ΘΕΜΑ 1, εργασία 1, 2021-2022	Εισαγωγικά των δικτύων

Στόχος της άσκησης *είναι η εξοικείωση με τις βασικές εισαγωγικές έννοιες των δικτύων υπολογιστών.*
Σχετικές ασκήσεις:*ΓΕ1/2021/Θ1,* Δραστηριότητες 1.2, 1.3 Ασκήσεις αυτοαξιολόγησης 1.2, 1.3, 1.5-1.7 από Τόμο Γ'.

Επιλέξτε τη μοναδική σωστή απάντηση σε καθεμιά από τις παρακάτω ερωτήσεις, δικαιολογώντας συνοπτικά, σε μια παράγραφο 2-5 γραμμών, την επιλογή σας:

(1) Υποθέστε ότι ένας κόμβος Α θέλει να στείλει ένα μεγάλο αρχείο κάποιων εκατοντάδων MBytes στον κόμβο Β. Η διαδρομή από τον Α στον Β περιλαμβάνει 3 διαδοχικές ζεύξεις με ρυθμούς εκπομπής R1 = 2,048 Mbps, R2 = 4,096 Mbps, και R3 = 1,548 Mbps, αντίστοιχα. Αν δεν υπάρχει άλλη κίνηση στο δίκτυο, ποια είναι η μέση ρυθμαπόδοση κατά τη μεταφορά του αρχείου;
Α.2,048Mbps Β.4,096Mbps Γ.1,548Mbps Δ.2,564Mbps

Απάντηση: Ο πιο αργός σύνδεσμος καθορίζει την συνολική ταχύτητα.

(2) Έστω τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που χρησιμοποιεί για τη μετάδοση πληροφορίας πρωτόκολλοπολλαπλής πρόσβασης με επιμερισμό του χρόνου (Time Division Multiple Access -- TDMA),που χωρίζει τον χρόνο σε πλαίσια 16 χρονοθυρίδων, χωρητικότητας 256 bits η καθεμιά. Αν τα δεδομένα στο κανάλι μεταδίδονται με ρυθμό 8192Kbps, πόση είναι η χρονική διάρκεια ενός πλαισίου TDMA;
Α. 1msec Β.0.5msec Γ. 2msec Δ.5msec

Απάντηση: ένα πλαίσιο είναι οι 16 χρονοθυρίδες μαζί, δηλαδή 16·256bits=4096bits. Τα 4096bits στέλνονται σε χρόνο 4096bits/8192Kbps=0.5msec. Αυτή είναι η διάρκεια ενός πλαισίου.

(3) Το πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ακρόαση φέροντος και ανίχνευση συγκρούσεων (CSMA-CD) ελέγχει την πρόσβαση στο μέσο και τον χρονοπρογραμματισμό πλαισίων
Α. στα ενσύρματα δίκτυα Ethernet Β.σε ασύρματα τοπικά δίκτυα 802.11 Γ.στην οικιακή ADSL γραμμή

Απάντηση: το csma/cd εφαρμόζεται στο ethernet

(4) Στο μοντέλο στοίβας πρωτοκόλλων του Διαδικτύου, ποια επίπεδα υλοποιούνται σε έναν εξυπηρετητή της Google που παρέχει την υπηρεσία gmail;
Α. φυσικό, ζεύξης δεδομένων, δρομολόγησης Β. φυσικό και ζεύξης δεδομένων Γ. όλα τα επίπεδα (φυσικό, ζεύξης δεδομένων, δρομολόγησης, μεταφοράς, εφαρμογής)

Απάντηση: ο server είναι υπολογιστής, άρα υλοποιεί και τα 7 επίπεδα του μοντέλου OSI

(5) Σε ένα δίκτυο Ethernet, αποφεύγω τις συγκρούσεις μεταξύ πλαισίων όταν αυτό υλοποιείται με:
Α. ομοαξονικό καλώδιο σε τοπολογία διαύλου Β. μεταγωγέα σε τοπολογία αστέρα Γ. συγκεντρωτή (hub)σε τοπολογία αστέρα Δ. ομοαξονικό καλώδιο σε τοπολογία αστέρα

Απάντηση: οι μεταγωγής χωρίζουν τα collision domains και αποτρέπουν τις συγκρούσεις

