



ATM AND WDM INTEGRATION

***Δίκτυα Υπολογιστών
ΔΠΜΣ ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ***



***ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ
Α.Μ.:Μ6/10***

***ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010***

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ</u>	<u>ΣΕΛΙΔΑ</u>
ABSTRACT	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
1. Εισαγωγή	4
2.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ATM	5
2.1 Οι βασικές αρχές της διαχείρισης	6
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ATM	7
2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ATM	8
2.4 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ATM ΣΗΜΕΡΑ	8
3. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WDM	9
3.1 ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ	9
3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΤΙΣ	
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	10
3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ WDM	11
3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ WDM	12
4.ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ATM ΚΑΙ WDM	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
4.1 RUNNING ATM OVER WDM	15
4.2 TESTING OVER ATM	16
4.3 ΜΙΑ ΑΛΛΗ ΟΠΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ	18
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ	19
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ(χρήσιμα διαγράμματα)	21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ	23

ABSTRACT

This present study deals with issues of integration technologies of Asynchronous Transfer Mode data (ATM) and multiplexing field wavelength(WDM).

The asynchronous transfer mode (Asynchronous Transfer Mode, ATM) is a modern application of the method of transfer. It combines the efficiency of transferring packets with the reliability of a transfer in a circuit. In order to transmit data, it is using fixed size packets of 53 bytes, the so-called cells (κυψέλες). The technology of wavelength multiplexing WDM (Wavelength Division Multiplexing) relies on the fact that in every optical fiber, the optical signal that is transferred has a specific frequency, while it is possible by the same optical fiber to pass multiple different signals of different frequency (wavelength) , some of each one individually is capable of representing specific data flow. According to these data, achievement of parallel signal transmission in optical fibers is fulfilled. The wavelength multiplexing technique is essentially is the technique of transmitting information through optical fibers which allows the simultaneous transmission of characters. The optical level, that belongs the WDM, owns the characteristic of acting as a level of integration for many different networks (such as ATM, IP and SONNET), while maintaining a level of integration and multitude combinations of protocols. The variables compared with the control test (δοκιμές) and the monitoring of ATM systems / WDM that have to be taken into account (essentially are parameters)is the ratio of signal to noise, power of the channel, the main wavelength in conjunction with size of the channel, the optical power, the diffusion of colors and the dispersion of polarization. The new ATM, multi-service switching technology must have the standards of the transmission equipment, such as SDH ADMs and DXCSs. Furthermore it is necessary to provide functionality, protection and direct interconnection of the optical fibers in the WDM equipment, in order to be already available in ATM switches The utilization of ATM technology, although it has been decreased significantly compared to earlier times, through integration with WDM gives useful information for data transfer through optical fiber and is a handbook for subsequent technologies.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται θέματα ενοποίησης των τεχνολογιών του ασύγχρονου τρόπου μετάδοσης δεδομένων (ATM) και της πολυπλεξίας στο πεδίο μήκους κύματος (WDM). Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (Asynchronous Transfer Mode, ATM) είναι σύγχρονη εφαρμογή της τεχνικής της μεταγωγής. Συνδυάζει την αποδοτικότητα της μεταγωγής πακέτων με την αξιοπιστία της μεταγωγής σε κύκλωμα. Για τη μετάδοση των δεδομένων, χρησιμοποιεί σταθερού μεγέθους πακέτα των 53 bytes, τις επονομαζόμενες κυψέλες (cells). Η τεχνολογία πολυπλεξίας μήκους κύματος WDM (Wavelength Division Multiplexing) εναπόκειται στο γεγονός ότι σε κάθε οπτική ίνα το οπτικό σήμα που διαδίδεται έχει μια συγκεκριμένη συχνότητα, ενώ παράλληλα είναι δυνατόν από την ίδια οπτική ίνα να περάσουν πολλαπλά διαφορετικά σήματα διαφορετικής συχνότητας (λ), εκ των οποίων κάθε ένα ξεχωριστά έχει τη δυνατότητα να αντιπροσωπεύει συγκεκριμένη ροή δεδομένων. Με βάση αυτά τα στοιχεία επέρχεται η επίτευξη παράλληλης μετάδοσης σήματος και στις οπτικές ίνες. Η πολυπλεξία μήκους κύματος είναι ουσιαστικά η τεχνική μετάδοσης πληροφορίας διαμέσω οπτικών ινών η οποία επιτρέπει την παράλληλη μετάδοση χαρακτήρων. Το οπτικό επίπεδο, στο οποίο ανήκει το WDM, έχει το

χαρακτηριστικό να λειτουργεί ως επίπεδο ενοποίησης για πολλά διαφορετικά δίκτυα (όπως ATM, IP και SONET), ενώ παράλληλα είναι επίπεδο ενοποίησης και για πληθώρα συνδυασμών πρωτοκόλλων. Οι μεταβλητές σε σχέση με τον έλεγχο δοκιμών(tests) αλλά και παρακολούθησης των συστημάτων ATM/WDM που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη(ουσιαστικά είναι παράμετροι) είναι ο λόγος σήματος με θόρυβο, η ισχύς του καναλιού, το κύριο μήκος κύματος σε συνδυασμό με το μέγεθος του καναλιού, η οπτική ισχύς, η διάχυση των χρωμάτων καθώς και η διασπορά της πόλωσης. Η νέα ATM ,πολλαπλών υπηρεσιών μεταγωγής, τεχνολογία οφείλει να έχει τη τα standards του εξοπλισμού μετάδοσης, όπως SDH ADMs και DXCSs. Επιπλέον κρίνεται αναγκαίο για να προβλεφθεί η λειτουργικότητα, η προστασία και η άμεση διασύνδεση των ινών στο WDM εξοπλισμό, να είναι διαθέσιμα ήδη σε συστήματα μεταγωγής ATM Η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας ATM , παρόλο που έχει ελαττωθεί σημαντικά σε σχέση με τους προηγούμενους χρόνους, διαμέσω της ενοποίησης με τα WDM προσδίδει καίρια πληροφόρηση για τη μεταφορά δεδομένων διαμέσω των οπτικών ινών και αποτελεί εγχειρίδιο για τις μετέπειτα τεχνολογίες.

1. Εισαγωγή

Η υψηλή τεχνολογία, η πληροφορική, η ανάγκη για ταχύτητα , ποιότητα και ασφάλεια έχει χαρακτηρίσει την περίοδο μετά από το 2000 ως δεκαετία επίτευξης και ανάπτυξης δικτύων ταχύτερων περισσότερο αξιόπιστων και κυρίως ποιοτικότερων .Οι απαιτήσεις της κοινωνίας της Πληροφορικής για μεγαλύτερο εύρος ζώνης για μικρότερη εξασθένιση σήματος και προστασία από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές σε συνδυασμό με μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ επαναληπτών , οδήγησαν στη ραγδαία ανάπτυξη νέας δικτυακής τεχνολογίας με καινοτομίες.

Σημαντικό ρολό σε όλα τα παραπάνω , στον τομέα των δικτύων, έπαιξε (σήμερα σε μικρότερο βαθμό) η τεχνολογία ATM (Asynchronous Transfer Mode ή Ασύγχρονος Τρόπος Μετάδοσης Δεδομένων) και η τεχνολογία WDM (Wavelength Division Multiplexing ή Πολυπλεξία στο Πεδίο του Μήκους Κύματος). Η προσπάθεια ενοποίησης(integration) της ATM επάνω στη WDM δημιούργησε προοπτικές για γρηγορότερα και ασφαλέστερα δίκτυα.

Η συγκεκριμένη εργασία αναλύει την ενοποίηση ATM και WDM. Γίνεται αρχική αναφορά στον Ασύγχρονο Τρόπο Μετάδοσης Δεδομένων, και μετέπειτα στην Πολυπλεξία στο Πεδίο του Μήκους Κύματος .Με την ανάλυση των δυο

τεχνολογιών προχωρούμε στην ενοποίηση τους και παράλληλα αντλούμε συμπεράσματα και στοιχεία από τη διαδικασία αυτή. Η ενοποίηση ATM και WDM αποτελεί πρακτικό εγχειρίδιο για επόμενες τεχνολογίες και ενοποιήσεις οι οποίες εξελιχτήκαν περαιτέρω. Ανάλογο παράδειγμα είναι και το IP OVER WDM.

