



# Μεταγωγείς Banyan

---

## Κεφάλαιο 5



# Γενικά

---

- Στόχος: δημιουργία πολυεπίπεδων μεταγωγέων που δεν παρουσιάζουν συγκρούσεις στο εσωτερικό τους (non blocking)
- Μικρότερος αριθμός συνδέσεων σε σχέση με μεταγωγείς Crossbar
- Πρόταση:
  - Δίκτυα Banyan
  - Δίκτυα Shuffle-exchange
- Εύκολη και οικονομική υλοποίηση

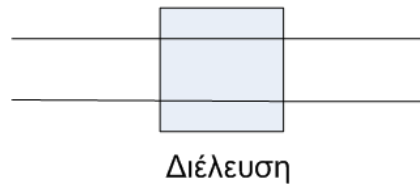


# Πολυεπίπεδο δέντρο 1 προς 8

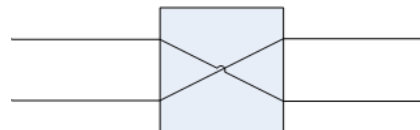
Δένδρο με:

- Ρίζα την είσοδο
- Φύλλα τις εξόδους

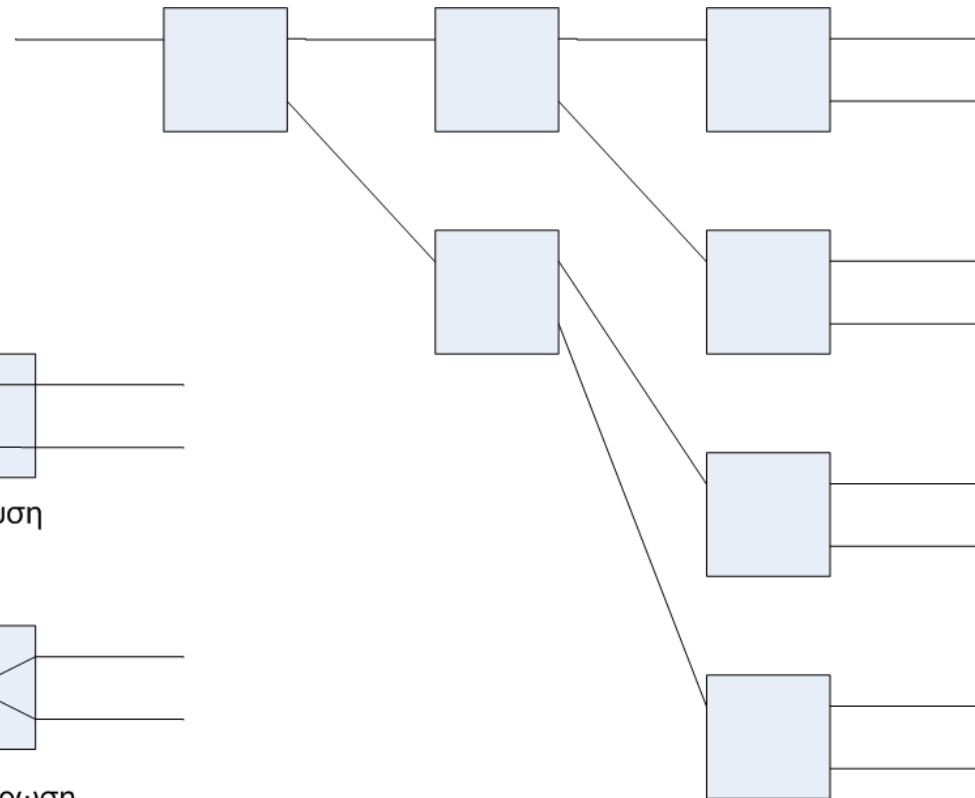
Συνδυασμός εισόδων  
δημιουργεί δάσος



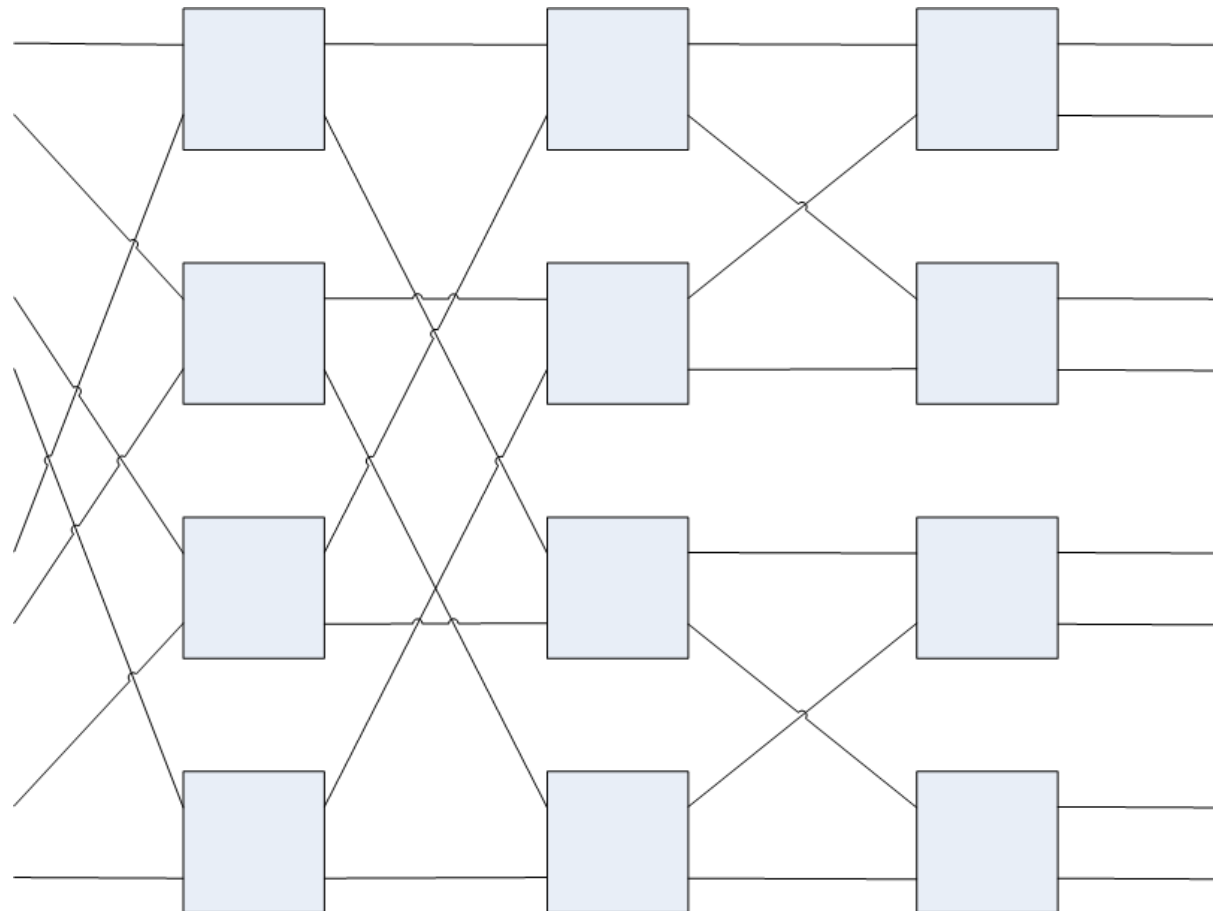
Διέλευση



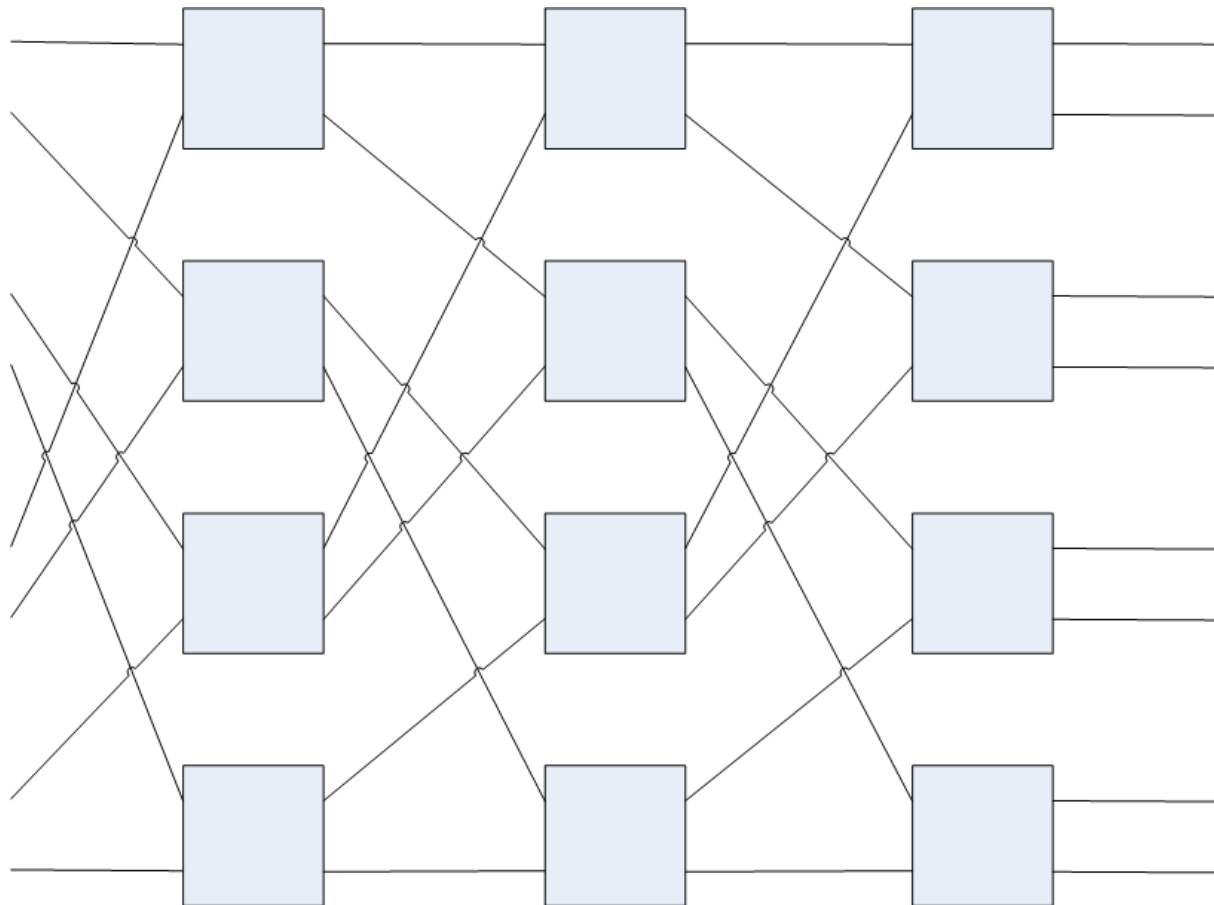
Διασταύρωση



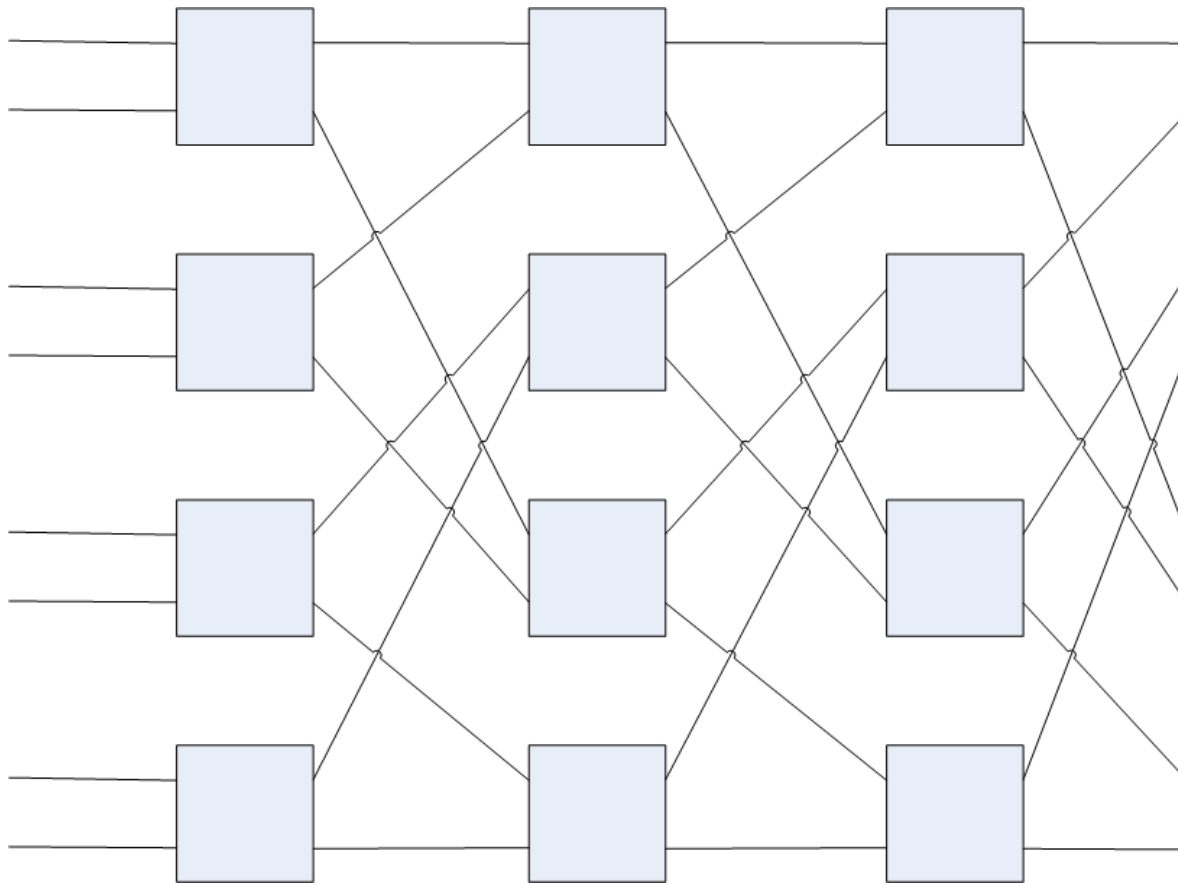
# Narrow sense δίκτυο



# Shuffle exchange Δίκτυο

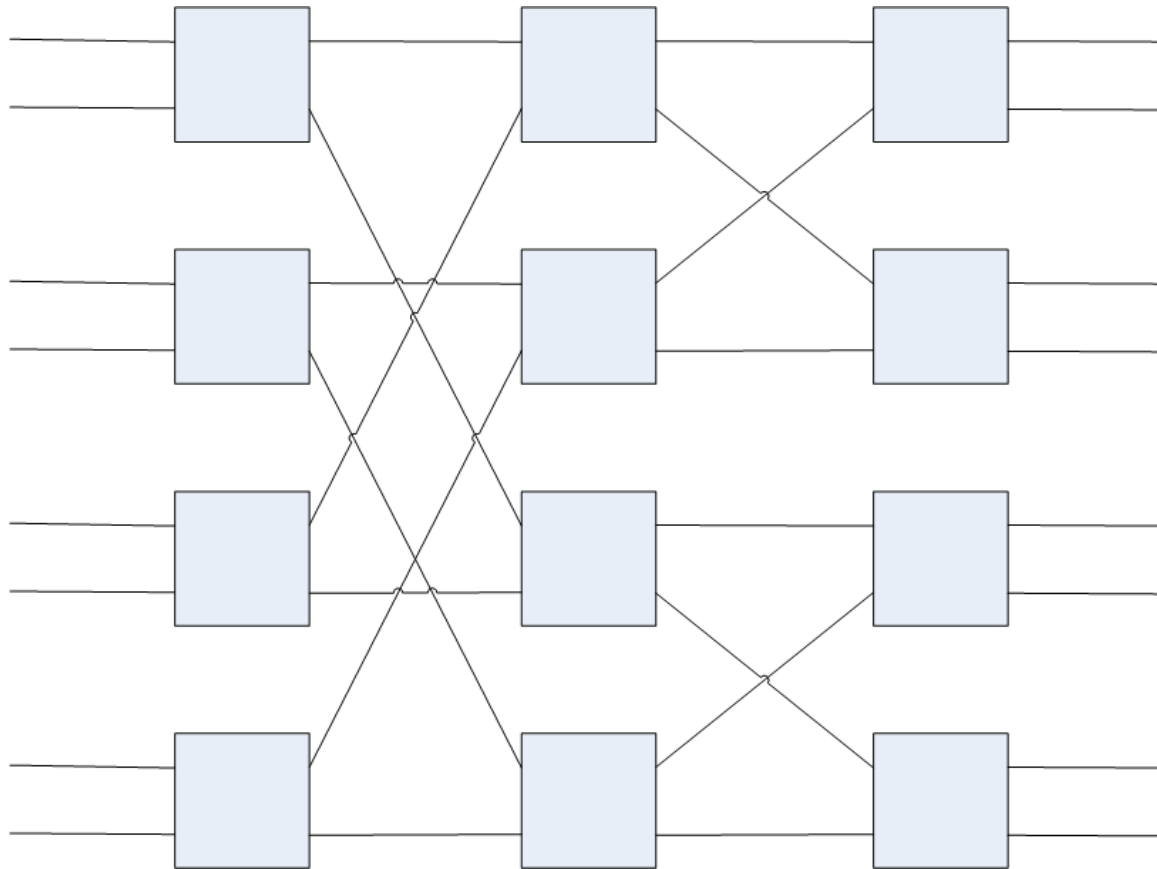


# Αντίστροφο Shuffle exchange Δίκτυο





# Shuffle-exchange Δίκτυο





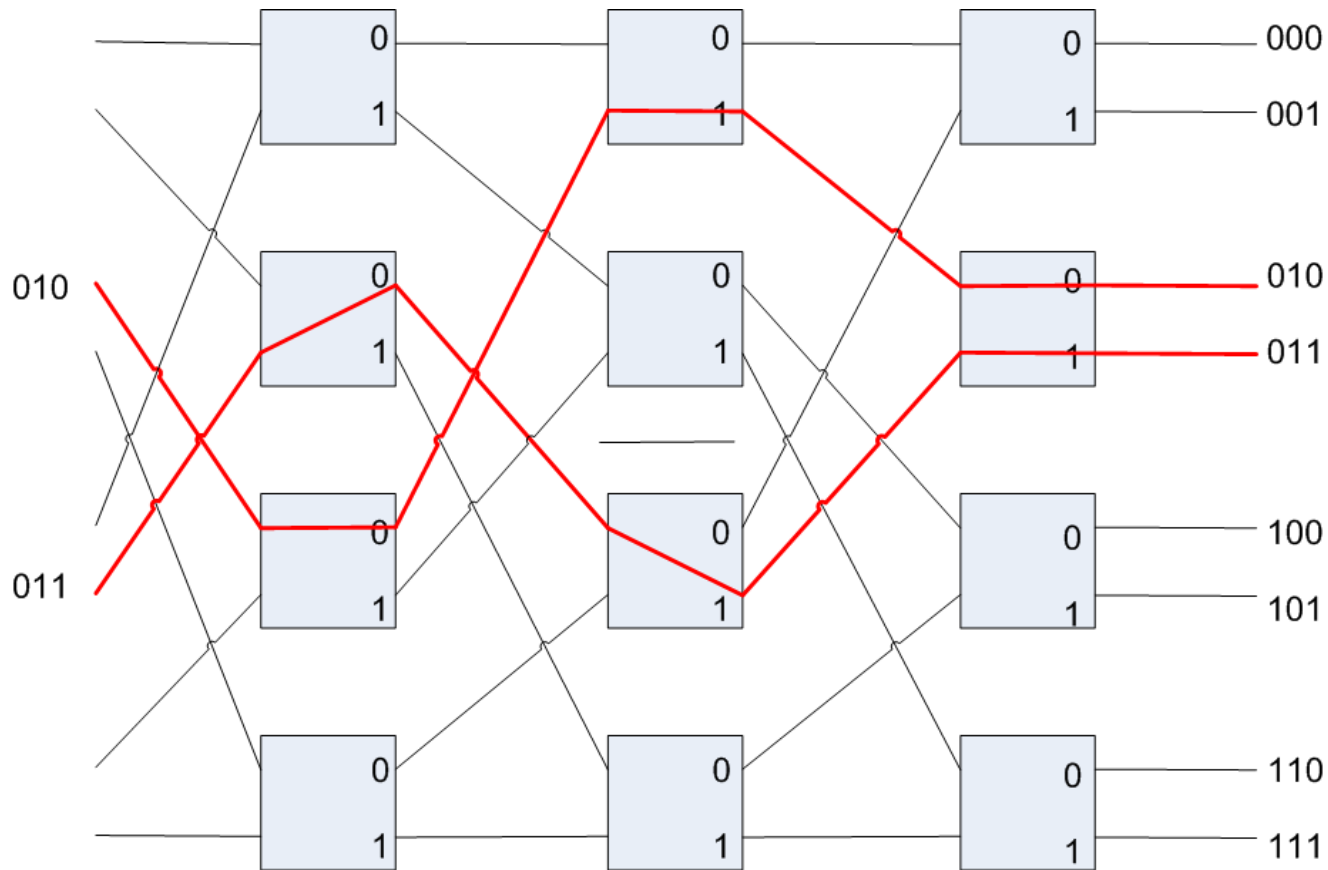
# Κοινές ιδιότητες δικτύων Banyan

- Αποτελούνται από  $\log_k N$  βαθμίδες με  $N/k$  στοιχεία μεταγωγής τύπου  $k \times k$  ανά βαθμίδα, όπου  $N$  ο αριθμός εισόδων του συστήματος και  $K$  ο αριθμός εισόδων του στοιχείου μεταγωγής. Συνολικός αριθμός επαφών =  $k^2 \times (N/k) \times \log_k N$
- Έχουν τη δυνατότητα της αυτοδρομολόγησης, λόγω της ύπαρξης μίας μοναδική διαδρομή που συνδέει μία είσοδο με μία έξοδο
- Είναι εύκολα αναβαθμίσιμα (scalable), λόγω της δομής τους, χωρίς την ανάγκη μετατροπών στη λογική τους (δομή ιδιαίτερα διαδεδομένη στα συστήματα VLSI)

