

Redes de Interconexão

Tópicos:

- Introdução
- Parâmetros Básicos
- Alternativas de Projeto
- Redes com Topologia Estática

Referência: Almasi & Gottlieb *Highly Parallel Computing* - ch.8, Benjamin Cummings, 1st ed., 1989.

Introdução

- **Escopo de Aplicação:** Sistemas Paralelos (vários processadores)
- **Objetivo:** Interligar os processadores entre si, ou interligar os processadores a módulos de memória
- **Necessidade da Comunicação:** Troca de dados, sincronização, etc.
- **Restrição:** O tempo adicional de processamento devido à comunicação deve *sempre* ser minimizado
- **Rede Ideal:** *all-to-all*; porém, o custo é proibitivo quando o número de processadores não é pequeno

Parâmetros Básicos

- **Latência:** Tempo de envio de um ítem de dado
- **Largura de Faixa (*bandwidth*):** Total de tráfego, por unidade de tempo, que a rede pode suportar
- **Conectividade:** Número de vizinhos imediatos que cada nó possui
- **Custo Físico:** Fração do custo total do sistema correspondente à rede
- **Confiabilidade:** Existência de caminhos redundantes, tolerância a falhas, etc.
- **Funcionalidade:** Funções adicionais implementadas pela rede

Alternativas de Projeto

- **Topologia:**
 - organização lógica
 - estática x dinâmica
- **Modo de Operação:**
 - síncrono x assíncrono
- **Método de Chaveamento:**
 - comutação de circuitos x comutação de pacotes
- **Estratégia de Controle:**
 - centralizado x distribuído

Redes com Topologia Estática

- **Topologia Estática:** Topologia não muda após a construção da rede
- **Áreas de Utilização:** Aplicações nas quais o padrão de comunicação combina bem com a rede
 - Ex: Processamento de Imagens x Rede com grade 2-D
 - ∴ Escopo de aplicação de uma certa rede pode ser limitado
- **Problemas:**
 - Aplicações onde um nó se comunica com muitos outros
 - Aplicações com comunicação não previsível

Topologias Estáticas

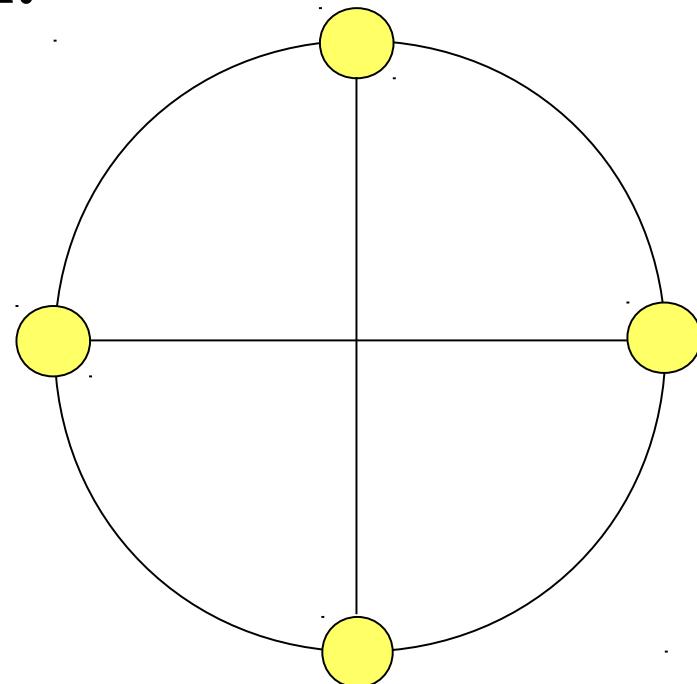
1) Conectividade Completa:

- **Vantagens:**

- Distância mínima entre nós
- Possibilidade de implantar qualquer permutação 1/1
- Roteamento trivial

- **Desvantagens:**

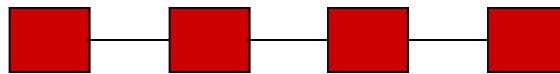
- Número de links: $N(N-1) / 2$
- Conexões em cada nó: $(N-1)$



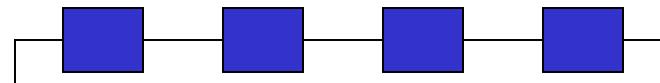
Topologias Estáticas (cont.)

