

Χαρακτηριστικά εργασιών προς αξιολόγηση – βαθμολόγηση

Τίτλος και ταυτότητα συγγραφέα: Ο τίτλος της εργασίας να είναι σε γραμματοσειρά Bookmark Old, μέγεθος 16 Bold, ακολουθούμενος από το ονοματεπώνυμο του συγγραφέα επίσης σε γραμματοσειρά Bookmark Old, μέγεθος 14 Bold, επικεντρωμένα στο μέσον

Περίληψη: 100 έως 200 λέξεις, Γραμματοσειρά Bookmark Old, μέγεθος 12

Λέξεις κλειδιά: 4 έως από 8 ενδεικτικές λέξεις που χαρακτηρίζουν την εργασία, Γραμματοσειρά Bookmark Old, μέγεθος 12

Κυρίως κείμενο: Γραμματοσειρά Bookmark Old, μέγεθος 12, μονό διάστιχο

Κενά: Δεν θα υπάρχουν κενά μεταξύ των παραγράφων, πινάκων, σχημάτων στο κείμενο

Πίνακες-σχήματα: ενταγμένα στη ροή του κειμένου (όχι σχήματα που να ξεπερνούν το μισό μιας σελίδας)

Αριθμός σελίδων: 9 έως 12 (δεν υπολογίζονται οι πίνακες και τα σχήματα)

Βιβλιογραφικές αναφορές και σημειώσεις: παρατίθενται στο τέλος του κειμένου και όχι ως υποσημειώσεις, Γραμματοσειρά Bookmark Old, μέγεθος 11

Βιβλιογραφικές παραπομπές

Οι παραπομπές μέσα στο κείμενο παρατίθενται μέσα σε παρένθεση, πχ για ένα συγγραφέα (**Alladin 2019**), για δύο συγγραφείς (**Alladin 2019, Smith 2017**), για περισσότερους από δύο συγγραφείς (**Alladin et al 2015**). Στο τέλος του κειμένου οι βιβλιογραφικές αναφορές ακολουθούν το παρακάτω πρότυπο:

Alladin, I. (1992). International co-operation in higher education: the globalization of universities. Higher Education in Europe. Vol. 2, No. 1, pp. 4-12.

Προσωπικές πληροφορίες: Στο τέλος της εργασίας θα υπάρχει σύντομο βιογραφικό (έως δέκα σειρές) ακολουθούμενο από στοιχεία επικοινωνίας (e-mail).

Οι εργασίες να αποστέλλονται στον διδάσκοντα, Δρ Κωνσταντίνο Δεμερτζή στη διεύθυνση kdemertzis@teiemt.gr

Οι εργασίες θα πρέπει να υποβληθούν ανυπερθέτως έως 16-1-2020 (ΔΕΝ ΘΑ ΥΠΑΡΞΕΙ ΠΑΡΑΤΑΣΗ).

Τονίζεται ότι οι τελικές εργασίες θα περάσουν **έλεγχο ανίχνευσης πιθανής λογοκλοπής** με ειδικό λογισμικό, το οποίο αντιπαραβάλλει τα κείμενα των εργασιών με κείμενα από το διαδίκτυο, με δημοσιευμένες εργασίες (όπως άρθρα περιοδικών και βιβλίων) και με τις εργασίες που υπάρχουν στα ιδρυματικά αποθετήρια των ΑΕΙ/ΤΕΙ της χώρας.

ΚΑΜΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΝ ΘΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΘΕΙ ΕΑΝ ΔΕΝ ΠΛΗΡΕΙ ΤΙΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

Εναλλακτικές Αρχιτεκτονικές Οπτικών Δικτύων

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ
Παπαδόπουλος Ν. Δημήτριος ΑΕΜ:6444

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ Δεμερτζής Κωνσταντίνος

Περίληψη

Μια από τις πιο σοβαρές τεχνολογικές εξελίξεις της σύγχρονης εποχής αφορούν τις τηλεπικοινωνιακές και δικτυακές υποδομές και τον τρόπο που αυτές επηρεάζουν και στοιχειοθετούν την σύγχρονη κοινωνία. Η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών και ιδιαίτερα η «ευρυζωνική πρόσβαση», αποτελούν σημείο αναφορά κι είναι κεντρικής σημασίας για την Κοινωνία της Πληροφορίας και γενικότερα για την απελευθέρωση της τηλεπικοινωνιακής αγοράς. Στην συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζεται το τεχνολογικό πλαίσιο των τηλεπικοινωνιών και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην αδεσμοποίητη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο μέσω οπτικών ινών. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι εναλλακτικές αρχιτεκτονικές που εφαρμόζονται στην κατασκευή οπτικών δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης Fiber To The x (FTTx) και συνίσταται στην κατάληξη ζευγών οπτικών ινών από το κτίριο του παρόχου μέχρι την κατοικία (FTTH) ή το κτίριο (FTTB) ή τη γειτονιά (FTTN) του συνδρομητή.