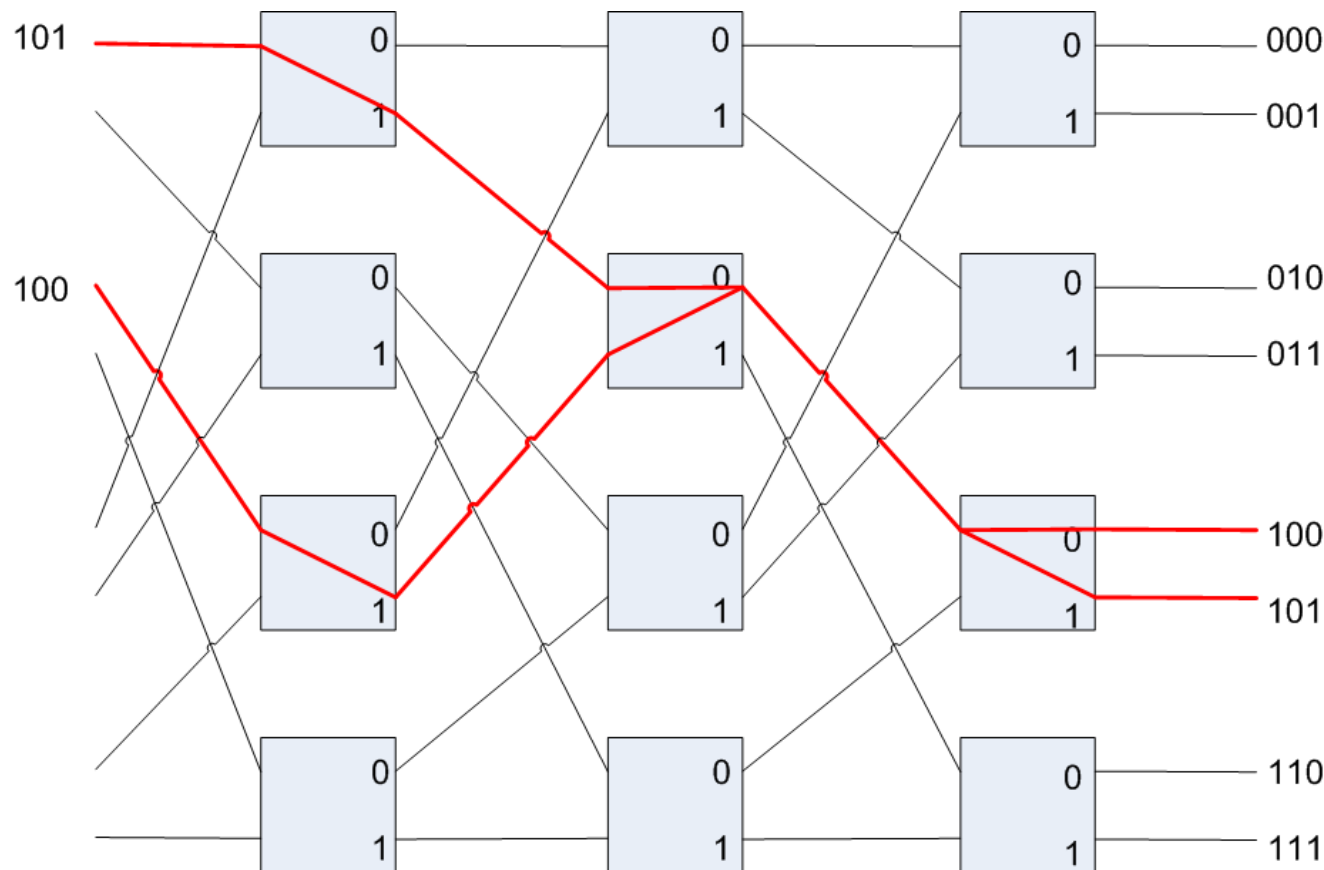




# Δρομολόγηση σε 8 x 8 Banyan δίκτυο

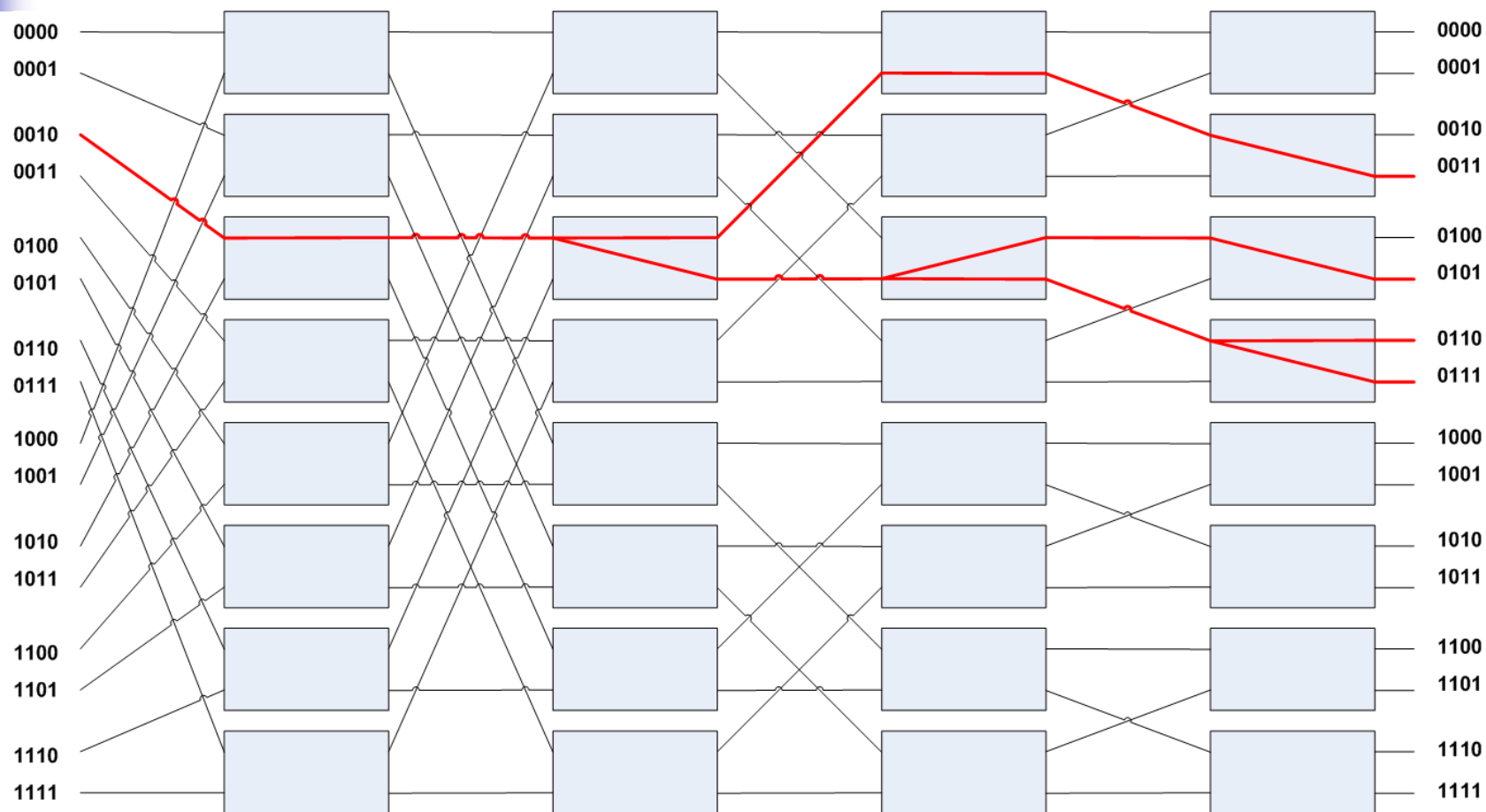


# Εσωτερικό μπλοκάρισμα σε 8 x 8 Banyan δίκτυο



# Γενικευμένος Μονοψήφιος Αλγόριθμος Αυτοδρομολόγησης

Διευθύνσεις  
Προορισμού  
A→  
0011  
0101  
0110  
0111



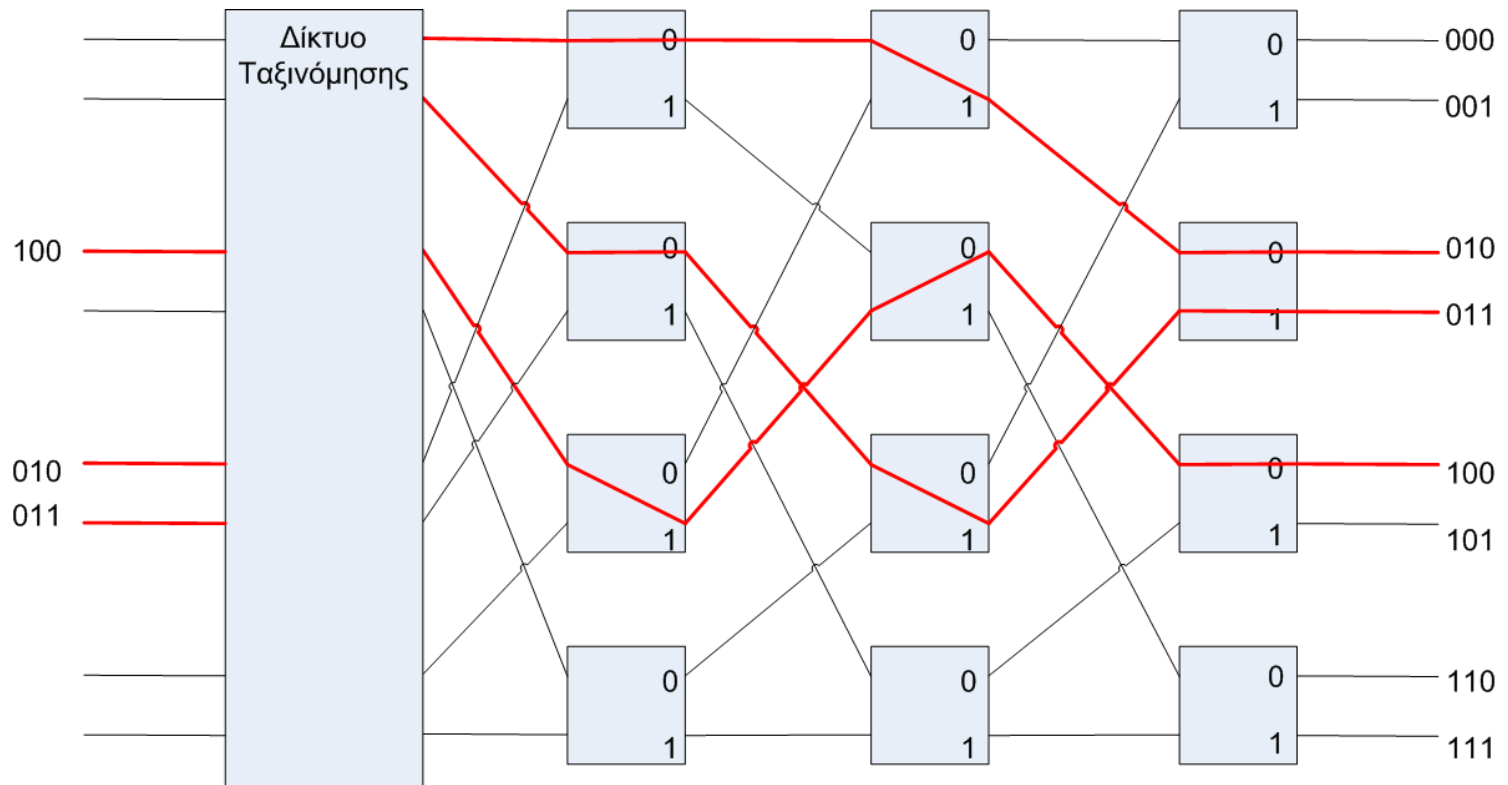


# Αποφυγή φραγής εσωτερικού διαύλου σε δίκτυα Banyan

---

- Για να αποφευχθεί η φραγή εσωτερικού διαύλου, πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:
  - Να μην υπάρχει ανενεργή είσοδος μεταξύ δύο ενεργών εισόδων
  - Οι διευθύνσεις προορισμού των πακέτων στις εισόδους να βρίσκονται σε αύξουσα ή φθίνουσα σειρά
- Μια τεχνική λύση είναι η ταξινόμηση των πακέτων σύμφωνα με τη διεύθυνση προορισμού τους, με χρήση ενός δικτύου ταξινόμησης πριν την εισαγωγή τους στο δίκτυο Banyan

