

# SISTEMUL AFIȘĂRII IMAGINILOR, RECEPȚIONATE DE LA SATELITUL SATUM

Ion VREME, Dumitru COJOCARI, Serghei GRITCOV, Gherman SOROCHIN

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea dată se analizează sinteza și depanarea sistemului de afișare a imaginilor primite de la satelitul SATUM, pe un monitor LCD cu rezoluția ecranului 1440 x 900 pixeli. Sistemul dat poate fi integrat în sistemul de recepționare, prelucrare și păstrare a datelor de la satelitul SATUM. În cazul dat nu apare necesitatea de folosire a calculatoarelor performante și a supercalculatoarelor pentru prelucrarea imaginilor și afișarea rezultatelor primite.

**Cuvinte cheie:** SATUM, sistemul de procesare, temporizatoare, diagrama RTL, simularea în timp.

## 1. Introducere

În Republica Moldova se realizează nano satelitul studențesc “SATUM” (Satelit Universitar Moldovenesc). Satelitul dat trebuie să fotografieze teritoriul Republicii Moldova. Specificul satelitului este captarea imaginilor și transmiterea acestora pe Pământ în timp real (o imagine timp de 1s) [1]. Stația terestră în caz general este prezentată în fig.1 (dacă luăm în considerare doar canalul de recepție și păstrare a datelor).

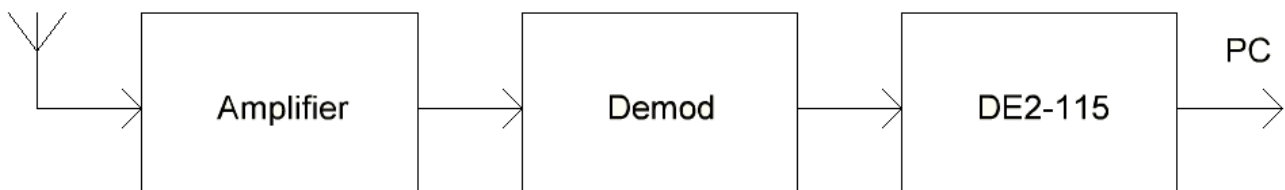


Figura 1. Canalul de primire și păstrare a datelor, recepționate de la satelitul SATUM.

Datele de la satelit se recepționează cu ajutorul antenei și se amplifică cu modulul Amplifier. În continuare se îndeplinește demodularea (modulul Demod) datelor și în rezultat transmiterea acestora la modulul DE2-115 (chitul de depanare pe baza de FPGA (field-programmable gate array – rețea programabilă de porți logice) din familia Cyclone IV a firmei Altera) sunt recepționate imaginile, care în modulul dat se salvează în memoria temporară. Pentru vizualizarea preliminară a imaginilor primite acestea pot fi transmise la calculator (PC în Fig. 1). Însă la calculator va fi nevoie de a executa o serie de prelucrări, înainte de a putea vizualiza imaginile primite, care va dura o perioadă semnificativă (până la câteva ore).

În lucrarea de dată se propune realizarea sistemului de vizualizare a imaginilor recepționate de la satelit pe modulul DE2-115. La modulul dat există posibilitatea conectării unui monitor cu rezoluția de până la 1440 x 900 pixeli, pe care va fi posibilă vizualizarea imaginilor de la satelit. În cazul dat sistemul de vizualizare a datelor se împarte în două componente: subsistemul de prelucrare preliminară a imaginilor (decodificarea, interpolarea...) și subsistemul de afișare a datelor pe ecran, care va fi analizată în următorul capitol.

## 2. Realizarea sistemului de afișare pe chitul DE2-115

Să analizăm principiul afișării datelor video pe monitorul LCD. Așa cum pe chitul DE2-115 este posibil de conectat un monitor cu rezoluția până la 1440 x 900 (limitarea condiționată de viteza video CDA (Convertor digital analog)), deci să analizăm intervalele de timp ce determină intervalul de date afișate pe ecran (tabelul. 1-2).

Tabelul 1 . Temporizatoarele monitorului cu rezoluția 1440 x 900 pixeli [2].

Baleiaj orizontal			Baleiaj vertical		
Parte a coloanei	Pixeli	Timpul ( $\mu$ s)	Parte a coloanei	Pixeli	Timpul ( $\mu$ s)
Coloana completă	1904	17,883	Coloana completă	932	16,667
Zona activă	1440	13,525	Zona activă	900	16,095
Zona întunecată din față	232	2,179	Zona întunecată din față	28	0,501
Zona întunecată din spate	80	0,751	Zona întunecată din spate	1	0,018
Impulsul de sincronizare	152	1,428	Impulsul de sincronizare	3	0,054

În baza temporizatoarelor monitorului putem determina intervalul de timp, în decursul căruia se va citi datele din memorie (zona întunecată), și intervalul de timp în decursul caruia se vor afișa datele pe monitor (zona activă). În fig. 2 este reprezentată vizualizarea grafică a temporizatoarelor monitorului.

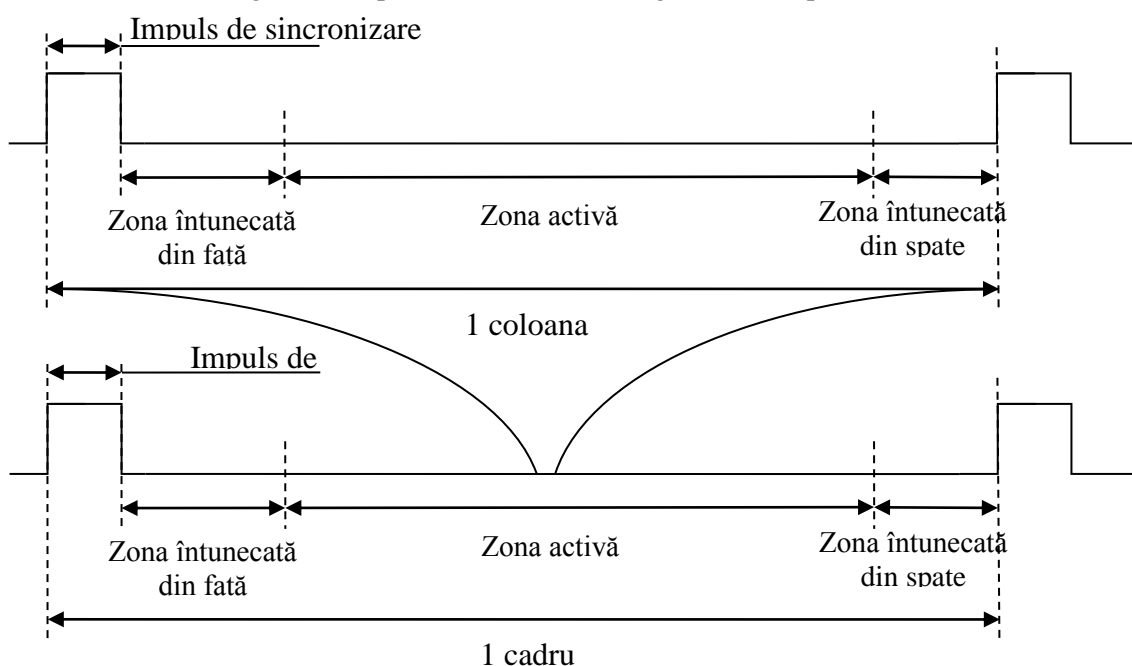


Figura 2. Diagramele de timp a baleiajului vertical și orizontal.

Pentru realizarea sistemului de afișare a datelor este necesar sintetizarea dispozitivului, reprezentată în fig. 3.

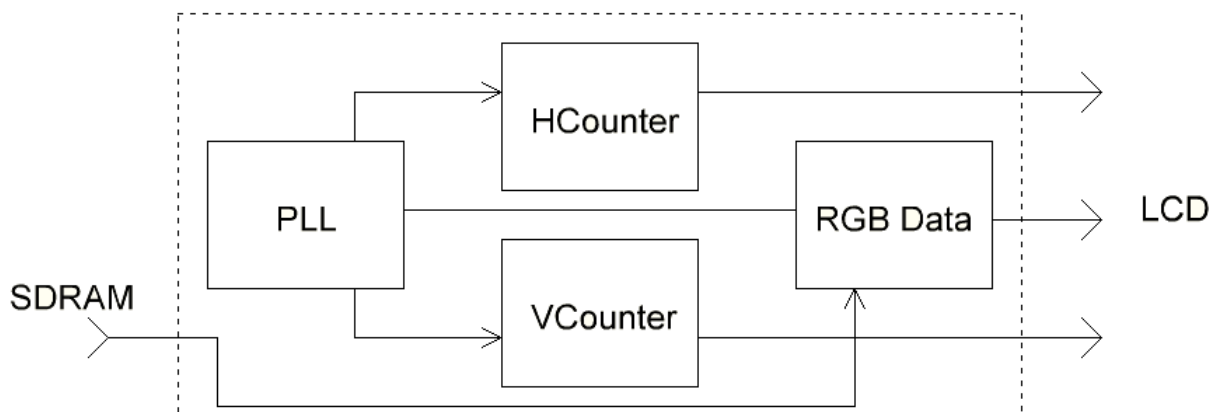


Figura 3. Schema de structură a sistemului tipic de afișare a datelor pe monitor. [3].

