

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΟΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΠΑΡΤΗΣ



**«Εφαρμογές Εγκαταστάσεων Δικτύων σε Κτίρια - από
τη Θεωρία στην Πράξη»**

Φοιτητής: Ανδρέας Χαλικιάς
Αριθμός Μητρώου: 2005035

Επιβλέπων Καθηγητής: Μποζαντζής Βασίλειος

Σπάρτη, Οκτώβριος 2013

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	5
Περίληψη	7
Εισαγωγή.....	8
1 ^ο Κεφάλαιο	11
Δομημένη καλωδίωση	11
1. Πρότυπα δομημένης καλωδίωσης.....	11
1.1 Πρότυπο Καλωδίωσης ANSI/TIA/EIA-568-A	11
1.2 Πρότυπο TIA/EIA – 568 – B.1 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard)	12
1.3 Πρότυπο TIA/EIA – 568 – B.2 (Balanced Twisting-Pair Cabling Components Standard)	14
1.4 Πρότυπο TIA/EIA – 568 – B.3 (Optical Fiber Cabling Components Standard 14	
2. Μέσα μετάδοσης.....	15
2.1 Ομοαξονικό Καλώδιο.....	15
2.2 Διπλαγωγός (καλώδιο UTP).....	16
2.3 Καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών FTP	18
2.4 Καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών STP:	19
2.5 Οπτικές ίνες (Fiber Optics) - Καλώδια Οπτικών Ινών	19
3. Δικτυακές Συσκευές.....	28
3.1 Κάρτα Δικτύου (NIC)	28
3.2 Repeaters (Επαναλήπτες)	29
3.3 Hubs	30
3.4 Γέφυρες (Bridges)	31
3.5 Μεταγωγείς (Switches).....	32
3.6 Δρομολογητές (Routers)	33
3.7 Gateways	34
4. Τοπολογίες δικτύων.....	34
4.1 Δίαυλος (Bus).....	35

4.2	Δακτύλιος (<i>Ring</i>)	35
4.3	Τοπολογία αστέρα	36
4.4	Υβριδική τοπολογία	37
5.	Δομή Δομημένης Καλωδίωσης.....	38
5.1	Οριζόντια Καλωδίωση	38
5.2	Κατακόρυφη Καλωδίωση	38
5.3	Υποσύστημα Θέσης Εργασίας	39
5.4	Κατανεμητής	39
5.5	Χώρος Συσκευών Επικοινωνίας.....	40
5.6	Σημείο Εισαγωγής Στο Κτίριο.....	41
5.7	Γειώσεις	42
5.8	Σήμανση	42
6.	Πλεονεκτήματα Δομημένης Καλωδίωσης.....	43
1.	Συμβατότητα	43
2.	Συνέπεια	43
3.	Ευελιξία	43
4.	Ακεραιότητα	43
5.	Συντήρηση και διαχείριση.....	43
2 ^ο	Κεφάλαιο.....	44
	ΕΡΓΟ: ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ – ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΝΕΟΥ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟΥ ΜΕΓΑΡΟΥ ΚΕΡΚΥΡΑΣ	44
1.	Το Δίκτυο.....	44
2.	Η κατακόρυφη καλωδίωση	45
3.	Η οριζόντια καλωδίωση	47
4.	Κεντρικός Κατανεμητής	48
4.1	Εισαγωγή Ο.Τ.Ε.....	49
4.2	Κατανεμητής κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας.....	49
4.3	Κατανεμητής οπτικής ίνας.....	50
4.4	Κατανεμητής ορόφου	50
5.	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΧΑΛΚΟΥ	52
5.1	Στριμμένο καλώδιο δικτύων CAT5E 25 ζευγών, <i>Unshielded</i> καλώδιο CAT5E Ethernet, γυμνός αγωγός χαλκού.....	52

5.2	Στριμμένο καλώδιο δικτύων CAT5E 4 ζευγών, Unshielded καλώδιο CAT5E Ethernet, γυμνός αγωγός χαλκού.....	55
5.3	Κανάλια.....	57
5.4	Οι τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες).....	58
5.5	Patch panels CAT5e γέφυρας με κατανομητή τηλεφωνίας.....	59
5.6	Κριώματα (Racks) – Παρελκόμενα.....	60
5.7	Πίνακας 19" LCS2.....	60
5.8	Patch Cords χαλκού μικτονομήσεων.....	61
5.9	Οριζόντιοι οδηγοί Καλωδίων (Cable management).....	62
5.10	Σχάρες καλωδίων.....	62
5.11	Καλώδιο ρεύματος – πρίζες αρσενικές- θηλυκές σούκο.....	63
6.	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΙΝΑΣ.....	63
6.1	Συρτάρι οπτικών ινών 19'.....	63
6.2	Μπλοκ οπτικών ινών.....	64
6.3	Κονέκτορες οπτικών ινών.....	65
6.4	Πρίζες οπτικών ινών MOSAIC.....	66
6.5	Καλώδια μικτονόμησης οπτικών ινών.....	66
7.	Έλεγχοι ποιότητας της καλωδίωσης.....	67
7.1	Χάρτης καλωδίου (Wire Map).....	68
7.2	Εξασθένηση (attenuation).....	69
7.3	Κοντινή αλληλεπίδραση (NEXT-Near End CrossTalk).....	69
7.4	Λόγος εξασθένησης/αλληλεπίδραση (ACR).....	70
7.5	Μήκος καλωδίου.....	70
7.6	Καθυστέρηση μετάδοσης.....	71
7.7	Ασύμμετρη καθυστέρηση μετάδοσης.....	71
7.8	Χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση.....	72
7.9	Αντίσταση βρόχου συνεχούς ρεύματος.....	72
7.10	Αμοιβαία χωρητικότητα.....	73
7.11	Απώλειες λόγω επιστροφής.....	73
7.12	Αθροιστική ισχύς κοντινής αλληλεπίδρασης (PSNEXT).....	73
7.13	Αθροιστική ισχύς λόγου εξασθένησης προς κοντινή αλληλεπίδραση (PSACR).....	74

7.14	Μακρινή αλληλεπίδραση (FEXT).....	74
7.15	Ίσο επίπεδο μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT).....	75
7.16	Αθροιστική ισχύς ίσου επιπέδου μακρινής αλληλεπίδρασης (PSELFEXT).....	76
8.	Παράρτημα.....	77
8.1	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΝΕΟΥ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟΥ ΜΕΓΑΡΟΥ ΚΕΡΚΥΡΑΣ.....	77
8.2	Μετρήσεις.....	77
	Επίλογος.....	98
	Βιβλιογραφία.....	99

Ευχαριστίες

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ Μποζαντζή Βασίλειο για την επίβλεψη αυτής της πτυχιακής εργασίας, ο οποίος ήταν πάντα διαθέσιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων.

Σε αυτό το σημείο θέλω να αναφέρω ανθρώπους, εκτός του στενού ακαδημαϊκού περιβάλλοντος, που υπήρξαν σημαντικοί πόλοι στη ζωή μου, προσδίδοντας την απαιτούμενη ισορροπία. Θέλω αρχικά να ευχαριστήσω τη σχολική μου παρέα, που ήταν, και ελπίζω να είναι δίπλα μου και στο μέλλον, παρά τη μεγάλη απόσταση που μας χωρίζει. Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και τις φίλες των φοιτητικών μου χρόνων, που έκαναν τα χρόνια αυτά μία πραγματικά αξέχαστη εμπειρία. Βέβαια, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου, των οποίων η πίστη στις δυνατότητες μου αποτέλεσε αρωγός σε όλους τους στόχους και τα όνειρά μου, και οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να προσφέρει πληροφορίες για την δομημένη καλωδίωση που χρησιμοποιείται για την δικτύωση των κτιρίων. Αποτελείται από δύο μέρη, το θεωρητικό καθώς και το πρακτικό.

Στο πρώτο κεφάλαιο (θεωρητικό μέρος) γίνεται εκτενής αναφορά τόσο στα πρότυπα στα οποία βασίζεται η δομημένη καλωδίωση, τα μέσα μετάδοσης φωνής και δεδομένων που απαρτίζουν το σύστημα δικτύωσης, τις δικτυακές συσκευές, τις τοπολογίες δικτύων, όσο και από τα τμήματα που αποτελείται η δομημένη καλωδίωση.

Στο δεύτερο κεφάλαιο (πρακτικό μέρος) παρουσιάζεται η αποτύπωση του δικτύου και των κτιρίων στο Νέο Δικαστικό Μέγαρο Κέρκυρας σε επίπεδο δικτυακών συσκευών που διαθέτει στους διάφορους χώρους του καθώς και των βασικών στοιχείων που διαθέτει κάθε συσκευή. Η αποτύπωση πραγματοποιείται με παρουσίαση των χώρων με εικόνες (Auto cad 2007), κάνοντας την έτσι όσο το δυνατόν πιο προσιτή προς τον χρήστη. Τέλος, γίνεται αναφορά στον έλεγχο του δικτύου με την ταυτοποίηση και πιστοποίηση λειτουργικότητας καθώς και τον έλεγχο αποδοχής της εγκατάστασης.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, τη ραγδαία αύξηση των εφαρμογών της, και την ανάγκη για αύξηση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων προέκυψε υποχρέωση για τη χρήση δικτυακής υποδομής με καλώδια ασθενών ρευμάτων στις εσωτερικές εγκαταστάσεις των κτιρίων, παράλληλα με τα γνωστά καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό διότι σε ένα σύγχρονο περιβάλλον εργασίας, ο κάθε εργαζόμενος προκειμένου να είναι αποδοτικός θα πρέπει να έχει άμεση πρόσβαση τουλάχιστον σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, για να μπορεί επιπλέον να ανταλλάσσει και να επεξεργάζεται αρχεία κειμένου, εικόνες και άλλων δεδομένων.

Ειδικότερα σε ένα κτίριο στεγάζει επαγγελματικές, εμπορικές, βιομηχανικές, κοινωνικές και άλλες ποικίλες δραστηριότητες, για την κάλυψη των αναγκών ή την εξυπηρέτηση των εργαζομένων και των επισκεπτών, διακρίνουμε διάφορα επιμέρους δίκτυα, όπως το τηλεφωνικό δίκτυο, τα δίκτυα ασφαλείας, τα δίκτυα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων, τα τοπικά δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών (LAN-local area network), το δίκτυο κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, και το δίκτυο μουσικής αναγγελίας για την ψυχαγωγία και την ενημέρωση των ατόμων εντός του κτιρίου.

Σήμερα είναι απαραίτητο, λόγω της μεγάλης εξάπλωσης και χρήσης των Τοπικών Δικτύων, αλλά και λόγω του ότι είναι εφικτή και συμφέρουσα πλέον η συνεργασία τους με τα σύγχρονα ψηφιακά τηλεφωνικά κέντρα, να λαμβάνεται ειδική μέριμνα και για τον σχεδιασμό και υλοποίηση κοινής υποδομής ασθενών ρευμάτων που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη Τοπικών δικτύων και του τηλεφωνικού δικτύου.

Μία πολύ γνωστή τυποποίηση αυτής της κοινής αντιμετώπιση της υποδομής των ασθενών ρευμάτων, η οποία ονομάζεται δομημένη καλωδίωση, είναι η EIA/TIA 568. Η δομημένη καλωδίωση, σύμφωνα με την προδιαγραφή EIA/TIA 568, αναπτύσσεται ιεραρχικά ξεκινώντας από την καλωδίωση κορμού (backbone network ή κατακόρυφο δίκτυο) η οποία ενώνει τις επιμέρους καλωδιώσεις στα διάφορα σημεία, αναφέρεται στην οριζόντια καλωδίωση που ασχολείται με τις καλωδιώσεις σε ορόφους και μεμονωμένα κτίρια, συνεχίζει με τους κατανομητές που είναι τα σημεία κατάληξης και διανομής της οριζόντιας καλωδίωσης, περιγράφει τον τρόπο σύνδεσης των κόμβων (connectors, υποδοχές) και προτείνει το τρόπο διαχείρισης του δικτύου.

Οι προδιαγραφές της EIA/TIA 568 προτείνουν την χρήση συνεστραμμένων καλωδίων UTP για την δημιουργία της οριζόντιας καλωδίωσης και για την ανάπτυξη της καλωδίωσης κορμού οπτικές ίνες (μεγάλα κτίρια και συγκροτήματα κτιρίων όπως ακαδημαϊκά & ερευνητικά ιδρύματα, νοσοκομεία, αεροδρόμια).

Η αρχή για την κατασκευή δομημένων καλωδιώσεων στα κτίρια για την λειτουργία δικτύων φωνής και δεδομένων έγινε με την έγκριση του standard

καλωδίωσης EIA/TIA 568 Commercial Building Telecommunication Wiring Standard από την επιτροπή EIA/TIA (Electronic Industry Association/ Telecommunication Industry Association) όπως αυτό καθορίστηκε τον Δεκέμβριο του 1990.

Το πρότυπο αυτό αφορά το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο ενός κτιρίου από την εισαγωγή του δικτύου πόλεως έως και την πρίζα του τερματικού, αλλά και το δίκτυο μεταξύ κτιρίων τα οποία βρίσκονται σε κοινό ανοικτό περιβάλλον. Προσδιορίζει δε ένα καλωδιακό σύστημα με σαφώς προδιαγεγραμμένη τοπολογία, σαφώς προδιαγεγραμμένες αποστάσεις και σαφώς καθορισμένους τύπους καλωδίων, συνδέσμων, Adaptors, Connectors, Outlets, Pin Assignments, ώστε να διασφαλιστεί πλήρως η διασυνδεσιμότητα του.

Έτσι είναι δυνατόν στην ίδια πρίζα να συνδεθεί οποιοδήποτε τερματικό φωνής και δεδομένων με απόλυτη συμβατότητα χωρίς να απαιτηθεί ειδική καλωδίωση και κυρίως χωρίς να περιορίζεται η δυνατότητα να αλλάξουν το είδος των τερματικών, οι θέσεις τους και κυρίως η διάρθρωση των χώρων μιας επιχείρησης όταν αυτό απαιτηθεί.

Το πρότυπο αυτό εγκαινιάζει τα τεχνικά και λειτουργικά κριτήρια για την πλήρη διασύνδεση και συνεργασία διαφορετικών δικτύων καθώς και διαφορετικών υπολογιστικών και τηλεφωνικών συστημάτων που πρόκειται να εγκατασταθούν σε αυτό. Διασφαλίζει έτσι, την αποφυγή μετέπειτα παρεμβάσεων στην καλωδίωση κτιρίων τα οποία κατασκευάζονται ή αναπαλαιώνονται και ελαχιστοποιεί το κόστος και την ενόχληση που θα προκληθούν από αυτές τις παρεμβάσεις, όταν το κτίριο θα βρίσκεται ήδη σε λειτουργία.

Ακολούθως, με την έκδοση των δύο οδηγιών TSB 36 (Technical System Bulletin – Additional Cable Specifications for Unshielded Twisted Pair Cables) & TSB 40 Technical System Bulletin – Additional Transmission Specifications for Unshielded Twisted Pair Connecting Hardware) συμπληρώθηκε η προδιαγραφή EIA/TIA 568 ως προς τα χαρακτηριστικά και την τυποποίηση των καλωδίων και του υλικού σύνδεσης που χρησιμοποιούνται σε δομημένες καλωδιώσεις και με την τελική προσθήκη των χαρακτηριστικών μετρήσεων και λειτουργίας ενοποιήθηκαν στην Πρόταση Προδιαγραφής SP-2840 (System Proposal – Commercial Building Telecommunication cabling Standard).

Τέλος, με την έγκριση του SP-2840 ολοκληρώθηκε η δεύτερη έκδοση του EIA/TIA 568A ενοποιήθηκαν τα παραπάνω και συμπληρώθηκαν από τα χαρακτηριστικά του συστήματος πλέον και όχι μόνο των μερών αυτού και ορίστηκε ο τρόπος μέτρησης και πιστοποίησης των δικτύων.

Τα ασύρματα δίκτυα υπάρχουν εδώ και μια δεκαετία, αλλά μόλις τα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκε μια έκρηξη στη χρήση τους, εξαιτίας κυρίως της τεχνολογικής εξέλιξης στις ασύρματες δικτυακές φορητές συσκευές (φορητοί υπολογιστές, PDA, κλπ.) καθώς και της πτώσης της τιμής των τελευταίων.

Ο σημερινός τρόπος ζωής απαιτεί άμεση και ταχεία πρόσβαση σε πληροφορίες και δεδομένα για τον συνεχώς κινούμενο χρήστη. Το νέο αυτό δυναμικό περιβάλλον έχει δημιουργήσει μια διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για καλύτερες, απλούστερες, πιο αποτελεσματικές και παράλληλα πιο οικονομικές μεθόδους ασύρματης τοπικής πρόσβασης.

Με τον όρο τοπική πρόσβαση εννοούμε την πρόσβαση στο διαδίκτυο και την παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (όπως π.χ. τηλεφωνία, τηλεδιασκέψεις, κτλ) για τον τελικό χρήστη. Η ασύρματη τοπική πρόσβαση επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας μιας τηλεπικοινωνιακής υποδομής ασύρματων δικτύων. Κύριο χαρακτηριστικό της υποδομής αυτής είναι ότι τα επί μέρους στοιχεία της μεταδίδουν τα δεδομένα από και προς τον τελικό χρήστη ασύρματα.

Το δίκτυο διανομής θα πρέπει:

α. να προσφέρει λειτουργικότητα σε περιβάλλον πολλών κατασκευαστών και να χαρακτηρίζεται από ευελιξία σε αλλαγές και επεκτάσεις .

β. να είναι κατασκευασμένο με την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία στον χώρο των δικτύων με βάση τα καθιερωμένα πρότυπα και βάση των Τεχνικών Προδιαγραφών του έργου.

γ. να υποστηρίζει με τον καλύτερο τρόπο το σύνολο των δραστηριοτήτων το κτιρίου.

δ. να επιτρέπει την ομαλή επέκταση και αναβάθμιση της δικτυακής υποδομής και των δικτυακών υπηρεσιών του κτιρίου με βάση την ανάπτυξη και τις εξελίξεις των δικτύων υπολογιστών .

ε. να επιτρέπει την υλοποίηση μηχανισμών του δικτύου, να εξασφαλίζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά απόδοσης και είναι επιδεκτική επεκτάσεων, προσθηκών και τροποποιήσεων με βάση την ανάπτυξη των κτιρίων, των λειτουργιών του και την εξέλιξη των δικτύων.

στ. να υποστηρίζει όλα τα διεθνώς χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα δικτύων και την πλήρη ολοκλήρωση με τα μέσα μετάδοσης, τα δίκτυα υπολογιστών και τις υπολογιστικές διατάξεις.

ζ. ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στο θέμα της διαχείρισης του δικτύου με απλό, φιλικό, αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο χωρίς την απαίτηση ειδικών εργαλείων.

1^ο Κεφάλαιο

Δομημένη καλωδίωση

1. Πρότυπα δομημένης καλωδίωσης

1.1 Πρότυπο Καλωδίωσης ANSI/TIA/EIA-568-A

Το 1985, ένας μεγάλος αριθμός εταιριών που αντιπροσώπευαν την βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών και των υπολογιστών εξέφρασαν την ανησυχία τους για την έλλειψη ενός προτύπου για την κατασκευή συστημάτων τηλεπικοινωνίας δομημένης καλωδίωσης. Ο οργανισμός Computer Communications Industry Association (CCIA) πρότεινε στην Electronic Industries Alliance (EIA) να αναλάβει την ανάπτυξη του απαιτούμενου αυτού προτύπου. Η EIA δέχτηκε την πρόταση αυτή και το έργο ανατέθηκε στην επιτροπή μηχανικών TR-42.

Τα πρότυπα ANSI/TIA/EIA – 568 οργανώνονται, σύμφωνα με τα υποσυστήματα καλωδίωσης, τα οποία αποτελούνται από τα εξής τμήματα:

- Η οριζόντια καλωδίωση
- Η backbone (κατακόρυφη) καλωδίωση
- Υποσύστημα θέσης εργασίας
- Χώρος συσκευών επικοινωνίας
- Σημείο εισαγωγής στο κτίριο
- Γειώσεις

Το κάθε πρότυπο δίνει συστάσεις σχετικά με τα τμήματα αυτά, όπως την τοπολογία της οριζόντιας καλωδίωσης, τα αποδεκτά μέσα μετάδοσης, που θα χρησιμοποιηθούν στο κάθε υποσύστημα, και τις αποστάσεις μεταξύ των καλωδίων.

Σύμφωνα με την EIA Engineering Publication, καθορίζονται δύο κατηγορίες κριτηρίων:

1. Τα υποχρεωτικά και
2. Τα συμβουλευτικά.

Για τα υποχρεωτικά συνήθως χρησιμοποιείται η λέξη «πρέπει», ενώ τα συμβουλευτικά εισάγονται με τις λέξεις «θα έπρεπε», «μάλλον» ή «επιθυμητό» οι οποίες χρησιμοποιούνται εναλλακτικά σε αυτό το πρότυπο. Τα υποχρεωτικά κριτήρια συνήθως αφορούν την προστασία, την απόδοση, την διαχείριση και την συμβατότητα και καθορίζουν τις ελάχιστες δυνατές απαιτήσεις. Τα συμβουλευτικά κριτήρια σχετίζονται με την γενική λειτουργία του συστήματος καλωδίωσης σε όλες τις εφαρμογές για τις οποίες έχει σχεδιαστεί.

Το πρότυπο ANSI/TIA/EIA – 568 – A εκδόθηκε το 1995 και ορίζεται σαν το πρότυπο τηλεπικοινωνιών εμπορικών κτιρίων, το οποίο παρέχει οδηγίες και προτάσεις για την σχεδίαση, την επιλογή των υλικών καθώς και την εγκατάσταση συστημάτων καλωδίωσης επικοινωνίας. Το πρότυπο αυτό είναι η δεύτερη έκδοση του προτύπου τηλεπικοινωνιακών καλωδίωσης εμπορικών κτιρίων. Το πρώτο ήταν το ANSI/TIA/EIA- 568, που εκδόθηκε το 1991. Αργότερα, το έτος 2001, έγινε αναθεώρηση του προτύπου ANSI/TIA/EIA – 568A, οπότε δημιουργήθηκε η νέα έκδοση με όνομα ANSI/TIA/EIA – 568B, η οποία στην ουσία αποτελούνταν από τρία πρότυπα:

- Το ANSI/TIA/EIA – 568 – B.1
- Το ANSI/TIA/EIA – 568 – B.2
- Το ANSI/TIA/EIA – 568 – B.3

1.2 Πρότυπο TIA/EIA – 568 – B.1 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard)

Αυτό το standard έχει εγκριθεί από την TR-42.1 υποεπιτροπή του TIA/EIA, την επιτροπή μηχανικών του TIA/EIA και το American National Standards Institute (ANSI).

Το πρότυπο αυτό αντικαθιστά το ANSI/TIA/EIA-568A. Από την πρώτη δημοσίευση του ANSI/EIA/TIA-568 τον Ιούλιο του 1991, το περιβάλλον του γραφείου έχει διέλθει από μια περίοδο ραγδαίων αλλαγών οι οποίες χαρακτηρίζονται από τους συνεχώς αυξανόμενης ισχύος υπολογιστές, την πρόσβαση σε πιο εξεζητημένες εφαρμογές και την ανάγκη διασύνδεσης ανόμοιων συστημάτων. Αυτές οι αλλαγές ενίσχυσαν τις απαιτήσεις για μεγαλύτερη χωρητικότητα από αυτή της ήδη υπάρχουσας καλωδίωσης. Αυτή η τάση οδήγησε στην ανάπτυξη καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών, καλωδίων οπτικών ινών και συσκευών διασύνδεσης με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μετάδοσης.

Αυτό το πρότυπο, το οποίο είναι ένα από τα τρία πρότυπα που απευθύνονται στην καλωδίωση εμπορικών κτηρίων για προϊόντα και υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών,

προσφέρει πληροφορίες όχι μόνο πάνω στο σύστημα καλωδίωσης αλλά και στα συστατικά του. Τα άλλα δύο πρότυπα είναι το ANSI/TIA/EIA-568-B.2 το οποίο ασχολείται με τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών και το ANSI/TIA/EIA-568-B.3 το οποίο σχετίζεται με τα καλώδια οπτικών ινών.

Αυτό το πρότυπο προσδιορίζει ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα δομημένης καλωδίωσης για εμπορικά κτήρια το οποίο θα υποστηρίζει ένα περιβάλλον πολλαπλών υπηρεσιών και εξόδων. Επίσης, προσφέρει πληροφορίες σχετικά με την σχεδίαση προϊόντων τηλεπικοινωνίας για εταιρίες που ασχολούνται με το εμπόριο.

Σκοπός του είναι να καταστήσει εφικτό τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός συστήματος δομημένης καλωδίωσης σε εμπορικά κτίρια. Η εγκατάσταση των συστημάτων καλωδίωσης κατά την διάρκεια της κατασκευής ή της ανακαίνισης του κτηρίου είναι σαφώς φθηνότερη και πιο καλά δομημένη απ' ότι η εγκατάστασή του μετά την ολοκλήρωση του κτηρίου. Επίσης, καθορίζει την απόδοση και τα τεχνικά κριτήρια για πολλούς διαφορετικούς τύπους συστημάτων δομημένης καλωδίωσης όσον αφορά τον τρόπο διασύνδεσης και πρόσβασης των διαφόρων στοιχείων τους.

Απαιτήσεις για την απόδοση των διαφόρων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών καθορίστηκαν με σκοπό να αναγνωριστούν οι απαιτήσεις ενός συστήματος δομημένης καλωδίωσης. Οι δυνατότητες πολλών υπηρεσιών σε συνδυασμό με την αύξηση του αριθμού των νέων εφαρμογών οδήγησε στο συμπέρασμα ότι θα υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις όπου θα υπάρχουν περιορισμοί στην απόδοση ενός συστήματος.

Όταν εκτελούνται ειδικές εφαρμογές σε αυτά τα συστήματα καλωδίωσης, ο χρήστης πρέπει να συμβουλευτεί τα standard των εφαρμογών, τους κανονισμούς καθώς και τους προμηθευτές του συστήματος και των υπηρεσιών σχετικά με τους περιορισμούς που μπορεί να εμφανιστούν στην λειτουργία του συστήματος.

Αυτό το πρότυπο καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις της τηλεπικοινωνιακής καλωδίωσης μέσα σε ένα εμπορικό κτίριο. Καθορίζει τις απαιτήσεις για τα καλώδια, για τις αποστάσεις των καλωδίων, την διαμόρφωση των τηλεπικοινωνιακών εξόδων/συνδέσμων καθώς και την τοπολογία της καλωδίωσης.

Η τηλεπικοινωνιακή καλωδίωση που καθορίζεται από αυτό το πρότυπο έχουν την δυνατότητα να υποστηρίξουν ένα ευρύ πεδίο διαφορετικών εφαρμογών, όπως εφαρμογές φωνής, δεδομένων και video, σε διαφορετικούς χώρους των κτιρίων.

Τυπικά, οι χώροι που μπορούν να καλυφθούν κυμαίνονται από 3.000 m² μέχρι και 1.000.000 m², όπου ο αριθμός των χρηστών μπορεί να ξεπερνάει τους 50.000. Οι καλωδιώσεις που περιγράφονται από αυτό το standard παρουσιάζουν καλή λειτουργία για τουλάχιστον δέκα χρόνια και εφαρμόζονται κυρίως σε εμπορικούς χώρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως ως χώροι γραφείων.

1.3 Πρότυπο TIA/EIA – 568 – B.2 (Balanced Twisting-Pair Cabling Components Standard)

Η απόδοση της μετάδοσης ενός καλωδιακού συστήματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της οριζόντιας καλωδίωσης, του υλικού που συνδέεται πάνω σε αυτή, στα καλώδια του εξοπλισμού, στον συνολικό αριθμό συνδέσεων και στο πόσο σωστά είναι εγκατεστημένα και συντηρημένα όλα αυτά. Η ανάπτυξη εφαρμογών υψηλών ταχυτήτων απαιτεί τον χαρακτηρισμό της καλωδίωσης με παραμέτρους μετάδοσης όπως το insertion loss, το PSNEXT loss, το return loss και το PSELFEXT.

Οι σχεδιαστές των συστημάτων χρησιμοποιούν αυτά τα κριτήρια για να αναπτύξουν εφαρμογές που χρησιμοποιούν και τα τέσσερα συνεστραμμένα ζεύγη ενός καλωδιακού συστήματος για αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων, δηλαδή μετάδοση δεδομένων και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το πρότυπο αυτό παρουσιάζει τις ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται καθώς και τις διαδικασίες για την επικύρωση της απόδοσης τόσο της καλωδίωσης όσο και των συσκευών.

Το πρότυπο αυτό προσδιορίζει τα τμήματα της καλωδίωσης, την απόδοση της μετάδοσης δεδομένων, το μοντέλο του συστήματος και τις διαδικασίες μέτρησης που απαιτούνται για την επικύρωση ενός αξιόπιστου συστήματος καλωδίωσης με καλώδια συνεστραμμένων ζευγών. Δίνονται οι απαιτήσεις για ένα ισορροπημένο σύστημα καλωδίωσης που χρησιμοποιεί και τα τέσσερα συνεστραμμένα ζεύγη. Επίσης, το πρότυπο αυτό προσδιορίζει όργανα μετρήσεων και εφαρμοσμένες διαδικασίες μέτρησης για όλες τις παραμέτρους της μετάδοσης.

Το πρότυπο καθορίζει τις παραπάνω απαιτήσεις, ακολουθώντας την περιγραφή του προτύπου ANSI/TIA/EIA-568-B.1 για τα διάφορα τμήματα του συστήματος καλωδίωσης καθώς και για τον έλεγχο του εξοπλισμού, που χρησιμοποιείται για να πιστοποιήσει την απόδοση των εγκατεστημένων τμημάτων.

1.4 Πρότυπο TIA/EIA – 568 – B.3 (Optical Fiber Cabling Components Standard)

Αυτό το πρότυπο προσδιορίζει τις απαιτήσεις σχετικά με την απόδοση και τα τμήματα ενός συστήματος καλωδίωσης οπτικών ινών. Τα πολύτροπα καλώδια 50/125 μm και 62.5/125 μm και τα μονότροπα καλώδια οπτικών ινών είναι αναγνωρισμένα από το πρότυπο αυτό.

Αυτό το πρότυπο καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται από τα διάφορα τμήματα ενός συστήματος καλωδίωσης οπτικών ινών, όπως τα καλώδια, οι συνδέσεις, το υλικό που συνδέεται στο σύστημα

καλωδίωσης καθώς και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του συστήματος.

2. Μέσα μετάδοσης

Διάφορα φυσικά μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πραγματική μετάδοση. Το καθένα από αυτά έχει τη δική του θέση όσον αφορά στο εύρος ζώνης, στην καθυστέρηση, στο κόστος και στην ευκολία εγκατάστασης και συντήρησής τους. Τα μέσα αυτά διακρίνονται σε διπλαγωγούς, ομοαξονικά καλώδια και οπτικές ίνες.

2.1 Ομοαξονικό Καλώδιο

Ένα σύνθετο μέσο μετάδοσης είναι το ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable). Το ομοαξονικό καλώδιο επινοήθηκε το 1929 και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1941 από την AT&T για την εγκατάσταση της διηπειρωτικής επικοινωνίας.

Αποτελείται από έναν εσωτερικό αγωγό, ο οποίος περιβάλλεται από μονωτικό υλικό. Το μονωτικό υλικό περιβάλλεται από κυλινδρικό αγωγό ο οποίος έχει τη μορφή ενός πυκνού πλέγματος. Ο εξωτερικός αγωγός καλύπτεται με τη σειρά του από ένα πλαστικό προστατευτικό κάλυμμα. Και οι δυο αγωγοί μοιράζονται έναν κεντρικό άξονα και για το λόγο αυτό ονομάζεται ομοαξονικό καλώδιο.



Εικόνα 1 Ομοαξονικό καλώδιο

Το ομοαξονικό καλώδιο έχει εύρος ζώνης τα 400Mhz και είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στην εξωτερική παρεμβολή. Χρησιμοποιείται για να συνενώσει αποστάσεις 300-600 μέτρων και το κόστος του είναι χαμηλό. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως στην αγορά. Τα μειονεκτήματά του είναι ότι είναι αρκετά χοντρό για καλώδιο και ότι μερικές φορές είναι δύσκολο στην εγκατάσταση. Ο πιο κοινός τύπος connector που χρησιμοποιείται είναι ο BNC (Bygone-Neil-Concelman).



BNC connector

Εικόνα 2 BNC connector

Υπάρχουν δύο είδη ομοαξονικού καλωδίου. Το λεπτό ομοαξονικό καλώδιο και το χοντρό.

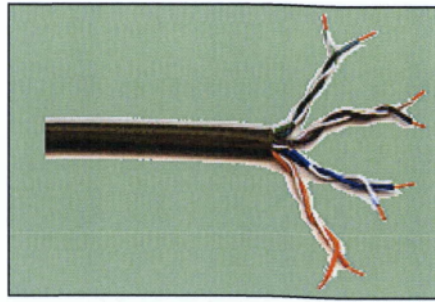
Το λεπτό αναφέρεται και ως thinnet και το πρότυπο στο IEEE, που το διαχειρίζεται είναι το 10Base2. Το 2 στην ονομασία υποδεικνύει, ότι η μέγιστη απόσταση κάλυψης είναι τα 200 μέτρα. Χρησιμοποιείται συνήθως σε σχολικά δίκτυα.

Το χοντρό ομοαξονικό καλώδιο (thick coaxial cable) αναφέρεται και ως thicknet και περιγράφεται από το 10Base5 πρότυπο του IEEE. Όπως και πριν, το 5 αναφέρεται στα 500 μέτρα δυνατής απόστασης. Το επιπλέον χαρακτηριστικό που διαθέτει, είναι ένα επιπρόσθετο κάλυμμα, το οποίο το προστατεύει από την υγρασία. Είναι άκαμπτο και δύσκολο στην εγκατάσταση και χρησιμοποιείται συνήθως σε δίκτυα μεγάλων αποστάσεων.

2.2 Διπλαγωγός (καλώδιο UTP)

Ο διπλαγωγός είναι το παλαιότερο μέσο μετάδοσης και ακόμη το πλέον δημοφιλέστερο. Απαρτίζεται από δύο μονωμένα χάλκινα σύρματα, διατομής 0.2581mm² ή AWG 23 (Αμερικάνικη μονάδα μέτρησης). Για να αποφεύγονται οι παρεμβολές μεταξύ των σημάτων των δύο καλωδίων, αυτά είναι συνεστραμμένα το ένα πάνω στο άλλο. Κάθε σύνδεση πάνω στο συνεστραμμένο ζεύγος χρησιμοποιεί και τα δύο καλώδια. Έτσι, επειδή στην τηλεφωνία και σε ορισμένες εφαρμογές γραφείου χρειάζονται περισσότερες της μίας συνδέσεις, ένας διπλαγωγός συνήθως φέρει πολλαπλά συνεστραμμένα ζεύγη.

Μέχρι το 1988, τα περισσότερα κτίρια γραφείων διέθεταν ένα καλώδιο με 4 συνεστραμμένα ζεύγη από τον καταναμητή ορόφου προς το κάθε γραφείο. Αυτό το σχήμα επέτρεπε να συνδέονται μέχρι και τέσσερα συνήθη τηλέφωνα η δύο τηλέφωνα πολλαπλών γραμμών από κάθε γραφείο με τον εξοπλισμό της τηλεφωνικής εταιρίας. Στην σημερινή εποχή, οι διπλαγωγοί με 2 συνεστραμμένα ζεύγη εγκαθίστανται από την τηλεφωνική εταιρία στα νοικοκυριά, για τη διάθεση διπλής τηλεφωνικής γραμμής.



Εικόνα 3 Καλώδιο UTP

Οι διπλαγωγοί προσφέρουν ευκολία στην εγκατάσταση και είναι ικανοί για συνδέσεις μέχρι 100 μέτρα. Είναι η πιο δημοφιλής επιλογή για σχολικά δίκτυα.

Διακρίνονται σε 8 κατηγορίες βάσει χαρακτηριστικών:

- 1^η κατηγορία: αυτός ο τύπος καλωδίου συνήθως υποστηρίζει συχνότητες χαμηλότερες των 100KHz. Συνηθισμένες εφαρμογές περιλαμβάνουν αναλογικά τηλεφωνικά συστήματα φωνής.
- 2^η κατηγορία: αυτός ο τύπος καλωδίου υποστηρίζει συχνότητες μέχρι 4MHz. Δεν εγκαθίσταται συνήθως, παρά μόνο σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν δίκτυα συνεστραμμένου ζεύγους.
- 3^η κατηγορία: αυτός ο τύπος καλωδίου υποστηρίζει ρυθμούς δεδομένων μέχρι 20MHz.
- 4^η κατηγορία: το καλώδιο αυτό σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει συχνότητες μέχρι 16MHz. (χρησιμοποιείται σπάνια γιατί είναι λίγο φθηνότερο από το καλώδιο κατηγορίας 5).
- 5^η κατηγορία: σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει συχνότητες μέχρι 100MHz.
- 6^η κατηγορία: η κατηγορία αυτή εισήχθη με την έλευση της έκδοσης TIA/EIA-586-A των προτύπων καλωδίωσης. Οι προδιαγραφές απόδοσης για καλωδίωση κατηγορίας 5e έχουν γίνει πιο αυστηρές, αλλά γενικά είναι σχεδιασμένο για υποστήριξη συχνοτήτων μέχρι 100MHz οι εφαρμογές είναι ίδιες με αυτές της καλωδίωσης κατηγορίας 5 αλλά με πιο αυστηρές προϋποθέσεις.
- 7^η κατηγορία: η κατηγορία αυτή αναφέρεται σε συχνότητα 200MHz (310Mbps).
- 8^η κατηγορία: η κατηγορία αυτή σχεδιάστηκε να λειτουργεί σε συχνότητες 750MHz.

Ένας συνήθης connector για έναν διπλαγωγό είναι ο RJ-45, ο οποίος μοιάζει με τους τηλεφωνικούς connectors:



RJ-45 connector

Εικόνα 4 RJ-45 connector

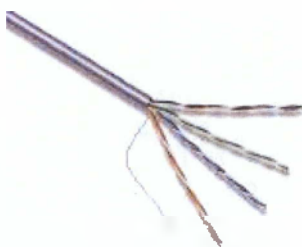
Παρ' όλο που οι διπλαγωγοί συνήθως "συνδέονται" με τη σπιτική χρήση, απαντώνται και σε εγκατάσταση οριζοντίου δικτύου LAN επειδή είναι φθηνότερο από το ομοαξονικό καλώδιο.

2.3 Καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών FTP

Το καλώδιο αυτό είναι όμοιο με το UTP, δηλαδή αποτελείται από 8 μονόκλινα και χρωματιστά καλώδια πάχους 1mm, τα οποία δημιουργούν 4 στραμμένα ζεύγη μεταξύ τους. Η μόνη διαφορά είναι ότι αυτά πλέον περιβάλλονται από ένα μεταλλικό θώρακα από αλουμίνιο, ο οποίος τα αποτρέπει από τυχόν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και στη συνέχεια απ' τον πλαστικό μανδύα.

Μέσα στο μεταλλικό αυτό θώρακα εκτός από τα 4 ζεύγη υπάρχει και ένας γυμνός αγωγός. Ο γυμνός αυτός αγωγός χρησιμοποιείται ως γείωση και ως συνέχεια του μεταλλικού περιβλήματος σε περίπτωση που αυτός κοπεί. Μέσω της χρήσης, λοιπόν τέτοιου καλωδίου γίνεται η γείωση των patch-panels και άλλων συσκευών.

Ένα τέτοιο καλώδιο απεικονίζεται στην επόμενη φωτογραφία:



Εικόνα 5 Καλώδιο FTP

2.4 Καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών STP:

Είναι παρόμοιο ομοίως με το UTP, μόνο που σε αυτήν την περίπτωση έχουμε 2 ζεύγη μονόκλωνων καλωδίων που περιβάλλονται από μεταλλικό περίβλημα πλέγμα, το οποίο είναι και γειωμένο, όπως και στο FTP, όμως είναι πολύ πιο ανθεκτικό με αποτέλεσμα να αποτρέπει κάθε είδους εξωτερική παρεμβολή, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κ.λ.π. Κάθε εξωτερικός παράγοντας που δημιουργεί ρεύμα, αυτό αυτόματα αναιρείται εξ' επαγωγής, λόγω δημιουργίας αντίθετου ρεύματος, ίδιο με το πρώτο.

Ένα STP καλώδιο φαίνεται παρακάτω στη φωτογραφία :



Εικόνα 6 Καλώδιο STP

2.5 Οπτικές ίνες (Fiber Optics) - Καλώδια Οπτικών Ινών

Ένα καλώδιο οπτικών ινών, το οποίο περιέχει μια δέσμη οπτικών ινών μπορεί να μεταφέρει εκατό τηλεοπτικά κανάλια ταυτόχρονα, χωρίς το πάχος του να ξεπερνά το πάχος μιας κιμωλίας. Ένα άλλο αρκετά συνηθισμένο καλώδιο στις σύγχρονες καλωδιώσεις είναι η οπτική ίνα. Χρησιμοποιείται, κυρίως, όπου οι αποστάσεις είναι μεγάλες και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών και όπου οι απαιτήσεις σε ρυθμούς μετάδοσης είναι αρκετά αυξημένες. Σκεφτείτε, ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οπτική ίνα για να καλύψουμε απόσταση 5Km και οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων φθάνουν τα 10 Gbps.



