

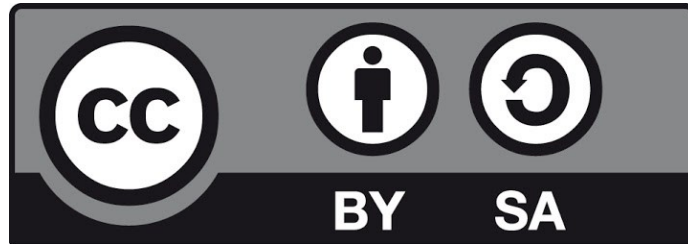
Εισαγωγή στις Επικοινωνίες Δεδομένων

Εισηγητής: Χρήστος Δαλαμάγκας

cdalamagkas@gmail.com

Άδεια χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται στη διεθνή άδεια χρήσης Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).



Βιβλιογραφία

- Σημειώσεις κ. Πιτσιούγκα Ευάγγελου, Ρούστα Μιχαήλ, Τουφεξή Ευάγγελου
- Σημειώσεις δρας Μαλαματής Λούτας, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
 - <https://eclass.uowm.gr/modules/document/?course=ICTE277>
 - <https://eclass.uowm.gr/modules/document/?course=ICTE278>
- «Τηλεπικοινωνίες Και Δίκτυα Υπολογιστών», Άρης Αλεξόπουλος, Γιώργος Λαγογιάννης

Ύλη μαθήματος

- Τα εννοιολογικά μοντέλα OSI και TCP/IP
- Σήματα και κωδικοποίηση
- Μέθοδοι μετάδοσης
- Τοπολογίες και μοντέλα επικοινωνιών
- Μέσα μετάδοσης
- Βασικές μετρικές αξιολόγησης επικοινωνιών
- Τεχνικές πολυπλεξίας
- Τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων
- Αρχιτεκτονικές δικτύων WAN
- Τεχνικές μετάδοσης στο WAN
- Ευρυζωνικές επικοινωνίες DSL και FTTx
- Βασικές δικτυακές συσκευές