Λέξεις-κλειδιά: Οπτικές Ίνες, ευρυζωνική πρόσβαση, FTTx, FTTH, FTTB, FTTN

1. Εισαγωγή

Η ταχύτετη μετάδοση δεδομένων αποτελεί σήμερα μια επιτακτική ανάγκη, τόσο σε μια σύνδεση Internet υψηλής ταχύτητας, όσο και για την υλοποίηση των τηλεφωνικών συνδέσεων Voice over IP. Η καλύτερη πρόταση για την κάλυψη των υψηλών σημερινών αναγκών σε bandwidth, δεν είναι άλλη από τη χρήση ενός δικτύου οπτικών ινών (Βενιέρης 2003).

Οι οπτικές ίνες μεταδίδουν φωτεινά σήματα σε μεγάλες αποστάσεις με μηδενικές σχεδόν απώλειες, ενώ η ταχύτητα μετάδοσης πλησιάζει αυτή με την οποία διαδίδεται το φως.

Η χρήση των οπτικών ινών αυξάνεται συνεχώς τόσο στο δίκτυο κορμού, όσο και στο δίκτυο πρόσβασης ενώ διάφορες στρατηγικές δημιουργίας οπτικών δικτύων, είναι ικανές να υποστηρίξουν τις νέες και απαιτητικές σε εύρος ζώνης εφαρμογές.

1.1 Ορισμός οπτικών ινών

Οι οπτικές ίνες, είναι ειδικά νήματα που έχουν κατασκευαστεί από γυαλί και με διάμετρο περίπου όσο μια ανθρώπινη τρίχα. Το υλικό από το οποίο έχουν κατασκευαστεί επιτρέπει τη μετάδοση φωτός από το εσωτερικό τους, ενώ συνήθως τις συναντάμε συγκεντρωμένες κατά χιλιάδες σε δέσμες, που σχηματίζουν τα λεγόμενα οπτικά καλώδια.

Η δομή ενός καλωδίου οπτικών ινών είναι τέτοια, ώστε να αποτρέπει τις εξωτερικές φθορές, αλλά και την απώλεια σήματος, που θα προέκυπτε κατά τη διαδρομή της φωτεινής ακτινοβολίας στο εξωτερικό του. Αν κόψουμε στη μέση ένα οπτικό καλώδιο, θα συναντήσουμε, από το κέντρο προς το εξωτερικό του, τα εξής τμήματα:

1. Πυρήνας: Η δέσμη των οπτικών ινών, που αναλαμβάνουν τη μετάδοση των φωτεινών σημάτων. Βρίσκεται τοποθετημένη ακριβώς στο κέντρο του καλωδίου.
2. Εσωτερική επένδυση: Είναι το υλικό που αντανakλά εσωτερικά το φως, εκμηδενίζοντας παράλληλα το ποσοστό διαφυγής του στο εξωτερικό του καλωδίου.
3. Εξωτερική επένδυση: Ανθεκτικό υλικό, που αποτελείται από καουτσούκ για μικρά καλώδια οικιακής χρήσης, ή από ατσάλι για μεγαλύτερα, που χρησιμοποιούν οι εταιρείες σε εξωτερικό περιβάλλον. Προστατεύει το καλώδιο από ζημιές που θα προέκυπταν από τους διάφορους εξωτερικούς παράγοντες.