2) Grades e Anéis:

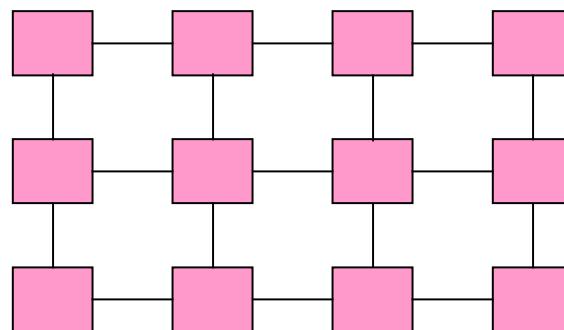
Grade Linear:



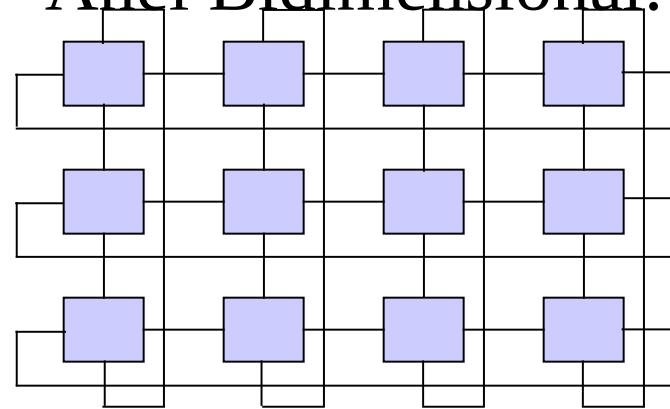
Anel:



Grade Bidimensional:



Anel Bidimensional:



Topologias Estáticas (cont.)

2) Grades e Anéis:

- **Vantagens:**

- Número fixo de conexões em cada nó
- Fácil expansão para mais nós
- Razoável tolerância a falhas num certo link

- **Desvantagem:**

- Distância entre dois dados nós pode ser alta

- **Observações:**

- Em geral, o roteamento é feito em uma dimensão de cada vez
- Em anéis, conexões de bordas podem ser variáveis (programáveis)

Topologias Estáticas (cont.)

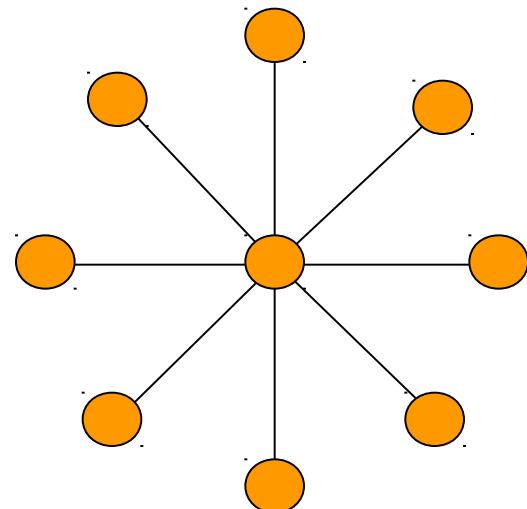
3) Estrela:

- **Vantagens:**

- Apenas uma conexão por nó externo
- Distância máxima entre dois nós é 2
- Número total de conexões é $N-1$
- Roteamento trivial

- **Desvantagens:**

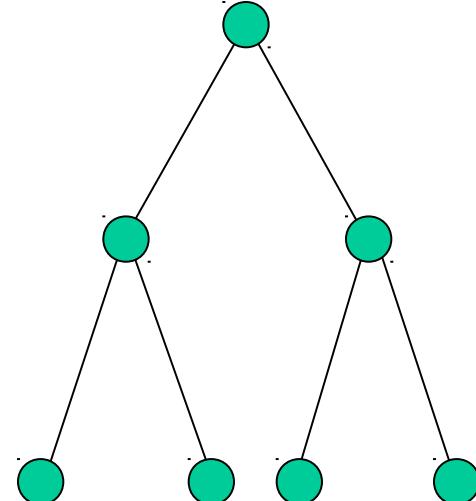
- Nó central é um gargalo ao tráfego
- Aumento do número de nós exige aumento do nó central



Topologias Estáticas (cont.)

4) Árvores Binárias:

- **Vantagens:**
 - Poucas conexões por nó
 - Distância entre dois nós é $O(\log_2 N)$
 - Número total de conexões é $O(N)$
- **Desvantagem:**
 - Pode haver excesso de tráfego nos links superiores

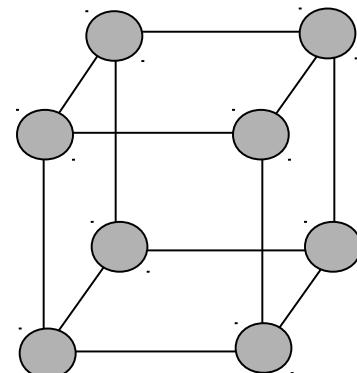


Topologias Estáticas (cont.)

5) Hipercubos

- **Vantagens:**
 - Distância máxima entre dois nós é $\log_2 N$
 - Roteamento simples (uma dimensão por vez)
- **Desvantagens:**
 - Aumento do número de dimensões requer mais conexões em cada nó
 - Número total de conexões é $O(N \log_2 N)$

Caso 3-D:



Topologias Estáticas (cont.)

6) Ciclos Hipercúbicos (*Cube-Connected Cycles*)

- **Idéia:** Variação do hipercubo, tal que o número de conexões por nó independa do número total de nós
- **Vantagens:**
 - Número de conexões por nó é 3
 - Distância máxima entre dois nós é $O(\log_2 N)$
 - Roteamento ainda é simples
- **Desvantagem:**
 - Aumento do número de nós requer aumento de dimensões

Caso 3-D:

