

# 2.5D Network on Chip Router

Νίκος Χαραλάμπους

ΤΗΜΜΥ ΑΠΘ

17 Δεκεμβρίου 2025

# Περιεχόμενα

- 1 Συζητήθηκαν Προηγουμένως
- 2 Επιλογές Τλοποίησης
- 3 Arbitration (Διαιτησία)
  - Εισαγωγή
  - Είδη Δικαιοσύνης (Fairness)
  - Διαιτητής Προκαθορισμένης Προτεραιότητας
  - Επαναληπτικοί Διαιτητές Μεταβλητής Προτεραιότητας
- 4 Τέλος

# Συζητήθηκαν Προηγουμένως

- Διαχείριση Flit και Credit

- ① Ξεχωριστές Ζεύξεις
- ② Κωδικοποίηση σε επίπεδο Phit
- ③ 'Piggybacking'

- Στοιχεία Ροής Δεδομένων ενός Router

- ① Διαμέριση των Buffers
- ② Δομές των Buffers
- ③ Μεταγωγείς (Switches)
  - Bus Switch
  - Crossbar Switch

# Επιλογές Τλοποίησης

## Τοπολογία

- Προτιμάται η τοπολογία **πλέγματος** ( $4 \times 4$  mesh)
- **Θύρες (Ports)** : 5 (N,W,E,S,Local)

## Δρομολόγηση (Routing)

- Minimal Adaptive Routing
- XY Routing στα εικονικά κανάλια διαφυγής
- Αλγορίθμική Δρομολόγηση
- Πρωτόκολλο Duato

## Flow Control

- Virtual-Channel Flow Control (π.χ. 2 VCs - 4 flit buffers)
- Credit-Based Backpressure Mechanism

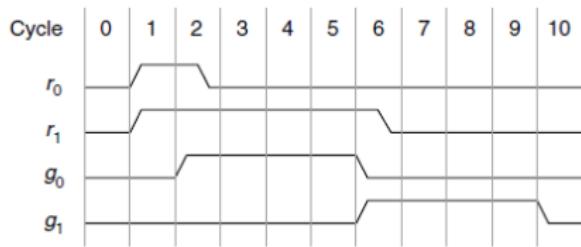
# Πρόσθετες Επιλογές Υλοποίησης

- ① Συντηρητική επαναδέσμευση εικονικού καναλιού
- ② Ξεχωριστές ζεύξεις ανάμεσα σε credits και flits
- ③ Ξεχωριστοί κυκλικοί buffers ανά εικονικό κανάλι
- ④  $5 \times 5$  Crossbar με Separable Switch Allocator (Speedup = 1), με προοπτική επέκτασης
- ⑤ Πιθανή χρήση Speculation (αξιολόγηση κατά την υλοποίηση)
- ⑥ Round-Robin Arbitration

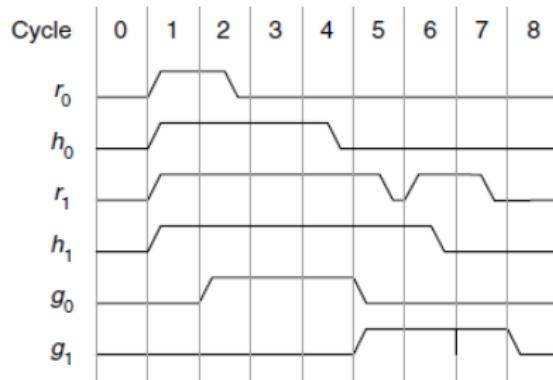
# Arbitration (Διαιτησία)

## Ορισμός

Οποτεδήποτε ένας πόρος μοιράζεται ανάμεσα σε **πολλαπλούς χρήστες**, ένας 'διαιτητής' είναι απαραίτητος για την ανάθεση πρόσβασης στον πόρο αυτό, σε έναν και μοναδικό χρήστη κάθε φορά.



