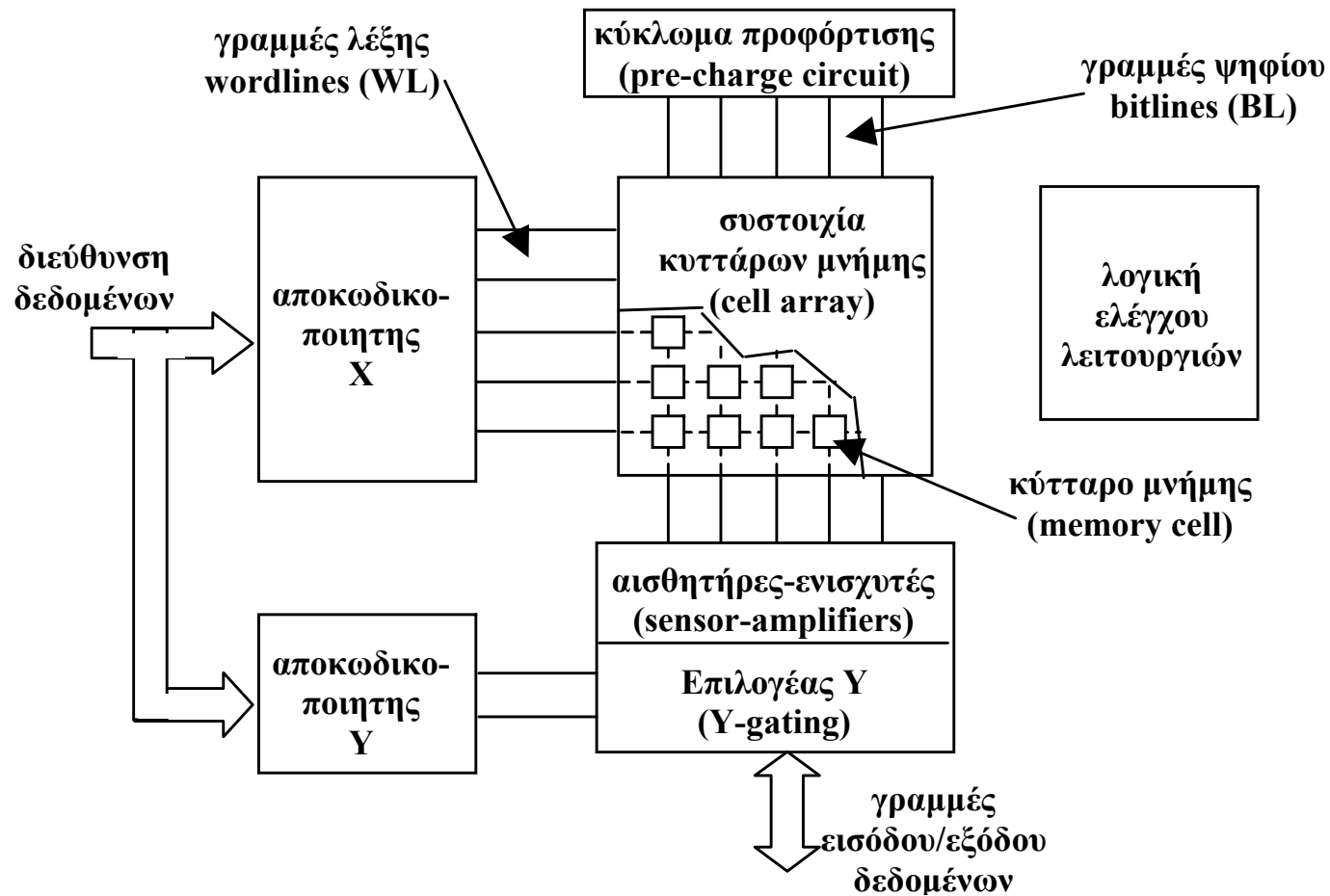


Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Ημιαγωγικές μνήμες

Δ.Λιούπης

Τυπική εσωτερική οργάνωση μνήμης

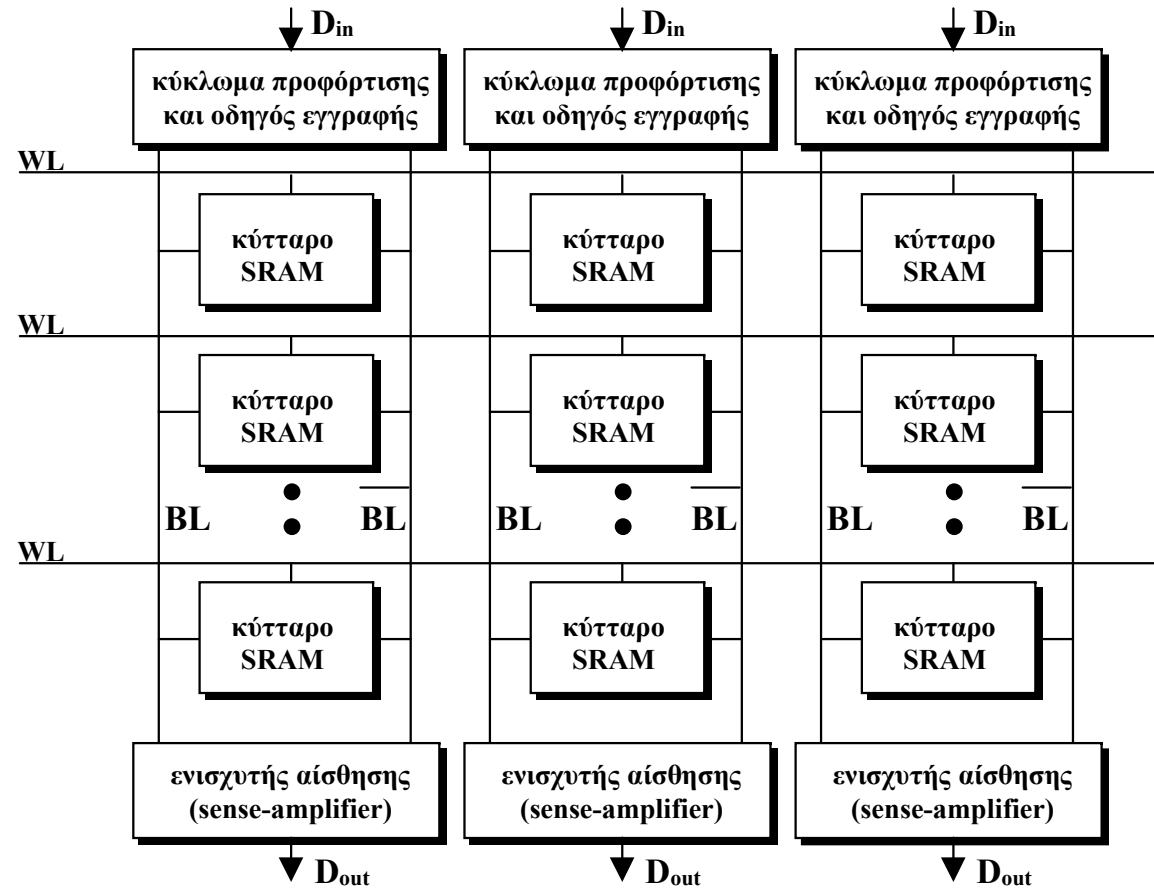


Στατικές Μνήμες RAM (SRAM)

