

# Curs Electronica Digitala - 28 mai 2021

Elena Dumitru, Miruna Paun

May 2021



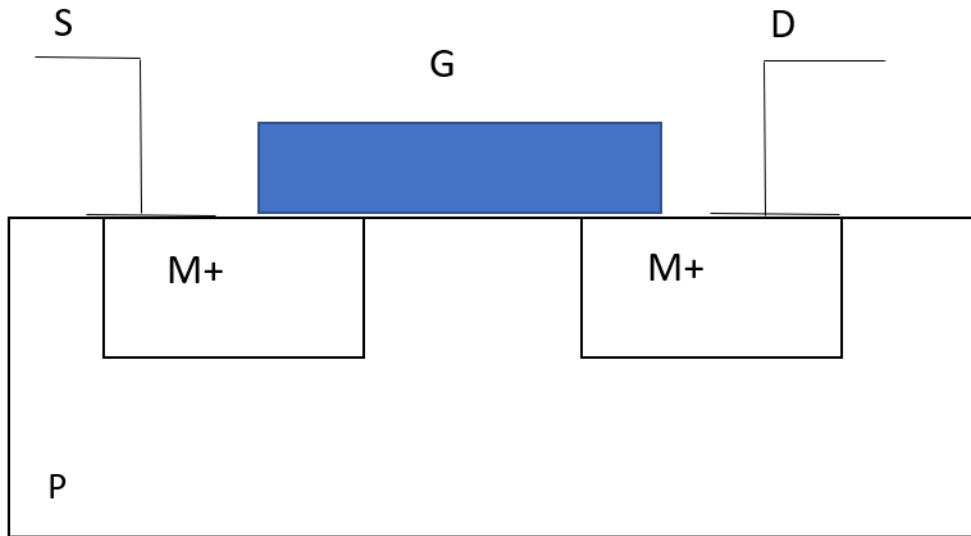
*Facultatea de Automatica si Calculatoare  
Universitatea Politehnica Bucuresti  
Mai 2021*

## **Cuprins**

<b>1</b>	<b>EPROM</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EEPROM</b>	<b>5</b>

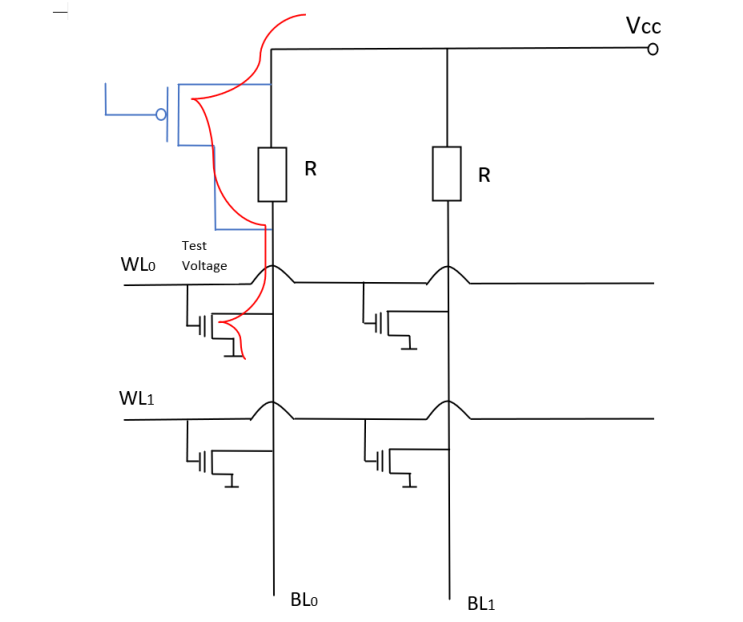
## 1 EPROM

Pentru aceasta memorie se foloseste un nou tip de tranzistor MOS.