Εικόνα 7 Δέσμη οπτικών ινών

Η βασική κατασκευή μιας οπτικής ίνας φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα. Στο κέντρο του καλωδίου υπάρχει η οπτική ίνα, η οποία κατασκευάζεται από γυαλί ικανό να μεταφέρει φωτεινή δέσμη συγκεκριμένου μήκους κύματος με πολύ λίγες απώλειες. Την οπτική ίνα περιβάλλει ειδική επίστρωση υλικού με μικρότερο δείκτη διάθλασης από το υλικό της ίνας, το οποίο ονομάζεται cladding ή buffer.



Εικόνα 8 Κατασκευή οπτικής ίνας

Το υλικό αυτό βοηθά στη συνεχή ανάκλαση της φωτεινής δέσμης, η οποία θα πέσει μέσα στην οπτική ίνα, εφόσον η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη της οριακής διότι σε άλλη περίπτωση θα έχουμε διάθλαση στην εξωτερική επίστρωση (cladding), (Βλέπε σχήμα 1). Με αυτό τον τρόπο η οπτική ίνα εγκλωβίζει τη δέσμη του φωτός και την οδηγεί στην άκρη της.

Την επίστρωση περιβάλλει δέσμη συνθετικών ινών, οι οποίες έχουν στόχο την προστασία της ίνας από πιθανά τραβήγματα, όπου είναι επικίνδυνο να σπάσει το γυαλί, το οποίο αποτελεί και τον πυρήνα της ίνας. Όλα τα παραπάνω περικλείονται σε εξωτερικό πλαστικό περίβλημα όμοιο με αυτό των καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών.



Εικόνα 9 Η κατασκευή καλωδίου οπτικής ίνας

2.5.1 Τρόποι εκπομπής και μετάδοσης στις οπτικές ίνες

Η εκπομπή του οπτικού σήματος σε οπτική ίνα γίνεται από πηγή LED (Light Emitting Diode) ή LASER (Light Amplification by Stimulated Emission off Radiation) και τα μήκη κύματος του φωτός, που η οπτική ίνα είναι σχεδιασμένη να μεταφέρει, ποικίλουν από 850nm μέχρι 1300nm.

Οι οπτικές ίνες διαφοροποιούνται, κατ' αρχήν, από τον τρόπο μετάδοσης του σήματος σε αυτές. Η πρώτη βασική διάκριση είναι μεταξύ των πολύτροπων και μονότροπων οπτικών ινών.

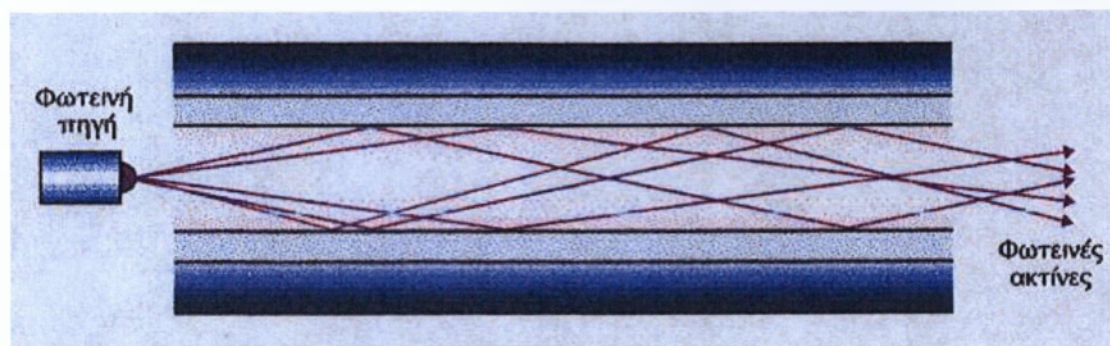
2.5.2 Πολύτροπες οπτικές ίνες (Multimode fiber optics)

Ο τρόπος αναφοράς των μεγεθών για τις οπτικές ίνες είναι να αναφέρουμε πρώτα τη διάμετρο του πυρήνα (γυαλιού) και στη συνέχεια τη διάμετρο της επίστρωσης (cladding). Οι μετρήσεις των παραπάνω μεγεθών γίνονται σε 10-6 μέτρα. Οι πολύτροπες οπτικές ίνες έχουν τυπικά μεγέθη 50μm/ 125μm, 62,5/125, 85/125 ή 100/140. Ο συνηθέστερος τύπος, ο οποίος κυκλοφορεί, είναι ο 62,5/125. Η ολική διάμετρος της οπτικής ίνας συμπεριλαμβανομένων των ενισχυτικών συνθετικών ινών και του εξωτερικού περιβλήματος φτάνει τα 900μm.

Η αρχή μετάδοσης σε πολύτροπη οπτική ίνα είναι, ότι οι διάφορες ακτίνες του οπτικού σήματος, ανάλογα με την είσοδο τους στην οπτική ίνα ταξιδεύουν ανακλώμενες υπό διαφορετικές γωνίες, όπως φαίνεται στα σχήματα 2,3. Αυτός ο τρόπος μετάδοσης ονομάζεται πολύτροπος (multimode), επειδή έχουμε πολλούς δρόμους μετάδοσης, που αντιστοιχούν στις διαφορετικές γωνίες ανάκλασης. Οι πολύτροπες οπτικές ίνες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τις διακριτού βήματος (step index) και τις βαθμιαίου βήματος (graded index).

2.5.3 Οπτική ίνα διακριτού δείκτη (step index)

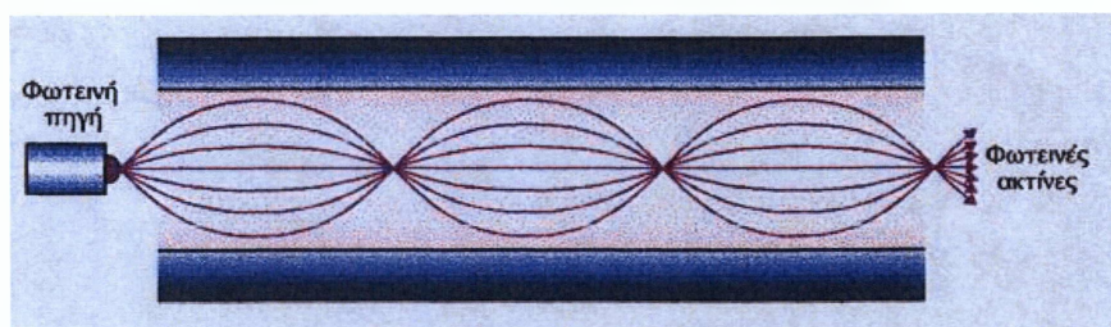
Στις ίνες αυτές συμβαίνει απότομη μεταβολή του δείκτη διάθλασης μεταξύ της κεντρικής ίνας και του υλικού επίστρωσης. Στην περίπτωση αυτή, η πορεία των ακτινών εμφανίζεται στην Εικόνα 10.



Εικόνα 10 Οπτική ίνα διακριτού δείκτη

2.5.4 Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη (graded index)

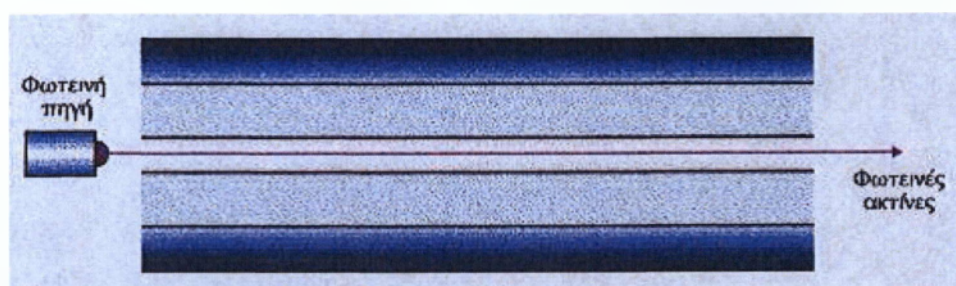
Οι ίνες αυτές χαρακτηρίζονται από βαθμιαία μεταβολή του δείκτη διάθλασης του υλικού της κεντρικής ίνας. Συμβαίνει βαθμιαία μείωση όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο προς την εξωτερική επιφάνεια του γυαλιού. Η πορεία των ακτινών σε μια τέτοια ίνα είναι αυτή, που φαίνεται στην Εικόνα 11.



Εικόνα 11 Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη

2.5.5 Μονότροπες οπτικές ίνες (single mode fiber optics)

Στις μονότροπες οπτικές ίνες η διάμετρος της κεντρικής ίνας είναι πολύ μικρή και πλησιάζει περίπου το επίπεδο του μήκους κύματος του εκπεμπόμενου σήματος. Στην περίπτωση αυτή, έχουμε έναν μόνο δυνατό τρόπο μετάδοσης του οπτικού σήματος, τον αξονικό. Η πορεία των ακτινών σε μια τέτοια οπτική ίνα φαίνεται στην Εικόνα 12. Η κεντρική ίνα στις μονότροπες οπτικές ίνες έχει διάμετρο από 5μm έως 10μm με συνηθέστερη τιμή τα 9 μm.



Εικόνα 12 Μονότροπη οπτική ίνα

2.5.6 Χαρακτηριστικά και επιδόσεις

Οι επιδόσεις μιας οπτικής ίνας συνδέονται με τον τρόπο μετάδοσης του σήματος στην ίνα, με το αν, δηλαδή, η ίνα είναι πολύτροπη ή μονότροπη και με το μήκος κύματος του φωτός, που εκπέμπεται από την πηγή. Στις μονότροπες οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται μήκη κύματος μεταξύ των 1310 nm και των 1550 nm. Στις πολύτροπες οπτικές ίνες έχουμε μήκη κύματος από 850 nm έως 1300 nm. Θα πρέπει να τονίσουμε, ότι για δεδομένη εγκατάσταση, θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο ένας τρόπος μετάδοσης και μόνο ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος από τις πηγές σε όλη την έκταση της εγκατάστασης.

Οι οπτικές ίνες μπορούν να μεταφέρουν σήματα με πολύ μεγάλο εύρος ζώνης σε μεγάλες αποστάσεις με πολύ μικρή εξασθένιση του σήματος. Οι πολύτροπες οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αποστάσεις, που υπερβαίνουν τα 3Km, ενώ οι μονότροπες οπτικές ίνες μπορούν να υπερβούν τα 10 km.

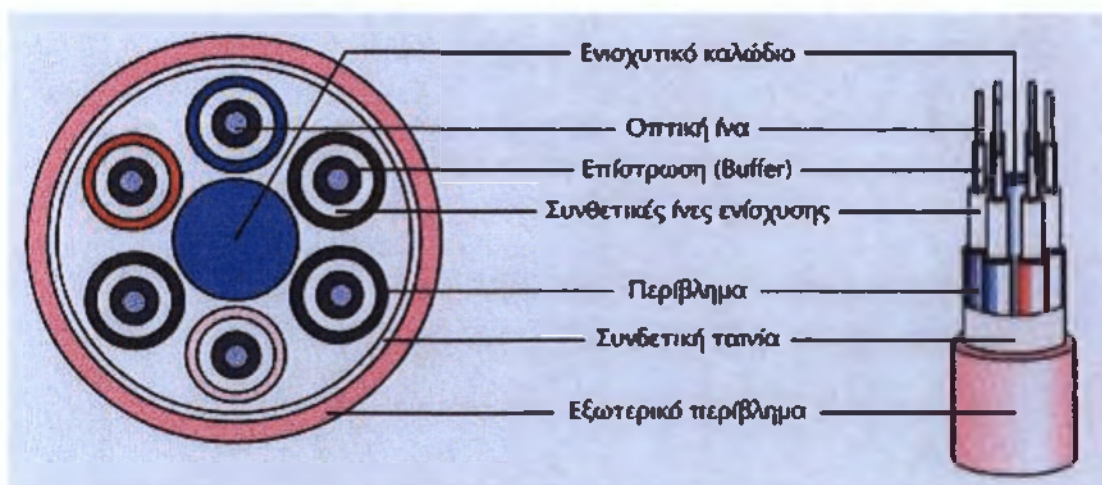
Υπάρχουν, όμως, και άλλοι παράγοντες, οι οποίοι περιορίζουν τις παραπάνω αποστάσεις μετάδοσης. Τέτοιοι παράγοντες είναι το εύρος ζώνης της πηγής και του δέκτη των σημάτων σε μια οπτική ίνα, και η χρωματική διασπορά του μεταδιδόμενου σήματος μέσα στην οπτική ίνα, η οποία διασπορά αυξάνεται με την απόσταση και εξασθενίζει το σήμα. Επίσης, επιβαρυντικός παράγων είναι η χρήση συνδέσμων και διακλαδωτών στην πορεία των οπτικών ιών.

Θα πρέπει να σημειώσουμε, ότι στις πολύτροπες οπτικές ίνες είναι πιο ανεκτό να χρησιμοποιήσουμε συνδετήρες και διακλαδωτές απ' ότι στις μονότροπες. Επίσης, στις πολύτροπες οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαμηλού κόστους πηγές LED, ενώ οι μονότροπες οδηγούνται συνήθως από πηγή LASER. Τυπική τιμή εξασθένισης σήματος για μια 62,5/125 πολύτροπη οπτική ίνα είναι 3,5 dB/km για σήμα με μήκος κύματος 850 nm και 1.0 dB/km για μήκος κύματος 1300nm. Τυπικό μέγεθος εξασθένισης σήματος για μονότροπη οπτική ίνα είναι 0,5 dB/km στα 1310nm και 0,4 dB/km στα 1550nm.

2.5.7 Τύποι οπτικών ινών

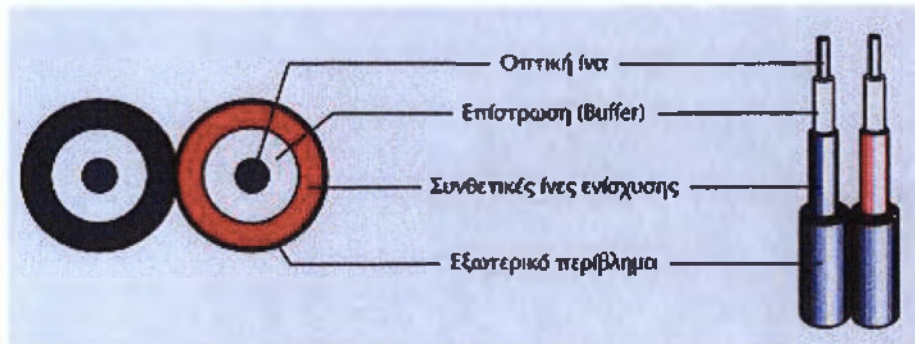
Τα καλώδια οπτικών ινών περιέχουν από 1 έως 36 οπτικές ίνες. Τα πιο συνηθισμένα είναι τα καλώδια με ζυγό αριθμό οπτικών ινών για την επικοινωνία των full- duplex κυκλωμάτων. Θα ξεχωρίσουμε δυο τύπους οπτικών ινών ως προς την κατασκευή τους.

- Στην πρώτη περίπτωση, έχουμε σε κάθε οπτική ίνα και εξωτερικά από την επίστρωση συνθετικές ίνες και εξωτερικό μονωτικό περίβλημα. Μέσα στο καλώδιο υπάρχουν πολλές τέτοιες ίνες, όπου η κάθε ίνα αποτελεί και ένα ξεχωριστό καλώδιο. Μέσα στο καλώδιο περιέχονται εκτός από καλώδια οπτικών ινών και καλώδια, τα οποία χρησιμεύουν για ενίσχυση και στρογγυλοποίηση του όλου σχήματος. Όλα αυτά τα καλώδια, τέλος, περικλείονται από εξωτερικό περίβλημα. Αυτή η κατασκευή είναι γνωστή σαν Tight Buffer. Στην Εικόνα 13 εμφανίζεται ανάλογη κατασκευή καλωδίου οπτικών ινών.



Εικόνα 13 Καλώδιο οπτικών ινών (Tight Buffer)

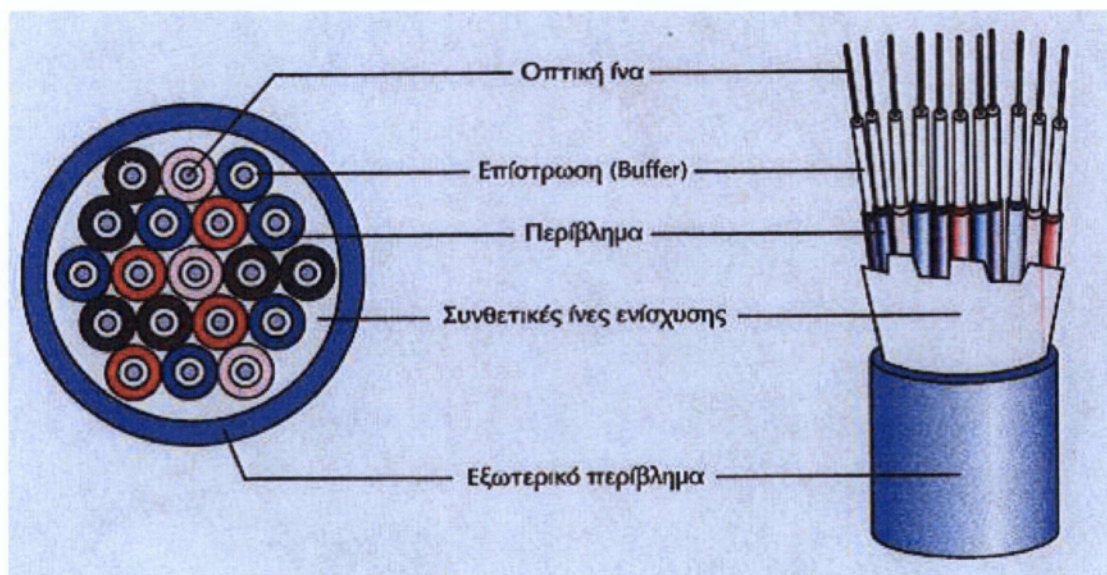
Παρόμοιας κατασκευής είναι τα εύκαμπτα καλώδια, που χρησιμοποιούμε για τη σύνδεση με τον ενεργό εξοπλισμό (Optical patch cords). Αυτά αποτελούνται από δυο καλώδια ενωμένα στο εξωτερικό τους, το κάθε ένα από τα οποία περιέχει οπτική ίνα από πλαστικό. Στην Εικόνα 14 εμφανίζεται ένα οπτικό καλώδιο σύνδεσης.



Εικόνα 14 Οπτικό patch cord

- Στην δεύτερη περίπτωση, έχουμε τις οπτικές ίνες με την επίστρωσή τους να είναι τοποθετημένες ελεύθερα μέσα στο καλώδιο και περικλείονται από εξωτερικό περίβλημα, αφού πρώτα τοποθετηθεί μέσα στο καλώδιο επίστρωση από συνθετικές ίνες για την ανθεκτικότητα του καλωδίου. Αυτή η κατασκευή είναι γνωστή σαν Loose Buffer.

Στην Εικόνα 15 εμφανίζεται ανάλογη κατασκευή καλωδίου οπτικών ινών.



Εικόνα 15 Καλώδιο οπτικών ινών (Loose Buffer)

2.5.8 Χρήσεις – Παραδείγματα

Τα καλώδια οπτικών ινών, τα οποία, συνήθως περιέχουν δεσμίδες οπτικών ινών, χρησιμοποιούνται, κυρίως, από τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς για επίγειες και υποθαλάσσιες συνδέσεις μεγάλων αποστάσεων, αντικαθιστώντας τόσο τις γραμμές ομοαξονικών καλωδίων, όσο και τις επίγειες και δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις.

Τα τελευταία χρόνια έχουν ποντισθεί πολλά καλώδια οπτικών ινών, με χωρητικότητα, η οποία ξεπερνά τα 30.000 κυκλώματα φωνής, για τη διασύνδεση ηπείρων. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν το καλώδιο BSFOCS, που εκτείνεται στην περιοχή της Μαύρης Θάλασσας και συνδέει τη Βουλγαρία, Ουκρανία και Ρωσία, το καλωδιακό σύστημα SEA - ME - WE 3 (South East Asia – Middle East – West Europe), που ξεκινά από τη Δυτική Ευρώπη (Γερμανία, Μεγάλη Βρετανία), περνά από τα στενά του Γιβραλτάρ στη Μεσόγειο (Ιταλία, Ελλάδα, Κύπρο) συνεχίζει από τα στενά του Σουέζ προς την Ασία (Ινδία, Σιγκαπούρη) και χωρίζεται σε δύο μέρη, με το ένα άκρο να καταλήγει στην Ιαπωνία και το άλλο στην Αυστραλία και το καλώδιο ADRIA-1, που συνδέει την Ελλάδα (Κέρκυρα), την Αλβανία (Durrës) και την Κροατία (Dubrovnik).

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται, επίσης, από ιδιωτικές εταιρίες σε τοπικά δίκτυα, σε πανεπιστημιακά δίκτυα κορμού, σε δίκτυα ευρείας περιοχής, σε δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης, σε εφαρμογές με υψηλές απαιτήσεις σε ασφάλεια μετάδοσης, όπως οι στρατιωτικές και, τέλος, σε βιομηχανικές εφαρμογές, όπου υπάρχει υψηλός βιομηχανικός θόρυβος, στον οποίο οι οπτικές ίνες παρουσιάζουν ανοσία.

2.5.9 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Οι οπτικές ίνες φαίνεται να είναι σήμερα η καλύτερη λύση στα μέσα μετάδοσης και αυτό γιατί τα πλεονεκτήματα, που παρουσιάζουν, σε σχέση με τα άλλα μέσα είναι ιδιαίτερα σημαντικά.

Οι οπτικές ίνες διαθέτουν πολύ μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες μετάδοσης (της τάξης των Gbps). Συνήθεις ταχύτητες μετάδοσης είναι αυτές των 2 και 10 Gbps, ενώ έχουν επίσης αναπτυχθεί συστήματα των 20,40 και 50 Gbps. Σε περίπτωση πολυπλεξίας με διαίρεση μήκους κύματος, οι ταχύτητες φθάνουν στα μερικά Tbps. Επίσης, δεν επηρεάζονται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, με αποτέλεσμα να συνιστάται η χρήση τους σε βιομηχανικό περιβάλλον και σε χώρους με υψηλό θόρυβο. Η εξασθένηση των σημάτων είναι μικρότερη από ό,τι στα χάλκινα και ομοαξονικά καλώδια, με αποτέλεσμα οι αποστάσεις μεταξύ ενισχυτών ή άλλων ενεργών στοιχείων να κυμαίνονται από μερικά μέχρι και μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, ανάλογα με τη τεχνική και το ρυθμό μετάδοσης.

Η υποκλοπή ή η παρεμβολή πληροφορίας είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθούν, με αποτέλεσμα οι οπτικές ίνες να συνιστούν πολύ ασφαλές μέσο μετάδοσης. Επίσης, το βάρος και ο όγκος τους είναι σημαντικά μικρότερος από τα αντίστοιχα

μεγέθη των άλλων αγωγών. Αξίζει να αναφέρουμε, σαν παράδειγμα, ότι χάλκινο καλώδιο με 1000 ζεύγη και μήκος 500 μέτρων ζυγίζει περίπου 4000 κιλά, ενώ οπτική ίνα του ίδιου μήκους, που περιέχει τον ίδιο αριθμό καναλιών, ζυγίζει μόνο 45 κιλά. Επιπλέον, δεν είναι ευαίσθητη σε υγρό περιβάλλον, όπου τα χάλκινα καλώδια μπορεί να δημιουργήσουν βραχυκυκλώματα. Επειδή η οπτική ίνα δεν μεταφέρει ηλεκτρικό σήμα, προτιμάται σε περιοχές υψηλού κίνδυνου εκρήξεων από σπινθήρες (χώροι καυσίμων, εύφλεκτων αερίων κλπ.).

Συμπερασματικά, θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι τα καλώδια οπτικών ινών παρουσιάζουν ίδιες μηχανικές ιδιότητες με τα ομοαξονικά, αλλά είναι ελαφρότερα σε βάρος, μικρότερα σε διάμετρο και οι αποστάσεις μεταξύ των επαναληπτών είναι μεγαλύτερες. Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα, που παρουσιάζουν οι οπτικές ίνες, είναι η δυσκολία υλοποίησης συνδέσεων, επειδή απαιτείται υψηλή προσαρμογή και ευθυγράμμιση της φωτεινής πηγής, για να μην υπάρχει διασπορά και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες. Όμως, η πρόοδος της τεχνολογίας, που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια στην περιοχή των οπτικών ινών, αντιμετώπισε με επιτυχία την παραπάνω δυσκολία, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η χρήση τους και για συνδέσεις σημείου προς πολλά σημεία. Παρόλα αυτά, η χρήση τους σε τέτοιες συνδέσεις δεν έχει ακόμη ευρέως εξαπλωθεί, ιδιαίτερα λόγω του αυξημένου κόστους, που παρουσιάζουν τέτοια συστήματα.

Συμπερασματικά λοιπόν:

<u>Πλεονεκτήματα</u>	<u>Μειονεκτήματα</u>
Μεγάλη χωρητικότητα της τάξης των Gbps	Δυσκολία στη σύνδεση, με συνέπεια την ανάγκη ύπαρξης επιδέξιων εγκαταστατών
Με νέες τεχνικές πολυπλεξίας με διαίρεση μήκους κύματος (Wave division Multiplexing) επιτυγχάνονται ταχύτητες της τάξης των Tbps.	Δυσκολία διασύνδεσης πολλών χρηστών πάνω σε ένα καλώδιο
Μικρό μέγεθος και βάρος. Χαμηλή εξασθένιση	Ακριβές για μικρές αποστάσεις
Απρόσβλητη σε περιβαλλοντολογικές	

παρεμβολές	
Υψηλή ασφάλεια - δυσκολία στις υποκλοπές	
Μεγάλες εγκαταστάσεις μειώνουν το κόστος	

Πίνακας 1

3. Δικτυακές Συσκευές

Σε ένα εταιρικό περιβάλλον, είναι σημαντικό οι χρήστες να έχουν δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα της επιχείρησης από οποιοδήποτε σημείο (φυσική θέση) των εγκαταστάσεων της. Επειδή σε πολλές περιπτώσεις τα μεγάλα εταιρικά δίκτυα στηρίζονται σε ανόμοια μεταξύ τους υπολογιστικά συστήματα (τόσο από άποψη λογισμικού όσο και υλικού) είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται η επικοινωνία και η πρόσβαση των χρηστών ανεξάρτητα από τον τύπο του μηχανήματος και του λειτουργικού που χρησιμοποιούν.

Ένα δίκτυο υπολογιστών αποτελείται από συστατικά δυο κατηγοριών: τα φυσικά, τα οποία έχουν φυσική υπόσταση(π.χ. καλώδια, συσκευές) και τα λογικά, δηλαδή το λογισμικό, το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο και τη διαχείριση πόρων του δικτύου. Στην ενότητα μας θα ασχοληθούμε με τη πρώτη κατηγορία, και συγκεκριμένα με τις πιο γνωστές μας δικτυακές συσκευές όπως κάρτα δικτύου, Repeater, Hub, Bridge, Switch και Router. Οι δικτυακές συσκευές γίνονται αντικείμενο μελέτης στην εργασία μου και εξετάζονται ως προς τη λειτουργικότητα, την αρχιτεκτονική και την πιο συνηθισμένη χρήση τους.

3.1 Κάρτα Δικτύου (NIC)

Οι κάρτες δικτύου γνωστές και με τη συντομογραφία NIC (network interface cards) είναι από τα πιο βασικά και συνηθισμένα εξαρτήματα ενός δικτύου και όλοι σχεδόν έχουμε δει και μπορούμε να τις αναγνωρίσουμε. Συνήθως πρόκειται για εξαρτήματα που τοποθετούνται με μορφή κάρτας στο εσωτερικό ενός υπολογιστή και επιτρέπουν τη σύνδεση του στο καλωδιακό μέσο του δικτύου.

Οι κάρτες δικτύου έχουν συγκεκριμένα ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

- Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: είναι αυτά που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας της κάρτας ως ηλεκτρονικό κύκλωμα και ρυθμίζουν τους τρόπους μετάδοσης των δυαδικών ψηφίων, το χρονισμό, τα σήματα ελέγχου κτλ.
- Μηχανικά χαρακτηριστικά είναι αυτά που καθορίζουν τους τρόπους της φυσικής σύνδεσης της κάρτας με το μέσο μετάδοσης. Για παράδειγμα, το είδος του συνδέτη που διαθέτει η κάρτα και το οποίο καθορίζει και το είδος του καλωδίου που μπορούμε να συνδέσουμε (π.χ. ομοαξονικό, συνεστραμμένων ζευγών κλπ).

3.2 Repeaters (Επαναλήπτες)

Καθώς τα σήματα μεταδίδονται μέσω καλωδίων σε ένα δίκτυο δεδομένων, αυτά τείνουν να παραμορφωθούν με παραμόρφωση ανάλογη του μήκους του καλωδίου. Αυτό ονομάζεται εξασθένηση του σήματος. Ένας repeater είναι μια πρόσθετη συσκευή, η οποία λειτουργεί στο φυσικό επίπεδο του OSI μοντέλου και ο ρόλος του είναι να ενισχύει το σήμα ώστε να μπορεί να μεγαλώσει το μήκος του δικτύου.

Έτσι λειτουργεί ένας απλός repeater, που έχει δύο θύρες και χρησιμεύει στο να ενώνει δύο τμήματα δικτύου, να λαμβάνει αδύναμα σήματα στη μία θύρα, να τα ενισχύει, και να τα αναμεταδίδει στην άλλη θύρα. Κάποιοι repeaters έχουν την δυνατότητα να φιλτράρουν το θόρυβο. Οι repeaters είναι γενικά παθητικά στοιχεία του δικτύου, καθώς δεν επηρεάζουν την πληροφορία που δέχονται ούτε αντιλαμβάνονται γεγονότα που συμβαίνουν στο δίκτυο όπως οι συγκρούσεις ή οι συμφορήσεις.

Το βασικό πρόβλημα των repeaters είναι ότι όταν χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση τοπικών δικτύων εμφανίζονται προβλήματα συμφόρησης και χαμηλής απόδοσης, ιδίως όταν αυξάνει ο αριθμός των διασυνδεδεμένων σταθμών εργασίας. Για όλους αυτούς τους λόγους ένας γενικός κανόνας είναι να μην υπερβαίνουν οι 50 σταθμοί εργασίας για κάθε τμήμα τοπικού δικτύου, όταν χρησιμοποιούνται repeaters.

Συνοψίζοντας, είδαμε ότι ένας repeater είναι βασικά μια «κουτή» συσκευή με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ένας repeater αναμορφώνει τα δικτυακά σήματα έτσι ώστε να μπορούν να ταξιδέψουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις.
- Οι repeaters κυρίως χρησιμοποιούνται σε γραμμικά συστήματα καλωδίωσης όπως το Ethernet.

- Οι repeaters λειτουργούν στο κατώτερο επίπεδο ενός πρωτόκολλου: δηλαδή το φυσικό επίπεδο. Υψηλού επιπέδου πρωτόκολλα δε χρησιμοποιούνται.
- Και τα δύο μέρη που συνδέονται σε έναν repeater πρέπει να χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο επικοινωνίας.
- Οι repeaters κανονικά χρησιμοποιούνται στα πλαίσια ενός κτιρίου.
- Τα τμήματα που συνδέονται με έναν repeater γίνονται μέρος του ίδιου δικτύου και έχουν την ίδια διεύθυνση δικτύου.

3.3 Hubs

Το hub είναι επίσης μια δικτυακή συσκευή που ανήκει στο φυσικό επίπεδο. Στην πιο απλή του μορφή αντιστοιχεί σε ένα repeater με πολλές θύρες, στις οποίες συνδέονται τα καλώδια από τους σταθμούς εργασίας σχηματίζοντας μια τοπολογία αστέρα. Υπάρχουν ενεργητικά και παθητικά hubs.

Παθητικά hubs: Είναι μικρά κουτιά που έχουν μόνο λίγα ports για τη σύνδεση των υπολογιστών σε τοπολογία αστέρα. Ένα παθητικό hub μπορεί επίσης να είναι ένας πίνακας καλωδίων. Το σημαντικό είναι ότι δεν υπάρχει ενίσχυση των σημάτων. Ένα παθητικό hub είναι απλά ένα κομβικό κουτί που δεν απαιτεί ηλεκτρική σύνδεση.

Ενεργητικά hubs: Τα ενεργητικά hubs συνήθως έχουν περισσότερα ports από τα παθητικά hubs και αναμορφώνουν τα σήματα από τη μια συσκευή στην άλλη. Απαιτούν ηλεκτρική σύνδεση. Τα ενεργητικά hubs χρησιμοποιούνται όπως οι repeaters για να παρέχουν μια επιμήκυνση του καλωδίου που συνδέεται σε ένα σταθμό εργασίας. Τα απλά ενεργητικά hubs έχουν ένα μοναδικό σκοπό: να λαμβάνουν σήματα από ένα σταθμό και να τα αναμεταδίδουν ταυτόχρονα σε κάποιον άλλο.

Τα hubs συνήθως ενώνονται με άλλα hubs σχηματίζοντας μια τοπολογία ιεραρχικού αστέρα. Έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κόρον στη δημιουργία δικτύου δομημένης καλωδίωσης υποστηρίζοντας τις ανάγκες επικοινωνίας ενός κτιρίου με ένα αρθρωτό, επεκτάσιμο και ευέλικτο δίκτυο.

Συνοψίζοντας, τα hubs προσέφεραν στους χρήστες σημαντικές δυνατότητες:

1. Τα δίκτυα που βασίζονται σε δομημένη καλωδίωση είναι ευέλικτα και μπορούν να επεκταθούν (σχεδόν) απεριόριστα.

2. Τα hubs εξυπηρετούν πολλές διαφορετικές μορφές δικτύων, όπως το Ethernet, το token ring και το FDDI.

3. Τα hubs παρέχουν διαγνωστικές πληροφορίες, και δυνατότητα κεντρικής διαχείρισης της κίνησης.

4. Τα hubs παρέχουν ανθεκτικότητα σε λάθη και κρατούν το σύστημα καλωδίωσης του δικτύου ζωντανό. Αποτυχία κάποιου συνδέσμου επηρεάζει μόνο ένα σταθμό.

3.4 Γέφυρες (Bridges)

Οι bridges εξελίχθηκαν από τους repeaters, που λειτουργούν στο φυσικό επίπεδο, και πέρασαν στο επόμενο επίπεδο του OSI μοντέλου, το DLC. Εξακολουθούν να διασυνδέουν δύο τμήματα δικτύου, αλλά σε αντίθεση με τους repeaters επαναλαμβάνουν τα πακέτα και όχι το σήμα. Αυτό σημαίνει ότι ο θόρυβος δεν αναπαράγεται, ούτε και τα λανθασμένα πακέτα. Στην ουσία μια bridge είναι ένας υπολογιστής ειδικού σκοπού με δύο Ethernet interfaces, έστω E1 και E2.

Το bridge δέχεται ένα πακέτο από το interface E1 το προωθεί στο E2 και το αντίστροφο.

Οι bridges παρέχουν τις ακόλουθες τεχνικές λειτουργίες:

- **Frame forwarding** Είναι μια μορφή φιλτραρίσματος. Όταν ένα πακέτο φτάνει σε ένα Ethernet interface μιας bridge, η bridge διαβάζει τη διεύθυνση προορισμού του πακέτου και αποφασίζει αν θα το προωθήσει στο άλλο Ethernet interface ή όχι. Χωρίς φιλτράρισμα, τα πακέτα θα στέλνονταν σε όλα τα τμήματα δικτύου.

- **Loop resolution** Τοπικά δίκτυα με πολλά bridges μπορεί να έχουν βρόχους που να προκαλούν ένα πακέτο να ταξιδεύει συνέχεια. Υπάρχουν bridges που ανιχνεύουν τέτοια πακέτα και τα αποκόπτουν.

- **Learning techniques** Οι bridges σχεδιάζουν πίνακες με τις διευθύνσεις των κόμβων των υποδικτύων που διασυνδέουν, είτε εξετάζοντας τη ροή των πακέτων είτε παίρνοντας πληροφορίες από «εξερευνητικά πακέτα» που έχουν μάθει την τοπολογία του δικτύου στα προηγούμενα ταξίδια τους. Η πρώτη μέθοδος λέγεται transparent bridging και η δεύτερη source routing.

Συμπερασματικά, οι bridges εγκαθίστανται για τους εξής λόγους:

- Για να επεκτείνουν το μέγεθος ή τον αριθμό των κόμβων του δικτύου.
- Για να χωρίσουν ένα φορτωμένο δίκτυο σε τμήματα, μειώνοντας έτσι την κυκλοφορία στο κάθε ένα από αυτά.
- Για να συνδέσουν διαφορετικά δίκτυα όπως το Ethernet και το token ring και να προωθήσουν πακέτα μεταξύ τους αρκεί βέβαια να ακολουθούν το ίδιο πρωτόκολλο δικτύου.

3.5 Μεταγωγείς (Switches)

Το switching (ακόμα μια τεχνική για διασύνδεση τμημάτων δικτύων) υπήρξε μια ανακάλυψη εφάμιλλης σημασίας, αφού χωρίς τα switches το γρήγορο Ethernet θα περιοριζόταν σε μια ακτίνα δικτύου 200 μέτρων, η οποία βασικά είναι άχρηστη, εκτός και αν πρόκειται για πολύ μικρές εγκαταστάσεις. Τα switches είναι συσκευές που διασυνδέουν τμήματα δικτύων, δουλεύουν στο επίπεδο DLC και αποτελούν την εξέλιξη των bridges, τις οποίες τείνουν σήμερα να αντικαταστήσουν. Βασίζονται και αυτά στις MAC addresses για την προώθηση των πακέτων στο κατάλληλο LAN segment αλλά υποστηρίζουν ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες διαμεταγωγής, και πολύ περισσότερες θύρες I/O (μερικές δεκάδες). Τα switches μοιάζουν σε λειτουργικότητα με τα transparent bridges, στο ότι «μαθαίνουν» την τοπολογία του δικτύου στο οποίο συνδέονται, και ανάλογα με την τοπολογία προωθούν ή φιλτράρουν πακέτα.

Εισάγουν όμως και νέες, μοναδικές τεχνικές:

- full-duplex επικοινωνία ανάμεσα σε δύο συσκευές
- Μετατροπή ρυθμού δεδομένων (ασύγχρονη λειτουργία)
- Ταυτόχρονη επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικά ζεύγη συσκευών (μετάγοντας περισσότερα του ενός πακέτα σε κάθε χρονική στιγμή)

Τα δύο τελευταία χαρακτηριστικά υλοποιούνται με buffering. Έτσι τα πακέτα που φτάνουν σε ένα input port αποθηκεύονται σε κάποιο port buffer μέχρι να ελευθερωθεί το output port. Αυτή η δυνατότητα εξυπηρετεί τις client- server εφαρμογές όπου πολλοί clients χαμηλού bandwidth αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα με ένα server υψηλού bandwidth.

3.6 Δρομολογητές (Routers)

Δρομολόγηση γενικά μπορεί να ονομαστεί η διαδικασία μεταφοράς δεδομένων από ένα σημείο σε ένα άλλο. Η διαδικασία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει σαν ένα βήμα και την εύρεση της καλύτερης δυνατής διαδρομής για την μεταφορά (εφόσον υπάρχουν περισσότεροι από ένας διαθέσιμοι δρόμοι που να συνδέουν την αφετηρία με τον προορισμό).

Η βασική διαφορά με τις γέφυρες, είναι ότι οι δρομολογητές υποστηρίζουν αρκετά πιο πολύπλοκες διατάξεις (τοπολογίες) δικτύων στις οποίες είναι πιθανόν δύο σημεία του δικτύου να ενώνονται με περισσότερες από μία διαδρομές. Οι δρομολογητές έχουν γενικά την δυνατότητα να εξισορροπήσουν το φορτίο της κίνησης όλων των διαφορετικών διαδρομών παίρνοντας ανά πάσα στιγμή (δυναμικά) αποφάσεις για το ποια διαδρομή θα ακολουθήσουν τα πακέτα (με την προϋπόθεση βέβαια ότι υπάρχουν διαθέσιμες περισσότερες από μια διαδρομές και χρησιμοποιείται κάποια τεχνική δρομολόγησης). Ο τρόπος που συνεννοούνται μεταξύ τους οι δρομολογητές καθορίζεται από κάποιους κοινά αποδεκτούς κανόνες και συμφωνίες, γνωστούς ως *πρωτόκολλα δρομολόγησης (routing protocols)*.

Να σημειώσουμε εδώ ότι οι δρομολογητές, αν και είναι συσκευές που μοιάζουν πολλές φορές εξωτερικά με διανομείς ή γέφυρες είναι εσωτερικά κανονικοί υπολογιστές με δικό τους λειτουργικό σύστημα και πλήθος ρυθμίσεων στο οποίο εμείς μπορούμε να παρέμβουμε. Περιέχουν μεταξύ άλλων και πίνακες δρομολόγησης (όπως οι γέφυρες περιέχουν πίνακες διευθύνσεων).

Συνοψίζοντας, οι δρομολογητές εκτελούν τις παρακάτω λειτουργίες:

- Φιλτράρουν και δρομολογούν τα πακέτα ανάλογα με τον τύπο τους.
- Υποστηρίζουν πολλές διαφορετικές συνδέσεις μεταξύ των δικτύων (διαφορετικές διαδρομές) αυξάνοντας έτσι την αξιόπιστα των συνδέσεων (αφού σε περίπτωση διακοπής μιας διαδρομής χρησιμοποιείται αυτόματα μια εναλλακτική).
- Η δρομολόγηση των πακέτων γίνεται κάθε φορά δυναμικά, λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του δικτύου (συνθήκες κίνησης, καθυστέρηση κλπ.)

Η υλοποίηση του αλγορίθμου δρομολόγησης περιλαμβάνει συνήθως έναν πίνακα δρομολόγησης τον οποίον συμβουλευεται ο δρομολογητής για να αποφασίσει που θα πρέπει να στείλει το κάθε πακέτο. Συνήθως ο πίνακας δρομολόγησης αποτελείται από ζεύγη της μορφής (N,R) όπου N είναι η διεύθυνση του δικτύου προορισμού και R η IP διεύθυνση του επόμενου στη σειρά δρομολογητή που βρίσκεται στο μονοπάτι που οδηγεί στο δίκτυο N. Επομένως ο πίνακας δρομολόγησης περιέχει μόνο την διεύθυνση του επόμενου κόμβου ("next hop") που οδηγεί στο δίκτυο προορισμού και όχι την πλήρη ακολουθία των κόμβων.

To reach network:	Send to:
27	Node A
57	Node B
17	Node C
24	Node A
52	Node A
16	Node B
26	Node A
.	.
.	.
.	.

Πίνακας 2 Κλασικός Πίνακας Δρομολόγησης

3.7 Gateways

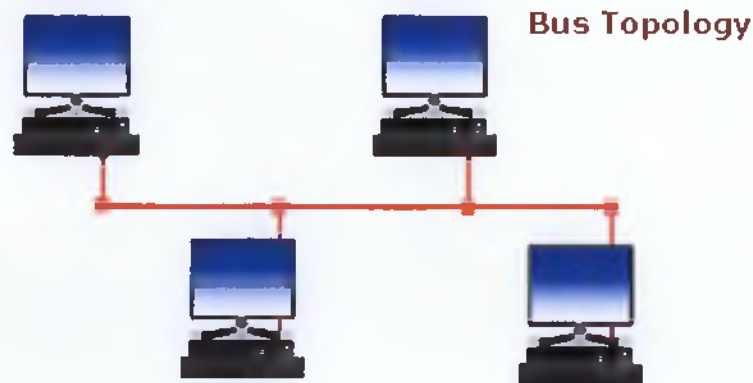
Η συσκευή που κάνει μετατροπές πρωτοκόλλων που επιτρέπουν την πληροφορία να ανταλλάσσεται μεταξύ των δύο διαφορετικών τύπων δικτύου ονομάζεται gateway. Μία gateway περιλαμβάνει τη λειτουργικότητα που σχετίζεται και με τα 7 επίπεδα του OSI μοντέλου. Οι gateways διασυνδέουν δίκτυα ή διαφορετικές αρχιτεκτονικές επεξεργάζοντας πρωτόκολλα που δίνουν τη δυνατότητα σε μια συσκευή ενός τύπου τοπικού δικτύου να επικοινωνήσει με μια συσκευή ενός άλλου τοπικού δικτύου. Η gateway δρα και σαν ένας αγωγός με τον οποίο οι υπολογιστές μιλάνε μεταξύ τους και σαν ένας μεταφραστής ανάμεσα στα διάφορα επίπεδα πρωτοκόλλων.

4. Τοπολογίες δικτύων

Τοπολογία δικτύου είναι η γεωμετρική και φυσική διάταξη των καλωδίων και των συσκευών που συνδέονται με το δίκτυο. Αυτή η διάταξη μπορεί να είναι ένας δίαυλος, ένας δακτύλιος ή ένας αστέρας. Αν το δίκτυο είναι πολύ μεγάλο, ενδέχεται να υπάρχουν και τα τρία είδη σε διάφορα σημεία του δικτύου. Οι τοπολογίες είναι είτε φυσικές είτε λογικές. Τα κυριότερα είδη τοπολογιών είναι η γραμμική, η τύπου διαύλου, δακτυλίου, αστέρα, η κατανεμημένη, η πλήρως κατανεμημένη και η τύπου δένδρου.

4.1 Δίαυλος (Bus)

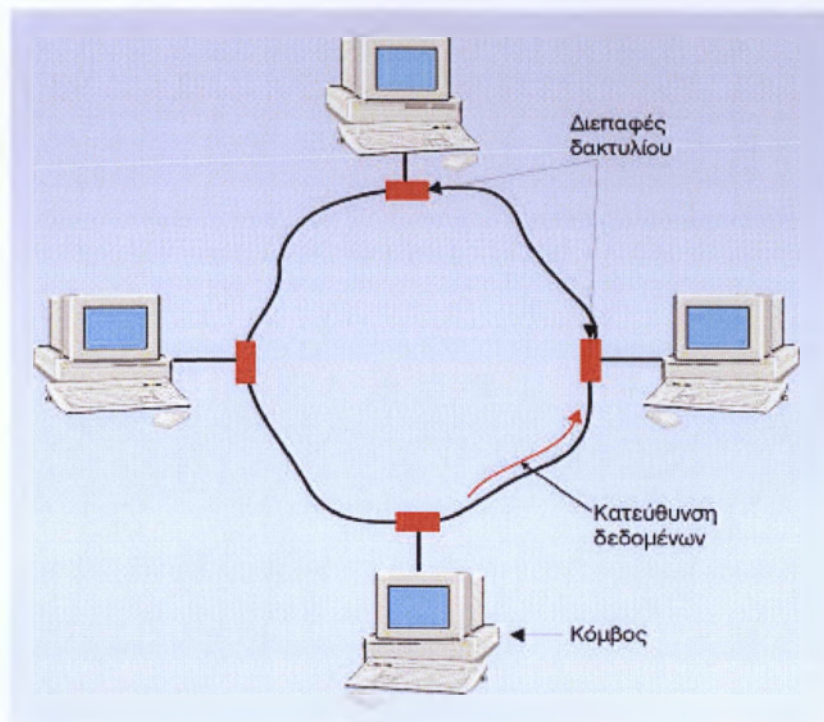
Στην τοπολογία αυτή ολόκληρο το δίκτυο στηρίζεται σε ένα καλώδιο, το οποίο συνήθως καλείται ραχοκοκαλιά (Backbone). Όλοι οι κόμβοι συνδέονται με το κεντρικό καλώδιο είτε απευθείας μέσω συνδέσμων T είτε μέσω άλλων καλωδίων. Τα καλώδια είναι συνήθως ομοαξονικά, ενώ η ραχοκοκαλιά είναι τερματισμένη στα δύο άκρα της. Αυτό γίνεται προκειμένου το σήμα να απορροφάται στα δύο άκρα και να μην ανακλάται δημιουργώντας επιπλέον θόρυβο. Τα πλεονεκτήματα του είναι ότι είναι εύκολο στην εγκατάσταση και σχετικά φθηνό. Τα μειονεκτήματα είναι ότι αν σε ένα σημείο του διαύλου διακοπεί η επικοινωνία, τότε καταρρέει όλο το δίκτυο, ενώ δύσκολα εντοπίζεται η βλάβη. Αυτή η τοπολογία συνδυάζεται συνήθως με τα πρωτόκολλα 10Base5 και 10Base2. Τα δίκτυα διαύλου είναι σχετικά ανέξοδα και εύκολο να εγκατασταθούν για τα μικρά δίκτυα. Τα συστήματα Ethernet χρησιμοποιούν μια τοπολογία bus.



Εικόνα 16 Τοπολογία διαύλου

4.2 Δακτύλιος (Ring)

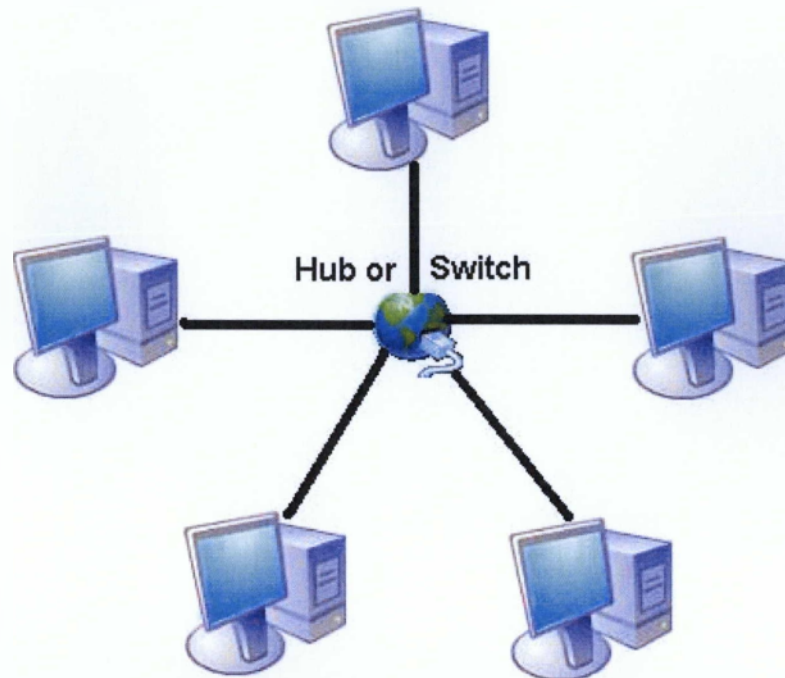
Εδώ όλοι οι κόμβοι συνδέονται έτσι, ώστε να σχηματίζουν ένα κύκλο. Τα δεδομένα ακολουθούν πάντα την ίδια φορά και κάθε κόμβος αναπαράγει το σήμα. Αν λοιπόν κάποια συσκευή σταματήσει να λειτουργεί, τότε καταρρέει ολόκληρο το δίκτυο. Την τοπολογία αυτήν την συναντάμε σε πρωτόκολλα Token Ring και FDDI και χρησιμοποιείται σε δίκτυα με πολλούς κόμβους όπου απαιτείται υψηλή ταχύτητα. Άλλο ένα μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος αφού για την δημιουργία ενός δακτυλίου με πρωτόκολλο FDDI χρειάζεται η αγορά οπτικών ινών και ανάλογες κάρτες δικτύου(NIC).



Εικόνα 17 Τοπολογία δακτυλίου

4.3 Τοπολογία αστέρα

Στην τοπολογία αστέρα (star) όλες οι συσκευές συνδέονται με μια κεντρική πλήμνη (hub). Το Hub είναι μία συσκευή με εισόδους RJ-45 όπου συνδέονται οι κόμβοι, ενώ συνήθως έχουν και λαμπάκια τα οποία δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας τους. Τα δίκτυα αστεριών είναι σχετικά εύκολο να εγκατασταθούν και να διαχειριστούν, αλλά οι δυσχέρειες μπορούν να εμφανιστούν επειδή όλα τα στοιχεία πρέπει να περάσουν μέσω του hub. Το πλεονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι ότι, αν κάποιος κόμβος τεθεί εκτός λειτουργίας, δεν καταρρέει το δίκτυο. Εξίσου εύκολη είναι και η επέκταση του δικτύου με την προσθήκη παραπάνω κόμβων, αφού το δίκτυο δεν χρειάζεται να σταματήσει να λειτουργεί. Το μειονέκτημα εδώ είναι το αυξημένο κόστος λόγω των περισσότερων καλωδίων και των συσκευών Hub.



Εικόνα 18 Τοπολογία αστέρα

4.4 Υβριδική τοπολογία

Έτσι ονομάζεται κάθε συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων που αναφέραμε. Ένα παράδειγμα είναι μια τοπολογία δέντρου η οποία συνδυάζει τα χαρακτηριστικά των γραμμικών τοπολογιών bus και αστέρα. Αποτελείται από ομάδες διαμορφωμένων τερματικών σταθμών που συνδέονται με ένα γραμμικό βασικό καλώδιο bus. Αυτές οι τοπολογίες μπορούν επίσης να αναμιχθούν. Παραδείγματος χάριν, ένα δίκτυο bus-αστέρα αποτελείται από ένα bus υψηλής-εύρους ζώνης, αποκαλούμενο σπονδυλική στήλη, η οποία συνδέει τις συλλογές των τμημάτων αστεριών αργές-εύρους ζώνης.

Κύρια μέρη δομημένης καλωδίωσης:

- Οριζόντια καλωδίωση
- Καλωδίωση κορμού(backbone)
- Κατανομητής
- Χώρος συσκευών επικοινωνίας
- Περιοχή εργασίας
- Εξωτερική καλωδίωση

5. Δομή Δομημένης Καλωδίωσης

5.1 Οριζόντια Καλωδίωση

Είναι το τμήμα του δικτύου που συνδέει τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες των χώρων εργασίας, με τους κατανεμητές ορόφου. Περιλαμβάνει τον κατανεμητή ορόφου, τις καλωδιώσεις μεταξύ αυτού και των τηλεπικοινωνιακών πριζών, τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες, τις διατάξεις τερματισμού των καλωδίων στους κατανεμητές ορόφου και τις πρίζες και την μεικτονόμηση με ενεργό εξοπλισμό.

Η τοπολογία της Οριζόντιας Καλωδίωσης Ορόφου είναι ιεραρχικού αστέρα, με κέντρο τον κατανεμητή ορόφου. Σε περιπτώσεις ορόφων με πολύ λίγες πρίζες, αυτές μπορούν να συνδεθούν στους κατανεμητές του προηγούμενου ή επόμενου ορόφου. Συνήθως τοποθετείται ένας τουλάχιστον κατανεμητής ανά όροφο ή επιφάνεια ορόφου 1000 τ.μ.

5.2 Κατακόρυφη Καλωδίωση

Η κατακόρυφη καλωδίωση προορίζεται να παρέχει διασυνδέσεις μεταξύ κατανεμητών ορόφων, χώρου τηλεπικοινωνιακών συσκευών και σημείου εισαγωγής στο κτίριο. Η κατακόρυφη καλωδίωση αποτελείται από τα καλωδιακά μέσα μετάδοσης, τα ενδιάμεσα και το κύριο σημείο μεικτονόμησης και τους μηχανικούς τερματισμούς των καλωδίων κορμού. Επίσης η κατακόρυφη καλωδίωση περιλαμβάνει και τα καλωδιακά μέσα μεταξύ κτιρίων, στην περίπτωση που οι κατανεμητές, η αίθουσα επικοινωνιακού εξοπλισμού και η εισαγωγή κτιρίου βρίσκονται σε διαφορετικά κτίρια.

Σε κάθε κτίριο μπορεί να υπάρχουν περισσότερα του ενός συστήματα κατακόρυφης καλωδίωσης. Κατά την χάραξη των διόδων της κατακόρυφης καλωδίωσης πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να αποφεύγεται η γειτνίαση με πηγές υψηλού επιπέδου ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών. Σε περίπτωση που αυτό είναι αδύνατο, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται καλώδιο οπτικών ινών.

Λόγω της πληθώρας των υπηρεσιών και του μεγέθους των εγκαταστάσεων που προορίζεται να εξυπηρετήσει η κατακόρυφη καλωδίωση, το πρότυπο αναγνωρίζει περισσότερα από ένα μέσα μετάδοσης, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξεχωριστά ή σε συνδυασμό στην κατακόρυφη καλωδίωση.

5.3 Υποσύστημα Θέσης Εργασίας

Τα στοιχεία που αποτελούν τη θέση εργασίας, εκτείνονται από το τέλος της οριζόντιας καλωδίωσης, που είναι η πρίζα, ως τον εξοπλισμό της θέσης εργασίας, που μπορεί να είναι οποιοσδήποτε τύπος συσκευών, όπως τηλέφωνα, τερματικά και υπολογιστές. Επειδή η καλωδίωση της θέσης εργασίας (από την πρίζα στη συσκευή) είναι συνήθως προσωρινή, πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μπορεί εύκολα να αλλαχθεί. Η πρακτική που συνίσταται εδώ είναι το ελεύθερο καλώδιο.

Το μέγιστο μήκος του καλωδίου της θέσης εργασίας έχει καθοριστεί στα 3μ. Όμως το όριο αυτό μπορεί να αυξηθεί αρκεί να μην καταστρατηγείται ο περιορισμός για μέγιστη απόσταση 100μ. (απόσταση πρίζας-κατανεμητή ορόφου +μήκος καλωδίου θέσης εργασίας) και να έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το οριζόντιο καλώδιο.

Όταν στη θέση εργασίας απαιτούνται προσαρμογές, αυτές πρέπει να γίνονται εξωτερικά στην πρίζα. Αυτό διευκολύνει την τήρηση ομοιομορφίας στην οριζόντια καλωδίωση και παρέχει τη δυνατότητα χρήσης της για διαφορετικούς τύπους συνδέσεων. Πρέπει πάντως να αναφερθεί ότι οι προσαρμογές δεν θεωρούνται μέρος του προτύπου και σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποτελούν την εξαίρεση και όχι τον κανόνα.

Ο ελάχιστος αριθμός τηλεπικοινωνιακών παροχών είναι και δυο ανά θέση εργασίας και επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών των γραφειακών χώρων. Για περιπτώσεις χώρων ειδικής χρήσης πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να τοποθετηθούν περισσότερες εκτιμώμενες κατά περίπτωση.

5.4 Κατανεμητής

Ο κατανεμητής γενικά είναι ένας χώρος σε κάθε όροφο ενός κτιρίου που προορίζεται για τη διασύνδεση της οριζόντιας καλωδίωσης με την κατακόρυφη καλωδίωση, ενώ μπορεί να αποτελεί ένα ενδιάμεσο ή το κύριο σημείο μεικτονόμησης για διαφορετικά τμήματα του συστήματος κατακόρυφης καλωδίωσης. Επίσης, μπορεί να περιλαμβάνει το σημείο οριοθέτησης της καλωδίωσης, δηλαδή το ακραίο σημείο της καλωδίωσης που βρίσκεται στο σημείο εισαγωγής του κτιρίου. Οι κατανεμητές γενικά έχουν την λογική ότι οι τερματισμοί των καλωδίων πρέπει να γίνονται σταθερά σε οριζωρίδες, ενώ οι συνδέσεις του τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού να γίνονται με μεικτονομήσεις.

Ο χώρος του κατανεμητή πρέπει να είναι αφιερωμένος μόνο σε τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες και συναφείς λειτουργίες. Κανονικά στο χώρο του κατανεμητή δεν πρέπει να υπάρχουν άλλες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις εκτός από εκείνες που είναι απαραίτητες για τις συσκευές τηλεπικοινωνιακών και γενικά ασθενών ρευμάτων.

Κάθε κτίριο πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον ένα κατανεμητή, χωρίς να υπάρχει άνω όριο στο πλήθος των κατανεμητών που μπορεί να υπάρχουν. Είναι προτιμητέο

οι κατανεμητές να τοποθετούνται στο μέσον του ορόφου και του κτιρίου, έτσι ώστε να μειώνονται οι οριζόντιες αποστάσεις των καλωδίων.

Ένας κατανεμητής θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ανά όροφο. Πρόσθετοι κατανεμητές είναι δυνατόν να υπάρχουν όταν η εξυπηρετούμενη επιφάνεια του ορόφου υπερβαίνει κάποια όρια, τυπικά τα 1000τ.μ. ή η απόσταση του κατανεμητή από την πιο ακραία θέση εργασίας υπερβαίνει τα 90μ. Ο τοπικός κατανεμητής, στον οποίο καταλήγει η οριζόντια καλωδίωση του ορόφου πολλές φορές αναφέρεται και σαν «κατανεμητής ορόφου». Αν υπάρχουν περισσότεροι του ενός κατανεμητές στον όροφο, πρέπει να προβλεφθεί τουλάχιστον ένας καλωδιακός δρόμος σύνδεσης μεταξύ τους, κατά προτίμηση ο συντομότερος.

Ο χώρος του κατανεμητή μπορεί να είναι ένα μικρό, κλειστό δωμάτιο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν χώρος συσκευών επικοινωνίας. Είναι φυσικό ο χώρος του κεντρικού κατανεμητή να είναι μεγαλύτερος από το χώρο ενός κατανεμητή ορόφου, γιατί συνήθως στεγάζει και ένα πλήθος από απαραίτητες τηλεπικοινωνιακές συσκευές, καθώς και τον τερματισμό της οριζόντιας καλωδίωσης του ορόφου, στον οποίο βρίσκεται.

Οι διαστάσεις του χώρου του κατανεμητή καθορίζονται, κατά περίπτωση, ανάλογα με το μέγεθος του εξοπλισμού, που πρόκειται να στεγάσει. Μια ενδεικτική τιμή για κατανεμητή ορόφου είναι τα 5τ.μ. Και για κεντρικό κατανεμητή τουλάχιστον 10.τμ.

