

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΑ ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΤΕΥΧΟΣ 1

ΑΣΚΗΣΗ 1: Ας θεωρήσουμε ένα κανάλι με χωρητικότητα **56 Kbps** πάνω στο οποίο συνδέονται **N** σταθμοί. Ο κάθε σταθμός, ανά **100 sec** (κατά μέσο όρο) δημιουργεί ένα πακέτο των **1000 bits** ακόμα και αν το προηγούμενο πακέτο δεν έχει σταλεί. Θεωρώντας πως το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι το **καθαρό ALOHA (pure ALOHA)** να υπολογιστεί η μέγιστη τιμή για το πλήθος των σταθμών του δικτύου, **N**.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Από τη θεωρία του πρωτοκόλλου **ALOHA** είναι γνωστό πως η μέγιστη απόδοση του καναλιού, αντιστοιχεί στη χρήση μόλις του **18.4 %** της χωρητικότητάς του. Αυτό σημαίνει πως αν και το κανάλι έχει χωρητικότητα **56 Kbps**, εν τούτοις οι σταθμοί, μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο τα **(0.184*56) Kbps = 10.3 Kbps = 10300 bps**.

Από την άλλη πλευρά, εφ' όσον ο κάθε σταθμός εκπέμπει κατά μέσο όρο **1000 bits** ανά **100 sec**, ο ρυθμός εκπομπής του θα είναι **(1000 bits) / (100 sec) = 10 bps**. Άρα το μέγιστο πλήθος των σταθμών που μπορούν να συνδεθούν στο κανάλι και να εκπέμψουν ταυτόχρονα, θα είναι

$$N = \frac{10300 \text{ bps}}{10 \text{ bps}} = 1030 \text{ σταθμοί}$$

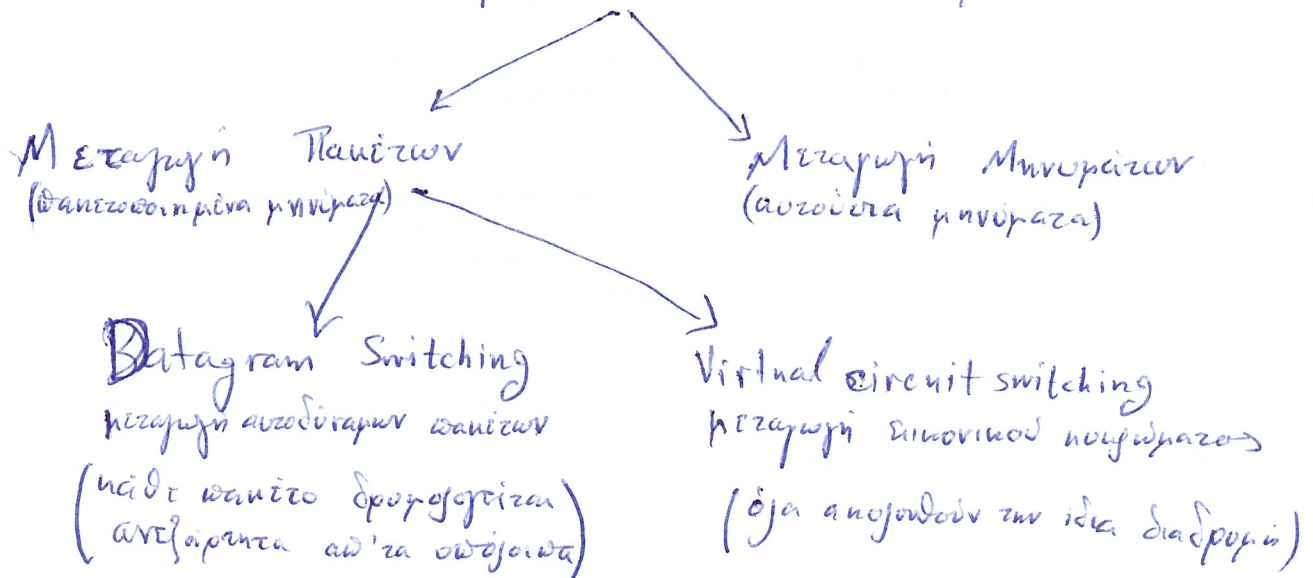
ΑΣΚΗΣΗ 2: Ας θεωρήσουμε **10000** σταθμούς οι οποίοι ανταγωνίζονται για τη χρήση ενός κοινού καναλιού που χρησιμοποιεί ως πρωτόκολλο πρόσβασης στο μέσο το **ALOHA με χρονοθυρίδες (slotted ALOHA)**. Εάν κατά μέσο όρο ο κάθε σταθμός στέλνει **18 πακέτα την ώρα** και το μήκος της χρονοθυρίδας είναι **125 μsec**, να υπολογιστεί το ολικό φορτίο του καναλιού, **G**.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Το ολικό φορτίο του καναλιού, **G**, είναι στην ουσία το πλήθος των πακέτων που αποστέλλονται στο κανάλι σε χρονικό διάστημα ίσο με τη διάρκεια μιας χρονοθυρίδας.

