

ARBITRAREA INTERACȚIUNII PROCESOARELOR MICROCALCULATORULUI DE BORD AL MICROSATELITULUI

Andrian Gîrșcan, Igor Rusu, Nicolaie Secrieru
Universitatea Tehnică a Moldovei

girscan@gmail.com, rusuigorion@gmail.com, nsecrieru@gmail.com

Abstract. *In this paper we designed and developed undergraduate arbitrary mode of interaction of the computer processor board of microsatellite. Whose main purpose is to develop a microsatellite. In this paper we have reached such issues as, microprocessor testing via arbitrary module, creating a block for ranking the activity of each processor. This work will be included in the project SATUM conducted by the Technical University of Moldova.*

Cuvinte-cheie: *microsatelit, microcalculatorul de bord, toleranță defecte, interacțiune procesoare.*

I. Introducere

Microsateliții, deși au misiuni educaționale, necesită o fiabilitate înaltă pentru a-și îndeplini misiunea lor. Microsatelitul trebuie să funcționeze în mod autonom pe o orbită fără intervenții și ca urmare impune cerințe să funcționeze în continuu. Microcalculatorul de bord este nucleul tuturor sistemelor microsatelitului și trebuie să fie foarte compact și să consume minim energie electrică, asigurând funcționalitatea tuturor proceselor în care este implicat. Componentele microcalculatorului de bord trebuie să reziste la o doză sumară de radiație de 10 Krad pe durata de activitate. Componentele microcalculatorului de bord trebuie să funcționeze stabil, fiind bombardate cu particule cosmice cu energie până la 50 MEV, ori să poată detecta cedările respective, provocate de aceste particule. Scopul acestei funcționări este examinarea metodelor pentru sporirea fiabilității microcalculatorului de bord.

II. Modelul cognitiv de restabilire a obiectului principal

Una din cele mai cunoscute metode de sporire a fiabilității în electronică este rezervarea ansamblului de componente din circuit, care oferă rezultate foarte bune, dar la aplicarea ei asupra microprocesorului, elementului de baza a microcalculatorului de bord, există momente specifice, care trebuie bine examinate pentru a putea lua decizia corectă. Sunt cunoscute mai multe metode de rezervare a microprocesoarelor principalele fiind "Activ – Activ" și "Activ – Pasiv".

Metoda "Activ – Activ" presupune faptul că ambele procesoare sunt active, și se testează reciproc, în cazul determinării că unul a ieșit din funcțiune sau funcționează cu erori al doilea microprocesorul revine funcția de baza și încearcă să-l reseteze pe celălalt pentru al readuce la normal. Acesta este cea mai rapidă având timpul de reacție cel mai mic și asigură continuitatea funcționării, dar din motivul că ambele microprocesoare sunt active ele sunt expuse excesiv la radiație și sporesc de două ori consumul efectuat de microcalculatorul de bord.

Metoda "Activ – Pasiv" constă în ideea că funcționează un singur procesor care se autotestează și în caz de eroare pornește procesorul care se afla în regim de așteptare. În așa fel avem un consum minim și o expunere minimă la radiație, dar pierdem din viteza de reacție și din continuitatea procesului ce nu este întotdeauna critic pentru microsatelit.

În figura 1 este prezentată diagrama de tip radar care compară metodele expuse precedent și ne oferă o reprezentare vizuală ale abilităților fiecărei în parte.