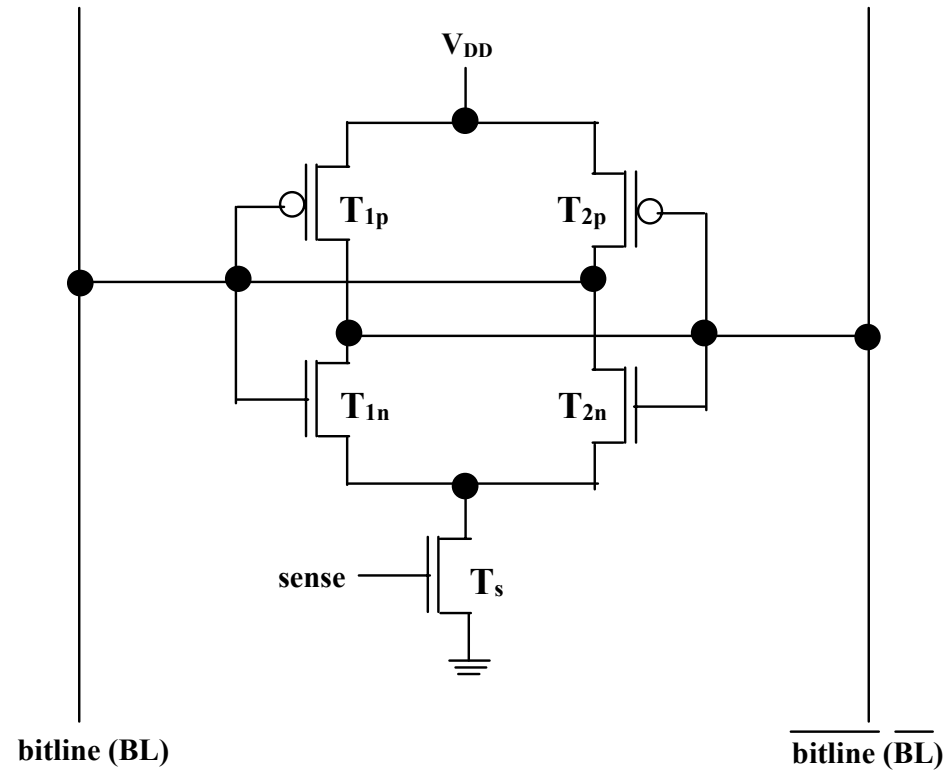
- Γρήγορη προσπέλαση δεδομένων
 - Χρόνος προσπέλασης: 2 έως 10ns (20ns max)
- Χρήση σε κρυφές μνήμες (cache memories)
- Σύγχρονες και ασύγχρονες εκδόσεις

[illegible]

