



La tolleranza ai guasti

Hardware tollerante ai guasti fisici

Docente:

William Fornaciari

Politecnico di Milano

fornacia@elet.polimi.it

www.elet.polimi.it/~fornacia

Sommario

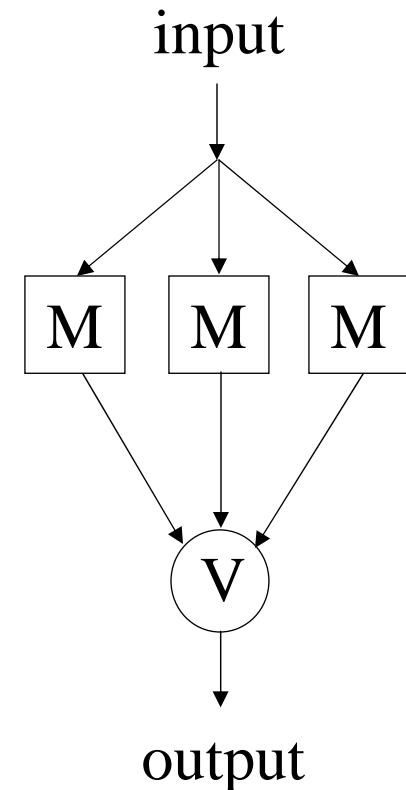


- Triple Modular Redundancy
- Ridondanza dinamica
- Codice per il controllo degli errori

Triple Modular Redundancy (TRM)



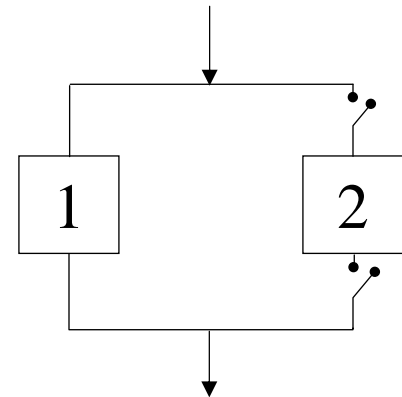
- Introdotta da Von Neumann
 - ▶ Unità hardware M triplicata
 - ▶ L'arbitro V (*voting element*) esamina i risultati delle M
 - ▶ L'output è quello ricevuto identico da almeno due unità
- Mascheratura senza ripristino
- Utile per guasti transitori
- Inutile se si guasta l'arbitro (salvo ridondanza negli arbitri)
- Generalizzabile a N Modular Redundancy (NMR)



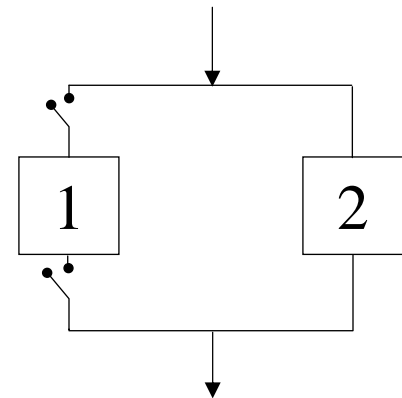


Ridondanza dinamica cold-standby

- Composto da una o più unità identiche, di cui una sola allacciata al sistema. Le unità non attive sono di scorta.
- Come riconoscere se un'unità è guasta?
 - ▶ Test periodico
 - ▶ circuiti di autodiagnostica
 - ▶ timer watchdog



guasto a 1





Sistema di ridondanza dinamica hot-standby:

- Una o più unità identiche sono allacciate (come nel TRM) contemporaneamente, con circuito di matching a valle
 - ▶ se gli output sono identici, se ne prende uno a caso
 - ▶ se sono diversi, parte un programma di diagnosi per la rilevazione dell'unità guasta
 - ▶ viene staccata l'unità guasta
- Il sistema hot-standby più comune è detto *duplex* con due sole unità in parallelo (risparmio di un'unità rispetto a TRM, ma individuazione dell'elemento guasto più complicata)

Codici per il controllo degli errori



- Quanti errori voglio essere in grado di trattare?
- Individuazione e ritrasmissione?
- Individuazione e correzione?
 - ▶ correzione parziale e ritrasmissione?
 - ▶ correzione totale?
- La semplice individuazione del singolo errore (implica ritrasmissione) è la scelta più economica
- Individuazione e parziale correzione con ritrasmissione è usualmente usata su canali rumorosi
- Individuazione e correzione totale è complicata e costosa

Codici per il controllo degli errori

Codici di blocco



- L'informazione è di lunghezza k , codificata di norma usando il numero minore di simboli (ASCII)
- Parole di codice di lunghezza fissa $n > k$
- Si ha una ridondanza definita come

$$\frac{n - k}{n}$$

- Si indicano con la notazione *codice*(n, k)
- La ridondanza dipende dal modello del canale
 - ▶ canale senza memoria (Shannon)
 - ▶ canale con memoria dell'ultimo stato (Markov)
 - ▶ modelli più complicati (Mandelbrot)

Codici per il controllo degli errori

Codici separabili e codici polinomiali ciclici



- Nei codici separabili, la parte di informazione è separabile da quella di controllo (ridondante)
 - ▶ Codici separabili *lineari*: ogni simbolo di controllo è combinazione lineare dei simboli di informazione. Ad esempio, *parità* (il bit ridondante è posto 1 se c'è un numero pari di 1 nei bit di informazione, 0 viceversa)
- Nei codici polinomiali ciclici i simboli di informazione sono coefficienti di un polinomio
 - ▶ codici correttori di bit singolo (codice Hamming)
 - ▶ codici correttori di bit multipli anche non adiacenti
 - ▶ codici correttori di carattere (stringa di bit) singolo
 - ▶ codici correttori di caratteri (stringa di bit) multipli