# Ταξινομημένο Banyan Δίκτυο





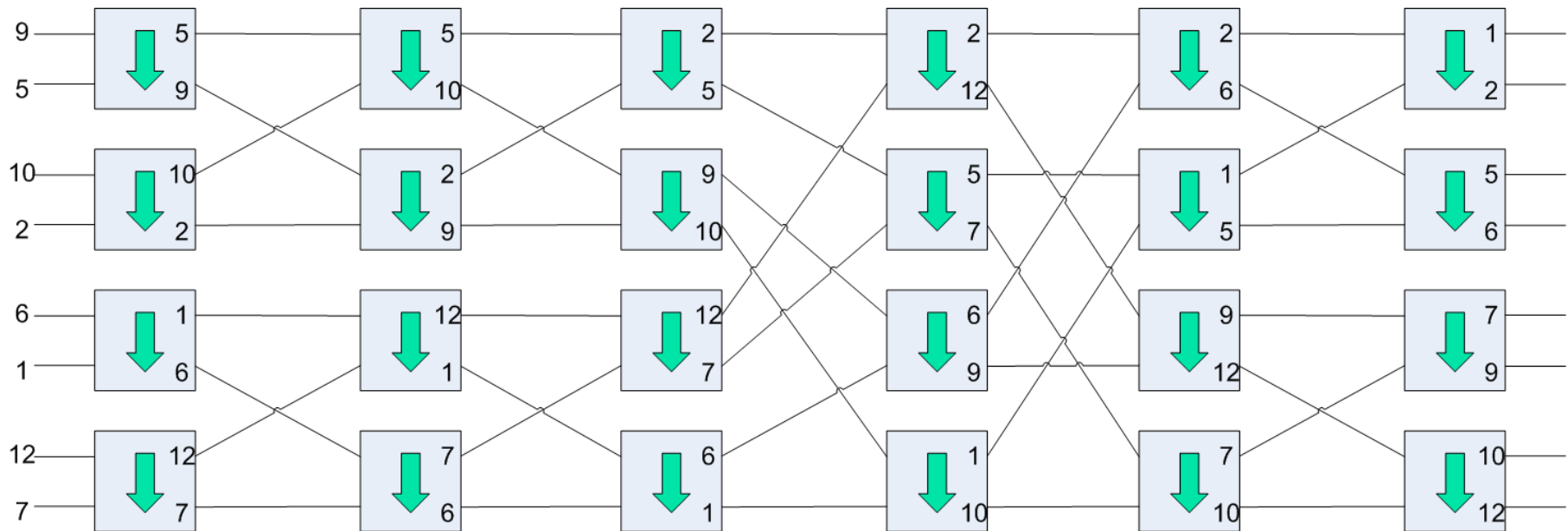
# Δίκτυα ομαδικής ταξινόμησης

---

- Ένα δίκτυο ταξινόμησης αποτελείται από μία σειρά βαθμίδων από στοιχεία ταξινόμησης  $2 \times 2$ , με δομή όμοια με αυτή των δικτύων Banyan
- Ταξινόμηση των πακέτων σε αύξουσα σειρά στις εισόδους, υπό την προϋπόθεση ότι οι διευθύνσεις προορισμού των πακέτων στις αρχικές μισές εισόδους βρίσκονται σε αύξουσα σειρά, ενώ στις υπόλοιπες σε φθίνουσα.
- Χρησιμοποιεί μια ακολουθία από δίκτυα συγχώνευσης
- Αποτελείται από  $1 + 2 + \log_2 N = (\log_2 N)(\log_2 N + 1)/2$  βαθμίδες και από  $(N \log_2 N)(\log_2 N + 1)/4$  στοιχεία ταξινόμησης

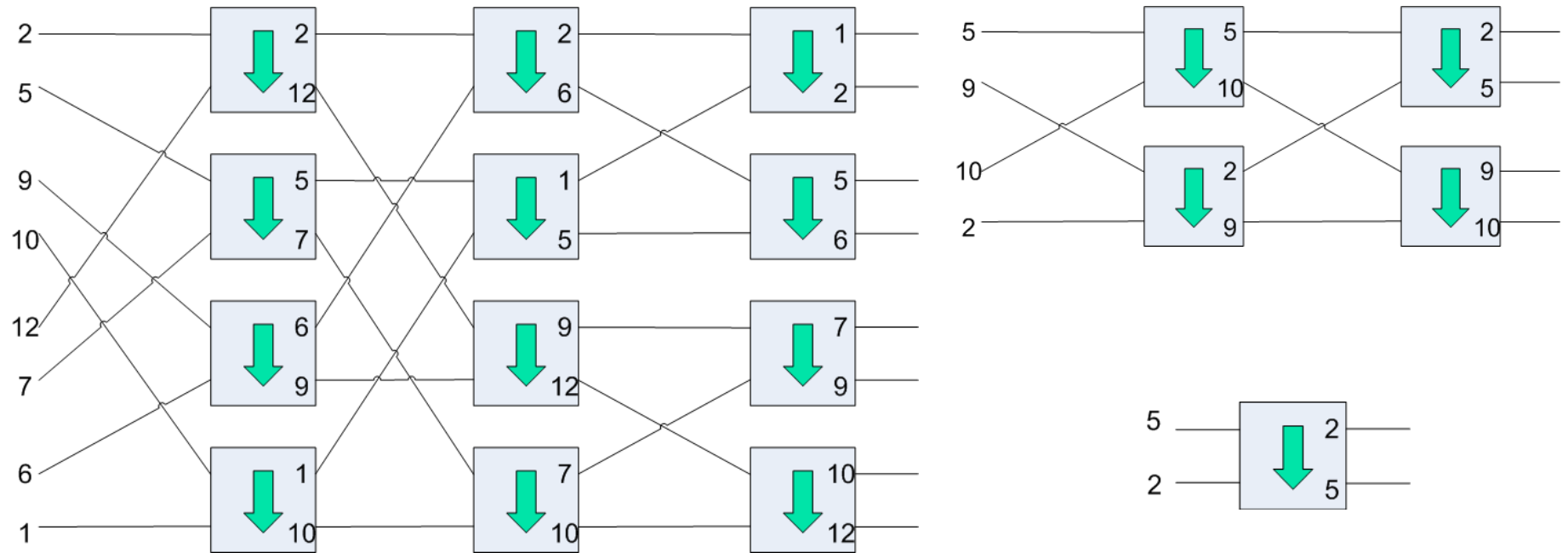
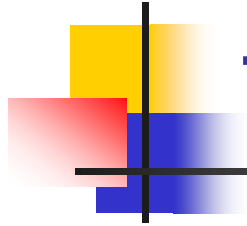