Οργάνωση συστοιχίας μνήμης SRAM



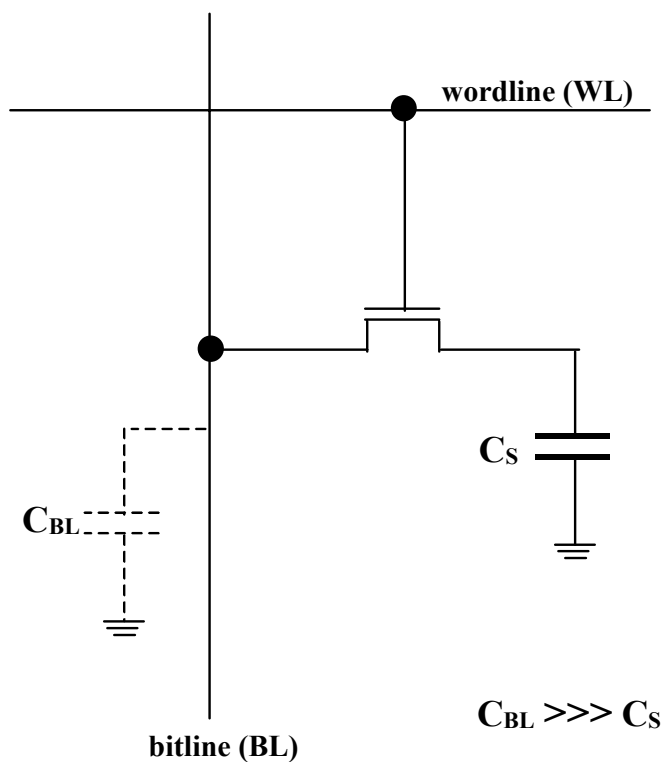
Διαφορικός ενισχυτής αίσθησης (sense-amplifier)



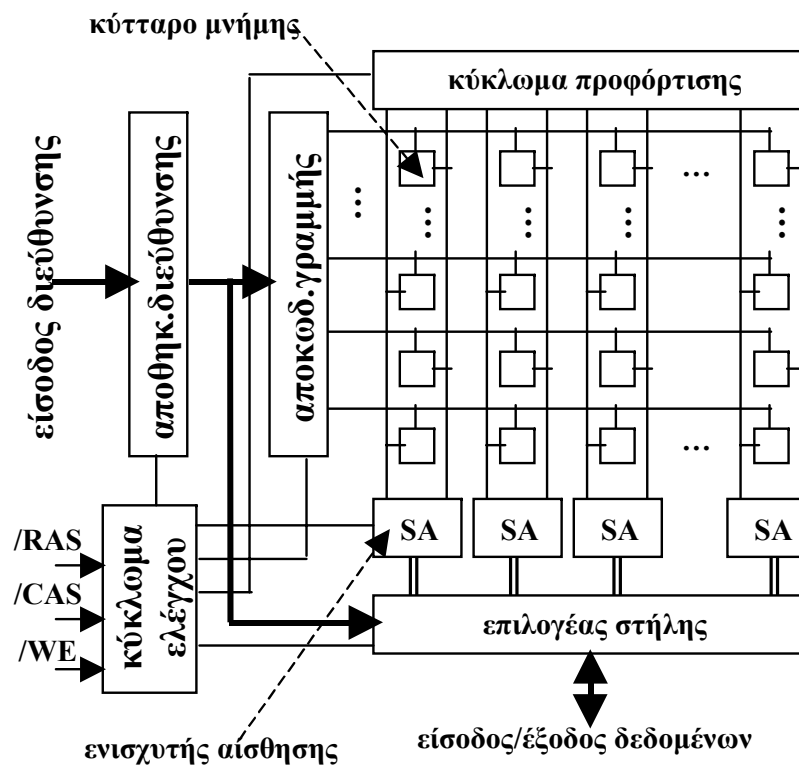
Δυναμικές μνήμες RAM (DRAM)

- Αναγκαιότητα περιοδικής ανανέωσης των περιεχομένων
- Μικρό μέγεθος κυττάρων μνήμης
- Δυνατότητα μεγάλης ολοκλήρωσης

Κύτταρο με 1 τρανζίστορ και οργάνωση μνήμης DRAM

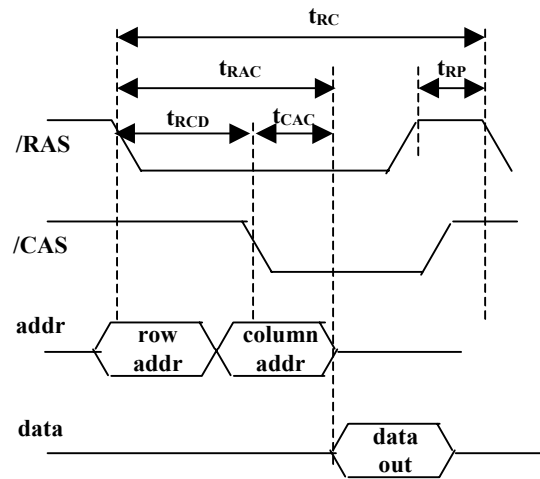


α) κύτταρο DRAM με 1 τρανζίστορ

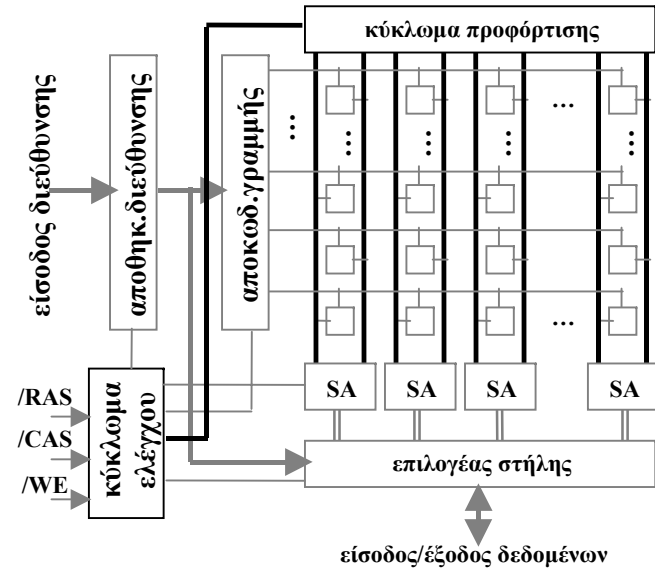


β) οργάνωση μνήμης DRAM

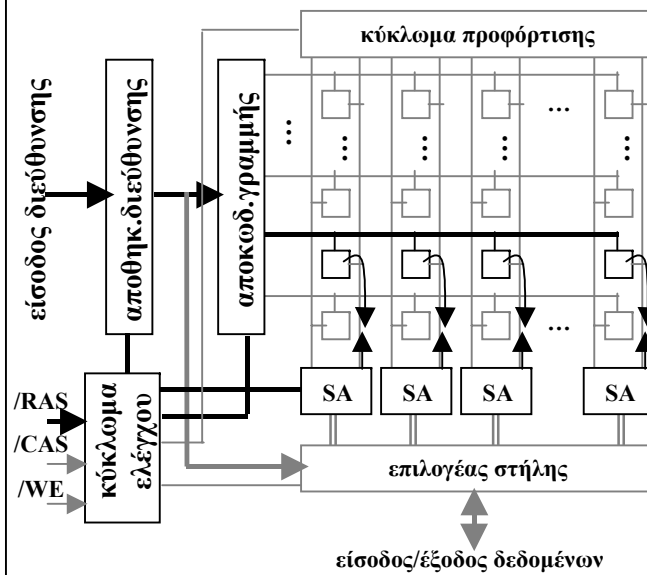
Λειτουργία ανάγνωσης μνήμης DRAM



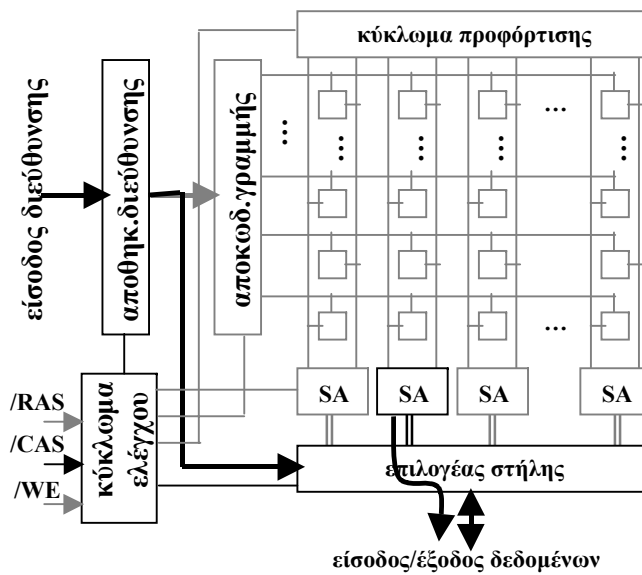
α) χρονικό διάγραμμα ανάγνωσης



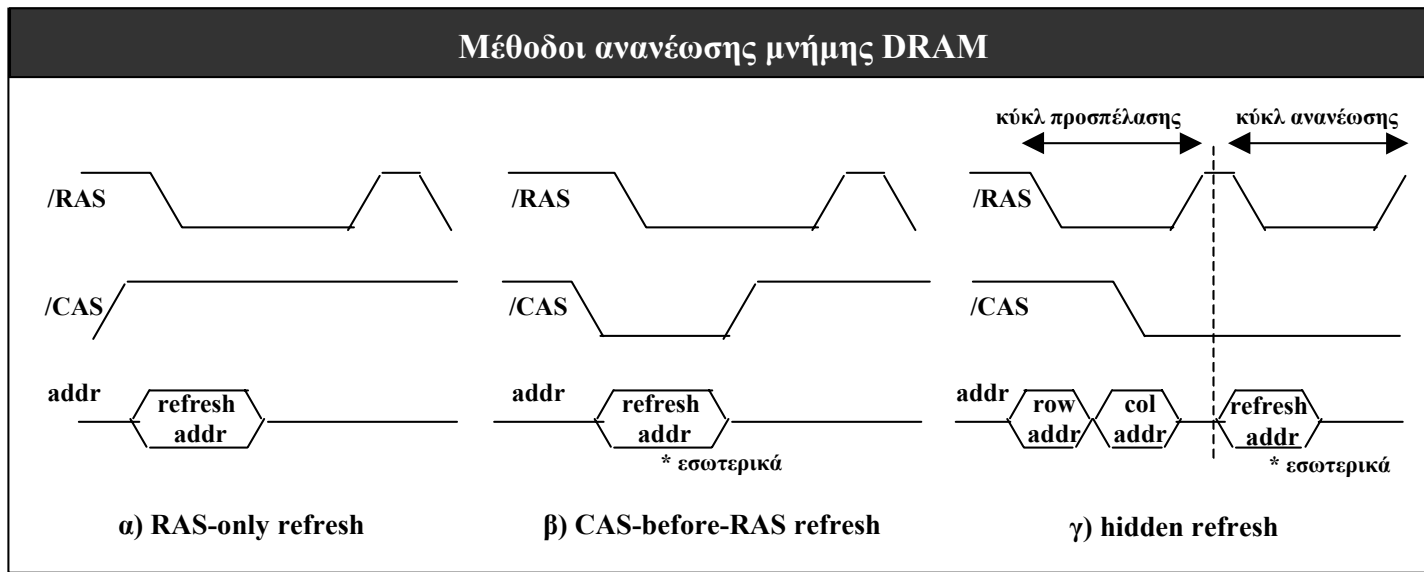
β) προφόρτιση BL



γ) προσπέλαση γραμμής



δ) επιλογή στήλης

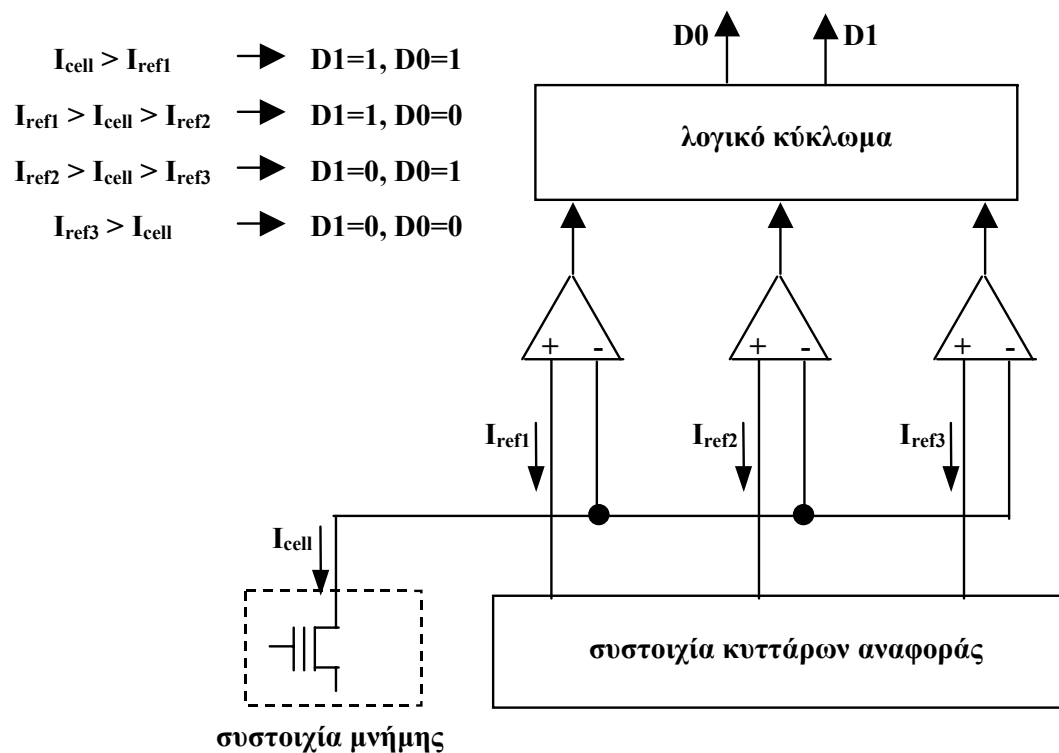


- **Ανανέωση περιεχομένων DRAM**
 - RAS-only refresh
 - CAS-before-RAS refresh
