

# Extra Ασκήσεις

---

Τσομπανίδης Ηλίας  
Φώντας Φαφούτης

# CSMA/CD

---

- A,B: 2 κόμβοι σε ένα Ethernet με συνεχόμενα πακέτα στις ουρές τους. Τα πακέτα του A θα ονομάζονται A1, A2 κλπ, αντίστοιχα του B.
  - $T = 51,2 \text{ ms}$  , η βάση του εκθετικού back-off μηχανισμού.
  - Στέλνουν τα A1 και B1 ταυτόχρονα και συγκρούονται. Έστω πως διαλέγουν χρόνους back-off  $0 \times T$  και  $1 \times T$  αντίστοιχα (ο A κερδίζει - ο B περιμένει). Μετά από την μετάδοση αυτή, ο B προσπαθεί να στείλει το B1, ενώ ο A το A2. Συγκρούονται πάλι, αλλά τώρα ο A θα περιμένει για είτε  $0 \times T$  ή  $1 \times T$ , ενώ ο B για  $0 \times T, \dots, 3 \times T$ .
- A) Δώστε την πιθανότητα ο A να κερδίσει το δεύτερο back-off race αμέσως μετά από την πρώτη σύγκρουση. Δηλαδή η επιλογή του A στο  $k \times 51,2 \text{ ms}$  να είναι μικρότερη από την επιλογή του B.

$$\begin{aligned} P(\text{A win}) &= P(k_A(2) < k_B(2)) \\ &= P(k_A(2) = 0) \&\& P(k_B(2) > 0) + P(k_A(2) = 1) \&\& P(k_B(2) > 1) \\ &= 1/2 * 3/4 + 1/2 * 2/4 = 5/8 \end{aligned}$$

# CSMA/CD

---

B) Έστω ο A κερδίζει το δεύτερο back-off race. Ο A μεταδίδει το A3 και όταν τελειώσει συγκρούονται οι μεταδόσεις του A4 και του B1. Ποια είναι η πιθανότητα ο A να κερδίσει αυτό το backoff race.

Ο A θα θέσει το  $k_A(3)$  είτε 0 ή 1, ενώ ο B το  $k_B(3)$  από 0 έως 7.

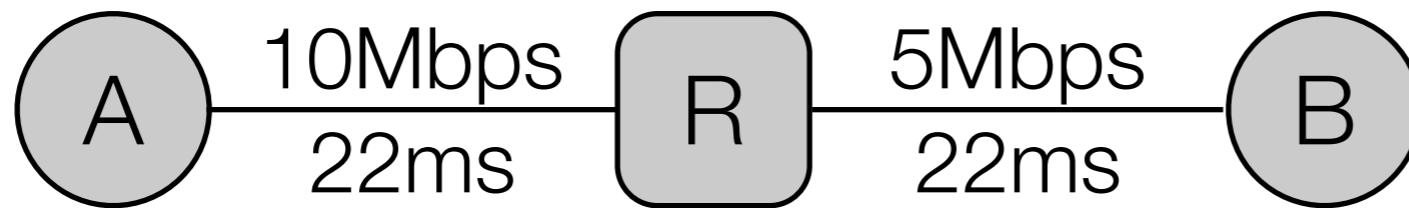
$$P(\text{A win}) = P(k_A(3) < k_B(3))$$