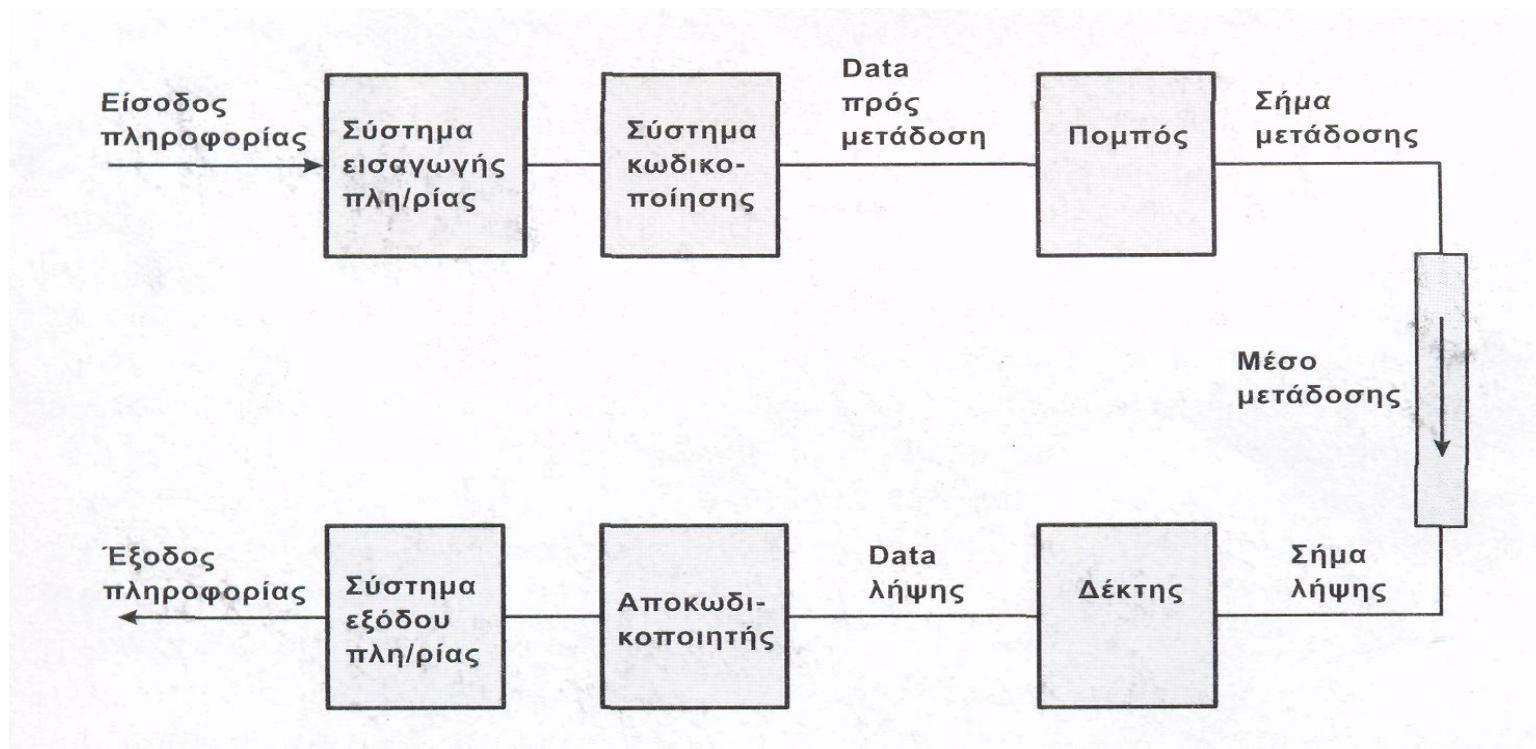
Application

Transport

Network

Network
access

Τηλεπικοινωνιακό Μοντέλο



Τα δύο βασικά εννοιολογικά μοντέλα

TCP/IP

OSI

Application	HTTP/2, DNS, DHCP TLS, JPEG, TIFF, GIF RPC	Application Presentation Session
Transport	TCP, UDP	Transport
Network	IP	Network
Network access	Ethernet NRZ, Manchester	Data link Physical

Με λίγα λόγια...

Application Layer: Εφαρμογές/υπηρεσίες προς τον χρήστη.

Presentation Layer: Πρωτόκολλα αναπαράστασης και κρυπτογράφησης.

Session Layer: Διαχείριση σύνδεσης στο επίπεδο εφαρμογών.

Transport Layer: Έλεγχος ροής, τεμαχισμός, διαχείριση σύνδεσης.

Network Layer: Δρομολόγηση πακέτων

Data link Layer: (Από)πλαισίωση πακέτων, τοποθέτηση bit στο μέσο μετάδοσης

Physical Link: (Από)κωδικοποίηση bit, δημιουργία σήματος

Ενθυλάκωση



Αποστολέας: Από Application layer προς Link Layer

Παραλήπτης: Από Link Layer προς Application Layer

Κωδικοποίηση

- Τα ψηφιακά συστήματα αναγνωρίζουν μόνο με 0 και 1
- Κώδικες: Αντιστοιχούν ακολουθίες bit σε αναγνώσιμους χαρακτήρες
 - ASCII, UNICODE
- Βασικές αρχές:
 - Αποδοτικότητα: $A = (1/\mu) \log_2 N$
N το πλήθος των χαρακτήρων που κωδικοποιούνται
μ το πλήθος bit που απαιτούνται για την αναπαράσταση ενός χαρακτήρα
 - Η υλοποίηση να διευκολύνει τα προγράμματα ταξινόμησης και τον διαχωρισμό των διαφόρων ειδών χαρακτήρων (αλφαριθμητικά, σύμβολα, χαρακτήρες ελέγχου)
 - Χαρακτήρες ελέγχου για την ομαλή ροή δεδομένων και την αναγνώριση/διόρθωση σφαλμάτων

Γνωστοί Κώδικες

- Morse

A	· —	N	— ·	1	· — — — —
B	— ...	O	— — —	2	·· — — —
C	— · — ·	P	· — — ·	3	... — —
D	— ..	Q	— — · —	4 —
E	·	R	· — ·	5	.....
F	·· — ·	S	...	6	—
G	— — ·	T	—	7	— — ...
H	....	U	·· —	8	— — — ..
I	··	V	... —	9	— — — — ·
J	· — — — —	W	· — —	0	— — — — —
K	— · —	X	— .. —	.	· — · — · —
L	· — ..	Y	— · — —	,	— — · · — —
M	— —	Z	— — ..	?	·· — — ..