 - hidden refresh

Εξέλιξη μνημών DRAM

- **DRAM**
 - access time: 70-80ns
- **Fast Page Mode (FPM) DRAM**
 - access time (page): 40ns
- **Extended Data Out (EDO) DRAM**
 - access time (burst): 25ns
- **Synchronous DRAM (SDRAM)**
 - pipelined
 - access time (burst): 15ns
- **Direct Rambus DRAM (DRDRAM)**
 - access time (burst): 1.25ns/2 bytes (1.6GB/s)

Ανίχνευση φορτίου κυττάρων μνήμης πολλαπλών ψηφίων

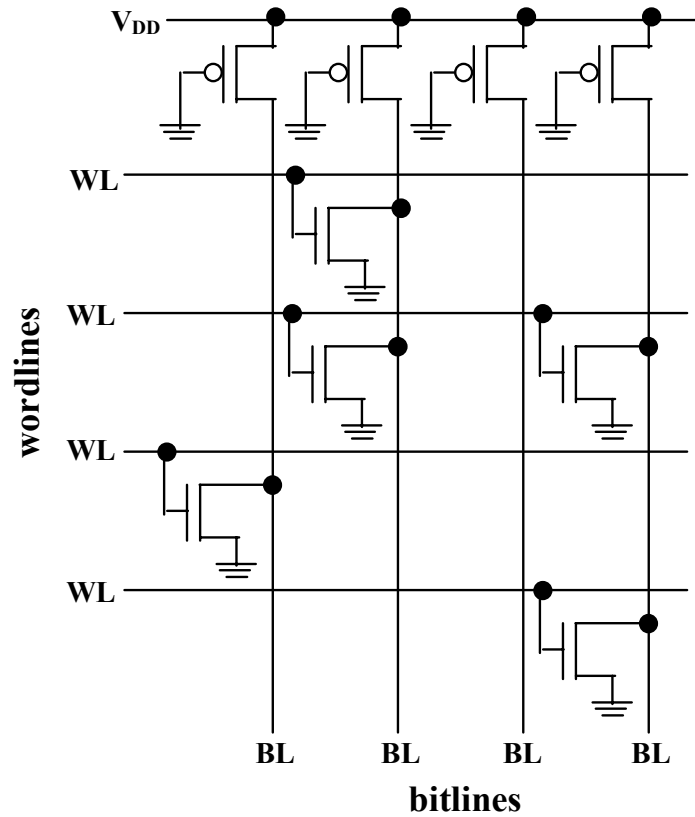


- **multi-level cells**
 - αποθήκευση πολλαπλών επιπέδων φορτίου
 - ανίχνευση μέσω σύγκρισης με τάσεις αναφοράς