Σήμερα οι οπτικές ίνες αποτελούν το πλέον αξιόπιστο και γρήγορο μέσο μετάδοσης με μοναδικά χαρακτηριστικά, εκ των οποίων κυριότερα είναι το άφθονο εύρος ζώνης, η μικρή απώλεια ισχύος και η ικανότητά τους να μην επηρεάζονται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται ευρέως σε δίκτυα επικοινωνιών. Μεταδίδουν την ψηφιακή πληροφορία σε μορφή παλμών φωτός, οι οποίοι παράγονται είτε από διόδους Led (Light Emitting Diodes) είτε από συστήματα Laser (Laser Systems), σε απόσταση μεγαλύτερη των 50 km. Είναι κατασκευασμένες από πλαστικό ή από γυαλί (πρώτη ύλη το πυρίτιο) και έχουν διάμετρο μικρότερη των 8 μm . Στο κέντρο τους βρίσκεται ο πυρήνας, μέσω του

οποίου μεταδίδεται το οπτικό σήμα. Όσο πιο στενός είναι ο πυρήνας, τόσο πιο γρήγορα μεταφέρεται η ακτίνα φωτός. Ο πυρήνας περιβάλλεται από στρώμα γυάλινης επικάλυψης, η οποία κρατά την ακτίνα εντός του, εμποδίζοντας το σήμα να διασκορπιστεί και να χάσει την ισχύ του. Η επικάλυψη περιβάλλεται από το εξωτερικό προστατευτικό υλικό. Οι οπτικές ίνες μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν σε δέσμες και να σχηματίσουν οπτικά καλώδια, με δεκάδες ή/και εκατοντάδες οπτικές ίνες.

1.2 Λειτουργία τους

Κατά την επινόηση των καλωδίων οπτικών ινών, οι κατασκευαστές τους είχαν έναν σημαντικό στόχο: να μην υπάρχει διαρροή φωτός στο εξωτερικό ενός καλωδίου, κάτι που θα είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια δεδομένων και πολλά ακόμη προβλήματα.

Για το λόγο αυτό έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλη η φωτεινή ενέργεια να παραμένει στο εσωτερικό του καλωδίου και να φτάνει δίχως εξασθένιση στον προορισμό της. Η αρχή λειτουργίας ενός οπτικού καλωδίου είναι η ολική εσωτερική αντανάκλαση (TIR - Total Internal Reflection) και βασίζεται στο γεγονός ότι όταν το φως αντανακλάται εξολοκλήρου σε έναν κλειστό εσωτερικό χώρο, μπορεί να ταξιδεύσει σε μεγάλες αποστάσεις, χωρίς να μειωθεί η έντασή του.

Ουσιαστικά η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο της διάθλασης του φωτός, σύμφωνα με το οποίο, όταν μια ακτίνα φωτός περνά από κάποιο υλικό σε ένα άλλο, τότε διαθλάται στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υλικών. Για γωνίες πρόσπτωσης μεγαλύτερες από μια συγκεκριμένη κρίσιμη τιμή, το φως διαθλάται πίσω στο γυαλί και παγιδεύεται μέσα στην ίνα. Επίσης, είναι δυνατόν μέσα από την ίδια ίνα να διαδίδονται ταυτόχρονα πολλές ακτίνες, αρκεί να στέλνονται με διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης (μεγαλύτερες της κρίσιμης τιμής).

Ως εκ τούτου, σε ένα οπτικό καλώδιο, η δεσμίδα των οπτικών ινών περικλείεται σε ειδικό υλικό που αντανακλά εσωτερικά όλο το φως, εξασφαλίζοντας έτσι δύο πράγματα:

1. Την ολική εσωτερική αντανάκλαση, που θα επιτρέψει στην πληροφορία να φθάσει αναλλοίωτη σε μεγάλες αποστάσεις .
2. Την αποφυγή διαρροής φωτός στο εξωτερικό του καλωδίου.

Για τον λόγο αυτό, το φως διοχετεύεται στο εσωτερικό της οπτικής ίνας υπό συγκεκριμένη γωνία, ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη αντανάκλαση που θα αποτρέψει την διαρροή φωτεινής ενέργειας. Μέχρι να φθάσει στον προορισμό της, η φωτεινή δέσμη συνήθως πραγματοποιεί χιλιάδες ή και εκατομμύρια αντανακλάσεις στο εσωτερικό της οπτικής ίνας.

Πάντως οι απώλειες ισχύος της φωτεινής ενέργειας είναι σε κάθε περίπτωση αναπόφευκτες, ακόμη και κατά την ολική εσωτερική αντανάκλαση του φωτός και παρατηρούνται κυρίως κατά τη μετάδοση των δεδομένων σε αποστάσεις πολλών χιλιομέτρων. Αυτό οφείλεται σε μικρές ατέλειες του μέσου μεταφοράς, που δεν είναι άλλο από το γυαλί. Η καθαρότητα του τελευταίου δεν φθάνει ποτέ το 100%, με αποτέλεσμα η ισχύς του φωτός να εξασθενεί. Ανάλογα με το πάχος του καλωδίου, οι

απώλειες μπορούν να φθάσουν ακόμη και το 20% ανά χιλιόμετρο, ωστόσο με κάποια σύγχρονα καλώδια, έχουν μειωθεί στο 5-10%.