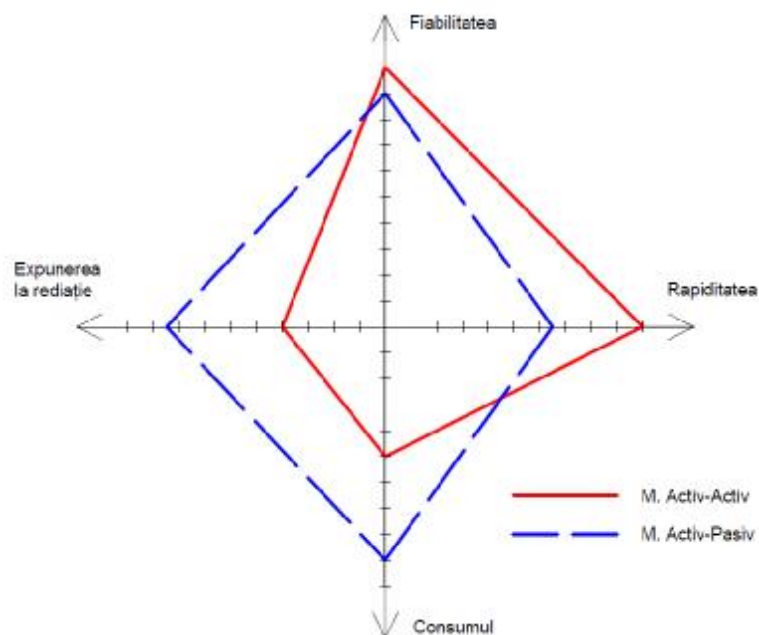


Fig.1. Diagrama radar de comparație a metodelor de dublare ale procesoarelor.

Luând ca bază metoda „Activ – Pasiv” ne-am propus să analizăm următoarele tipuri de dublare:

1. Microcontroler - Microcontroler
2. Microcontroler - Modulul de Arbitrare - Microcontroler
3. Microcontroler - Modulul de Arbitrare dublat - Microcontroler

Microcontroler – Microcontroler. Aceasta este cea mai simpla metodă de dublare care are cea mai simplificata arhitectura cu numărul minim de elemente folosite în scopul dublării, însă microcontrolerul necesită un soft destul de complicat și o parte esențială din resursele sale, care ar fi mai bine de folosit la alte funcții mai importante. Schema bloc a arhitecturii microcalculatorului de bord cu procesoarele dublate prin metoda Microprocesor – Microprocesor este prezentata in figura 2.

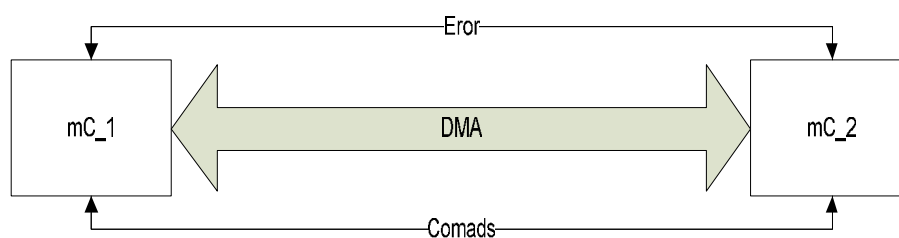


Fig.2. Schema metodei ”Microcontroler – Microcontroler”

Trebuie de accentuat faptul că este nevoie de un o componentă soft de autotestare, și al doilea procesor să fie sincronizat permanent. Totodată această metodă nu este cea mai buna pentru cazul în care se defectează procesorul funcțional, atunci el nu poate transmite semnalul de eroare la care să reacționeze al procesorul de rezervă.

Microcontroller – Modulul de Arbitrare – Microcontroller. Această metodă este mai simplă din punct de vedere a softului microcontrollerului însă se mai introduce un modul de arbitrare ce reprezintă un circuit combinațional de testare și de sincronizare a procesoarelor de bord. Funcția acestui circuit combinațional este de a controla periodic microprocesorul pentru detectarea erorilor și de a arbitra perioada de funcționare a fiecărui procesor.