Ο ρυθμός αποστολής των πακέτων στο δίκτυο από κάθε σταθμό είναι

$$\frac{18 \text{ πακέτα}}{1 \text{ ώρα}} = \frac{18 \text{ πακέτα}}{3600 \text{ sec}} = \frac{1 \text{ πακέτο}}{200 \text{ sec}} \rightarrow \text{κάθε σταθμός στέλνει}$$

Είδη μεταγωγής αφοδότησης και επώδυνος



Εμφανιζόμενα χαρακτηριστικά:

- Datagram Switching: ευελιξία στην διαδρομή
- Virtual circuit switching: τα πακέτα γράφουν με τη σωστή σειρά, χωρίς overhead, άρα μικρότερος υπολογιστικός/επιμνημονιακός φόρτος

Άλλα switching:

- Cut-through switching: κάθε πακέτο αρχίζει να μεταδίδεται πριν συμπληρωθεί ολόκληρο.
- ~~Circuit~~ Circuit switching: το ποσοστό δημιουργείται από άκρο σε άκρο, οποιαδήποτε αρχίζει να μεταδίδεται. Σε αντίθεση με το virtual, που το ποσοστό δημιουργείται διακριτικά και διαρκούν όσο χρειάζεται.

Πλεονεκτήματα Μικροεπιπέδου αφοδότησης μηνυμάτων

- + μικρότερη καθυστέρηση
- + ευκολότερη διαχείριση παραμέτρων
- + ευελιξία διαδρομής
- μεγαλύτερος υπολογιστικός/επιμνημονιακός φόρτος
- περίπλοκη εφαρμογή αφοδότησης μηνυμάτων.

Με άλλα λόγια, ο κάθε σταθμός εκπέμπει ένα πακέτο κάθε 200 δευτερόλεπτα, και επομένως το σύνολο των πακέτων που εκπέμπονται από τους 10000 σταθμούς του δικτύου, θα είναι (10000 πακέτα) / (200 δευτερόλεπτα) = 50 πακέτα ανά δευτερόλεπτο.

Έχοντας υπολογίσει το πλήθος των πακέτων που εκπέμπονται στη μονάδα του χρόνου, μπορούμε τώρα να βρούμε και το πλήθος των πακέτων που εκπέμπονται σε χρονικό διάστημα ίσο με τη διάρκεια μιας χρονοθυρίδας. Για να το κάνουμε αυτό θα εφαρμόσουμε την απλή μέθοδο των τριών με τον εξής τρόπο :

Σε 1.000.000 msec οι σταθμοί εκπέμπουν 50 πακέτα
Σε 125 msec οι σταθμοί εκπέμπουν (X?) πακέτα

Επομένως θα είναι $X = (50 \cdot 125) / (1.000.000) = 0.000625$ που είναι και η τιμή του ολικού φορτίου του καναλιού, G. Στην απλή μέθοδο των τριών που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό του G λάβαμε υπ όψιν ότι 1 δευτερόλεπτο είναι ίσο με 1.000.000 msec. σωστά.

ΑΣΚΗΣΗ 3: Ένας μεγάλος αριθμός χρηστών του συστήματος ALOHA δημιουργεί 50 πακέτα ανά δευτερόλεπτο στα οποία περιλαμβάνονται, τόσο αυτά που δημιουργούνται για πρώτη φορά, όσο και εκείνα που επαναμεταδίδονται λόγω συγκρούσεων. Η χρονική διάρκεια της κάθε χρονοθυρίδας είναι 40 msec.

- α) Ποια είναι η πιθανότητα επιτυχούς μετάδοσης του πακέτου από την πρώτη κιόλας προσπάθεια?
- β) Ποια είναι η πιθανότητα να έχουμε k διαδοχικές συγκρούσεις και κατόπιν μια επιτυχή μετάδοση?
- γ) Ποιος είναι ο αναμενόμενος αριθμός μεταδόσεων που θα χρειαστεί?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Αρχικά χρησιμοποιώντας την απλή μέθοδο των τριών βρίσκουμε τον αριθμό των μεταδόσεων στη διάρκεια μιας χρονοθυρίδας :

Στα 1000 msec εκπέμπονται 50 πακέτα
Στα 40 msec πόσα (X?) πακέτα εκπέμπονται?

Από την απλή μέθοδο βρίσκουμε $X = (50 \cdot 40) / 1000 = 2000 / 1000 = 2$, και επομένως το ολικό φορτίο του καναλιού θα είναι $G=2$.

α) Για να έχουμε επιτυχή μετάδοση από την πρώτη κιόλας προσπάθεια, θα πρέπει κατά τη χρονική διάρκεια της πρώτης χρονοθυρίδας, να μην κυκλοφορεί άλλο πακέτο στο κανάλι. Αυτό σύμφωνα με τη θεωρία μπορεί να συμβεί με πιθανότητα $P = e^{-G}$ και με αντικατάσταση παίρνουμε $P = e^{-2} = 0.135$.

β) Εφ' όσον η πιθανότητα για μια επιτυχή μετάδοση είναι e^{-G} , η πιθανότητα για να έχουμε σύγκρουση, θα είναι $1 - e^{-G}$, και η πιθανότητα για k διαδοχικές συγκρούσεις θα είναι

$$\underbrace{(1 - e^{-G}) \cdot (1 - e^{-G}) \cdot (1 - e^{-G}) \cdot \dots \cdot (1 - e^{-G})}_{k \text{ φορές}} = (1 - e^{-G})^k$$

Με ερωτήσεις

- Το DataLink δεν προσφέρει από-από-σε-από χειρουργία στο επίπεδο των βίντουα από πάνω (Network)
- Ο άμεγχος παύων και ερωταγεραδόντες ουνίδες γίνονται στο DataLink ενώ η ερωγγόγμονη στο Network
- Σε ένα δίντυο που χρησιμοποιεί μεταγωγή κυκλώματος (circuit switching) ένα αωονηοοτινό ερωκατωριάνό πορωάτι ερωαδίσταται μεταφύ αωοοογία και δίντη.
- Σε ένα δίντυο που χρησιμοποιεί μεταγωγή παύλων και προσφέρει connection-oriented service όα τα παύλα αωογούδων το ίδιο πορωάτι από την αφέενηρία των ερωοοογό (circuit). (virtual?)
- Σε ένα δίντυο ... προσφέρει connectionless service το ναόε παύλο μπορεί τα αωογούδων διαφορετινό πορωάτι από την αφέενηρία των ερωοοογό.
- Σε ένα δίντυο που αωοοογίεται από ένα ναράτι ερωγγόγης ερωοοογίας ένα παύλο γαυάρεται από όγους τους σταθμούς ταυτόχρονα.
- Αωοοογία αρχίον από Α α Β μέσω πορωάτιος με ερωοοογίς ουνδίστατος : Τα μικρότερα παύλα μειώνουν την καθοοίρνηση ερωατίας του 'pipelining' γαυομήρον, αλλα αυτή η βεγτίωση αωτιοααδρίφεται σε ναόωο βάδύ από την αύνηση του overhead γαυ εωινοααγίδων. (ερωοοογία ερωα. αα)

αφού από τη θεωρία των πιθανοτήτων είναι γνωστό πως για να συμβούν δυο γεγονότα διαδοχικά, το ένα μετά το άλλο, οι αντίστοιχες πιθανότητες πολλαπλασιάζονται. Με τον ίδιο τρόπο, η πιθανότητα για να έχουμε k διαδοχικές συγκρούσεις και αμέσως μετά μια επιτυχή μετάδοση, είναι $e^{-G}(1-e^{-G})^k$ (αφού η πιθανότητα k συγκρούσεων είναι $(1-e^{-G})^k$ ενώ η πιθανότητα επιτυχούς μετάδοσης είναι e^{-G}). Για $G=2$ η πιθανότητα να έχουμε k διαδοχικές συγκρούσεις και αμέσως μετά μια επιτυχή μετάδοση θα είναι ίση με $0.135 * (0.865)^k$.

γ) Από τη θεωρία είναι γνωστό πως ο αναμενόμενος αριθμός των μεταδόσεων είναι ίσος με e^G και για $G=2$ αυτός ο αριθμός είναι ίσος με 7.4 .

ΑΣΚΗΣΗ 4: Έστω μια τοπολογία αρτηρίας μήκους 1 Km πάνω στην οποία συνδέονται N σταθμοί που κατανέμονται ομοιόμορφα σε ένα κοινό μέσο μετάδοσης και έχουν ρυθμό εκπομπής και λήψης δεδομένων 10 Mbps . Να υπολογιστεί ο μέσος χρόνος που απαιτείται για την αποστολή ενός πακέτου μεγέθους 1000 bits από τον ένα σταθμό στον άλλο (αυτός ο χρόνος μετράται από την έναρξη της εκπομπής έως τον τερματισμό της λήψης). Η ταχύτητα μετάδοσης του σήματος είναι $200 \text{ m}/\mu\text{sec}$.

Εάν οι δύο σταθμοί αρχίσουν να εκπέμπουν την ίδια χρονική στιγμή, τα πακέτα τους θα συγκρουστούν. Εάν ο κάθε σταθμός έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί το κανάλι κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, μετά από πόσο χρόνο θα καταλάβει ότι έγινε σύγκρουση?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Εφ' όσον ο κάθε σταθμός εκπέμπει δεδομένα με ρυθμό $10 \text{ Mbits ανά δευτερόλεπτο}$, η εκπομπή του πακέτου των 1000 bits από τον κάθε σταθμό, απαιτεί χρόνο

$$t_1 = \frac{1000 \text{ bits}}{10 * 10^6 \frac{\text{bits}}{\text{sec}}} = 100 * 10^{-6} \text{ sec} = 100 \mu \text{ sec}$$

t_1 packet

Από την άλλη πλευρά, ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση του σήματος σε μήκος 1 Km με ταχύτητα μετάδοσης $200 \text{ m}/\mu\text{sec}$ θα είναι ίσος με

$$t_2 = \frac{1000 \text{ m}}{200 \frac{\text{m}}{\mu\text{sec}}} = \frac{1000 \text{ m}}{200 * 10^6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}} = 5 * 10^{-6} \text{ sec} = 5 \mu \text{ sec}$$