Tranzistorul este usor modificat in doua feluri: exista o zona care conduce curent chiar daca nu aplicam niciun potential asupra portii. Pentru a fi oprit, trebuie sa aplicam un potential negativ pe poarta care sa impinga electronii din canal. A doua inovatie este de a izola poarta. Pentru a pune electroni pe poarta, se trece un curent mai mare decat curentul obisnuit prin tranzistor. Pentru a sterge electronii, se ilumineaza chip-ul cu lumina ultravioleta. Aceasta lumina ionizeaza izolatorul, astfel incat el incepe sa conduca curent.

Structura memoriei:



Se adauga cate un tranzistor la fiecare intersectie. Daca tranzistorul nu are sarcina pe poarta, este in conductie, potentialul scade sub  $V_{CC}/2$ . Daca un tranzistor are sarcina, nu intra in conductie, deci potentialul ramane  $V_{CC}$ . Daca tranzistoarele sunt comandate simultan, vom acelasi curent care trece prin ele.

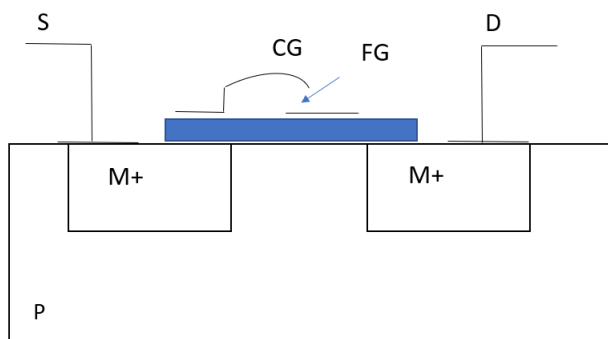
#### Chip de memorie EPROM



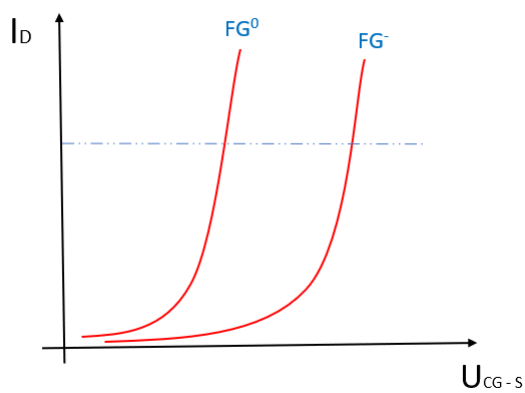
## 2 EEPROM

Electrically erasable programmable read only memory

Este o memorie care isi pastreaza datele chiar si fara curent, dar pot fi sterse.



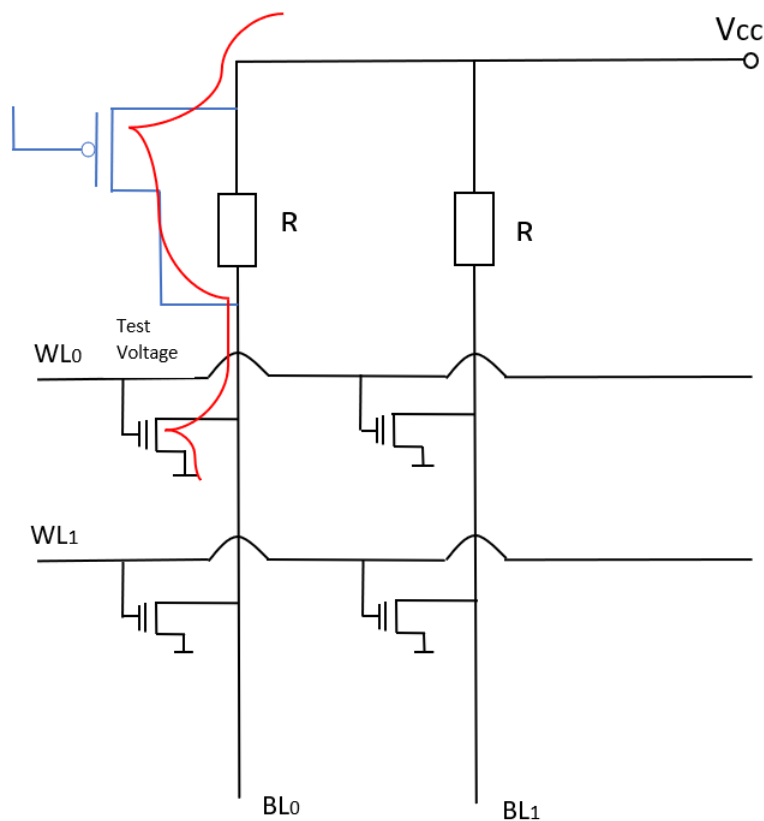
Daca nu exista nicio sarcina electrica, avem un tranzistor obisnuit controlat de control gate. Daca avem sarcina negativa pe floating gate, tranzistorul va conduce mai putin curent.