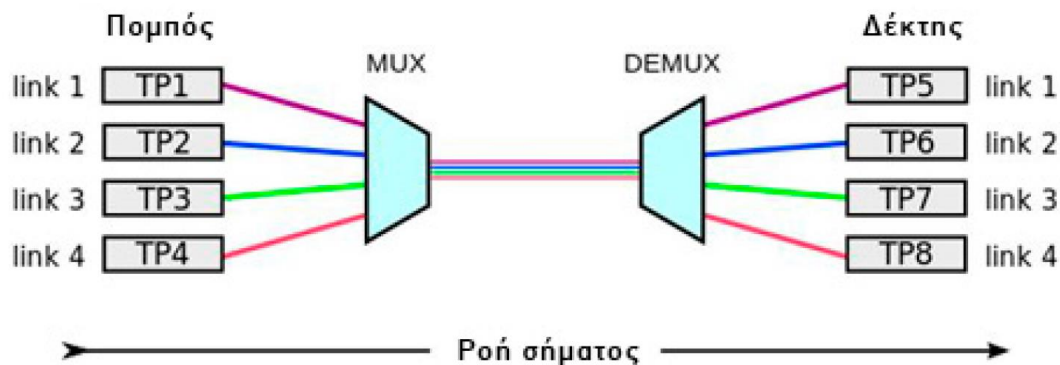
1.3 Μορφές

Οι οπτικές ίνες διακρίνονται σε:

1. Μονότροπες (*Single Modes*), με διάμετρο πυρήνα περίπου 10 μm . Σε αυτές η ακτίνα ταξιδεύει σε ευθεία γραμμή και φτάνει σε μεγάλες αποστάσεις, με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα. Οι μονότροπες οπτικές ίνες απαιτούν συγκέντρωση φωτός μεγάλης έντασης, που μπορεί να δοθεί μόνο από σύστημα Laser.
2. Πολύτροπες (*Multi Modes*), με διάμετρο πυρήνα 50-100 μm . Σε αυτές μπορούν να περάσουν ταυτόχρονα πολλές ακτίνες φωτός (με διαφορετική γωνία πρόσπτωσης ή καθεμία), αυξάνοντας έτσι τον όγκο των δεδομένων που μπορούν να μεταδοθούν.

1.3 Τεχνολογίες δημιουργίας οπτικών δικτύων

Τα δίκτυα στα οποία το μέσο μετάδοσης είναι η οπτική ίνα ονομάζονται οπτικά δίκτυα (*Optical Networks*). Μια τεχνολογία για τη δημιουργία οπτικών δικτύων είναι η πολύπλεξη μήκους κύματος (*Wavelength Division Multiplexing / WDM*). Αυτή βασίζεται στην ιδέα ότι σε κάθε οπτική ίνα το οπτικό σήμα που διαδίδεται έχει συγκεκριμένο μήκος κύματος (*Wavelength*) και ότι από την ίδια ίνα μπορούν να περάσουν περισσότερα του ενός διαφορετικά σήματα, διαφορετικού μήκους ή, αλλιώς, διαφορετικού «χρώματος». Κάθε «χρώμα» αντιπροσωπεύει και μια διαφορετική ροή δεδομένων υψηλής ταχύτητας. Επομένως, είναι δυνατή η ταυτόχρονη μετάδοση πολλών ροών δεδομένων (κανάλια) μέσα από ένα ζεύγος οπτικών ινών (μία ίνα ανά κατεύθυνση). Τυπικά μπορούν να μεταδοθούν 18 κανάλια σε απόσταση 50-70 km.



Εικόνα 1. Αρχή λειτουργίας πολυπλεξίας μήκους κύματος (*WDM*)

Μια παραλλαγή της WDM είναι η πυκνή πολύπλεξη μήκους κύματος (*Dense Wavelength Division Multiplexing / DWDM*), η οποία υποστηρίζει περισσότερα κανάλια και, άρα, προσφέρει μεγαλύτερη χωρητικότητα, αλλά ταυτόχρονα καλύπτει και μεγαλύτερες αποστάσεις (άνω των 1.500 km). Συγκεκριμένα, τα συστήματα DWDM μπορούν να μεταδώσουν μέχρι 160 κανάλια και να επεκτείνουν τον βασικό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων

από 10 Gbps σε περισσότερα από 1,6 Tbps. Η DWDM είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, για μεταφορά δεδομένων μέσα από οπτικές ίνες, ειδικά σε δίκτυα κορμού, και αποτελεί μονόδρομο για την υλοποίηση δικτύων υπερυψηλών ταχυτήτων, όπως είναι το Gigabit Internet (Littman, 2002).

