



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale  
2007-2013



Platformă de e-learning și curriculum e-content  
pentru învățământul superior tehnic

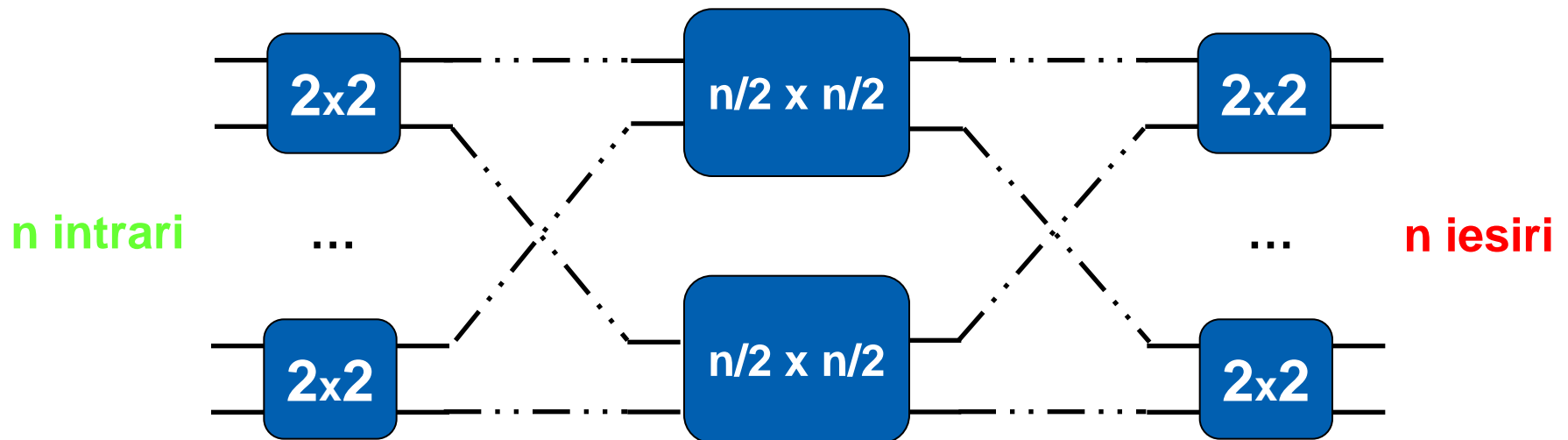
## Arhitectura Sistemelor de Calcul

### 15. Rețele de interconectare între procesoare și memorie



# Retele de Comutare Ierarhice

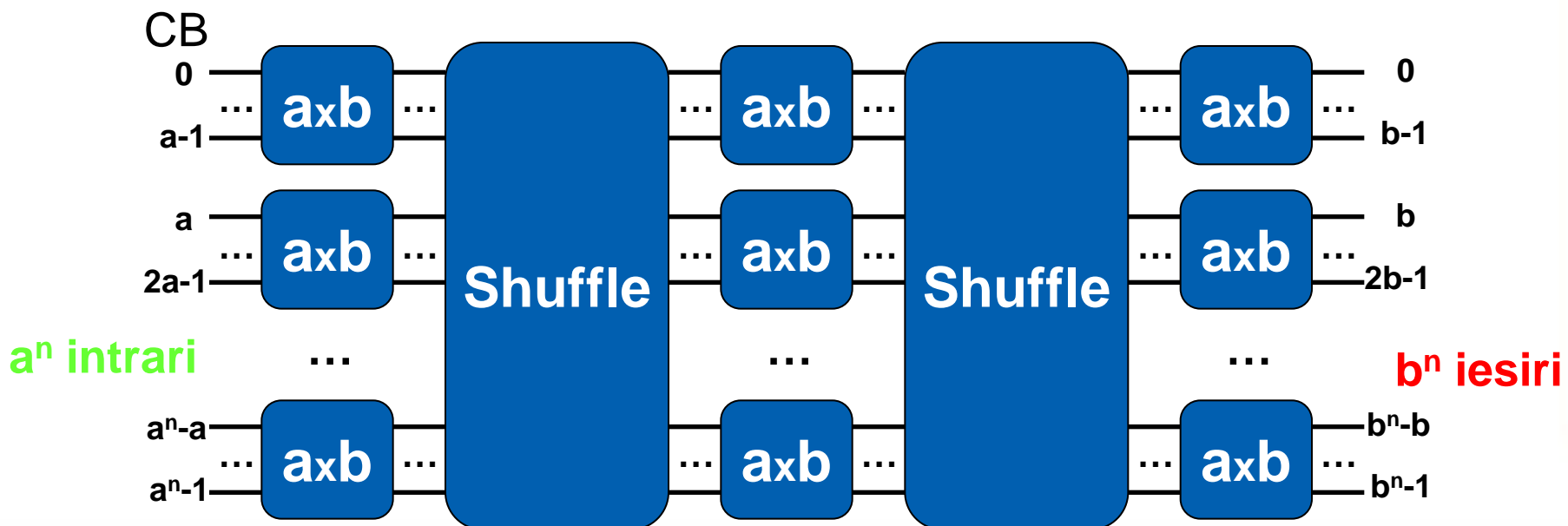
- Realizate din CrossBar-uri de dimensiuni mici asezate pe mai multe nivele de interconectare
  - Crește timpul de întârziere datorită utilizării mai multor module – dar se menține  $\forall$  intrare  $\leftrightarrow$   $\forall$  iesire
- Exemplu – structura Beizer (Benes):
  - Retea  $n \times n$  realizată cu două module  $n/2 \times n/2$  (se pot împărți la rândul lor în subrețele mai mici) și  $4n$  module de tip  $2 \times 2$
  - Complexitatea este de  $(4n \log n - 2n)$