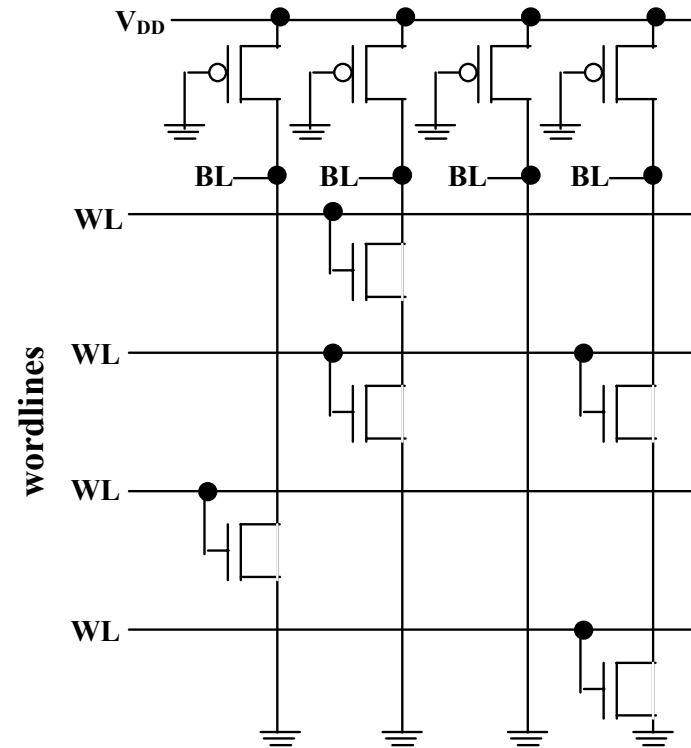
Μνήμες μόνιμης αποθήκευσης (non volatile memories)

- **ROM / PROM**
- **EPROM**
- **EEPROM**
- **FLASH memories (τύπου NOR και NAND)**