Τέλος η οπτική τεχνολογία μέσω αυτών των ενοποιήσεων αυξάνει την χωρητικότητα των δικτύων, επιτρέποντας στους παροχείς μετάδοσης τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων διαμέσω συγκεκριμένων ινών, οριοθετώντας χαμηλότερες τιμές και οικονομικότερο εύρος ζώνης. Επομένως, οι τεχνολογίες που ενοποιούνται, όπως η ATM πάνω σε WDM, δίδουν τη δυνατότητα στα δίκτυα και την τεχνολογία οπτικών ινών να αυξήσουν την ποιότητα ζωής και να δώσουν πρόσβαση στον κάθε ένα σε υψηλές ευρυζωνικές υπηρεσίες λόγω της τεράστιας αύξησης στη χωρητικότητα των οπτικών ινών.

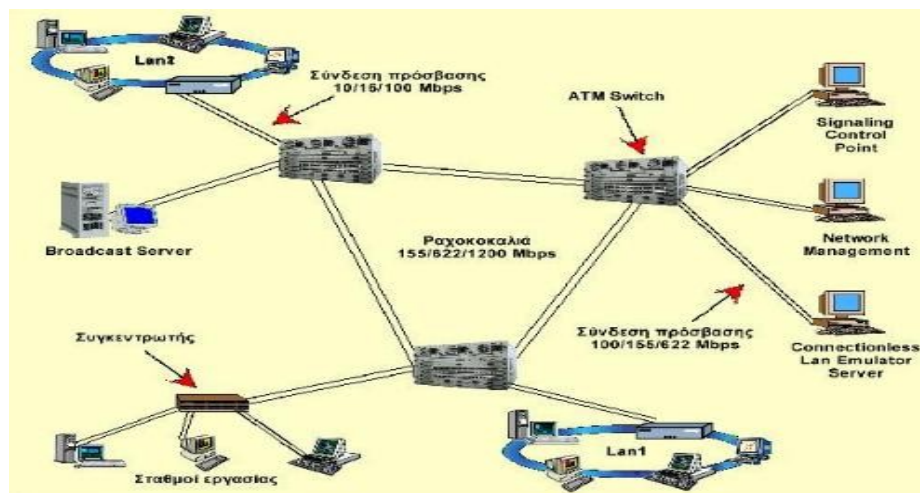
2.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ATM

Ο ασύγχρονος τρόπος μετάδοσης (*Asynchronous Transfer Mode - ATM*) είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία μεταγωγής κυψελίδας και πολυπλεξίας με μεγάλες δυνατότητες που επιτρέπει μεταφορά δεδομένων συγκεκριμένου μεγέθους. Η ATM δίνει δυνατότητα διασύνδεσης LAN υψηλών ταχυτήτων, μεταφορά φωνής και βίντεο, αλλά και υποστήριξη των μελλοντικών απαιτητικών εφαρμογών πολυμέσων, τόσο στο επιχειρησιακό περιβάλλον βραχυπρόθεσμα, όσο και στο περιβάλλον των απλών συνδρομητών. **(ΠΗΓΗ: .Επιχειρησιακή Διαδικτύωση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Γιώργος Διακονικολάου, 2007)**

Στα δίκτυα ATM, η πληροφορία τοποθετείται σε κυψελίδες καθορισμένου μεγέθους των 48 bytes (8 bits per byte) με 5 bytes για την επικεφαλίδα της κυψελίδας. Αντίθετα με τη μεταγωγή πακέτου, η ATM είναι σχεδιασμένη για δικτυακή υποστήριξη εφαρμογών υψηλών απαιτήσεων. Η τεχνολογία ATM, εφαρμόζεται επίσης σε ευρύ φάσμα δικτυακών συσκευών (networking devices), από συνδέσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών και σταθμών εργασίας, μέχρι και μεταγωγείς κορμού ATM. Η ATM επιπλέον δίδει δυνατότητα για νοητά κυκλώματα (virtual circuits), τα οποία είναι συνδέσεις όπου τα τελικά σημεία και η διαδρομή καθορίζονται χωρίς δέσμευση εύρους ζώνης, αλλά με κατανομή του όταν το ίδιο είναι απαιτητό σε

συγκεκριμένες στιγμές. Παράλληλα η τεχνολογία ATM καθορίζει διάφορες κλάσεις υπηρεσιών (classes of service) ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες μιας μεγάλης ποικιλίας εφαρμογών.

Η ATM παράλληλα αποτελεί τεχνολογία καθορισμένη από διεθνή πρότυπα τα οποία έχουν πιστοποιηθεί και από την International Telecommunications Union - Telecommunications (ITU-T) (την πρώην CCITT). Τέλος, το ATM forum αποτελεί τον οργανισμό που διαχειρίζεται ποικιλοτρόπως όλο το ευρύ φάσμα της ATM. (ΠΗΓΕΣ:<http://www.broadband-forum.org/>),(Regis J. Bates, Donald W. Gregory – 2007)



ΠΗΓΗ:www.auth.gr,

τμήμα Πληροφορικής ΑΠΘ

2.1 Οι βασικές αρχές της διαχείρισης

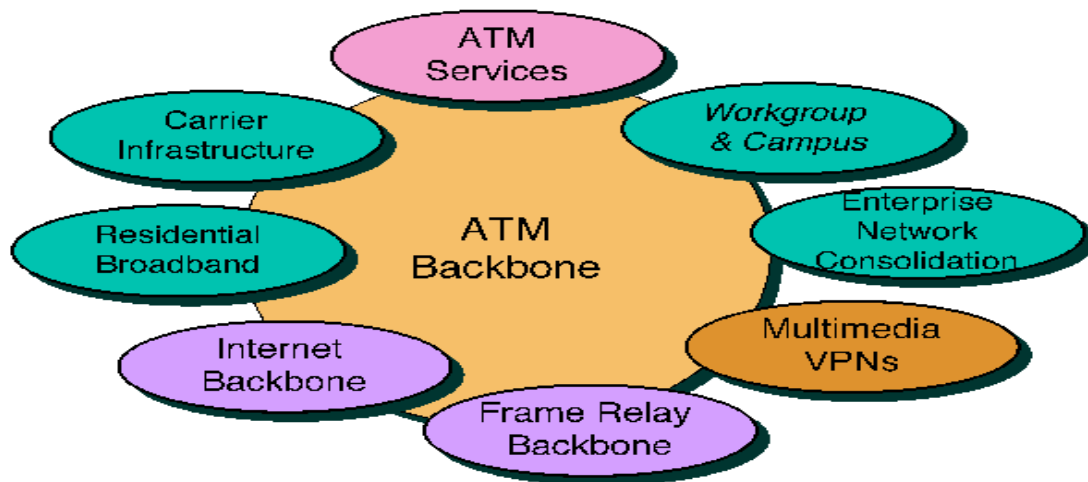
Οι βασικές αρχές της διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας, το οποίο παρουσίασε το ATM forum είναι:

1. Η ATM θεωρείται ως ειδικό πακέτο προσανατολισμένο στον τρόπο μεταφοράς που βασίζεται σε σταθερές κυψέλες μήκους. Κάθε κυψέλη αποτελείται από ένα τμήμα της ενημέρωσης και μια κεφαλίδα, που χρησιμοποιείται κυρίως για τον προσδιορισμό του εικονικού καναλιού και εκτελεί την κατάλληλη δρομολόγηση. Η ακεραιότητα ακολουθίας διατηρείται ανά εικονικό κανάλι.

2. ATM είναι connection-oriented. Οι τιμές της κεφαλίδας αποδίδονται σε κάθε τμήμα της σύνδεσης για την πλήρη διάρκεια της σύνδεσης

3. Όλες οι υπηρεσίες (φωνή, εικόνα, δεδομένα,) μπορούν να μεταφερθούν μέσω των ATM, συμπεριλαμβανομένων και των connectionless υπηρεσιών. Για να φιλοξενήσει διάφορες υπηρεσίες μια λειτουργία προσαρμόζεται ώστε οι παροχές να χωρέσουν τις πληροφορίες όλων των υπηρεσιών σε ATM κυσέλες και να παρέχει την υπηρεσία με ειδικά χαρακτηριστικά (π.χ. ρολόι ανάκτησης, την κυψελική διαδικασία εξόρυξης απώλεια).

(ΠΗΓΗ: ATM forum-δικτυακός τύπος)



2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ATM

Η τεχνολογία ATM αποτελεί ένα είδος ευέλικτης λύσης στην αυξανόμενη ανάγκη για ποιότητα υπηρεσιών σε δίκτυα, στα οποία υποστηρίζονται πολλαπλοί τύποι πληροφοριών (όπως δεδομένα, φωνή, και σε πραγματικό χρόνο βίντεο και ήχος). Με την ATM, κάθε ένας από αυτούς τους τύπους πληροφοριών μπορεί να περάσει μέσα από μια μόνο σύνδεση δικτύου.

Η ATM μπορεί να προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:

* υψηλής ταχύτητας επικοινωνία

* Σύνδεση με προσανατολισμό υπηρεσιών, παρόμοια με παραδοσιακή τηλεφωνία

* Υψηλή ταχύτητα (βάσει όμως κ του υλικού μεταγωγής)

* Ένα ενιαίο, καθολικό, διαλειτουργικό δίκτυο μεταφορών

* Μια μόνο σύνδεση δικτύου που μπορεί να αναμειγνύεται με αξιοπιστία φωνής, βίντεο και δεδομένων

* Η ευέλικτη και αποτελεσματική κατανομή του εύρους ζώνης του δικτύου.(ΠΗΓΗ: **ATM networks ,Concepts and Protocols, Sumit Kasera,2006**)

2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ATM

*Πρότυπα που έχουν αντικατασταθεί από δομές Qos (ΠΗΓΗ:Triple play,building the converged network,Hens & Caballero,σελ 177)

*Όχι ευρέως διαθέσιμη

*Όχι οικονομική

2.4 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ATM ΣΗΜΕΡΑ

Η Τεχνολογία ATM αποτέλεσε προκάτοχο αλλά και το δρόμο για νέες μορφές δικτύων. Η αποκατάσταση αρχιτεκτονικών για ασύγχρονου τρόπου μεταφοράς δεδομένων (ATM) εναπόκειται στην ικανότητα επιβίωσης των δικτύων που έχουν ενεργά μελετηθεί σε αυτή τη δεκαετία . Η αξιοπιστία τους είναι κρίσιμη για τα πρόσφατα και μελλοντικά δίκτυα που θα προωθήσουν την εποχή της πληροφορίας. Επιπλέον, τα ATM είναι ένας από τους μεγαλύτερους παράγοντες για το σχεδιασμό και τη διαχείριση των δικτύων. Από τις αρχές της εποχής του δικτύου τηλεπικοινωνιών, πολλά συστήματα αποκατάστασης έχουν αναπτυχθεί όπως η plesiochronous ψηφιακή ιεραρχία (PDH), η Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία (SDH), το σύγχρονο οπτικό δίκτυο (SONET), μισθωμένων γραμμών και ούτω καθεξής, και ερευνήθηκαν σε πολλές εφημερίδες και βιβλία . Οι νέες τεχνολογίες δικτύωσης πρέπει να επικεντρωθούν σε νέες τεχνικές αποκατάστασης επάνω στα δίκτυα ATM. Αυτό περιλαμβάνει τα πενήνρα αποτελέσματα που δημοσιεύθηκαν σχετικά με την επίδραση της αποτυχίας και την κατάσταση της ανάλυσης αστοχίας. Στη συνέχεια, τα προγράμματα αποκατάστασης κατηγοριοποιούνται και σύντομη εισαγωγή. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν κεντρικό έλεγχο, αυτόματο διακόπτη προστασίας (ΑΔΠ), αυτο-ίασης δακτύλιο (SHR), αυτο-ίασης δίκτυο (SHN) και το αποτυχίας ανθεκτικά εικονικό μονοπάτι (FRVP). Προκειμένου να επιτευχθεί επαρκής πιθανότητα αποκατάστασης με ελάχιστο κόστος σε ένα σύστημα πρέπει να υπάρχει σχεδιασμός του δικτύου συνεπώς, έχουν ενταχθεί τα θέματα του σχεδιασμού του δικτύου. Εν κατακλείδι, τα δίκτυα ATM (και στην εξέλιξη τους μέσω οπτικών

ινών,WDM), μέσω της αποκατάστασης των αδυνάτων σημείων τους δημιουργούν νέους τύπους τεχνολογιών δικτύων. **(ΠΗΓΗ: Άρθρο Kawamura, R.; NTT Opt. Network Syst. Labs., Japan 2009, IEEE.)**

3. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WDM

Στον τομέα των οπτικών ινών των επικοινωνιών, μήκος κύματος πολυπλεξίας (WDM) ονομάζεται η τεχνολογία που πολυπλέκει μια σειρά οπτικών σημάτων του μεταφορέα σε μια ενιαία οπτική ίνα χρησιμοποιώντας διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός σε λέιζερ. Η τεχνική αυτή επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία πάνω από το ένα σκέλος των ινών, καθώς και τον πολλαπλασιασμό της χωρητικότητας.

Ο όρος πολυπλεξία μήκους κύματος-τμήματος εφαρμόζεται συνήθως σε ένα οπτικό φορέα (που συνήθως περιγράφεται από μήκος κύματος του), ενώ η συχνότητα της πολυπλεξίας εφαρμόζεται συνήθως σε έναν φορέα (που είναι πιο συχνά περιγράφεται από τη συχνότητα). Το μήκος κύματος και η συχνότητα είναι δεμένα μαζί(πλεγμένα εξού κ πολυπλεξία), μέσω σε μια άμεσα αντίστροφη σχέση, οπότε οι δύο όροι περιγράφουν πράγματι η ίδια έννοια.

Πριν αναλύσουμε όμως την τεχνολογία WDM είναι σημαντική η προκαταρκτική ανάλυση των οπτικών ινών.

3.1 ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

Μια οπτική ίνα είναι μια λεπτή, ευέλικτη, διαφανής ίνα που λειτουργεί ως κυματαγωγός, ώστε να μεταδοθεί το φως μεταξύ των δύο άκρων της ίνας. Το πεδίο της εφαρμοσμένης επιστήμης και της μηχανικής που ασχολούνται με το σχεδιασμό και την εφαρμογή των οπτικών ινών που είναι γνωστό ως Fiber Optics . Οι οπτικές ίνες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι οι οπτικές ίνες των επικοινωνιών, οι οποίες επιτρέπουν την μετάδοση σε μεγαλύτερες αποστάσεις και σε υψηλότερο εύρος ζώνης (ταχύτητες δεδομένων) από ό, τι άλλες μορφές επικοινωνίας ινών που χρησιμοποιούνται αντί των μεταλλικών συρμάτων, επειδή τα σήματα ταξιδεύουν μαζί τους με λιγότερη απώλεια και είναι επίσης δεν επιδέχονται ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Οι ίνες χρησιμοποιούνται επίσης για φωτισμό, και είναι τυλιγμένες σε δέσμες, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά εικόνων, επιτρέποντας έτσι την προβολή σε στενούς χώρους. Ενώ ειδικά σχεδιασμένα ίνες που

χρησιμοποιούνται για ποικίλες άλλες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων λέιζερ και των ινών λέιζερ.

Η Οπτική Ίνα αποτελείται συνήθως από ένα διαφανές πυρήνα που περιβάλλεται από ένα διαφανές υλικό επικάλυψης με χαμηλότερο δείκτη διάθλασης. Το φως διατηρείται στον πυρήνα από τη συνολική εσωτερική αντανάκλαση. Αυτό δίδει τη δυνατότητα στην ίνα να ενεργήσει ως κυματοδηγός. Οι ίνες οι οποίες υποστηρίζουν πολλές διαδρομές διάδοσης ή εγκάρσιους τρόπους μετάδοσης ονομάζονται multi-mode ίνες (MMF), ενώ εκείνες που μπορούν να υποστηρίξουν ένα μόνο τρόπο ονομάζονται μονότροπες ίνες (SMF). Οι Multi-mode ίνες έχουν γενικά μεγαλύτερη διάμετρο πυρήνα, και χρησιμοποιούνται για μικρές αποστάσεις ως μέσα επικοινωνίας και για εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή ισχύς όταν πρέπει να διαβιβάζονται. Οι Single-mode ίνες που χρησιμοποιούνται για τις περισσότερες συνδέσεις επικοινωνίας για απόσταση μεγαλύτερη από 1.050 μέτρα (3.440 πόδια).