Pentru scrierea memoriei, se aplica un potential pozitiv si un curent mare.

Hot electron injection = se trece un curent mare intre drena si sursa.

Pentru stergerea memoriei, se aplica un potential negativ care creeaza un camp electric in sens invers intre substrat si poarta de control.



Presupunand ca memoria a fost scrisa momentan, pentru a citi datele, trebuie sa activam doar o singura linie de cuvnt (un singur wordline / linie de adresa).

Liniile activate -> "1" logic

Liniile inactivate -> "0" logic

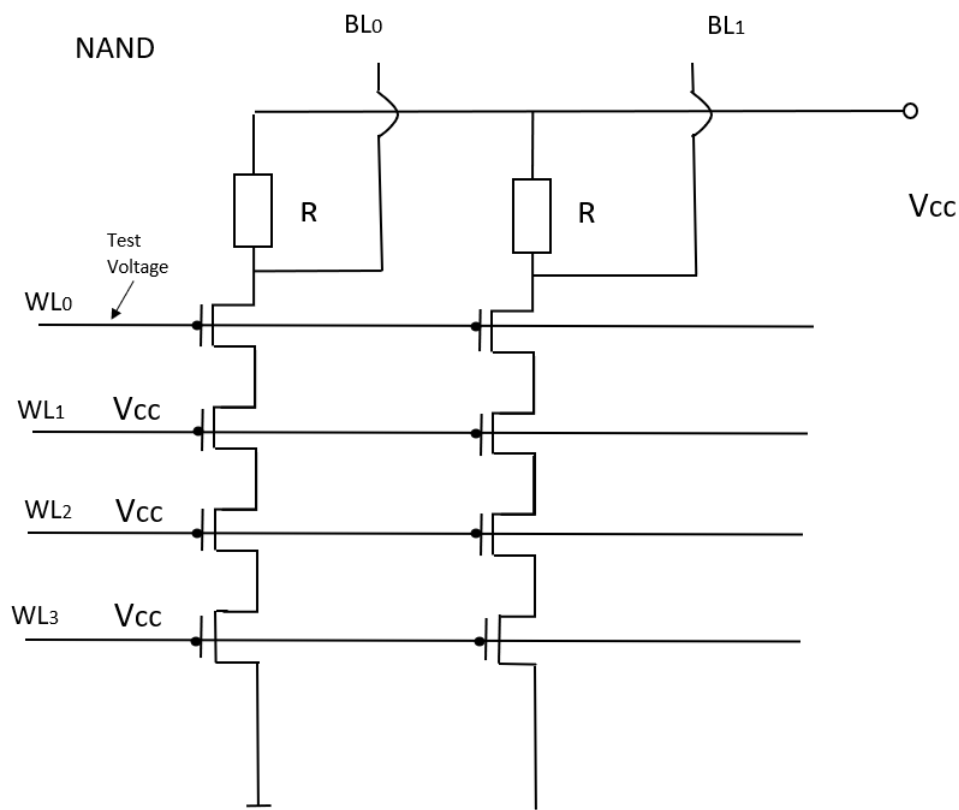
Daca liniile sunt puse la 0 logic, tranzistoarele sunt complet deconectate.

Pe linia pe care se aplica Test Voltage, tranzistoarele care nu au fost



Memorie flash de tip NOR: are performantele cele mai bune, insa densitatea de tranzistoare este redusa din cauza liniilor de masa suplimentare care ocupa spatiu.