# Retele de Comutare de tip Delta

- Sunt comutatoare ierarhice cu  $a^n$  intrari si  $b^n$  iesiri ce utilizeaza CrossBar-uri (CB)  $axb$  si retele de permutare de tip intercalare perfecta (Shuffle)
- Reteaua Delta are  $n$  nivele ierarhice:
  - Nivelul 0 contine  $a^{n-1}$  CB-uri de tip  $axb$ , pentru a conecta  $a^n$  intrari cu  $a^{n-1}xb$  iesiri
  - Nivelul 1 contine asadar  $a^{n-1}xb$  intrari conducand la  $a^{n-2}xb$  module





# Retele de Comutare de tip Delta

4

- Astfel, in general:
  - Nivelul  $i$  contine  $a^{n-i}b^{i-1}$  module CB de tip  $axb$
- Intreaga retea contine:
  - $(a^n - b^n)/(a - b)$  CB-uri de tip  $axb$  cand  $a \neq b$
  - $nb^{n-1}$  CB-uri de tip  $axb$  cand  $a = b$
- Destinatia este  $D = (d_{n-1} d_{n-2} \dots d_1 d_0)$  cu  $0 \leq d_i < b$
- Cifrele de reprezentare in baza  $b$ , a adresei destinatiei vor controla modulul CB de pe nivelul respectiv ( $d_i$  controleaza CB-ul  $i$ )
- Functia Shuffle-ului este de a interconecta nivelele retelei Delta



# Retele Bazate pe Rutare

5

- Au ca nucleu legaturi directe intre o resursa si cele considerate vecine
- Resursele pot fi distincte dar toate au in comun un router ce se ocupa de comunicarea prin mesaje
- Traditional aceste retele sunt modelate prin grafuri cu urmatoarele proprietati de baza:
  - **Gradul** nodului (al resursei) – defineste numarul de canale de conexiune ale resursei la vecinii sai
  - **Diametrul** – distanta maxima intre doua resurse ale retelei
  - **Regularitatea** – nodurile/resursele care au/nu au acest grad
  - **Simetria** – o retea este simetrica daca “arata la fel” pentru orice nod
- Obs: acest tip de retea nu foloseste comutarea de circuite (CB), ci rutarea – legatura intre noduri/resurse e permisa doar cand este ceruta & permisa



# Retele Bazate pe Rutare – Caracteristici

6

- **Topologia** – definește modul în care nodurile sunt interconectate
- **Rutarea** – stabilește calea de date pe care un mesaj o urmează de la sursă la destinație
- **Comutarea** – mecanismul ce determină cum și când un canal de intrare este conectat la unul de ieșire
- **Obs: trebuie avute în vedere**
  - Alocarea de buffere
  - Controlul fluxului de date



# Retele Bazate pe Rutare – Topologii

7

- Topologii ortogonale:
  - Nodurile sunt aranjate intr-un spatiu n-dimensional ortogonal
  - Fiecare legatura produce o deplasare intr-o singura dimensiune
- Topologii strict ortogonale (mai interesante):
  - Fiecare nod are cel putin o legatura in fiecare dimensiune
  - Trecerea intr-o noua dimensiune se poate face din orice nod
  - Rutarea e mai simpla si implementarea HW e mai eficienta
  - Nodurile pot fi numerotate folosind coordonatele lor in spatiul n-dimensional
  - Procesul de rutare se face pe baza diferentei intre coordonate
  - Obs: Distanța dintre noduri poate fi calculata direct folosind adresele nodurilor respective