**Σχήμα:** Χρονισμός διαιτησίας προκαθορισμένης συγκράτησης



**Σχήμα:** Χρονισμός διαιτησίας Μη προκαθορισμένης συγκράτησης

# Είδη Δικαιοσύνης (Fairness)

## Ασθενής Δικαιοσύνη

Κάθε αίτημα **σίγουρα (κάποια στιγμή)** ικανοποιείται.

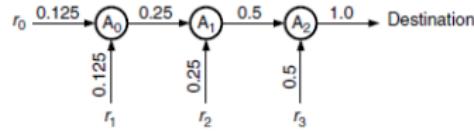
## Ισχυρή Δικαιοσύνη

Κάθε αίτημα ικανοποιείται με μια **συγκεκριμένη συχνότητα**.

- Λειτουργία με **βάρη** (weighted fairness)

## FIFO Δικαιοσύνη

Κάθε αίτημα εξυπηρετείται **σειριακά**.

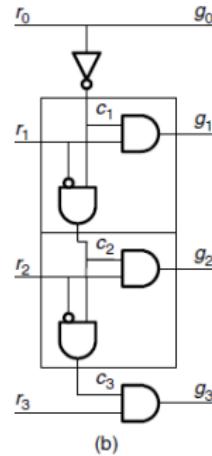
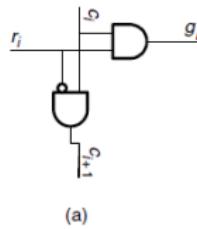


**Σχήμα:** Τοπικά αλλά ΟΧΙ Καθολικά Ισχυρή δικαιοσύνη

# Διαιτητής Προκαθορισμένης Προτεραιότητας

Στοιχεία

Δεν είναι δίκαιος ούτε υπό την ασθενή έννοια.

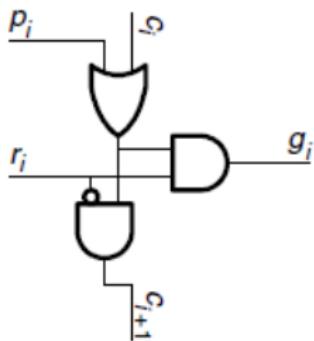


**Σχήμα:** Κελί  
1-bit  
επαναληπτικού  
διαιτητή

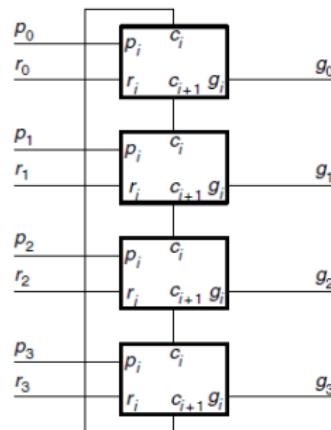
**Σχήμα:**  
Διαιτητής 4-bit

# Επαναληπτικοί Διαιτητές Μεταβλητής Προτεραιότητας

- Εισάγουμε ένα σήμα  $p_i$ , για την επιλογή εισόδου υψηλότερης προτεραιότητας σε κυκλική αλυσίδα.



(a)



(b)

**Σχήμα:** 1 κομμάτι του Διαιτητή

**Σχήμα: Διαιτητής Μεταβλητής Προτεραιότητας**

# Αυθαίρετοι Διαιτητές (Oblivious Arbiters)

## Ορισμός

Όταν το σήμα  $p$  δημιουργείται χωρίς να λαμβάνει υπόψη τα αιτήματα ή τις εγκρίσεις ( $r_i$  ή  $g_i$ ), αυτό οδηγεί σε έναν **αυθαίρετο διαιτητή**.

## Παράδειγμα

- **Κυκλικά** μεταβαλλόμενο διάνυσμα  $p$  ανά κύκλο.
- **Τυχαία** μεταβαλλόμενο διάνυσμα  $p$  ανά κύκλο.

## Μειονέκτημα

Δεν είναι δίκαιοι υπό την ισχυρή έννοια.