# Δομή δικτύου ομαδικής ταξινόμησης



Δίκτυο ομαδικής ταξινόμησης

# Δομή δικτύου ομαδικής ταξινόμησης



Αντίστοιχα δίκτυα συγχώνευσης

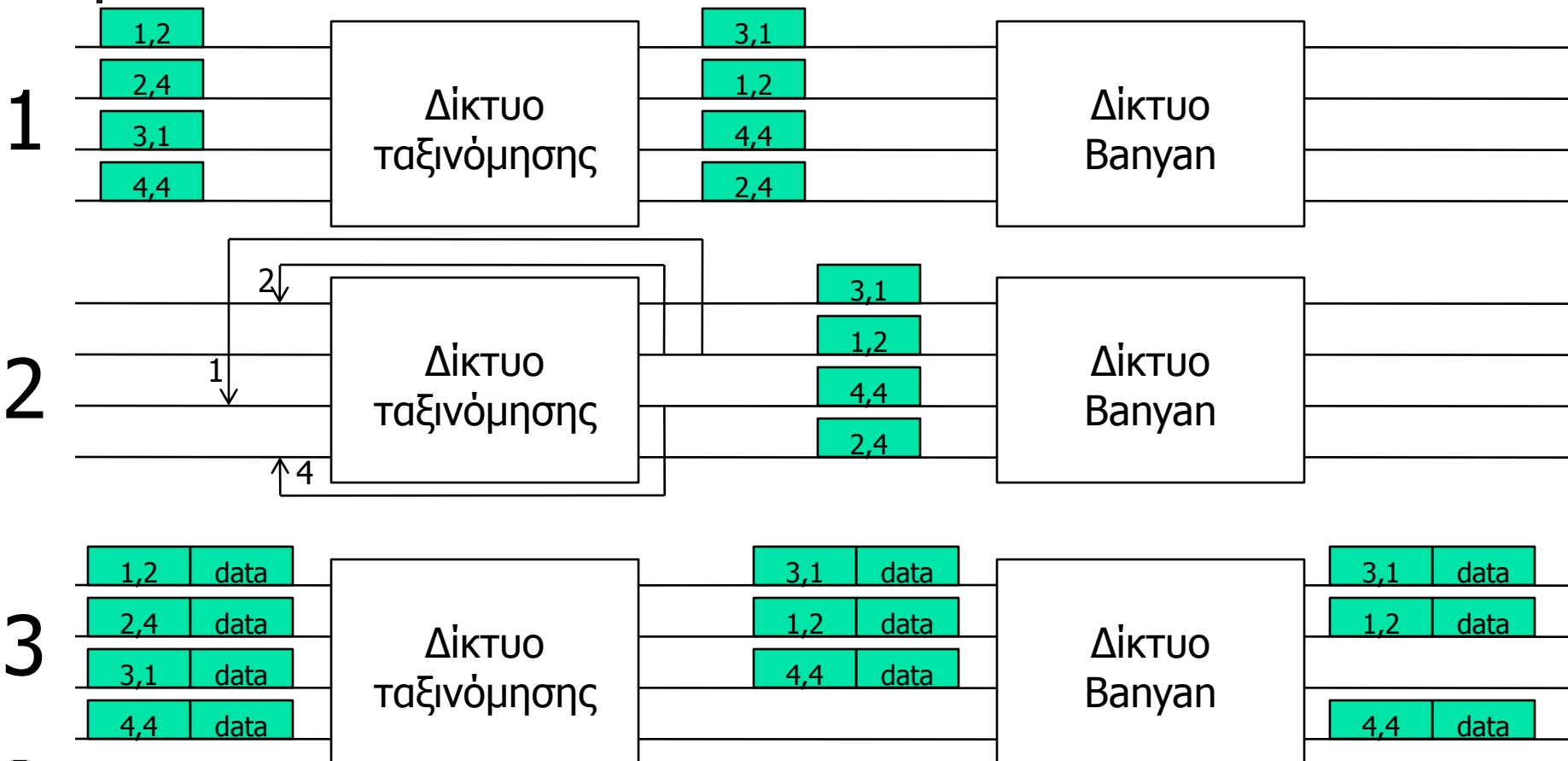


# Διευθέτηση ανταγωνισμού στις εξόδους

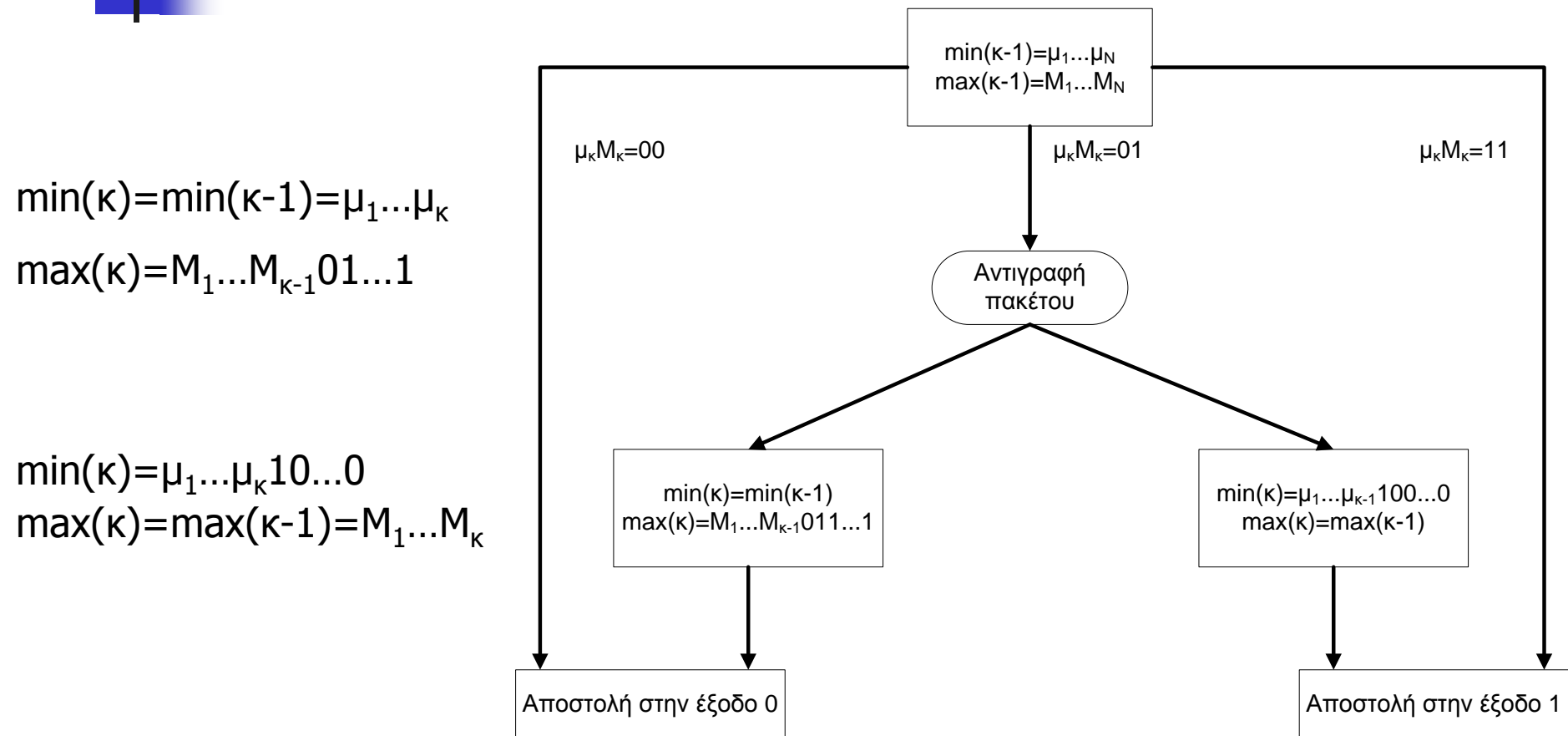
- Αλγόριθμος τριών φάσεων: λύση ανταγωνισμού στις εξόδους σε μεταγωγέα Banyan
  - 1<sup>η</sup> φάση: Κάθε είσοδος  $i$  στέλνει μήνυμα αίτησης στο δίκτυο ταξινόμησης το οποίο αποτελείται μόνο από το ζευγάρι πηγή-προορισμός. Το δίκτυο ταξινομεί τις αιτήσεις σε λίστα με φθίνουσα σειρά, βάση της διεύθυνσης προορισμού τους
  - 2<sup>η</sup> φάση: Οι δεκτές αιτήσεις προκαλούν την αποστολή μηνύματος επιβεβαίωσης στις εισόδους μέσω δικτύου ανατροφοδότησης που αποτελείται από  $N$  σταθερές συνδέσεις μεταξύ των εξόδων και των αντίστοιχων εισόδων. Κάθε μήνυμα επιβεβαίωσης περιέχει τον αριθμό της εισόδου που επιλέχθηκε
  - 3<sup>η</sup> φάση: Κάθε είσοδος που έχει επιλεγθεί, μεταδίδει το πακέτο στην αντίστοιχη έξοδο μέσω του δικτύου Banyan με ταξινόμηση