Επομένως ο συνολικός χρόνος που απαιτείται κατά μέσο όρο για την αποστολή του πακέτου από τον ένα σταθμό στον άλλο, θα είναι

$$t_3 = t_1 + t_2 = 100 \mu\text{sec} + 5 \mu\text{sec} = (100+5) \mu\text{sec} = 105 \mu\text{sec}.$$

Ας υποθέσουμε τώρα πως δύο σταθμοί εκπέμπουν δεδομένα την ίδια χρονική στιγμή. Στην περίπτωση αυτή είναι γνωστό πως θα λάβει χώρα το φαινόμενο της σύγκρουσης (collision) που θα οδηγήσει στην αμοιβαία καταστροφή των πακέτων. Επειδή οι δύο σταθμοί μπορεί να βρίσκονται συνδεδεμένοι σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στο καλώδιο του 1 Km , θεωρούμε κατά μέσο όρο πως απόσταση ανάμεσά τους είναι ίση με 500 μέτρα . Από την άλλη πλευρά, σύμφωνα με τη θεωρία, η ανίχνευση μιας σύγκρουσης μεταξύ δύο σταθμών, είναι δυνατή, μόνο όταν η διάρκεια της μετάδοσης του πλαισίου είναι ίση με 2τ , όπου τ είναι ο χρόνος που χρειάζεται το σήμα για να μεταδοθεί από τον ένα σταθμό στον άλλο. Επειδή όμως η ταχύτητα του σήματος είναι $200 \text{ m}/\mu\text{sec}$ και η μέση απόσταση των δύο σταθμών είναι 500 μέτρα αυτός ο χρόνος θα είναι ίσος με

χρόνος
 $2\tau = 2 t_{\text{propag.}} ?$

Hardware

Πρωτόκολλα

Application → ftp, telnet...

Presentation

Session

Transport → TCP, UDP

Router ← Network → IP

Bridge, Switch ← Datalink

Hub ← Physical

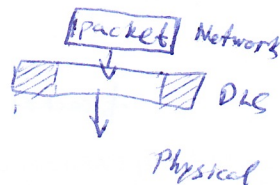
Ποιές οι λειτουργίες κάθε ερωτήδου?

Physical:

λειτουργία: σχεδίαση υποκατασκευών
συμπίεση στο DLC: αναξιόπιστος σωτήρας bit

Datalink:

εγκατάσταση, έλεγχος γαδιών, εξομαλύνει



Network:

- διαχείριση και έλεγχος ποσής δεδομένων, διάδοση πληροφοριών
(μπορεί να παρέρει διά του θανάτου, μπορεί να γίνει σε συλλογής προοιόγωνα)

Transport:

- ομαλοποίηση-εξομαλύνει πληροφοριών
- έλεγχος γαδιών
- έλεγχος ποσής

$$\tau = \frac{500 \mu\text{m}}{200 \mu\text{m}} = \frac{500 \mu\text{m}}{200 * 10^4 \text{ sec}} = 2.5 * 10^{-6} \text{ sec} = 2.5 \mu\text{sec}$$

Επομένως ο χρόνος που χρειάζεται ο κάθε σταθμός για να καταλάβει μια σύγκρουση είναι ίσος με $t = 2\tau = 2 * 2.5 \mu\text{sec} = 5 \mu\text{sec}$.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ (δεν περιλαμβάνεται στην απάντηση της άσκησης αλλά είναι σημαντικό να αναφερθεί): Επειδή ο κάθε σταθμός εκπέμπει με ρυθμό 10Mbps, ο αριθμός των bits που θα προλάβει να στείλει μέχρι να αντιληφθεί τη σύγκρουση (κάτι που όπως έχουμε αποδείξει θα γίνει σε χρόνο 5 msec από την έναρξη της μετάδοσης του πακέτου), θα είναι ίσος με

$$10 * 10^6 \frac{\text{bits}}{\text{sec}} * 5 \mu\text{sec} = 10 * 10^6 \frac{\text{bits}}{\text{sec}} * 5 * 10^{-6} \text{ sec} = 50 \text{ bits}$$

Επομένως εάν λάβει χώρα σύγκρουση του πακέτου των **1000 bits**, ο σταθμός θα καταλάβει ότι έγινε σύγκρουση, μετά την αποστολή των πρώτων **50 bits**.