Se mai poate face o structura de tip NAND:



Este compusa din porti flotante.

Ca sa se produca un efect la iesire, toate tranzistoarele de pe o astfel de linie trebuie activate. Nu mai avem nevoie de liniile suplimentare de masa care ocupau spatiu in circuit, tranzistoarele fiind acum inlantuite.

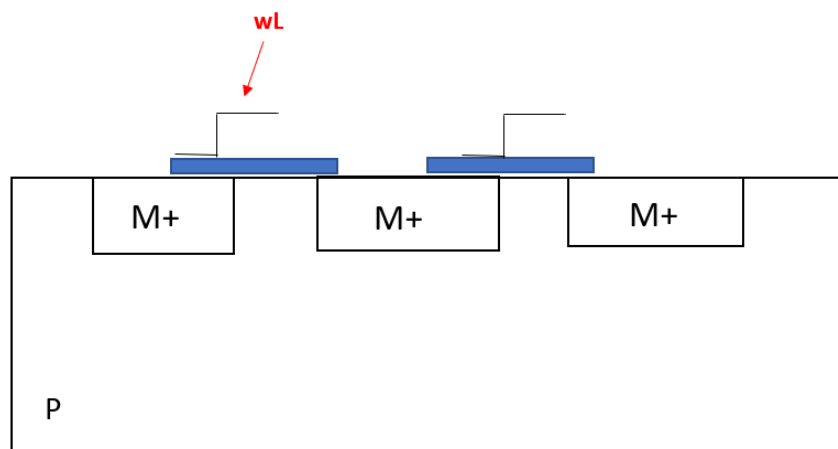
Cum putem face citirea?

Daca vrem de exemplu sa citim linia 0, trebuie sa ne asiguram ca



celelalte tranzistoare sunt in conductie. Pentru linia 0, aplicam tensiunea de test pentru a face diferenta intre tranzistoarele scrise si cele nescrise.

La iesire, vom avea o tensiune care depinde de starea fiecarui tranzistor de pe linia care a fost activata cu test voltage. Astfel, se citeste o linie.



Tranzistoarele sunt inlantuite. Sursa unui tranzistor este dreana tranzistorului urmator, iar pe deasupra sunt wordline-urile. O structura regulata care permite o densitate mare de tranzistori.

De aceasta data, exista o limita in ceea ce priveste numarul de tranzistori care pot fi adaugati deoarece exista o limita a rezistentei. Trebuie gandit raportul dintre rezistenta de conductie a unui tranzistor si rezistenta ce figureaza pe desen. Practic, ce trebuie facut este marim rezistenta R.

Dar, rezistenta mare + capacitati parazite -> constanta de tip mai mare, deci viteza circuitului este redusa. Scrierea este de asemenea mai dificila.

**Concluzie:** E o memorie mai lenta decat memoria NOR, inasa permite densitati mult mai mari de informatie. De exemplu, SSD-urile sunt de obicei fabricate cu memorie NAND. SSD-urile pentru servere, care trebuie sa fie mai performante folosesc de regula memorie de tip NOR.

Aceste tranzistoare cu poarta flotanta au 2 stari discrete in functie de sarcina acumulata. Astfel, avem posibilitatea de a stoca 1 bit de informatie per tranzistor.

