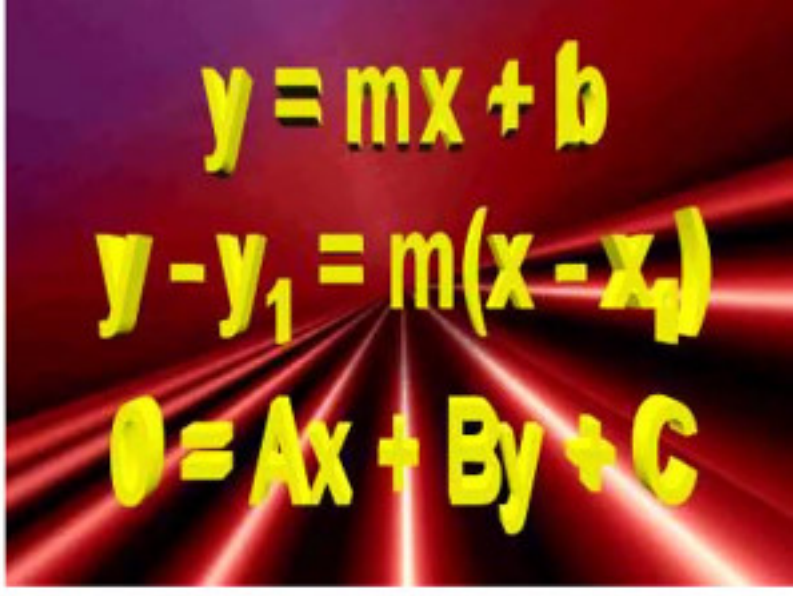
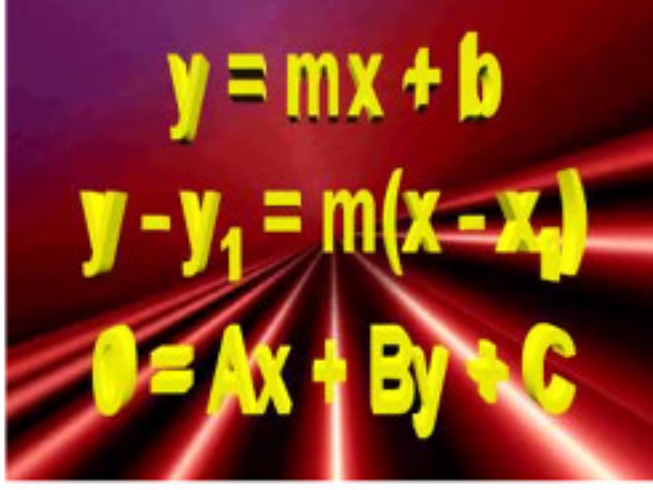
Notare come…



- … gli Hamming sono una generalizzazione dei codici che abbiamo visto prima (parity bit, repetition)…
- … e possiamo vederlo meglio quando li consideriamo appunto nella grande famiglia dei ***codici lineari.***

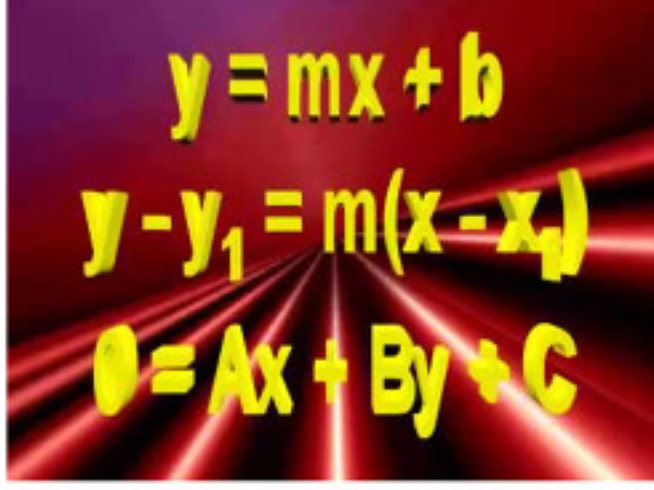
Esempio: i parity bit…



- Il parity bit 3 (ogni tre bit, inseriamo un parity bit P):
- **(a b c) →(a b c P)**
- Possiamo usare la matrice generatrice

