

# SISTEMUL PĂSTRĂRII IMAGINILOR, RECEPȚIONATE DE LA SATELITUL SATUM

Pavel, BÎRLADEANU, Igor BARLADEAN, Diana LAZĂR, Serghei GRIȚCOV

Технический Университет Молдовы

**Abstract:** Această lucrare descrie sistemul de sinteză și de depanare pentru depozitarea temporară a imaginilor primite de la satelitul SATUM, în memoria de tip SDRAM. Proiectul a fost implementat pe baza de bord de evaluare DE2-115, care permite în continuare să adăugați la acesta modul procesarea imaginii, iar aceasta permite eliminarea sistemelor hardware suplimentare sau ale computerelor puternice, utilizate de obicei pentru astfel de sarcini.

**Cuvinte cheie:** SATUM, memorie operativă, setări de registru, simulare temporară.

## 1. Introducere

La stația de sol dezvoltată care trebuie să ia imaginea cu elev nanosatelit "SATUM" (Satelit Universitar Moldovenesc- Satelitul Universității din Republica Moldova), dezvoltat în Republica Moldova, este necesar să se efectueze primirea și stocarea datelor de imagine. Deoarece transmiterea imaginilor se efectuează în timp real, reiese că imaginile primite trebuie depozitate temporar într-o memorie, până când acestea vor fi transferate la un calculator sau alte module de prelucrare [1]. O schemă bloc de primire și de stocare a imaginilor este reprezentată în fig.1 (dacă luăm în considerare doar calea de primire și de depozitare a datelor).

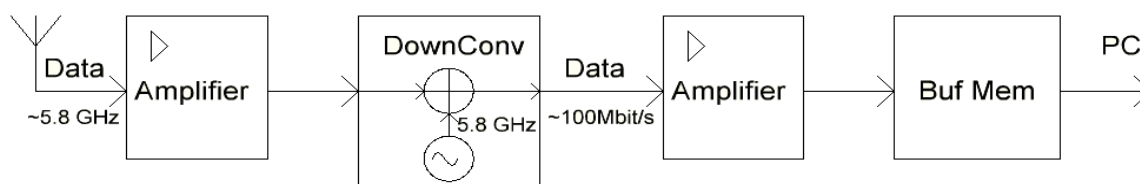


Figura 1. Calea de primire și de depozitare a datelor, primite cu ajutorul satelitului SATUM.

Imaginile transferate sunt capturate de către antena ca un sistem modulat, la o frecvență de 5,8 GHz. Acest semnal este amplificat (bloc Amplifier), se traduce la frecvența de 100 MHz (bloc DownConv) și se transmite la amplificatorul final. După aceasta, datele primite pot fi salvate. Dar datele primite, inițial, necesită demodularea. De asemenea, trebuie să existe posibilitatea de a decoda datele primite și să se realizeze o pre-procesare a imaginilor. Pentru a transfera imaginile pe computer este necesar să se pună în aplicare interferențele necesare. Pentru a realiza toate problemele de mai sus, acestea pot fi aplicate la placa de dezvoltare FPGA (field-programmable gate array- matrice de porți programabile).

Tabelul 1. Caracteristicile comparative ale plăcii de evaluare bazate pe FPGA.

Denumire	FPGA (Logical cells)	SRAM	SDRAM	RS232 (quantity)	Denumire, \$
Spartan-3AN	Xilinx (8064)	-	32M x 16 DDR2	2	199
DE2	Altera (35 000)	512K byte (256K x 16)	8Mbyte (1M x 4 x 16)	1	269
Lattice Micro 32	Lattice (48 000)	2 x 4 Mbit (256K x 32)	-	1	868
DE2-115	Altera (115 000)	2 Mbyte (1M x 16)	128 Mbyte (32M x 32)	1	299
TR4	Altera (228 000)	2 Mbyte (512K x 32)	DDR3 up to 4 Gbyte	1	2 895

Pe baza datelor oferite de tab. 1, se propune utilizarea bordului de evaluare DE2-115, este cel mai bun în termeni de preț și resursele hardware necesare pentru punerea în aplicare a sistemelor de depozitare și de imagini prin satelitul SATUM. Pe acest bord țintă poate fi utilizat SRAM (Static Random Access Memory - RAM static cu acces aleator) și SDRAM (Synchronous dynamic Random Access Memory - sincron de

memorie dinamică cu acces aleator) pentru a stoca imagini. Confruntarea cu aceste tipuri de memorie și compararea lor vor fi prezentate în capitolul următor.

