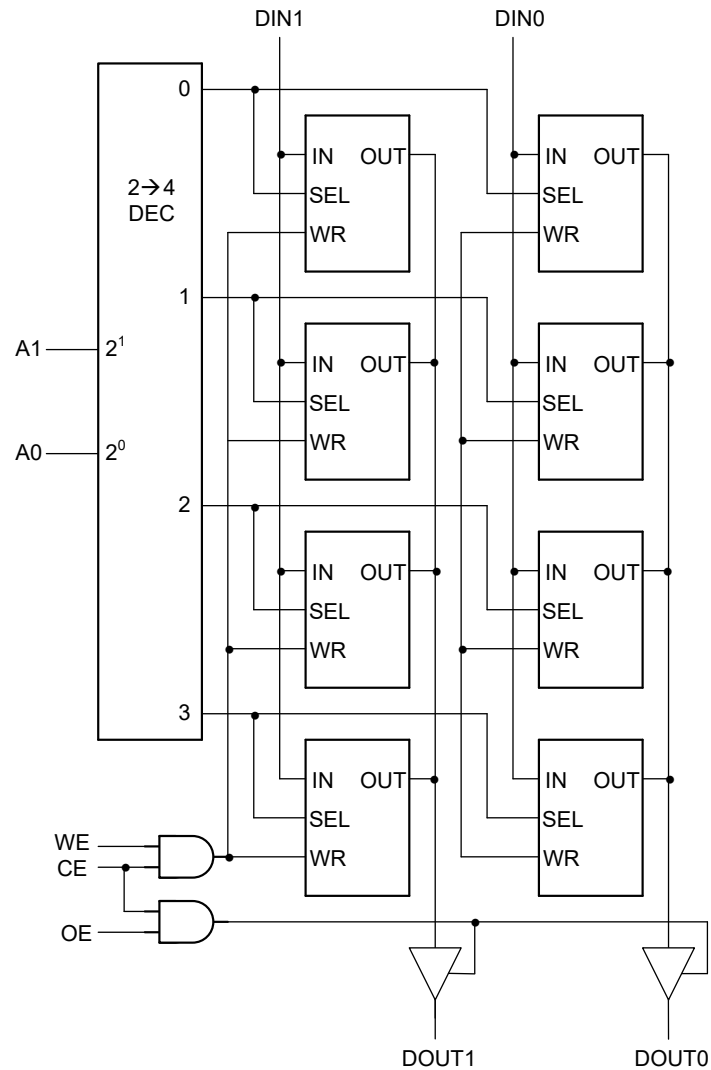


14. Μελετήστε το κύτταρο αποθήκευσης των 0, 1 των SRAM που βασίζεται σε flip-flop.



Το στοιχείο μνήμης στο οποίο βασίζεται το κύτταρο αποθήκευσης είναι ένα D latch. Το κύτταρο αποθήκευσης λειτουργεί ως εξής. Όταν στη γραμμή SEL τοποθετηθεί τάση που ισοδυναμεί με λογικό 1, ενεργοποιείται το στοιχείο τριών καταστάσεων και το δεδομένο που είναι αποθηκευμένο στο D latch τοποθετείται στην έξοδο OUT. Όταν ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα οι γραμμές SEL και WR το δεδομένο που είναι τοποθετημένη στην είσοδο IN αποθηκεύεται στο D latch.

15. Μελετήστε την SRAM που δίδεται στην συνέχεια.

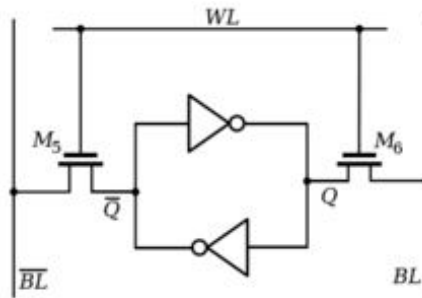


Ανάλογα με τις τιμές των γραμμών διευθύνσεων A1, A0 ενεργοποιείται η κατάλληλη έξοδος του αποκωδικοποιητή και επιλέγεται η γραμμή στην οποία θα γίνει η προσπέλαση. Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην γραμμή που επιλέχθηκε εξέρχονται στις γραμμές DOUT0, DOUT1 όταν οι εισόδοι CE=1 και OE=1. Ανάλογα τα δεδομένα που είναι τοποθετημένα στις εισόδους DIN0, DIN1 εγγράφονται στην γραμμή που επιλέχθηκε όταν CE=1 και WE=1.

16. Σχεδιάστε με πύλες NAND και NOT ένα D flip-flop. Αναφέρατε από πόσα MOS τρανζίστορ αποτελείται στην τεχνολογία CMOS.