$$= P(k_A(3) = 0) \&\& P(k_B(3) > 0) + P(k_A(3) = 1) \&\& P(k_B(3) > 1)$$

$$= 1/2 * 7/8 + 1/2 * 6/8 = 13/16$$

# Store-and-forward

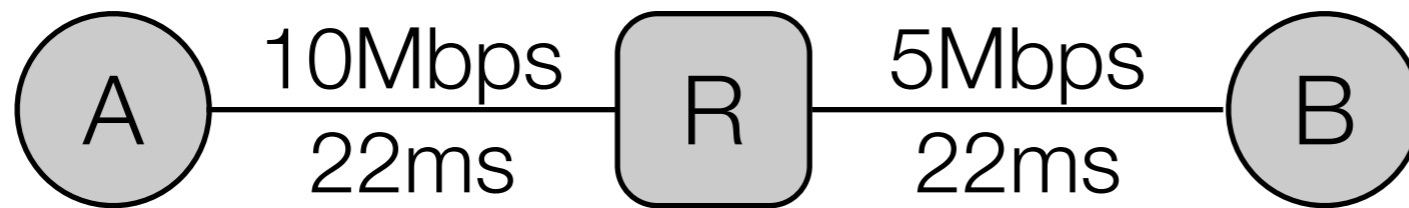
---



- A,B: 2 κόμβοι συνδεδεμένοι μέσω του store-and-forward router R. Ο A στέλνει ένα αρχείο 30 KB στο B
- A) Έστω ότι το αρχείο χωρίζεται σε 2 πακέτα (p1 και p2), με το p1 να έχει μήκος 10 KB. Τα πακέτα στέλνονται συνεχόμενα (back-to-back). Ποια είναι η διαφορά μεταξύ των χρόνων άφιξης των πακέτων στο B;
- Η διαφορά τους θα είναι ο χρόνος μετάδοσης του πακέτου B στη δεύτερη σύνδεση (R-B)
- Χρόνος:  $\text{Μήκος}/\text{bw} = 8 \cdot 20 / 5000 = 160 / 5000 = 32\text{ms}$

# Store-and-forward

---



Αυτό όμως ισχύει λόγω των συγκεκριμένων τιμών. Στην γενική περίπτωση πρέπει να πάρουμε υπ'όψιν το χρόνο αποστολής ( $t_{trans}$ ) του P1 από τον R, και να προσθέσουμε και τη διαφορά του με τον χρόνο λήψης του P2 από τον R (μόνο αν αυτή η διαφορά είναι θετική). Δηλαδή θα προσθέσουμε το χρόνο που περιμένει ο R μέχρι να ολοκληρωθεί η λήψη του P2, από τη στιγμή που ολοκληρώνεται η αποστολή του P1

$$T_{trans\_R}(P1) = 8 \cdot 10 / 5000 = 16 \text{ ms}$$

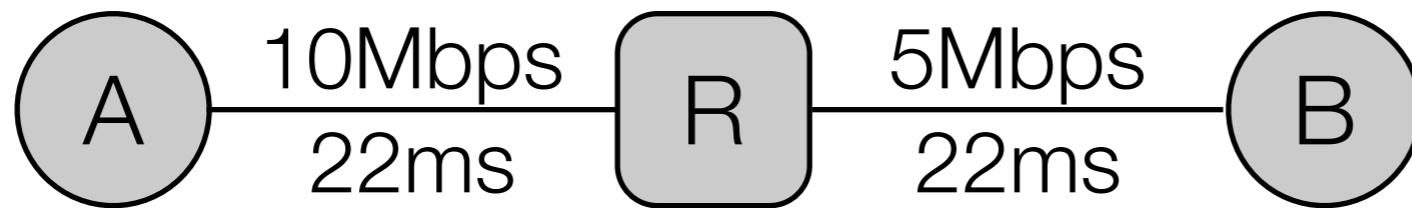
$$T_{receive\_R}(P2) = T_{trans\_A}(P2) = 8 \cdot 20 / 10000 = 16 \text{ ms}$$

Αν  $diff(R) = T_{trans\_R}(P1) - T_{receive\_R}(P2) > 0$ , τότε

$$diff(B) = T_{trans\_R}(P2) + diff(R)$$

# Store-and-forward

---



B) Ποιο είναι το throughput στην ερώτηση A; (Ο χρόνος μετάδοσης είναι το διάστημα μεταξύ της αποστολής του πρώτου bit στο A και της λήψης του τελευταίου bit στο B)

Συνολικός χρόνος: Συνολικός χρόνος του B + χρόνος μετάδοσης του A στο A-R

$$T_A(A-R) = 8 \cdot 10 / 10000 = 8 \text{ms}$$

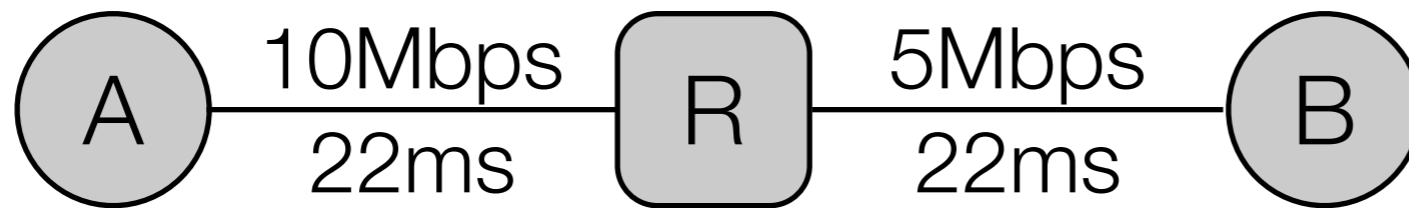
$$T_B = T_B(A-R) + T_B(R-B) + d_{\text{prop}} = 8 \cdot 20 / 10000 + 8 \cdot 20 / 5000 + 44 \text{ms} \\ = 16 \text{ms} + 32 \text{ms} + 44 \text{ms} = 92 \text{ms}$$

Συνολικός χρόνος = 100ms

$$\text{THROUGHPUT} = \text{Μέγεθος} / \text{χρόνο} = 30 \text{KB} / 100 \text{ms} = 0.3 \text{ MBps (ή 2.4 Mbps)}$$

# Store-and-forward

---

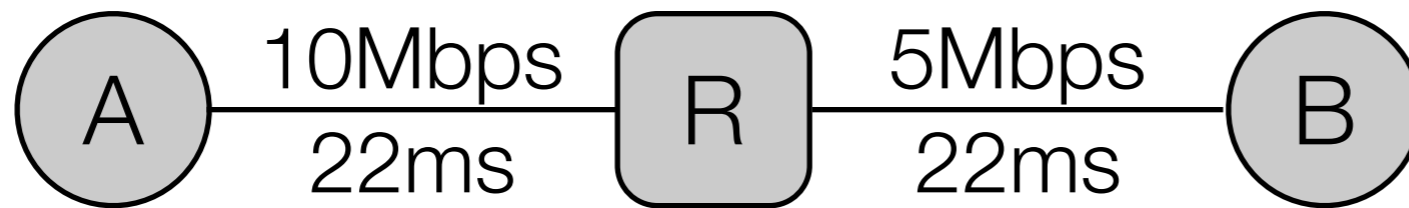


C) Το throughput μεταβάλλεται αν χωρίσουμε το αρχείο σε μικρότερα πακέτα; Γιατί;

Το throughput θα αυξηθεί, καθώς αν ο R λαμβάνει μικρότερα πακέτα, μπορεί να τα προωθήσει αμέσως (Δεν περιμένει να ληφθεί ολόκληρο το πακέτο στο A-R για να αρχίσει να μεταδίδει στο πιο αργό R-B)

# Store-and-forward

---



D) Έστω ότι στέλνονται ACKs για κάθε πακέτο. Το αρχείο χωρίζεται σε 5 ισομεγέθη πακέτα. Πόσος χρόνος απαιτείται για την μετάδοση του αρχείου, αν ο αποστολέας δεν μπορεί να στείλει ένα πακέτο αν δεν λάβει το ACK για το προηγούμενο; (ο χρόνος μεταφοράς είναι το διάστημα μεταξύ της αποστολής του πρώτου πακέτου και της λήψης του τελευταίου ACK από τον A). Αγνοήστε τον χρόνο μετάδοσης των ACK

Μέγεθος πακέτου: 6 KB

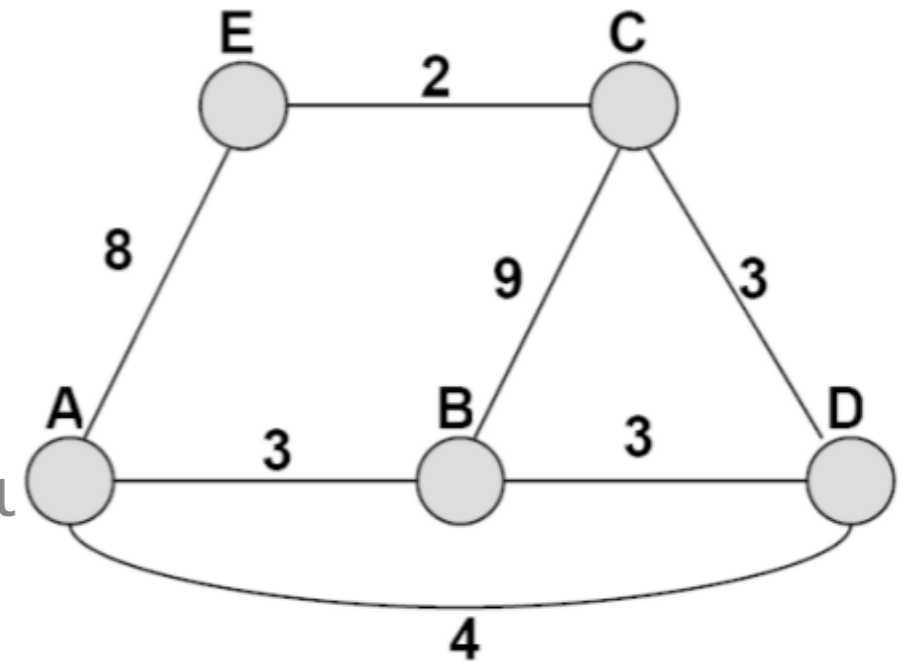
$$\begin{aligned} \text{χρόνος/πακέτο} &= 44\text{ms} + 44\text{ms} + 6 \cdot 8 / 10000 + 5 \cdot 8 / 5000 = 44 + 44 + 4 + 8 \\ &= 100\text{ms} \end{aligned}$$