## 2. Punerea în aplicare a sistemului de stocare la bord DE2-115

Sistemul de depozitare a imaginii trebuie să îndeplinească trei cerințe: înaltă performanță, un număr mare de cicluri de scriere și oportunități suficiente pentru salvarea tuturor imaginilor, transmiterea într-o singură sesiune de legătură cu satelitul. Primele două cerințe sunt îndeplinite de către memoria SRAM. Fig 2 arată principiul controlului exercitat de SRAM.

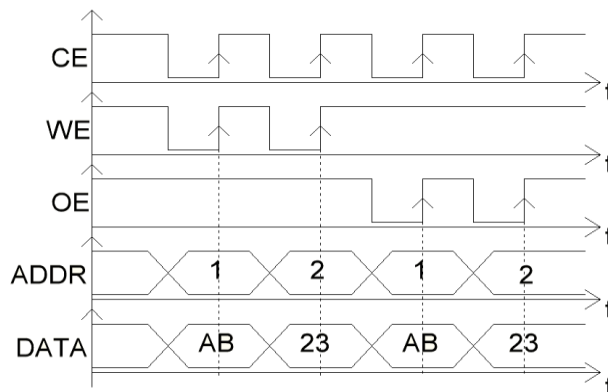


Figura 2. Diagrama SRAM de gestionare a memoriei.

Liniile de intrare *CE*, *WE* și *OE* sunt de control. Linia *CE* permite funcționarea SRAM, linia *WE* – permișiunea de a scrie, linia *OE* – permișiunea de a înregistra. Pentru a înregistra se aplică un impuls pe liniile *CE* și *WE*, în același timp. Semnificația funcțiilor adresabile sunt definite de frontul descrescător al impulsului. Datele sunt de asemenea aplicate pe frontul descrescător al impulsului. Pe frontul crescător al impulsului are loc procesul de scriere a datelor în celula specifică SRAM. Pentru a citi datele din memorie se aplică impuls pe liniile *CE* și *OE*, în același timp. Semnificația celulelor adresabile este de asemenea definiată pe frontul descrescător al impulsului, iar datele sunt citite de pe frontul crescător al impulsului [2].

De asemenea pe placa țintă DE2-115 este SDRAM. Caracteristicile comparative ale modulelor de memorie sunt prezentate în tab. 2.

Tabelul 2. Caracteristicile comparative ale SRAM și SDRAM.

Tipul memoriei	Viteza maximă de tactare	Binaritatea magistrale de date	Volumul, MB
SRAM	100 МГц	16 бит	2
SDRAM	166 МГц	32 бита	128

După cum se poate observa din tabelul. 1 SDRAM are un volum de 64 ori mai mare decât SRAM. O imagine luată de la satelit ocupă aproximativ 5 MB. Prin urmare, SRAM nu este chiar suficient pentru a menține o imagine. În acest caz, imaginile primite vor fi stocate în memoria SDRAM.

Munca în SDRAM este mult mai complicată decât în SRAM. Pentru a scrie sau a citi datele din SDRAM este necesar, pentru început, inițializarea memoriei și apoi se aplică comanda corespunzătoare pentru a citi sau a scrie, după care se poate efectua procesul de scriere și de citire.

Procesul de inițializare constă din comanda Precharge, a 8-a comandă de Autorefresh și încărcarea datelor în setările de registru *Mode Register* (fig3), care sunt date de următoarele moduri: o comandă efectuează citirea/scrierea întregii linii și întârzierea în citire (CAS Latency) este de 3 tacturi.

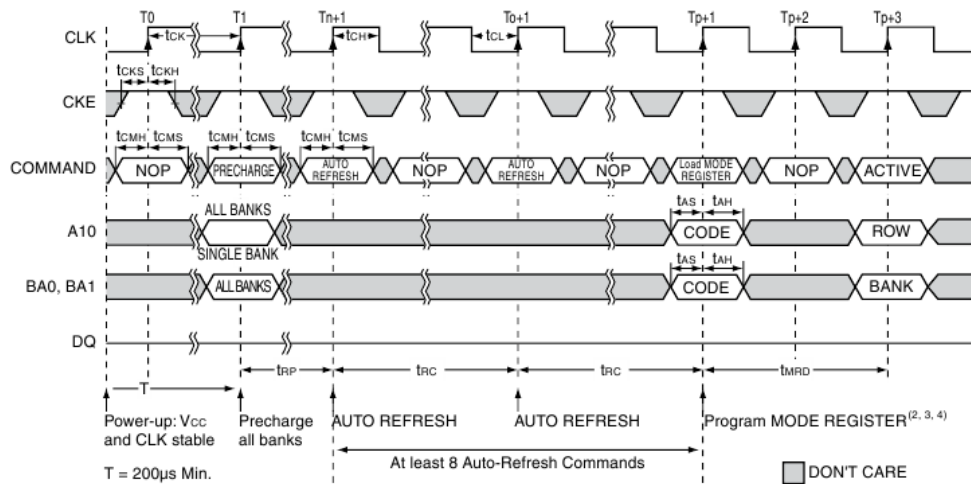


Figura 3. Initalizarea SDRAM.

După inițializare, puteți trece la procesul de date de citire și scriere. Nu trebuie să uităm că rata de refresh de memorie este de 128 kHz, care SEMNIFICA CA de 128.000 de ori pe secundă aveți nevoie pentru a comanda Autorefresh, altfel datele vor fi pierdute. Diagrame de sincronizare pentru înregistrarea și citirea sunt indicate în Fig. 4 (a) și (b), respectiv.

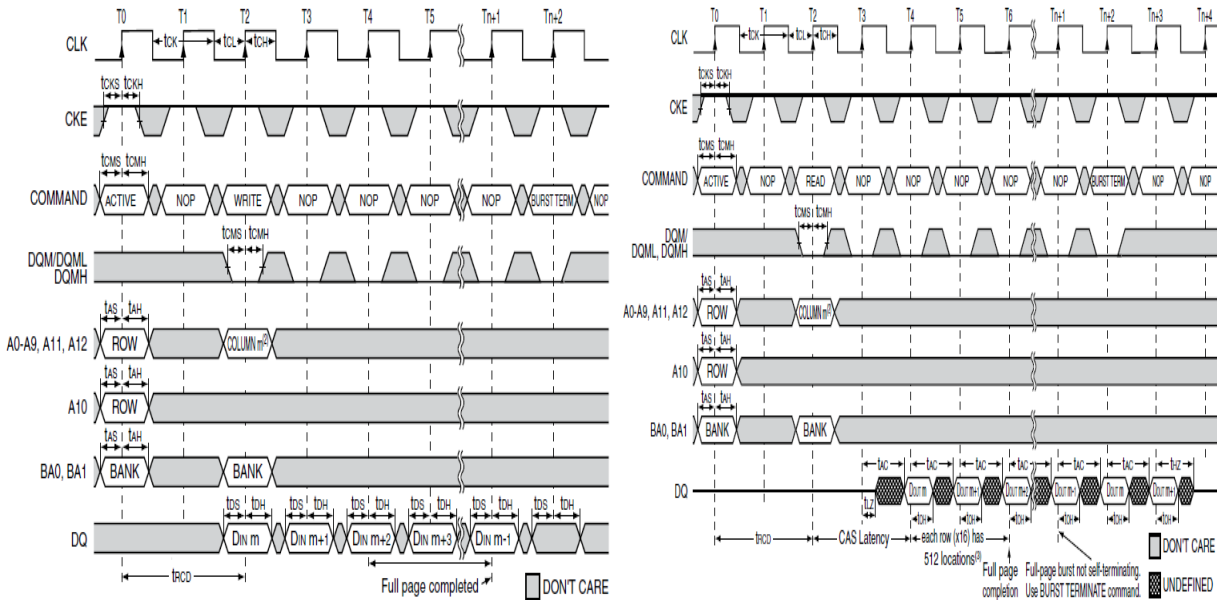


Figura 4. Diagrama de timp (a) de înregistrare și (b) de citire un rând de SDRAM.

Indicatiile din Fig.4 semnifica urmatoarele: *CLK* – System Clock Input (linia tactarii de intrare), *CKE* – Clock Enable (rezolutia la tactare), *DQM* – Data I/O Mask (permisiunea pentru activarea intrare/iesire), *A0-A12* – Row Address input (adresa scurgerilor), *A0-A9* – Column Address Input (adresa coloanei), *BA0, BA1* – Bank Select Address (selectarea bancii de memorie). De asemenea, cipul are linii suplimentare de control: *CS* – Chip select (selecatrea chip-ului), *RAS* – Row Address Strobe Command (linia impulsului Strobe), *CAS* – Column Address Strobe Command (cadru de suprimare a fasciculului de impuls), *WE* – Write Enable (permisiunea de a scrie).

Sistemul de lucru cu SDRAM a fost proiectat pentru a lucra in limbajul VHDL in sistemul Quartus II. Exemplu de cod de citire a blocului dintr-o linie de memorie de dimensiunea de 800 de valori este prezentat mai jos:

```
with HCount select
  Scs5 <=
    nopDC(3) when 0 to 3,
    arefrDC(3) when 4,
    nopDC(3) when 5 to 685,
    arefrDC(3) when 686,
    nopDC(3) when 687 to 697,
```

*activeC(3) when 698,*  
*nopDC(3) when 699 to 700,*  
*readDC(3) when 701,*  
*nopDC(3) when 702 to 1500,*  
*bstopDC(3) when 1501,*  
*nopDC(3) when 1502 to 1512,*  
*arefrDC(3) when 1513,*  
*nopDC(3) when others;*

Citirea se incepe cu randul al 704-lea, cu trei tacturi mai tarziu decit a fost data comanda, din cauza intarzierii *CAS Latency*, egala cu trei tacturi. Contorul *HCount* calculeaza de la 0 la 1600. Tactarea se realizeaza la o frecventade 100 MHz. Prin urmare, comanda de *Autorefresh* se aplica la aceste intervaluri de timp, pentru a nu fi pierderi de date. Citirea poate fi inceputa la orice valoare a contorului, este necesar doar sa ne amintim la timp de aplicat comanda de *Autorefresh*.

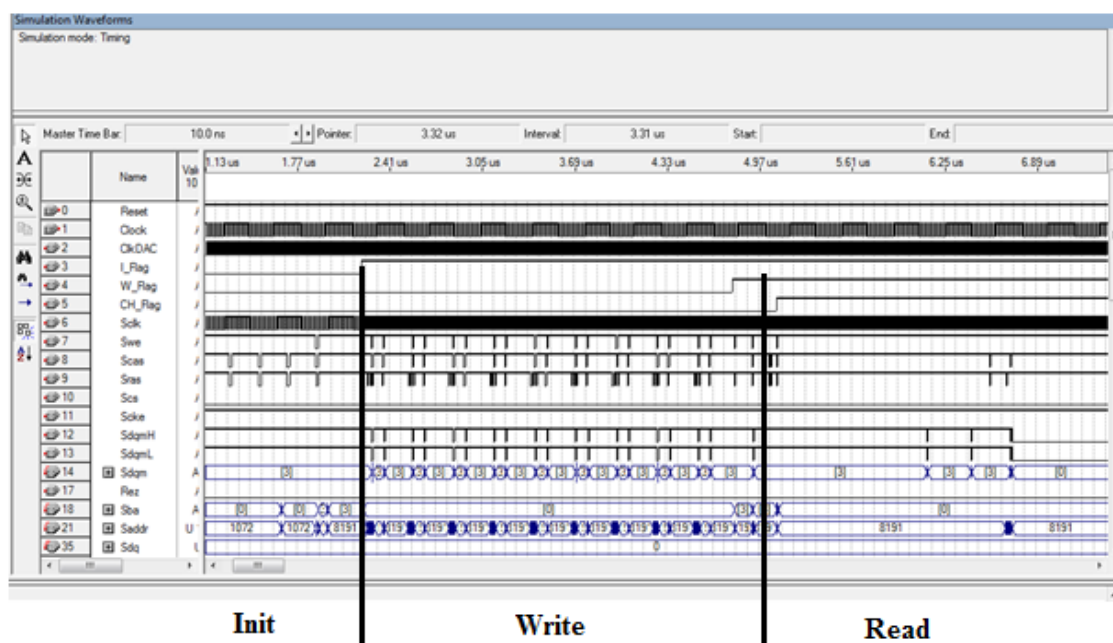


Figura 5. Diagrama temporara a procesului de initializare, scrierea si citirea datelor de la SDRAM.

Fig. 5 prezintă un exemplu de simulare a procesului de initializare, scrierea și citirea datelor de la SDRAM. Cel mai simplu mod de a valida funcționarea proiect finalizat este de a compara valorile citite de înregistrate, iar acest lucru a fost făcut în lucrarea.

## Concluzii

În această lucrare a fost luata în considerare punerea în aplicare a unui sistem de depozitare temporară a imaginilor primite de la satelit SATUM. Acest proiect poate fi utilizat atunci când se lucrează cu orice tip de memorie SDRAM și cantitatea de întreținere și frecvență de cel puțin 100 MHz. Punerea în aplicare a proiectului de pe placa țintă DE2-115 permite stocarea până la 25 de imagini luate de satelit, precum și DE2-115, mai tarziu, va pune in aplicare un sistem de prelucrare a datelor de imagine și transmiterea lor la un calculator.

## Bibliografie

1. ГРИЦКОВ С., СОРОКИН Г., УНГУРЯН В., ЧЕБАН И., БОДЯН Г., Дистанционное зондирование Земли студенческим спутником SATUM в режиме реального времени, "Информационные технологии в мире коммуникаций", МТУСИ, Москва, 2013, с. 54-61.
2. IS61WV102416, 10.09.2014, <http://www.issi.com/WW/pdf/61WV102416ALL.pdf>.
3. 42S16320B, 10.09.2014, <http://web.eecs.umich.edu/~pmchen/engr100/lab7/42S16320B-86400B.pdf>.