



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

Sisteme Tolerante la Defecte

16. Variații ale redundanței N - modulare

VARIAȚII ALE REDUNDAȚEI N-MODULARE

Independent de utilizarea replicării modulelor și de introducerea circuitelor de vot la nivelul sistemului, se poate face uz de aceeași metodă chiar și la nivelul fiecărui subsistem.

Redundanța modulară la nivelul unităților

O versiune a sistemului triplu-modular redundant aplicată la nivelul fiecărei unități (u_1, u_2, u_3 , și u_4) dintr-un sistem constituit cu patru unități este prezentată în figura 1.

În această diagramă se poate remarca faptul că scade criticitatea circuitelor de vot (blocurile V , în figura 1) din sistemele *NMR*. În acest caz defectarea unui singur circuit de vot va afecta doar o unitate singulară iar efectul său nu va depăși următorul nivel al unității.

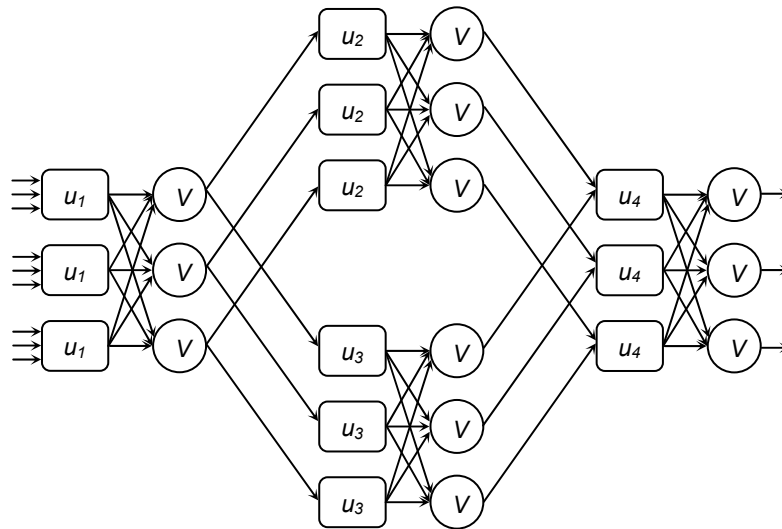


Figura 1. Triplu-Modular Redundant implementat la nivelul subsistemelor.

Sistemul triplu-modular redundant implementat la nivelul unui sistem între procesoare și memorii, prezentat în figura 2 are o structură deosebit de interesantă.

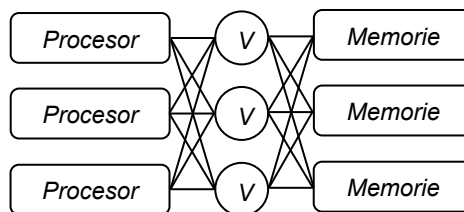


Figura 2. Circuite de vot triplicate într-un sistem triplu-modular redundant la nivelul procesoarelor și memoriilor.

În acest sistem toate comunicațiile în orice direcție dintre procesoarele triplicate și memoriile triplicate trec prin circuitele de vot majoritar. Această organizare a

sistemului este mai fiabilă decât votul majoritar singular al unei structuri având triplicat binomul procesor – memorie.

Redundanța dinamică

Variantele N -modular redundante (NMR) considerate până acum utilizează volume importante de circuite hardware în scopul mascării imediate a erorilor care pot să apară pe durata operării sistemelor.

Cu toate acestea, în multe arii de aplicații, rezultatele eronate care și-au făcut temporar simțită prezența s-au dovedit a fi tolerabile în măsura în care sistemul este capabil să detecteze independent aceste erori și să se auto-reconfigureze prin înlocuirea unui modul defect cu un altul care funcționează corect, care s-a aflat în rezervă până în momentul în care s-a decis reconfigurarea sistemului.

Diagrama generică a unui sistem redundant dinamic este arătată în figura 3. Sistemul constă din N module inactivate aflate în rezervă, un modul activ și unitatea detecției defectelor și reconfigurării.

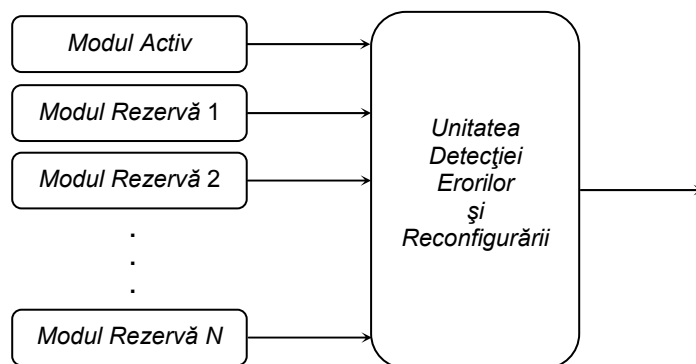


Figura 3. Redundanța dinamică.

Unitatea detecției erorilor și reconfigurării se presupune că are capacitatea identificării oricărei valori eronate aflate la ieșirea modului activ.

Urmare a detectării erorii această unitate deconectează modulul activ curent, dovedit defect, și conectează în locul acestuia un modul funcțional aflat în rezervă, dacă mai este vreunul disponibil.

Dacă toate modulele de rezervă sunt active (sunt puse sub tensiune și alimentate) este posibil să aibă aceeași viteză de defectare ca și unicul modul activ.

Redundanța acestei structuri este, practic, similară cu cea a sistemului paralel iar fiabilitatea sa are expresia:

$$R_{dinamic} = R_{udr}(t)(1 - [1 - R(t)]^{N+1}) \quad (1)$$

În (1) s-a notat prin $R(t)$ fiabilitatea fiecărui modul iar R_{udr} este fiabilitatea unității de detecție și reconfigurare.

Dar dacă modulele aflate în rezervă nu sunt alimentate (se economisește energie) acestea pot avea o viteză de defectare neglijabilă atunci când nu sunt active.

Apariția defectelor în modulul activ are loc cu viteza λ .

Se notează prin c factorul de acoperire, definit ca fiind probabilitatea ca modulul activ defect să fie corect diagnosticat și deconectat iar apoi înlocuit cu succes printr-un modul funcțional disponibil aflat în rezervă.

Astfel, probabilitatea ca o defectare să nu fie recuperată este $1 - c$. Iar viteza cu care au loc defectările irecuperabile este $(1 - c)\lambda$.

Prin urmare probabilitatea ca să aibă loc o defectare irecuperabilă a modulului activ peste o durată t este determinată prin $e^{-(1-c)\lambda t}$.

Fiabilitatea unității de detecție și reconfigurare a fost notată prin $R_{udr}(t)$, rezultând expresia fiabilității redundanței dinamice:

$$R_{dynamic}(t) = R_{udr}(t)e^{-(1-c)\lambda t}. \quad (2)$$