Κάθε κατανεμητής πρέπει να περιλαμβάνει απαραίτητα τα ακόλουθα παθητικά στοιχεία:

- Μεταλλικό ικρίωμα με διαστάσεις επαρκείς για τη στέγαση των στοιχείων, που προορίζονται να αναρτηθούν σ' αυτό και με δυνατότητα ασφάλισης.
- Σύνθετα πλαίσια μεικτονόμησης (modular patch panels) για τον τερματισμό της οριζόντιας καλωδίωσης.
- Οπτικό κατανεμητή για τη σύνδεση οπτικών ινών της κατακόρυφης καλωδίωσης
- Οριολωρίδες για τον τερματισμό πολύζευγων UTP κάθετων καλωδίων
- Οδηγούς καλωδίων για την οργάνωση των καλωδίων μεικτονόμησης.

5.5 Χώρος Συσκευών Επικοινωνίας

Ο χώρος συσκευών επικοινωνίας είναι το δωμάτιο εκείνο του κτιρίου, που φιλοξενεί τα κεντρικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα, που είναι απαραίτητο να συνδεθούν στο σύστημα καλωδίωσης ασθενών ρευμάτων του κτιρίου. Παρόλο που ο χώρος συσκευών επικοινωνίας σαφώς διαφέρει από τους κατανεμητές, λόγω της φύσης ή της πολυπλοκότητας του εξοπλισμού που περιέχει, πολλές ή όλες οι λειτουργίες ενός κατανεμητή και κυρίως του κεντρικού παρέχονται από το χώρο συσκευών επικοινωνίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο χώρος συσκευών επικοινωνίας περιέχει τον κεντρικό κατανεμητή του κτιρίου.

Κάθε κτίριο περιλαμβάνει ένα τουλάχιστον χώρο συσκευών επικοινωνίας. Πολλαπλοί χώροι συσκευών επικοινωνίας σ' ένα κτίριο είναι δυνατόν να υπάρχουν εφόσον απαιτείται, κάτι τέτοιο όμως δεν συνίσταται.

Το μέγεθος του χώρου αυτού υπολογίζεται με βάση τον όγκο των συστημάτων που θα εγκατασταθούν και τις απαιτήσεις τους σε ελεύθερο χώρο. Σε περίπτωση έλλειψης τέτοιων στοιχείων, η έκταση αυτού του χώρου εκτιμάται υπολογίζοντας για κάθε 100τ.μ. χώρου θέσεων εργασίας 1τ.μ. αυτού του χώρου.

Ο χώρος συσκευών επικοινωνίας πρέπει να βρίσκεται κοντά στην όδευση της καλωδίωσης κορμού με την οποία και συνδέεται. Κατά την επιλογή του χώρου πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η ευκολία επέκτασης της αρχικής του δομής, γι' αυτό επιθυμητό είναι να αποφεύγονται χώροι που βρίσκονται δίπλα σε ανελκυστήρες, φωταγωγούς κλπ. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η γειτνίαση του χώρου με ισχυρές πηγές ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής. Φωτοτυπικά μηχανήματα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 3μ. από το χώρο των συσκευών επικοινωνίας.

Στο χώρο πρέπει να υπάρχει δυνατότητα κλιματισμού για τις ανάγκες των συσκευών και να λαμβάνεται μέριμνα για την αποφυγή εισροής σκόνης. Αν το κεντρικό σύστημα κλιματισμού δεν λειτουργεί συνεχώς έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες των συσκευών του χώρου, είναι προτιμητέο να εγκατασταθεί πρόσθετο αυτόνομο μηχανήματα κλιματισμού για το χώρο αυτό.

Η τροφοδοσία ισχύος του χώρου πρέπει να εξασφαλίζεται από ειδική παροχή ξεχωριστού πίνακα καθώς επίσης ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δίνεται στη σωστή γείωση. Αν υπάρχει η δυνατότητα συστήματος UPS, είναι καλύτερα η παροχή ισχύος να γίνεται από το UPS. Ένα UPS ισχύος μέχρι 100KVA μπορεί να εγκατασταθεί στον ίδιο χώρο, ενώ αν είναι μεγαλύτερης ισχύος πρέπει να προβλέπεται ξεχωριστός χώρος.

Για λόγους ασφαλείας πρέπει να απαγορεύεται η προσπέλαση στο χώρο από μη εξουσιοδοτημένα άτομα, γι' αυτό πρέπει να έχει τη δυνατότητα να κλειδώνει.

5.6 Σημείο Εισαγωγής Στο Κτίριο

Το σημείο εισαγωγής αποτελείται από τα καλώδια, τον εξοπλισμό διασύνδεσης, για τις συσκευές προστασίας και οτιδήποτε άλλο εξοπλισμό απαιτείται για τη σύνδεση του κτιρίου με τον έξω κόσμο. Το σημείο εισαγωγής μπορεί να περιλαμβάνει και τις εισόδους των στοιχείων, που παρέχουν τυχόν δορυφορική σύνδεση.

Το σημείο εισαγωγής ουσιαστικά αποτελείται από την εισαγωγή του ΟΤΕ στο κτίριο, καθώς και το σημείο εισόδου, που παρέχει τη σύνδεση μεταξύ των κτιρίων (δια-κτιριακή) και στην ενδοκτιριακή κατακόρυφη καλωδίωση και λέγεται ενδοκτιριακό σημείο εισόδου. Το σημείο οριοθέτησης του δικτύου βρίσκεται στο χώρο αυτό και είναι το σημείο διασύνδεσης ανάμεσα στον κατανεμητή του ΟΤΕ από τη μια πλευρά και την εσωτερική καλωδίωση και τον εξοπλισμό δικτύου από την άλλη.

Η θέση του χώρου εισαγωγής, είναι προτιμότερο να βρίσκεται όσο πλησιέστερα γίνεται στην κατακόρυφη καλωδίωση. Ιδιαίτερος χώρος για το σημείο εισαγωγής

δεν απαιτείται για κτίριο με χώρο θέσεων εργασίας μικρότερο από 2000 τ.μ. Στις περισσότερες περιπτώσεις ωστόσο, ο χώρος εισαγωγής του κτιρίου φιλοξενείται στον ίδιο χώρο που στεγάζει το χώρο συσκευών επικοινωνίας και το σημείο μεικτονόμησης.

Στα σημεία τερματισμού των καλωδίων εισόδου στο κτίριο συνίσταται η εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας με κατάλληλες διατάξεις για την προστασία των συσκευών που συνδέονται σ' αυτά.

5.7 Γειώσεις

Αναπόσπαστο στοιχείο ενός συστήματος καλωδίωσης αποτελούν οι γειώσεις που το προστατεύουν. Εκτός από την προστασία του ανθρώπινου προσωπικού και του εξοπλισμού από επικίνδυνες τάσεις, οι γειώσεις μπορούν να μειώσουν την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής από και προς το τηλεπικοινωνιακό σύστημα καλωδίωσης. Ακατάλληλη γείωση μπορεί να ευνοήσει παρεμβολή επαγωγικών τάσεων στα τηλεπικοινωνιακά κυκλώματα.

Στο σχεδιασμό του συστήματος γείωσης πρέπει οπωσδήποτε να ακολουθούνται οι οδηγίες και οι απαιτήσεις γείωσης των κατασκευαστών του εξοπλισμού. Επιπλέον κάθε κατανεμητής πρέπει να διαθέτει την κατάλληλη γείωση. Η γείωση πρέπει να είναι συνδεδεμένη στο ενιαίο σύστημα γείωσης του ηλεκτρικού συστήματος του χώρου, έτσι ώστε να είναι η ίδια για όλες τις συνδεδεμένες συσκευές.

5.8 Σήμανση

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στον ευθετισμό και τη σήμανση των καλωδίων και των σημείων τερματισμού, με ιδιαίτερη έμφαση στους κατανεμητές. Το δίκτυο θα πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμο, για να ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργήσουν διάφοροι παράγοντες (πολλά άτομα που ασχολούνται με τη διαχείριση του δικτύου, είτε πολύ διαφορετικά μεταξύ τους μηχανήματα, συστήματα ή τεχνολογίες που εξυπηρετούνται ή θα εξυπηρετηθούν από το δίκτυο στη διάρκεια της ενεργούς υπηρεσίας του). Για τη σήμανση του δικτύου πέραν των όσων υπάρχουν διάσπαρτα στους διάφορους κανονισμούς πρέπει να ακολουθείτε η προδιαγραφή ANSI/TIA/EIA-606 μερικά από τα βασικά σημεία της οποίας είναι τα ακόλουθα:

- Τα διάφορα πεδία του κατανεμητή πρέπει να είναι σαφώς διαχωρισμένα και να φέρουν ευκρινή σήμανση.
- Τα patch panels και οι πρίζες πρέπει να φέρουν ετικέτες με την ταυτότητα τους και εάν απαιτείται και με τη χρήση τους.

- Τα καλώδια να φέρουν πινακίδες ή ειδικά εξαρτήματα σήμανσης και στην άκρη της πρίζας και στην άκρη τοθ patch panel. Δεν επιτρέπεται η σήμανση με μαρκαδόρο επάνω στο καλώδιο. Το κομμάτι με τη σήμανση ενδέχεται να κοπεί σε μια επανασύνδεση του καλωδίου ή να σβήσει.

Όλες οι σήμανσεις πρέπει να είναι διαρκείς και ευανάγνωστες.

6. Πλεονεκτήματα Δομημένης Καλωδίωσης

1. Συμβατότητα

Η δομημένη καλωδίωση χτίζει μια γέφυρα μεταξύ των συσκευών από τους διαφορετικούς κατασκευαστές επειδή παρέχει μια κοινή και συνεπή πλατφόρμα για τις επικοινωνίες και την αλληλεπίδραση. Τα προϊόντα που δεν είναι σύμφωνα με τα πρότυπα επικοινωνιών και καλωδίωσης που υποστηρίζουν ή απαιτούν τη δομημένη καλωδίωση δεν πρέπει να συμπεριληφθούν στα σχεδιαζόμενα συστήματα.

2. Συνέπεια

Επειδή η καλωδίωση εγκαθίσταται ως ενιαίο σύστημα, όλη η καλωδίωση μπορεί να εγκατασταθεί για να αποφευχθεί η παρεμβολή ηλεκτρικών σημάτων και να παρέχει έναν συνεπέστερο ήχο, βίντεο, τηλέφωνο, ή μετάδοση στοιχείων.

3. Ευελιξία

Επειδή η καλωδίωση ενός ολόκληρου σπιτιού συνδέεται με ένα κεντρικό κέντρο διανομής, η καλωδίωση μπορεί εύκολα να ξαναρυθμιστεί για άλλες εφαρμογές και τα συστήματα στο σπίτι μπορούν να αλλάξουν.

4. Ακεραιότητα

Επειδή δεν υπάρχει καμία συναρμογή καλωδίων στο σύστημα, δεν υπάρχει κανένα σημείο αποτυχίας όπως μια θέση βαθιά σε έναν τοίχο όπου σε ένα καλώδιο μπορεί να υπάρξει παρεμβολή.

5. Συντήρηση και διαχείριση

Κάθε καλώδιο στο σπίτι είναι χωριστά προσιτό για τη δοκιμή και την ανίχνευση λαθών.

2^ο Κεφάλαιο

ΕΡΓΟ: ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ – ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΝΕΟΥ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟΥ ΜΕΓΑΡΟΥ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

1. Το Δίκτυο

Το καλωδιακό δίκτυο του κτιρίου είναι δομημένο (structured wiring), και βασίζεται στο αντίστοιχο πρότυπο τηλεπικοινωνιακής καλωδίωσης κτιρίων **EIA/TIA-568B**. Από άποψη χαρακτηριστικών μετάδοσης (Attenuation και Near End Cross Talk), η καλωδίωση ικανοποιείται από την **κατηγορία Cat 5e**.

Στοιχεία του δικτύου αποτελούν οι τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες), η οριζόντια καλωδίωση, οι κατανεμητές ορόφου, η κατακόρυφη καλωδίωση και οι κεντρικοί κατανεμητές του κτιρίου.

Εξασφαλίζεται ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των πλέον απομακρυσμένων σταθμών και του κεντρικού κατανεμητή είναι εντός των ορίων που ορίζουν τα πρότυπα (<90m) έτσι ώστε να είναι δυνατή η απ' ευθείας σύνδεση μεταγωγών Ethernet οι οποίοι βρίσκονται στον κεντρικό κατανεμητή με σταθμούς εργασίας ή εξυπηρετητές οπουδήποτε στο κτίριο όταν αυτό παραστεί αναγκαίο. Η σύνδεση κατανεμητών ορόφου και κεντρικού κατανεμητή απλουστεύεται όταν αυτοί οργανώνονται σε διάταξη κατακόρυφης στήλης.

Το καλωδιακό δίκτυο είναι κοινό για το δίκτυο δεδομένων και για το τηλεφωνικό δίκτυο όσον αφορά την οριζόντια καλωδίωση και διαφοροποιείται στο κατακόρυφο τμήμα της καλωδίωσης. Υλοποιείται σε τοπολογία αστέρα και με καλώδιο **UTP Cat 5e** και με πολύτροπες οπτικές ίνες **LC (Legrand Cabling System 2 code 35513)**

2. Η κατακόρυφη καλωδίωση

Η κατακόρυφη σύνδεση του δικτύου δεδομένων γίνεται με χρήση 8 καλωδίων UTP κατηγορίας CAT5e 25 ζευγών και 12 πολύτροπες οπτικές ίνες τύπου LC . Σε κάθε άκρο θα μικτονομηθούν πλήρως τα UTP CAT5e στην οπίσθια πλευρά ενός Patch panel LCS2 μετώπη μικτονόμησης 24RJ 45 CAT5e (code35551) πάνω σε κάθε κατανεμητή ορόφου και σε συνεχόμενες σειρές των 24 θέσεων στον κεντρικό κατανεμητή, αντίστοιχα. Οπτική ίνα τερματίζει σε LCS2 μπλοκ 6 Οπτικής ίνας 9/125mm LC (code 33513).

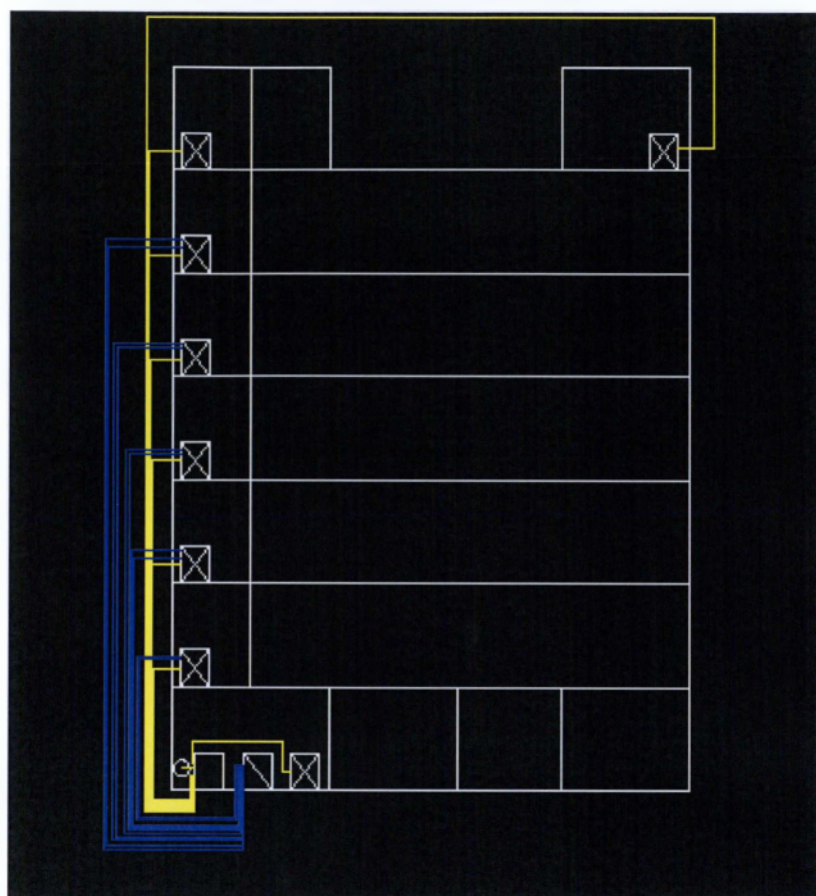
Το κατακόρυφο τμήμα του τηλεφωνικού δικτύου απαρτίζεται, από καλώδια χαλκού κατηγορίας CAT5e. Από τα του κεντρικού τηλεφωνικού κατακόρυφα ζεύγη τερματίζονται τα 2 κεντρικά ζεύγη(μπλε-πράσινο) στο οπίσθιο μέρος των patch panels των κατανεμητών ορόφων και αντίστοιχα στο κατανεμητή κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας.

Οι κατακόρυφες καλωδιώσεις τοποθετούνται σε εύκαμπτους κατακόρυφους σωλήνες (ικανής διατομής για εξυπηρέτηση 100% πλεονάσματος καλωδίων) αναρτημένους με ειδικούς δακτυλίους στον ειδικό κατακόρυφο αγωγό εγκαταστάσεων του κτιρίου, σύμφωνα με τις οδηγίες της επίβλεψης.

Τα καλώδια οπτικών ινών ξεκινούν από οπτικούς κατανεμητές και τερματίζουν σε οπτικούς κατανεμητές. Για όλες τις περιπτώσεις υπάρχει συνεχής ίνα point to point μεταξύ των δύο σημείων, χωρίς ενδιάμεσες συγκολλήσεις (splices) ή τερματισμούς και μικτονομήσεις.

Η κατακόρυφη καλωδίωση περιλαμβάνει την διασύνδεση του κατανεμητή ορόφου με τον υπόγειο χώρο του κεντρικού κατανεμητή και με 1 καλώδιο ρεύματος NYM 3x 2.5.

Σχέδιο 1 Σχέδιο κτιρίου από AUTOCAD



5^{ος} Όροφος

4^{ος} Όροφος

3^{ος} Όροφος

2^{ος} Όροφος

1^{ος} Όροφος

Ισόγειο

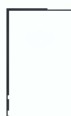
Υπόγειο



UTP CAT 5e 25 ζευγών



Οπτική ίνα τύπου LC



Κατανομητής κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας



Κατανομητής οπτικής ίνας



Κατανομητής ορόφου



Εισαγωγή Ο.Τ.Ε

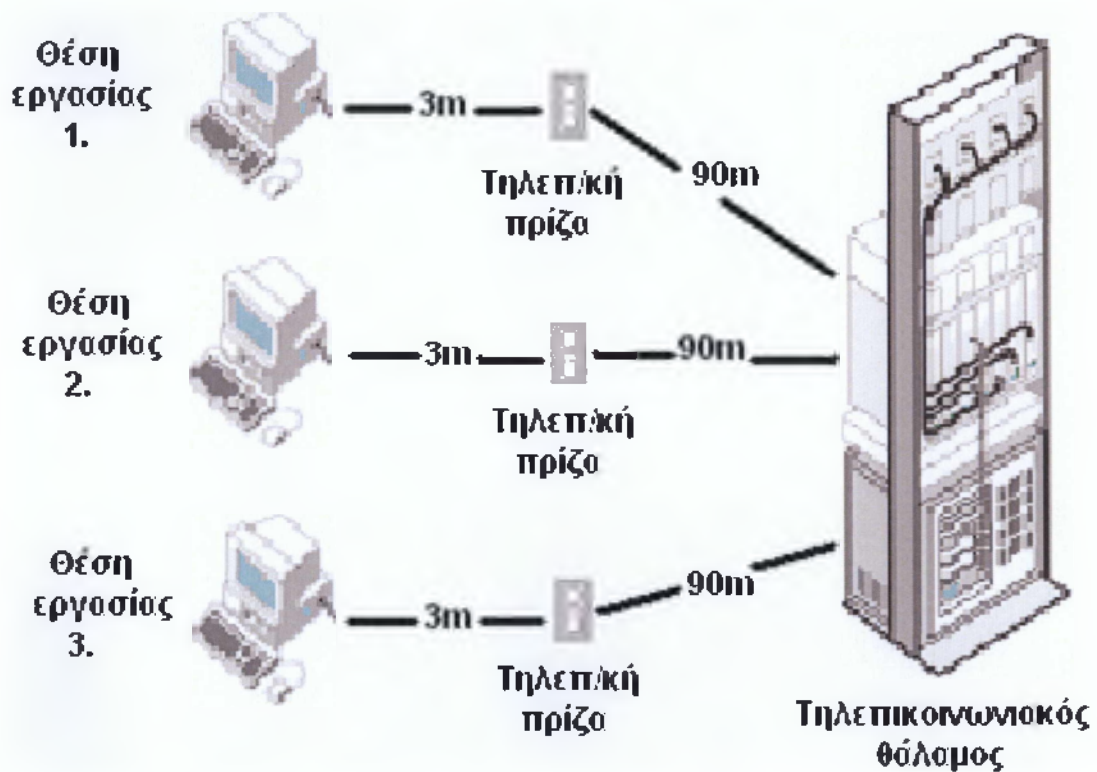
3. Η οριζόντια καλωδίωση

Όλα τα καλώδια της οριζόντιας καλωδίωσης είναι οκτασύρματα UTP (Unshielded Twisted Pair) κατηγορίας 5e. Όλα τα καλώδια τερματίζονται πλήρως (και τα οκτώ σύρματα) και στα δύο άκρα (πίσω πλευρά των patch-panels του κατανεμητή ορόφου και RJ45 τηλεπικοινωνιακές παροχές) σύμφωνα με το πρότυπο T568B.