(6) Ποιο από τα δύο πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς, TCP και UDP, θα χρησιμοποιούσατε για πλοήγηση στο Διαδίκτυο και ποιο για video-κλήσεις τύπου Skype
Α. UDP και στις 2 περιπτώσεις Β. TCP και στις 2 περιπτώσεις Γ. UDP στην πρώτη περίπτωση και TCP στη δεύτερη Δ. TCP στην πρώτη περίπτωση και UDP στη δεύτερη

Απάντηση: για πλοήγηση στο διαδίκτυο χρειαζόμαστε αξιοπιστία, για βιντεο-κλήσεις χρειαζόμαστε ταχύτητα, όχι αξιοπιστία.

(7) Υποθέστε ότι μεταξύ ενός κόμβου-αποστολέα πακέτων Α και ενός κόμβου-παραλήπτη Β παρεμβάλλεται ένας μεταγωγέας πακέτων S. Αν το δίκτυο Ethernet ταχύτητας 10Mbps που συνδέει τον Α και τον Β με τον S αναβαθμιστεί σε δίκτυο Ethernet ταχύτητας 100Mbps, ποιες από τις τέσσερις καθυστερήσεις που υπεισέρχονται στην διατερματική (end-to-end) καθυστέρηση μετάδοσης ενός πακέτου από τον κόμβο Α στον κόμβο Β (εκπομπής, διάδοσης, αναμονής στην ουρά, επεξεργασίας) θα επηρεαστούν και πώς; (οι σωστές απαντήσεις μπορεί να είναι περισσότερες της μιας)
Α. εκπομπής -αυξάνεται Β. ουράς -αυξάνεται Γ. διάδοσης -αυξάνεται Δ. επεξεργασίας -αυξάνεται
Ε. εκπομπής -μειώνεται ΣΤ. ουράς -μειώνεται Ζ. διάδοσης -μειώνεται Η. επεξεργασίας -μειώνεται

Απάντηση: η αύξηση της ταχύτητας μετάδοσης μειώνει τον χρόνο μετάδοσης (εκπομπής)

(8) Σε ποια από τις παρακάτω δικτυακές τοπολογίες, υπάρχει κόμβος ο οποίος αποτελεί Single Point of Failure, δηλαδή εάν καταρρεύσει αυτός ο κόμβος δεν μπορεί να επικοινωνήσει κανένας κόμβος του δικτύου με κανέναν άλλο;

Α. Αρτηρίας Β. Δακτυλίου Γ. Αστέρα Δ. Δέντρου

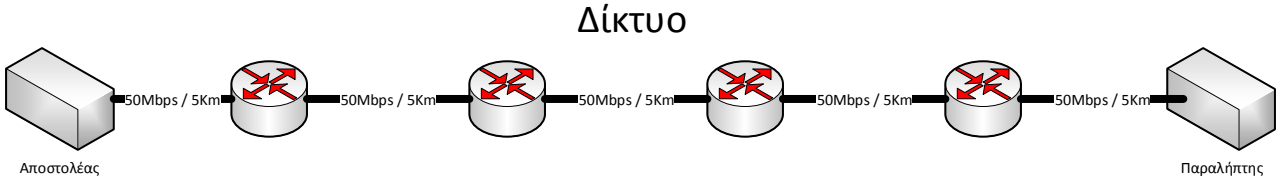
Απάντηση: στην τοπολογία αστέρα, υπάρχει ένας κεντρικός κόμβος. Αν καταρρεύσει αυτός, καταρρέει όλο το δίκτυο.

Ενδεικτική Μεθοδολογία: *Κάντε μια καλή επανάληψη στα κεφάλαια 1 και 6 του βιβλίου των Kurose-Ross.*

ΘΕΜΑ 2, εργασία 1, 2021-2022	**Μετάδοση store-and-forward**

Στόχος της άσκησης *είναι η εξοικείωση με τις έννοιες της μετάδοσης store-and-forward.*
Σχετικές ασκήσεις: *ΓΕ1/1718/Θ1, ΓΕ1/1819/Θ3, ΓΕ1/1920/Θ4, ΓΕ1/2021/Θ2*