Οργάνωση μνήμης NOR ROM και NAND ROM

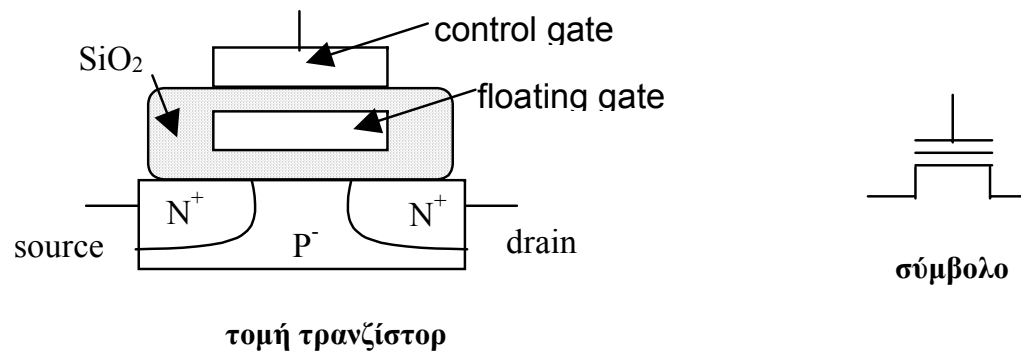


α) NOR ROM



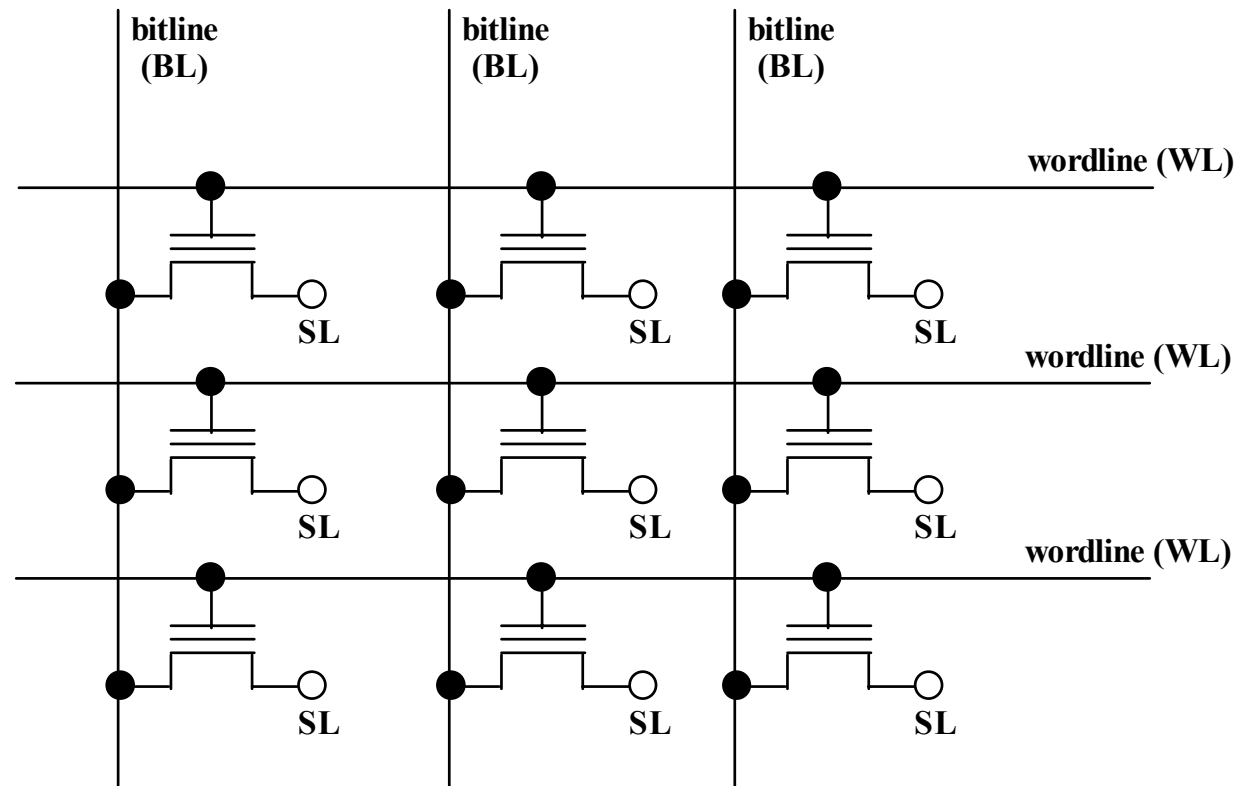
β) NAND ROM

Τρανζίστορ ηλεκτρικά απομονωμένης πύλης (floating gate transistor)



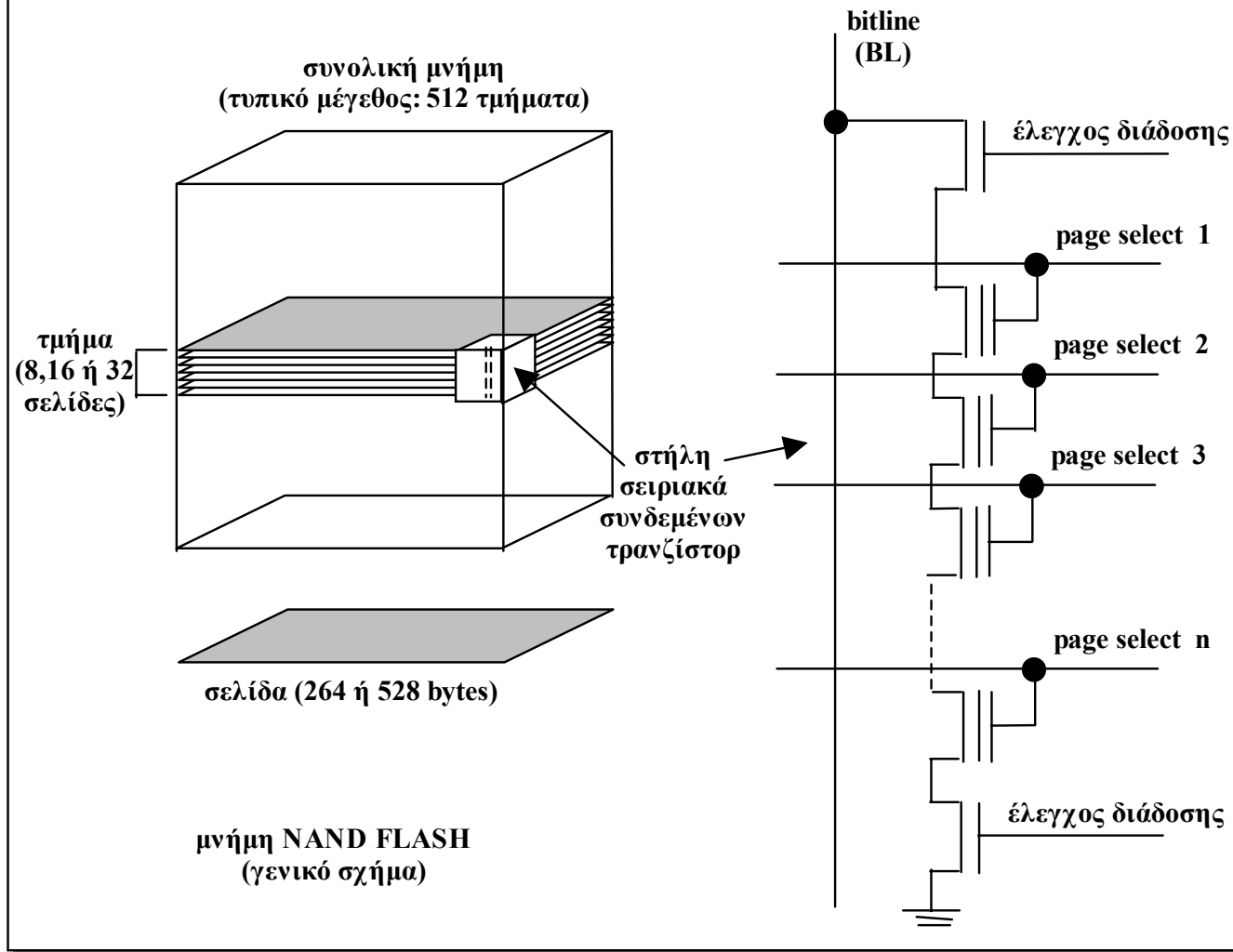
- Προγραμματισμός με μετακίνηση φορτίων από και προς την ηλεκτρικά απομονωμένη πύλη
 - αλλαγή της τάσης αγωγής V_T

