

# Detecção e Correção de Erros

- Erros de leitura da mídia estão presentes na detecção
  - Ruídos aleatórios, pequenos defeitos na mídia, variação de distância mídia-cabeça
  - Taxa típica de erros nos HD's:  $10^{-7}$  a  $10^{-9}$
- Códigos de correção de erros (ECC)
  - Inclusão de redundância na informação
  - Bits adicionais incluídos após os dados
  - Algoritmos de detecção e correção aplicados

# Detecção e Correção de Erros

- Algoritmo Reed-Solomon
  - Desenvolvido por Irving Reed and Gustave Solomon (1960)
  - Usado na detecção de erros de sinais digitais (armazenamento e transmissão)
  - Pode detectar e corrigir grande número de bits de forma simples e eficiente comparado a outros códigos
  - Necessita do menor número de bits extra para correção de um conjunto de bits de informação

# Detecção e Correção de Erros

- Algoritmo Reed-Solomon
  - Teorema de álgebra linear: conjunto de  $n$  pontos distintos determinam polinômio de grau máximo  $n-1$
  - Baseado na sobre-amostragem de um polinômio construído a partir dos dados binários
  - Livro-código construído a partir de:

$$\mathbf{C} = \{(f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)), f \in F[x], \deg(f) < k\}$$

- Onde:
  - $k$ : número de dados da informação
  - $n$ : número total de dados incluindo ECC

# Detecção e Correção de Erros

- Algoritmo Reed-Solomon
  - Bytes de redundância:  $n - k$
  - Capaz de detectar  $\frac{n - k}{2}$  erros
  - Para cada setor em um HD:
    - $k=512$  Bytes
    - $n=512+48$  Bytes
  - Detecção de até 24 bytes errôneos

# Detecção e Correção de Erros

- Bits adicionais de ECC
  - Calculados pelo controlador de disco
  - Gravados após os dados em cada setor da mídia
  - Compromisso entre:
    - Bits usados para ECC em relação aos bits da informação
    - Capacidade de processamento do controlador
- Análise e correção pelo controlador de disco
  - Detecção do erro
  - Correção Reed-Solomon
  - Releitura do setor caso ainda haja erro

# Detecção e Correção de Erros

- Taxas de erro típicas em HD's:

Tipo de erro	Taxa de erro máx
Sem correção	$10^{-7}$
Correção ECC	$10^{-9}$
Correção após múltiplas leituras	$10^{-12}$
Erros irrecuperáveis	$10^{-14}$
Falhas de correção ECC	$10^{-21}$

# Detecção e Correção de Erros

- Realocação de setores
  - Controlador efetua análise estatística de erros
  - Setores que apresentam erros com frequência são marcados
  - Dados são realocados em regiões reserva da mídia

## Envio de dados ao SMART

- *Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology*
- Se ultrapassar nível especificado de falhas envia informação ao sistema que o HD está no fim de sua vida útil

# HD's de "Estado Sólido" (SSD)

- Baseados em arranjos de memórias *Flash*
- Tendência tecnológica em aplicações sujeitas a condições extremas (temperatura, vibrações)
- Maior velocidade de leitura aleatória
- Maior custo por bit
- Capacidade atual em formato 3,5": 512 GBytes

# HD's de "Estado Sólido" (SSD)



- Aplicações
  - *Laptops*
  - Servidores de alto desempenho
  - Computadores de bordo
  
- <http://www.storagesearch.com/ssd-buyers-guide.html>