

Memorii

Se definește funcția de memorare ca fiind posibilitatea de regăsire a unor informații reprezentate sub formă binară care au fost anterior stocate. Un circuit de memorare este un circuit care implementează funcția de memorare. Memoria este deci un echipament sau subsistem aparținând unui sistem de calcul având rolul de a păstra informația. Menționăm că implementarea funcției de memorare se poate realiza în mai multe moduri, depinzând de suportul fizic folosit pentru stocarea datelor. Putem avea spre exemplu, memorii magnetice, memorii optice, memorii semiconductoare. În lucrare se au în vedere doar circuitele de memorie realizate cu dispozitive semiconductoare.

În funcție de modul de utilizare în raport cu un sistem de calcul, a acestor memorii există următoarele tipuri de funcții de memorare:

- funcția de memorare cu citire și scriere de date; în această categorie intră așa numitele memorii cu acces aleatoriu RAM (*Random Access Memory*) care permit citirea și înscrisura unor noi date de către sistemul care le utilizează, precum și memoriile E²PROM respectiv EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sau memoriile EAROM (*Electrical Alterable ROM*), care pot fi atât citite cât și șterse în mod selectiv și reprogramate de către sistemul care le utilizează;
- funcția de memorare numai cu citire de date, din această categorie făcând parte memoriile ROM (*Read Only Memory*); în funcție de modul în care informația poate fi înscrisă (și eventual ștersă) există următoarele tipuri de memorii ROM: PROM (*Programmable Read Only Memory*) respectiv EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*), care pot fi numai citite de către sistemul care le utilizează; ștergerea, posibilă numai în cazul memoriilor de tip EPROM, nu este efectuată de către sistemul utilizator și nu este selectivă în raport cu informația înscrisă.

Așa cum este ușor de observat, regăsirea unei informații stocate necesită furnizarea unor semnale privind locul unde se găsește această informație. Aceste semnale constituie intrări pentru circuitul de memorie și se numesc adrese. Cuvintele (numerele) binare memorate constituie date pentru acest circuit și ele sunt semnale de ieșire atunci când se citește din memorie. În final trebuie să se precizeze că accesul la memorie se face la un moment de timp bine determinat, moment necesar a fi comunicat printr-un semnal circuitului de memorie. Ca urmare, un circuit de memorie împreună cu conexiunile sale informaționale poate fi reprezentat ca în figura 1.

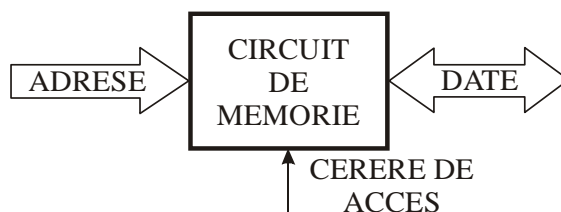


Fig. 1 Conexiunile informaționale ale unei memorii.

Trebuie precizat că transferul de date este bidirecțional (datele intră și ies din circuit) în cazul memoriilor RAM și E2PROM și unidirecțional (datele ies din circuit) în cazul memoriilor ROM, PROM și EPROM.

1. Memoria ROM

Din punctul de vedere al tehnologiei utilizate se deosebesc memorii ROM realizate în tehnica bipolară sau în tehnica unipolară (MOS). Performanțele circuitelor de memorie integrate poartă amprenta caracteristicilor tehnologiei respective: bipolară – viteză de procesare mare, putere disipată ridicată, densitate de integrare scăzută; MOS – densitate de integrare ridicată, viteză de procesare mai scăzută decât la bipolară, putere disipată relativ scăzută.

Programarea memoriilor ROM este procesul prin care se stabilește conținutul memoriei, în conformitate cu aplicația avută în vedere. Metodele folosite pentru programare depind de tipul de memorie.

Se consideră ca fiind o celulă de memorie, circuitul elementar care realizează memorarea unui bit. Aceasta se poate realiza, așa cum s-a menționat, fie cu tranzistoare bipolare fie cu tranzistoare MOS. Circuitul de memorie propriu-zis este aranjat sub forma unei matrice în ale cărei noduri se găsesc celulele de memorie.

Memoriile ROM sunt circuite de memorie al căror conținut este programat la fabricare și nu poate fi schimbat de utilizator. Un exemplu de celulă de bază pentru o astfel de memorie este dat în figura 2. Ea este constituită dintr-un tranzistor cu efect de câmp a cărui tensiune de intrare diferă (fiind mai mare sau mai mică) față de cea de prag, în funcție de conținutul informațional al locației respective. Dacă la aplicarea unui impuls pozitiv pe grila tranzistorului acesta conduce (cazul unui tranzistor MOS cu canal de tip n), atunci canalul devenit conductor al tranzistorului se comportă ca un scurtcircuit între drenă (D) și sursă (S). În acest caz informația înscrisă este 0 logic, respectiv, dacă tranzistorul este blocat aceasta este 1 logic.

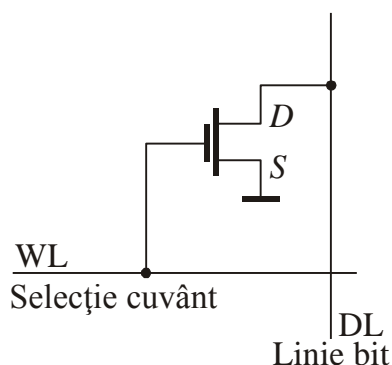


Fig. 2 Celulă de memorie ROM cu tranzistor MOS.

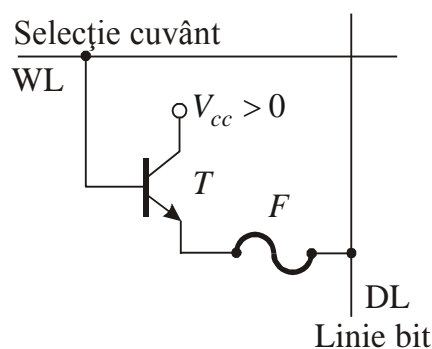


Fig. 3 Celulă de memorie PROM.

Memoriile PROM sunt circuite de memorie al căror conținut este programat o singură dată de utilizator. După înscriere, informația nu mai poate fi ștearsă. Celula de memorie a unor astfel de circuite are la bază un fuzibil care este ars la programare. Celula de bază a unei memorii PROM realizată cu tranzistoare bipolare este dată în figura 3.

Inițial toate fuzibilele memoriei sunt scurtcircuitate. Programarea unei celule înseamnă arderea fuzibilului din nodul respectiv. Pentru programare se aplică un impuls pozitiv pe bază, iar linia de bit DL se menține la potențial coborât. Curentul de emitor al tranzistorului, suficient de mare, produce arderea fuzibilului F. Programarea se face succesiv pe fiecare celulă, selecția unei celule făcându-se pe liniile WL și DL.

2. Memoria EPROM

Memoriile EPROM folosesc pentru realizarea celulei de memorie un tranzistor cu efect de câmp cu dublă poartă (grilă), una comandată și una izolată ca în figura 4.

Tranzistorul MOS canal n , se formează între două regiuni de tip n . Poarta izolată se găsește în imediata apropiere a substratului p și a regiunilor n^+ . A doua poartă, situată deasupra primei, constituie în același timp și selecția pe linia respectivă, iar drena este legată pe linia de bit corespunzătoare coloanei. Dacă pe poarta izolată este acumulată sarcină electrică negativă atunci aplicarea unor tensiuni pozitive pe grila a doua nu poate aduce tranzistorul în starea de conducție. Dacă pe poarta izolată nu este acumulată o sarcină, atunci aplicarea tensiunii pozitive pe grila a doua creează un câmp care duce la formarea canalului n și la conducția tranzistorului. Nivelul logic pe linia de bit este 1 când tranzistorul este blocat și 0 când acesta conduce. Pentru ștergerea informației din celulă și revenirea în starea neprogramată (tranzistor blocat) se expune circuitul la acțiunea radiației ultraviolete. Electronii din grilă preiau energia de la radiație și trec înapoi în sub-strat prin stratul izolator.

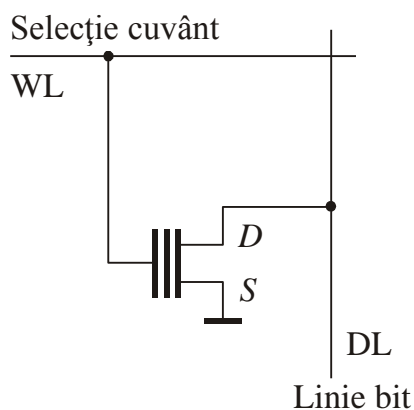


Fig. 4 Celulă de memorie EPROM.

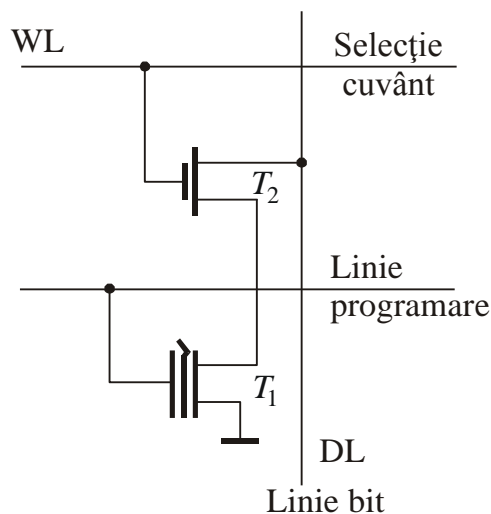


Fig. 5 Celulă de memorie E²PRAM.

3. Memoria E²PRAM

Memoriile E²PRAM folosesc un principiu asemănător numai că pentru trecerea electronilor prin stratul izolator utilizează efectul de tunel. Structura unei celule de memorie este prezentată în figura 5. Celula de memorie pentru acest tip de circuit este formată din două tranzistoare, un TEC obișnuit și un TEC-MOS bigrilă, conectate ca în figură. Într-o celulă de memorie ștersă, grila izolată (flotantă) a tranzistorului T_1 este încărcată cu sarcină negativă și

astfel tranzistorul T_1 este blocat. Ștergerea informației din celulă se face astfel: se aplică tensiune pozitivă pe linia de selecție cuvânt, punând în conducție tranzistorul T_2 .

Înscrierea informației în celulă se face aplicând tensiuni pozitive pe linia de selecție cuvânt și pe drena tranzistorului T_2 , în timp ce linia de programare este la potențial zero. Câmpul electric format între grilă și substratul p (“+” substrat, “-“ grilă) smulge electronii din grila a doua, aceasta acumulează sarcină pozitivă și tranzistorul T_1 intră în conducție prin formarea canalului n între drenă și sursă.

4. Capacitatea memoriilor

Structura internă a unei memorii ROM (PROM, EPROM) este prezentată în figura 6. Structural, un circuit ROM se prezintă sub forma unei matrice, în fiecare nod al acesteia (intersecția unei linii cu o coloană) fiind memorat un bit. Liniile matricei, $0 \div (2^n - 1)$ sunt activate de către cele 2^n ieșiri ale unui decodificator, iar intrările acestuia sunt conectate la cei n biți ai magistralei de adresare, A_{n-1}, \dots, A_1, A_0 . Coloanele matricei sunt conectate la magistrala de date prin intermediul unor amplificatoare inversoare (buffere) tip TSL (*Three State Logic*) a căror comandă se obține de la magistrala de control a sistemului. Circuitul de ieșire trebuie să asigure și posibilitatea programării memoriei, în cazul circuitelor PROM și EPROM.

Din punct de vedere logic memoria ROM poate fi privită ca o structură formată din două nivele de porți: ȘI-uri (decodificatorul) și SAU-NU-uri (matricea de memorie). DCD-ul primește codurile de intrare în binar, (fie n numărul intrărilor) și activează pentru fiecare cod câte o ieșire din cele 2^n . Această ieșire se conectează sau nu la circuitul SAU-NU, realizându-se astfel memorarea lui 0, respectiv 1. De exemplu, când se activează ieșirea 0 a DCD-ului va apare la $\bar{O}_0 \div \bar{O}_{m-1}$, vectorul 00...10.

În concluzie, se poate aprecia că cele n linii de adresă sunt decodificate în 2^n linii de cuvânt iar matricea de memorie furnizează la ieșire 2^n cuvinte de câte n biți fiecare.

Fie, de exemplu:

n – numărul de biți ai vectorului de intrare (adresa);

c – numărul de cuvinte memorate în ROM;

m – numărul de biți din fiecare cuvânt.