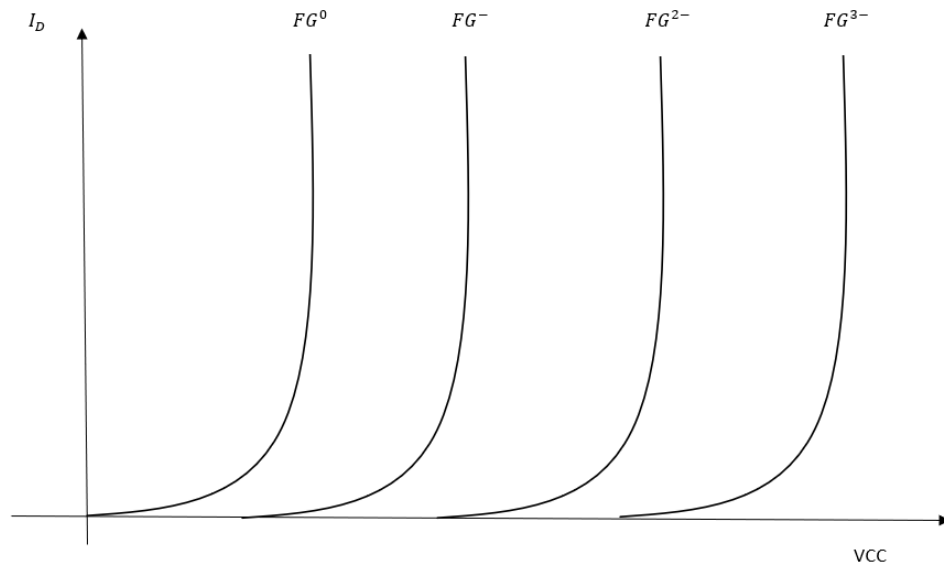
! Se pot stoca mai multi biti?

Da, daca putem aplica curentul cu precizie pentru a obtine mai multe caracteristici diferite. In functie de cantitatea de sarcina pe care o depunem, putem avea mai multe evaluari discrete.

Tranzistorul se poate afla in 4 stari diferite: fara sarcina, cu putina sarcina (1-), etc (2-), (3-).

Tehnologie MLC: multilevel.

Avand 4 stari diferite, practic acum avem 2 biti de informatie: 00, 01, 10, 11.



Pentru a sti in ce stare se afla tranzistorul (pentru a citi cei 2 biti de informatie), putem aplica metoda [Cautarii Binare](#).

Memoriile MLC sunt de obicei mai lente decat memoriile Single Level (SLC) deoarece citirea are loc mai lent. MLC-urile sunt mai putin tolerante la zgomot si la scrierea de date.

Cateva metode pentru optimizarea MLC:

- Accelerarea vitezei (per linie nu se poate):

Memoria pe harddisk este organizata in sectoare, accesul se face la nivel de sector.

- Prima linie - primul octet din sector, ... .
- Mai bine: Incercam sa paralelizam. Prima linie din sector intr-o anumita zona de memorie, a doua linie din sector in alta zona de memorie cu control separat. Citirea unui sector se va putea face in paralel.
- Folosirea cache-ului.

- Numarul limitat de scrieri

Aproape toate sistemele de fisiere au la inceput o zona in care se pun informatiile despre fisiere. Anumite zone sunt scrise mult mai des. Aceste zone sunt predispuse la deteriorare.

Pentru a remedia acest lucru, s-au inventat algoritmi de tip [Wear Level](#) pentru distribuirea uzurii pe intreaga suprafata a discului.

Deci vom avea o dubla indirectare. Exista pointere intr-o memorie speciala care duc la sectoarele fizice respective. De asemenea, controllerul de memorie tine niste contoare pentru fiecare sector fizic pentru a vedea de cate ori au fost scrise. Zonele scrise mai des sunt realocate.

Majoritatea SSD-urilor si cardurilor de memorie contin si zone de memorie inaccesibile, pentru ca controllerul de memorie sa poata dispune de o zona de buffer.

**Exemplu:** Un harddisk de 1TB care poate fi scris de 1000 de cycles sa permita scrierea pana la 1TB de date indiferent de sectorul in care au fost scrisi.



- Condițiile de mediu sunt importante

Electronii se disipa în funcție de temperatura și se pierde nivelul logic stocat.

- 25 grade  $\rightarrow$  25 ani
- 40 grade  $\rightarrow$  10 ani
- Timpul de stocare scade exponențial cu temperatura, de aceea harddisk-ul trebuie păstrat la o temperatură rezonabilă.

Majoritatea cu circuitelor de stocare cu memorie Flash conțin informații redundante: error correcting codes. Bitii de stocare nu sunt stocați doar la nivel de tranzistor, ci la nivel de grup de octeți / sector se stochează niste date suplimentare pentru detectia erorilor (checksums).