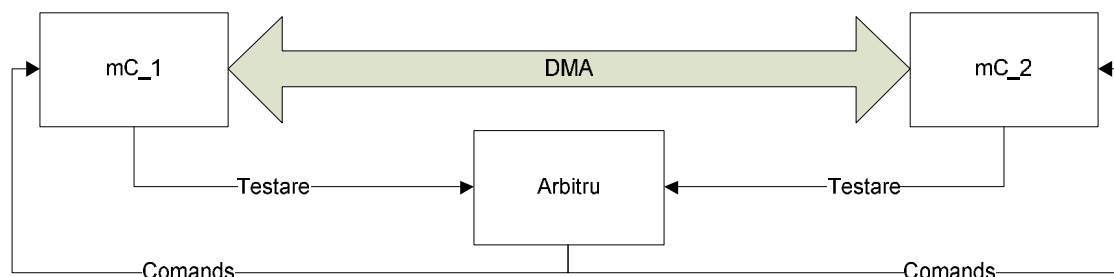


Fig.3. Schema metodei ”Microcontroller – Modulul de Arbitrare – Microcontroller”

Pentru acest caz se poate de evidențiat că la Modulul „Arbitru” se conectează liniile de testare și totodată de la el se duc liniile de comandă cu microcontrolerele. În dependență de semnalul de pe liniile de comandă, microcontrollerul se află în stare activă sau pasivă.

Microcontroller - Modulul de Arbitrare dublat – Microcontroller. Aceasta abordare se caracterizează prin dublarea modulului de arbitrare. Este metoda cu cel mai mare coeficient al fiabilității din cele trei, având dublate toate componentele din structura microcalculatorului de bord, însă ea are neajunsurile sale. Fiind prezent un număr mare de elemente și circuitul combinațional, dar fiind mai complex din necesitatea de a testa și circuitul care îl dublează, ca urmare, duce la un consum ridicat de energie și la creșterea densității elementelor pe cablaj. Schema bloc a acestei metode este prezentată în figura 4, după care se poate constata complexitatea arhitecturii.

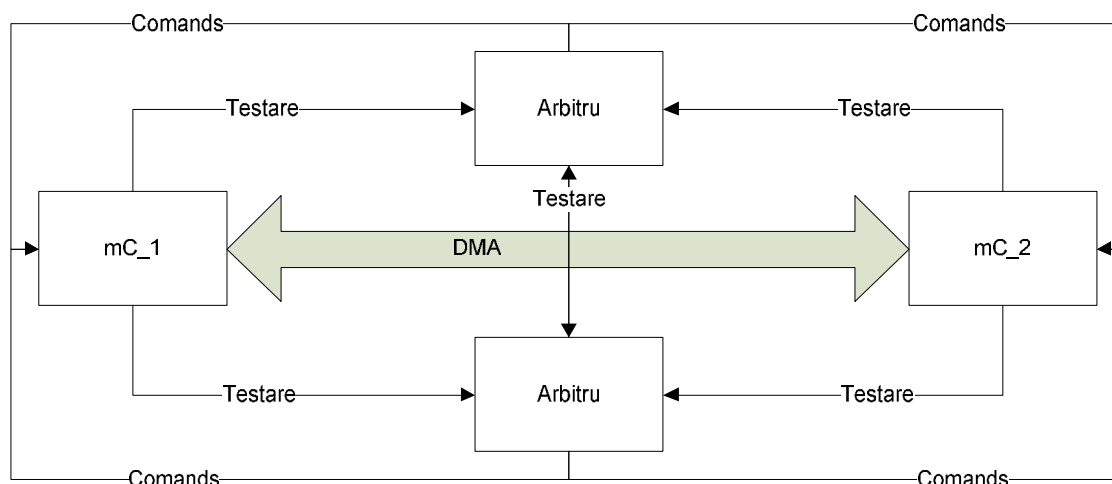


Fig.4. Schema metodei ”Microcontroller - Modulul de Arbitrare dublat – Microcontroller”

Totodată se poate observa mulțimea liniilor de conexiuni între toate componentele acestei arhitecturi și de menționat faptul că numărul conexiunilor tot joacă un rol negativ asupra fiabilității și a perturbațiilor, ce pot apărea într-o oarecare magistrală de date.