για 5 πακέτα = 500ms



# Distance Vector Routing

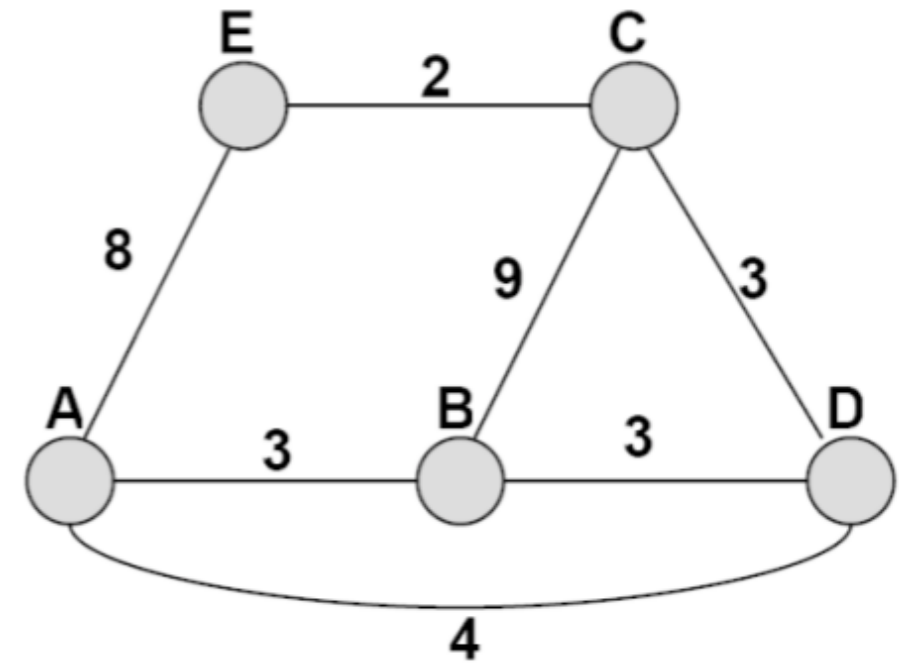
- Όλοι οι κόμβοι υλοποιούν DVR
- Όλοι οι κόμβοι συγχρονίζονται μεταξύ τους
- Όλοι οι κόμβοι έχουν συγχρονισμένα ρολόγια
- Οι ενημερώσεις δρομολόγησης ανταλλάσσονται με συγχρονισμένα βήματα σε ορισμένα χρονικά διαστήματα
- $T_{prop} < 1$  βήμα (μια ενημέρωση δρομολόγησης που στέλνεται από έναν κόμβο στην αρχή του βήματος, φτάνει στους γείτονες πριν τη λήξη του βήματος)
- Αν κάποιος κόμβος λάβει κάποια ενημέρωση δρομολόγησης, υπολογίζει και ανανεώνει τον πίνακα δρομολόγησης πριν το τέλος του βήματος.



# Distance Vector Routing

Όταν οι κόμβοι συγκλίνουν, θα έχουν τους παρακάτω πίνακες δρομολόγησης.