Αρχείο μεγέθους 10Mbyte μεταδίδεται με την χρήση δικτύου τεχνολογίας store-and-forward το οποίο αποτελείται από 5 διαδοχικές ζεύξεις με ρυθμό μετάδοσης σε κάθε ζεύξη ίσο με 50Mbps και φυσικό μήκος ζεύξης ίσο με 5Km. Η ταχύτητα διάδοσης των δεδομένων στο φυσικό μέσο της ζεύξης είναι ίση με $2x10^8$m/sec. Η καθυστέρηση επεξεργασίας πακέτου σε κάθε κόμβο είναι αμελητέα. Το δίκτυο χρησιμοποιεί πακέτα μήκους 1KByte (χωρίς την επικεφαλίδα). Δείτε και το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 1: Επικοινωνία μέσω δικτύου 5 διαδοχικών ζεύξεων

(α) Υπολογίστε τον χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά του παραπάνω αρχείου, εάν το δίκτυο χρησιμοποιεί *μεταγωγή πακέτου με ιδεατά κυκλώματα*, όπου απαιτείται χρόνος 500msec για την εγκατάσταση του ιδεατού κυκλώματος και σε κάθε πακέτο προστίθεται επικεφαλίδα 20Bytes.

(β) Υπολογίστε τον χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά του παραπάνω αρχείου, εάν το δίκτυο χρησιμοποιεί *μεταγωγή πακέτου με αυτοδύναμα πακέτα* και σε κάθε πακέτο προστίθεταιεπικεφαλίδα 40Bytes.

(γ) Υποθέστε ότι έχουμε μεταγωγή του *ενιαίου* αρχείου, δηλαδή στο αρχείο προστίθεται μια επικεφαλίδα 10KByte και το αρχείο δεν κατατμείται αλλά μεταφέρεται σαν ένα (τεράστιο) πακέτο στο παραπάνω δίκτυο χρησιμοποιώντας *μεταγωγή πακέτου με ιδεατά κυκλώματα*. Ο χρόνος για την εγκατάσταση του ιδεατού κυκλώματος είναι 500msec. Υπολογίστε τον χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά του παραπάνω αρχείου. Ποια είναι η επιβάρυνση στον χρόνο που απαιτείται για την μεταφορά του αρχείου σε αυτή την περίπτωση σε σχέση με το ερώτημα (α); Πως εξηγείται αυτή η επιβάρυνση;

(δ) Υποθέστε ότι έχουμε μεταγωγή του *ενιαίου* αρχείου, δηλαδή στο αρχείο προστίθεται μια επικεφαλίδα 1KByte και το αρχείο δεν κατατμείται αλλά μεταφέρεται σαν ένα (τεράστιο) πακέτο στο παραπάνω δίκτυο χρησιμοποιώντας *μεταγωγή πακέτου με αυτοδύναμα πακέτα*. Να υπολογίσετε τον νέο ρυθμό μετάδοσης κάθε ζεύξης ώστε ο χρόνος μετάδοσης του αρχείου από τον αποστολέα στον παραλήπτη να ισούται με τον χρόνο που υπολογίσατε στο ερώτημα (β). Σχολιάστε το αποτέλεσμα.

Διευκρίνιση: Για τους υπολογισμούς θεωρήστε ότι 1M=1000K, 1K=1000

Ενδεικτική Μεθοδολογία: *Να εφαρμόσετε τη μεθοδολογία υπολογισμού της καθυστέρησης μεταφοράς πακέτων σε δίκτυα μεταγωγής (μετάδοση store-and-forward).*

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

ρυθμός μετάδοσης R=50Mbps=$50\cdot10^6$bits/sec
συνολική απόσταση αποστολέα παραλήπτη D=5·5km=25km
συνολικός χρόνος διάδοσης μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη PROP=25km/($2\cdot10^8$m/sec)=$12.5\cdot10^{-5}$sec =$125\cdot10^{-6}$sec

Α.

πλήθος πακέτων M=10Mbytes/1Kbyte=10000 πακέτα
μέγεθος πακέτων με επικεφαλίδα: L+h=1000+20=1020bytes=8160bits
χρόνος εγκατάστασης κυκλώματος: t_s=500msec=0.5sec
Συνεπώς:
$t_{ολικό}$= t_s+{Q(L+h)/R+PROP}+(M-1)(L+h)/R=0.5+{$5\cdot8160/(50\cdot10^6)+125\cdot10^{-6}$}+(10000-1)·8160/($50\cdot10^6$)=
=2.133sec

Β.