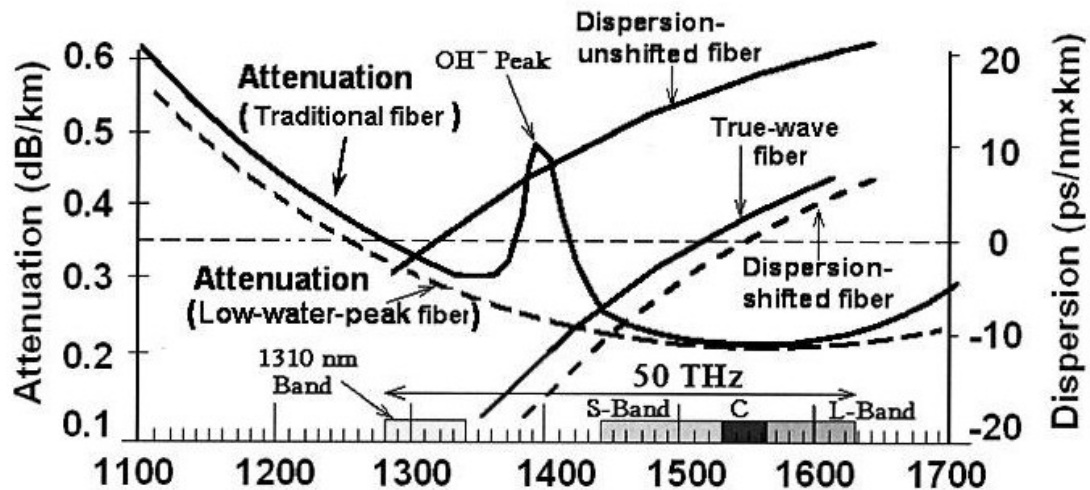
Η ένωση των μηκών των οπτικών ινών είναι πιο πολύπλοκη από την ένωση ενός ηλεκτρικού καλωδίου. Τα άκρα των ινών πρέπει να είναι προσεκτικά σχισμένα, και στη συνέχεια, συγκολλημένα μαζί με μηχανικό τρόπο ή με σύντηξη μαζί με θερμότητα.

(ΠΗΓΗ: FUNDAMENTAL OF OPTICAL FIBERS, JOHN.A.BUCK, 2004, περίληψη)

3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Η χρήση των Οπτικών ινών είναι ευρεία και στο κομμάτι των δικτύων αλλά και των επικοινωνιών με πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά και με επιπλέον τα οποία συνοψίζονται παρακατω: 1.ασφαλεια σήματος 2.χαμηλο κόστος για μεγάλες αποστάσεις 3.χαμηλη εξασθένηση σε μεγάλες αποστάσεις 4.μεγαλο εύρος 5.ανοσια σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές 6.μικρο βάρος και διάμετρος των καλωδίων 7.ηλεκτρικη μόνωση.(ΠΗΓΗ: Textbook on optical fiber communication and its applications , S. C. Gupta, 2004, σελ 3-7) Η οπτική ίνα διαθέτει πολλά χαρακτηριστικά που την κάνουν ένα εξαιρετικό φυσικό μέσο

για υψηλής ταχύτητας δικτύωση. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την εξασθένιση (και τη διασπορά) ως χαρακτηριστικά των οπτικών ινών.



ΠΗΓΗ: Optical WDM Networks, 2006, Mukherjee, Biswanath, κεφ 2.

3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ WDM

Ένα WDM σύστημα χρησιμοποιεί ένα πολυπλέκτη στον πομπό για να ενταχθούν τα σήματα μαζί, και έναν αποπολυπλέκτη στο δέκτη για να τα χωρίζει. Με το σωστό είδος οπτικών ινών είναι δυνατόν να έχουμε μια συσκευή που κάνει και τα δύο ταυτόχρονα, και μπορεί να λειτουργήσει ως ένας οπτικός πολυπλέκτη. Οι οπτικές συσκευές φιλτραρίσματος που χρησιμοποιούνται είναι κατά τα etalons, με σταθερή κατάσταση μιας συχνότητας μέσω των συμβολόμετρων Fabry-Perot με τη μορφή λεπτής μεμβράνης με λεπτό οπτικό γυαλί.

Η έννοια δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 1970 και το 1978 όταν τα WDM συστήματα υλοποιήθηκαν στο εργαστήριο. Το πρώτο WDM σύστημα συνδύαζε μόνο δύο σήματα. Τα σύγχρονα συστήματα μπορούν να διαχειριστούν έως και 160 μηνύματα και μπορεί να διευρυνθεί επομένως βάση 10 Gbit / s το σύστημα πάνω από ένα ζεύγος ινών για πάνω από 1,6 Tbit / s.

Τα WDM συστήματα είναι δημοφιλή στις εταιρείες τηλεπικοινωνιών, διότι τους

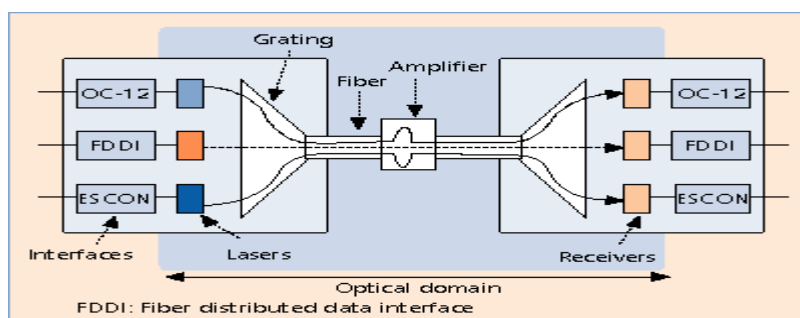
επιτρέπουν να επεκτείνουν τη χωρητικότητα του δικτύου. Η χωρητικότητα ενός συγκεκριμένου συνδέσμου μπορεί να επεκταθεί με την απλή αναβάθμιση των πολυπλεκτών και αποπολυπλεκτών σε κάθε άκρο.

Τα περισσότερα WDM συστήματα λειτουργούν με καλώδια, τα οποία έχουν έναν πυρήνα διάμετρο 9 μm. Ορισμένες μορφές WDM μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν σε πολλαπλά καλώδια οπτικών ινών που έχουν πυρήνα διαμέτρου 50 ή 62,5 μm.

Τα WDM συστήματα χωρίζονται σε διάφορα μήκη κύματος, συμβατικά, Χονδροειδής Πολυπλεξίας και σε πυκνά WDM. Συμβατικά WDM συστήματα παρέχουν μέχρι και 8 κανάλια στο 3ο μετάδοση παράθυρο (C-Band), από ίνες πυριτίου γύρω στα 1550 nm. Η Dense Wavelength πολύπλεξη διαίρεσης (DWDM) χρησιμοποιεί το ίδιο παράθυρο μετάδοσης, αλλά με πυκνότερους διαυλους. Βεβαίως σε κάθε κανάλι τα σχέδια διαφέρουν, αλλά συνήθως ένα σύστημα WDM θα χρησιμοποιεί 40 κανάλια σε 100 GHz διάστημα ή 80 κανάλια σε 50 GHz διάστημα. Ορισμένες τεχνολογίες είναι σε θέση των 25 GHz διάστημα και ονομάζονται εξαιρετικά πυκνές WDM. Νέες επιλογές ενίσχυσης (Raman ενίσχυσης) επιτρέπουν την επέκταση της χωρητικότητας μήκη κύματος με την L-band, λιγότερο ή περισσότερο διπλασιασμό αυτών των αριθμών.

Χονδροειδής Πολυπλεξία (CWDM), σε αντίθεση με τα συμβατικά WDM και DWDM χρησιμοποιεί η αυξημένη διαυλοποίηση να επιτρέψουν λιγότερο εξελιγμένα και, συνεπώς, φθηνότερα σχέδια πομποδέκτη.

WDM, DWDM και CWDM βασίζονται στην ίδια ιδέα της χρήσης πολλαπλών μήκων κύματος του φωτός σε μια ενιαία ίνα, αλλά διαφέρουν ως προς την απόσταση μεταξύ των μήκων κύματος, τον αριθμό των σταθμών, καθώς και τη δυνατότητα να συμπληρώσει την πολυπλεξία σημάτων στο οπτικό χώρο. (ΠΗΓΗ: : **Optical WDM Networks, 2006, Mukherjee, Biswanath.** (Από διαφ. Θεμ.ενοτητες)



ΣΥΣΤΗΜΑ WDM

3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ WDM

Σε σχέση με τις παλαιότερες τεχνολογίες όπως Ethernet, token bus, token ring, ARPANET, SNA (IBM), DNA (DEC), SDH/SONET, FDDI, DQDB, Gigabit Ethernet, η τεχνολογία WDM αποτελείται από 1. συνδέσεις σημείου-προς-σημείο 2. τοπολογία Broadcast: παθητική star / λεωφορείο LANs / MANs 3. απασχολεί μήκος κύματος-δρομολόγησης κόμβων για τη δημιουργία μιας σύνδεσης σε ένα δεδομένο WANs μήκος κύματος.

