

Radiazione PIC 16F877

Data dell'esperienza: 22 Maggio 2006

Davide Vosti
Samuele Bonazzi

21 giugno 2006

Indice

1	Introduzione	3
2	Scopo	3
3	Metodo	3
4	Radiazioni utilizzate	3
5	Esperimento	4
5.1	Memoria RAM	4
5.2	Memoria EEPROM	4
5.3	Memoria FLASH	6
5.4	Raggi X	6
6	Conclusioni	6

1 Introduzione

Con l'inizio del progetto SSL (SUPSI Space Laboratory) si è cominciato a pensare ai vari problemi che si possono incontrare nello spazio. Uno di questi è l'influsso delle radiazioni su apparecchi elettronici.

Essendo ben consapevoli di non poter simulare in modo adeguato queste radiazioni (per vari motivi di sicurezza e disponibilità di fonti) abbiamo per lo meno voluto testare il comportamento del processore PIC16F877 sotto l'influsso delle radiazioni disponibili nel laboratorio.

2 Scopo

Testare il comportamento del nocciolo di calcolo e delle memorie (RAM, EEPROM, FLASH) del processore PIC16F877 sotto influsso di vari tipi di radiazioni (α , raggi X).

3 Metodo

- Scrivere un programma per testare i tre tipi di memoria: RAM, EEPROM e FLASH. Il programma deve innanzitutto inizializzare le memorie inserendo alternativamente i valori 1 e 0. Dopodiché dovrà continuare a verificarne il contenuto e, in caso di errore, lanciare un messaggio al terminale (viene spedita la lettera "E", a significare "Errore"). Ogni 255 letture dell'intera memoria sovrascriviamo tutto il contenuto, in modo da deteriorarle fisicamente (il numero di scritture su EEPROM e FLASH sono limitate ed esiste la possibilità di un'indebolimento). Si dovrà inoltre prestare attenzione :
 - al corretto funzionamento
 - al numero di scritture eseguite in memoria
- Sottoporre a radiazioni il processore PIC16F877 con le relative memorie e verificarne il comportamento.

4 Radiazioni utilizzate

In laboratorio abbiamo usato due tipi di fonti radioattive: Plutonio-238 e Radion-226. L'apparecchio per i raggi X è fornito da un medico, esterno a SUPSI-DTI.

Di seguito sono riportati i dati relativi alle fonti radioattive:

Plutonio-238: 2,775 kBq (75bCi)	
keV	%
e: 22	28.3
α : 5456,3	28.5
α : 5499,1	71.5
X(L): 13.6	11.6

Radion 226: 3,3 kBq (0,09 μ Ci)	
keV	%
α : 4601,9	5,55
α : 4784.5	94,45
γ : 186,2	3,51

e: elettrone
 α : particelle α
 γ : particelle γ
X(L): raggi X (L: livello nell'atomo)

Le sorgenti del laboratorio emettono esclusivamente particelle α che sono bloccate immediatamente dall'aria e dal materiale involucro delle componenti elettroniche

5 Esperimento

5.1 Memoria RAM

Le memorie RAM sono memorie volatili. Allo spegnimento dell'apparecchio, il contenuto viene perso.

Abbiamo sottoposto per alcuni giorni il PIC sotto radiazioni α non riscontrando alcun errore. Il comportamento del programma non è stato alterato.

Non abbiamo potuto testare le memorie RAM con raggi X in quanto non è possibile lasciare gli strumenti collegati sotto la macchina. Crediamo tuttavia che sia interessante sottoporre ai raggi la memoria, non tanto per la paura che possa venir alterato il funzionamento dei condensatori ma piuttosto perché crediamo che sia il contenuto ad avere grosse probabilità di venir modificato.

5.2 Memoria EEPROM

Le memorie di tipo EEPROM hanno un ciclo di vita limitato. Permettono all'incirca un numero massimo di scritture pari a 100'000. Pensiamo che all'avvicinarsi di questo limite le memorie possano indebolirsi ed essere più vulnerabili alle radiazioni o ai raggi X.

Abbiamo lasciato sotto radiazioni α per 3 giorni il processore, questo ha portato ad un numero di circa 103'000 scritture (1 scrittura ogni 2,5 secondi).