πλήθος πακέτων M=10Mbytes/1Kbyte=10000 πακέτα
μέγεθος πακέτων με επικεφαλίδα: L+h=1000+40=1040bytes=8320bits
Συνεπώς:
$t_{ολικό}$={Q(L+h)/R+PROP}+(M-1)(L+h)/R={$5\cdot8320/(50\cdot10^6)+125\cdot10^{-6}$}+(10000-1)·8320/($50\cdot10^6$)=
1.665sec

Γ.
πλήθος πακέτων M=1 πακέτο
μέγεθος πακέτων με επικεφαλίδα: L+h=10000000+10000=10010000bytes=80080000bits
χρόνος εγκατάστασης κυκλώματος: t_s=500msec=0.5sec
Συνεπώς:
$t_{ολικό}= t_s+\{Q(L+h)/R+PROP\}+(M-1)(L+h)/R=0.5+\{5\cdot 80080000/(50\cdot 10^6)+125\cdot 10^{-6}\}+0=8.508sec$
Η επιβάρυνση αυτή συμβαίνει γιατί πρέπει να φτάσει όλο το πακέτο (αρχείο) στον κάθε κόμβο και μετά να ξεκινήσει η μετάδοσή του προς τον επόμενο κόμβο, δηλαδή δεν συμβαίνει ταυτόχρονη αποστολή πακέτων, αφού έχουμε μόνο 1 πακέτο.

Δ.
R: ο ζητούμενος ρυθμός μετάδοσης σε MBps
πλήθος πακέτων M=1 πακέτο
μέγεθος πακέτων με επικεφαλίδα: L+h=10000000+1000=10001000bytes=80008000bits
Συνεπώς:
$t_{ολικό}= \{Q(L+h)/R+PROP\}+(M-1)(L+h)/R=\{5\cdot 80008000/(R\cdot 10^6)+125\cdot 10^{-6}\}+0=5\cdot 80008000/(R\cdot 10^6)+125\cdot 10^{-6}$
και θέλουμε να ισούται με τον συνολικό χρόνο του ερωτήματος Β, δηλαδή $t_{ολικό}$=1.665sec. Άρα:
$5\cdot 80008000/(R\cdot 10^6)+125\cdot 10^{-6}=1.665\Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow 400.04/R=1.665-125\cdot 10^{-6}\Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow R=240.28Mbps$

Και στο ερώτημα Δ (όπως και στο ερώτημα Γ), πρέπει να φτάσει όλο το πακέτο (αρχείο) στον κάθε κόμβο και μετά να ξεκινήσει η μετάδοσή του προς τον επόμενο κόμβο, δηλαδή δεν συμβαίνει ταυτόχρονη αποστολή πακέτων, αφού έχουμε μόνο 1 πακέτο. Αυτό προκαλεί μεγάλη χρονική επιβάρυνση. Για να μπορέσει το δίκτυο με τέτοια επιβαρυμένη λειτουργία να πετύχει χαμηλό συνολικό χρόνο αποστολής, ίδιο με αυτόν του ερωτήματος Β (όπου γίνεται κατάτμηση σε πολλά πακέτα και έχουμε ταυτόχρονη αποστολή πακέτων), πρέπει να αυξηθεί σημαντικά η ταχύτητα μετάδοσης από 50Mbps σε 240.28Mbps.

ΘΕΜΑ 3, εργασία 1, 2021-2022	**Τεχνικές ανίχνευσης σφαλμάτων μετάδοσης**

Στόχος της άσκησης *είναι η εξοικείωση με την κωδικοποίηση CRC*
Σχετικές ασκήσεις: *ΓΕ3/1213/Θ1, ΓΕ1/1415/Θ1, ΓΕ1/1819/Θ6, ΓΕ1/1920/Θ3, ΓΕ1/2021/Θ4*