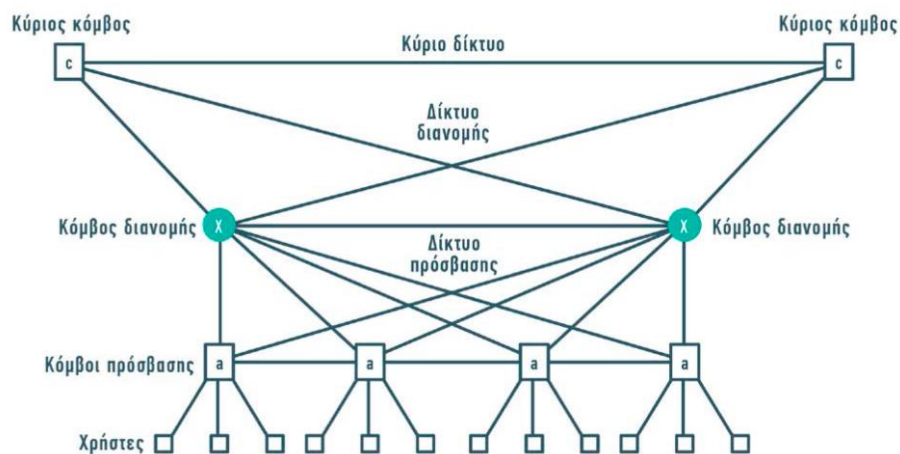
2. Αρχιτεκτονικές Οπτικών Δικτύων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι οπτικές ίνες παρέχουν μεγάλο εύρος ζώνης, το οποίο στις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες υλοποιήσεις, όπως είναι το Gigabit Ethernet, φτάνει μέχρι τα 10 Gbps, ενώ καλύπτουν απόσταση που κυμαίνεται από 70 έως 100 km, ανάλογα με τον τύπο της οπτικής ίνας και το σήμα που μεταφέρεται.

Προς το παρόν οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση ευρυζωνικών δικτύων κορμού και διανομής, καθώς είναι η μόνη τεχνολογία η οποία μπορεί να μεταφέρει τον τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγουν οι σύγχρονες ευρυζωνικές εφαρμογές στα άκρα του δικτύου. Συνήθως η υποδομή οπτικών ινών φτάνει μέχρι τις γειτονιές ή τα κτίρια των συνδρομητών. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται οι υπόλοιπες τεχνολογίες ευρυζωνικής πρόσβασης, συνηθέστερα η xDSL, για να δημιουργηθεί το δίκτυο πρόσβασης που φτάνει μέχρι το χώρο του χρήστη. Ανάμεσα στα πολλαπλά πλεονεκτήματα των οπτικών ινών διακρίνουμε το χαμηλό κόστος, την πολύ μεγάλη χωρητικότητα, η οποία ξεπερνά κατά εκατοντάδες φορές τη χωρητικότητα του χάλκινου καλωδίου, τη μικρή εξασθένηση του σήματος, καθώς και τις μειωμένες απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, τα οπτικά καλώδια διαθέτουν μικρές διαστάσεις και μικρό βάρος, και εξασφαλίζουν υψηλή διαθεσιμότητα δικτύου, λόγω κυρίως της ανθεκτικής κατασκευής τους, η οποία μειώνει στο ελάχιστο το ενδεχόμενο εξωτερικής ζημιάς.

2.1 Τυπική Αρχιτεκτονική Οπτικού Δικτύου

Σε γενικές γραμμές, η αρχιτεκτονική ενός οπτικού δικτύου ακολουθεί την τυπική ιεραρχική μορφή ενός δικτύου δημόσιας χρήσης, δηλαδή αποτελείται από τρεις βασικές λογικές ενότητες: το δίκτυο κορμού, το δίκτυο διανομής και το δίκτυο πρόσβασης (Μπούρας, 2013).



Εικόνα 3. Τυπική αρχιτεκτονική δικτύου οπτικών ινών

Το δίκτυο κορμού αποτελείται από τους κύριους κόμβους, που συνδέονται μεταξύ τους εφόσον βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Το δίκτυο διανομής απαρτίζεται από τους κόμβους διανομής, που συνδέονται μεταξύ τους, ενώ υπάρχει πρόβλεψη για επιπλέον συνδέσεις στο μέλλον. Τέλος, το δίκτυο πρόσβασης αποτελείται από τους κόμβους πρόσβασης και χρησιμοποιείται για να συνδέονται τα διάφορα κτίρια σε αυτούς.

2.2 Εναλλακτικές Αρχιτεκτονικές Οπτικών Δικτύων Πρόσβασης

Οι αρχιτεκτονικές που εφαρμόζονται στην κατασκευή οπτικών δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης αναφέρονται ως Fiber To The x (FTTx) και συνίσταται στην κατάληξη (ζευγών, συνήθως) οπτικών ινών από το κτίριο του πάροχου μέχρι την κατοικία (FTTH) ή το κτίριο (FTTB) ή τη γειτονιά (FTTN) του συνδρομητή. Είναι φανερό ότι στα FTTx δίκτυα ένα τμήμα του τοπικού βρόχου έχει αντικατασταθεί από οπτική ίνα. Η αρχιτεκτονική FTTx διακρίνεται σε:

1. Active Optical Network (AON): Στα σημεία διακλάδωσης των οπτικών ινών χρησιμοποιείται ενεργός εξοπλισμός, δηλαδή ένας δρομολογητής (Router) ή ένας διακόπτης δικτύου (Switch).
2. Passive Optical Network (PON): Στα σημεία διακλάδωσης χρησιμοποιείται παθητικός εξοπλισμός, όπως οπτικοί διαχωριστές.

2.2.1 FTTN

FTTN (Fiber-To-The-Node or Neighborhood): Ο πάροχος τερματίζει την ίνα σε μια υπαίθρια καμπίνα, η οποία μπορεί να βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τις κεντρικές εγκαταστάσεις του (αστικό κέντρο). Από την καμπίνα μέχρι και την οικία του συνδρομητή το δίκτυο παραμένει χάλκινο. Συνήθως η αρχιτεκτονική FTTN είναι το πρώτο βήμα που ακολουθεί ο πάροχος μέχρι να κατασκευάσει ένα πλήρως οπτικό δίκτυο πρόσβασης (FTTH), δηλαδή μέχρι την οικία του συνδρομητή. Το πλεονέκτημα της FTTN είναι ότι υλοποιείται γρήγορα και σχετικά φθηνά, καθώς μόνο ένα τμήμα του τοπικού βρόχου μετατρέπεται από χάλκινο σε οπτικό. Ωστόσο, σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες VDSL και VDSL2, η FTTN είναι κατάλληλη για την παροχή triple play υπηρεσιών στο συνδρομητή.

2.2.2 FTTC

FTTC (Fiber-To-The-Curb or Cabinet): Αποτελεί υποπερίπτωση του FTTN, στην οποία εξασφαλίζεται ότι η καμπίνα είναι πλησιέστερα προς το συνδρομητή, έτσι ώστε το χάλκινο τμήμα του τοπικού βρόχου να μην υπερβαίνει τα 300 m. Αυτή η προϋπόθεση εγγυάται την καλή απόδοση των τεχνολογιών xDSL, ακόμα και σε συμμετρική λειτουργία υψηλής ταχύτητας (100 Mbps).

2.2.3 FTTB

FTTB (Fiber-To-The-Building or Business or Basement): Η ίνα τερματίζει εντός του κτιρίου του συνδρομητή, π.χ. σε έναν κεντρικό καταναλωτή στο ισόγειο της πολυκατοικίας, ενώ οι διανομές στα διαμερίσματα παραμένουν χάλκινες.

2.2.4 FTTH

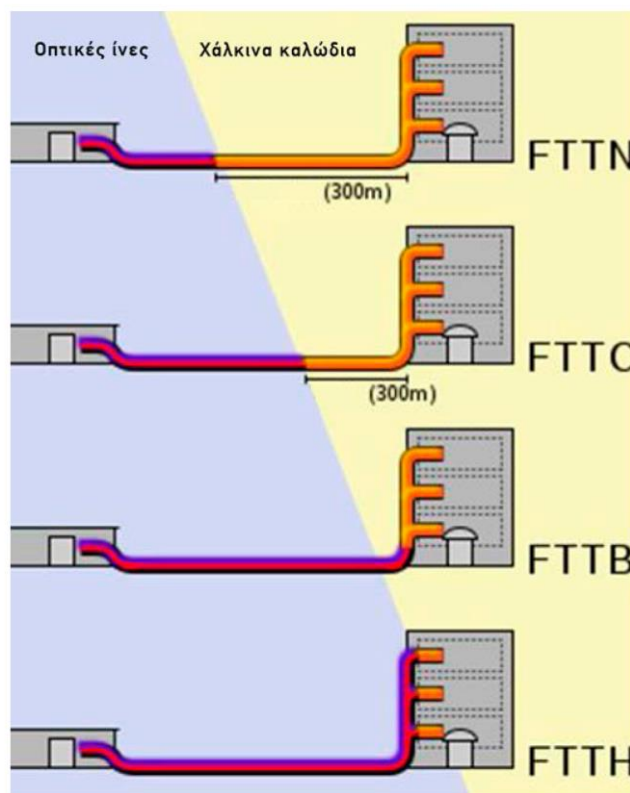
FTTH (Fiber-To-The-Home): Η ίνα τερματίζει στην οικία του συνδρομητή, δηλαδή σε ένα τερματικό σημείο τοποθετημένο σε κουτί στον εξωτερικό τοίχο της οικίας. Το δίκτυο του συνδρομητή παραμένει χάλκινο.

2.2.5 FTTP

FTTP (Fiber-To-The-Premises): Περιλαμβάνει τις περιπτώσεις FTTB και FTTH.

2.2.6 FTTD

FTTD (Fiber-To-The-Desktop): Η οπτική ίνα τερματίζει σε έναν μετατροπέα σήματος από οπτικό σε ηλεκτρικό, ο οποίος βρίσκεται τοποθετημένος πλησίον του υπολογιστή του συνδρομητή.



Εικόνα 3. Εναλλακτικές αρχιτεκτονικές FTTx

2 Κριτική

Η υψηλή διεύθυνση της τεχνολογίας των οπτικών ινών στις σύγχρονες τηλεπικοινωνίες δεν είναι τυχαία, αλλά αντίθετα οφείλεται στον μεγάλο αριθμό πλεονεκτημάτων της, τα οποία συνοψίζονται στα εξής:

1. Χαμηλό κόστος. Η δημιουργία ενός καλωδίου οπτικών ινών είναι πιο συμφέρουσα οικονομικά, σε σχέση με ένα χάλκινο καλώδιο ίδιας απόστασης και δυνατοτήτων. Αυτό ωφελεί αρχικά τους πάροχους υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών, οι οποίοι με μικρότερο κόστος παρέχουν

ποιοτικές υπηρεσίες. Τελικά αυτό μειώνει και τις ανάγκες απόσβεσης εξόδων των παρόχων, επομένως ωφελεί και τον καταναλωτή, που επιβαρύνεται με μικρότερες χρεώσεις για τις υπηρεσίες που χρησιμοποιεί.

2. Υψηλό bandwidth, το οποίο ξεπερνά κατά εκατοντάδες φορές αυτό ενός κοινού καλωδίου. Οι υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων, εξασφαλίζουν ταχύτητες της τάξεως των Gbps, που με τη σειρά τους προσφέρουν αστραπιαία διαμεταγωγή δεδομένων και αξιόπιστες υπηρεσίες τηλεφωνίας μέσω πρωτοκόλλου IP.
3. Μικρή εξασθένιση του σήματος, χάρη στην υψηλή ποιότητα του γυαλιού που χρησιμοποιείται ως μέσο μετάδοσης. Ακόμη και αν υπάρξει εξασθένιση σήματος, αυτό ενισχύεται πολύ εύκολα μέσω των κατάλληλων ενισχυτών.
4. Μικρές απαιτήσεις σε ενέργεια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές απώλειες σήματος, καθώς και στον τρόπο μετάδοση δεδομένων, δηλαδή με τη χρήση φωτεινής δέσμης, που απαιτεί πολύ μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, σε σχέση με το ηλεκτρικό σήμα.
5. Αμιγώς ψηφιακό σήμα, που εξασφαλίζει υψηλότερη ποιότητα επικοινωνίας και αποφυγή προβλημάτων που θα προέκυπταν σε μια αναλογική μετάδοση. Στον κόσμο της ψηφιακής πληροφορίας, τα δεδομένα αναπαρίστανται από τους αριθμούς 0 και 1, οι οποίοι ονομάζονται bits. Το 0 ισοδυναμεί με την κατάσταση «κλειστό» και το 1 με την κατάσταση «ανοικτό». Μια ακολουθία 8 bits σχηματίζουν 1 ψηφιακή λέξη που λέγεται byte ή octet. Οι οπτικές ίνες μεταδίδουν τις φωτεινές αναλαμπές με υψηλή αξιοπιστία, μεταφέροντας τα bytes με πολύ μικρότερες αλλοιώσεις σε σχέση με αυτές ενός κοινού καλωδίου δικτύου, ή μιας ασύρματης σύνδεσης δεδομένων.
6. Υψηλή διαθεσιμότητα, που οφείλεται κυρίως στην ανθεκτική κατασκευή των σύγχρονων οπτικών καλωδίων, που μειώνει στο ελάχιστο το ενδεχόμενο εξωτερικής ζημιάς.
7. Μικρές διαστάσεις και βάρος, καθώς ένα μικρό και ελαφρύ καλώδιο οπτικών ινών, μεταφέρει πολύ περισσότερα δεδομένα από ένα μεγαλύτερο και πιο βαρύ χάλκινο καλώδιο. Έτσι, απαιτείται πολύ λιγότερος χώρος για την υλοποίηση ενός δικτύου οπτικών ινών.