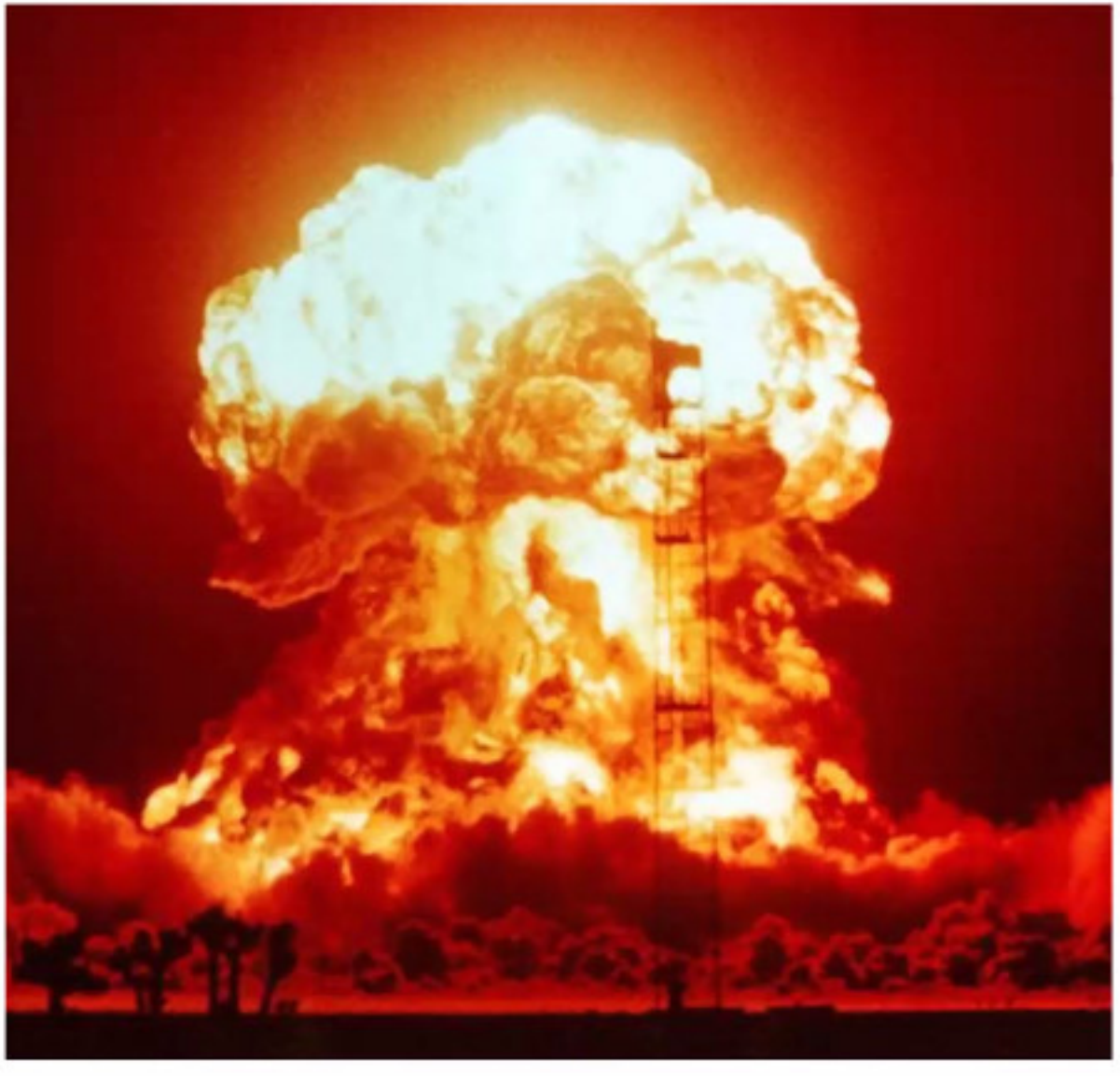
  1 0 0 1
  0 1 0 1
  0 0 1 1
- Notare, peso minimo 2 → codice **(4,3,2)**

Esempio: i repetition codes…



- R3 ("balbettiamo" tre volte)
- **(a) →(a a a)**
- Possiamo usare la matrice generatrice
  1 1 1
- Notare, peso minimo 3 → codice **(3,1,3)**

Vediamo ora i problemi pratici con gli errori...



Gli errori…

- Se non sappiamo nulla degli errori, non c'è molto che possiamo fare
- Ma se conosciamo delle proprietà degli errori, cioè ***se gli errori hanno una struttura***, allora le cose cambiano

I burst

- Nella pratica, in molti casi gli errori non sono del tutto casuali, ma occorrono in ***burst*** ("esplosioni" ravvicinate)

MALE!!!!!

