



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Τηλεπικοινωνιακά Ψηφιακά Δίκτυα

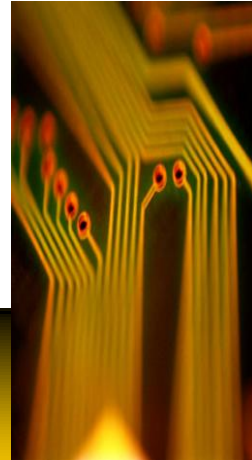
Ενότητα 4: Εξέλιξη Συστημάτων Μεταγωγής, δίκτυα συστημάτων μεταγωγής και συστήματα μεταγωγής με διαίρεση χρόνου, Ψηφιακή μεταγωγή

Βαρουτάς Δημήτρης

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

# ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΠΟΛΛΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ

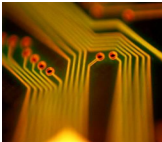


## ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ Θ. ΣΦΗΚΟΠΟΥΛΟΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

1



## ΔΙΚΤΥΑ ΠΟΛΛΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ - ΓΕΝΙΚΑ

Σύνδεση αριθμού  
σταδίων  
μεταγωγής στη  
σειρά



**Τα Δίκτυα μεταγωγής  
διαθέτουν  
μεγαλύτερο πλήθος  
εξόδων από εκείνο  
των μεταγωγέων που  
τα αποτελούν**

Αποτελέσματα σε  
δίκτυα διαίρεσης  
χώρου και  
επέκταση σε  
δίκτυα διαίρεσης  
χρόνου



Ανάπτυξη  
μοντέλων και  
τύπων δικτύων

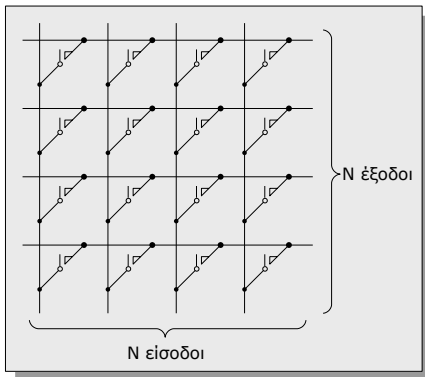


ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

2



## ΔΙΚΤΥΑ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ-1



- Μ είσοδοι και Ν έξοδοι
- Μήτρα σημείων διασταύρωσης
- Τα σημεία αυτά μπορεί να είναι:
  - Ξεχωριστοί ηλεκτρονόμοι
  - Ηλεκτρονικές διατάξεις
  - Επαφές ενός ραβδεπαφικού συστήματος μεταγωγής
  - Φωτονικοί μεταγωγείς (σύνδεση ζευκτικών κυκλωμάτων οπτικών ινών)



## ΔΙΚΤΥΑ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ-2

- Παροχή πλήρους διαθεσιμότητας
- Δεν χάνεται καμία κλήση αν δεν υπάρχει συμφόρηση στα εξερχόμενα κυκλώματα
- Το πλήθος των ταυτόχρονων συνδέσεων μπορεί να είναι:
  - $M$ , αν  $M < N$  και  $N$ , αν  $N < M$
- Σημεία διασταύρωσης  $C_1 = MN$
- Για  $M=N$  ισχύει  $C_1 = N^2$
- Αύξηση κόστους με το τετράγωνο του μεγέθους του μεταγωγέα
- Η απόδοση, δηλαδή το ποσοστό των σημείων διασταύρωσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανά πάσα στιγμή, είναι αντιστρόφως ανάλογη του μεγέθους του μεταγωγέα ( $1/N$ )
- Ασύμφορη η χρήση δικτύων ενός σταδίου