Βασικά χαρακτηριστικά-πλεονεκτήματα των WDM: Φυσικές τοπολογίες Bus, tree, ring, passive star. Επιπλέον η WDM έχει ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος, και ο κόμβος επιλέγει το ίδιο μήκος κύματος για να λάβει την επιθυμητή πληροφορία multicasting "δωρεάν". Παράλληλα μέχρι και σήμερα δεν έχουν χρησιμοποιηθεί πολύ πέραν της αρχικής test development. Τέλος σχέση με τις τεχνολογίες FDM και TDM, η WDM προσφέρει μεγαλύτερες ταχύτητες, χαμηλότερο κόστος στις περισσότερες των περιπτώσεων, οι αλλαγές στην ταχύτητα μετάδοσης δεν συνεπάγονται και αλλαγές σε

δομικά συστατικά του δικτύου, Τα δίκτυα WDM μπορούν μέσα από τις ίνες τους να μεταδώσουν ταυτόχρονα διαφορετικά και ανεξάρτητα σήματα π.χ. OC-3 για ήχο/φωνή σε ένα μήκος κύματος, σήματα αναλογικού βίντεο σε άλλο και OC12 ATM σε κάποιο άλλο μέσα στην ίδια ίνα. (ΠΗΓΗ: Datta Dept. of Electronics and Electrical Communication Engg. Indian Institute of Technology, www.phy.iitkgp.ernet.in). Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τη σημαντικότητα και τα πλεονεκτήματα των WDM σήμερα:

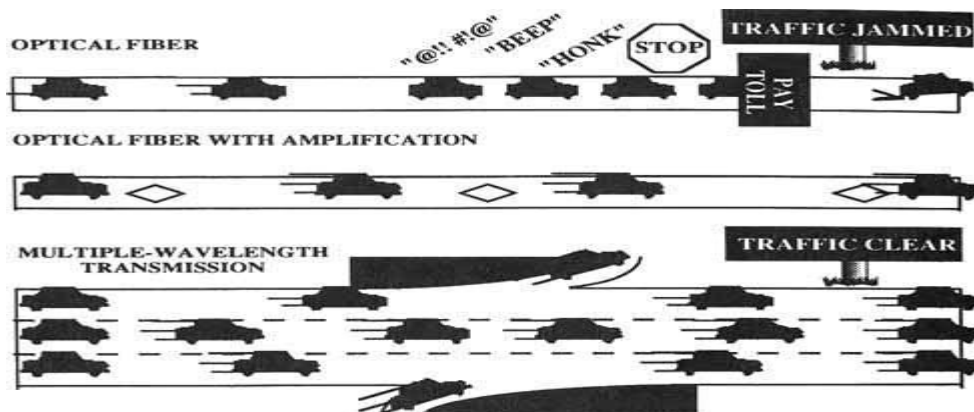


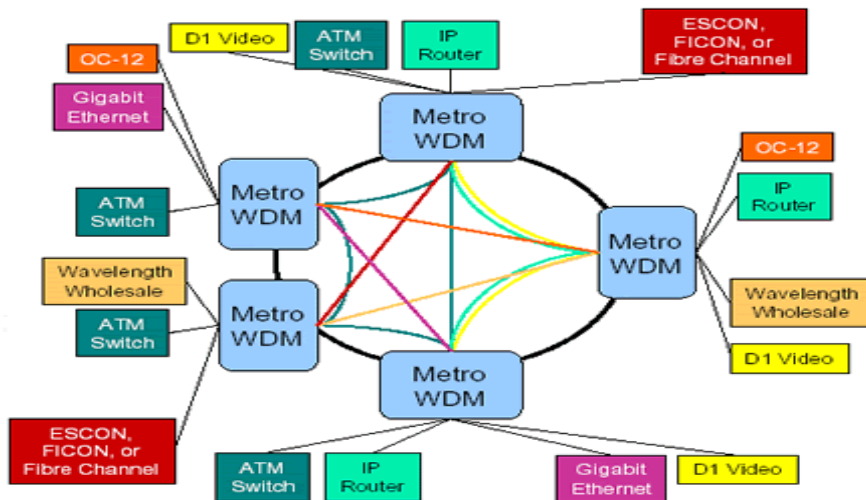
Figure 6: Multiwavelength optical transmission as represented by a multiple-lane highway.

4.ΕΝΟΠΙΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ATM ΚΑΙ WDM

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι WDM και ATM τεχνολογίες μπορούν να ενοποιηθούν λόγω της αγάπης του εύρους ζώνης. Καθώς όλο και περισσότερες εφαρμογές που χρησιμοποιούν τη φωνή και βίντεο καθώς και ο αυξανόμενος όγκος των δεδομένων που υπάρχει απλά δεν μπορεί να καλυφθεί από το υπάρχον εύρος ζώνης. Επιπλέον οι ανάγκες του Internet για εύρος ζώνης μεγαλώνουν καθημερινά. Παράλληλα, οι νέες τεχνολογίες καλούνται να παρέχουν καλύτερες ποιοτικά υπηρεσίες ούτως ώστε ,και πέραν των άλλων να ανταποκριθούν στις αυστηρές απαιτήσεις της φωνής, του βίντεο και αλλα και με τον τεράστιο όγκο των δεδομένων στο δίκτυό τους. Τα καλά νέα είναι ότι η λύση των προβλημάτων αυτών είναι διαθέσιμη τουλάχιστον εδώ και μια δεκαετία, ενώ παράλληλα έχει δώσει ώθηση και στις νέες τεχνολογίες. Ο συνδυασμός της πυκνής Wave Division Multiplexing (DWDM) και Asynchronous Transfer Mode (ATM) λύνει το εύρος ζώνης και και την ποιότητα των υπηρεσιών με οικονομικό, άμεσο και αποτελεσματικό τρόπο.

Η DWDM κάνει τη βέλτιστη χρήση των διευκολύνσεων, επιτρέποντας στις οπτικές ίνες που συνδέονται να μεταφέρουν πολλά κανάλια ταυτόχρονα, παρέχοντας δυνατότητες μετάδοσης 4-16 φορές αρχικά(σήμερα ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες) μεγαλύτερες από αυτές της παραδοσιακής πολυπλεξίας (TDM και FDM). Η χρήση του DWDM επέτρεψε στους παρόχους να μεταφέρουν IP, ATM και SONET πάνω από το οπτικό στρώμα. Αυτή η ενωτική δυνατότητα επιτρέπει στον μεταφορέα την ευελιξία να ανταποκριθεί στις όλο και αυξανόμενες απαιτήσεις πάνω στα δίκτυα. Με DWDM, υπάρχει ανάγκη για λιγότερα στοιχεία του δικτύου και λιγότερους χώρους εγκατάστασης, βελτιώνοντας έτσι την αξιοπιστία και την ασφαλεία του δικτύου. Η DWDM επιτρέπει παράκαμψη της στιβάδας του SONET, η οποία αυξάνει απόδοση και αξιοπιστία μειώνοντας παράλληλα και το κόστος. Παρολαυτά η δοκιμή – έλεγχος αλλα και η αντιμετώπιση πιθαν. προβλημάτων του DWDM δικτύων απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή. Αν και σήμερα χρησιμοποιείται συνεχώς η ενοποίηση IP πάνω σε WDM ,η αρχικά σκέψη για ATM over WDM κρίνεται απαραίτητη. Για παράδειγμα η εικόνα ενός MAN με βάση τις ενοποιήσεων σε WDM φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα



Επομένως το ATM είναι μια σωστή λύση στα Μητροπολιτικά Δίκτυα, υποστηρίζοντας εφαρμογές όπως το xDSL, το VoIP και το Frame Relay.