- Questo crea ***problemi mostruosi*** ad ogni codice error-correcting...!!!

E quindi…?

- Potremmo tenerne conto e anzi ***sfruttare la loro struttura*** a nostro vantaggio!
- Come????

Il metodo della matrice invertita (***interleaving***)

Char.	ASCII	Check bits
H	1001000	001100010000
a	1100001	10111001001
m	1101101	11101010101
m	1101101	11101010101
i	1101001	01101011001
n	1101110	01101010110
g	1100111	01111001111
	0100000	10011000000
c	1100011	11111000011
o	1101111	10101011111
d	1100100	11111001100
e	1100101	00111000101

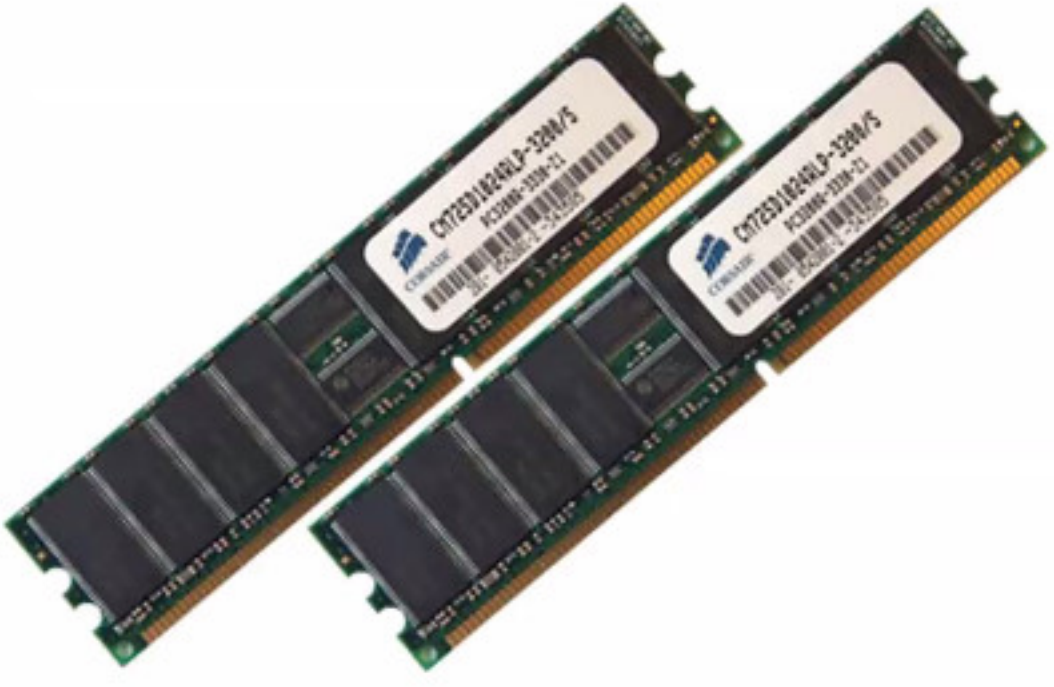
Order of bit transmission

Il nostro computer!

- Nel suo piccolo, c'è anche qui ***comunicazione dei dati*** :
  dal processore alla RAM al disco rigido etc etc
- Però, le componenti sono molto più affidabili che non una rete esterna, quindi non dobbiamo preoccuparci

RAM

- Consideriamo ad esempio la RAM



Unità di misura

- Ci serve un'unità di misura grossetta: ad esempio, il **quadrilione**
- 1000000000000000
- =**10^15**

Dati del nostro computer

- RAM che va a 1600MhZ
- 1Gb di RAM

Dati del nostro computer

- RAM che va a 1600MhZ
- 1Gb di RAM
- Supponiamo, la probabilità di un errore nella RAM sia bassissima: uno ogni ***cento quadrilioni (!)***
- Ogni quanto in media ci sarà un errore?

Dati in RAM

- → un errore ogni

0.08 secondi

(!!!!!!)

E un doppio errore?

- Senza tenere conto dei burst, un doppio errore circa ogni
  8 quadrilioni di secondi (!!)
- →**scelta di design:** se vogliamo migliorare il nostro sistema, dovremmo tenere ***ben conto*** degli errori di ***potenza 1***, e possiamo tralasciare quelli di ***potenza 2***

E per i dischi rigidi?