3 Επίλογος

Σήμερα η φωτεινή ενέργεια διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στις τηλεπικοινωνίες και κατ' επέκταση στην καθημερινή μας ζωή. Αν στα προηγούμενα χρόνια το φως μεταδιδόταν μέσω της ατμόσφαιρας, σήμερα αυτό έδωσε τη θέση του στο γυαλί και σε ειδικό ανακλαστικό υλικό που το περιβάλλει. Κάπως έτσι έχουν σχηματιστεί οι οπτικές ίνες, οι οποίες είναι σε θέση να μεταφέρουν πληροφορίες σε αποστάσεις πολλών χιλιομέτρων, αποτελώντας έτσι ένα αναπόσπαστο κομμάτι των σύγχρονων τηλεπικοινωνιών.

Στην συγκεκριμένη εργασία παρουσιάστηκαν λεπτομερώς οι εναλλακτικές αρχιτεκτονικές που εφαρμόζονται στην κατασκευή οπτικών δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης και συνίσταται στην κατάληξη οπτικών ινών από

το κτίριο του παρόχου μέχρι την κατοικία ή το κτίριο ή τη γειτονιά του συνδρομητή. Επίσης παρουσιάστηκαν τα βασικότερα πλεονεκτήματα και οι λόγοι που οι συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές βρίσκονται στο επίκεντρο της σύγχρονης τεχνολογίας.

Μελλοντικές επεκτάσεις της συγκεκριμένης εργασίας εστιάζονται σε προεκτάσεις των εναλλακτικών αρχιτεκτονικών που παρουσιάστηκαν όπως του GPON, το οποίο είναι ένα παθητικό οπτικό δίκτυο που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων με ρυθμό της τάξης των Gbit/sec ή του επερχόμενου XG-PON, το οποίο υποστηρίζει 10 Gbps για downstream και upstream συμμετρικά. Επίσης πολύ ενδιαφέρον κρίνεται η μελλοντική ανάλυση του μαθηματικού μοντέλου δυναμικής ανάθεσης εύρους ζώνης σε εναλλακτικές αρχιτεκτονικές οπτικών δικτύων, με βάση την παρατήρηση των έργων πλαισίων GEM και τη σύγκρισή τους με την αντίστοιχη χαρτογράφηση εύρους ζώνης. Τέλος σημαντική θα ήταν η επέκταση της εργασίας, με την μελέτη σύγκλισης μετάδοσης δεδομένων για τον ακριβή καθορισμό μιας δομής πλαισίου η οποία να υποστηρίζει μεγάλο πλήθος με συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσίας (QoS), για την οικονομική αποδοτικότητα ενός συστήματος οπτικών ινών.

4 Αναφορές

1. Βενιέρης, Ι., *Δίκτυα Ευρείας Ζώνης*, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2003.
2. Littman, M. Kemper, *Building Broadband Networks*, CRC Press, Florida, 2002.
3. Μπούρας, Χ., «Ευρυζωνικές Τεχνολογίες», Ψηφιακό μάθημα, Πανεπιστήμιο Πατρών.