


Μάθημα
Εισαγωγή στις Τηλεπικοινωνίες

**Το περιβάλλον των Τηλεπικοινωνιών
Βασικές έννοιες - Μάθημα 1ο
2023-24**

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών και Επεξεργασίας Σήματος
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

1



Διδακτικές Ενότητες

- Τηλεπικοινωνιακές Υπηρεσίες – ευρυζωνικότητα
- Το περιβάλλον των Τηλεπικοινωνιών
 - Τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και συστήματα
 - Ασύρματα συστήματα Τηλεπικοινωνιών
 - Οπτικά συστήματα Τηλεπικοινωνιών
 - Δίκτυα Πρόσβασης
 - Βασικές έννοιες στις τηλεπικοινωνίες
 - Αναλογικά Ψηφιακά σήματα
 - Στοιχεία Θ. Πληροφορίας
- Τεχνολογία δομικών στοιχείων
- Φυσικά μέσα μετάδοσης
- Μετάδοση Δεδομένων
 - Θόρυβος
 - Κωδικοποίηση Πηγής – Καναλιού
 - Τεχνικές μετάδοσης - Διαμόρφωση

2

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

2

Περιεχόμενα Μαθήματος

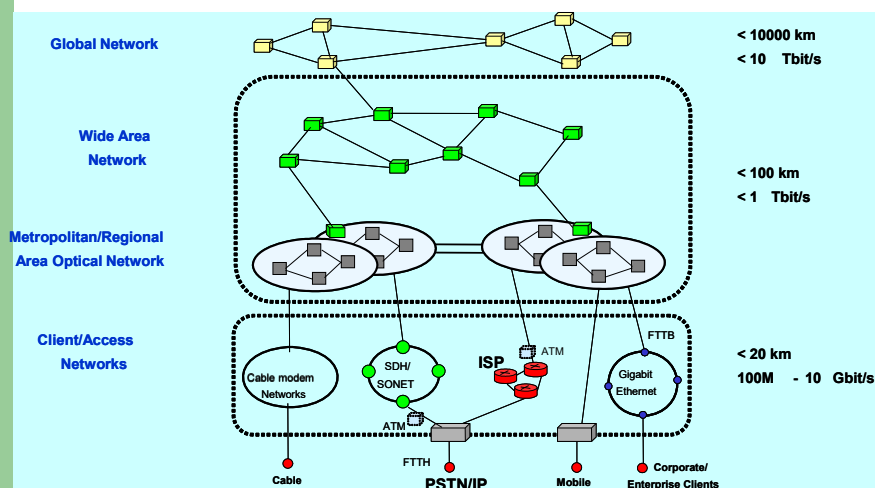
- Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα και συστήματα
- Ευρυζωνικότητα και Υπηρεσίες
- Σύγκλιση των τηλεπικοινωνιών
- Η διαδικασία της Επικοινωνίας και Τύποι επικοινωνίας
- Πηγές πληροφορίας
 - Ψηφιακό-αναλογικό σήμα
 - Αναλογική, ψηφιακή και οπτική μετάδοση δεδομένων
- Δίκτυα τηλεπικοινωνιών
- Εξέλιξη Τηλεπικοινωνιών
Η Ελληνική πραγματικότητα
- Φορείς Τυποποίησης

3

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

3

Δομή τηλεπικοινωνιακών δικτύων

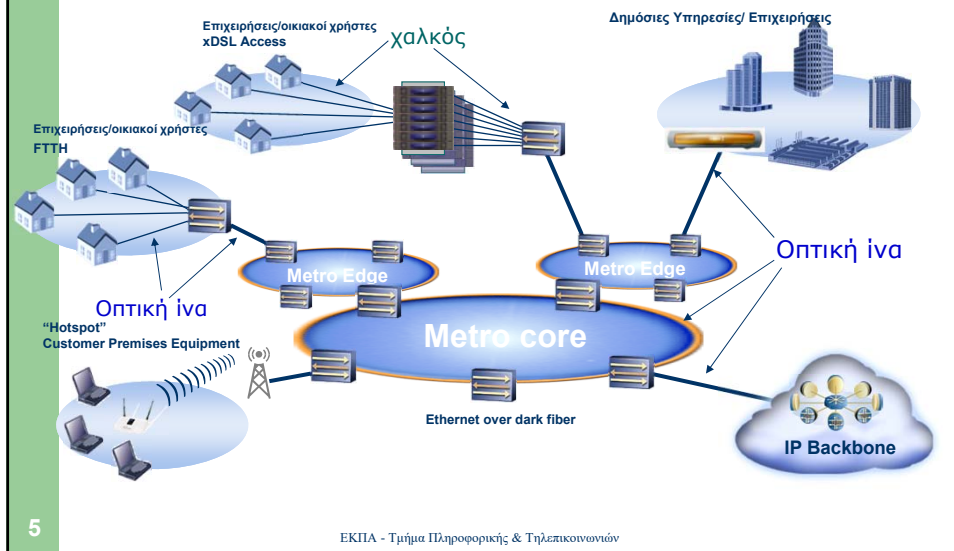


4

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

4

Μητροπολιτικά δίκτυα & τεχνολογίες πρόσβασης



5

Ραδιο-Μικροκυματικά Συστήματα

- **1867 (Maxwell), 1888 (Hertz), 1895 & 1901 (Marconi)... 1957: Εκτόξευση του Sputnik 1... 1983: κινητές επικοινωνίες (mobile), 1992 GSM (Eu)... 2002: CDMA network**
- **Wireless και Mobile**
 - LMDS και μικροκύματα είναι ασύρματες, αλλά όχι κινητές τεχνολογίες (**Fixed Wireless**)
 - Κυψελωτά/PCS τηλέφωνα και δορυφόροι είναι ασύρματες και κινητές τεχνολογίες
- **Βαθμοί κινητικότητας**
 - Τα ασύρματα τηλέφωνα έχουν μικρή κινητικότητα, τα κυψελωτά έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα
- **Κυψελωτά κινητά συστήματα**
 - Είναι μία ασύρματη υποδομή που σχηματικά μοιάζει με ένα σύνολο κυψελών.



6

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

6

Fixed wireless. Σύνοψη

- Οι Network operators προτιμούν τις fixed wireless όταν οι κλασσικές γραμμές χαλκού ή ίνας έχουν υψηλό κόστος, είναι συμφορημένες ή μη διαθέσιμες (Υποστήριξη δικτύου backhaul)
- Η τεχνολογία Fixed wireless είναι ιδανική για παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών (Διαδίκτυο, δεδομένα, φωνή και βίντεο) σε επιχειρήσεις και συνδρομητές
- Τα συστήματα Fixed wireless χρησιμοποιούν το φάσμα συχνοτήτων από 2 GHz έως 40 GHz
- Περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες:
 - **Point 2 point FW**
 - LMDS (local multipoint distribution service),
 - MMDS (multi-channel multipoint distribution service)



7

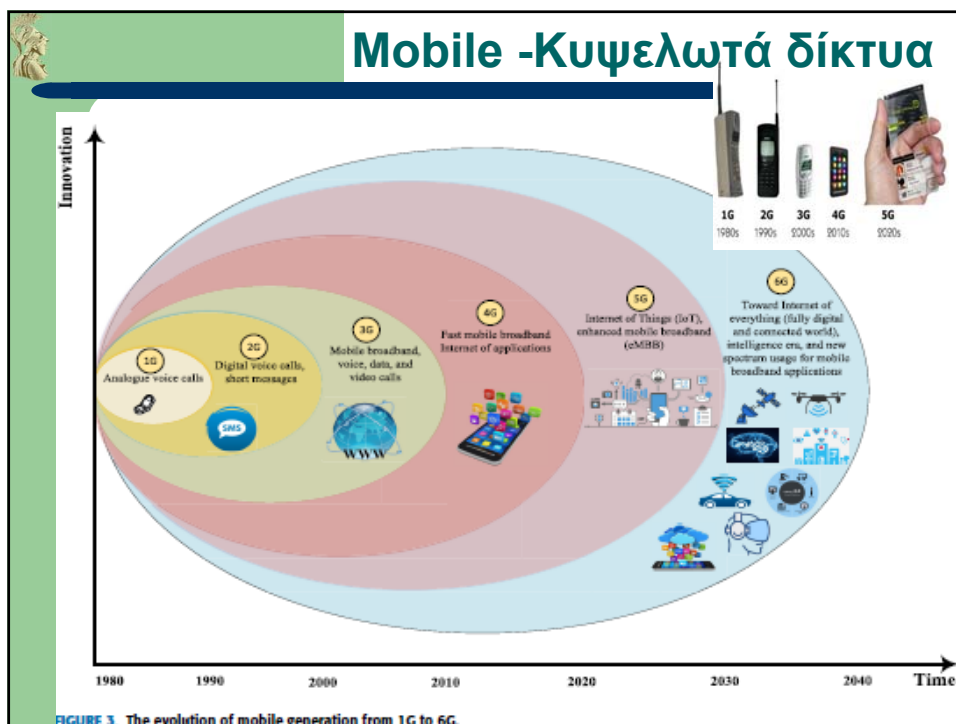
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

7

Mobile -Κυψελωτά δίκτυα

- 1979 Αναλογικό σύστημα μετάδοσης IMTS (1G)
 - ✓ Χρήση κυψελών (AT&T BELL)
 - ✓ AMPS (USA)
- 1992 Δεύτερη Γενιά (2G): ψηφιακή μετάδοση
- Τρίτη Γενιά (3G): ψηφιακή μετάδοση, επιτρέπει την παροχή broadband υπηρεσιών (voice, data, and multimedia streams) σε ρυθμούς 144Kbps - 384Kbps, έως και 2Mbps
- 2.5G: προσφέρει κάποιες βελτιώσεις στην παροχή data services στις υπάρχουσες 2G ψηφιακές πλατφόρμες
- 3G τεχνολογίες
- 4G - LTE
- 5G-6G

8



9

Τα δίκτυα 5G: απαιτήσεις, κίνητρα, τεχνικοί στόχοι και τύποι υπηρεσιών

Παράμετρος	Προτεινόμενη Απόδοση
Ποσοστό δεδομένων κορυφής (peak data rate)	Τουλάχιστον 20Gbps κατερχόμενη ζεύξη(downlink) και 10Gbps ζεύξη ανά κινητό σταθμό βάσης. Αυτό αντιπροσωπεύει μια 500-πλάσια αύξηση στην downlink έναντι του LTE.
5G πυκνότητα σύνδεσης	Τουλάχιστον 1 εκατομμύριο συνδεδεμένες συσκευές ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (για να είναι δυνατή η υποστήριξη του IoT).
5G κινητικότητα	0 - 500 km/h για υψηλής ταχύτητας οχήματα.
5G ενεργειακή απόδοση	Η προδιαγραφή 5G απαιτεί ασύρματες διεργασίες που είναι ενεργειακά αποδοτικές όταν βρίσκονται υπό πλήρη λειτουργία, αλλά επίσης πέφτουν γρήγορα σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας όταν δεν χρησιμοποιούνται.
5G φασματική απόδοση	30bits/Hz downlink και 15 bits/Hz uplink με τη χρήση massive MIMO
5G ρυθμός δεδομένων πραγματικού χρόνου	Ταχύτητα λήψης ανά χρήστη 100Mbps και ταχύτητα φόρτωσης 50Mbps.
5G καθυστέρηση Latency	Υπό ιδανικές συνθήκες, τα δίκτυα 5G θα πρέπει να προσφέρουν στους χρήστες μέγιστη καθυστέρηση μόλις 1ms (σε σύγκριση με 20ms για LTE).

Τύποι υπηρεσιών που προσφέρει το 5G

10

10

Από το 4G στο ...5G

- Υποστηρίζει όχι μόνο κινητά και ταμπλέτες, αλλά αυτοκίνητα, μέσα συγκοινωνίας, μικροσυσκευές στο σπίτι και έξω, Internet of Things (IoT) κ.ά. Έτσι οι προσπάθειες επικεντρώνονται στη χωρητικότητα με τον στόχο να είναι στις 7 τρισεκατομμύρια συσκευές, δηλαδή χίλιες για κάθε κάτοικο της Γης
- Με τα κινητά μας να γίνονται όλο και πιο ισχυρά, με κάμερες και οθόνες HD, άπειρους αισθητήρες και κεραίες και με εφαρμογές που δεν μπορούμε καν να φανταστούμε, το μέλλον αναμένεται πολύ ενδιαφέρον και εντελώς ασύρματο

11

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

11

Δορυφορικά συστήματα

- Η ιδέα της χρήσης ενός τεχνητού γήινου δορυφόρου στο διάστημα ως επικοινωνιακού κόμβου μεταξύ δύο επίγειων απομακρυσμένων σταθμών ανήκει στον συγγραφέα βιβλίων επιστημονικής φαντασίας Arthur C. Clarke. "Extra-Terrestrial Relays" (Wireless World 1945).
- **Sputnik 1** της τότε ΕΣΣΔ, από τις 4 Οκτωβρίου του 1954 και για 21 μέρες εξέπεμπε δεδομένα τηλεμετρίας, **Explorer 1** (31 Ιανουαρίου 1958) ΗΠΑ
- Το 1964 ο δορυφόρος σειράς **SYNCOM III**, χρησιμοποιείται για την κάλυψη των Ολυμπιακών Αγώνων του Τόκιο (γεωσύγχρονος).
- **COMSAT** στις ΗΠΑ το 1963
- **INTELSAT** ο Διεθνής Συνασπισμός Τηλεπικοινωνιών μέσω Δορυφόρου (1964 με απόφαση των Ηνωμένων Εθνών)
- **INMARSAT** και τοπικοί οργανισμοί όπως **ARABSAT, EUTELSAT, ASIASAT, HELLASAT**



Το μοντέλο του Clarke

Ζώνη	Μπάντα συχνότητας	Άνω ζεύξη GHz	Κάτω ζεύξη GHz	Εύρος ζώνης MHz
C	4/6	5.925 – 6.425	3.7 – 4.2	500
X	7/8	7.9 – 8.4	7.25 – 7.75	500
Ku	12/14	14 – 14.5	11.7 – 12.2	500
Kα	20/30	27.5 – 31	17.7 – 21.2	3 500

12

Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα δορυφορικών επικοινωνιών

● Πλεονεκτήματα

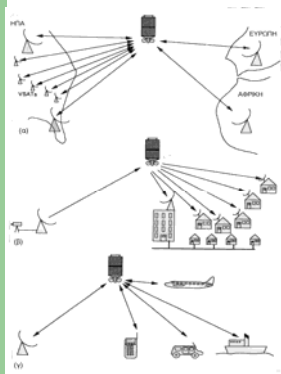
- Η απόσταση μεταξύ των επικοινωνούντων επίγειων σταθμών δεν παίζει κανένα ρόλο.
- Το κόστος χρήσης είναι ανεξάρτητο της απόστασης των συνδεδεμένων σταθμών.
- Είναι η μόνη λύση για την τηλεπικοινωνιακή κάλυψη, δύσβατων περιοχών όπου η χρήση καλωδιακών συστημάτων είναι αδύνατη ή έχει εξαιρετικά υψηλό κόστος

● Μειονεκτήματα

- Μεγάλος χρόνος μετάδοσης. Για να σταλεί και να επιστρέψει ένα σήμα στη γη απαιτούνται περίπου 0.54 s, πρόβλημα στην επικοινωνία Η/Υ
- Ζήτημα ασφάλειας στην πληροφορία που παρέχει ο δορυφόρος. (εξειδικευμένες τεχνικές κρυπτογράφησης)
- Υψηλό κόστος της τοποθέτησης σε τροχιά καθώς και περιορισμένος χρόνος ζωής των δορυφορικών σταθμών (7 - 16χρόνια)

13

Δορυφορικές Υπηρεσίες



- **Σταθερές δορυφορικές υπηρεσίες (FSS - Fixed Satellite Services)** Σύνδεση με το συμβατικό επίγειο τηλ/κό δίκτυο (τηλεφωνία, τηλεόραση, μετάδοση δεδομένων, ολοκληρωμένες υπηρεσίες ISDN και μετάδοση επειγόντων περιστατικών)
- **Δορυφορικές υπηρεσίες άμεσης εκπομπής (DBSS - Direct Broadcast Satellite Services)**
- **Κινητές δορυφορικές υπηρεσίες (MSS - Mobile Satellite Services)**
- **Δορυφορική υπηρεσία ραδιοεντοπισμού και ραδιοπλοήγησης (GPS)**
- **Μετεωρολογική δορυφορική υπηρεσία**
- **Δορυφορική Υπηρεσία έρευνας διαστήματος και εξερεύνησης της γης**
- **VTC (Video TeleConference), SNG (φορητό uplink- Fixed receive only terminal)**

14

Η Ελληνική πραγματικότητα

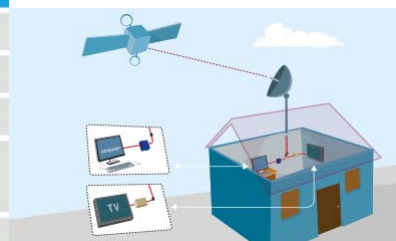
- Ο (ΟΤΕ) είναι ιδρυτικό μέλος του INMARSAT
- Οι δορυφορικές μας επικοινωνίες εξυπηρετούνται από 12 δορυφορικούς σταθμούς εδάφους των οποίων οι κεραιές στοχεύουν δορυφόρους των οργανισμών INTELSAT, EUTELSAT και INMARSAT και τον
- **HELLASSAT**
 - Ο πρώτος Ελληνοκυπριακός δορυφόρος, διαθέτει 30 αναμεταδότες με δύο σταθερές δέσμες που καλύπτουν την Ευρώπη και δύο κινητές με δυνατότητα κάλυψης περιοχής όπως Άπω Ανατολή, Αφρική και Μέση Ανατολή. Ο Hellas-Sat 2 είναι ιδανικός για DTH ραδιοφωνικές υπηρεσίες, διανομή των τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών σημάτων, των στοιχείων και των υπηρεσιών IP, και των προηγμένων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών όπως τα δίκτυα VSAT

15

Δορυφορικές υπηρεσίες στην Ελλάδα

- δορυφορικό ίντερνετ
- **Δορυφορικές Τεχνολογίες (Hellas- Sat):** Η δορυφορική τεχνολογία προσφέρει αμφίδρομες ευρυζωνικές υπηρεσίες μετάδοσης φωνής, δεδομένων, εικόνας και video μέσω του δορυφόρου [τεχνολογία DVB-RCS] . Οι υπηρεσίες της HELLAS SAT είναι διαθέσιμες τόσο σε περιοχές όπου οι επίγειες ευρυζωνικές συνδέσεις δεν υπάρχουν όσο και σε περιοχές όπου δεν υπάρχει επίγεια τηλεπικοινωνιακή υποδομή.

Satellite Internet 15 10GB	Satellite Internet 22 30GB	Satellite Internet 50 150GB
30,90€ /μήνα	45,90€ /μήνα	89,00€ /μήνα
έως 15Mbps	έως 22Mbps	έως 50Mbps
έως 3Mbps	έως 6Mbps	έως 6Mbps
10 GB/μήνα	30 GB/μήνα	150 GB/μήνα
•	•	•
•	•	•
•	•	•
99€		



με ταχύτητα έως και 50Mbps

16

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

16

Μικροδορυφόροι - cubesats

- Μινιατούρες δορυφόρων από 1U – 6U
- Χαμηλής τροχίας LEO (400- 1000Km)
- Χαμηλό κόστος, Latency: 25ns
- Το 2024 θα είναι έτοιμοι 13 ελληνικοί μικροδορυφόροι
 - θα χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματικότερη παρατήρηση της γης, τις τηλεπικοινωνίες και την ασφαλή συνδεσιμότητα.



• Starlink

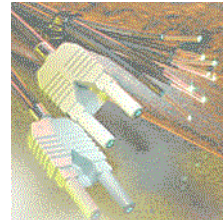
17

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

17

Οπτική Μετάδοση-Τεχνολογία

- Στα οπτικά συστήματα χρησιμοποιείται «φως» (*infrared*) σαν μέσο μεταφοράς πληροφορίας.
- Το «φως» οδηγείται μέσω οπτικών ινών (*fiberoptic technology*)



(HP)



18

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

18

Γιατί?

- **Cost-effective** για μεταφορά μεγάλου όγκου πληροφορίας (voice, data) σε υψηλούς ρυθμούς
- **Αναισθησία σε ηλεκτρικές παρεμβολές.**
- Μικρότερο βάρος και χώρο




19

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

19

Δίκτυα κορμού και Οπτικά συστήματα

- Η οπτική εξασθένιση στα $1,3 \mu\text{m}$ και $1,55 \mu\text{m}$ είναι πολύ μικρότερη από την ηλεκτρική εξασθένιση σε οποιοδήποτε καλώδιο στις χρησιμοποιούμενες συχνότητες μετάδοσης
- Επίτευξη μεγαλύτερων αποστάσεων μεταξύ των οπτικών αναγεννητών απ' ό,τι μεταξύ των ηλεκτρικών αναγεννητών
- Μεγάλο Εύρος ζώνης
- Οι οπτικές συχνότητες είναι πολύ υψηλότερες από τις συμβατικές μικροκυματικές 
 - Υψηλότερες συχνότητες διαμόρφωσης και υψηλότεροι ρυθμοί μετάδοσης
- Στις οπτικές συνδέσεις, το εύρος ζώνης εξαρτάται πολύ λιγότερο από το μήκος τους αντίθετα με τις συμβατικές εν/ασυρματες ζεύξεις
- Η οπτική εξασθένιση είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητα διαμόρφωσης
- Ένα οπτικό σύστημα επικοινωνιών μπορεί να αναβαθμιστεί σε υψηλότερο bandwidth αντικαθιστώντας τις τερματικές διατάξεις αποστολής και λήψης και όχι το μέσο μετάδοσης

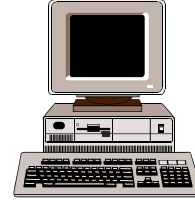
20

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

20

Εφαρμογές

- Long distance telecommunication
- up to 600 km repeater spans, up to 9000 km total link length
- Access network (1 km - 20 km)
 - Κόστος, ανταγωνισμός (*MAN, FTTC, FTTH*)

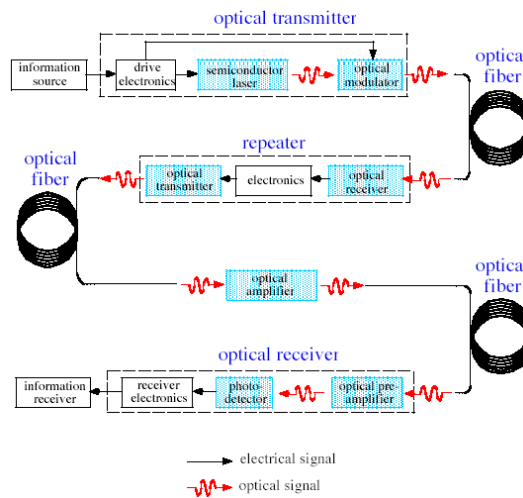


21

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

21

Οπτικά συστήματα στο core



22

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

22

ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - Παράμετροι λειτουργίας

- Οπτικές ίνες
- Οπτικές πηγές : Laser 1060 nm-1600nm, 2mW-10mW, (SM/0.1)
- Φωτοφωρατές PIN, APD
- Ενισχυτές (OE - EO, SOA, EDFA) – Αναγεννητές (OE-EO)
- Τεχνικές μετάδοσης
 - Ψηφιακή διαμόρφωση (OOK-SCM),
 - bit rate: 2.5 Gbps – 40 Gbps
- BER 10^{-9} ή 10^{-12}
- Παθητικά στοιχεία (φίλτρα, συζεύκτες, οπτικοί διαμορφωτές)
- Με πολυπλεξία είναι εφικτοί ρυθμοί της τάξεως των Tbps

23

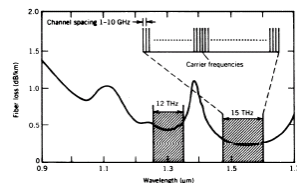
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

23

Εύρος ζώνης-χωρητικότητα ΟΣ

➤ Το τεράστιο εύρος ζώνης της οπτικής ίνας συνδυαζόμενο με τη υψηλή φέρουσα συχνότητα (250 THz): $R_b \gg 1$ Tbps. Στην πράξη διασπορά και electronic bottle neck

⇒ $R_b \sim 40$ Gbps



➤ Η χρήση πολλαπλών καναλιών (ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ)

είναι ο απλούστερος τρόπος για την πληρέστερη εκμετάλλευση του τεράστιου εύρους ζώνης ενός ΟΣ

- **TDM**
 1. **Electrical TDM**
 - Κανάλια δεδομένων συνδυάζονται ηλεκτρονικά και διαμορφώνουν την οπτική φέρουσα (SCM)
 2. **Optical TDM (OTDM)**
 - Κανάλια δεδομένων με παρεμφερή bitrates συνδυάζονται οπτικά στην ίδια οπτική φέρουσα
- **FDM**
 1. **Electrical FDM**
 - Κανάλια δεδομένων προκύπτουν διαμορφώνοντας διαφορετικές μικροκυματικές φέρουσες και συνδυάζονται σε ένα bit-stream που διαμορφώνει την οπτική φέρουσα (SCM)
 2. **Optical FDM (OFDM)**
 - Πολλαπλά οπτικά Κανάλια (μήκη κύματος) διαμορφώνονται από διαφορετικά bitstreams που στη συνέχεια συνδυάζονται οπτικά στην ίδια οπτική ίνα: **WDM**

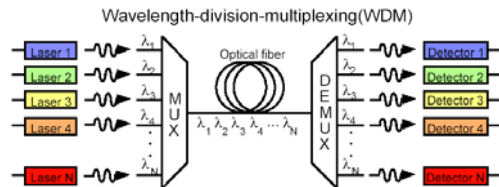
Αρκετες 100δες κανάλια μπορούν να μεταδοθούν με αυτό το τρόπο

24

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

24

WDM systems



• Ο ρυθμός μετάδοσης παραμένει ο ίδιος (2.5 ή 10 Gbps) και προστίθενται περισσότερα λ με καθένα να μεταφέρει δεδομένα σε αυτό το ρυθμό

• Όχι επίδραση της χρωματικής διασποράς και της PMD

• Η χωρητικότητα αυξάνεται βηματικά (modular)

• Τα συστήματα WDM είναι διαφανή (διαφορετικά λ μεταφέρουν διαφορετικά bit rates και πρωτόκολλα)

• Απλή διαδικασία Add/drop

• ένα σύστημα WDM χρειάζεται:

- N Rx, Tx
- N MUX/DEMUX

• Περιορισμοί χωρητικότητας

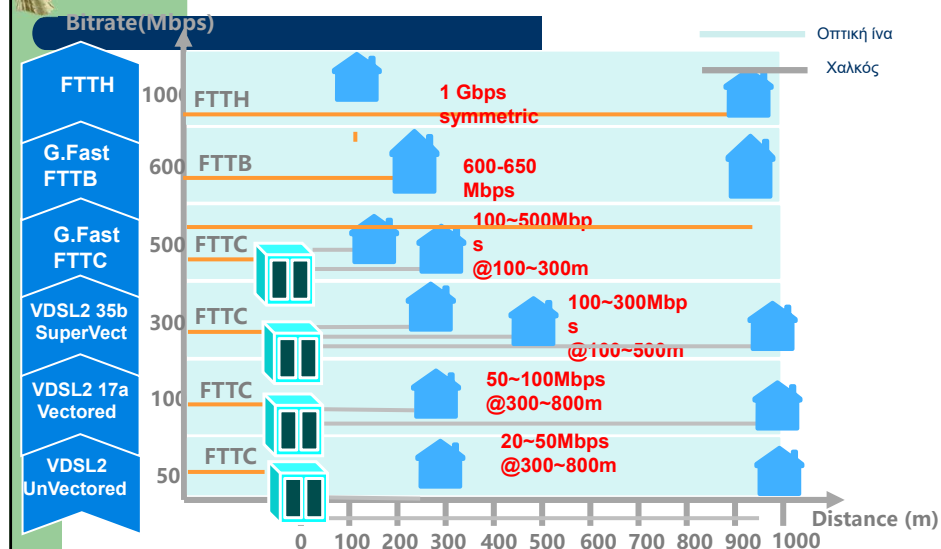
- BW Οπτικών ενισχυτών
- Μη γραμμικά φαινόμενα
- Αστάθεια μήκους κύματος εκπομπής
- Χtalk (διαφωνία)

25

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

25

Οπτικά συστήματα στην πρόσβαση, FTTx



26

• Οι ρυθμοί του G.Fast / VDSL εξαρτώνται από την ποιότητα και το μήκος του χαλκού

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

26

Σύγκλιση...

Τι θέλει ο χρήστης σήμερα;

- Ενιαία πρόσβαση σε Δεδομένα, Φωνή και Βίντεο.
- Οι χρήστες ΔΕΝ ενδιαφέρονται για την τεχνολογία
- Ενδιαφέρονται να απολαμβάνουν τις υπηρεσίες ΠΑΝΤΟΥ
- Ενδιαφέρονται για καλές τιμές ποιότητα υπηρεσιών ... υποστήριξη

Οι τάσεις

- **Σύγκλιση Τεχνολογικών πεδίων** (Τηλ/νίες, Πληροφορική, Περιεχόμενο και Μέσα)
- **Σύγκλιση Δικτύων** (οδηγούμαστε σε ένα δίκτυο βασισμένο στο IP με ενιαίο control & service layer)
- **Σύγκλιση Υπηρεσιών** (ίδια υπηρεσία να προσφέρεται μέσω διαφορετικών δικτύων πρόσβασης σε διαφορετικά τερματικά)
- **Σύγκλιση Τερματικών Συσκευών** (Τηλέφωνο-PDA-Υπολογιστής-MP3-player-Photo/Video Camera / TV).

ΣΤΟΧΟΣ:

- Αποδοτική ανάπτυξη μέσω ενιαίας πλατφόρμας πολλαπλών υπηρεσιών
- Κοινή συνισταμένη 

27

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

27


Ευρυζωνικότητα

- Ευρυζωνικότητα: το προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο από πολιτική, κοινωνική, οικονομική και τεχνολογική άποψη περιβάλλον, με τα εξής χαρακτηριστικά:
 - Δικτυακή υποδομή (δομημένη ανάπτυξη δικτυακών **απαιτητικών εφαρμογών και υπηρεσιών**, όσον αφορά το εύρος ζώνης αλλά και τη διαθεσιμότητα του δικτύου, και αδιάκοπη σύνδεση στους χρήστες)
 - Συνεχής αναβάθμιση υποδομής χωρίς μεγάλη οικονομική επιβάρυνση των χρηστών
 - Παροχή γρήγορης σύνδεσης στο διαδίκτυο σε λογικό κόστος (χωρίς περιορισμούς στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό)
 - Δυνατότητα στον πολίτη να μπορεί ανά πάσα στιγμή να επιλέγει την κατάλληλη σύνδεση που ταιριάζει στον εξοπλισμό του μέσα από εναλλακτικές προσφορές (διάφορες δικτυακές εφαρμογές, υπηρεσίες ψυχαγωγίας και πληροφόρησης, ακόμα και να γίνεται ο ίδιος πάροχος τέτοιων εφαρμογών, υπηρεσιών και περιεχομένου **3play - 4play**)
 - Θεσμικό πλαίσιο (Υγιής ανταγωνισμός- προστασία καταναλωτή)

28

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

28




Ευρυζωνικότητα - Υπηρεσίες

- υπηρεσίες που αναπτύσσονται χάρη στη χρήση ευρυζωνικών δικτύων:
 - Οι λεγόμενες τηλε-υπηρεσίες όπως:
 - τηλε-εργασία, τηλε-εκπαίδευση, τηλε-ιατρική, τηλε-διάσκεψη κτλ, δικτυακές υπηρεσίες ανάμεσα σε ομότιμους κόμβους (peer-to-peer networking services), μετάδοση video υψηλής ποιότητας
 - ένα μεγάλο σύνολο υπηρεσιών που σχετίζονται με την παροχή πληροφοριών, ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων αλλά και εμπορικών συναλλαγών (HD Video Streaming, File Sharing, On Line Gaming & Cloud based υπηρεσίες)
 - VoIP, IoT, εφαρμογές web 2.0
 - Υπηρεσίες Ψηφιακής Διακυβέρνησης

29

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

29



Οι τάσεις στο χώρο των επικοινωνιών

- Αύξηση των πωλήσεων των "smartphones",
- δυνατότητα παρακολούθησης τηλεόρασης ακόμα και εν κινήσει,
- κυριαρχία των online διαφημίσεων
- Αύξηση στα "social games" που είναι ηλεκτρονικά παιχνίδια που παίζονται μέσω ίντερνετ
- αύξηση της ζήτησης για νέες υπηρεσίες (mobile Internet, vDSL, κινητή τηλεφωνία 4G – LTE, 5G
- αύξηση του ανταγωνισμού για φωνητικές υπηρεσίες μέσω ανάπτυξης υπηρεσιών τηλεφωνίας VoIP και VoLTE
- Τεχνολογία NFC (Near Field Communication) και κινητές συσκευές
- **IP παντού**

30

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

30

Συγκλιση δικτύων - υπηρεσιών



31

31

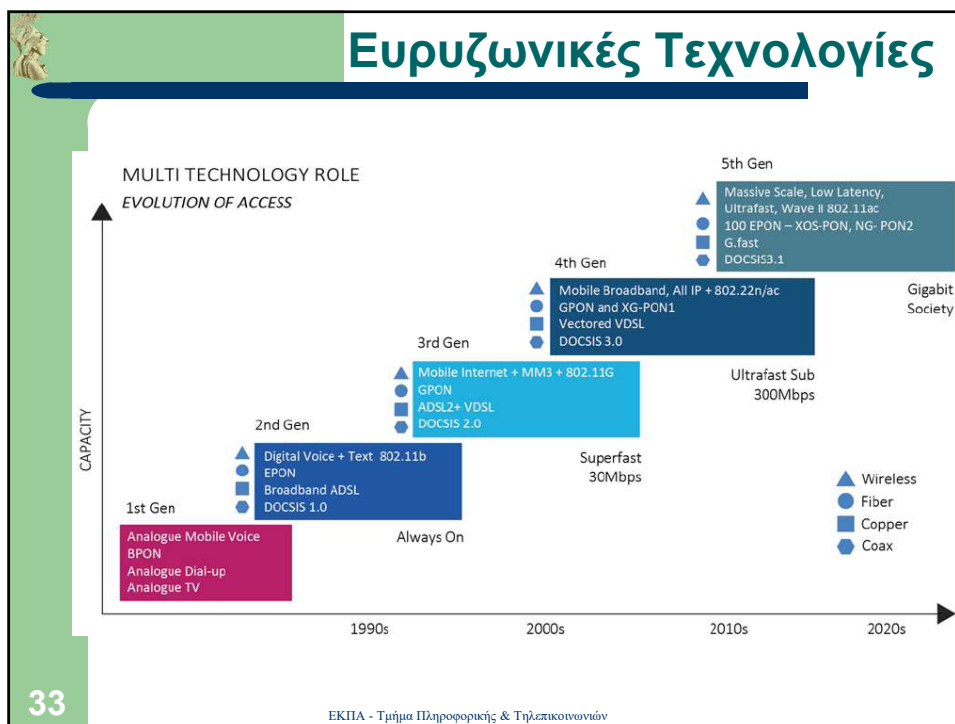
Ευρυζωνικά δίκτυα νέας γενιάς NGN

- **NGN δίκτυα κορμού**
 - Ευρυζωνικές συνδέσεις δικτύων νέας γενιάς NGN: ταχύτητες 1Tbps
 - **NGN δίκτυα πρόσβασης: NGA**
 - Ευρυζωνικές συνδέσεις υψηλής ταχύτητας: ταχύτητες > 100 Mbps – FTTx, LTE
- ✓ Δίκτυα Νέας Γενιάς (NGN) = δίκτυα οπτικών ινών (πραγματικότητα στο δίκτυο κορμού εδώ και 20 χρόνια)
- ✓ Στη μετάδοση δεδομένων κυριαρχεί το ETHERNET (IP πρωτόκολο)
- ❑ Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προκρίνει την ανάπτυξη δικτύων NGN στην πρόσβαση, με στόχο το 2025 όλοι οι πολίτες να έχουν στη διάθεσή τους ταχύτητες σύνδεσης στο Ίντερνετ τουλάχιστον 100 Mbps (με ενδιάμεσο στάδιο το 2020, όπου δυνατότητα για ταχύτητες 100 Mbps θα πρέπει να έχει το 50% του πληθυσμού και για 30 Mbps το 100%)
- ❑ Στην Ελλάδα : Εθνικό Σχέδιο NGA

32

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

32



33

Θεμάτα κλειδιά του σήμερα στην Ελλάδα

- **Ευρυζωνικότητα**
 - VDSL/ vectoring, G fast, FTTH , δίκτυο του ΟΤΕ
 - εναλλακτικοί Τηλεπ. Πάροχοι με LLU ή VLU
 - **Δίκτυα NGA - FTTC - FTTH**
- **Κινητικότητα**
 - Βασίζεται στα δίκτυα των Παρόχων Κινητής
 - σε νέα δίκτυα που αναπτύσσουν οι «σταθεροί» (**LTE, 5G**)



Υπουργείο Ψηφιακής Πολιτικής
Τηλεπικοινωνιών και Ενέργειας
Εθνικό Γραμμάτιο Τηλεπικοινωνιών
και Ταχυδρομίων



Ευρωπαϊκή Ένωση
2014-2020




ΕΣΠΑ
2014-2020

34

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

34




Στόχοι των NGN - NGA στην Ελλάδα I

- Επιτάχυνση της ψηφιοποίησης της οικονομίας.
 - Το ποσοστό των πωλήσεων των επιχειρήσεων μέσω ηλεκτρονικού εμπορίου είναι μικρό, τα ηλεκτρονικά παραστατικά έχουν περιορισμένη διείσδυση και οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν σύγχρονες τεχνολογίες οργάνωσης της παραγωγής είναι λίγες.
- Έμφαση θα δοθεί στην ψηφιοποίηση της λειτουργίας των επιχειρήσεων Αγροδιατροφής – Βιομηχανίας τροφίμων, Ενέργειας, Εφοδιαστικής αλυσίδας-Μεταφορών, Τουρισμού, Υγείας – Φαρμάκων και Υλικών – κατασκευών.
- Ωθηση του Τομέα Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την ανάπτυξη της ψηφιακής οικονομίας και της απασχόλησης. Με την κρίση, ο κλάδος έχει συρρικνωθεί στα 5,7 δισεκ. ευρώ ετησίως. Οι τηλεπικοινωνίες αποτελούν το 60% (31% στη Δ. Ευρώπη), ο εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών το 21% (το ίδιο με τη Δ. Ευρώπη) και οι υπηρεσίες πληροφορικής και λογισμικού μόνο το 19% (47% στη Δ. Ευρώπη).

35 ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

35




Στόχοι των NGN-NGA στην Ελλάδα II

- Αύξηση του ανθρώπινου δυναμικού με ψηφιακές δεξιότητες.
 - Η πληθυσμιακή ομάδα άνω των 55 ετών, αποτελεί την πλειονότητα του 30% του πληθυσμού, που δεν έχει χρησιμοποιήσει ποτέ το διαδίκτυο και υστερεί σημαντικά σε ψηφιακές δεξιότητες.
- Αναθεώρηση της δομής των Ψηφιακών Υπηρεσιών του Δημοσίου
Πολλά έργα πληροφορικής του Δημοσίου εξακολουθούν να είναι «Ολοκληρωμένα Πληροφοριακά Συστήματα». Στόχος η διαλειτουργικότητα
- Άρση των αποκλεισμών και διάχυση των ωφελειών της ψηφιακής οικονομίας.
 - Στις ηλικίες άνω των 55 ετών, μόνο το 21,1% χρησιμοποιεί τακτικά το διαδίκτυο, με τον αντίστοιχο μέσο όρο της Ε.Ε να είναι στο 43%. Αντίστοιχα, η χρήση του διαδικτύου από τον ελληνικό πληθυσμό με χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης, αγγίζει το 22,7%, έναντι 46,2% που είναι ο αντίστοιχος μέσος όρος της Ε.Ε.

36 ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

36




Οι τηλεπικοινωνίες σήμερα

- Πλήρης ψηφιακοποίηση δικτύων και τερματικών
- Μεγάλη διαθεσιμότητα και χωρητικότητες δικτύων
- Έκρηξη ανάπτυξης του Internet
- Νέοι κανονισμοί στο χώρο των Τηλεπικοινωνιών
- Μεγάλη ανάπτυξη των ευρυζωνικών ασυρματικών τεχνολογιών
 - IPTV με αμφίδρομες δυνατότητες - διαδραστική τηλεόραση

Ψηφιακός μετασχηματισμός: οι οργανισμοί ενσωματώνουν ψηφιακές τεχνολογίες σε όλες τις λειτουργίες τους. Αυτό βοηθά τις επιχειρήσεις να κλιμακωθούν και να ανταγωνιστούν, ανταποκρινόμενες στις μεταβαλλόμενες αγορές και εξυπηρετώντας καλύτερα τους πελάτες τους.

37

37



Ελληνική πραγματικότητα I

Πρόγραμμα “Ψηφιακός Μετασχηματισμός” στοχεύει **στον Ψηφιακό Μετασχηματισμό του Δημόσιου Τομέα 2021-2027**

- ✓ παροχή νέων και αναβαθμισμένων δημόσιων ψηφιακών υπηρεσιών και εφαρμογών προς τις επιχειρήσεις και τους πολίτες, εξασφαλίζοντας ιδιωτικότητα και προστασία των δεδομένων τους
- ✓ ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων υποστήριξης της επιχειρηματικής δραστηριότητας
- ✓ διασφάλιση της διαλειτουργικότητας ψηφιακών συστημάτων και υπηρεσιών
- ✓ δημιουργία έξυπνων πόλεων με την αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών και εφαρμογών IoT (Internet of Things)
- ✓ επέκταση των δημόσιων σημείων ασύρματης πρόσβασης σε όλη τη χώρα

- **Ε.Ε.Τ.Τ. (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων)**
 - Πλήρης Απελευθέρωση το 2001
 - Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση 2000
 - Κινητή τηλεφωνία 1993 (Cosmote 1998)

38

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

38

Ελληνική πραγματικότητα II

- Το 1994, 37 εταιρίες πήραν άδεια παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών από την (ΕΕΤΤ)
- Σήμερα
 - Σταθερής Πρόσβασης: [OTE-COSMOTE, Vodafone, **Nova, Inalan και ΔΕΗ FiberGrid**]
 - Κινητής Πρόσβασης: (Cosmote, Vodafone, Wind (+Q εξαγορά))
 - Internet: (FORTHnet, OTEnet, Vodafone, Wind)
 - TV: (NOVA, Cosmote, Vodafone, Wind)
 - οι τρεις πάροχοι (OTE, Vodafone, Nova) συνεχίζουν τις επενδύσεις για τα νέα δίκτυα 5G και οπτικών ινών
 - **MVNOs**
Η Volton, εταιρεία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, ανακοίνωσε την πρόθεσή της να δραστηριοποιηθεί στην τηλεπικοινωνιακή αγορά ως εικονικός πάροχος (Mobile Virtual Network Operator – MVNO), δηλαδή ως εταιρεία που δεν διαθέτει δικό της δίκτυο αλλά το "νοικιάζει" από τους εγκαταστημένους παρόχους
Η Forthnet ξεκίνησε την πιλοτική λειτουργία της Nova Mobile, αλλά το βάρος της πέφτει στη συνδρομητική TV
Η Cyta Hellas που τελικά εξαγοράστηκε το 2018 από τη Vodafone

39

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

39

ΜΕΡΟΣ Β

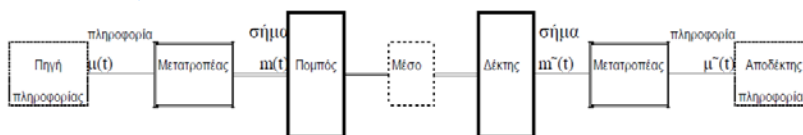
40

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

40

Η διαδικασία της Επικοινωνίας Ι

- **Επικοινωνία:** η ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ δύο ή περισσοτέρων ατόμων
- **Τηλεπικοινωνίες:** η ανταλλαγή πληροφορίας με χρήση ηλεκτρικών σημάτων (ΗΜ κυμάτων)
 - **Πηγή:** παράγει τα δεδομένα - Πληροφορία
 - **Πομπός:** Ο πομπός τροποποιεί και κωδικοποιεί την πληροφορία με τέτοιο τρόπο ώστε να παράγει ηλεκτρομαγνητικά σήματα τα οποία μπορούν να μεταδοθούν μέσω κάποιου είδους συστήματος μετάδοσης
 - **Σύστημα μετάδοσης:** Αυτό μπορεί να είναι μία μονή γραμμή μετάδοσης ή ένα πολύπλοκο δίκτυο που συνδέει την πηγή με τον προορισμό
 - **Δέκτης:** Ο δέκτης δέχεται το σήμα από το σύστημα μετάδοσης και το μετατρέπει σε τέτοια μορφή ώστε να μπορεί να είναι κατανοητή από την συσκευή προορισμού
 - **Προορισμός:** Παίρνει τα εισερχόμενα δεδομένα από τον δέκτη

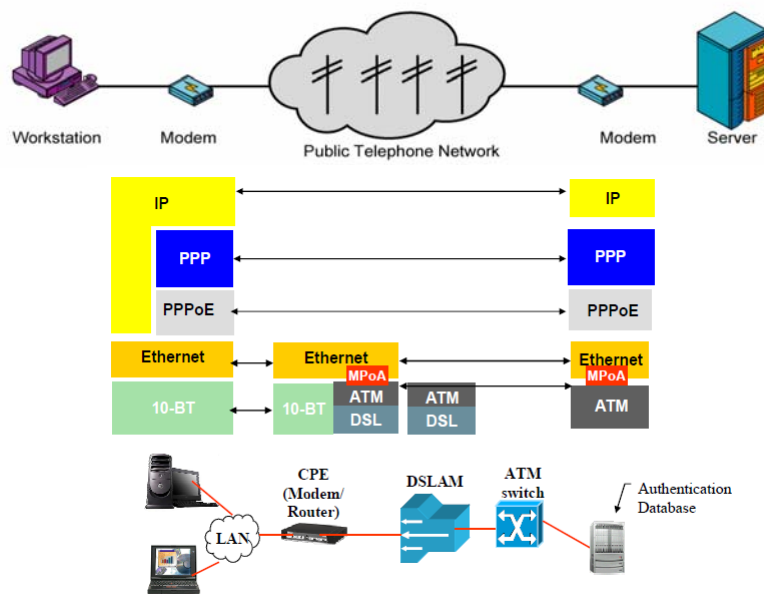


41

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

41

Μια απλή σύνδεση



42

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

42

Πληροφορία

- Πληροφορία μπορεί να είναι δεδομένα (π.χ. ένα αρχείο υπολογιστή ή η ανάλυση ενός τραπεζικού λογαριασμού)
- Πληροφορία μπορεί να είναι το νόημα (π.χ. το περιεχόμενο του αρχείου, ή το υπόλοιπο του λογαριασμού τραπεζικής)
- Πληροφορία (σύμφωνα με τον Hartley και τον Shannon) είναι ο βαθμός μείωσης της αβεβαιότητας που δίνει η γνώση των συμβόλων

43

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

43

Σήματα πληροφορίας

- Ένα **ηλεκτρικό σήμα** είναι μια μεταβαλλόμενη τάση $u(t)$ (σε **Volts**) ή ένα μεταβαλλόμενο ρεύμα $i(t)$ (σε **Amperes**) και θεωρείται ως το «ηλεκτρικό αντίγραφο» της πρωτογενούς «φυσικής» πληροφορίας (φωνής, εικόνας, αλφαριθμητικών δεδομένων υπολογιστή κλπ.)
- Σήμα: συνάρτηση του χρόνου
 - Ηχος: $BW = 3400 \text{ Hz}$ ή 15 kHz
 - Εικόνα
 - Video: $BW = 5 \text{ MHz}$
 - HY data
- Ένα σήμα χαρακτηρίζεται ως:
 - **Αιτιοκρατικό** όταν γνωρίζουμε τη χρονική του εξέλιξη
 - **Στοχαστικό (τυχαίο)** η χρονική εξέλιξη του είναι άγνωστη
- **Πληροφορία = τυχαίο σήμα**

Εύρος ζώνης BW:
βασική παράμετρος ενός
σήματος

44

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

44

Σήματα στις τηλεπικοινωνίες

- Στα Τηλεπικοινωνιακά συστήματα το σήμα στον δέκτη αποτελείται από τρία σήματα που θεωρούνται **τυχαία** (στοχαστικά)
 - Το σήμα που μεταφέρει την πληροφορία (π.χ. Φωνή, video, data...)
 - Ένα σήμα παρεμβολής που οφείλεται:
 - Στην επίδραση από άλλα γειτονικά συστήματα
 - Στον ατμοσφαιρικό ή κοσμικό θόρυβο (κυρίως στις ασύρματες επικοινωνίες)
 - Το σήμα **Θερμικού Θορύβου** που οφείλεται στην τυχαία κίνηση των ηλεκτρονίων στους αγωγούς και τα εξαρτήματα στην είσοδο του δέκτη.
 - ✓ Δεν μπορούμε να προβλέψουμε την χρονική εξέλιξη τους
 - ✓ μπορούμε να τα περιγράψουμε εν μέρει με τις στατιστικές τους ιδιότητες όπως τη μέση τιμή και την πυκνότητα φασματικής ισχύος.

45

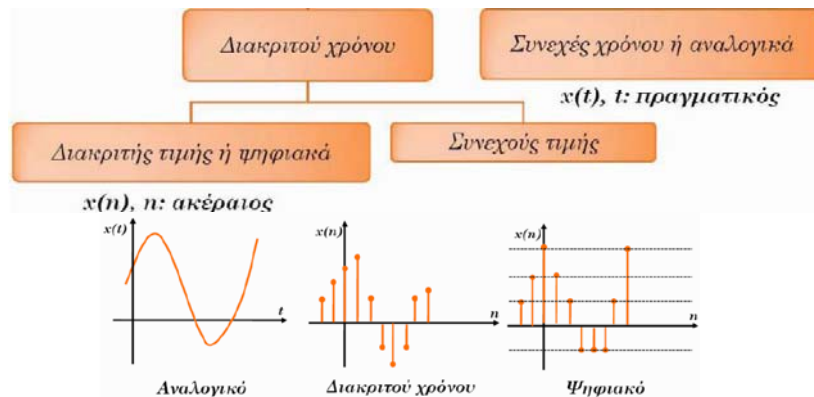
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

45

Κατηγοριοποίηση σημάτων



Συνάρτηση ή στοχαστική διαδικασία του χρόνου



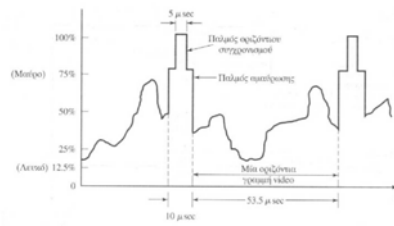
46

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

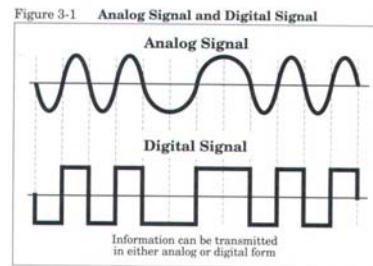
46

Ψηφιακό-αναλογικό σήμα

- Αναλογικό
 - Συνεχές σήμα (παραδοσιακή τηλεόραση, μετάδοση φωνής-τηλεφωνία, ραδιόφωνο, 1η γενιά κινητής (806-890MHz))
- Ψηφιακό
 - Κβαντισμένο σήμα.
 - Διακριτές τιμές [αμετάβλητες για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (π.χ. H/Y Data)]
 - Αναλογικό ψηφιακό σήμα: Ρυθμός Nyquist



Σχήμα 3.47 Τυπικό σήμα βίντεο μιας οριζόντιας σάρωσης.



47

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

47

Η διαδικασία της Επικοινωνίας

- Δημιουργία Σήματος- μήνυμα πληροφορίας $m(t)$:
 - ομιλία, μουσική, εικόνα, κινούμενη εικόνα (video), data
- Μετατροπή σε Ηλεκτρομαγνητικό
- Περιγραφή $m(t)$ με τη βοήθεια συνόλου συμβόλων – κωδικοποίηση (μετατροπή σε ψηφιακό σήμα)
- Προσαρμογή των συμβόλων για μετάδοση στο χρησιμοποιούμενο φυσικό μέσο μετάδοσης (κανάλι ή δίαυλος) - Διαμόρφωση
- Μετάδοση των κωδικοποιημένων συμβόλων στο δέκτη σε ηλεκτρική μορφή
- Αποκωδικοποίηση και αναπαραγωγή των συμβόλων
- Αναδημιουργία του $m(t) + n(t)$ αφού το σήμα υποβαθμίζεται λόγω ατελειών του συστήματος ($n(t)$: noise)
- **Επεξεργασία σήματος**

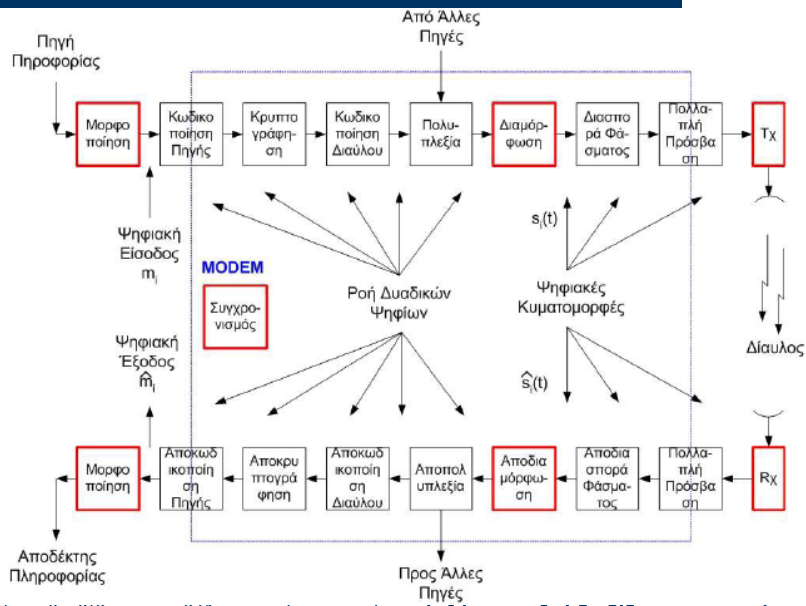
Την αναπαράσταση, ανάλυση & τροποποίηση σήματος για την εξαγωγή πληροφοριών

48

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

48

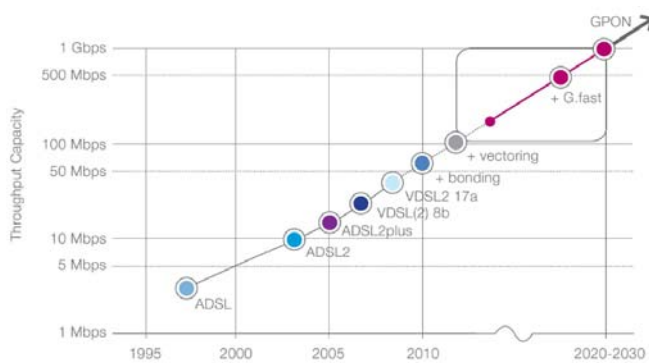
Ψηφιακό Σύστημα Επικοινωνίας



49 Σκοπός: η διαβίβαση συμβόλων να γίνεται με όσο **υψηλότερο ρυθμό διαβίβασης και πιστότητα**

49

Εξέλιξη ρυθμού Μετάδοσης



Εύρος Ζώνης TV αναλύσεων μετά από συμπίεση

Ανάλυση	MPEG-2	MPEG-4
720x576	7Mbps	2Mbps
1280x720	15Mbps	4-5Mbps
1920x1080	50Mbps	7-8Mbps

50

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

50

Τύποι ζεύξεων

Τηλεπικοινωνιακή ζεύξη: σύνολο διατάξεων μέσω των οποίων υλοποιείται η μετάδοση σημάτων. Τα βασικά μέρη μιας τηλεπικοινωνιακής ζεύξης είναι ο πομπός, το μέσο μετάδοσης ή κανάλι και ο δέκτης.

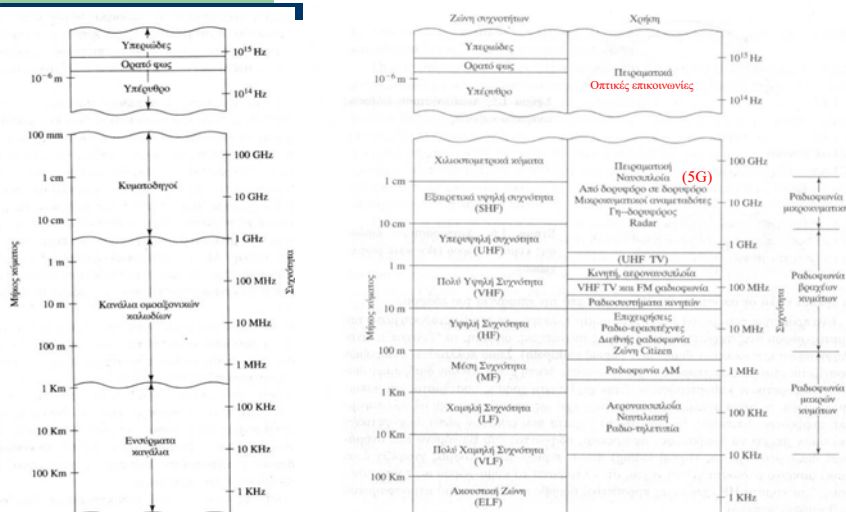
- Οι τερματικές διατάξεις (ή κόμβοι) συνδέονται μέσω ΖΕΥΞΕΩΝ
 - **Direct Link** has no intermediate devices
 - **Point-to-Point** is a **direct link** where only 2 devices share the link
 - **Broadcast:** Point-to-multipoint. Όλοι λαμβάνουν το ίδιο σήμα. [Cable TV, TV, radioLANs]
 - **Indirect Link** passes through one or more intermediaries before arriving at the destination
 - Ασύρματες – Ενσύρματες ζεύξεις

51

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

51


Περιοχές Συχνότητας



52

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

52




Πόροι Συστήματος τηλεπικοινωνιών

- Ενέργεια - Εκπεμπόμενη ισχύς P
- Εύρος ζώνης καναλιού μετάδοσης
- Εύρος ζώνης του σήματος BW
 - Εν γένει η ισχύς του σήματος κατανέμεται σε ένα εύρος συχνοτήτων από 0 έως f_B (εύρος βασικής ζώνης (και $BW=f_B$ baseband))
- Απαιτήσεις επεξεργασίας (χρόνος – πολυπλοκότητα)
- Παραμόρφωση - Καθυστέρηση
- Δείκτης αξιοπιστίας
 - Θόρυβος SNR (=S/N) (S η ισχύς του σήματος στο δέκτη και N η ισχύς του Θορύβου)
 - BER (Bit Error Rate)
- Όλα αυτά τα μεγέθη έχουν κόστος και λειτουργούν μεταξύ τους ανταγωνιστικά (μειώνοντας το κόστος του ενός αυξάνεται το κόστος των άλλων).

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

53

53



Φυσικά μέσα μετάδοσης

- Τα φυσικά μέσα με τα οποία υλοποιείται το τηλεπικοινωνιακό κανάλι είναι:
 - **Ασύρματα (unguided media):**
 - Το σήμα διαδίδεται στον ελεύθερο χώρο π.χ., radio, TV
 - **Ενσύρματα μέσα (guided media):**
 - Το σήμα διαδίδεται σε υλικά αγωγίμα ή διηλεκτρικά όπως χαλκός ή γυαλί: πχ δισύρματες γραμμές (UTP), ομοαξονικά καλώδια, οπτικές ίνες (fiber)
- **Εύρος ζώνης και μέσο μετάδοσης:** Κάθε μέσο μετάδοσης είναι κατάλληλο για συγκεκριμένα bandwidth σήματος (ώστε το σήμα να μεταδίδεται ικανοποιητικά – χωρίς σημαντικά σφάλματα)
- **Εύρος ζώνης καναλιού B.** Η διαφορά της μέγιστης και ελάχιστης συχνότητας που μπορούν να μεταδοθούν από το μέσο
 - Παράδειγμα: Κατά τη μετάδοση φωνής στο σύστημα PSTN, τα τηλεφωνικά καλώδια χαλκού υποστηρίζουν συχνότητες από 300 ως 3.300 Hz, Εύρος ζώνης B = 3 KHz

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

54

54

Σήματα πληροφορίας και εύρος ζώνης

- Τα σήματα πληροφορίας είναι σήματα βασικής ζώνης
 - Voice: 0-4kHz
 - Μουσική: 0-20kHz
 - Video: 0-6MHz
 - Data HY: (0- R_b)

- Σήμα βασικής ζώνης (baseband):

- Το φάσμα του είναι μη μηδενικό στην περιοχή γύρω από τη συχνότητα $f_0 = 0$ και μηδενικό αλλού (π.χ. κυματομορφή ήχου παραγόμενη από μικρόφωνο)

- Η μετάδοση δεν είναι πάντοτε εφικτή στη βασική ζώνη διότι δεν υπάρχει κατάλληλος δίαυλος επικοινωνίας
- Για αυτό χρησιμοποιείται η διαμόρφωση
 - το σήμα πληροφορίας μετατοπίζεται συχνοτικά σε μια άλλη περιοχή συχνοτήτων
 - Επιτρέπει τη μετάδοση μέσα από το δοθέν κανάλι

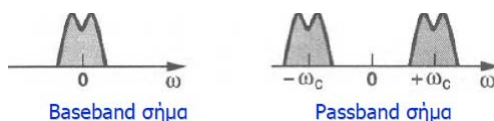
55

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

55

Διαμόρφωση

- Ο διαμορφωτής πρέπει να εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά και το διαθέσιμο εύρος ζώνης του καναλιού
- Διαμόρφωση: είναι η διαδικασία με την οποία η πληροφορία «τοποθετείται» σε ένα φυσικό σήμα έτσι ώστε να είναι κατάλληλη για μετάδοση μέσω ενός φυσικού καναλιού
- Τύποι διαμόρφωσης
 - Ανάλογα με τη μορφή της πληροφορίας
 - Αναλογική - Ψηφιακή
 - Ανάλογα με τη φέρουσα ω_c
 - Βασικής Ζώνης ($\omega_c=0$) - Διέλευσης ζώνης ($\omega_c \neq 0$)



56

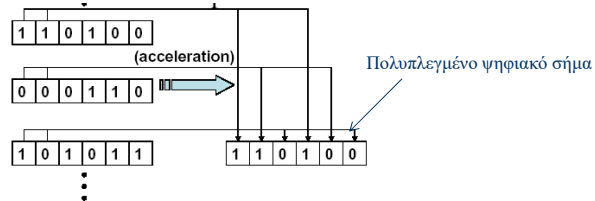
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

56

Πολυπλεξία

Οι End users δικτύου έχουν χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Πως θα αυξηθεί ο ρυθμός μετάδοσης στο δίκτυο;

- TDM (Πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου – Ψηφιακά σήματα



- FDM (Πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας - Αναλογικά σήματα)

57

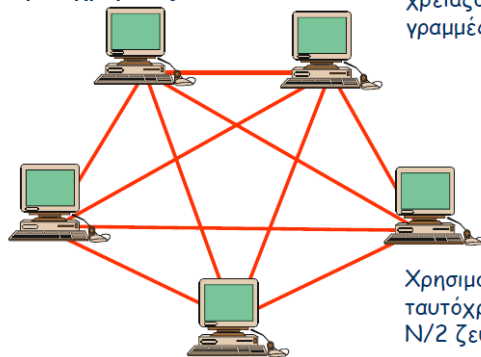
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

57

Είναι τα δίκτυα επικοινωνιών απαραίτητα;

Τι γίνεται όταν υπάρχουν περισσότεροι χρήστες;

Για N χρήστες χρειάζονται $N(N-1)/2$ γραμμές.

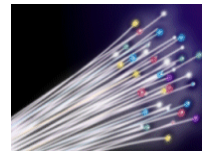


58

58

Είναι τα δίκτυα επικοινωνιών απαραίτητα;

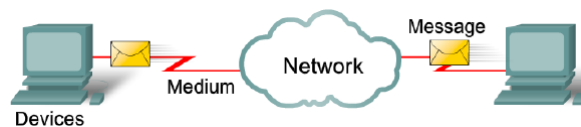
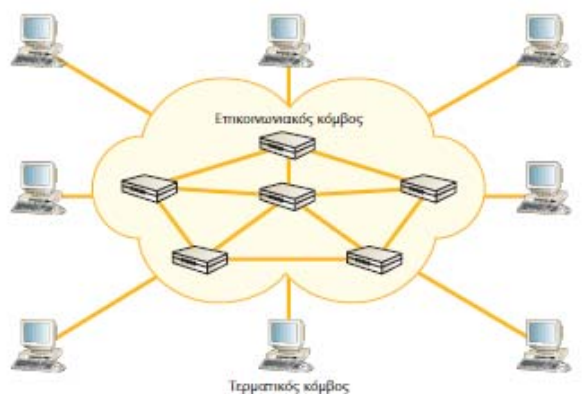
- Σε μεγάλα δίκτυα δεν είναι δυνατό να υπάρχει ζεύξη από σημείου σε σημείο ανάμεσα σε κάθε ζευγάρι χρηστών
 - απαγορευτικό κόστος
 - σπατάλη πόρων
- Ένα δίκτυο είναι οργανωμένο κατά τέτοιον τρόπο, ώστε διαφορετικές ροές πληροφορίας να χρησιμοποιούν από κοινού τις ίδιες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις



59

59

ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



60

60

Τα δομικά στοιχεία των δικτύων

1. **Ο κόμβος:** μπορεί να είναι οποιαδήποτε συσκευή του δικτύου
 - Τερματικός κόμβος
 - Κόμβος δρομολόγησης - μεταγωγής . Πραγματοποιεί τη μεταγωγή - δρομολόγηση της πληροφορίας από την πηγή, στον προορισμό
2. Το μέσο διασύνδεσης
3. **Το πρωτόκολλο επικοινωνίας** αποτελείται από ολοκληρωμένα κυκλώματα καθώς και από τα προγράμματα της κάρτας διασύνδεσης του δικτύου και είναι υπεύθυνο για τη λογική της επικοινωνίας του δικτύου.

61

61

Μέθοδοι αποκατάστασης σύνδεσης σε ένα δίκτυο

I. Μεταγωγή κυκλώματος (circuit switching)

- ✓ Χρήση μεταγωγών για την αποκατάσταση της ζεύξης μεταξύ δυο σημείων
- ✓ Η ζεύξη είναι ενεργή όσο διαρκεί η επικοινωνία
- ✓ Συνδέσεις μεγάλης διάρκειας

Το μονοπάτι επικοινωνίας είναι μια διασυνδεδεμένη αλληλουχία από φυσικές ζεύξεις (γραμμές μετάδοσης) μεταξύ των κόμβων του δικτύου.

Σε κάθε ζεύξη αφιερώνεται ένα **λογικό κανάλι** για τη συγκεκριμένη σύνδεση

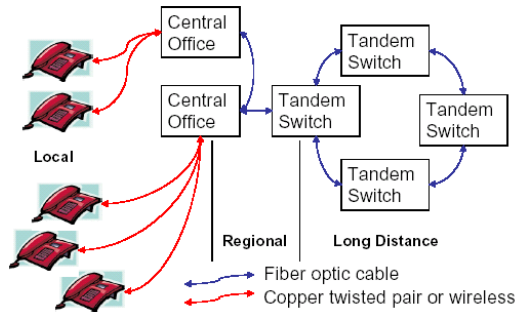
Χαρακτηριστικό των δικτύων μεταγωγής κυκλώματος είναι η **ελάχιστη καθυστέρηση μετάδοσης** των δεδομένων από τον πομπό στο δέκτη.

62

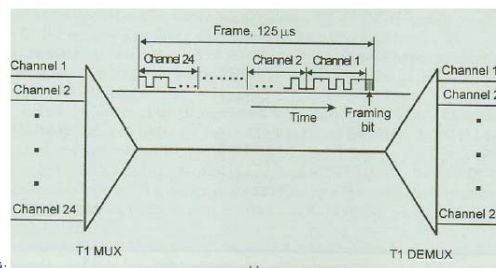
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

62

Παράδειγμα: ΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ



Modern Telephone TDM T1 Transmission



63

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληρ...

63

Μέθοδοι αποκατάστασης σύνδεσης σε ένα δίκτυο

II. Μεταγωγή πακέτων (packet switching)

- ✓ Κατακερματισμός της πληροφορίας σε διευθυνσιοδοτημένα πακέτα
- ✓ Ανακατασκευή πακέτου στον προορισμό (email, TCP/IP)
- ✓ Μη αξιόπιστη μετάδοση
- ✓ Απαιτεί γρήγορη δρομολόγηση (routing)

Δεν υπάρχει αποκλειστική απόδοση της χωρητικότητας σε συγκεκριμένες συνδέσεις.

Τα δεδομένα στέλνονται σε μικρά μπλοκ, που καλούνται **πακέτα (packets)**, δια μέσω των δρομολογητών του δικτύου.

Κάθε πακέτο παραλαμβάνεται ολόκληρο από κάθε ενδιαμέσο δρομολογητή, αποθηκεύεται μέχρι να ελευθερωθεί η απαιτούμενη εξερχόμενη γραμμή, οπότε και προωθείται στον επόμενο δρομολογητή.

64

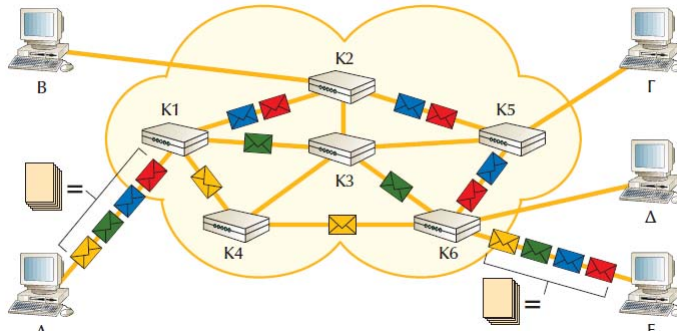
ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

64

Μέθοδοι δρομολόγησης πακέτων

IIα. Μεθοδος Αυτοδύναμου πακέτου

Στη μέθοδο του **αυτοδύναμου πακέτου (datagram)**, το κάθε πακέτο ακολουθεί το δικό του δρόμο μέσα στο δίκτυο. Η επιλογή του δρόμου εξαρτάται από τον αριθμό των πακέτων, που περιμένουν να διεκπεραιωθούν σε κάθε κόμβο. Κάθε φορά, επιλέγεται η καλύτερη (π.χ. χρονικά συντομότερη) διαδρομή.



65

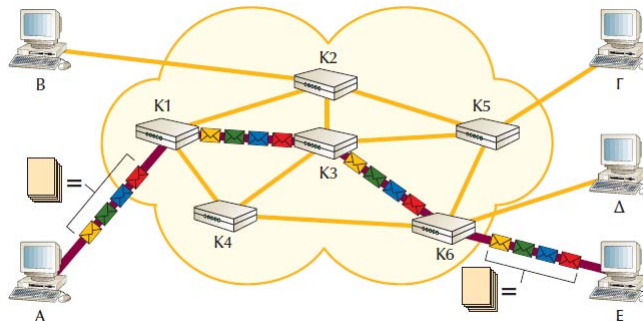
65

65

Μέθοδοι δρομολόγησης πακέτων

IIβ. Μέθοδος Νοητού κυκλώματος

Στη μέθοδο **νοητού κυκλώματος (virtual circuit)**, πριν αρχίσει η ανταλλαγή των πακέτων, επιλέγεται η καλύτερη διαδρομή. Αυτή τη διαδρομή ακολουθούν όλα τα πακέτα από την έναρξη μέχρι και το τερματισμό της σύνδεσης.



66

66

66

Μοντέλο OSI

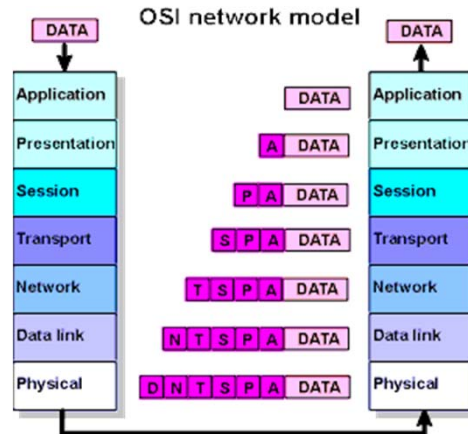
- **Πρωτόκολλο επικοινωνίας:** ένα σύνολο αναλυτικών κανόνων που πρέπει να τηρούνται για να εξασφαλιστεί ο πλήρης έλεγχος σε μία συγκεκριμένη λειτουργία ενός επικοινωνιακού συστήματος.

- **Μοντέλο OSI:** προτυποποιημένο μοντέλο επτά (7) επιπέδων. Κάθε επίπεδο συγκροτείται από ένα σύνολο πρωτοκόλλων.

✓ το Επίπεδο Μεταφοράς είναι υπεύθυνο για την εγκαθίδρυση, τη συντήρηση και τον τερματισμό των καναλιών επικοινωνίας μεταξύ των τερματικών κόμβων

✓ Στο Επίπεδο Δικτύου καθορίζεται ο τρόπος δρομολόγησης των πακέτων από τον αποστολέα στον παραλήπτη και ο έλεγχος συμφόρησης του δικτύου.

✓ Το Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων παρέχει την αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων πάνω από τα φυσικά μέσα. Τα δεδομένα από το υψηλότερο επίπεδο οργανώνονται σε πλαίσια (frames).



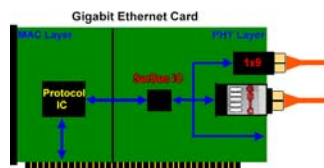
✓ Στο Φυσικό Επίπεδο καθορίζονται οι λειτουργικές προδιαγραφές για τη μετάδοση των δεδομένων πάνω από ένα φυσικό μέσο. Τα δεδομένα γίνονται αντιληπτά ως μια «ακατέργαστη» ακολουθία bits

67

67

Είδη Δικτύων

- **Με κριτήριο τη γεωγραφική κάλυψη**
- Wide Area Network (WAN)
 - Εθνικό ή Διεθνές επίπεδο
 - Μέσω παρόχων
- Metropolitan Area network (MAN)
 - Επίπεδο πόλης/περιοχής
 - Τοπικό φορέα/πάροχο
- Local Area Network (LAN)



- **Με κριτήριο την ιδιοκτησία**
- Δημόσια
- Ιδιωτικά

Dial-Up xDSL Network

- Σύνδεση υπολογιστή μέσω modem και τηλεφωνικής γραμμής σε ένα άλλο δίκτυο δεδομένων

- **Με κριτήριο το φυσικό μέσο μετάδοσης**
- Ενσύρματα (Οπτικών ινών και χάλκινων καλωδίων)
- Ασύρματα (επίγεια και δορυφορικά)

68

68

Δίκτυα WAN ή δίκτυα κορμού

- Καλύπτουν μεγάλη γεωγραφική περιοχή
- Διασχίζουν δημόσια δίκτυα
- Στηρίζονται σε κυκλώματα που παρέχονται από κοινούς (δημόσιους) φορείς
- Τεχνολογίες δικτύων WAN
 - Μεταγωγής κυκλώματος
 - Μεταγωγής πακέτου
 - Frame relay (αναμετάδοση πακέτου)
 - Ασύγχρονου τρόπου μεταφοράς - Asynchronous Transfer Mode (ATM)

STM1 =155Mbps

- SDH – SONET STM1 STM4 STM16 STM64 STM256

- ETHERNET

40G/50G/
100G

10G/25G

Gigabit

10/100M

NGN

LAN

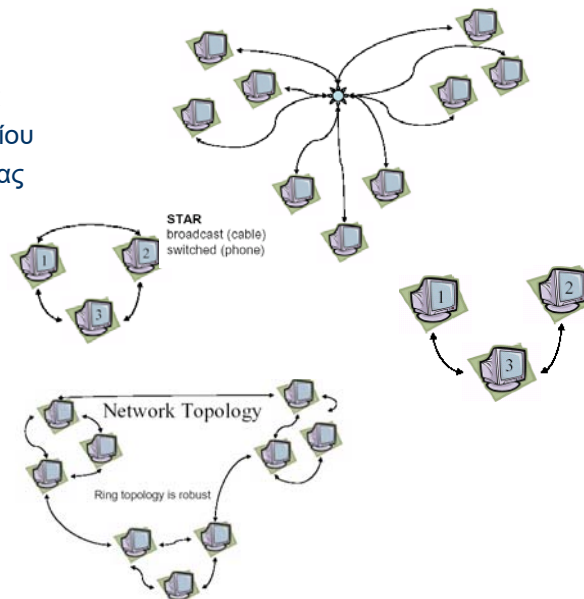
69

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

69

Τοπολογίες δικτύων

- Τοπολογία αστέρα
- Τοπολογία δακτυλίου
- Τοπολογία Αρτηρίας
- Τοπολογία Mesh



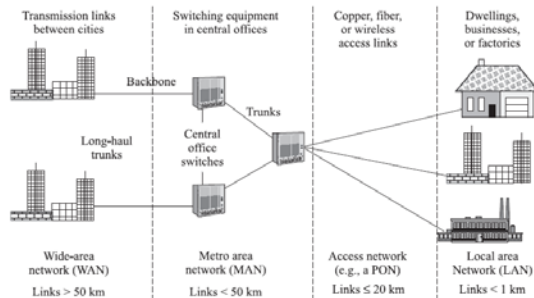
70

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

70

Το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο

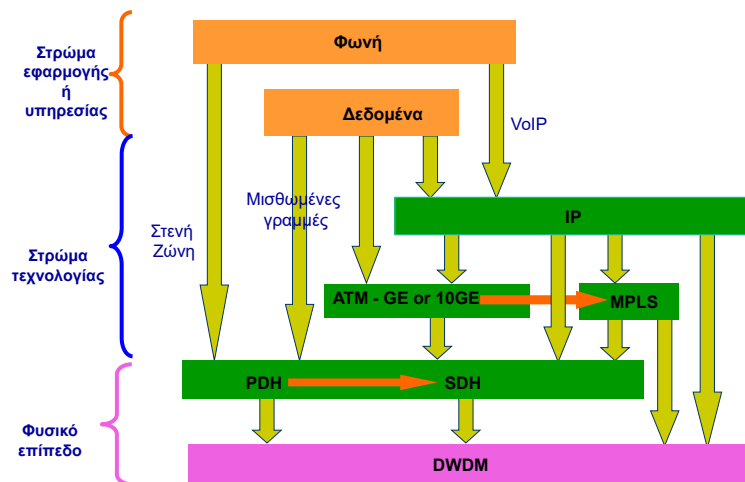
- A *local area network* interconnects users in a large room or work area, a department, a home, a building, an office or factory complex, or a group of buildings.
- A *campus network* interconnects a several LANs in a localized area.
- A *metro network* interconnects facilities ranging from buildings located in several city blocks to an entire city and the metropolitan area surrounding it.
- An *access network*: connections that extend from a centralized switching facility to individual businesses, organizations, and homes.
- A *core network*



71

71

Στρώματα Τεχνολογίας τηλεπικοινωνιών



72

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

72

Τα στρώματα του τηλεπ/κού Δικτύου

Υπηρεσίες	Ηλεκτρονική υγεία, φροντίδα των ηλικιωμένων, (συνδεδεμένη) τηλεόραση, διαδίκτυο, τηλεφωνία, εικονοδιάσχεψη, ψυχαγωγία, τηλεργασία, ηλεκτρονική διακυβέρνηση, ηλεκτρονική εκπαίδευση, ηλεκτρονικό εμπόριο, έξυπνα συστήματα παρακολούθησης, διαδίκτυο των αντικειμένων, υπολογιστικό νέφος κ.λπ.		
Ενεργός εξοπλισμός	Μεταγωγείς/δρομολογ. κέντρα δεδομένων	Μεταγωγείς/δρομολογητές, μικροκυματικός εξοπλισμός δισημειακής σύνδεσης (p2p)	Μεταγωγείς, DSLAMS (πολυπλέκτες πρόσβασης της ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής), DOCSIS (προδιαγραφή διεπαφής δεδομένων μέσω καλωδιακού συστήματος), ασύρματοι σταθμοί βάσης
Παθητική υποδομή	Ίνες	Ίνες, θέσεις κεραίων	Ίνες, χαλκός, θέσεις κεραίων

73

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

73

Υποδομές τηλεπικοινωνιών

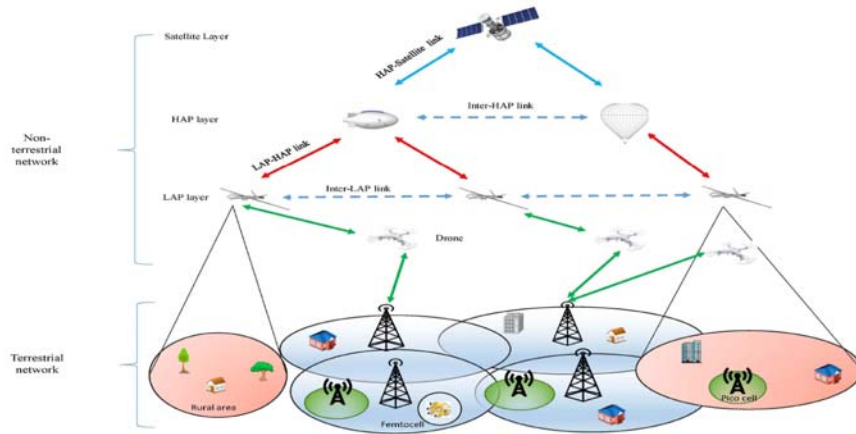


74

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

74

Ετερογενή δίκτυα



75

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

75

ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ

Στο παρελθόν ήταν συνηθισμένη τακτική των εταιρειών τηλεπικοινωνιών και υπολογιστών να παγιδεύουν τους πελάτες στην αποκλειστική χρήση των δικών τους συστημάτων

Η τυποποίηση είναι αναγκαία για να εξασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ συσκευών διαφόρων κατασκευαστών και να προωθείται ο ανταγωνισμός.

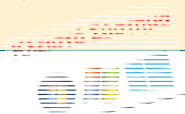
Το 1984, ο **Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Standard Organization, ISO)** δημοσίευσε ένα μοντέλο στρωματοποιημένης αρχιτεκτονικής δικτύου, με στόχο την τυποποίηση της επικοινωνίας συσκευών διαφορετικών κατασκευαστών. Το μοντέλο αυτό ονομάστηκε **μοντέλο αναφοράς διασύνδεσης ανοικτών συστημάτων (Open Systems Interconnection reference model, OSI RM)**.

Επισήμανση

Ανοικτά συστήματα (open systems) είναι τα συστήματα, στα οποία η αρχιτεκτονική δεν αποτελεί μυστικό. Τα συστήματα αυτά μπορούν να συντεθούν από συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών, που ακολουθούν τα ίδια πρωτόκολλα και πρότυπα.

Ανοικτό Σύστημα

Unix
Operating System



76

76

Φορείς Τυποποίησης

Τα πρότυπα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες

Επίσημα Πρότυπα (de jure)

Παράγονται από συγκεκριμένους οργανισμούς τυποποίησης (π.χ. πρότυπο OSI)

Εκ των πραγμάτων (de facto)

Επιβάλλονται από το γεγονός ότι έχουν καλύτερη απόδοση, είναι πιο εύχρηστα και έχουν γίνει ευρέως αποδεκτά (π.χ. CD, DVD, Android, iOS)

Οργανισμοί Τυποποίησης

- ISO (International Standards Organization)
- ITU (International Telecommunications Union)
- IETF (Internet Engineering Task Force)
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
- ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης)
- ANSI (American National Standards Institute)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- NIST (National Institute of Standards and Technology)

77

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

77

Ποιοι ωθούν τις εξελίξεις;

- Η Εκτεταμένη Ανάπτυξη των Συστημάτων που υπάρχουν
- Η αύξηση της ζήτησης εύρους ζώνης που διπλασιάζεται κάθε χρόνο
- Ο Ανταγωνισμός μεταξύ των Παρόχων Υπηρεσιών Δικτύου μεταφοράς τηλεπικοινωνιακής ζήτησης



78

ΕΚΠΑ - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

78