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 ΚΩΔΙΚΑΣ MORSE

Κώδικας ASCII

- 7 bit πληροφορίας
- 1 bit για έλεγχο ισοτιμίας
- $2^7 = 128$ χαρακτήρες
- 95 χαρακτήρες για αναπαράσταση γραμμάτων, αριθμών και συμβόλων
- 33 χαρακτήρες ελέγχου
- Υποστηρίζει μόνο το λατινικό αλφάβητο!!

Ο ΠΙΝΑΚΑΣ ASCII

Bits					000	001	010	011	100	101	110	111
b4	b3	b2	b1	<div> <div>HEX</div> <div>HEX</div> </div>	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
0	0	0	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

Unicode

- Το σύγχρονο πρότυπο για την αναπαράσταση της πληροφορίας
- Διάφοροι επιμέρους κώδικες: UTF-8, UTF-16, UTF-32
- UTF-8: Από 1 μέχρι 4 byte των 8-bit για αναπαράσταση μιας πληροφορίας (RFC 3629)
- Υποστηρίζει 1,12.064 χαρακτήρες
- Πλήρως συμβατό με ASCII
- Οι κώδικες έχουν μεταβλητό μήκος, σε αντίθεση με το ASCII



Παράδειγμα χρήσης κωδίκων

- Επεξεργαστές κειμένου
- Το Notepad++ μας επιτρέπει να μετατρέπουμε αρχεία μεταξύ Unicode και ASCII
- TeX: Σύστημα στοιχειοθεσίας κειμένου
 - Χρησιμοποιεί ASCII από προεπιλογή
 - Ξεχωριστές υλοποιήσεις της μηχανής στοιχειοθεσίας TeX χρειάζονται για την υποστήριξη Unicode (xetex)
- Λοιποί κώδικες: ISO 8859-7 για αναπαράσταση ελληνικών χαρακτήρων. **Ας τους αποφεύγουμε!**

Σήματα

- Στις ψηφιακές επικοινωνίες, 0 και 1 αναπαρίστανται με παλμούς
- Τα bit κωδικοποιούνται με την εναλλαγή στην τάση
- Τρόποι αναπαράστασης των παλμών (line coding)
 - Return to zero
 - Non return to zero
 - Bipolar
 - Manchester