Οι οδεύσεις των καλωδίων εντός του κτιρίου γίνονται ως εξής :

- Οριζόντια μέσα στις ψευδοροφές (όπου υπάρχουν) πάνω σε σχάρες ασθενών.
- Κατακόρυφα μέσα στα αρχιτεκτονικά ανοίγματα (Shafts) επίσης σε σχάρες ασθενών.
- Ειδικά στα γραφεία και τις αίθουσες συνεδριάσεων θα χρησιμοποιηθούν επίτοιχα πλαστικά κανάλια ώστε να υπάρχει ευελιξία στην αλλαγή θέσης κάποιας λήψης.
- Τα καλώδια δένονται σε δέσμες, με πλαστικά δεματικά χωρίς να σφίγγονται πολύ, κάθε 30 εκατοστά εφ' όσον δεν περιέχονται σε κλειστά κανάλια.
- Τα καλώδια όταν δεν περιέχονται σε κανάλια (πχ σχάρες είναι στερεωμένα κατά μήκος της διαδρομής τους.
- Τα καλώδια ακολουθούν καθορισμένες διαδρομές.
- Τα καλώδια είναι προφυλαγμένα από κοφτερά αντικείμενα, γωνίες, μετακινήσεις, καταπονήσεις πάσης φύσεως, φθορές κλπ.
- Τα κανάλια, τα ανοίγματα σε τοίχους και οι οδηγοί καλωδίων έχουν την χωρητικότητα για τον αριθμό καλωδίων που προορίζονται + 50% εφεδρεία για δυνατότητα μελλοντικής αύξησης των λήψεων.
- Υλικά προστασίας καλωδίων όπως χιτώνια προστασίας, πλαστικά δαχτυλίδια, ελαστικοί στυπιοθλίπτες κλπ χρησιμοποιούνται όπου κρίνεται απαραίτητο.
- Οι διπλές παροχές (πρίζες) αναρτώνται επί του καναλιού και πρέπει να υπάρχει δυνατότητα οριζόντιας μετακίνησης κατά 1-2 μέτρα.
- Καλώδια τηλεπικοινωνιακά (ασθενών ρευμάτων) έχουν φυσικό διαχωρισμό από καλώδια ηλεκτρικής ισχύος με συνιστώμενες αποστάσεις όπως ορίζονται από τα πρότυπα TIA/EIA-568. Συγκεκριμένα η απόσταση μεταξύ καλωδίων ισχυρών και ασθενών ζευγών εξαρτάται από το μήκος της παράλληλης διαδρομής των καλωδίων και από την θωράκιση που έχουν. Γενικά για καλώδια ισχυρών με φορτία πάνω από

5kVA υπάρχει απόσταση 24 ιντσών ενώ για καλώδια με >2 kVA απόσταση τουλάχιστον 5 ιντσών από τα καλώδια ασθενών ρευμάτων.



Εικόνα 19 Οριζόντια καλωδίωση

4. Κεντρικός Κατανομητής

Στο υπόγειο του κτιρίου βρίσκεται ο *Κεντρικός Κατανομητής* που στην ουσία είναι ο χώρος φυσικής συνεγκατάστασης και ο οποίος απαρτίζεται από:

- την εισαγωγή του Ο.Τ.Ε (κύριο δίκτυο Ο.Τ.Ε)
- τον κατανομητή κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας
- τον κατανομητή οπτικής ίνας και
- τον κατανομητή ορόφου

4.1 Εισαγωγή Ο.Τ.Ε.

Η σύνδεση με το σημείο που καταλήγει ο Τηλεπικοινωνιακός Πάροχος (πχ ΟΤΕ) έχει γίνει με θωρακισμένο καλώδιο με αντιτρωκτική προστασία. Από την πλευρά του σημείου εισαγωγής καταλήγει σε κατανεμητή (βάση στήριξης οριολωρίδων) με 5 οριολωρίδες διαχωριστικές ταχείας βυσμάτωσης τύπου LCA-PLUS. Κάθε οριολωρίδα είναι 10 θέσεων και συνοδεύεται από ασφαλειολωρίδα με τριπολικές ασφάλειες για αντικεραυνική προστασία καθώς και από αρθρωτές πινακίδες αρίθμησης. Επίσης στο rack φιλοξενούνται 2 LCS2 μετώπες μικτονόμησης 24RJ 45 CAT5e (code35551) για την διασύνδεση των παροχών από πλευράς εισαγωγής στις αντίστοιχες 2 LCS2 μετώπες μικτονόμησης 24RJ 45 CAT5e (code35551) στο rack του κατανεμητή κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας.

Ο κατανεμητής ΟΤΕ πρέπει να είναι γειωμένος με ξεχωριστό καλώδιο γείωσης, είναι πλήρως, μικτονομημένος, συνδεσμολογημένος και τα ζεύγη του αναγνωρισμένα.

4.2 Κατανεμητής κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας

Ο κατανεμητής κατακόρυφου δικτύου τηλεφωνίας συνδέεται με την εισαγωγή του Ο.Τ.Ε και στην συνέχεια συνδέει το υπόγειο με κάθε κατανεμητή οριζόντιας καλωδίωσης με καλώδια χαλκού UTP CAT5e 25 ζευγών.

Χρησιμοποιούμε μεταλλικό ικρίωμα (rack) 19 ιντσών 24U (code 46300) με δυνατότητα ασφάλισης, ανοιγόμενα πλαϊνά, οριζόντια πεδία οργάνωσης καλωδίων Cable Management. Patch panel 24 θέσεων τερματίζουν με UTP CAT5e 25 ζευγών από την εισαγωγή του Ο.Τ.Ε και συνδέονται μέσω patch cord χαλκού μικτονομήσεως πάνω στο ίδιο rack με τα patch panel που αντιστοιχούν για τον κάθε κατανεμητή ορόφου.

Επίσης χρησιμοποιούνται LCS2 μετώπες μικτονόμησης 24RJ 45 CAT5e (code35551) για κάθε κατανεμητή ορόφου πάνω στο οποία τερματίζει το κατακόρυφο δίκτυο τηλεφωνίας με τη χρήση καλωδίου χαλκού UTP CAT5e 25 ζευγών.

Το Rack θα περιλαμβάνει 2 ή 4 ανεμιστήρες με θερμοστάτη ελέγχου των ανεμιστήρων. Έχει παροχή ρεύματος από το κεντρικό κατανεμητή μέσω ανεξάρτητου πίνακα. Η παροχή αυτή έχει ασφαλιοδιακόπτη με πολύπριζο RACK mounted 19" 6*2Π+Γ+ασφάλεια.

4.3 Κατανεμητής οπτικής ίνας

Ο κατανεμητής οπτικής ίνας συνδέει το υπόγειο με τους κατανεμητές της οριζόντιας καλωδίωσης με οπτική ίνα τύπου LC.

Χρησιμοποιείται μεταλλικό κρίωμα (rack) 19 ιντσών 24U (code 46300) με δυνατότητα ασφάλισης, ανοιγόμενα πλαϊνά, οριζόντια πεδία οργάνωσης καλωδίων Cable Management. Σε αυτόν επίσης υπάρχει συρτάρι οπτικών ινών 19" LCS2 (code 33510) μέσα στο οποίο υπάρχουν LCS2 κασέτα οπτικής ίνας (code 33511) και η οπτική ίνα τερματίζει σε LCS2 μπλοκ 6 Οπτικής ίνας 9/125mm LC (code 33513).

Το Rack περιλαμβάνει 2 ή 4 ανεμιστήρες με θερμοστάτη ελέγχου των ανεμιστήρων. Έχει παροχή ρεύματος από το κεντρικό κατανεμητή μέσω ανεξάρτητου πίνακα. Η παροχή αυτή πρέπει να έχει ασφαλιοδιακόπτη με πολύπριζο RACK mounted 19" 6*2Π+Γ+ασφάλεια.

4.4 Κατανεμητής ορόφου

Στο Rack ορόφου ή πτέρυγας, καταλήγουν όλες οι διπλές παροχές του ορόφου τερματισμένα σε Patch Panel, τα κατακόρυφα τηλεφωνικά 25ζευγα σε Patch Panel, τα κατακόρυφα cat5e, οπτικές ίνες, ο ενεργός εξοπλισμός, τα οριζόντια cable management, η παροχή ρεύματος από τον κεντρικό κόμβο και το πολύπριζο. Επίσης υπάρχει ένα Rack ανά όροφο με την προϋπόθεση να μην υπάρχουν μήκη καλωδίων μεγαλύτερα από 90 μέτρα.

Τα rack από όροφο σε όροφο θα τοποθετηθούν το ένα κάτω από το άλλο και θα υπάρχουν παράλληλες οδεύσεις με σωλήνες στις πλάκες του κάθε ορόφου από όλα τα RACK μέχρι το κεντρικό.

Όλοι οι κατανεμητές ορόφου θα απαρτίζονται από τα απαραίτητα στοιχεία:

- Μεταλλικό κρίωμα (rack) 19 ιντσών 24U (code 46300). με δυνατότητα ασφάλισης, ανοιγόμενα πλαϊνά, οριζόντια πεδία οργάνωσης καλωδίων Cable Management.

- LCS2 μετώπη μικτονόμησης 24RJ45CAT5e πάνω στην οποία τερματίζει το κάθε καλώδιο από κάθε πρίζα προς τον κατανεμητή (code 33551) για την οριζόντια καλωδίωση. Επίσης σε κάθε patch panel χρησιμοποιήθηκαν 4 LCS2 μπλοκ κονεκτόρων RJ45 CAT5e UTP (code 33554).

- LCS2 μετώπη μικτονόμησης 24RJ 45 CAT5e (code 33551) πάνω στην οποία τερματίζει το κατακόρυφο δίκτυο τηλεφωνίας με τη χρήση καλωδίου χαλκού UTP CAT5e 25 ζευγών.

- Συρτάρι οπτικών ινών 19" LCS2 (code33510) μέσα στο οποίο υπάρχουν LCS2 κασέτα οπτικής ίνας (code 33511) και η οπτική ίνα τερματίζει σε LCS2 μπλοκ 6 Οπτικής ίνας 9/125mm LC (code 33513).

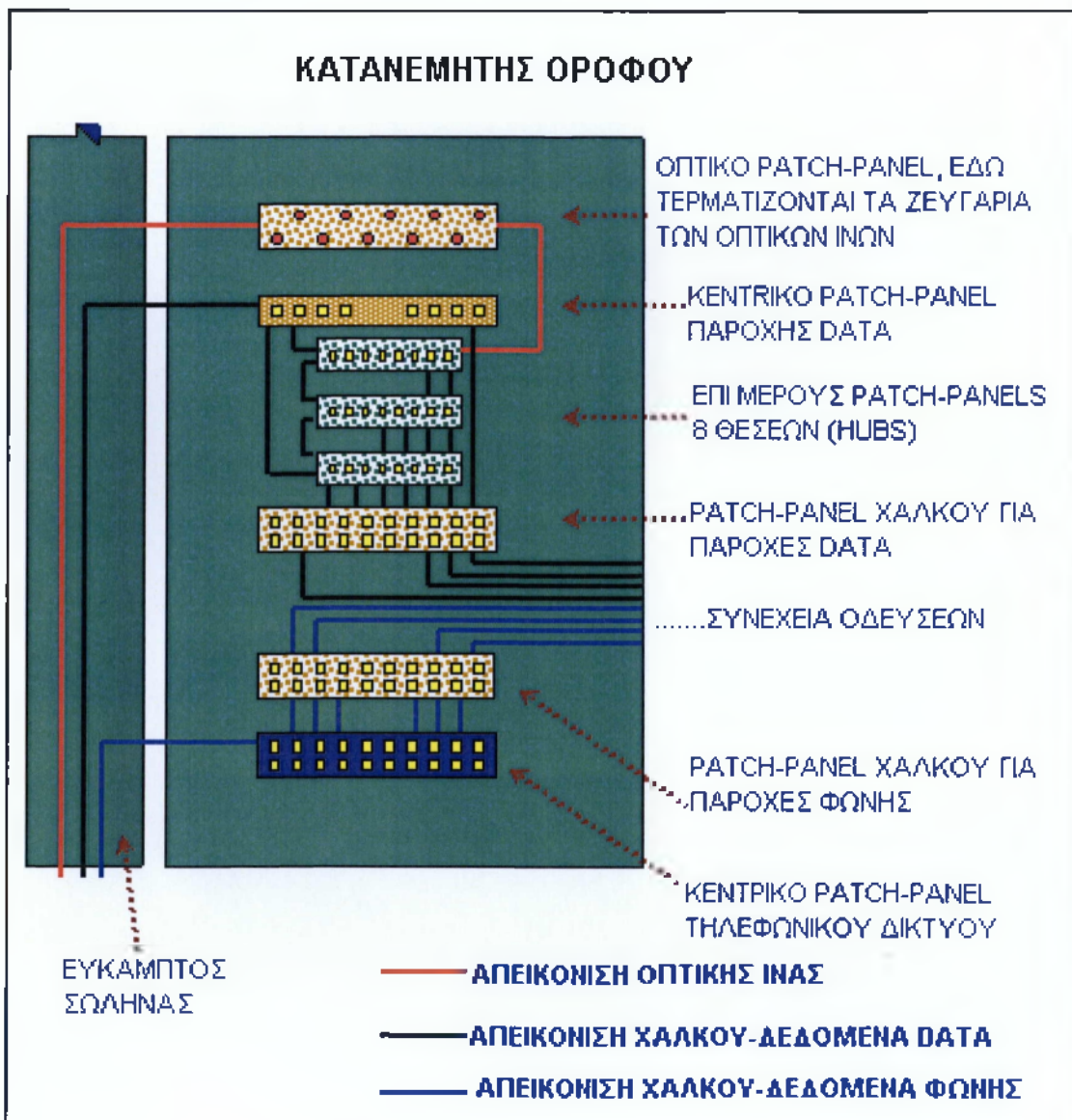
- Το ύψος του Rack είναι τέτοιο ώστε να μπορεί μελλοντικά να φιλοξενήσουν άλλο 20% περισσότερο εξοπλισμό από τον προαναφερθέντα. Αν δεν είναι δυνατό να χωρέσει ένα Rack τότε χωρίζεται σε δύο.

- Το Rack περιλαμβάνει 2 ή 4 ανεμιστήρες με θερμοστάτη ελέγχου των ανεμιστήρων.

- Το κάθε RACK ορόφου έχει παροχή ρεύματος από το κεντρικό καταναμητή μέσω ανεξάρτητου πίνακα. Η παροχή αυτή πρέπει να έχει ασφαλοδιακόπτη με πολύπριζο RACK mounted 19" 6*2Π+Γ+ασφάλεια.

- Ethernet switch 24 θέσεων για τη διασύνδεση μεταξύ των θέσεων εργασίας του οριζόντιου δικτύου.

- LCS2 μετατροπέας χαλκού σε οπτική ίνα (code 33501).



Εικόνα 20 Καταναμητής ορόφου

5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΧΑΛΚΟΥ

5.1 Στριμμένο καλώδιο δικτύων CAT5E 25 ζευγών, Unshielded καλώδιο CAT5E Ethernet, γυμνός αγωγός χαλκού

5.1.1 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

ΑΓΩΓΟΙ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΩΝ	24 AWG Μονόκλωνοι
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (Ονομαστ.)	0,0201 inch
	ΥΛΙΚΟ	Χαλκός
ΜΟΝΩΣΗ	ΥΛΙΚΟ	Πολυεθυλαίνιο
	ΠΑΧΟΣ (Ονομαστ.)	0,085 inch
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (Ονομαστ.)	0,037 inch
	ΥΛΙΚΟ	PVC

ΕΞ. ΜΑΝΔΥΑΣ	ΠΑΧΟΣ (Ονομαστ.)	0,035 inch
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (Ονομαστ.)	0,48 inch

Πίνακας 3

5.1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (MHz)	MAX ATTENUATION (db/1000 feet)	MIN POWER SUM NEXT (db)
0,772	6,7	41
1	7,6	37
4	15,4	32
10	25	25

Πίνακας 4

5.1.3 ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ

<u>ΖΕΥΓΟΣ</u>	<u>ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ</u>
1	ΑΣΠΡΟ/ ΜΠΛΕ- ΜΠΛΕ/ ΑΣΠΡΟ
2	ΑΣΠΡΟ/ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ/ ΑΣΠΡΟ
3	ΑΣΠΡΟ/ ΠΡΑΣΙΝΟ –ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΑΣΠΡΟ
4	ΑΣΠΡΟ/ ΚΑΦΕ- ΚΑΦΕ/ ΑΣΠΡΟ
5	ΑΣΠΡΟ/ ΓΚΡΙ- ΓΚΡΙ/ ΑΣΠΡΟ
6	ΚΟΚΚΙΝΟ/ ΜΠΛΕ- ΜΠΛΕ/ ΚΟΚΚΙΝΟ
7	ΚΟΚΚΙΝΟ / ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ/ ΚΟΚΚΙΝΟ
8	ΚΟΚΚΙΝΟ/ ΠΡΑΣΙΝΟ – ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΚΟΚΚΙΝΟ
9	ΚΟΚΚΙΝΟ/ ΚΑΦΕ- ΚΑΦΕ / ΚΟΚΚΙΝΟ
10	ΚΟΚΚΙΝΟ/ ΓΚΡΙ- ΓΚΡΙ/ ΚΟΚΚΙΝΟ
11	ΜΑΥΡΟ/ ΜΠΛΕ-ΜΠΛΕ/ ΜΑΥΡΟ
12	ΜΑΥΡΟ/ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ/ ΜΑΥΡΟ
13	ΜΑΥΡΟ/ ΠΡΑΣΙΝΟ – ΠΡΑΣΙΝΟ / ΜΑΥΡΟ
14	ΜΑΥΡΟ/ ΚΑΦΕ- ΚΑΦΕ/ ΜΑΥΡΟ
15	ΜΑΥΡΟ/ ΓΚΡΙ- ΓΚΡΙ/ ΜΑΥΡΟ
16	ΚΙΤΡΙΝΟ/ ΜΠΛΕ – ΜΠΛΕ/ ΚΙΤΡΙΝΟ
17	ΚΙΤΡΙΝΟ/ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ/ ΚΙΤΡΙΝΟ
18	ΚΙΤΡΙΝΟ / ΠΡΑΣΙΝΟ- ΠΡΑΣΙΝΟ / ΚΙΤΡΙΝΟ
19	ΚΙΤΡΙΝΟ/ ΚΑΦΕ- ΚΑΦΕ/ ΚΙΤΡΙΝΟ
20	ΚΙΤΡΙΝΟ/ ΓΚΡΙ- ΓΚΡΙ / ΚΙΤΡΙΝΟ

21	ΜΕΝΕΞΕΔΙ/ ΜΠΛΕ- ΜΠΛΕ/ ΜΕΝΕΞΕΔΙ
22	ΜΕΝΕΞΕΔΙ/ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ- ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ/ ΜΕΝΕΞΕΔΙ
23	ΜΕΝΕΞΕΔΙ/ ΠΡΑΣΙΝΟ – ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΜΕΝΕΞΕΔΙ
24	ΜΕΝΕΞΕΔΙ/ ΚΑΦΕ- ΚΑΦΕ/ ΜΕΝΕΞΕΔΙ
25	ΜΕΝΕΞΕΔΙ/ ΓΚΡΙ- ΓΚΡΙ/ ΜΕΝΕΞΕΔΙ

Πίνακας 5

5.2 Στριμμένο καλώδιο δικτύων CAT5E 4 ζευγών, Unshielded καλώδιο CAT5E Ethernet, γυμνός αγωγός χαλκού

5.2.1 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

ΑΓΩΓΟΙ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΩΝ	24 AWG Μονόκλωνοι
	ΥΛΙΚΟ	Χαλκός
ΜΟΝΩΣΗ	ΠΑΧΟΣ (Όνομαστ.)	26 mm
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (Όνομαστ.)	1,02 mm

ΕΞ. ΜΑΝΔΥΑΣ	ΥΛΙΚΟ	PVC
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (Ονομαστ.)	0,200 inch (5,08 mm)

Πίνακας 6

5.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

ΣΥΧΝΟΤ ΗΤΑ (MHz)	MAX ΑΤΤΕΝΟΥΑΤ ΙΟΝ (db/100m eters)	MIN NEXTW ORST PAIR (db)	MIN ACR (db) per 100 meters)	SRL (db)	IMPEDA NCE (OHMs)
1	2	65,3	61,5	23	100+/-15
4	3,8	59	54,9	23	100+/-15
10	6,0	59,3	53,4	25	100+/-15
16	7,6	56,3	48,7	25	100+/-15
20	8,5	54,8	46,3	25	100+/-15
31,25	10,6	51,9	41,2	23	100+/-15
62,5	15,3	47,4	32,1	23	100+/-15
100	19,6	44,3	24,7	23	100+/-15

5.2.3 ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ

<u>ΖΕΥΓΟΣ</u>	<u>ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ</u>
1	ΑΣΠΡΟ / ΜΠΛΕ - ΜΠΛΕ
2	ΑΣΠΡΟ / ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ - ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
3	ΑΣΠΡΟ / ΠΡΑΣΙΝΟ - ΠΡΑΣΙΝΟ
4	ΑΣΠΡΟ / ΚΑΦΕ - ΚΑΦΕ

Πίνακας 8

5.3 Κανάλια

Τα κανάλια είναι διαστάσεων 40x16 (mm x mm) και έχουν εγκατασταθεί με ειδικά τεμάχια ώστε να υπάρχει συνέχεια σε όλο το μήκος της εγκατάστασης τα οποία εξασφαλίζουν την διακριτική όδευση των καλωδίων σε όλους τους χώρους εγκατάστασης.