4.1 RUNNING ATM OVER WDM

Ο σχεδιασμός αρχιτεκτονικής ενοποίησης και την υλοποίηση του οπτικά διαφανούς πολυπλεξίας (WDM) με ασύγχρονη μεταφορά ATM αποτελεί τον διακόπτη για όλα τα οπτικά δίκτυα υψηλής ταχύτητας. Με τη χρήση της WDM τεχνολογίας, η πολυπλοκότητα σύρμα όσο και πυκνωτής μπορούν να μειωθούν από $O(N^2)$ σε $O(N)$. Με τη χρήση ολοκληρωμένων φωτονικών συσκευών και ιδιαίτερα με την παράλληλη επεξεργασία και χρησιμοποίηση αγωγού ελέγχου ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, μπορεί να επιτευχθεί πολύ υψηλή ταχύτητα και υψηλή απόδοση λειτουργίας. Αρκετές βασικές συνιστώσες, συμπεριλαμβανομένου και ενός κελιού συγχρονιστής, μιας φωτονικής VCI μονάδας, ενός μετατροπέα μήκους κύματος, ενός οπτικού συγκεντρωτή, και μιας WDM μνήμη μπορούν σήμερα να εξυπηρετήσουν περαιτέρω στην ενοποίηση. Σήμερα βεβαία γίνεται λόγος στην ενοποίηση και ενός διακόπτη 3M, ο οποίος αποτελεί συνιστώσα όλων των παραπάνω. Όλες οι φωτονικές διατάξεις κατάλληλες για τη δημιουργία μεγάλης κλίμακας και χαμηλού κόστους φωτονικών μεταγωγέων ATM. (στο 2010 αντιστοίχως γίνεται με την IP τεχνολογία) Ο συνδυασμός των δύο ATM και WDM τεχνολογιών δίδει σήμερα την τελική έκδοση για οπτικά δίκτυα με σχεδόν απεριόριστη ικανότητα ενώ αποτελεί εγχειρίδιο για όλες τις νέες

τεχνολογίες..(ΠΗΓΗ: **On the optically transparent WDM ATM multicast (3M) switches,F.S. CHOA, H.J. CHAO.**)

4.2 TESTING OVER ATM

Το testing ATM over WDM αποτελείται από τις ίδιες έννοιες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κυκλοφορίας δεδομένων πάνω από SONET και IP σήμερα. Σε κάθε περίπτωση η τήρηση των ποιοτικών φραγμών είναι επιτακτική. Πλέον η WDM τεχνολογία είναι πιο περίπλοκη λόγω των πολλαπλών παράλληλων συνδέσεων επανω στην ίδια ίνα..

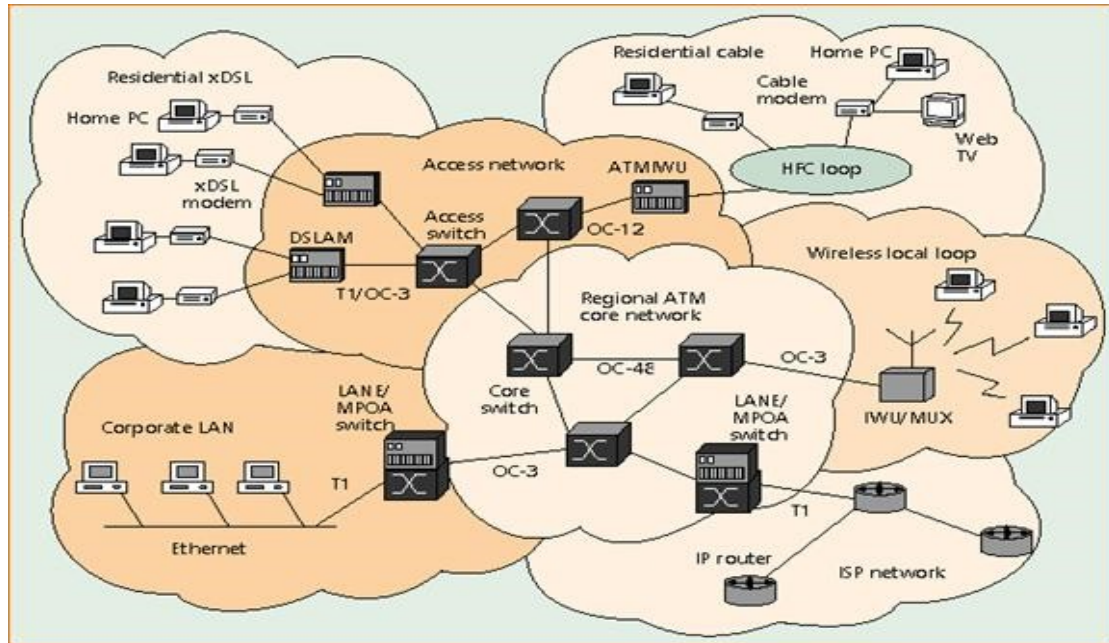
Η δοκιμή και ο έλεγχος των DWDM συστημάτων είναι η ανάγκη να χαρακτηρίζει και τη μέτρηση των διαφόρων παραμέτρων ως συνάρτηση του μήκους κύματος. Οι θεμελιώδεις δοκιμές και ελεγχος μετρήσεων είναι οι εξής:

- 1.Σήμα-Θόρυβος: Ο καλύτερος δείκτης της συνολικής απόδοσης του καναλιού.
- 2.Ισχύς Καναλιού: Οπτική ισχύς σε κάθε κανάλι. Επιβεβαιώνει την ίση κατανομή πάνω από το εύρος ζώνης των οπτικών ενισχυτών που χρησιμοποιούνται.
- 3.Κανάλι μήκος κύματος και η απόσταση μεταξύ κέντρου: Κέντρο μήκους κύματος του κάθε καναλιού. Ανιχνεύει και μεταβιβάζει σε πηγές λέιζερ.
- 4.Crosstalk: Το επίπεδο του ανεπιθύμητου σήματος (θόρυβος συν εισφορές από άλλα κανάλια) στην ζώνη διέλευσης του υπό δοκιμή καναλιού.
5. Συνολική οπτική ισχύς: Οι αρνητικές επιπτώσεις των μη-γραμμικών φαινομένων στην οπτική ίνα εξαρτάται από τη συνολική ισχύ που μεταφέρονται. Πρέπει να δοθεί προσοχή, διότι οι οπτικές μετρητές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι βελτιστοποιημένες για τα χαμηλά επίπεδα ισχύος που συνδέονται με το ενιαίο δίκτυο (+6 dBm). Τα WDM συστήματα ενισχύουν διάφορους οπτικούς μεταφορείς ταυτόχρονα (+30 dB).
- 6.Χρωματική διασπορά: Αναλογία ιόντων του δείκτη διάθλασης της ίνας με το μήκος κύματος. Μεταβλητή που πρέπει να ελέγχεται σε ολόκληρη την οπτική διαδρομή.
- 7.Πόλωση Mode Dispersion (PMD): Διάφορα σημεία πόλωσης του οπτικού πεδίου διαδίδουν σήμα σε διαφορετικές ταχύτητες. Το PMD επηρεάζει την ποιότητα της μετάδοσης στη διάδοση παλμών σήματος και αυξάνει το ποσοστό σφάλματος

δυναδικών ψηφίων (BER).

Αυτές οι παράμετροι πρέπει να ελέγχεται μετά την εγκατάσταση γιατί υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να φθείρονται οι ίνες, να συστρέφονται ή να καταπονούνται υπερβολικά. Επιπλέον tests πρέπει να γίνονται συνεχώς διότι τα αποτελέσματα επηρεάζονται από το χρόνο, τη θερμοκρασία, την πίεση, και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η αξιοπιστία από τα runnings t του δικτύου είναι κρίσιμη για τα μελλοντικά δίκτυα που θα προωθήσουν την εποχή της πληροφορίας. Επιπλέον, είναι ένας από τους μεγαλύτερους παράγοντες για το σχεδιασμό και τη διαχείριση των δικτύων. Από τις αρχές της εποχής του δικτύου τηλεπικοινωνιών, πολλά συστήματα αποκατάστασης έχουν αναπτυχθεί όπως PDH, SDH, SONET, μισθωμένων γραμμών, και τα οποία βασιστήκαν σε νέες τεχνικές αποκατάστασης για δίκτυα ATM. Πρώτον, λόγω εισαγωγής των μελετών για τις δοκιμές. Αυτό περιλαμβάνει κυρίως τα αποτελέσματα από δοκιμές που δημοσιεύθηκαν σχετικά με την επίδραση της αποτυχίας και την κατάσταση της ανάλυσης αστοχίας. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα αυτά για το πώς θα αποκατασταθούν προβλήματα κατηγοριοποιούνται. Προκειμένου να επιτευχθεί επαρκής πιθανότητα αποκατάστασης με ελάχιστο κόστος, κρίνεται απαραίτητο ένα τμήμα ελέγχου ώστε να δοκιμάζονται τα θέματα του σχεδιασμού του δικτύου. (ΠΗΓΗ: Architectures for ATM network survivability, Kawamura, R. NTT Opt. Network Syst. Labs., Japan, VERSION 2009) Τέλος οι δοκιμές αυτές βοηθούν πολύ στο 2010 για επίλυση προβλημάτων αφού, η ομοιότητα με προβλήματα της Ενοποίησης ATM κ WDM, κρίνονται σημαντικά στην ενοποίηση νέων τεχνολογιών στις οπτικές ίνες.



(ΠΗΓΗ: <http://transanatolia.eu>)

4.3 ΜΙΑ ΑΛΛΗ ΟΠΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ

Με την πρόοδο της τεχνολογίας και των δοκιμών ,όπως και η ATM over WDM ,η οπτικές ίνες έφτασαν σε νέα τεχνολογικά προϊόντα και τεχνολογίες όπως πο παρακάτω ,οι οποίες χρησιμοποιούνται συνεχώς στην σημερινή τροπολογία δικτύωσης.