Αν προστεθεί μια σύνδεση με κόστος 1 μεταξύ του B και του C, δείξτε τις αλλαγές στους πίνακες δρομολόγησης ανά βήμα



Node A

Dest	Cost	Hop
B	3	B
C	7	D
D	4	D
E	8	E

Node B

Dest	Cost	Hop
A	3	A
C	6	D
D	3	D
E	8	D

Node C

Dest	Cost	Hop
A	7	D
B	6	D
D	3	D
E	2	E

Node D

Dest	Cost	Hop
A	4	A
B	3	B
C	3	C
E	5	C

Node E

Dest	Cost	Hop
A	8	A
B	8	C
C	2	C
D	5	C

# Distance Vector Routing

**Time 1:**

Node A

Node B

Node C

Node D

Node E

Dest	Cost	Hop
B	3	B
C	7	D
D	4	D
E	8	E

Dest	Cost	Hop
A	3	A
<u>C</u>	<u>1</u>	<u>C</u>
D	3	D
E	8	D

Dest	Cost	Hop
A	7	D
<u>B</u>	<u>1</u>	<u>B</u>
D	3	D
E	2	E

Dest	Cost	Hop
A	4	A
B	3	B
C	3	C
E	5	C

Dest	Cost	Hop
A	8	A
B	8	C
C	2	C
D	5	C

**Time 2:**

Node A

Node B

Node C

Node D

Node E

Dest	Cost	Hop
B	3	B
C	<u>4</u>	<u>B</u>
D	2	D
E	8	E

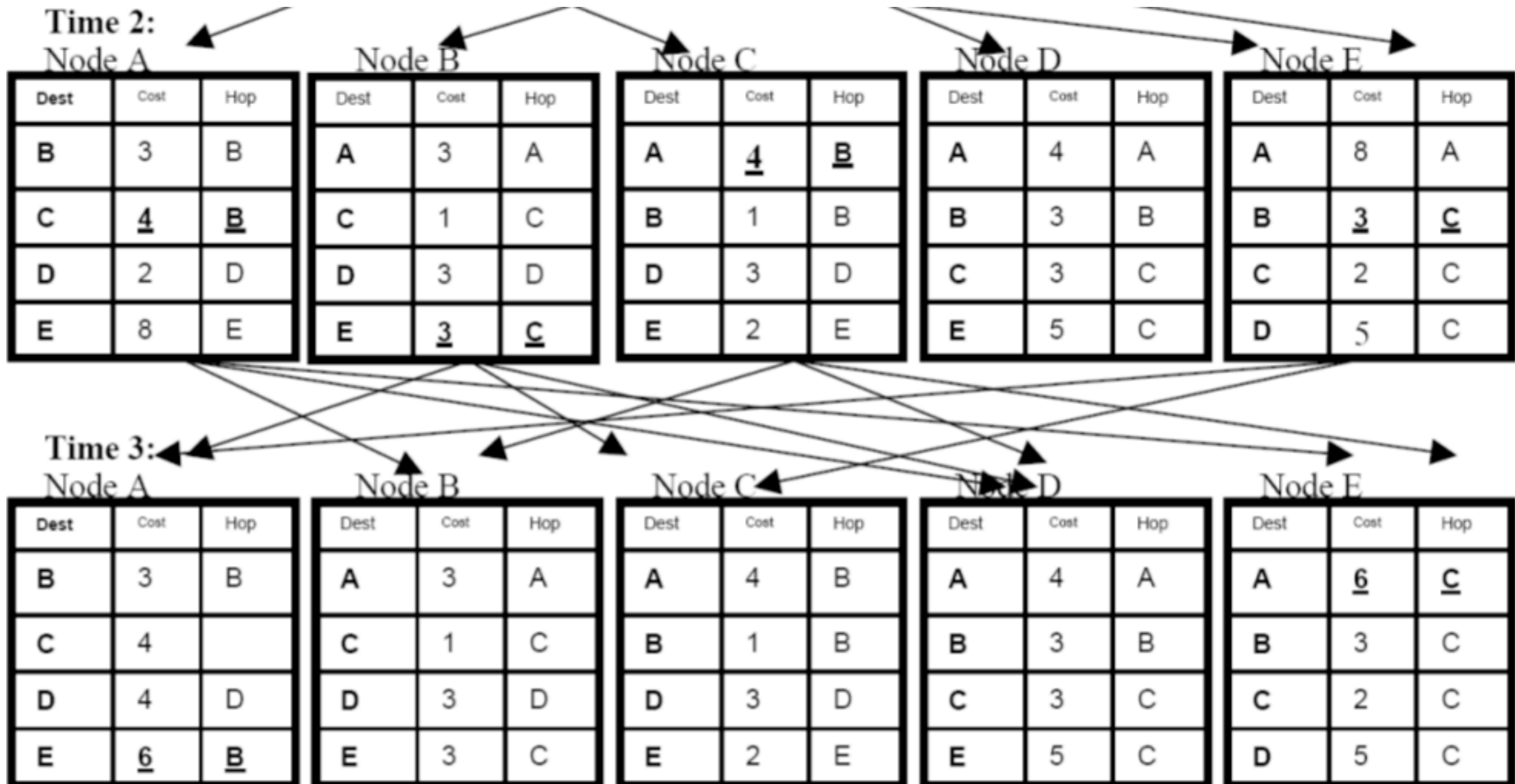
Dest	Cost	Hop
A	3	A
C	1	C
D	3	D
E	<u>3</u>	<u>C</u>