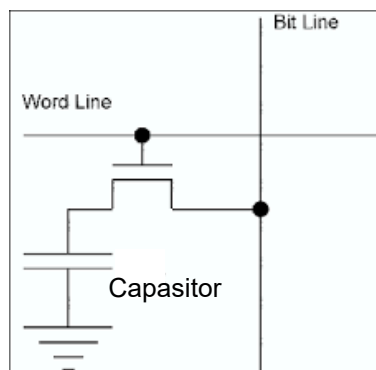
17. Τροποποιείτε κατάλληλα το κύτταρο αποθήκευση των SRAM ώστε να υλοποιείται αποδοτικά με την τεχνολογία CMOS. Υπολογίσατε τον αριθμό των MOS τρανζίστορ που αποτελείται.

18. Μελετήστε το κύτταρο αποθήκευσης των 0, 1 των σύγχρονων SRAM. Αναφέρατε από πόσα MOS τρανζίστορ αποτελείται.



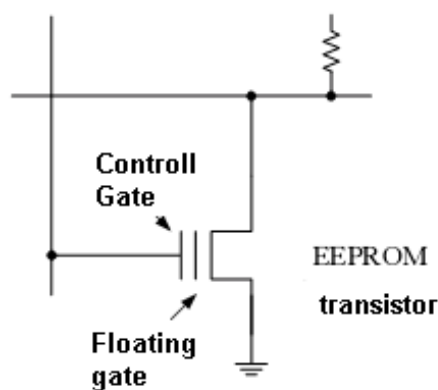
6 τρανζίστορ

19. Μελετήστε το κύτταρο αποθήκευσης των 0,1 των DRAM.



Το κύτταρο αποθήκευσης των DRAM αποτελείται από έναν μικροπυκνωτή και ένα NMOS τρανζίστορ.

20. Μελετήστε το κύτταρο αποθήκευσης των EPROM.



Το κύτταρο αποθήκευσης των EPROM αποτελείται από ένα τρανζίστορ διπλής πύλης. Η εγγραφή των 0 και 1 γίνεται με την φόρτιση ή την αποφόρτιση της floating gate.

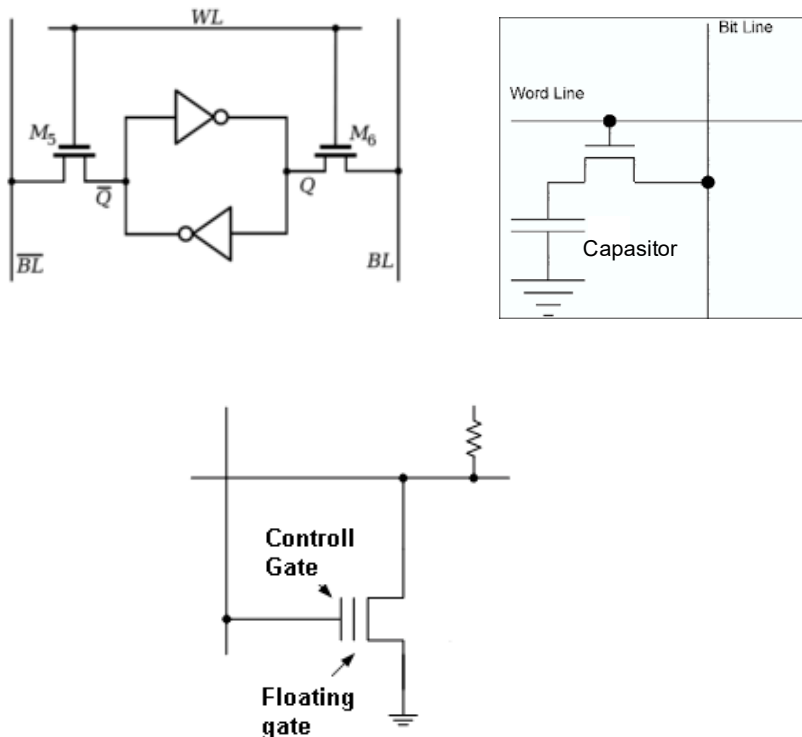
21. Μελετήστε τα layout των διαφόρων cells των ημιαγωγικών μνημών. Συγκρίνατε.