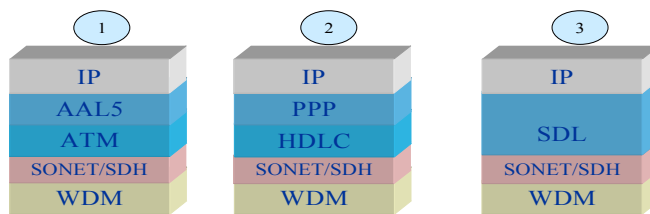
- TDM (DS-n) over PDH over Contiguous Concatenated SONET/SDH over WDM
- ATM over SONET/SDH over WDM
- GbE over LAPS over CC SONET/SDH over WDM
- IP Data over Ethernet over LAPS over CC SONET/SDH over WDM
- IP Data over ATM over CC SONET/SDH over WDM
- IP Data over PPP over Concatenated SONET/SDH over WDM
- IP Data over GbE over GFP-F over Virtual Concatenated SONET/SDH over WDM
- IP Data over FC (FICON, ESCON) over VC SONET/SDH over WDM
- Storage area networks (SAN) over GFP over SONET/SDH over WDM

- Video over digital video interface (DVI) including compression over GFP over SONET/SDH over WDM
- Other data services over GFP-T over SONET/SDH over WDM
- STM-n over OTN over WDM
- IP Data over GbE over OTN over WDM

(ΠΗΓΗ:Chapter 8 - NG-S over DWDM, OTN over DWDM, and Experimental Networks By Stamatios V. Kartalopoulos) και (W.Simpson “PPP OVER SONET”IETF RFC , Μαιος 1994).

Αξιόλογη αναφορά θα πρέπει να γίνει στην ενοποίηση IP over WDM.

IP over WDM - Protocol stacks



IP: Internet Protocol
 AAL5: ATM Adaptation Layer 5
 ATM: Asynchronous Transfer Mode
 SONET: Synchronous Optical NETWORK
 PPP: Point-to-Point Protocol
 HDLC: High-level Data Link Control
 WDM: Wavelength Division Multiplexing
 SDL: Simplified Data Link

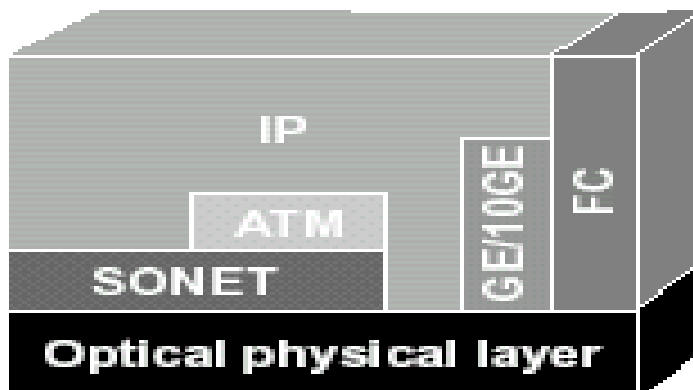
[1] W. Simpson, "PPP over SONET/SDH," *IETF RFC* 1619, May 1994.
 [2] J. Manchester, J. Anderson, B. Doshi and S. Dravida, "IP over SONET," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 36, No. 5, May 1998, pp. 136-142.

•provides length-based delineation instead of flag-based delineation

January 11

5

ΠΗΓΗ:(J MANCHESTER,J ANDERSON,B.DOSHI AND B.DRAVIDA,IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE.,1998.)



Όπως το ATM έτσι και το IP είναι μια τεχνολογία μετάδοσης και μπορεί να

προσαρμοσθεί στο WDM. Το βασικό ζήτημα σε αντίθεση με την τεχνολογία ATM είναι σε ποια μορφή θα ανταπεξέλθει το IP: IP over ATM over SONET, IP over SONET (ή POS), ή IP over Gigabit Ethernet ή 10 Gigabit Ethernet ή IP over DWDM.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ

ATM και WDM μπορούν μέσω της συνένωσης τους να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της κοινωνίας της Πληροφορικής για συνεχείς διευρύνσεις του εύρους ζώνης. Οι απαιτήσεις δοκιμών για αυτή τη συνένωση βέβαια περισσότερο επιτακτικές από αυτές των παλαιότερων τεχνολογιών TDM και FDM που αναφέραμε, διότι στην ενοποίηση ATM over WDM οι δοκιμές πρέπει να εκτελούνται επί τόπου. Ειδικά, η διάσταση του φάσματος στις οπτικές ίνες πρέπει να εξεταστεί καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός δικτύου, από το σχεδιασμό έως την εγκατάσταση συμπεριλαμβάνοντας πάντοτε τη συντήρηση και αντιμετώπιση προβλημάτων.

Βασικές εξελίξεις από αυτή την ενοποίηση των ATM over WDM αποτελούν οι νέες αρχιτεκτονικές πρωτόκολλων, βελτιωμένες αντιστοιχίσεις δεδομένων, και η αποτελεσματική συσχέτιση των πόρων με την επιβίωση των δικτύων. Στην πραγματικότητα, οι επιχειρήσεις, έχουν ήδη αρχίσει να θέτουν στον τομέα των οπτικών ινών ορισμένες από αυτές τις λύσεις, όπως να επιδιώκουν βελτίωση ποιότητας και την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα. Ιδιαίτερα έντονο ενδιαφέρον για νέες διασυνδέσεις δεδομένων με νέους τρόπους ενοποιήσεις επάνω στα WDM.

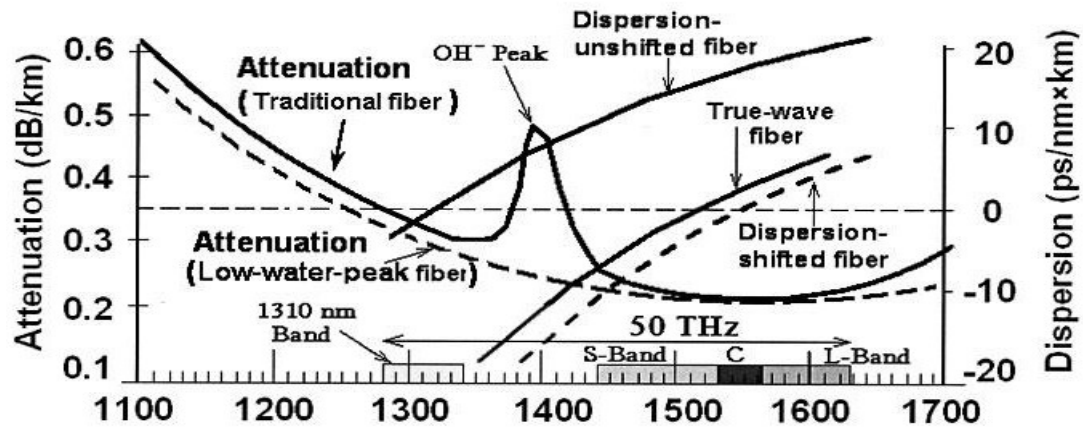
Κρίνεται φρόνιμο να αναφερθεί ότι από την ενοποίηση των δυο τεχνολογιών ATM και WDM, πρόεκυψε η βελτιστοποίηση της IP τεχνολογίας πάνω στα DWDM στρώματα, ενώ με τη βελτίωση της μεταγωγής στα διάφορα υποσυστήματα στις οπτικές ίνες, οι φορείς μπορούν μεταδίδουν δεδομένα μέσα από συγκεκριμένο οπτικό «μονοπάτι». Εν τω μεταξύ, επιπλέον της τυποποίησης και των προσπαθειών υλοποίησης των σημερινών τεχνολογιών εν έτη 2010, είναι σημαντικό το γεγονός ότι από τη διδασκαλία των ATM πρόεκυψε χρήσιμο υλικό για τον συντονισμό με τα υψηλότερα στρώματα IP-MPLS κατά τη μεταφορά δεδομένων.

Παράλληλα, η ενοποίηση ώθησε στη μείωση του κόστους της DWDM τεχνολογίας .