- π.χ. Όταν υπάρχουν 2 διαδοχικοί αιτούντες και όλοι οι υπόλοιποι δεν αιτούνται, τότε ο 1ος σε σειρά κερδίζει  $n - 1$  φορές σε σχέση με τον 2ο που κερδίζει μόνο για  $p = 2$
- Λύση με Round-Robin Arbiters

# Διαιτητές Round-Robin

## Στοιχεία

Ένας round-robin διαιτητής λειτουργεί στη βάση ότι το **τελευταία ικανοποιημένο αίτημα** θα έχει τη μικρότερη προτεραιότητα στον επόμενο γύρο.

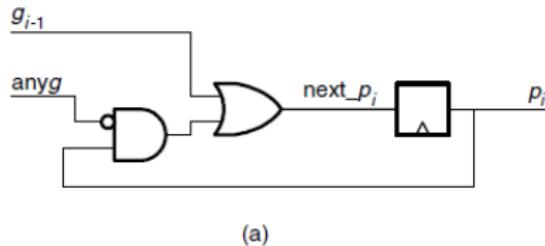
## Ιδιότητες

- Δημιουργεί το **επόμενο διάνυσμα p**, μέσω του **τρέχοντος διανύσματος g**
- Επιδεικνύει **ισχυρή δικαιοσύνη**
- Σε Verilog, ο κώδικας είναι :

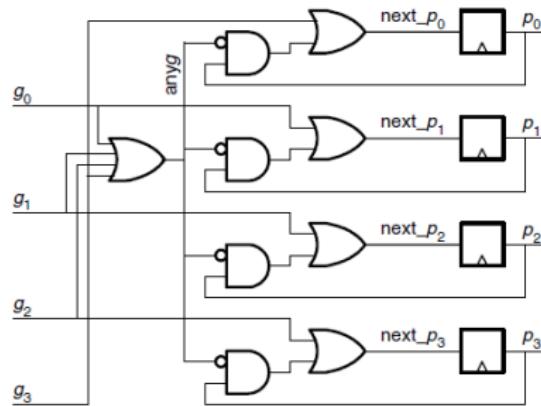
```
assign next_p = |g ? {g[n-2:0],g[n-1]} : p;
```

# Διαιτητές Round-Robin

- Το επόμενο από το εξυπηρετούμενο αίτημα θα έχει την υψηλότερη προτεραιότητα, ενώ το τρέχον θα έχει τη χαμηλότερη.



(a)



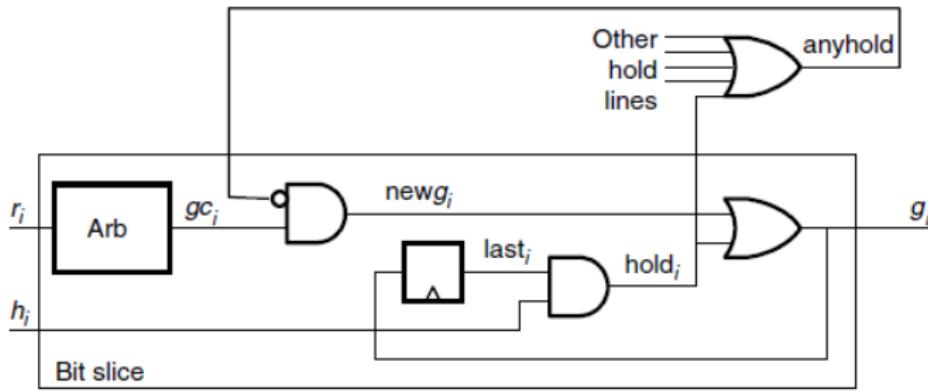
(b)

Σχήμα: 1 κομμάτι του διαιτητή

Σχήμα: Διαιτητής Round-Robin

# Κύκλωμα Συγκράτησης Επίτρεψης

- Για συγκράτηση πολλαπλών κύκλων, υλοποιείται το παρακάτω κύκλωμα:



Σχήμα: Κύκλωμα Συγκράτησης Επίτρεψης

Τέλος

Ευχαριστώ για την προσοχή σας !

Ερωτήσεις: