

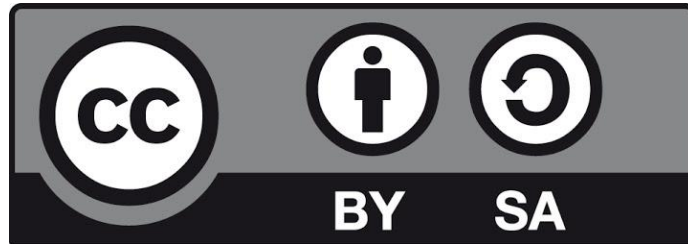
Τεχνολογίες WAN

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/>).



Τεχνολογίες WAN

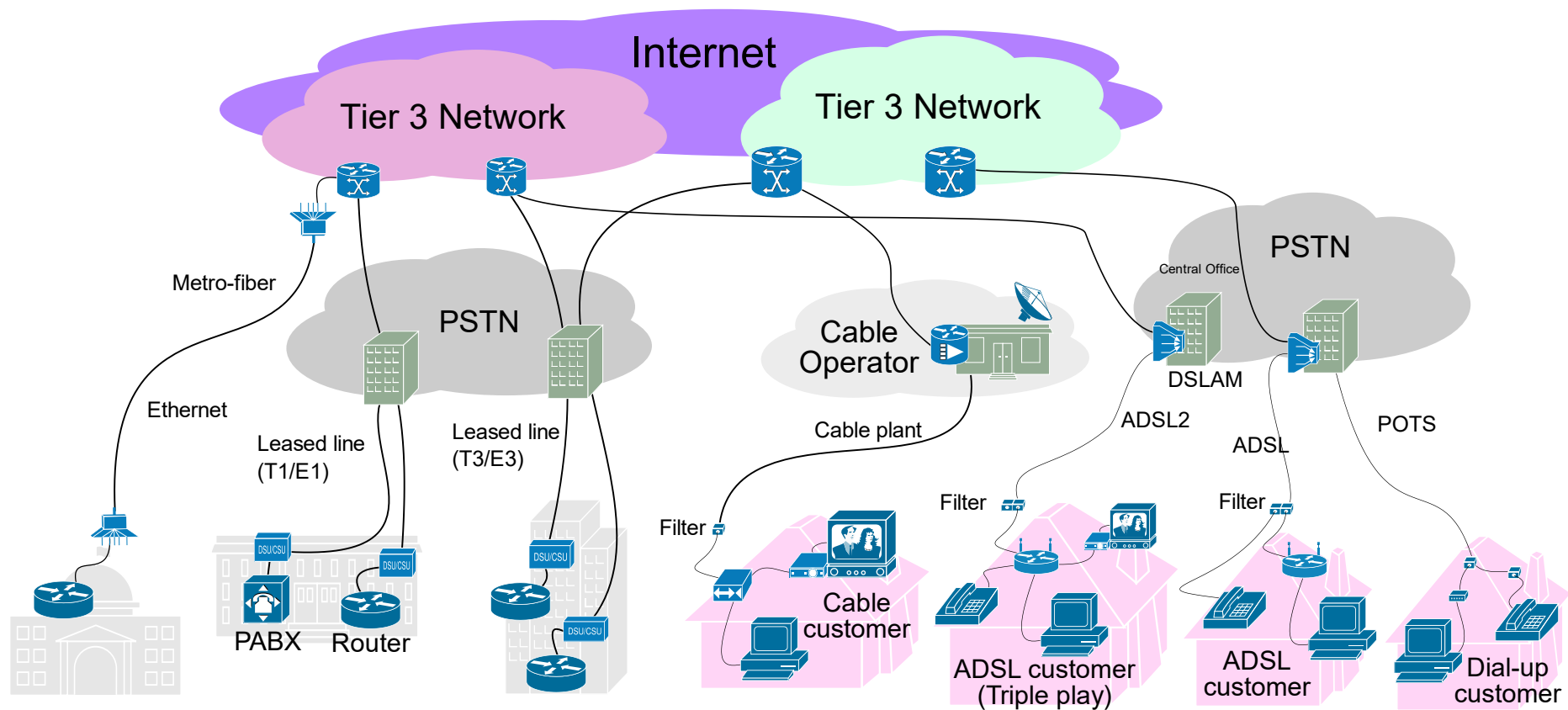
- Μισθωμένες γραμμές (leased lines)
- Dialup – PSTN
- ISDN
- X.25, Frame Relay, ATM
- Ethernet WAN
- Παθητικά Οπτικά Δίκτυα (Passive Optical Networks – PON)
- xDSL
- Ασύρματες (WiMAX, Cellular networks etc)

Βασική ορολογία

- **Πάροχος Υπηρεσιών Διαδικτύου** (Internet Service Provider – ISP): Η οντότητα/επιχείρηση που παρέχει υπηρεσίες πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Ο εξοπλισμός του ISP στεγάζεται στο **Αστικό Κέντρο** (Central Office – CO)
 - Cosmote / Deutsche Telekom, Vodafone, WIND, Inalan
 - Verizon
 - AT&T
- **Ποιότητα υπηρεσιών** (Quality of Service - QoS): Η ποιότητα των υπηρεσιών πρόσβασης στο Διαδίκτυο που παρέχει ο ISP στους συνδρομητές. Η ποιότητα αφορά:
 - Καθυστέρηση (delay / latency)
 - Ταχύτητα πρόσβασης στο Διαδίκτυο

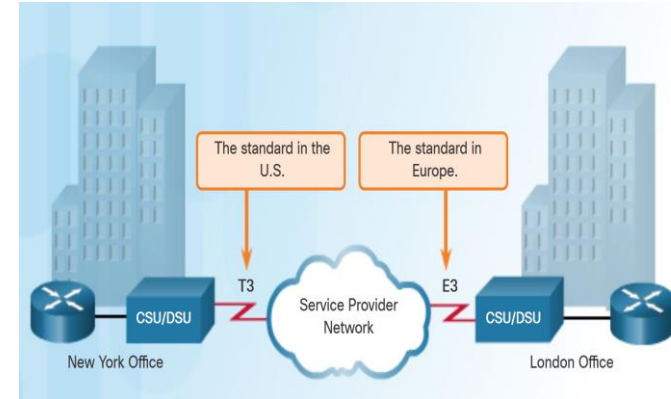
Βασική ορολογία

- **WAN:** Τα δίκτυα που καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές και χρησιμοποιούν ειδικές τεχνολογίες για μετάδοση δεδομένων
 - **Δίκτυο Πρόσβασης** (Access Network): Το δίκτυο με το οποίο συνδέεται απευθείας ο συνδρομητής και το χρησιμοποιεί για πρόσβαση στο Διαδίκτυο
 - **Δίκτυο κορμού** (Core Network): δίκτυο που αποτελείται από ισχυρούς δρομολογητές/μεταγωγείς και χρησιμοποιείται για τη διακίνηση δεδομένων με υψηλότερους ρυθμούς (Terabit/s)
- **Σύμφωνο επιπέδου υπηρεσιών** (Service Level Agreement – SLA): Συμβόλαιο μεταξύ ISP και συνδρομητή που δεσμεύει τον πρώτο για παροχή ορισμένης QoS.
 - Πχ εγγυημένη καθυστέρηση και ταχύτητα πρόσβασης



Μισθωμένες γραμμές

- Πρόκειται για μια αφοσιωμένη (dedicated) γραμμή από τον ISP μέχρι τον συνδρομητή
- Το 100% της γραμμής χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τον συνδρομητή
- Σειριακή επικοινωνία μεταξύ ISP και συνδρομητή
 - Καλώδιο χαλκού: E1 (2.048 Mbit/s), T3 (44.736 Mbit/s)
 - Οπτική ίνα: OC-1 (51.84 Mbit/s), OC-3 (155.52 Mbit/s)



Μισθωμένες γραμμές

- Πλεονεκτήματα

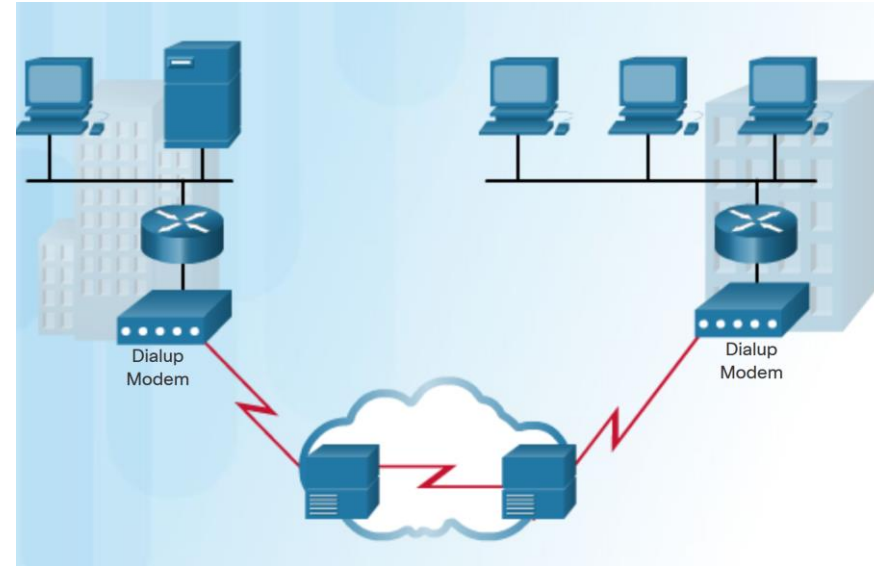
- Εύκολες στην εγκατάσταση
- Εγγυημένη ποιότητα υπηρεσιών (QoS)
- Μηδενική καθυστέρηση και jitter μεταξύ ISP και συνδρομητή
- Πάντα διαθέσιμοι πόροι για οποιαδήποτε εφαρμογή

- Μειονεκτήματα

- Η ακριβότερη λύση για πρόσβαση στο Διαδίκτυο
- Μειωμένη ευελιξία

Dial-up

- **Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο** (Public Switched Telephone Network - PSTN): Το παγκόσμιο δίκτυο που συνδέει όλα τα τηλέφωνα μεταξύ τους
- Οι μεταδόσεις στο PSTN γίνονται αποκλειστικά σε αναλογική μορφή
- Οι συνδρομητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το PSTN για πρόσβαση στο Διαδίκτυο
- Ο συνδρομητής πραγματοποιεί τηλεφωνική κλήση με το Αστικό Κέντρο



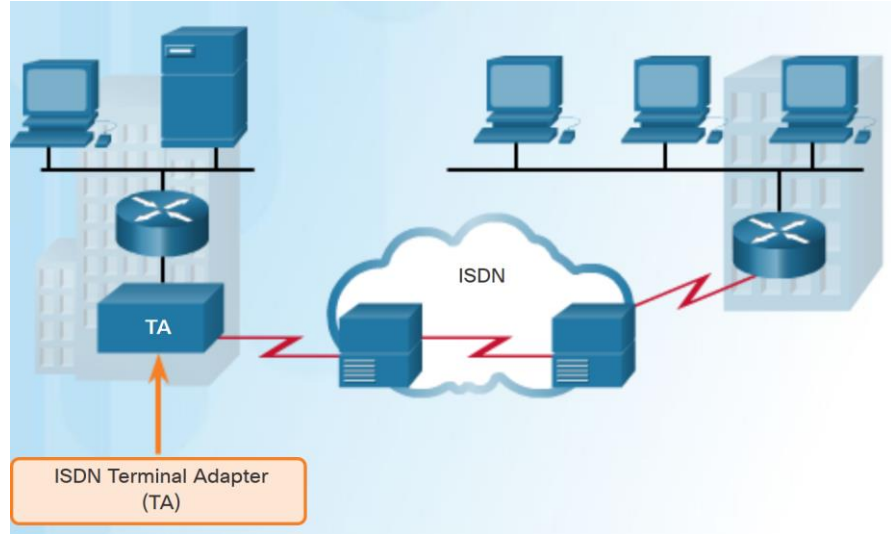
Dial-up

- Κατά τη διάρκεια της κλήσης, μεταδίδονται δεδομένα, στο εύρος ζώνης της φωνής
- Αποδιαμορφωτής (Modulator-Demodulator - **MODEM**) Η συσκευή που χρησιμοποιεί η μέθοδος dial-up για τη μετάδοση των δεδομένων στο PSTN
 - Δέχεται ψηφιακά δεδομένα από τους υπολογιστές → Τα μετατρέπει σε αναλογικό σήμα για μετάδοση
 - Δέχεται αναλογικά δεδομένα από τον ISP → Τα μετατρέπει σε ψηφιακή μορφή
- Πλεονεκτήματα

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε υπάρχει πρόσβαση στο PSTN
- Μειονεκτήματα
 - Σημαντικά χαμηλές ταχύτητες (56 kbit/s)
 - Υψηλό κόστος (χρονοχρέωση)

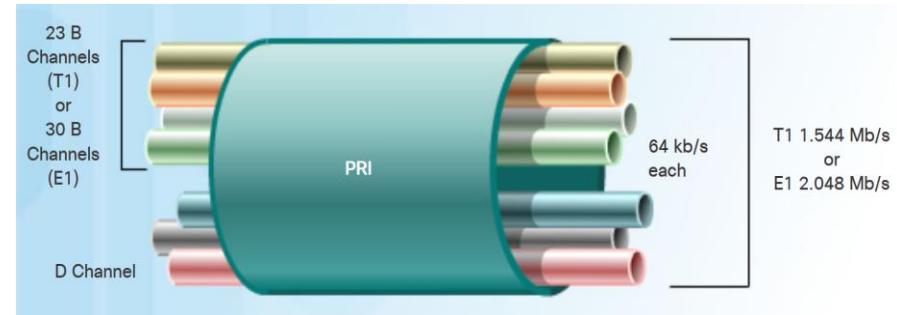
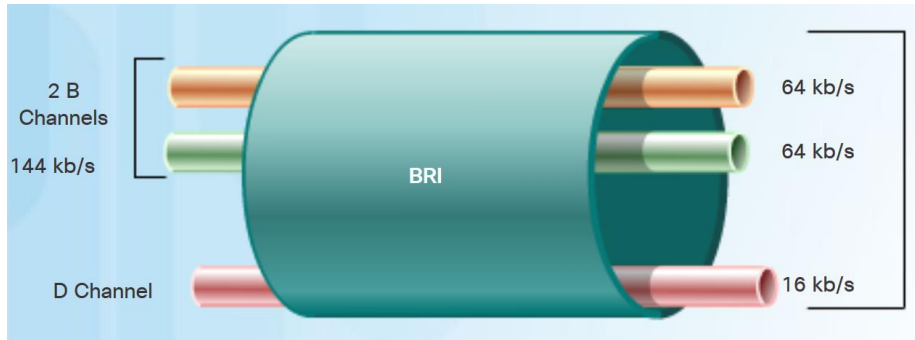
Ψηφιακό δίκτυο ενοποιημένων υπηρεσιών

- **Integrated Services Digital Network (ISDN):** Επιτρέπει τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων μέσω των τηλεφωνικών γραμμών
- Ο πάροχος δίνει τη δυνατότητα εγκατάστασης γραμμής PSTN ή ISDN
- Το ISDN χρησιμοποιεί πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (TDM)



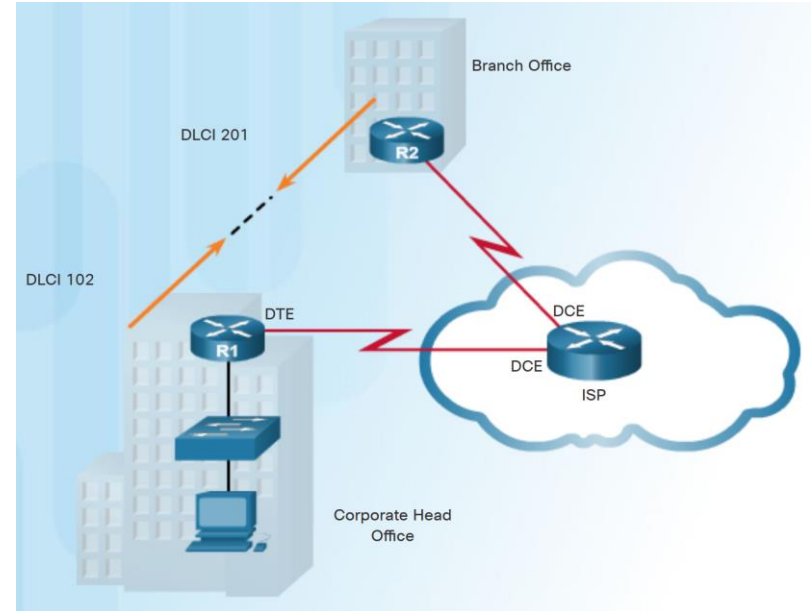
Ψηφιακό δίκτυο ενοποιημένων υπηρεσιών

- Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι διεπαφών ISDN
 - **Basic Rate Interface** – BRI: Για οικίες και μικρές επιχειρήσεις
 - **Primary Rate Interface** – PRI: Για μεγαλύτερες επιχειρήσεις
- Τα πολλά κανάλια επιτρέπουν ταυτόχρονες συνομιλίες φωνής, μετάδοσης δεδομένων και άλλων υπηρεσιών (πχ fax)
- Μη δημοφιλές πλέον, χρησιμοποιείται ωστόσο ως εφεδρική γραμμή



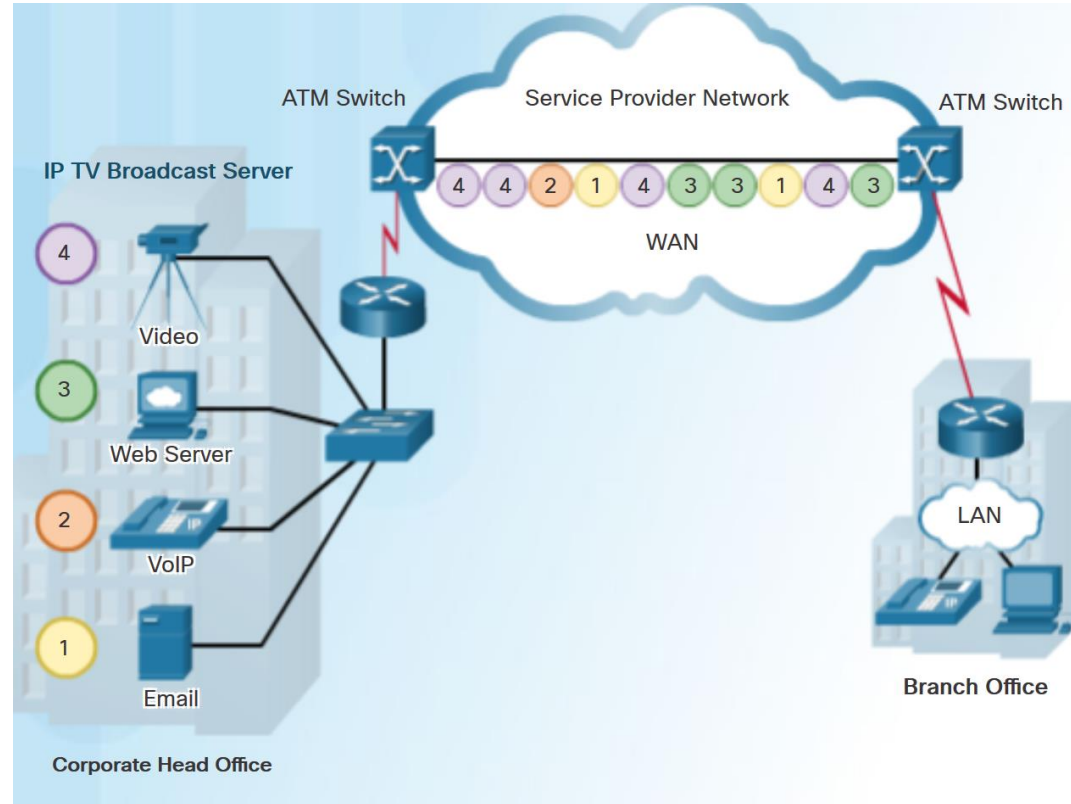
X.25 / Frame Relay

- Παλιές τεχνολογίες για πρόσβαση εταιριών στο Διαδίκτυο
- Προσφέρει ταχύτητες τουλάχιστον 4 Mbit/s
- Εγκαθιδρύει εικονικά κυλώματα μεταξύ απομακρυσμένων LAN
- Οι κόμβοι που συνδέονται με X2.5/Frame relay φαίνεται ότι βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο, ενώ μπορεί να υπάρχουν πρόσθετοι ενδιάμεσοι κόμβοι



ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- Προπομπός των σημερινών οπτικών δικτύων πρόσβασης
- Τα δεδομένα μεταδίδονται σε κελιά (cells) μεγέθους 53 byte (48 + 5)
- Απαιτεί γενικά περισσότερο εύρος ζώνης, λόγω επιβαρύνσεων
- Είναι εξαιρετικά ευέλικτο και μπορεί να φτάσει σε ταχύτητες τα 622 Mbit/s

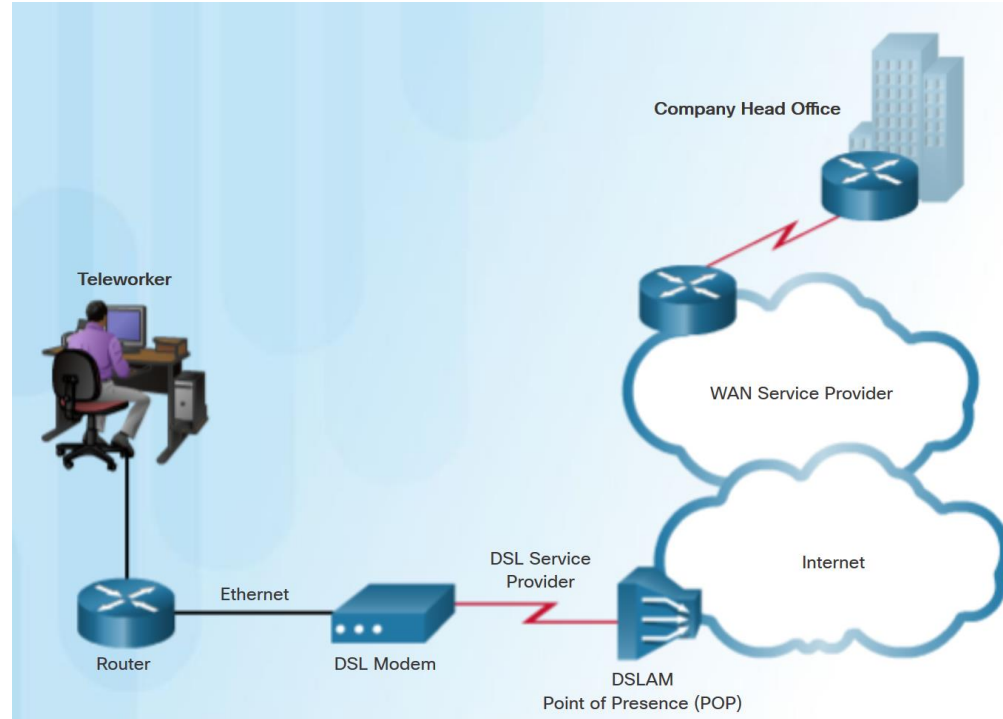


Ethernet WAN

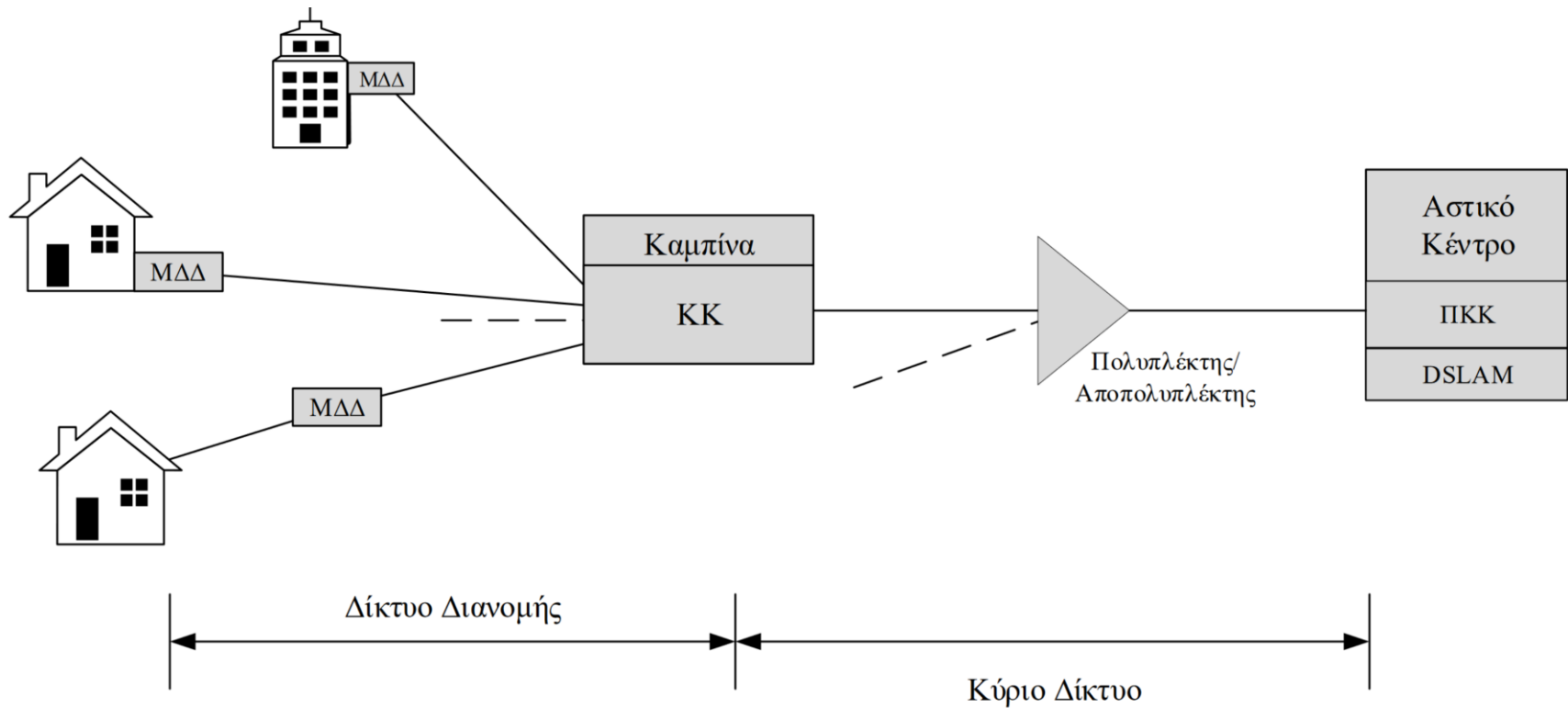
- Γνωστό και ως Metro Ethernet ή Active Optical Network
- Απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις και οργανισμούς
- Χρησιμοποιεί οπτικές ζεύξεις για τη σύνδεση με τον ISP
- Τα δεδομένα που μεταδίδονται είναι πλαίσια Ethernet
- Πλεονεκτήματα
 - Αυξημένη συμβατότητα με τα γνωστά δίκτυα Ethernet που χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα (LAN)
 - Χαμηλό κόστος
 - Εύκολη υποστήριξη/φιλοξενία υπηρεσιών Διαδικτύου από του

Digital Subscriber Line (DSL)

- Χρησιμοποιεί ανώτερες συχνότητες του υπάρχοντος δικτύου χαλκού του PSTN για μετάδοση δεδομένων σε υψηλό ρυθμό
- Το DSL modem μετατρέπει το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό για μετάδοση μέσω της υπάρχουσας υποδομής PSTN
- Στο Αστικό Κέντρο υπάρχει το DSLAM (DSL Access Multiplexer), στο οποίο καταλήγουν οι συνδέσεις των συνδρομητών



Τοπολογία δικτύου DSL

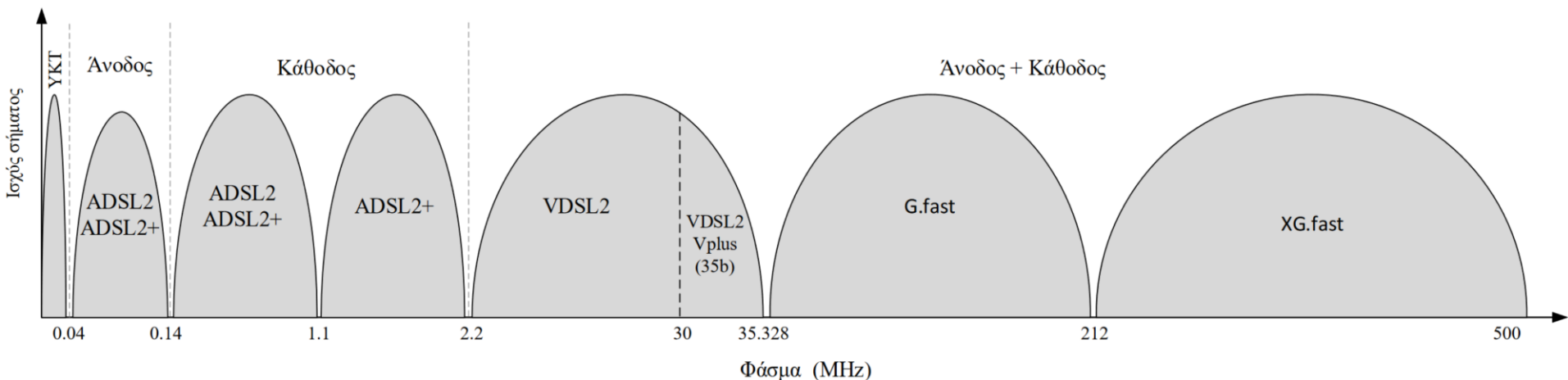


Digital Subscriber Line (DSL)

Ονομασία	Τυποποίηση ITU-T	Ρυθμός μετάδοσης	Έτος πρώτης έκδοσης
HDSL	G.991.1, G.991.2	2.048 Mbit/s	1998
ADSL	G.992.1, G.992.2	8/1 Mbit/s	1999
VDSL	G.993.1	52/16 Mbit/s	2001
ADSL2	G.992.3, G.992.4	12/1 Mbit/s	2002
ADSL2+	G.992.5	24/1 Mbit/s	2003
VDSL2	G.993.2	100 Mbit/s	2006
G.fast	G.9700, G.9701	1000/150 Mbit/s	2014
VDSL2-Vplus	G.993.2 Amendment 1	300/100 Mbit/s	2015
XG-FAST [38], [39]	Δ/Y	10 Gbit/s	Δ/Y

Digital Subscriber Line (DSL)

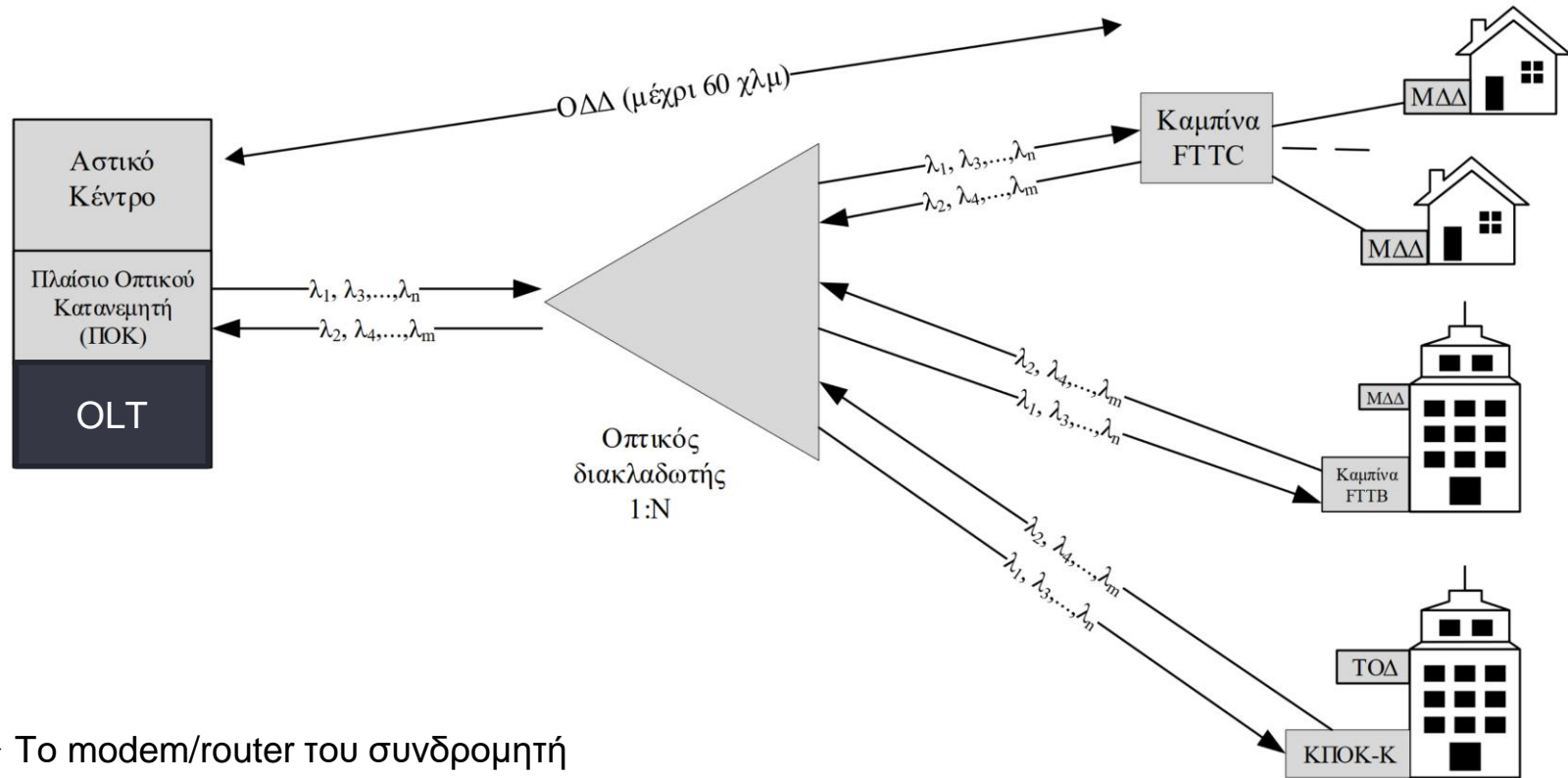
- Οι διάφορες τεχνολογίες DSL χρησιμοποιούν διαφορετικές περιοχές του φάσματος στα καλώδια χαλκού



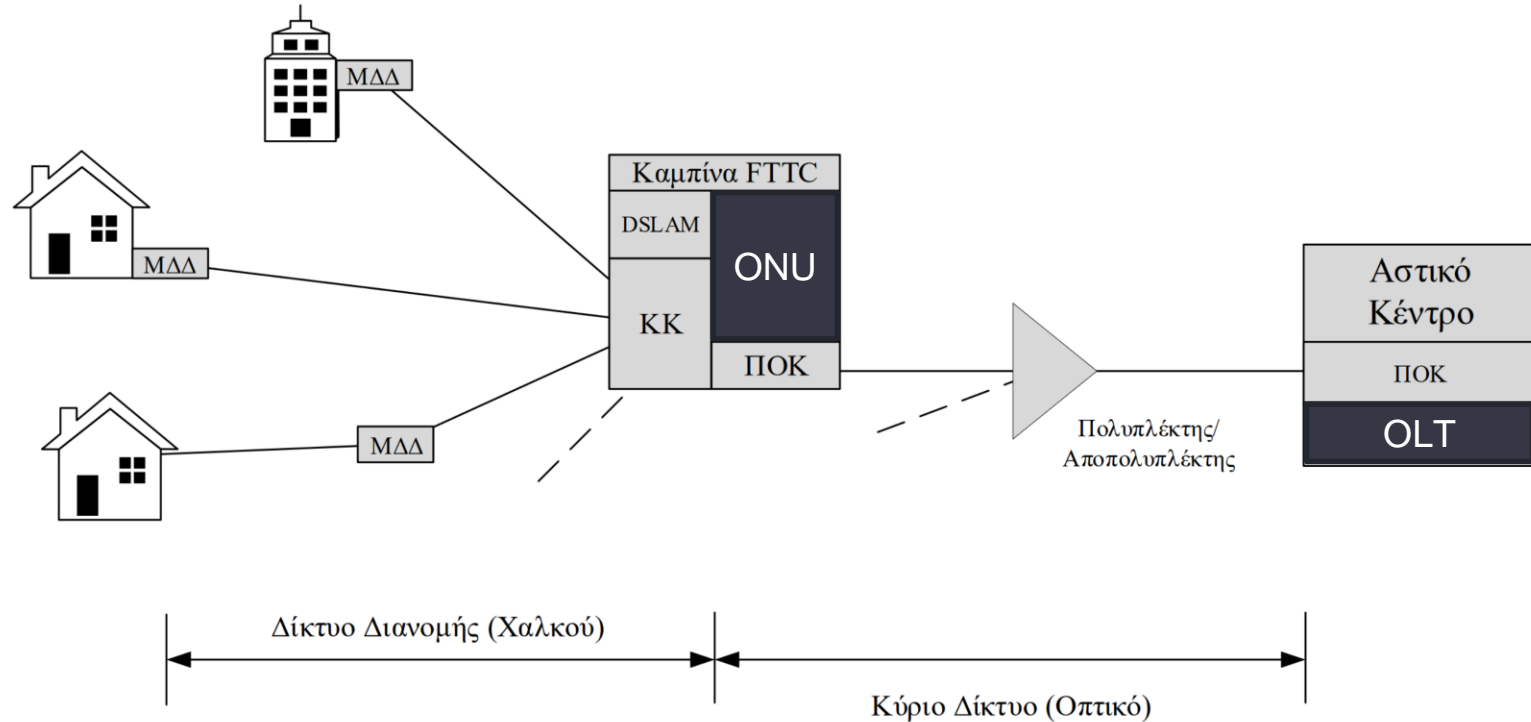
Παθητικά Οπτικά Δίκτυα - Passive Optical Networks (PON)

- Δίκτυα οπτικών ινών που χρησιμοποιούν παθητικές διατάξεις (πχ διακλαδωτές/hubs) για τη μετάδοση οπτικού σήματος.
- Επιτρέπει ταχύτητες πολλών Mbit/s
- Σημαντικά χαμηλό κόστος, αφού χρησιμοποιούνται παθητικές διατάξεις
- Τα PON διεισδύουν σταδιακά στο Δίκτυο Πρόσβασης (Fiber to the X):
 - Fiber to the Cabinet
 - Fiber to the Building
 - Fiber to the Home
- Ορολογία
 - **Optical Line Terminal (OLT)**: Η συσκευή του παρόχου που βρίσκεται στο Αστικό Κέντρο και εκεί συνδέονται οι οπτικές συσκευές
 - **Optical Network Unit (ONU)**: Η οπτική μονάδα που στέλνει δεδομένα συνδρομητών στο OLT
 - **Optical Network Terminal (ONT)**: Η οπτική μονάδα που παίρνει τη θέση του οικιακού Modem/Router στο DSL

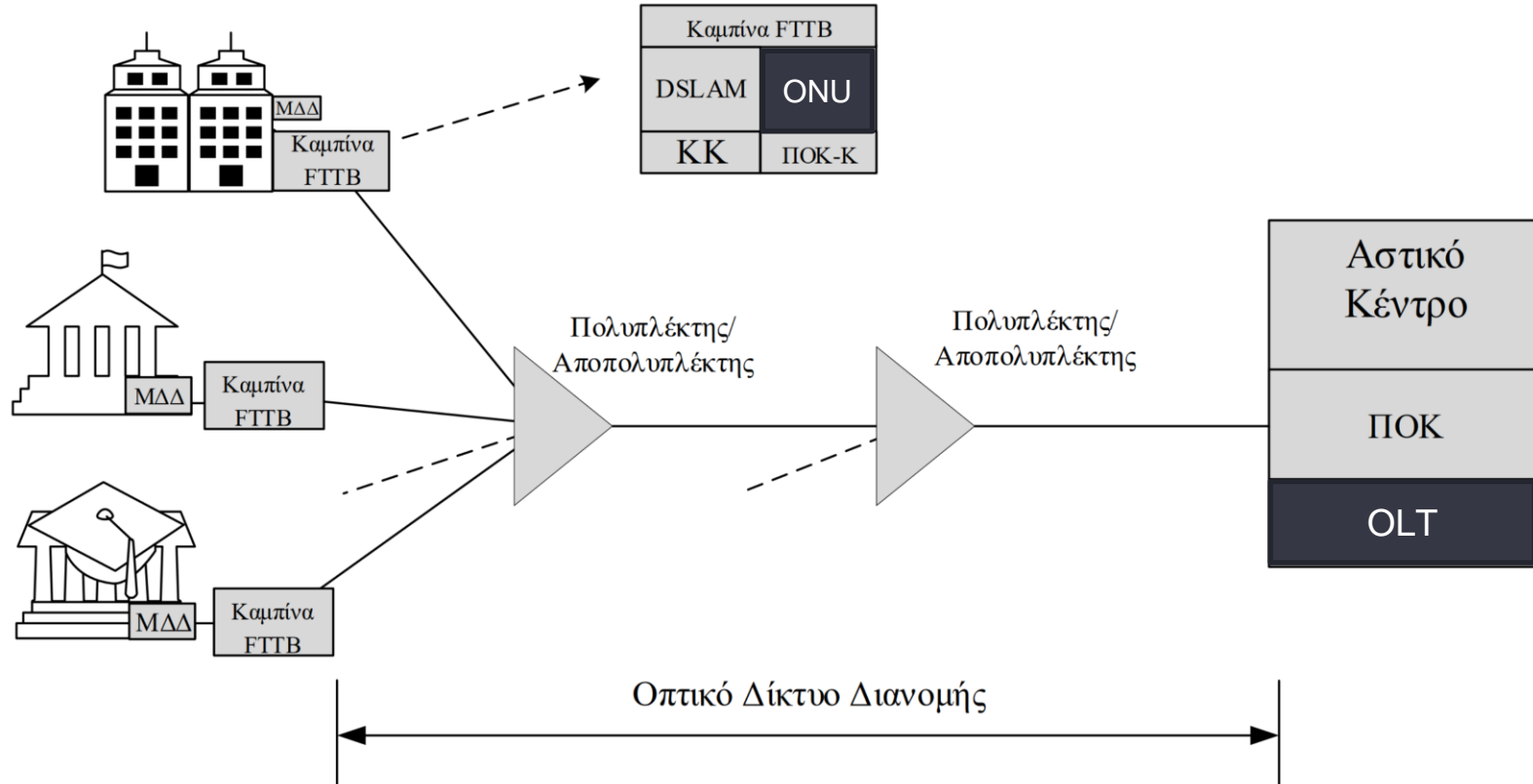
Παθητικά Οπτικά Δίκτυα - Αρχιτεκτονική



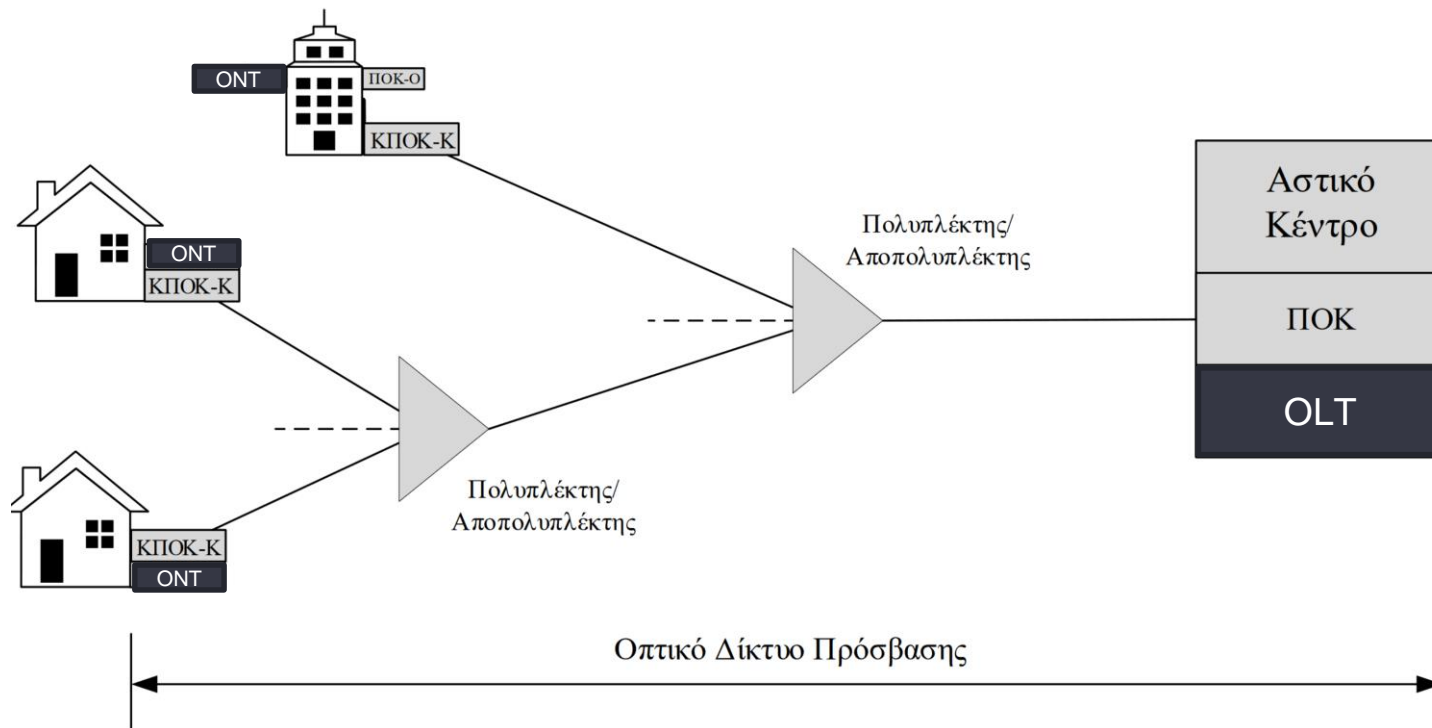
Fibre to the Cabinet



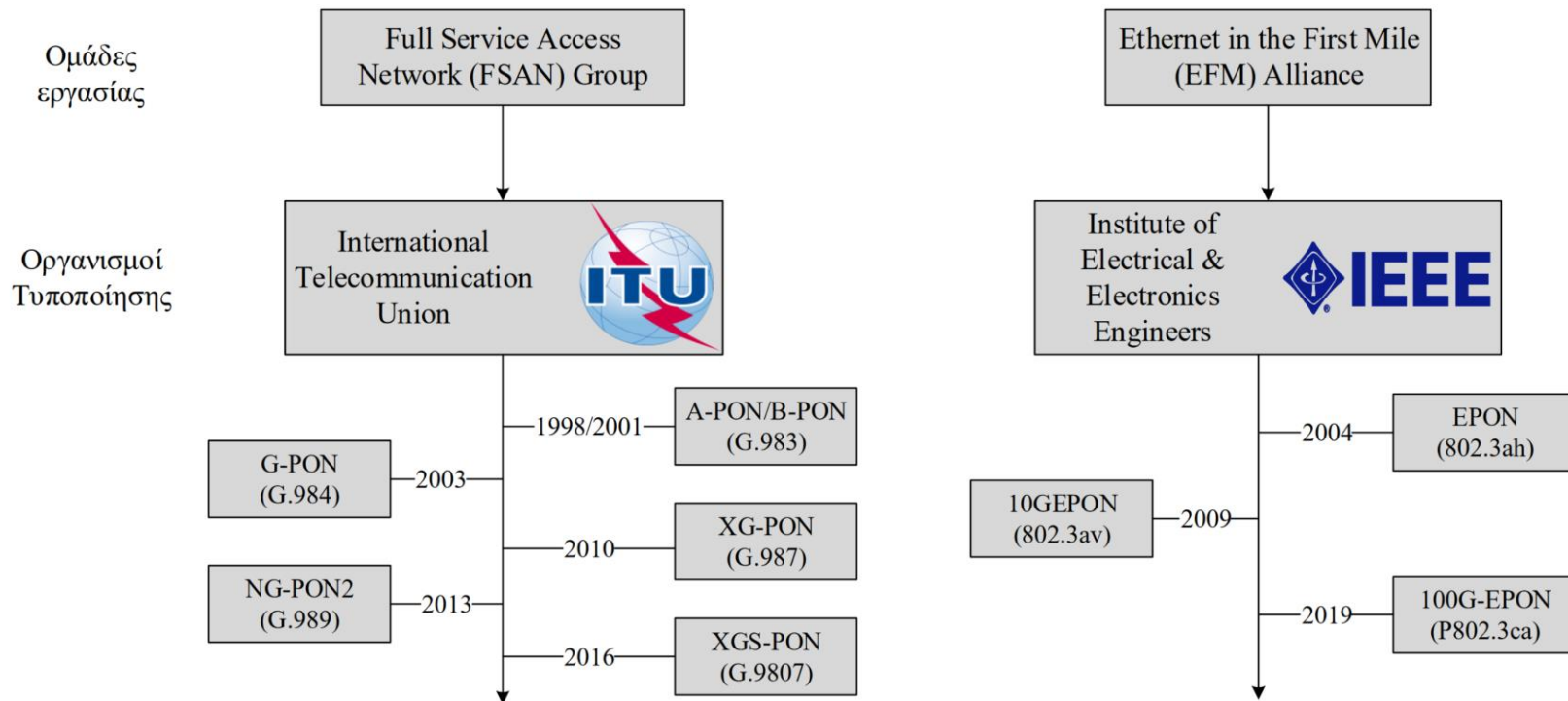
Fibre to the Building



Fibre to the Home



Παθητικά Οπτικά Δίκτυα - Πρότυπα



Παθητικά Οπτικά Δίκτυα - Πρότυπα

	GPON	EPON	10GEPON	XG-PON	NGPON2	XGS-PON
Πρότυπο	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah	IEEE 802.3av	ITU-T G.987	ITU-T G.989	ITU-T G.9807.1
Ενθυλάκωση L2	GEM	Ethernet	Ethernet	GEM	GEM	GEM
Εύρος ζώνης	2.5/1.25 Gbit	1.25 Gbit/s	10/10 Gbit/s	10/2.5 Gbit/s	40/10 Gbit (4 κανάλια XG-PON)	10/10 Gbit
Μέγιστη απόσταση	60 km	20 km	20 km	100 km	100 km	100 km