Ίσως σήμερα η τεχνολογία ATM να θεωρείται ένα είδος μουσειακής ,για τα δίκτυα ,τεχνολογίας. Παρόλαυτα από την τήρηση ,δρομολόγηση και συνολικά την προσπάθεια ενοποίησης ATM over WDM ,προκύπτουν νέες προτάσεις-standards για τις νέες τεχνολογίες όπως:

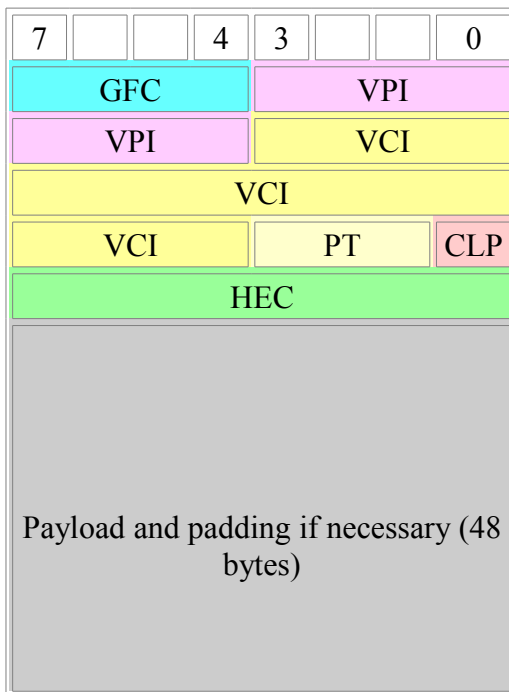
- 1.Μεγιστοποίηση της χρησιμοποίησης του εύρους ζώνης
2. Βέλτιστη ανάλυση μήκους κύματος
3. No speedup, διότι σχόλασα που δεν απαιτούν επιτάχυνση είναι πιο αποδοτικά σε ευέλικτα (scalable) δίκτυα όπως το ATM/WDM
4. Η τεχνολογία WDM πολλαπλών συνδέσεων (crossconnect) αναπτύσσεται συνήθως σε σχηματισμό (constellation) ενός σταδίου και μη μπλοκαρίσματος, όπου τα οπτικά σήματα δεν επαναδρομολογούνται ούτε και επαναμεταδίδονται μέσα στον πυρήνα μεταγωγής. Οι διαδικασίες πολύ γρήγορων αποφάσεων απαιτούν ότι τα στοιχεία πολλαπλών συνδέσεων πρέπει να συνεισφέρουν ελάχιστη καθυστέρηση στη μετάδοση.
5. Μεγάλος αριθμός εισόδων
- 6.Στην απλότητα σχεδιασμού, διότι , Η απόδοση ενός συστήματος ATM/WDM με όρους ταχύτητας επηρεάζεται απευθείας από την απλότητα του σχεδιασμού του Hardware του.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ(χρήσιμα διαγράμματα)



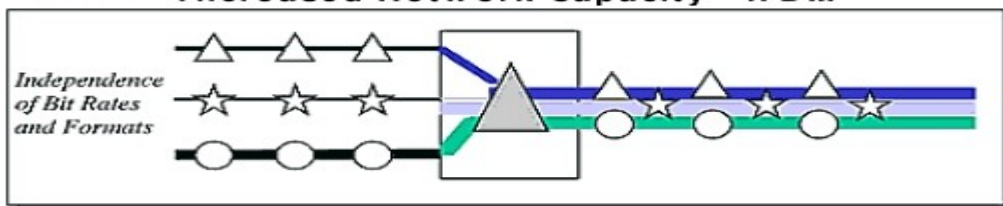
(ΠΗΓΗ :Enabling Technologies,κεφ 2,2008)

Diagram of the UNI ATM Cell



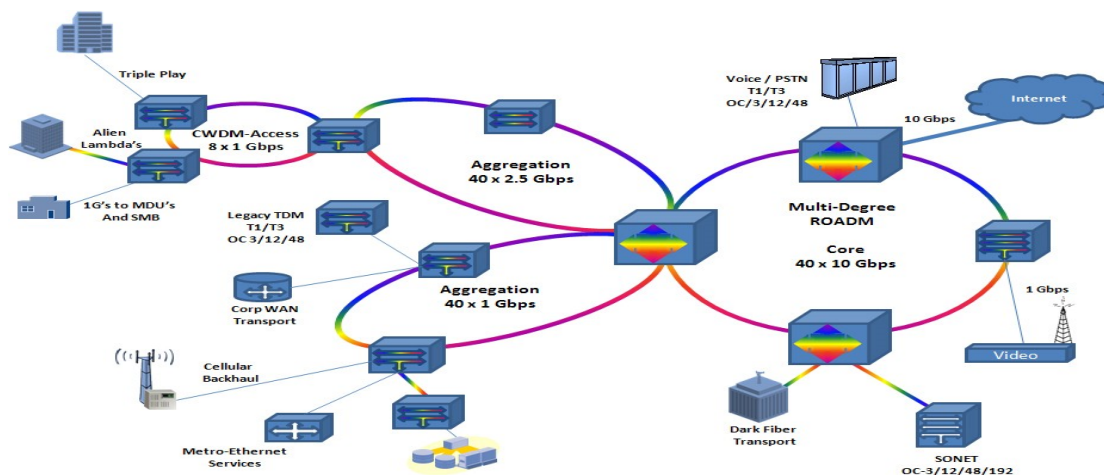
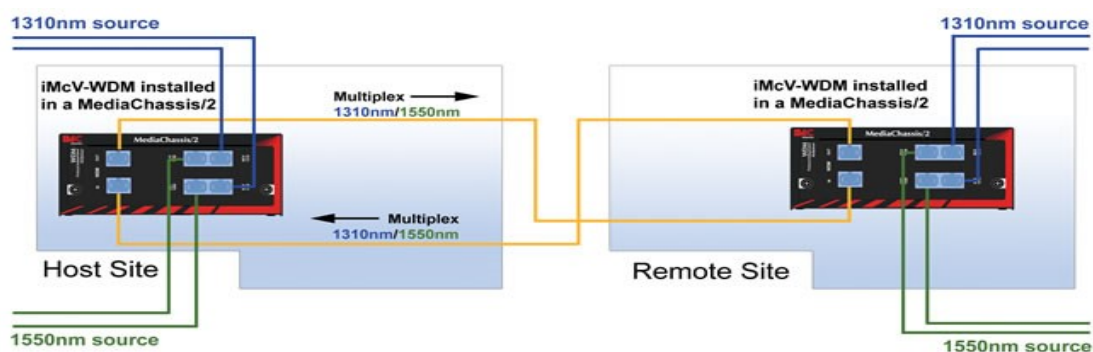
(ΠΗΓΗ:Wikipedia)

Increased Network Capacity—WDM



- Merges *optical* traffic onto one common fiber
- Allows high flexibility in expanding bandwidth
- Reduces costly mux/demux function, reuses *existing* optical signals.
- Individual channels use original OAM&P

DWDM = Dense WDM



(ΠΗΓΗ: <http://conocimientosdwdmtechnology.blogspot.com>)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ

- 1.Regis J. Bates, Donald W. Gregory – 2007 EDITION, ATM TECHNOLOGY
2. <http://www.broadband-forum.org/>

3. www.auth.gr, τμήμα Πληροφορικής ΑΠΘ
4. ATM networks, Concepts and Protocols, Sumit Kasera, 2006
5. Άρθρο Kawamura, R.; NTT Opt. Network Syst. Labs. Japan 2009, IEEE.
6. FUNDAMENTAL OF OPTICAL FIBERS, JOHN.A.BUCK, 2004, περίληψη 7. Textbook on [optical fiber](#) communication and its applications , S. C. Gupta, 2004, σελ 3-7)
8. Optical WDM Networks, 2006, Mukherjee, Biswanath, κεφ 2.
9. Datta Dept. of Electronics and Electrical Communication Engg. Indian Institute of Technology
10. www.phy.iitkgp.ernet.in.
11. On the optically transparent WDM ATM multicast (3M) switches, F.S. CHOA, H.J. CHAO.
12. Architectures for ATM network survivability, Kawamura, R. NTT Opt. Network Syst. Labs., Japan, VERSION 2009
13. Chapter 8 - NG-S over DWDM, OTN over DWDM, and Experimental Networks By Stamatios V. Kartalopoulos
14. J MANCHESTER, J ANDERSON, B.DOSHI AND B.DRAVIDA, IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE., 1998
15. W.Simpson “PPP OVER SONET” IETF RFC, Μαιος 1994).
16. Enabling Technologies, κεφ 2, 2008
17. Δικτυακός τοπος Wikipedia, <http://en.wikipedia.org>
18. <http://www.protocols.com>
19. <http://www.informaworld.com>
20. <http://transanatolia.eu>
21. Επιχειρησιακή Διαδικτύωση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Γιώργος Διακονικολάου, 2007