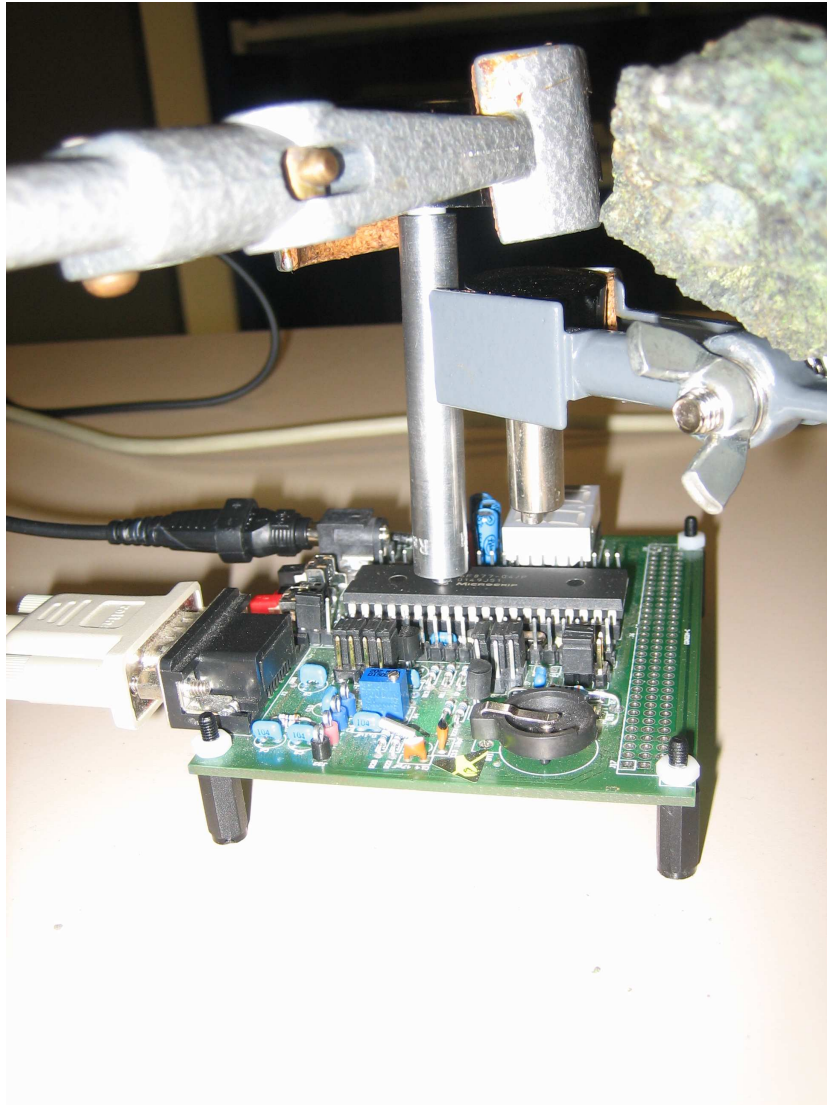


Figura 1: PIC16F877 sotto radiazioni α

Anche per questa memoria non é stato alterato il contenuto, ed anche il programma ha continuato a funzionare correttamente.

5.3 Memoria FLASH

Non abbiamo potuto testare le memorie FLASH per mancanza di tempo. Durante lo sviluppo del programma siamo incappati in alcuni problemi che non siamo riusciti a risolvere e con l'avvicinarsi degli esami ci troviamo piuttosto carichi di lavoro non riuscendo a portare avanti l'esperimento.

5.4 Raggi X

Sempre per mancanza di tempo non abbiamo testato il PIC con raggi X. Dopo la sessione di esami potremo portare avanti anche questo tipo di sperimentazione.

La procedura consiste nell'irradiare per 4-5 volte il PIC. Per verificare se i raggi X danneggiano solo il contenuto o anche la struttura fisica, abbiamo pensato di sottoporre a radiazione delle memorie vergini, che verranno scritte dopo la fase di radiazione, e memorie già inizializzate.

6 Conclusioni

- L'esperienza ha mostrato che le radiazioni α disponibili in laboratorio non hanno influsso sul comportamento del processore e delle memorie. Non possiamo però fidarci ciecamente di questi risultati in quanto nello spazio troviamo radiazioni con ordini di grandezza anche 1000 volte maggiori e possiamo supporre che con questa potenza qualcosa possa accadere.
- Il nostro parere è che non dovrebbero esserci problemi. Guardando le fotografie di altri satelliti lanciati in orbita non abbiamo notato una particolare schermatura per proteggere la parte elettronica dalle radiazioni. Il che ci fa ben sperare. A sostegno della nostra tesi abbiamo trovato un rapporto di un'esperienza con lo scopo della nostra. Anche loro non hanno riscontrato problemi anche se restano piuttosto prudenti (vedi conclusioni).

L'articolo può essere trovato al seguente indirizzo:
www.ee.surrey.ac.uk/SSC/CSER/UOSAT/papers/VA

- La NASA (radhome.gsfc.nasa.gov) offre molte informazioni riguardo l'infusso delle radiazioni su apparecchi elettronici. Dai loro test risulta che a lungo termine l'elettronica tende a deteriorarsi. Il tempo di vita di un cubesat, all'incirca di 6 mesi, rafforza la nostra idea di non riscontrare problemi.
- spacerad.com sviluppa un software per la simulazione di apparecchiature elettroniche sotto infusso di radiazioni ionizzanti. Questo software potrebbe essere utilizzato per capire con piú precisione il comportamento della CPU nello spazio.
- Marco Villa ci rende attenti alla presenza di SPENVIS e CREAM96 per l'analisi delle radiazioni. Secondo la sua opinione anche solo capire l'approccio da utilizzare per questo genere di problemi è molto istruttivo.
- Di seguito sono riprese alcune considerazioni prese da ACTEL approposito di test effettuati su FPGA:
 - Radiation testing data has shown that Actel's antifuse-based and Flash-based FPGAs are not subject to loss of configuration due to neutron-induced upsets. This makes them eminently suitable for all applications where reliability is a concern.

Seguono conclusioni su "Single Event Upset and Hardening in 0.15 μm Antifuse-Based FPGA".

- No SEL for LET up to 120MeV-cm²/mg and no SEDR for normal incident LET up to 60MeV-cm²/mg.
- The state-of-the-art high-gate-count antifuse-based FPGA can be hardened by design to meet the aerospace SEE requirement.
- The main trade-off is speed. For moderate speed, such as 33MHz PCI standard, the SEU hardening can be achieved by redundancy circuitry and feature size increase.
- The penalty of die size increase can be alleviated by physical layout effort.
- Complex sub-system and system abnormalities have to be studied diligently to interpret the beam test data.
- The hardened device, RTAXS, shows excellent SEU tolerance.