(α) Το μήνυμα 1010011101 μεταδίδεται χρησιμοποιώντας τον Κυκλικό Έλεγχο Πλεονασμού (CRC) για τον έλεγχο σφαλμάτων, με τη βοήθεια του πολυώνυμο $G(x) = x^4+x+1$. Να δείξετε την αλληλουχία από bits που θα μεταδοθεί μετά την κωδικοποίηση CRC.
(β) Εάν υποθέσουμε ότι το 4ο και 8ο bit από τα αριστερά στο κωδικοποιημένο μήνυμα που προκύπτει στο (α) αλλοιώνονται κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, ο δέκτης θα ανιχνεύσει αυτό το λάθος; Να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος.
(γ) Ας υποθέσουμε ότι έχουμε το μήνυμα 10011101 προς αποστολή με τη βοήθεια του πολυώνυμου $G(x) = x^3+1$. Να δοθεί ένα παράδειγμα σφαλμάτων 2 bits τα οποία δεν μπορεί να ανιχνεύσει ο δέκτης.
(δ) Υπάρχει κάποιο μοναδικό σφάλμα (ενός μόνο bit) που να μην μπορεί να ανιχνεύσει η κωδικοποίηση του υπο-ερωτήματος (γ); Δικαιολογήστε σύντομα την απάντησή σας.

<u>Ενδεικτική Μεθοδολογία</u>: *Να εφαρμόσετε τα βήματα του αλγορίθμου CRC στον αποστολέα και παραλήπτη κόμβο, όπως περιγράφονται στην ενότητα 3.2.1 του Τόμου Γ'.*

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Α. Ο γεννήτορας είναι $G(x)=x^4+x+1=10011$
Ο αποστολέας κάνει τα εξής:

1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	1									
0	0	1	1	1	1	1							
		1	0	0	1	1							
		0	1	1	0	0	1						
			1	0	0	1	1						
			0	1	0	1	0	0					
				1	0	0	1	1					
				0	0	1	1	1	1	0			
						1	0	0	1	1			
						0	1	1	0	1	0		
							1	0	0	1	1		
							0	1	0	0	1	0	
								1	0	0	1	1	
								0	0	0	0	1	0

Τα 4 δεξιά bits είναι 0010, τα προσθέτει στο τέλος του μηνύματος, άρα τελικά στέλνει το:
10100111010010

Β. Ο παραλήπτης λαμβάνει 10110110010010 και κάνει τα εξής:

1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	1									
0	0	1	0	1	1	1							
		1	0	0	1	1							
		0	0	1	0	0	0	0					
				1	0	0	1	1					
				0	0	0	1	1	1	0	0		
							1	0	0	1	1		
							0	1	1	1	1	1	
								1	0	0	1	1	
								0	1	1	0	0	0
									1	0	0	1	1
									0	1	0	1	1

Το αποτέλεσμα δεν είναι μηδέν, άρα ο παραλήπτης ανιχνεύει σφάλματα.

Γ.

Ο γεννήτορας είναι $G(x)=x^3+1=1001$
Ο αποστολέας κάνει τα εξής:

1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	1							
0	0	0	0	1	1	0	1			
				1	0	0	1			
				0	1	0	0	0		
					1	0	0	1		
					0	0	0	1	0	0

Τα 3 δεξιά bits είναι 100, τα προσθέτει στο τέλος του μηνύματος, άρα τελικά στέλνει το:
10011101100

Αν αλλοιωθούν το 6ο και 9ο bit, ο παραλήπτης λαμβάνει 10011001000 και κάνει τα εξής:

1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1							
0	0	0	0	1	0	0	1			
				1	0	0	1			
				0	0	0	0	0	0	0

Το αποτέλεσμα είναι μηδέν, άρα ο παραλήπτης δεν σφάλματα. Άρα ένα παράδειγμα αλλοίωσης 2 bits που ο παραλήπτης δεν θα ανιχνεύσει είναι το να αλλοιωθούν τα bits 6 και 9.

Δ.

Από την θεωρία ξέρουμε ότι οι κώδικες CRC μήκους k bits ελέγχου έχουν τις ακόλουθες δυνατότητες εντοπισμού σφαλμάτων μεταφοράς: Όλα τα σφάλματα μονού bit, αρκεί οι όροι x^k και x^0 να έχουν μη μηδενικούς συντελεστές. Εδώ k=3 bits και οι όροι x^3 και x^0 έχουν μη μηδενικούς συντελεστές στον γεννήτορα $G(x)=x^3+1$. Άρα ανιχνεύονται όλα τα σφάλματα μονού bit.