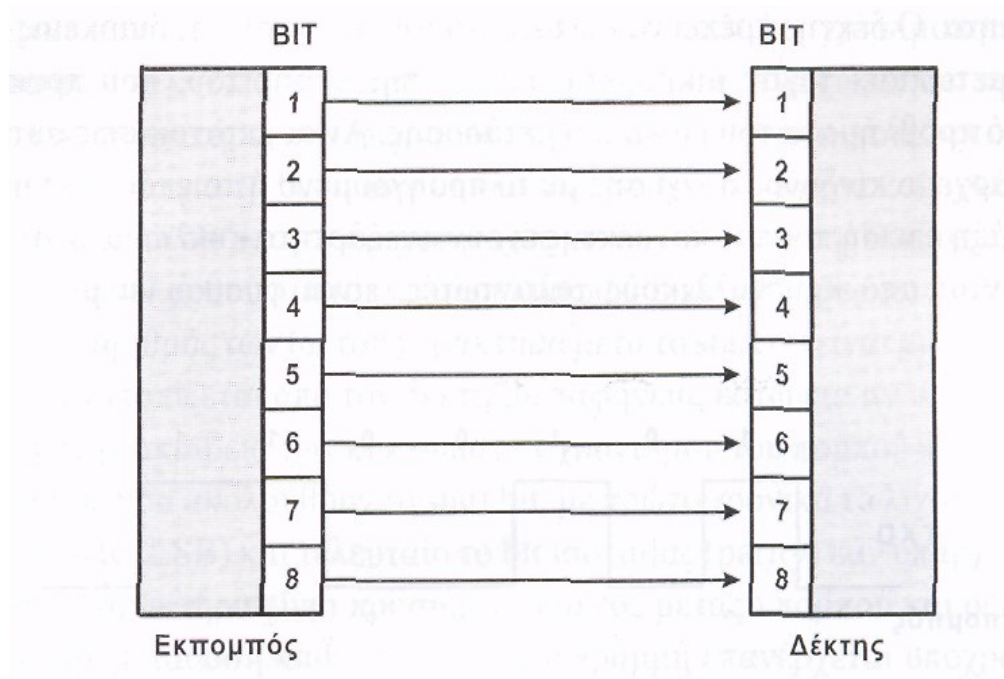
Τρόποι μεταδόσης

- Σειριακά
 - Τα bit μεταδίδονται σειριακά, το ένα μετά το άλλο
 - Συνήθως, πρώτα εκπέμπεται πρώτο το λιγότερο σημαντικό bit
 - Απλός στην υλοποίηση
 - Κυρίαρχος τρόπος μετάδοσης τόσο με μεγάλες όσο και σε μικρές αποστάσεις

Τρόποιι μετάδοσης

● Παράλληλα

- Μεταδίδονται πολλά bit ταυτόχρονα
- Πολλαπλοί αγωγοί παράλληλα συνδεδεμένοι για τη μετάδοση
- Συνήθως 8 κανάλια για τη μετάδοση ενός byte συν κανάλια για μεταφορά μηνυμάτων ελέγχου
- Δύσκολη η υλοποίηση, απαιτείται ακριβής συγχρονισμός.
- Σήμερα, συναντάται μόνο σε επίπεδο κυκλωμάτων



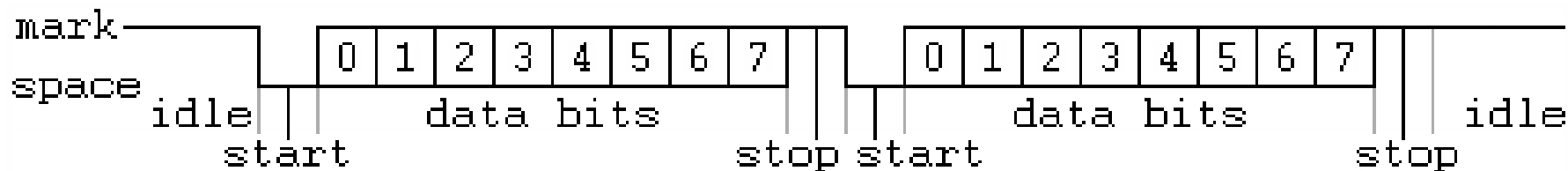
Συγχρονισμός μετάδοσης

- Ο πομπός και ο δέκτης έχουν προσυμφωνήσει στην ταχύτητα μετάδοσης των bit, στη διάρκεια του καθενός και στον κώδικα γραμμής.
- Ο δέκτης πρέπει να ξέρει πότε τελειώνει και πότε αρχίζει η μετάδοση ενός bit
- Διαφορετικά κυκλώματα χρονισμού για πομπό και δέκτη
- Μικρές αποκλήσεις πιθανές
- Συγχρονισμός: Μηχανισμοί που επιτρέπουν στον δέκτη και τον πομπό να διατηρούν κοινό σημείο αναφοράς

Συγχρονισμός μετάδοσης

- Ασύγχρονη μετάδοση

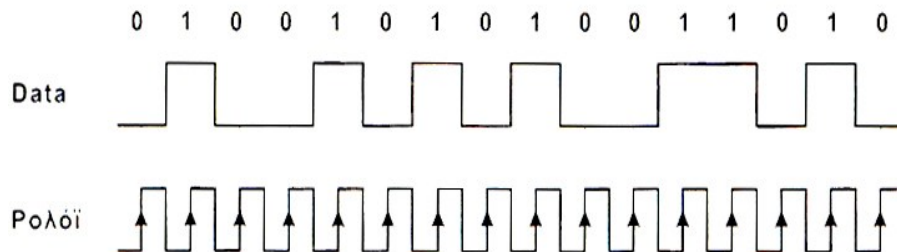
- Είναι η μετάδοση χωρίς ξεχωριστή σηματοδότηση ρολογιού
- Το κανάλι διατηρείται σε κατάσταση αδράνειας - IDLE
- Ένα start bit εκκινεί το κύκλωμα χρονισμού του δέκτη και τον προετοιμάζει για τα επακόλουθα bit
- Κάθε ομάδα bit διαχωρίζεται με το άλλο χρονικά ώστε να τα διακρίνει ο δέκτης