După analiza tuturor metodelor s-a constatat că metoda "Microcontroller – Modul de Arbitrare – Microcontroller" este cea mai eficientă pentru rezolvarea problemei noastre. Putem crea o oarecare periodicitate de funcționării microcontrolerelor, pentru a oferi un timp de relaxare fiecărui procesor – o condiție importantă pentru combaterea radiației. Sa creat un grafic în care ambele microcontrolere să se rânduiască la un anumit interval de funcționare. Doar că avem nevoie de un interval mai mic de timp (Δt) pentru inițializarea microcontrolerului care se află în starea de relaxare și copierea datelor în memoria sa din conținutului memorie operative a microcontrolerului ce urmează să fie trecut în starea pasivă, apoi continuarea algoritmului de funcționare să fie urmat de microcontrolerul care a ieșit din starea de repaus. Abia atunci cel ce se afla în starea de funcționare se fie trecut în starea de repaus.

Modul de funcționare ale microcontrolerelor propus este prezentat în figura 5 în diagrama temporală.

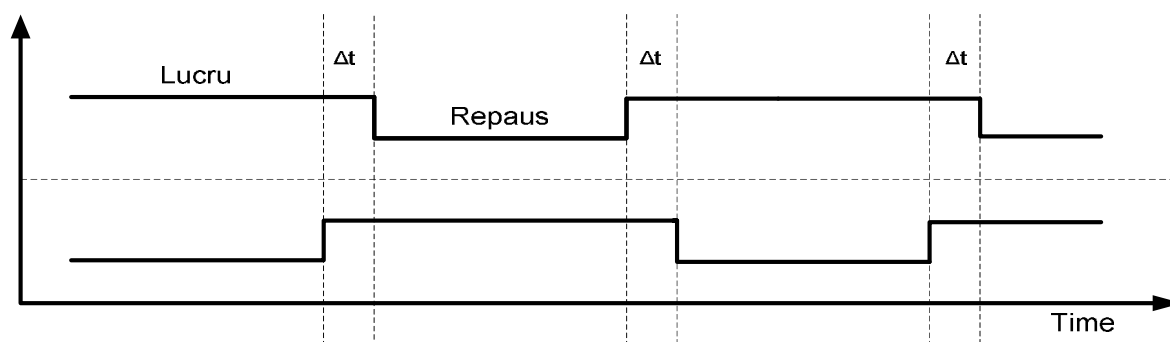


Fig.5. Diagrama temporală a funcționării ambelor microcontrolere

Am stabilit și am realizat sarcinile de baza care trebuie să fie îndeplinite de către modulul de arbitrare Pentru a asigura o eficiență maximă de la calea aleasă:

1. Asigurarea ordinii de funcționare al microcontrolerelor;
2. Scanare liniilor de testare conform programului predefinit;
3. Controlul procesului de copiere a datelor;
4. Identificarea erorilor în procesul de funcționare al unui microcontroler;
5. Resetarea, la necesitate, a unui din microcontrolere;
6. Posibilitatea de a modifica configurațiile modulului de arbitrare.

III. Concluzii

În urma efectuării analizei și realizării metodelor propuse putem spune ca cea mai eficientă cale pentru proiectul nostru este metoda de dublare "Activ – Pasiv", specifică pentru procesoare și microcontrolere, și modelul "Microcontroller – Modul de Arbitrare - Microcontroller", care ne asigură consumul redus și fiabilitatea dorită, cu ajutorul modulului de arbitrare, care va efectua sarcinile puse vom obține un microcalculator de bord pentru microsatelit de un nivel ridicat, din punct de vedere al productivității, dimensiunilor și costului.

IV. Referințe

1. Anil K. Maini, Varsha Agrawal. Satellite Technology: Principles and Applications – Wiley 2010
2. Rainer Sandau. Small Satellites for Earth Observation – Springer 2008
3. C. R. Robertson. Fundamental Electrical and Electronic Principles – Elsevier 2008