Dest	Cost	Hop
A	<u>4</u>	<u>B</u>
B	1	B
D	3	D
E	2	E

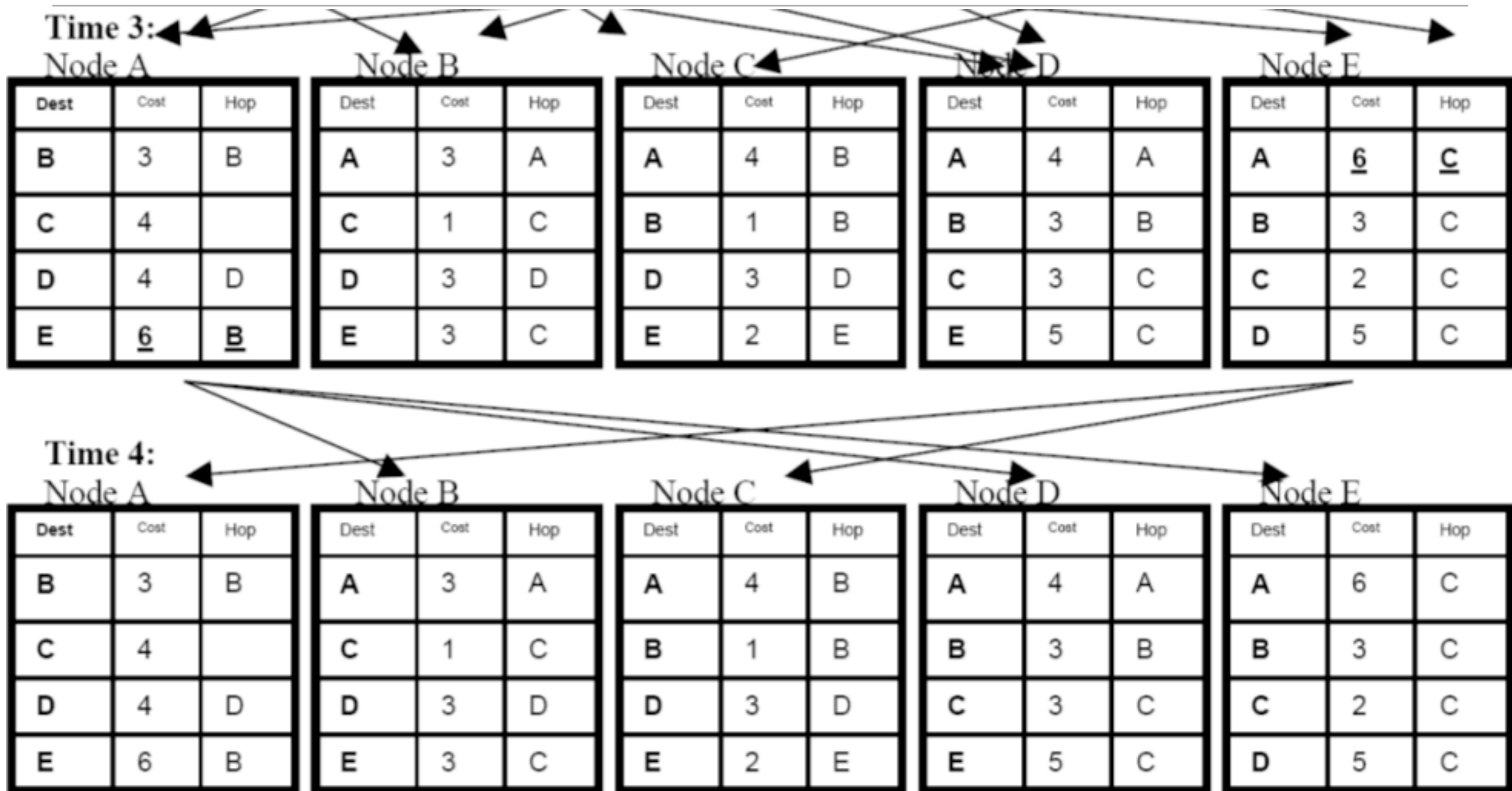
Dest	Cost	Hop
A	4	A
B	3	B
C	3	C
E	5	C

Dest	Cost	Hop
A	8	A
B	<u>3</u>	<u>C</u>
C	2	C
D	5	C

# Distance Vector Routing



# Distance Vector Routing



Συγκλίνουν μετά από 4 βήματα

# Ethernet - αποδοτικότητα

---

- Έστω ένα απλό δίκτυο 10 Mbps Ethernet, με ένα hub και N κόμβους.

A) Βρείτε την αποδοτικότητα του Ethernet για μεταφορά πακέτων 512 bytes (μαζί με τις επικεφαλίδες), θεωρώντας πως ο καθυστέρηση διάδοσης είναι 25.6  $\mu$ s και πως γίνεται προσπάθεια επικοινωνίας πολλών ζευγαριών κόμβων.

$$\text{αποδοτικότητα} = \frac{1}{1 + 5t_{prop} / t_{trans}}$$

$$t_{prop}/t_{trans} = 25.6 \times 10^{-6} / (8 \times 512 \times 10^{-7}) = 0.0625$$

$$\text{αποδοτικότητα} = 1/(1 + 5 \times 0.0625)$$

# Ethernet - αποδοτικότητα

---

B) Η μέγιστη αποδοτικότητα για το Slotted Aloha είναι  $1/e$ . Βρείτε το μικρότερο μέγεθος frame (μαζί με τις επικεφαλίδες του Ethernet) ώστε το Ethernet να είναι αποδοτικότερο του Slotted Aloha. Εξηγήστε γιατί το Ethernet γίνεται λιγότερο αποδοτικό όσο μειώνεται το μέγεθος των frames.

$$\text{Θέλουμε } 1/(1 + 5\alpha) > 1/e$$