Ανάλογα τώρα με το πρωτόκολλο πρόσβασης στο μέσο που χρησιμοποιείται, ο σταθμός θα στείλει και τα υπόλοιπα **950 bits** του κατεστραμμένου πακέτου (εάν χρησιμοποιεί το **ALOHA**), ή θα διακόψει αμέσως τη μετάδοση τη χρονική στιγμή που θα αντιληφθεί τη σύγκρουση, χωρίς να στείλει τα υπόλοιπα **950 bits** (εάν χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο **CSMA/CD**). Από τη διαπίστωση αυτή μπορεί εύκολα να διαπιστώσει κανείς πόσο πολύ βελτιώνεται η απόδοση του δικτύου στην περίπτωση της χρήσης του δεύτερου πρωτοκόλλου.

ΑΣΚΗΣΗ 5 : Έστω δύο σταθμοί **A** και **B** οι οποίοι συνδέονται σε τοπολογία **αρτηρίας** και βρίσκονται σε απόσταση **1000 μέτρων** ο ένας από τον άλλο. Ο κάθε σταθμός εκπέμπει με ρυθμό **10 Mbps**, πακέτα δεδομένων μεγέθους **256 bits** το καθένα (με επικεφαλίδα **80 bits**), και κάθε φορά που λαμβάνει με επιτυχία ένα πακέτο, στέλνει στον αποστολέα ένα **πλαίσιο επιβεβαίωσης (acknowledge frame)** μεγέθους **88 bits**. Να υπολογιστεί η **απόδοση του δικτύου** και ο **χρόνος μετάδοσης από τον ένα σταθμό στον άλλο** ενός αρχείου μεγέθους **1 Mbyte**, θεωρώντας πως η ταχύτητα μετάδοσης του σήματος στο κανάλι είναι **200 m/μsec**.

Παρατήρηση : όπως είναι γνωστό από τη θεωρία, όταν ένα πακέτο δεδομένων αποστέλλεται στο δίκτυο, περιλαμβάνει εκτός από τα δεδομένα και ένα σύνολο πληροφοριών ελέγχου, οι οποίες συνιστούν την επικεφαλίδα του (header). Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη διεύθυνση του αποστολέα και του παραλήπτη και χρησιμοποιούνται από τα πρωτόκολλα της επικοινωνίας για την μετάδοση του πακέτου. Είναι προφανές πως όταν υπολογίζουμε την απόδοση του δικτύου (δηλαδή το πλήθος των δεδομένων που μεταδίδονται στη μονάδα του χρόνου), θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μόνο τα δεδομένα των χρηστών, και όχι τις επικεφαλίδες των πακέτων οι οποίες αφορούν μόνο τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και χρησιμοποιούνται υποχρεωτικά οδηγώντας σε ανεπιθύμητη αλλά αναπόφευκτη μείωση της απόδοσης του δικτύου. Στο παράδειγμά μας το κάθε πακέτο έχει μέγεθος 256 bits εκ των οποίων τα 80 bits αφορούν τα δεδομένα της επικεφαλίδας. Αυτό σημαίνει πως τα πραγματικά δεδομένα των χρηστών είναι $(256-80) \text{ bits} = 176 \text{ bits}$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ : Προκειμένου να υπολογίσουμε την απόδοση του δικτύου, θα πρέπει να υπολογίσουμε **το πλήθος των δεδομένων που μεταδίδονται στη μονάδα του χρόνου**. Για να το κάνουμε αυτό θα υπολογίσουμε **το χρόνο που απαιτείται για μια ολοκληρωμένη διαδικασία**

