

CIRCUITE INTEGRATE NUMERICE CMOS

„Solutie viabila la cererile tot mai crescande sau este nevoie de o revolutie tehnologica? „

Aldulescu Razvan^{*}
Racoci Dorin[†]

In this study we try to describe the limits which the curent informational tehnology reached. First part presents the CMOS tehnology and its limits, then some alternative tehnologies which are meant to give a huge step forward regarding performance and a much cheaper manufacturing process. Our study wants to express the need of more powerful and more affordable informational machines.

The main component-the CPU is the most mediated subject and the scientists are trying disperatly to find new solutions. Nobody knows if they will succeed, but new tehnologies like the ones based on foton, quantum dots, S.O.I(Silicon on Insulation) are already coming.

I. Circuite CMOS

„Familia de circuite integrate CMOS este dezvoltata rapid avand o extindere mai redusa datorita timpilor de propagare mai mari si implicit a frecventei de operare mai reduse (cuprinsa tipic între 1 si 10 MHz). La realizarea acestor circuite sunt folosite tranzistoare MOS cu canal n si canal p , evitându-se utilizarea rezistentelor.

Familia CMOS ofera o serie de avantaje :

- cresterea densitatii de integrare de circa zece ori, permitând astfel integrarea unor functii suplimentare;
- rezistenta de intrare este foarte mare, curenții de intrare sunt foarte mici, ceea ce corespunde la un factor de bransament mare ;
- tehnologia este simpla, deci si ieftina;
- puterea consumata în regim static este foarte mica, neglijabila;
- este posibila folosirea unei plaje largite de tensiune de alimentare (pentru seria 4000, 3÷18 V);
- au o margine de zgomot mare ;”

Insa toate cele prezentate mai sus erau valabile in acea perioada pe cand astazi, un procesor cu frecvente mari este scump, disipa o mare cantitate de caldura si de asemenea, solutiile de racire performante sunt si ele scumpe, silentiozitatea fiind la mare pret.

De aceea marii producatori de procesoare se orienteaza spre alte tehnologii, mult mai ieftine si mai performante, menite sa depaseasca limitele de care tehnologia actuala se apropie cu pasi repezi.

Un adevăr incontestabil este că evoluția tehnologiilor de calcul a avut o accelerație greu de imaginat. Timp de cel puțin 40 de ani, de la inventarea circuitelor integrate, rata de creștere a performanței a fost exponențială, dublând puterea de calcul la fiecare 18 luni. Această evoluție a fost atât de inexorabilă încât a fost denumită "lege": aceasta este celebra lege a lui Moore

Anticipând sfârșitul acestei ere prodigioase din istoria calculatoarelor, grupul de cercetare din care fac și eu parte a început să investigheze modele alternative de calcul. În acest proiect voi prezenta pe scurt următoarea generație arhitecturală, care substituie în locul circuitelor integrate în tehnologie CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) circuite construite folosind nanotehnologie electronică.

Dupa cum aminteam mai devreme, marile companii sunt in cautare de noi tehnologii si pot spune ca nu sunt departe de acestea deoarece mai multi cercetatori au anuntat noi alternative la tehnologia curenta precum :

- tehnologia pe diamante;

- mecanica cuantica ;

- platforme fotonice CMOS ;

- o alta solutie, sa spunem temporara, o reprezinta overclocking-ul inasa are nevoie de o racire seriosa si costisitoare.Insa sunt multi producatori de sisteme de racire care ofera solutii performante de racire care sunt silentioase in acelasi timp, iar pretul acestora tinde sa scada odata cu ieftinirea costurilor de fabricatie si a concurentei tot mai crescande.De aceea acestia nu prea sunt incantati de trecerea la o noua tehnologie care n-ar mai avea nevoie de solutiile de racire oferite de acestia.

II.Inca un pas spre viitor

Un nou tip de computere bazat pe mecanica cuantica se afla acum cu un pas mai aproape de realitate,afirma cercetatorii de la Universitatea Purdue.

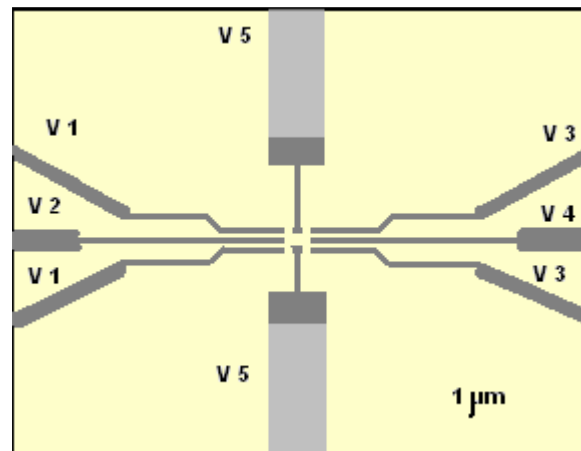
Cercetatorii au interconectat o pereche de "gramezi"alcatuite dein cativa electroni in interiorul unui semiconductor,reusind sa faca din acest asamblu de doua asa-numite "Quantum Dots"o parte integranta a unui transistor, componenta vitala a chipurilor din computere