- La situazione non cambia di molto (fate il conto): l'access rate è di certo molto minore della RAM, ma non di molti ordini di grandezza, il che significa che ci saranno errori in termini di anni invece che di secondi

RAID

Standalone

Cluster

RAID

Hot swap

RAID 0

RAID

RAID 1

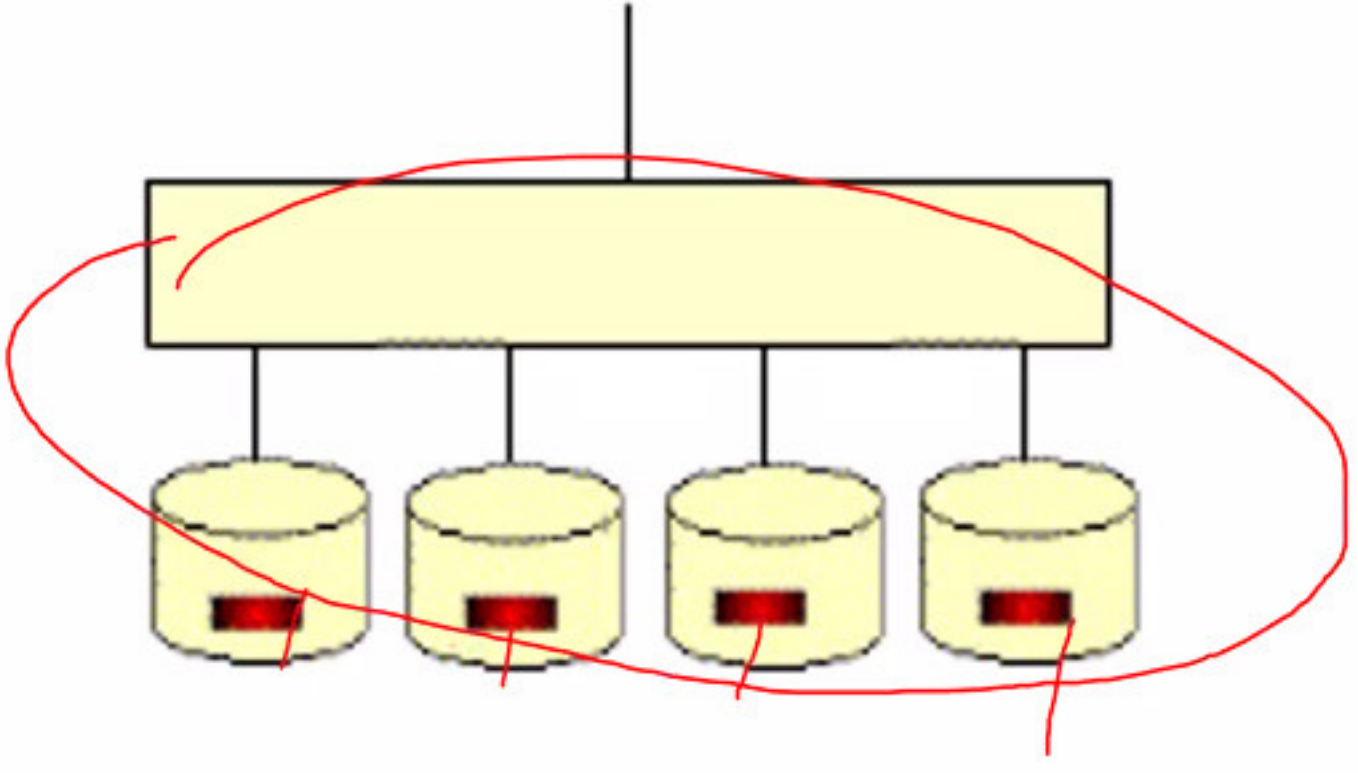
RAID 5

RAID

RAID 0+1

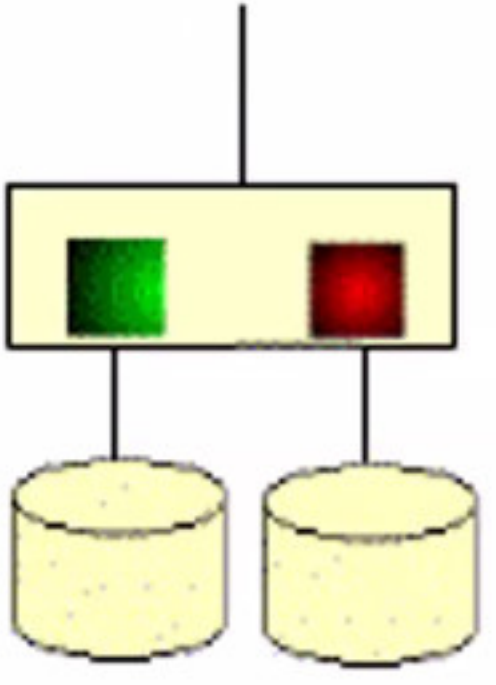
RAID 0

- Overlay (striping), senza codici di errore



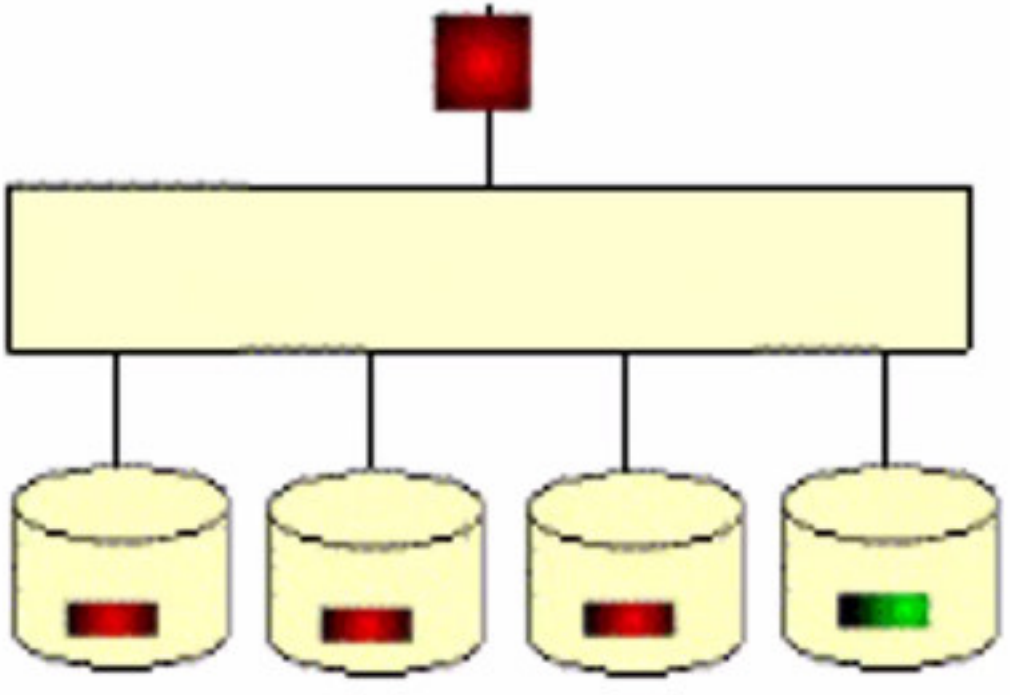
RAID 1

- Il codice R2 (!)