Ενθυλάκωση (encapsulation)

Η τεχνική με την οποία η αλληλεπίδραση των εμφοροσφαιρών γίνεται με την τοποθέτησή τους στην επιφάνεια δεδομένων ενός εγχειρίδιου ή πακέτου. (Εξαναγνωστική ενθυλάκωση)

μετάδοσης η οποία περιλαμβάνει όχι μόνο τη μετάδοση του πακέτου δεδομένων από τον A στο B αλλά και τη μετάδοση του πλαισίου επιβεβαίωσης από τον B στον A.

Ας ξεκινήσουμε από το σταθμό A ο οποίος εκπέμπει πακέτα μεγέθους 256 bits το καθένα. Επειδή ο ρυθμός εκπομπής δεδομένων από τον A είναι 10 Mbits ανά δευτερόλεπτο, είναι προφανές πως ο χρόνος που απαιτείται για την εκπομπή του πακέτου των 256 bits, θα είναι

$$t_1 = \frac{256 \text{ bits}}{10 \cdot 10^6 \frac{\text{bits}}{\text{sec}}} = 25.6 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 25.6 \mu \text{ sec}$$

Ας περάσουμε τώρα στο σταθμό B, ο οποίος, μόλις λάβει το πακέτο των 256 bits από τον A, θα του στείλει ένα πακέτο επιβεβαίωσης μεγέθους 88 bits. Επειδή και ο σταθμός B εκπέμπει με ρυθμό 10 Mbits ανά δευτερόλεπτο, έπεται, πως ο χρόνος που απαιτείται για την εκπομπή του πακέτου των 88 bits, θα είναι

$$t_2 = \frac{88 \text{ bits}}{10 \cdot 10^6 \frac{\text{bits}}{\text{sec}}} = 8.8 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 8.8 \mu \text{ sec}$$

Τέλος, σύμφωνα με τη θεωρία, ο χρόνος μετάδοσης του πακέτου στο δίκτυο είναι ίσος με 2τ , όπου τ , είναι ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση του σήματος από τον ένα σταθμό στον άλλο. Επειδή οι δύο σταθμοί απέχουν απόσταση 1000 μέτρων και το σήμα κινείται με ταχύτητα 200 m/ μ sec, ο χρόνος που χρειάζεται το σήμα για να διανύσει αυτή την απόσταση, θα είναι ίσος με

Handwritten notes at the bottom of the page, including a boxed section with the formula $t = \frac{d}{v}$ and other calculations.

TDM, FDM

FDM: Τεχνολογία με διαίρεση συχνοτήτων.

Διαφορακτός του πύου σε διάφος αδιαφογής που ο κωδίκας έχει τη δική του συχρότητα / κωδίκας. Οι ταυξήρες ηεραδότες δεν αραυγούν αραυταίς αραυβόγες.

TDM: Τεχνολογία χρονικής διαίρεσης

Διαφορακτός του πύου σε διάφος που ο κωδίκας έχει τη σειρά του δεν υπάρχουν ταυξήρες ηεραδότες.

Τεχνολογία (DLC)

- Πρωτόκολλα προσαρμοσμένα σε χαρτίρες (ARPANET)
- Πρω... -1- σε bits (HDLC, SDLC)
- Καταρτήρες ηηών (DECNET)

$$\text{efficiency} = \frac{L_{\text{packet}}}{L_{\text{RTT}}}$$

απόδοση αρίων

throughput

$$S = f \cdot \frac{L}{r} = f \cdot \text{packet}$$

$$t = \frac{1000 \mu\text{s}}{200 \mu\text{s}} = \frac{1000 \mu\text{s}}{200 \cdot 10^{-6} \text{ sec}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ sec} = 5 \mu\text{sec}$$