$$1 + 5\alpha < e \text{ ή } \alpha < (e-1)/5 = 0.34$$

Αν  $L$  είναι τα bytes του frame, τότε:

$$25.6 \times 10^{-6} / (L \times 8 \times 10^{-7}) < 0.34$$

$$\Rightarrow L > 25.6 / (0.34 \times 8 \times 10^{-1}) = 94 \text{ bytes}$$

# Ethernet - αποδοτικότητα

---

C) Θεωρήστε ένα 802.11b wlan στα 10 Mbps και με frames σταθερού μεγέθους. Δεν χρησιμοποιείται RTS/CTS. Αγνοήστε την καθυστέρηση διάδοσης στο ασύρματο δίκτυο. Θυμηθείτε ότι κάθε πλαίσιο έχει το overhead των DIFS, παράθυρο σύγκρουσης, ACK και SIFS. Θεωρήστε πως τα DIFS, ACK και SIFS αθροίζονται σε 200 μs, και πως το παράθυρο σύγκρουσης είναι 1.5 φορές ο χρόνος μετάδοσης του πλαισίου. Βρείτε το εύρος μεγεθών του frame για το οποίο το Ethernet είναι πιο αποδοτικό από το wlan.  $X$  ο χρόνος μετάδοσης των frames.

$$\text{Αποδοτικότητα ethernet} = X / (X + 5 \times 25.6 \times 10^{-6})$$

$$\text{Αποδοτικότητα wlan} = \frac{t_{\text{frame}}}{t_{\text{complete}}} = \frac{X}{X + 200 \cdot 10^{-6} + 1.5X}$$

Για να είναι το ethernet πιο αποδοτικό, πρέπει:

$$200 \times 10^{-6} + 1.5X > 5 \times 25.6 \times 10^{-6}$$

=> Το Ethernet είναι πιο αποδοτικό για όλα τα μεγέθη frames!