Computerele viitorului ce vor utiliza aceste "Quantum Dots"pentru a stoca si procesa informatia digitala vor depasii circuitele din calculatoarele conventionale datorita atat dimensiunilor reduse,cat si potentialului acestora de rezolva probleme ce ar dura secole pentru a fi solutionate utilizand echipamentele actuale.

Fizicienii aveau nevoie de un nou set de cuvinte si concepte pentru a descrie comportarea unor obiecte capabile de actiuni ,imprevizibile.Un astfel de concept este "invartirea"unui electron,asemanatoare invartiri Pamantului in jurul axei sale.Dar conceptual descrie si o ordine

pe care electroni trebuie sa o respecte in prezenta altora:cand doi electroni ocupa acelasi spatiu,ei trebuie sa se cupleze conform „invarianti” lor,unul in sus, iar celalalt in jos.

Dupa colectarea a 40-60 electroni grupati cate doi intr-o „balta”din interiorul unui semiconductor de arseniura de galiu si arseniura de galiu si aluminiu,echipa a adaugat un singur electron acestui mixaj.Aceasta a dat nastere fenomenului de „invarianti”in intreaga”balta”,ceea ce ei au numit”Quantum Dot”.Echipa a construit un al doilea astfel de Quantum Dot in apropiere cu aceasi directie de invarianti.



In ciuda faptului ca au aceasi directie de „invarianti”fizicieni detin metode prin care sa realizeze interactiunea celor doi electroni fara pereche.

Combinatia este proprietatea cheie ce va da computerului Quantic putere,deoarece fiecare sistem exista in configuratie mixta,sus-jos,cea ce permite crearea de switch-uri care sunt atat „ON”,cat si „OFF”in acelasi timp,lucrul imposibil la switch-urile computerelor actuale

III.Platforma fotonica CMOS

Specialistii Luxtera au observat ca, desi opac pentru lumina alba, siliciul este complet transparent pentru lumina infrarosie. Aceasta, la randul ei poate fi folosita fara probleme pentru transmisii de date prin fibra optica. O alta problema, generarea luminii in pastila de siliciu a fost rezolvata simplu prin integrarea unei diode laser. In alta ordine de idei, tocmai dimensiunile extrem de mici ale circuitelor CMOS (un tranzistor nu depaseste 0.1 microni) au permis crearea unor nanostructuri care proceseaza o raza de lumina cu o viteza de 10 Gigabiti pe secunda.

Abordand diferit problema, cercetatorii de la Intel s-au concentrat pe gasirea unor metode de generare a unei raze laser in chipurile de siliciu. La inceputul anului, acestia au anuntat primele rezultate privind „laserul siliconic”, folosind efectul Raman. Enuntat inca din 1928, acesta se refera la cresterea intensitatii luminii intr-un material prin amplificarea oscilatiei fotonilor intre doua oglinzi. Potrivit specialistilor de la Intel, acest efect este de 10000 de ori mai puternic in silicon decat in fibra de sticla. Singurul impediment il constituie dislocarea electronilor sub efectul bombardarii cu fotoni si formarea unui nor de electroni care absoarbe lumina, anuland efectul Raman. Pentru rezolvarea acestei probleme, Intel a aplicat un camp electric care duce la izolarea electronilor intr-o regiune laterala a pastilei de siliciu, permitand formarea razei laser.

In ciuda eforturilor facute de Intel, primul prototip functional al unui modulator optic integat intr-o pastila de siliciu a fost realizat de Luxtera, folosind acelasi proces de fabricatie (0.13 microni, SOI) pe care Freescale Semiconductor (in trecut devizia de semiconductori de la Motorola) il foloseste pentru linia de microprocesoare Power PC. Prototipul permite schimbul de date prin fibra optica la viteze de 10GB/s, introducerea sa in productia de masa fiind prevazuta pentru jumatatea anului 2006.

Potrivit Luxtera, urmatorul pas va fi folosirea dispozitivelor fotonice pentru schimbul rapid de date intre componentele computerelor (intre procesor si memorie, spre exemplu), urmand ca, in viitor, electronica sa fie complet inlocuita cu fotonica.