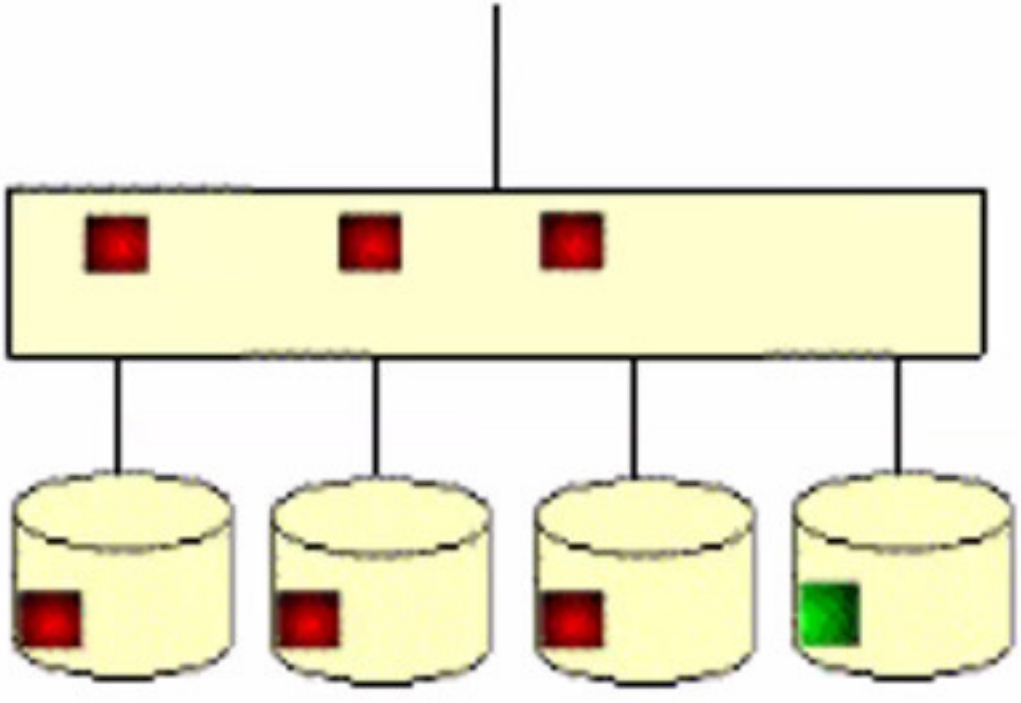
RAID 3

- Overlay con il codice parity

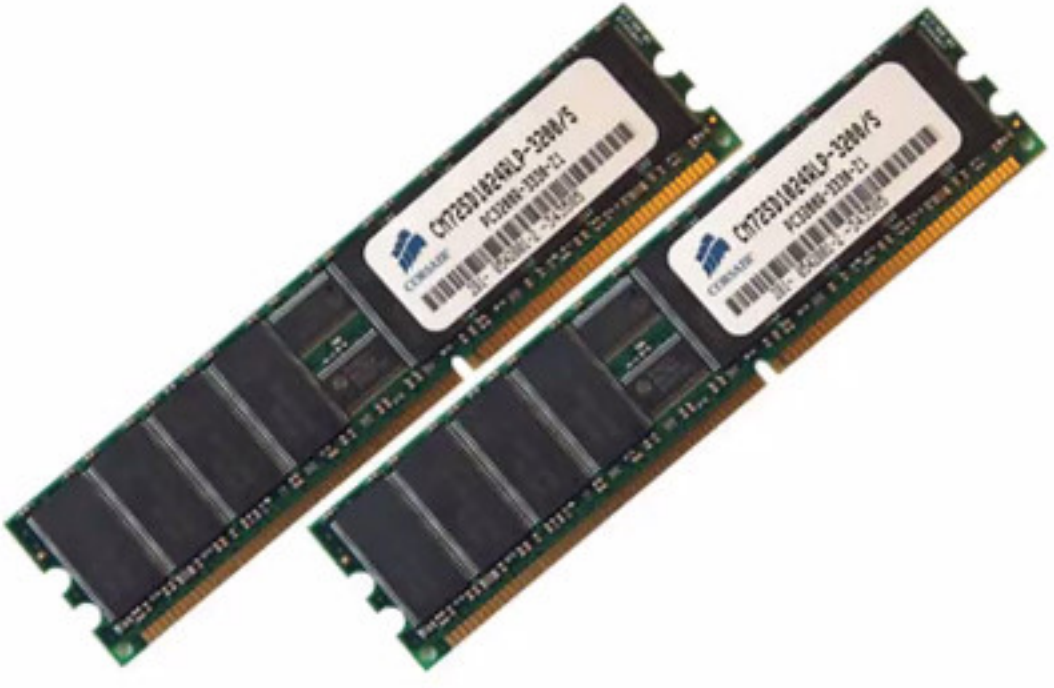


RAID 5

- Codice parity distribuito



E la RAM?



ECC RAM

- Usa un codice di ***error correction***, variante di quello di Hamming, di tipo **(72, 64)**
- Se vi siete mai chiesti ***perché*** le RAM di nuova generazione non andavano più veloci delle vecchie:
  hanno una ***penalità*** dell'**11%**
  (il data rate è l'89%)

SECDED

- Attenzione che la scheda madre deve supportare la funzionalità:
- Anche se trovate scritto nelle specifiche che "supporta le ECC", significa solo che potete usarle, ma NON NECESSARIAMENTE che ci sia error correction
- → deve supportare **SECDED**: **Single Error Correction, Double Error Detection**

Esempio paradossale… le schede di fascia alta… (!)

Altro esempio…

- Le schedine di memoria…
- ECC con Hamming!

Andiamo oltre l'atmosfera...