και επομένως, ο χρόνος μετάδοσης του πακέτου θα είναι ίσος με 10 μsec. Επομένως τελικά, ο χρόνος που απαιτείται για μια ολοκληρωμένη διαδικασία μετάδοσης ενός πακέτου στο δίκτυο θα δίδεται από τη σχέση

$$t = \begin{matrix} \text{χρόνος εκπομπής πακέτου δεδομένων} & + \\ \text{χρόνος εκπομπής πλαισίου επιβεβαίωσης} & + \\ \text{χρόνος μετάδοσης δεδομένων στο δίκτυο} & \end{matrix}$$

και με αντικατάσταση των τιμών βρίσκουμε $t = (25.6 + 8.8 + 10) \mu\text{sec} = 44.4 \mu\text{sec}$.

Με βάση την παραπάνω ανάλυση καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκληρωμένη μετάδοση ενός πακέτου δεδομένων των 256 bits είναι 44.4 μsec. Όμως, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, από αυτά τα 256 bits, μόνο τα 176 bits αφορούν τα δεδομένα των χρηστών, καθώς τα υπόλοιπα 80 αντιστοιχούν στην επικεφαλίδα του πακέτου και δεν θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν στον υπολογισμό της απόδοσής του. Εφ' όσον λοιπόν τα 176 bits δεδομένων των χρηστών μεταδίδονται σε χρόνο 44.4 μsec, έπεται πως η απόδοση του δικτύου θα είναι ίση με

$$S = \frac{176 \text{ bits}}{44.4 \mu\text{ sec}} = \frac{176 \text{ bits}}{44.4 \cdot 10^{-6} \text{ sec}} = 3.964 \cdot 10^6 \text{ bps} = 3.964 \text{ Mbps} = 3964000 \text{ bps}$$

Τέλος, ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση του αρχείου μεγέθους 1 Mbyte = 1.048.576 bytes = 1.048.576 * 8 bits = 8388608 bits θα είναι ίσος με

$$t = \frac{8388608 \text{ bits}}{3964000 \text{ bps}} = 2.116 \text{ sec}$$

απόδοση · ρυθμός μετάδοσης : S

Handwritten notes and formulas at the bottom of the page, including:

- $R(f) = \frac{C \cdot f}{T}$
- $R(f) = \frac{C \cdot f}{T} = \frac{C \cdot f}{T} = \frac{C \cdot f}{T}$
- $C = \left[\frac{\text{transmission}}{\text{sec}} \right]$
- $\sum = C \cdot f$
- Other scribbles and partial equations.

go back n (stop and wait) αποδοτικό

Το CSMA/CD χρησιμοποιείται στο Ethernet.

CSMA: Παθητική πρόσβαση μέσω ανίχνευσης πόρου

Χρήση ομάδας απριζεντομής διαύλου, γρήγορα για την αποστολή πόρου πριν τη μεταδοση.

CSMA/CD: ... με ενσωματωμένη σύγκρουση.

επίλογα προηγούμενου κεφαλαίου

επίλογα αόριστων διευκρινίσεων, στο οποίο ένα τρίτο μέρος μπορεί να αποδοθεί μόνο όταν από δύο σταθμούς που εναλλάσσονται μεταξύ τους, αλλά όχι και τους δύο.

Προηγούμενα συμπεράσματα

Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το CSMA/CD γιατί χρησιμοποιείται το CSMA/CA (με σύντομα μηνύματα ελέγχου)

Pure	18,4%
Slotted	36,8%
Tree splitting	43,4%

$$\text{Slotted } P_r(k) = \frac{G^k e^{-G}}{k!}$$
$$\text{Pure } P_r(k) = \frac{(2G)^k e^{-2G}}{k!}$$
$$G = \left[\frac{\text{transmissions}}{\text{slot}} \right]$$

Ποδησώδωση

$$S = G e^{-2G} \quad \text{pure}$$
$$S = G e^{-G} \quad \text{slotted}$$

$$S = G \cdot p_0$$