Οργάνωση συστοιχίας μνήμης NOR FLASH



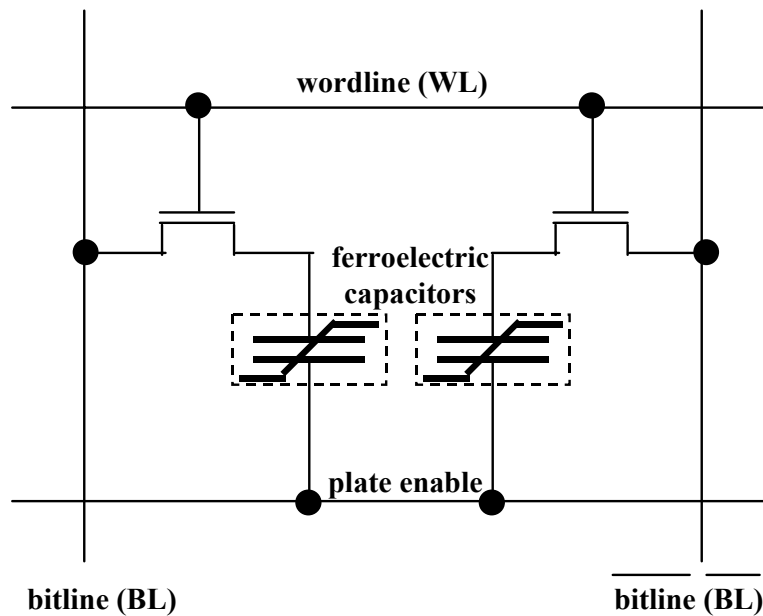
SL (sourceline): συνδέεται σε διάφορες τάσεις ανάλογα με την λειτουργία

Οργάνωση συστοιχίας μνήμης NAND FLASH

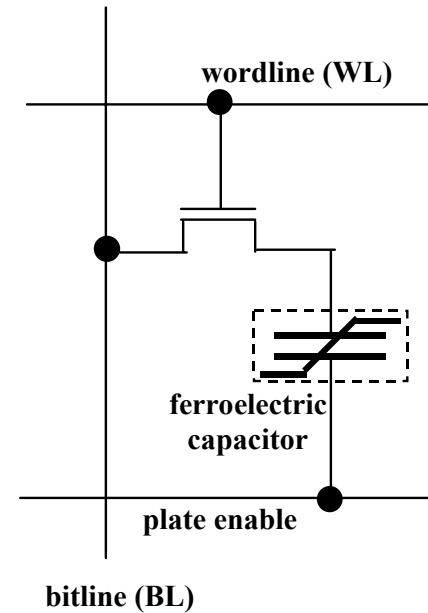


Μνήμη	Τυπική χωρητικότητα	Επιδόσεις	Αλλαγή περιεχομένων	Χρήσεις
EPROM	8-512 KBytes	Προσπέλαση λέξης: 45-90ns	Ολική διαγραφή με υπεριώδη ακτινοβολία Προγραμματισμός με μέθοδο CHE.	Αποθήκευση σταθερών δεδομένων Ανάπτυξη πρωτοτύπων συστημάτων
EEPROM	1-32 KBytes	Προσπέλαση λέξης: 70ns Προγραμματισμός: 3-5ms/λέξη	Διαγραφή και προγραμματισμός ανά λέξη με τη μέθοδο FN	Αποθήκευση δεδομένων που αλλάζουν κατά λέξεις (π.χ. παράμετροι λειτουργίας συστημάτων)
NOR FLASH	1-4 MBytes	Προσπέλαση λέξης: 65-110ns Προγραμματισμός: 7-13μs/λέξη Διαγραφή: 1 sec/τμήμα	Διαγραφή ανά τμήματα με FN Προγραμματισμός ανά λέξη με CHE	Αποθήκευση κώδικα για απ'ευθείας εκτέλεση (execution-in-place – XIP)
NAND FLASH	1-64 MBytes	Μεταφορά σελίδας: 7-25μs Ρυθμός προσπέλασης (μετά τη μεταφορά): 50-80ns/byte Διαγραφή: <50ms/τμήμα Προγραμματισμός σελίδας: 3-5ms	Διαγραφή και προγραμματισμός ανά σελίδα με τη μέθοδο FN	Μαζική αποθήκευση δεδομένων

Κύτταρα μνήμης FRAM



α) κύτταρο FRAM με 2 κρυστάλλους



β) κύτταρο με 1 κρύσταλλο

- **FRAM - ferroelectric RAM**
 - μόνιμη αποθήκευση δεδομένων