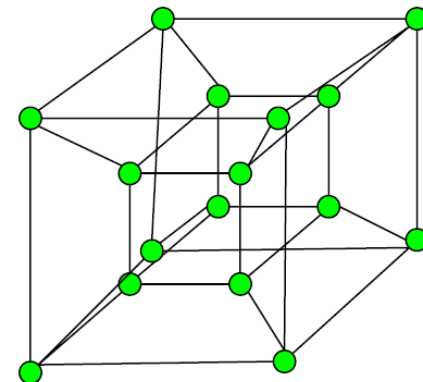
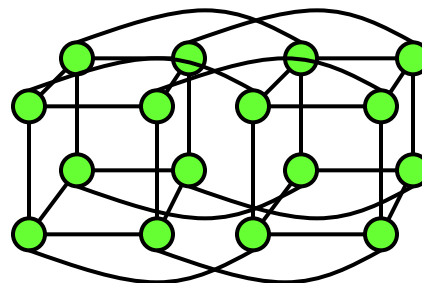


# Retele Bazate pe Rutare – Topologii

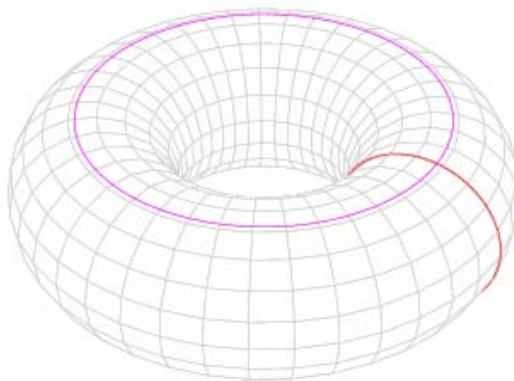
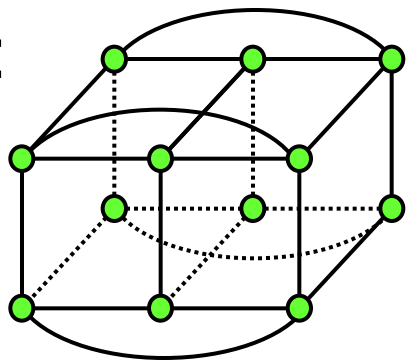
8

- **Hipercub:**

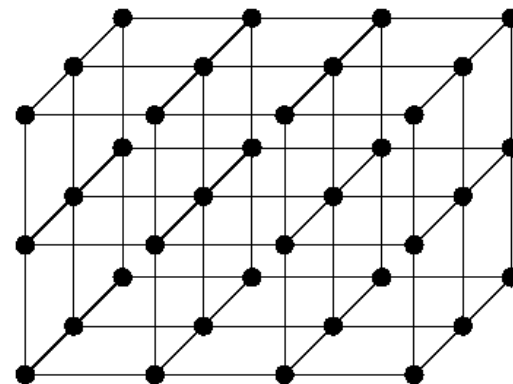
- 2 cuburi unul intr-altul
- Din orice nod se poate ajunge pe orice nivel
- Se poate optimiza drumul



- **Tor:**



- **Plasa n-dimensionala:**

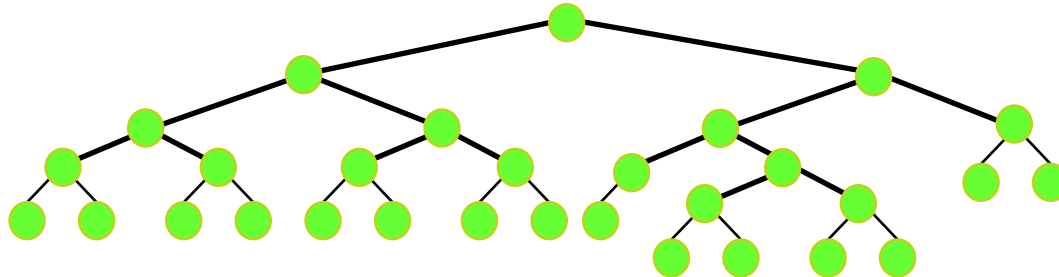






# Retele de Tip Arbore

- Sunt un alt tip de rețele de comutare



- Nu e neaparat necesar sa fie arbori binari!
- Fiecare nod al arborelui poate avea la randul sau un subarbore – subarbori multiplii
- Similar – la structurile cu hipercub, fiecare nod poate fi inlocuit cu un nou cub!
- Exista mai multe cai posibile pentru mesaje – totdeauna se cauta drumul de lungime minima