## ΔΙΚΤΥΑ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ-3

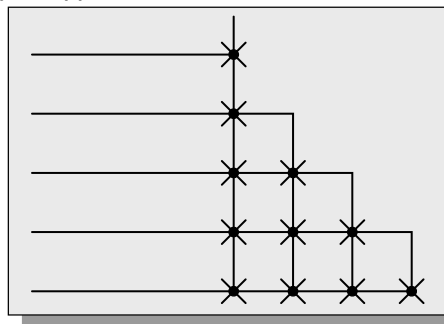
- Αν ο μεταγωγέας χρησιμοποιείται για να κάνει συνδέσεις μεταξύ  $N$  όμοιων κυκλωμάτων, τότε κάθε κύκλωμα συνδέεται και με την είσοδο και με την έξοδο
- Το σημείο διασταύρωσης  $(j,k)$  είναι ισοδύναμο με το  $(k,j)$
- Τα μισά σημεία διασταύρωσης είναι περιττά και μπορούν να καταργηθούν
- Άρα η μήτρα των σημείων διασταύρωσης είναι τριγωνική
- Το πλήθος των σημείων διασταύρωσης που απαιτείται τότε είναι:

$$C_1 = N(N-1)/2$$

- Οι τριγωνικοί μεταγωγείς δεν συναντώνται συχνά στα τηλεφωνικά συστήματα μεταγωγής, επειδή σε αυτά χρησιμοποιούνται αμφίδρομα κυκλώματα με σκοπό την ευκολότερη επίβλεψη

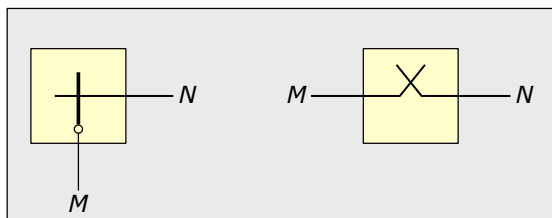


ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών



## ΔΙΚΤΥΑ ΕΝΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ-4

- Τα συμβολικά διαγράμματα χρησιμοποιούνται για την απλή αναπαράσταση ενός δικτύου
- Στην περίπτωση αναπαράστασης ηλεκτρομηχανικών μεταγωγέων ο κύκλος υποδεικνύει την πλευρά του μεταγωγέα που σχετίζεται με το μηχανισμό ελέγχου



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

6

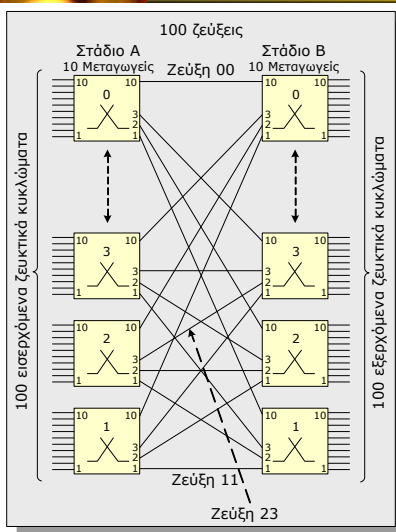


## ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

- **Διαθεσιμότητα:** Καλείται το πλήθος των εξερχόμενων ζευκτικών κυκλωμάτων, με τα οποία μπορεί να συνδεθεί ένα εισερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα
- Η διαθεσιμότητα, αντιστοιχεί στις δυνατότητες εξόδου των μεταγωγέων που χρησιμοποιούνται
- **Περιορισμένη διαθεσιμότητα:** Κάθε εισερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα έχει πρόσβαση σε έναν επαρκή αριθμό ζευκτικών κυκλωμάτων για κάθε δρόμο, ώστε να επιτευχθεί ο απαιτούμενος βαθμός εξυπηρέτησης
- Στη σχεδίαση ενός μεταγωγέα δρομολόγησης ή ενός συγκεντρωτή δεν είναι απαραίτητο κάθε εισερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα να έχει πρόσβαση σε κάθε εξερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα



## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ-1



- **Εμπλοκή ή κακή προσαρμογή:** Αδυναμία σύνδεσης μεταξύ συγκεκριμένου εισερχόμενου και εξερχόμενου κυκλώματος λόγω χρησιμοποίησης της σύνδεσης του συγκεκριμένου πρωτεύοντος και δευτερεύοντος μεταγωγέα
- Αν η σύνδεση πρέπει να γίνει με ένα συγκεκριμένο εξερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα (π.χ. μία προσωπική γραμμή συνδρομητή), η πιθανότητα εμπλοκής είναι πολύ μεγάλη.
- Αναγκαία η χρήση δικτύου με περισσότερα στάδια



## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ-2

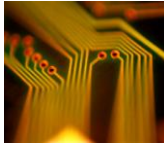
- Ένα εισερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα αποκτά σύνδεση με τον επιλεγμένο εξερχόμενο δρόμο, μέσω οποιουδήποτε συνδέσμου στην έξοδο του πρωτεύοντος μεταγωγέα του δικτύου
- Η κλήση χάνεται μόνο όταν όλες οι διαδρομές προς ελεύθερα εξερχόμενα ζευκτικά κυκλώματα παρουσιάζουν εμπλοκή
- Η πιθανότητα να συμβεί αυτό για όλους τους συνδέσμους ταυτοχρόνως, είναι προφανώς πολύ μικρότερη από την πιθανότητα να είναι απασχολημένος ένας μόνο σύνδεσμος
- Η επιλογή του συνδέσμου βήμα προς βήμα, πριν από το εξερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα είναι ακατάλληλη, αφού το ζευκτικό κύκλωμα στον απαιτούμενο εξερχόμενο δρόμο μπορεί να είναι κατειλημμένο
- Λύση στο πρόβλημα δίνει η **επιλογή υπό αίρεση**



## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ-3

- **Επιλογή υπό αίρεση:** Ο δείκτης (marker) δεν εγκαθιστά τη σύνδεση, έως ότου εξετάσει την κατάσταση κατειλημμένο/ελεύθερο όλων των σχετικών εξερχομένων ζευκτικών κυκλωμάτων και εσωτερικών συνδέσμων
- Πλεονέκτημα είναι ότι ο δείκτης έχει ταυτόχρονη πρόσβαση μέσω του δικτύου και στα δύο άκρα της σύνδεσης
- Ο δείκτης αφού αποκαταστήσει τη σύνδεση, μπορεί να ελέγξει τη συνέχειά της και να κάνει μία δεύτερη προσπάθεια αποκατάστασης σε περίπτωση λάθους
- Ένα σύστημα συνδέσμων δίνει λογικώς χειρότερο βαθμό εξυπηρέτησης από ένα απλό στάδιο μεταγωγής πλήρους διαθεσιμότητας λόγω απώλειας κλήσεων (εμπλοκή και συμφόρηση)





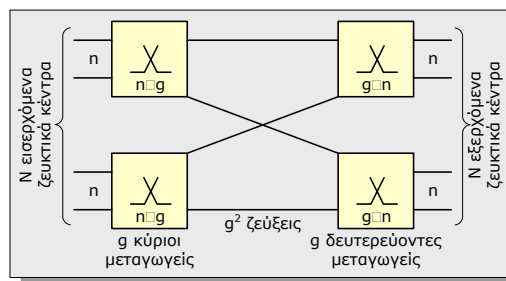
## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ-4

- Ο βαθμός εξυπηρέτησης ενός συστήματος συνδέσεων εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο αυτό χρησιμοποιείται:
  - **Διαστολέας:** Απαιτείται σύνδεση με ένα συγκεκριμένο εξερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα. (Επιλογή υπό αίρεση: Προσπάθεια εγκατάστασης της σύνδεσης εάν το συγκεκριμένο ζευκτικό κύκλωμα είναι ελεύθερο)
  - **Μεταγωγέας δρομολόγησης:** Απαιτείται σύνδεση σε ένα εξερχόμενο δρόμο, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε ελεύθερο ζευκτικό κύκλωμα αυτού του δρόμου
  - **Συγκεντρωτής:** Μπορεί να γίνει σύνδεση σε κάθε ελεύθερο εξερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα



## ΔΙΚΤΥΑ ΔΥΟ ΣΤΑΔΙΩΝ-1

- # εισερχόμενων = # εξερχόμενων ζευκτικών κυκλωμάτων => **δρομολογητής**
- # πρωτεύοντων μεταγωγέων = # δευτερευόντων μεταγωγέων =  $g$
- # εξόδων κάθε πρωτεύοντος μεταγωγέα = # εισόδων κάθε δευτερευόντος μεταγωγέα =  $g$ ,  $g = N / n$
- # σημείων διασταύρωσης όλων των μεταγωγέων =  $gn = N$
- Συνολικό # σημείων διασταύρωσης  
 **$C_2 = 2gn = (2N^2) / n$**





## ΔΙΚΤΥΑ ΔΥΟ ΣΤΑΔΙΩΝ-2

- Υπάρχει ένας σύνδεσμος από κάθε πρωτεύοντα μεταγωγέα προς κάθε δευτερεύοντα
- Συνολικός # συνδέσμων =  $g^2 = (N/n)^2$
- Αύξηση του  $n$  οδηγεί σε μείωση των σημείων διασταύρωσης ( $\sim 1/n$ ) και σε σημαντική μείωση των συνδέσμων ( $\sim 1/n^2$ )
- Κάθε σύνολο ζευκτικών κυκλωμάτων μεταφέρει την ίδια συνολική κίνηση
- Λογική επιλογή: Το πλήθος των συνδέσμων τίθεται ίσο με  $N$
- Τότε:  $g^2 = N \Rightarrow n = \sqrt{N}$
- Το συνολικό πλήθος των σημείων διασταύρωσης γίνεται:  
$$C_2 = 2N^{3/2}$$
- Για μεγάλα δίκτυα, η χρήση περισσότερων των δύο σταδίων είναι οικονομικότερη



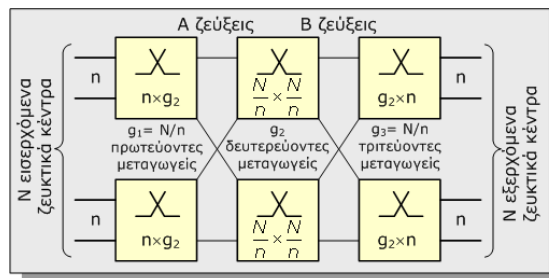
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

13



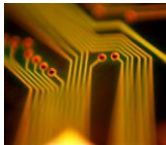
## ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-1

- # εισερχόμενων = # εξερχόμενων ζευκτικών κυκλωμάτων =  $N \Rightarrow$  **δρομολογητής**
- # εισόδων πρωτεύοντος μεταγωγέα = # εξόδων τριτεύοντος μεταγωγέα =  $n$
- # πρωτευόντων μεταγωγέων ( $g_1$ ) = # τριτευόντων μεταγωγέων ( $g_3$ ) =  $N/n$ .
- Άρα οι δευτερεύοντες μεταγωγείς έχουν  $N/n$  εισόδους και εξόδους



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών





## ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-2

- Αν  $A=B=N$  τότε το πλήθος των δευτερευόντων μεταγωγών είναι:

$$g_2 = N \div (N / n) = n$$

=πλήθος εξόδων ανά πρωτεύοντα μεταγωγέα =  
=πλήθος εισόδων ανά τριτεύοντα μεταγωγέα

- Πλήθος σημείων διασταύρωσης στο πρώτο στάδιο =  $n^2(N/n) = Nn$
- Πλήθος σημείων διασταύρωσης στο δεύτερο στάδιο =  $n(N/n)^2 = N^2/n$
- Πλήθος σημείων διασταύρωσης στο τρίτο στάδιο =  $n^2(N/n) = Nn$



## ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-3

- Τελικά το συνολικό πλήθος των σημείων διασταύρωσης είναι:

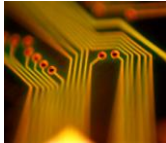
$$C_3 = N(2n + N / n)$$

- Το πλήθος των σημείων διασταύρωσης είναι ελάχιστο όταν:

$$dC_3 / dn = 0 \Rightarrow n = \sqrt{N/2}$$

- Άρα:  $C_3 = 2\sqrt{2}N^{3/2} = \sqrt{2}C_2 = 2^{3/2} N^{-1/2} C_1$





## ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-4

- Για **συγκεντρωτή** τριών σταδίων με  $M$  εισερχόμενα και  $N$  εξερχόμενα ζευκτικά κυκλώματα ( $M > N$ ), πρωτεύοντες μεταγωγείς με  $m$  εισόδους ο καθένας και τριτεύοντες με  $n$  εξόδους ο καθένας, ισχύει:
  - Πλήθος πρωτευόντων μεταγωγέων =  $M/m$
  - Πλήθος τριτευόντων μεταγωγέων =  $N/n$
- Αν  $g_2$  είναι ο αριθμός των δευτερευόντων μεταγωγέων τότε:
  - # σημείων διασταύρωσης ανά πρωτεύοντα μεταγωγέα =  $mg_2$
  - # σημείων διασταύρωσης ανά δευτερεύοντα μεταγωγέα =  $MN/mn$
  - # σημείων διασταύρωσης ανά τριτεύοντα μεταγωγέα =  $g_2n$
- Το συνολικό πλήθος των σημείων διασταύρωσης είναι:



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔ  
Τμήμα Πληροφορικής

$$C_3 = \frac{M}{m} \times mg_2 + g_2 \times \frac{M}{m} \frac{N}{n} + \frac{N}{n} \times g_2n = g_2 \left[ M + N + \frac{M}{m} \frac{N}{n} \right] \quad 17$$



## ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-5

- Για  $M > N$ , θεωρούμε ότι το πλήθος των  $A$  συνδέσμων = πλήθος των  $B$  συνδέσμων =  $N$

- Άρα: 
$$N = g_2 \frac{M}{m} = g_2 \frac{N}{n}$$

- Συνεπώς,  $g_2 = n$  και  $m = n M/N$  και

$$C_3 = (M + N)n + N^2 / n$$

- Για την ελάχιστη τιμή του  $C_3$  πρέπει:

$$dC_3 / dn = 0 \Rightarrow m = \frac{M}{\sqrt{M+N}}, n = \frac{N}{\sqrt{M+N}}$$

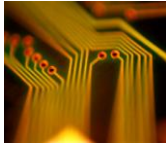
$$C_3 = 2N\sqrt{M+N}$$

- Στην πράξη βέβαια, θα πρέπει το  $m$  να είναι πάντα παράγοντας του  $M$  και το  $n$  του  $N$ .
- Στην περίπτωση ενός **διαστολέα**, το  $M$  αντιμετωπίζεται με το  $N$  και το  $m$  με το  $n$



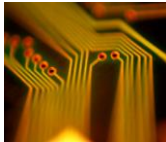
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

18



## ΒΑΘΜΟΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΓΕΝΙΚΑ

- Υπολογισμός πιθανότητας απώλειας κλήσεων σε συστήματα συνδέσμων
- Υπόθεση: Η απασχόληση ζευκτικών κυκλωμάτων και συνδέσμων αποτελεί ανεξάρτητα τυχαία γεγονότα
- Έστω δύο σύνδεσμοι σε σειρά με πιθανότητες κατάληψης  $a, b$  αντίστοιχα
- Οι πιθανότητες να είναι οι σύνδεσμοι ελεύθεροι, είναι  $1-a$  και  $1-b$  αντίστοιχα
- Συνεπώς η πιθανότητα οι δύο σύνδεσμοι να είναι ελεύθεροι την ίδια στιγμή είναι  $(1-a)(1-b)$ .
- Πιθανότητα εμπλοκής της συγκεκριμένης διαδρομής:  $1-(1-a)(1-b)$
- Απασχόληση κάθε σταδίου: Συνολική κίνηση που μεταφέρεται διαιρεμένη με το πλήθος των συνδέσμων του σταδίου. Για μικρές απώλειες κλήσεων η πρόσφερόμενη κίνηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της μεταφερόμενης

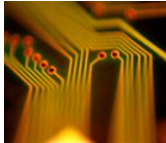


## ΒΑΘΜΟΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-1

- Πλήρως διασυνδεδεμένο δίκτυο
- Η απασχόληση των συνδέσμων A είναι  $a$
- Η απασχόληση των συνδέσμων B είναι  $b$
- Η απασχόληση των εξερχόμενων ζευκτικών κυκλωμάτων είναι  $c$
- Για σύνδεση με συγκεκριμένο εξερχόμενο ζευκτικό κύκλωμα, η επιλογή ενός δευτερευόντος μεταγωγέα καθορίζει και τους συνδέσμους A και B
  - Η πιθανότητα και οι δύο σύνδεσμοι να είναι ελεύθεροι  $= (1 - a)(1 - b)$
  - Πιθανότητα εμπλοκής  $= 1 - (1 - a)(1 - b)$
  - Ωστόσο, υπάρχουν  $g_2$  δευτερευόντες μεταγωγείς. Άρα, η πιθανότητα και οι  $g_2$  ανεξάρτητες διαδρομές να παρουσιάζουν ταυτόχρονα εμπλοκή είναι:

$$B_1 = [1 - (1 - a)(1 - b)]^{g_2} = [a + (1 - a)b]^{g_2}$$

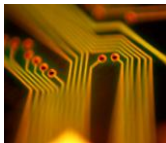




## ΒΑΘΜΟΙ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΑ ΤΡΙΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ-2