În general, informația este stocată sub forma unui cuvânt cu lungimea de m biți, astfel ocupând o linie întreagă a matricei. Numărul de adrese, deci și numărul de cuvinte memorate, deoarece liniile matricei sunt egale cu ieșirile DCD-ului, este întotdeauna o putere a lui 2 ($c = 2^n$). Modul de organizare al unei memorii ROM este specificat prin produsul $c \times m$ (de exemplu, 256×4 , 512×8 , 1024×8 , etc.).

Capacitatea memorie ROM se exprimă, așa cum s-a precizat, prin numărul total de biți memorați. Unitatea de măsură pentru aceștia este kilobitul ($1K=1024$ biți). De exemplu: $1K \times 1$

(are capacitatea =1024 biți); 4K×1 (=4096 biți); 1K×8 notat și 1KB (=8192 biți, un kilobait), etc.

Pentru ca circuitul de memorie să poată fi selectat, în cazul în care modulul de memorie este format din mai multe astfel de circuite, este necesară și o bornă de selectare circuit, \overline{CS} (Chip Select). Semnalul de control \overline{CS} face selecția circuitului controlând și starea ieșirilor (HZ sau conectate la magistrala de date) în timp ce semnalul \overline{OE} controlează numai starea circuitelor de ieșire. Pentru $\overline{OE} = 1$, ieșirea este în starea HZ. Același lucru se întâmplă și dacă $\overline{CS} = 1$,

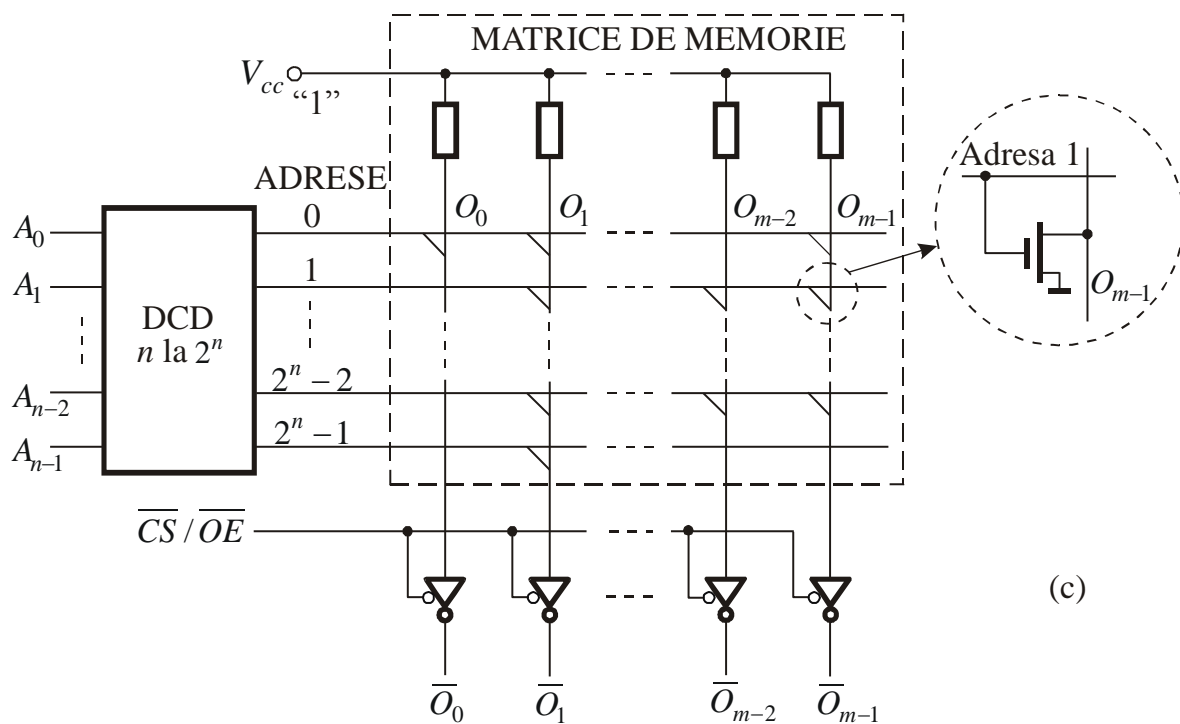
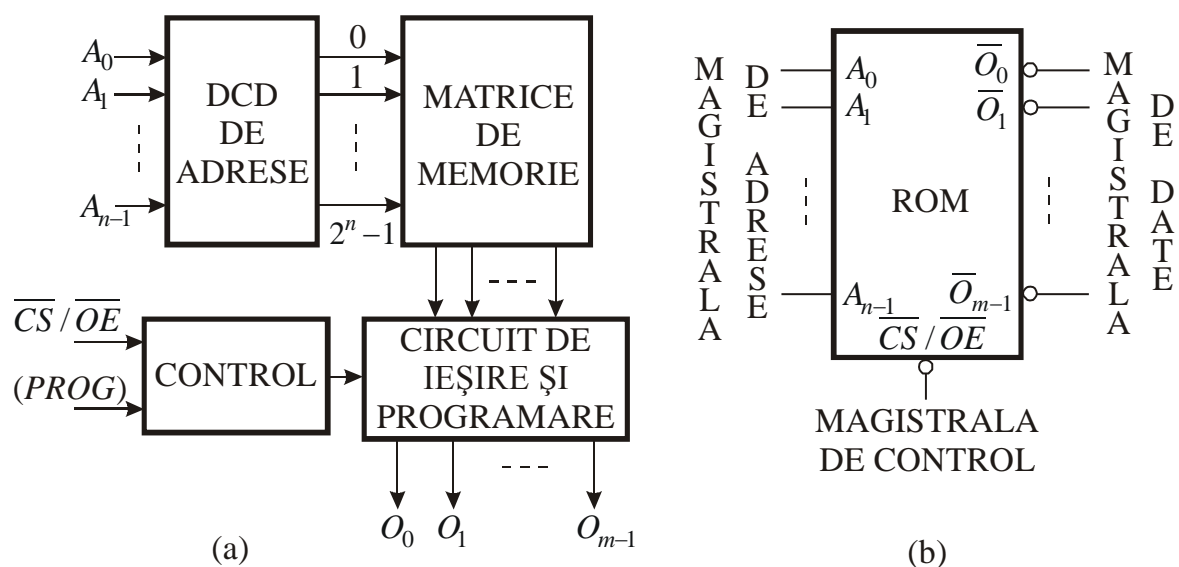


Fig. 6 Memorie ROM: (a), (b) scheme-bloc; (c) schema de principiu.

indiferent de valoarea lui \overline{OE} . Aceste două funcțiuni, \overline{CS} și \overline{OE} sunt luate împreună, pentru a se micșora numărul de pini la cip și scoase la un singur pin cu simbolul \overline{CS} sau \overline{OE} (v. fig. 6b). În acest caz, însă, acest semnal unic, pentru $\overline{CS}/\overline{OE}$ trebuie să se obțină printr-o logică exterioară cipului.

Pentru funcționarea corectă a circuitelor de memorie semnalele aplicate la borne trebuie să satisfacă anumite restricții de timp. În figura 7 sunt prezentate diagramele de semnal pentru un ciclu de citire tip al unei memorii ROM. Semnificația notațiilor este următoarea:

t_{RC} – durata ciclului de citire;

t_A – timpul de acces la memorie;

t_{CS} – intervalul de timp în raport cu \overline{CS} după care apar date stabile la ieșire;

t_{OE} – intervalul de timp după care apar date stabile la ieșire în raport cu impulsul \overline{OE} ;

t_{OH} – timpul de menținere a datelor la ieșire după dispariția impulsului \overline{OE} .

Forma impulsurilor și duratele lor pentru programarea unei memorii (PROM, EPROM) sunt prezentate în fișele de catalog ale circuitelor respective.

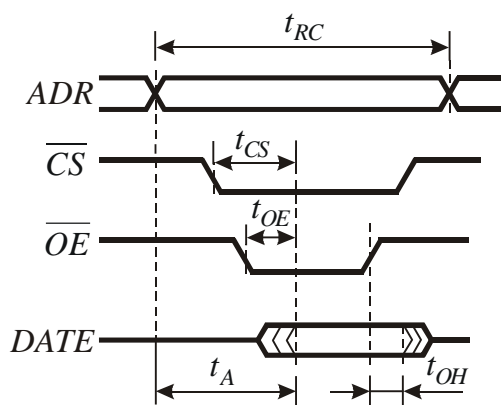


Fig. 7 Diagrame de semnal pentru citirea ROM-ului.