# Αλγόριθμος τριών φάσεων

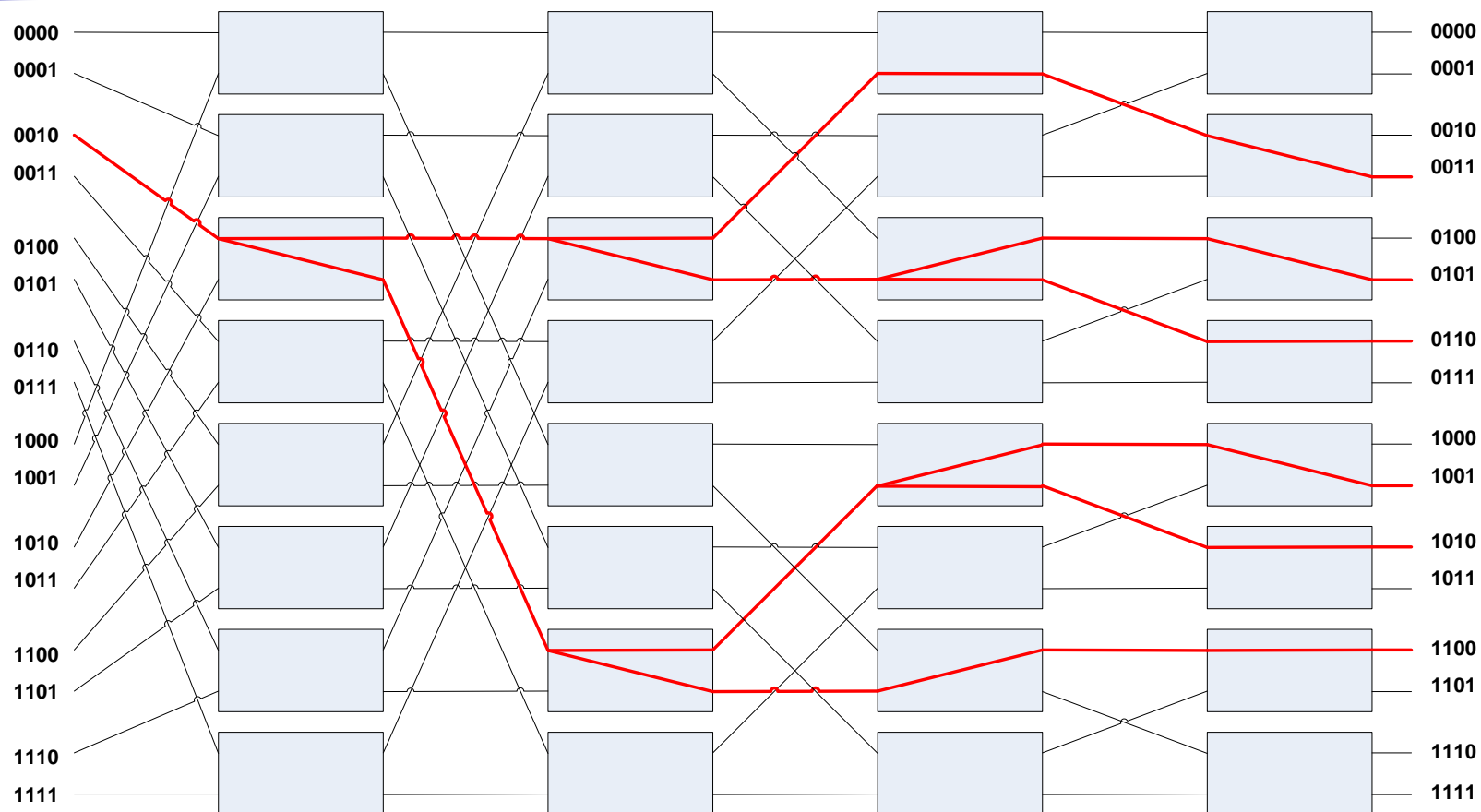


# Αλγόριθμος Διαχωρισμού Δυαδικών Διαστημάτων

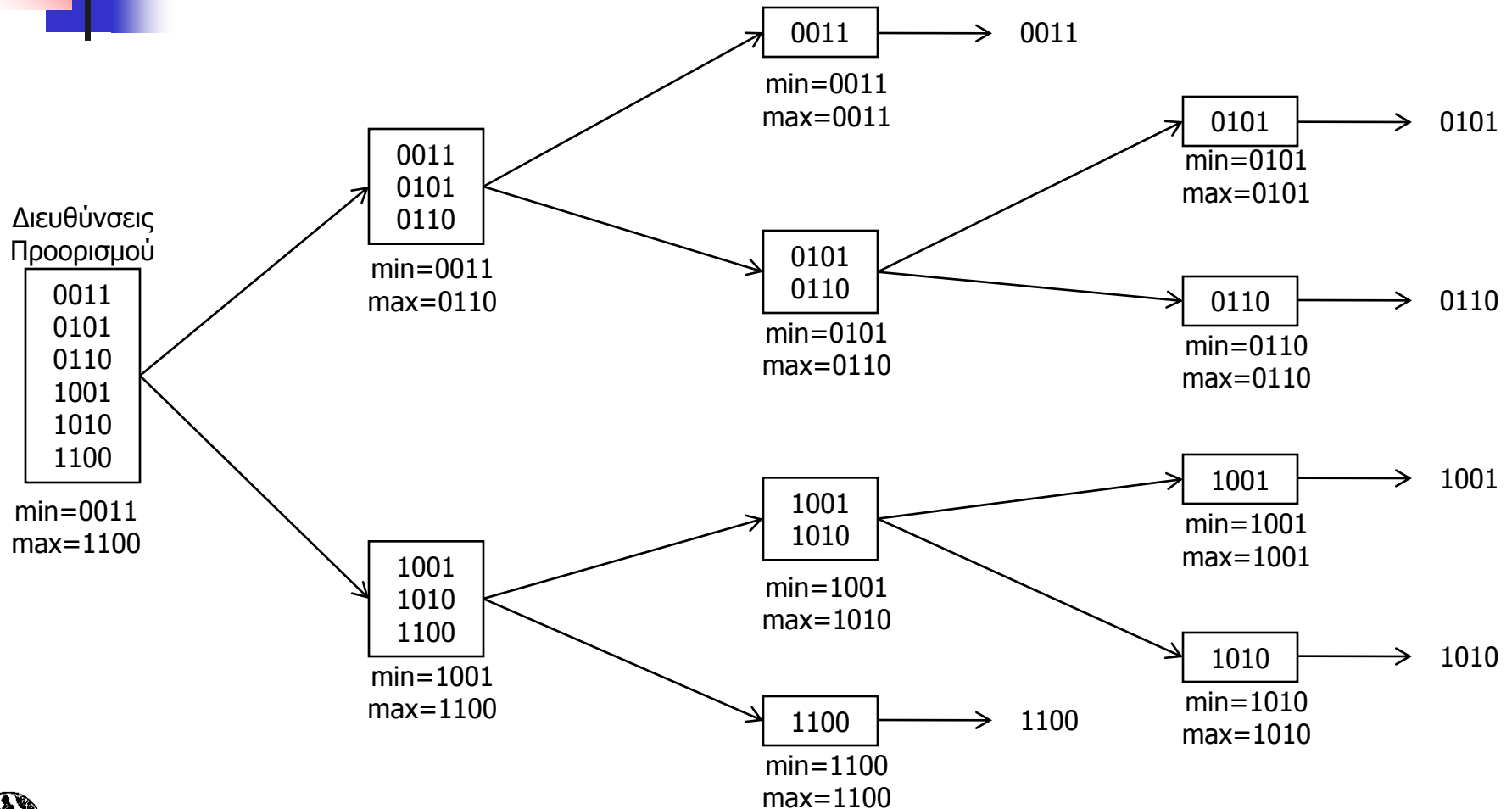


# Αλγόριθμος Διαχωρισμού Δυαδικών Διαστημάτων (παράδειγμα)

Διευθύνσεις  
Προορισμού  
A→  
0011  
0101  
0110  
1001  
1010  
1100



# Αλγόριθμος Διαχωρισμού Δυαδικών Διαστημάτων (παράδειγμα)





# Δίκτυο Banyan Καθολικής Εκπομπής χωρίς συγκρούσεις

- Δεν παρουσιάζει συγκρούσεις όταν οι ενεργές εισοδοι  $\chi_1, \dots, \chi_K$  και τα αντίστοιχα σύνολα εξόδου  $Y_1, \dots, Y_K$  ικανοποιούν τα παρακάτω:
  - Μονοτονικότητα(monotonicity):
$$Y_1 < Y_2 < \dots < Y_K \text{ ή } Y_1 > Y_2 > \dots > Y_K$$
  - Συγκέντρωση (concentration): Κάθε είσοδος μεταξύ δύο ενεργών εισόδων είναι και αυτή ενεργή

# Δίκτυο Banyan Καθολικής Εκπομπής χωρίς συγκρούσεις