În fig. 3 blocul PLL reprezintă prin sine blocul de formare a impulsurilor de tact necesară pentru afișarea datelor pe monitor pentru frecvența corespunzătoare (106,4 MHz pentru cazul nostru). Blocul

HCounter formează impulsuri pentru sincronizarea baleiajului orizontal, dar VCounter – impulsuri pentru sincronizarea baleiajului vertical. Blocul RGB Data în timpul zonei întunecate calculează datele din memoria SDRAM, în care se păstrează imaginile, recepționate de la satelitul SATUM, în memoria buffer, iar în timpul zonei active le afișează pe ecran. Ca alternativă datele din memorie se pot calcula în același timp și afișate pe monitor. În cazul în care memoria SDRAM poate fi folosită de alte module sau sisteme în perioada zonei întunecate a monitorului.

Modulul dat a fost proiectat în programul Quartus II. În rezultatul compilării a fost obținută diagrama RTL prezentată în fig. 4.

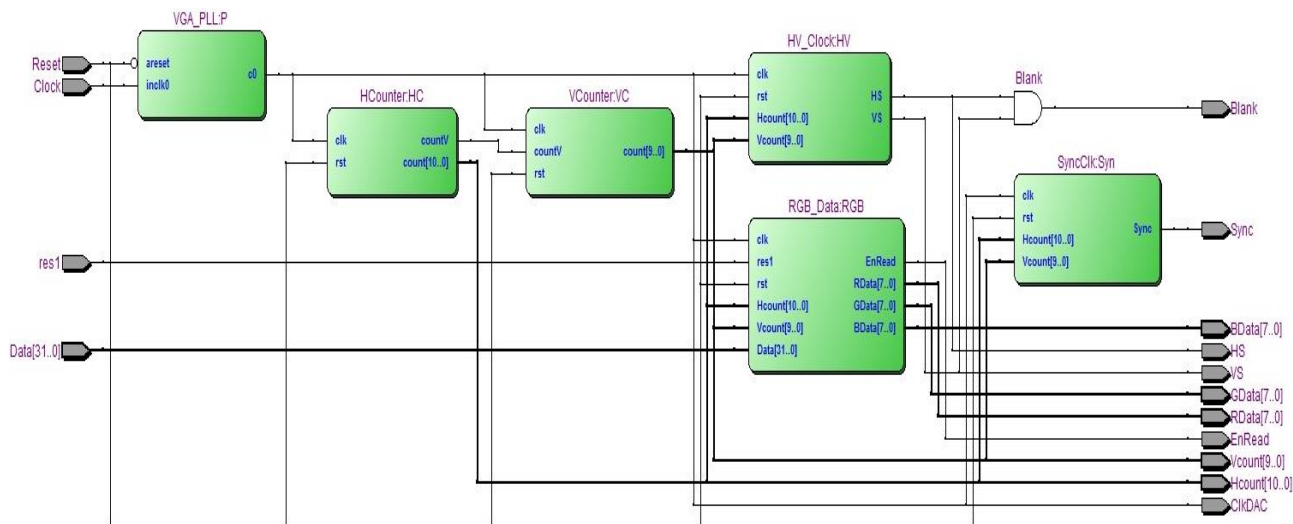


Figura 4. Diagrama RTL a sistemului de afișare a datelor pe LCD.

În figura 4 blocul VGA PLL – blocul de formare a impulsurilor pentru tactarea tuturor blocurilor cu o frecvență determinată 106,4 MHz. Blocul dat reprezintă un multiplicator/divizor de frecvență la intrarea caruia se aplică 50 MHz, iar la ieșire obținem 106,25 MHz. HCount și VCount – numărătoarele de coloane și rânduri, care îndeplinesc sincronizarea baleiajului de rând și cadru. HVClock și SyncClk – blocurile care formează impulsurile de sincronizare ajutătoare pentru monitor. RGB\_Data – blocul de afișare a datelor video pe monitor cu format RGB 8x8x8.

Pentru verificarea corectitudinii de funcționare a proiectului se poate de efectuat simularea în timp a proiectului. În fig. 5 este reprezentată afișarea unui rind (RData, GData și BData) se aplica la ieșire într-un anumit interval de timp în corespundere cu temporizatoarele din tabelul 1.

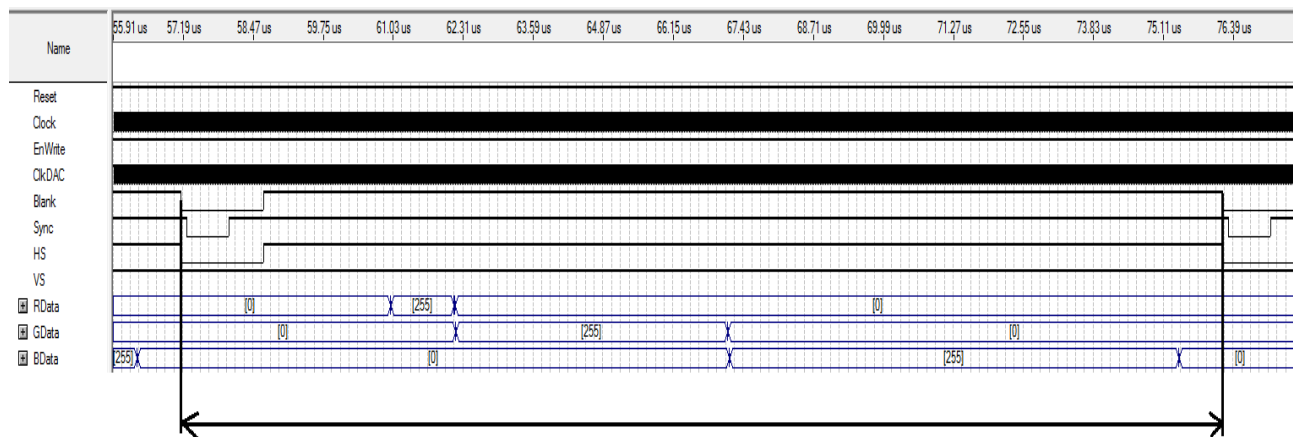


Figura 5. Diagramele de timp de afișare a unui rind de date pe monitor.

Pentru depanarea sistemului proiectat pe monitor se afișau diferite imagini pentru testare, unele din ele sunt prezentate în figura 6.



Figura 6. Imaginile test.

În rezultatul proiectării a fost sintetizat sistemul de afișare a datelor pe LCD în baza chitului DE2-115, prezentat în figura 7.

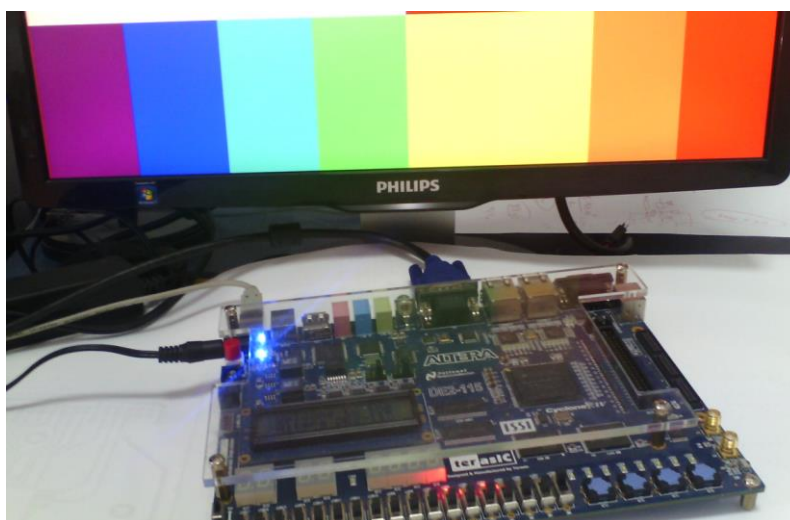


Figura 7. Sistemul de afișare a datelor pe monitorul LCD.

Sistemul dat este integrat în sistemul de recepționare, prelucrare și păstrare a imaginilor recepționate de la satelitul SATUM.

### Concluzii

În lucrarea dată s-a analizat realizarea sistemului de afișare a imaginilor recepționate de la satelitul SATUM, pe un monitor LCD cu rezoluția 1440 x 900 pixeli. Realizarea proiectului pe bază de FPGA permite de integrat subsistemul dat în sistemul de recepționare, păstrare și prelucrare a datelor de la satelit, adică – de realizat sistemul de recepție și prelucrare a imaginilor pe baza doar a unui singur chit DE2-115, ce ne permite de a exclude folosire a calculatoarelor performante și supercalculatoarelor, ca de obicei se folosesc în asemenea situații.

### 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. VESA Signal 1440 x 900 @ 60 Hz timing, 10.09.2014, <http://tinyvga.com/vga-timing/1440x900@60Hz>.
3. Перевод: Дмитрий Чеканов, Сергей Мильчаков, Технология жидкокристаллических мониторов (LCD), 2012, <http://www.3dnews.ru/display/lcd-technology>.