IC characteristics & Lithography implications

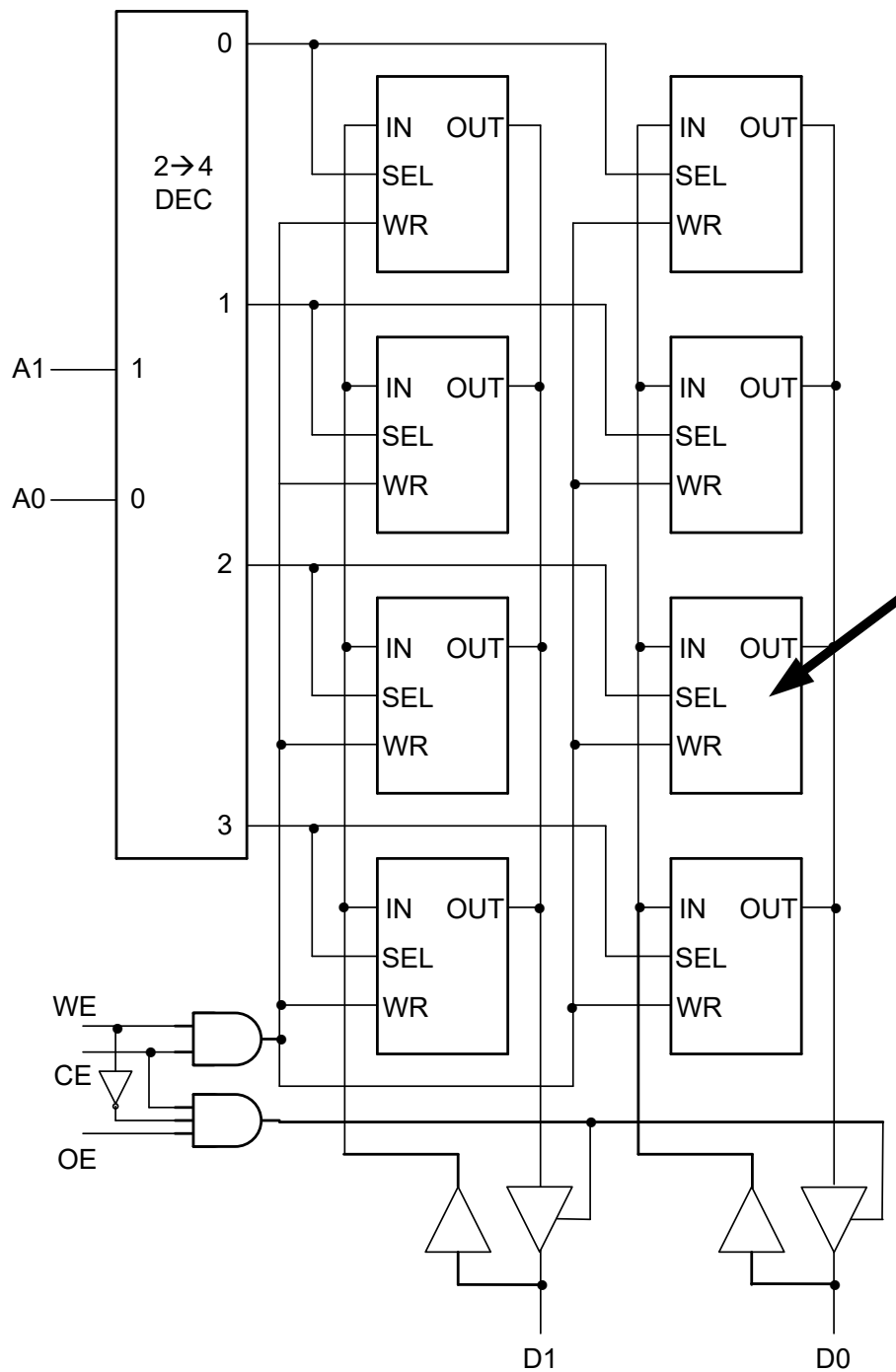
	NAND Flash	DRAM	Logic / SRAM
Cell layout			
Typical Device Pattern			
Device:	X-point storage transistor	Transistor + Capacitor	6 Transistor (SRAM)
Critical Patterns	1D	1D & 2D	2D

/ Slide 40

22. Από τα κύτταρα αποθήκευσης των 0, 1 που δίδονται στην συνέχεια ποιο είναι DRAM, ποιο EPROM, ποιο και ποιο SRAM.



23. Να δοθούν οι κατάλληλες τιμές στις εισόδους A1, A0, CE, WE, OE ώστε να διαβαστεί η γραμμή της SRAM που δείχνεται στην συνέχεια.



A1=1, A0=0, CE=1, WE=0, OE=1

24. *Εντοπίστε και ενεργοποιήστε τον προσομοιωτή λειτουργίας της SRAM 6116 που θα σας υποδειχθεί.
25. *Εγγράψατε δεδομένα στις θέσεις μνήμης που θα σας υποδειχθούν.
26. *Διαβάστε τα δεδομένα από τις θέσεις μνήμης που τα εγγράψατε.

27. *Εγγράψατε δεδομένα στις θέσεις μνήμης που θα σας υποδειχθούν.
28. *Διαβάστε τα δεδομένα από τις θέσεις μνήμης που τα εγγράψατε.
29. *Μελετήστε τον προσομοιωτή EPROM που θα σας υποδειχθεί.
30. *Μελετήστε τον χάρτη μνήμης της EPROM 1K×8 bit. Τοποθετείστε δεδομένα στην θέση μνήμης της EPROM που θα σας υποδειχθεί.
Υπόδειξη: (Κάντε δεξί κλικ πάνω στην μνήμη→edit object→...).
31. *Κάντε τους κατάλληλους χειρισμούς ώστε να διαβάσετε τα δεδομένα που τοποθετήσατε.