- Για σύνδεση με οποιοδήποτε ελεύθερο ζευκτικό κύκλωμα ενός δρόμου που διαθέτει ένα ζευκτικό κύκλωμα συνδεδεμένο με κάθε τριτεύοντα μεταγωγέα:
  - Πιθανότητα εμπλοκής ενός συγκεκριμένου ζευκτικού κυκλώματος =  $1 - (1 - B_1)(1 - c) = B_1 + (1 - B_1)c$
  - Άρα, η πιθανότητα ταυτόχρονης εμπλοκής όλων των  $g_3$  ( $g_3 = \#$  τριτευόντων μεταγωγέων) ανεξαρτήτων διαδρομών είναι:

$$B_2 = [B_1 + c(1 - B_1)]^{g_3}$$



## ΑΛΛΑ ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ

- **Δίκτυο απαλλαγμένο εμπλοκής:** Η απώλεια λόγω εμπλοκής είναι αμελητέα συγκριτικά με την απώλεια λόγω συμφόρησης στα εξερχόμενα ζευκτικά κυκλώματα με την χρήση μέτριου ποσοστού διαστολής.
- **Διαστολή:** Παροχή περισσότερων συνδέσεων μεταξύ των σταδίων μεταγωγής από τα εξερχόμενα ζευκτικά κυκλώματα με σκοπό την μείωση της πιθανότητας απωλειών
- **Πύκνωση κλήσεων:** Κάθε κλήση που επιχειρείται να εγκατασταθεί δρομολογείται διαμέσου του τμήματος του δικτύου με το μεγαλύτερο φόρτο κίνησης, που όμως μπορεί να τη δεχτεί, αφήνοντας περισσότερες επιλογές διαδρομών στις επόμενες κλήσεις
- Με την πυκνωση κλήσεων έχουν προκύψει αυξήσεις στη χωρητικότητα κίνησης μέχρι και 10%
- Η πυκνωση κλήσεων εξαρτάται από την σειρά με την οποία οι κλήσεις προσφέρονται στους μεταγωγείς
- **Επαναδιευθετήσιμο δίκτυο:** κάθε φορά που μία κλήση τελειώνει, όλες οι υπόλοιπες συνδέσεις επανεγκαθίστανται, χρησιμοποιώντας ένα κανόνα πυκνωσης κλήσεων κατά την διεργασία επιλογής





## ΑΛΛΑ ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ

- **Δίκτυο αυστηρώς απαλλαγμένο εμπλοκής:** Δίκτυο το οποίο δεν παρουσιάζει ποτέ εμπλοκή, άσχετα με τις υπάρχουσες συνδέσεις και χωρίς να έχει καμία ανάγκη για επαναδιευθέτησή τους
- Αυστηρώς απαλλαγμένα εμπλοκής μπορούν να γίνουν μόνο τα δίκτυα με περιττό πλήθος σταδίων, μιας και απαιτούν λιγότερα σημεία διασταύρωσης από ότι τα συστήματα ενός σταδίου
- **Κατανεμημένο δίκτυο μεταγωγής:** Μεγάλο δίκτυο διαιρεμένο σε μικρότερα τμήματα
- Τα κατανεμημένα δίκτυα χρησιμοποιούν ηλεκτρονικό έλεγχο ο οποίος συντονίζει συνδυασμένες δραστηριότητες των ξεχωριστών τμημάτων και καθορίζει ποιο από τα τμήματα είναι ικανότερο να χειριστεί κάθε κλήση



Τέλος

Δίκτυα μεταγωγής πολλών σταδίων

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Βαρουτάς Δημήτρης, Σφηκόπουλος Θωμάς. «Τηλεπικοινωνιακά Ψηφιακά Δίκτυα. Εξέλιξη Συστημάτων Μεταγωγής, δίκτυα συστημάτων μεταγωγής και συστήματα μεταγωγής με διαίρεση χρόνου, Ψηφιακή μεταγωγή». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/DI122/>.



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