IV.Overclocking-ul

1.Sistemele de racire cu schimbare de faza

Principiul de functionare al acestor sisteme este folosit si la frigidere sau combine frigorifice, insa dimensiunile impuse de spatiul redus din carcasa necesita artificii ingineresti. In general acestea sunt livrate impreuna cu carcasa, pretul depasind sute de \$, fiind cele mai scumpe solutii de racire alternative. Modul de functionare al acestor sisteme de racire este foarte simplu: un gaz aflat in stare lichida la temperatura scazuta preia caldura degajata de procesor, se evaporata, ajunge la compresorul care ii scade volumul si este transmis mai departe la condensator, unde este transformat in stare lichida la temperatura scazuta si apoi este trimis la procesor fiind reluat ciclul.

V.Efectul Peltier

Consta in introducerea unui curent in jonctiunea dintre cele doua metale diferite; in functie de sensul curentului apare fenomenul de absorbtie sau degajare de caldura. Coolererele ce folosesc acest efect au nevoie de o ventilatie buna in carcasa pentru a putea raci elementul care se incalzeste.

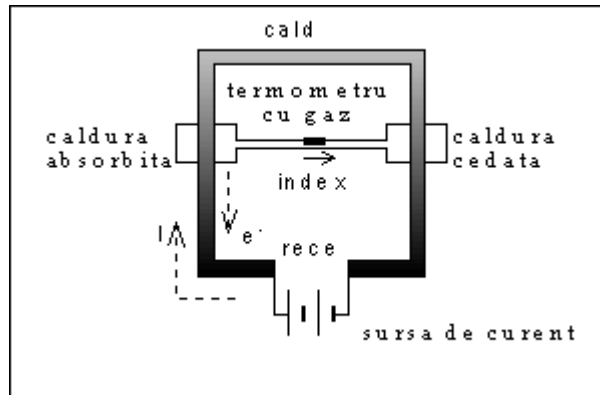
De asemenea, daca procesorul sistemului nu este folosit, temperatura scade foarte mult, existand pericolul formarii condensului, daunator circuitelor electrice. Din acest motiv este necesara coolerelor ce folosesc efectul Peltier cu unitati de control care sa varieze curentul trimis in jonctiune in functie de ocuparea procesorului.

In 1834 Peltier a descoperit ca trecand curent electric prin jonctiunea realizata cu doua metale diferite in functie de sensul curentului se absoarbe sau se cedeaza caldura $P \cdot q$ proportionala cu cantitatea de electricitate q ce traverseaza jonctiunea, acesta fiind efectul Peltier.

Coeficientul Peltier P al jonctiunii e definit ca energie termica cedata sau absorbita reversibil la jonctiunea dintre cele doua metale cand aceasta e traversata de cantitatea de electricitate unitate($[P]_{SI} = J/C = V$).

Explicatie microscopica.Punand impreuna cele doua metale se egaleaza nivelele lor Fermi prin transfer de sarcini electrice. Fiindca energiile cinetice corespunzatoare electronilor aflati in jurul nivelului Fermi (se masoara de la fundul benzii de conductie la nivelul Fermi) difera in cele doua metale atunci cand un electron cu energie cinetica mare traverseaza jonctiunea catre metalul cu

energie cinetica mai mica surplusul sau de energie il cedeaza sub forma de energie termica retelei cristaline a metalului. Daca inversam sensul curentului electric electronul cu energie cinetica mai mica traversand jonctiunea in metalul cu energie cinetica mai mare corespunzatoare nivelului Fermi va absorbi energie termica din retea cristalina a acestui metal ca sa isi completeze deficitul de energie cinetica.



VI. Sistemele de racire cu apa

Deoarece solutiile enuntate mai sus au un pret ridicat, cea mai ieftina solutie de racire alternativa o reprezinta sistemele de racire cu apa.

Cum proprietatile de racire cu apa sunt net superioare celor ale aerului, nu a trecut mult timp pana cand cineva a construit primul sistem de racire cu apa pentru PC-uri. Un astfel de sistem este format din pompa, radiator, blocuri de racire si furtunuri de legatura. Optional se poate monta un rezervor cu o cantitate suplimentara de apa. Pompa este cea care circula apa prin intregul sistem, radiatorul fiind cel care raceste apa incalzita de blocurile de racire montate pe componentele disipatoare de caldura, iar furtunurile fac legatura intre componente.

Bibliografie

- www.chip.ro
- www.tomshardware.com
- **Circuite integrate numerice CMOS –Ed Polirom**
- pc.world.std.com/cmos.html

* Aldulescu Razvan student Universitatea Titu Maiorescu-Bucuresti, ros_viper007@yahoo.com

† Racoci Dorin student Universitatea Titu Maiorescu-Bucuresti, overclock_3400@yahoo.com