Συγχρονισμός μετάδοσης

● Σύγχρονος

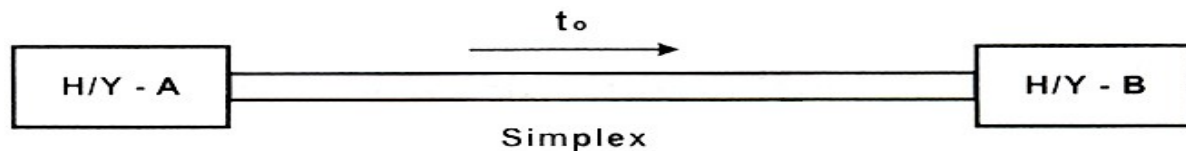
- Ξεχωριστό κανάλι για τη σηματοδότηση του ρολογιού
- Δεν υπάρχει κενός χρόνος (IDLE) μεταξύ των ομάδων μετάδοσης
- Ειδικοί χαρακτήρες για τον συγχρονισμό χαρακτήρων (ASCII SYN: 00010110)
- Για τη μετάδοση bit: Flag – 01111110
- Δυο συνεχόμενοι χαρακτήρες SYN για τον συγχρονισμό
- pad: Ακολουθία bit για τον αποσυγχρονισμό



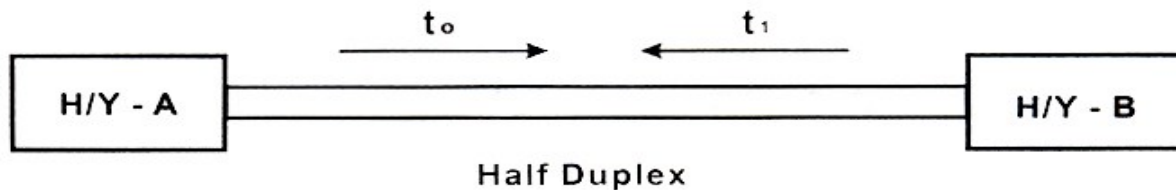
Σχήμα 2.5 Σύγχρονη μετάδοση

Αμφιδρομικότητα επικοινωνίας

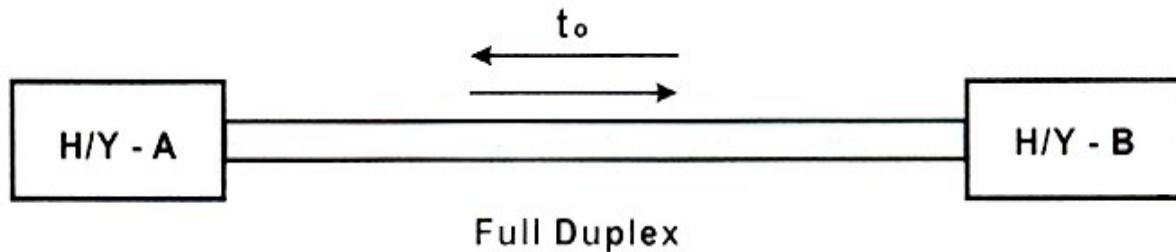
- Μονόδρομη



- Ημιαμφίδρομη



- Πλήρως αμφίδρομη



Τεχνικές Πολυπλεξίας

- Πολυπλεξία Διαίρεσης Συχνότητας (FDM)
 - Χρήση πολλών συχνοτήτων στο ίδιο φυσικό μέσο
 - Πολυπλεξία Ορθογώνιας Συχνότητας (OFDM)
- Πολυπλεξία Διαίρεσης Χρόνου (TDM)
 - Χωρισμός του χρόνου σε χρονοθυρίδες και εξυπηρέτηση σε γύρους
- Πολυπλεξία Διαίρεσης Κώδικα (CDM)
 - Κωδικοποίηση του σήματος με κάποιον κώδικα / εξάπλωση φάσματος
- Πολυπλεξία Διαίρεσης Μήκους Κύματος (WDM)
 - Παραλλαγή του FDM για τα μήκη κύματος
- Πολυπλεξία Διαίρεσης Χώρου (SDM)
 - Ο πομπός αντιλαμβάνεται τη θέση του κινητού τερματικού και προσαρμόζει κατάλληλα την εκπομπή
 - Εφαρμόσιμο και στις οπτικές επικοινωνίες - MIMO