Αποτελούνται από 2 εσωτερικούς χώρους με ενδιάμεσο διαχωριστικό καλωδίων και φέρουν ενιαίο κάλυμμα το οποίο εξασφαλίζει την πλήρη κάλυψη. Επιπλέον, έχει τοποθετηθεί προσαρμοσμένη κατά μήκος της βάσης ενιαία εσωτερική μεμβράνη για τη συγκράτηση των καλωδίων εντός του καναλιού. Η σειρά είναι πλήρης σε εξαρτήματα τοποθέτησης με τα οποία επιτυγχάνεται συνέχεια στα άκρα, τις εσωτερικές ή τις εξωτερικές γωνίες.

Τα εξαρτήματα περιλαμβάνουν ακραίο κάλυμμα, γωνία εσωτερική, εξωτερική ή επίπεδη, διακλάδωση Τ συνδετικά καλυμμάτων. Στην εγκατάσταση χρησιμοποιούνται ότα ειδικά εξαρτήματα ήταν αναγκαία ώστε να υπάρχει συνέχεια στο κανάλι χωρίς σχισμές ή κενά. Για το κανάλι υπάρχει η δυνατότητα στήριξης

διακοπτικού υλικού του ίδιου κατασκευαστή το οποίο πρέπει να είναι εξωτερικής τοποθέτησης που προσαρμόζεται κατά μήκος του καναλιού ή επάνω σε αυτό, οριζοντίως και καθέτως.

Τα κανάλια, εξαρτήματα τοποθέτησης και εξαρτήματα στήριξης διακοπτικού υλικού είναι από παρθένο PVC (μη αναγεννημένο) για καλύτερη αντοχή στη γήρανση. Θα έχουν δείκτη προστασίας IP 40 και αντοχή στην κρούση IK 07, κατά NFC68-104 (90). Βάση προτύπου, τα χαρακτηριστικά αυτά θα εξακολουθούν να ισχύουν ακόμη κι όταν η αφαίρεση του καλύμματος γίνεται με τη βοήθεια ενός κοινού εργαλείου. Θα είναι κατάλληλα για θερμοκρασία συνεχούς χρήσης έως 60 °C. Όλα τα παραπάνω είναι βασισμένα σε στο σύστημα καναλιών DLP της LEGRAND.



Εικόνα 21 Κανάλι καλωδίων

5.4 Οι τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες)

Όλες οι τηλεπικοινωνιακές παροχές είναι κατηγορίας 5 με διπλές παροχές RJ45 των τεσσάρων ζευγών και αναρτώνται επί του πλαστικού καναλιού που φέρει την καλωδίωση. Η δεξιά παροχή (B) χρησιμοποιείται τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για σύνδεση δεδομένων και η αριστερή (A) τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για τηλεφωνική σύνδεση, με δυνατότητα όμως χρησιμοποίησης αμφοτέρων των παροχών μόνο για δεδομένα ή μόνο για τηλεφωνική σύνδεση αναλόγως των αναγκών.

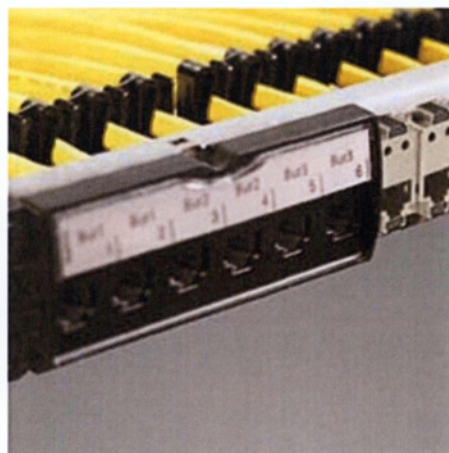


Εικόνα 22 Πρίζα τύπου χωνευτή cat5 λευκού χρώματος για 2*RJ45, θωρακισμένη

5.5 Patch panels CAT5e γέφυρας με κατανομητή τηλεφωνίας

Τα patch panels είναι μεταλλικά με ανοδειωμένη βαφή μέσα-έξω, με θέσεις για ετικέτες και πρόβλεψη γείωσης. Η χωρητικότητά τους είναι 24 παροχές σε χώρο 1 U και υπάρχουν και οι 24 θύρες ανεξάρτητα αν τερματίζονται όλες. Τα Patch Panel διαθέτουν σήμανση και δεματικά σημεία για την ασφάλιση των καλωδίων. Οι θύρες είναι τύπου CAT5e RJ45 UTP με τερματισμό κατά EIA/TIA 568B.

Τα jacks διασφαλίζουν εκ κατασκευής το ότι η απόσταση του μανδύα του καλωδίου από τις επαφές IDC είναι μικρότερη από 13mm σύμφωνα με το πρότυπο TIA 568.



Εικόνα 23 Patch panel

5.6 Ικριώματα (Racks) – Παρελκόμενα

Τα ικριώματα φιλοξενούν τα υλικά τερματισμού των κατανεμητών ορόφου καθώς και τον ενεργό δικτυακό εξοπλισμό. Στο RACK έχουν ολοκληρωθεί όλες οι μικτονομήσεις του δικτύου δεδομένων αλλά και του τηλεφωνικού δικτύου. Περιλαμβάνει όλες τα υλικά στήριξης, τους ανεμιστήρες οροφής, τον θερμοστάτη χώρου και το πολύπριζο.

5.7 Πίνακας 19" LCS2

Διατίθενται σε δύο τύπους, με βάση σταθερή ή περιστρεφόμενη.

Αποτελείται από:

- πλευρικά καλύμματα που αφαιρούνται χωρίς ειδικό εργαλείο
- γυάλινη αντιστρεπτή πόρτα ασφαλείας
- κλειδαριά τύπου 2433 A
- 1 σασί 19" ρυθμιζόμενου βάθους

Οι πίνακες με σταθερή βάση διαθέτουν εισόδους καλωδίων στην οροφή και στη βάση εύκαμπτες, με δυνατότητα προσαρμογής καναλιών DLP.

Οι πίνακες με περιστρεφόμενη βάση διαθέτουν πλήρη πλάκα εισόδου καλωδίων στην οροφή και στην βάση.

Χωρητικότητα: 6 έως 21 U

Εξαρτήματα για επίτοιχους πίνακες και επιδαπέδια ερμάρια LCS2:

- Καλύμματα 19" 3U με 2 ανεμιστήρες. Τοποθετούνται στις εισόδους των καλωδίων των ερμαρίων LCS2 ή στα σασί 19"
- Σταθερό ράφι για στήριξη σε 2 σασί 19". Μέγιστο φορτίο 50 kg (επιδαπέδια ερμάρια).
- Τηλεσκοπικό ράφι για στήριξη σε 2 σασί 19" χωρίς βίδες. Αυτόματη γείωση. Μέγιστο φορτίο 50 kg (επιδαπέδια ερμάρια).
- Κιτ βάσεων για ερμάρια αποτελούμενο από 4 γωνίες και πλήρεις πλάκες για εμπρός και πίσω πλευρά. Οι πλευρικές πλάκες παραγγέλλονται χωριστά.
Υψος: 200mm.
- Πολύπριζο RACK mounted 19" 6*2Π+Γ+ασφάλεια.



Εικόνα 24 Πίνακας 19" LCS2

5.8 Patch Cords χαλκού μικτονομήσεων

Τα καλώδια μικτονόμησης εξασφαλίζουν τη συνέχεια των επιδόσεων του συστήματος και είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με τα πρότυπα ISO/IEC 11801 εκδ. 2.0., EN 50173-1 και EIA/TIA 568. Τα καλώδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στα ερμάρια για μικτονόμηση αλλά και για τη σύνδεση του υπολογιστή στην πρίζα RJ 45. Διατίθενται σε U/UTP, F/UTP, SF/UTP σε PVC και LSZH χωρίς αλογόνο.



Εικόνα 25 Patch Cords χαλκού μικτονομήσεων

5.9 Οριζόντιοι οδηγοί Καλωδίων (*Cable management*)

Οι οριζόντιοι οδηγοί καλωδίων είναι ύψους 1U, μαύρου χρώματος, τύπου ανοιχτού καναλιού με καπάκι για την προστασία των καλωδίων. Το υλικό κατασκευής είναι ABS. Το βάθος των οδηγών είναι τουλάχιστον 2.5”.

5.10 Σχάρες καλωδίων

Οι σχάρες είναι προ-γαλβανισμένες διάτρητες χωρίς καπάκι. Το μέγεθος τους είναι το ίδιο για όλη την εγκατάσταση και θα είναι μεγέθους 150mmx60mm. Κατά την εγκατάσταση τους χρησιμοποιούνται ειδικά τεμάχια όπως γωνίες ΤΑΦ, αρθρώσεις, σταυροί ώστε να υπάρχει συνέχεια και ομοιογένεια στην εγκατάσταση χωρίς να υπάρχουν ιδιοκατασκευές. Η στήριξη των καναλιών θα γίνει με ειδικές γωνίες ή συνδέσμους. Όλα τα πιο πάνω στοιχεία που απαρτίζουν την εγκατάσταση της σχάρα είναι βασισμένα σε LCS2 .

5.10.1 Στοιχεία σχαρών

Οι σχάρες θα είναι προ-γαλβανισμένες διάτρητες χωρίς καπάκι. Το πάχος της λαμαρίνας θα είναι τουλάχιστον 0.75 mm. Το στρώμα του ψευδαργύρου έχει πάχος 20 μm κατά μέση τιμή.

Η διάτρηση τους θα έχει μέγεθος περίπου 7x30 mm. Οι ακμές τους θα είναι καμπυλωμένες στην κορυφή κάθε πλευράς για την ενίσχυση της μηχανική αντοχής

και της προστασίας των καλωδίων. Εκτός από τις σχάρες υπάρχουν και όλα τα ειδικά εξαρτήματα σχαρών (καπάκια, γωνίες, ΤΑΦ στηρίγματα και μικρούλικα στηριγμάτων, αρθρώσεις διαχωριστικά στηρίξεις σύνδεσμοι και άλλα).

5.11 Καλώδιο ρεύματος – πρίζες αρσενικές- θηλυκές σούκο

Καλώδιο εσωτερικού χώρου NYM 3x1.5 και απολήξεις θυλικές – αρσενικές μαλακού πλαστικού.

6. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΙΝΑΣ

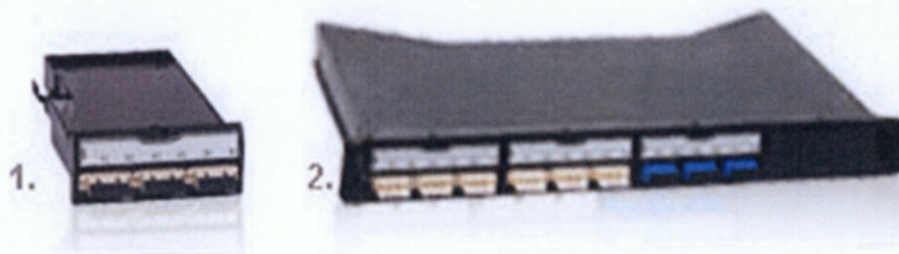
6.1 Συρτάρι οπτικών ινών 19'

Συρτάρι οπτικών ινών 19" πάνω στο οποίο κουμπώνουν απευθείας τα μπλοκ οπτικών ινών. Δέχεται 4 μπλοκ οπτικών ινών. Μέγιστη χωρητικότητα:

- 24 κονέκτορες τύπου ST και SC
- 48 κονέκτορες τύπου LC
- Stop στο πίσω μέρος με κλίση 30° για πλήρη πρόσβαση. Διατίθεται με εξαρτήματα περιτύλιξης των οπτικών ινών. Πίσω πλευρά με ειδικό σχεδιασμό για διευκόλυνση της άφιξης των καλωδίων. Διαθέτει ειδικό βραχίονα / χειρολαβή.

6.1.1 Κασέτα οπτικής ίνας

Επιτρέπει την περιτύλιξη της ίνας (μέγιστη χωρητικότητα: έως 12 ίνες). Δέχεται 1 μπλοκ οπτικών ινών. Επιτρέπει στην ίδια μετώπη το συνδυασμό μπλοκ χαλκού και οπτικής ίνας.



Εικόνα 26 Κασέτα οπτικής ίνας

6.2 Μπλοκ οπτικών ινών

Για μονότροπη ίνα 9/125 μm:

- Μπλοκ SC για 6 οπτικές ίνες
- Μπλοκ LC για 6 οπτικές ίνες

Για πολύτροπη ίνα 50/125 μm και 62,5/125 μm

- Μπλοκ SC, LC ST για 6 οπτικές ίνες
- Μπλοκ LC υψηλής πυκνότητας για 12 οπτικές ίνες

6.2.1 Κασέτα συγκόλλησης (Fusion splice tray)

Κασέτα συγκόλλησης για 12 ίνες (με εξάρτημα συγκόλλησης).

6.2.2 Pigtails

- Pigtails SC και LC ενός κονέκτορα πολύτροπης ίνας 50/125 μm (10 Giga) και μονότροπης 9/125 μm. Μήκος 1m.



Εικόνα 27 1.Κασέτα 2.Μπλοκ 3.Ρίgtails

6.3 Κονέκτορες οπτικών ινών

- Κονέκτορες με λείανση από κεραμικό ferrule για οπτική ίνα μονότροπη 9/ 125μm και πολύτροπη 50/125 μm και 62,5/125 μm.
- Εξασθένιση < 0,3 dB
- Δεν απαιτείται κόλλα, λείανση ή θέρμανση.



Εικόνα 28 Κονέκτορες οπτικών ινών

6.4 Πρίζες οπτικών ινών MOSAIC

Οι μετώπες μικτονόμησης LCS2 σχεδιάστηκαν με σκοπό την άριστη τοποθέτηση και συντήρηση. Συγκράτηση των καλωδίων με οδηγό στο πίσω τμήμα, μπλοκ 6 κονεκτόρων RJ 45, κούμπωμα και ξεκούμπωμα του κάθε κονέκτορα ξεχωριστά στην μπροστινή πλευρά της μετώπης. Διατίθενται πλήρεις ή κενές.

6.5 Καλώδια μικτονόμησης οπτικών ινών

Τα καλώδια μικτονόμησης οπτικής ίνας διαθέτουν:

- Σε κάθε άκρο 2 κονέκτορες με κεραμικό ferrule.
- Μέγιστη απώλεια: 0,3 dB.
- Εξωτερικό περίβλημα: LSZH. Μήκος 2m.

6.5.1 Καλώδια μικτονόμησης OM3 πολύτροπης ίνας 10 Giga

Με κονέκτορες: SC/SC, SC/LC και LC/LC

6.5.2 Καλώδια μικτονόμησης OM2 πολύτροπης ίνας

Με κονέκτορες: ST/ST, SC/SC, ST/SC, LC/LC, LC/SC και LC/ST.



Εικόνα 29 Καλώδια μικτονόμησης

7. Έλεγχοι ποιότητας της καλωδίωσης

Η εγκατάσταση ενός δικτύου δομημένης καλωδίωσης γίνεται με ορισμένα πρότυπα. Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, γίνονται ορισμένοι έλεγχοι ποιότητας, ώστε να εξακριβωθεί αν η καλωδίωση πληροί τις προδιαγραφές που θέτουν τα συγκεκριμένα πρότυπα. Όσο αυξάνονται οι ανάγκες ενός δικτύου για διακίνηση μεγαλύτερου όγκου πληροφοριών και υψηλότερου ρυθμού μετάδοσης αυτών των πληροφοριών, τόσο αυξάνεται και η ανάγκη για κατασκευή της καλωδίωσης με προδιαγραφές που να ανήκουν σε μεγαλύτερη κλάση ή κατηγορία, κατά τα αναγνωρισμένα διεθνή ή εθνικά πρότυπα (π.χ. ISO, EIA/TIA κλπ.). Οι προδιαγραφές για κάθε κατηγορία ή κλάση καλωδίωσης αναφέρονται στο είδος των υλικών και στην ποιότητα της κατασκευής τους και προσδιορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις που θέτει η συγκεκριμένη κατηγορία για την ποιότητα στη μετάδοση των πληροφοριών. Οι προδιαγραφές αυτές αναφέρονται τόσο στα μέσα μετάδοσης όσο και στις συνδέσεις τους. Όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις για περισσότερες πληροφορίες και ταχύτερη διακίνησή τους και βελτιώνονται τα υλικά (μέσα μετάδοσης και εξαρτήματα συνδέσεων), τόσο αυξάνονται και οι απαιτούμενοι έλεγχοι ποιότητας και τίθενται αυστηρότερες προδιαγραφές. Όλα τα πρότυπα απαιτούν να υποβάλλονται με επιτυχία οι καλωδιώσεις σε τρεις βασικούς ελέγχους. Οι έλεγχοι αυτοί είναι:

- Ο χάρτης καλωδίου (wire map)
- Η εξασθένηση (attenuation)
- Η κοντινή αλληλεπίδραση (NEXT)

Πρόσθετοι έλεγχοι:

- Ο λόγος εξασθένησης προς αλληλεπίδραση (ACR)
- Το μήκος καλωδίου
- Η καθυστέρηση μετάδοσης
- Η ασύγχρονη καθυστέρηση μετάδοσης
- Η χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση
- Η αντίσταση βρόχου συνεχούς ρεύματος
- Η αμοιβαία χωρητικότητα

Επιπλέον όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις στη μετάδοση των πληροφοριών, βελτιώνονται τα υλικά και επεκτείνονται οι κατηγορίες (5^E, 6 και 7) ή κλάσεις (E, F) των προτύπων, τόσο αυξάνονται και οι έλεγχοι. Έτσι για νέες εφαρμογές, π.χ. Gigabit Ethernet, απαιτούνται προχωρημένοι έλεγχοι όπως:

- Οι απώλειες λόγω επιστροφής
- Η αθροιστική ισχύς κοντινής αλληλεπίδρασης (PSNEXT)
- Η αθροιστική ισχύς λόγου εξασθένησης προς κοντινή αλληλεπίδραση (PSACR)
- Η μακρινή αλληλεπίδραση (FEXT)
- Ίσο επίπεδο μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT)
- Αθροιστική ισχύς ίσου επιπέδου μακρινής αλληλεπίδρασης (PSELFEXT)

Τα δύο παγκοσμίως πιο γνωστά πρότυπα για τη δομημένη καλωδίωση, το αμερικάνικο πρότυπο EIA/TIA-568-A και το διεθνές πρότυπο ISO/IEC 11801 παρουσιάζουν αρκετές διαφορές στους τρόπους μέτρησης και στα σχετικά στενά όρια των ελέγχων. Για παράδειγμα, η κλάση D του ISO για τον υπολογισμό της εξασθένησης του συνδέσμου και τη μέτρηση των τιμών NEXT, λαμβάνει υπόψη και τις απώλειες των συνδετήρων, γι' αυτό η εξασθένηση είναι ελαφρώς υψηλότερη και οι τιμές NEXT ελαφρώς χαμηλότερες από αυτές της TIA, κατηγορία 5. Οι αυξημένες απαιτήσεις στη μετάδοση πληροφοριών επεκτείνουν του ελέγχους ποιότητας και θέτουν ολοένα και αυστηρότερες προδιαγραφές. Όλοι οι έλεγχοι γίνονται σε θερμοκρασία 20 °C.

7.1 Χάρτης καλωδίου (Wire Map)

Ο χάρτης καλωδίου χρησιμοποιείται για να διαπιστώσουμε εάν η συρμάτωση έγινε σωστά. Συνηθισμένα λάθη συρμάτωσης είναι τα εξής:

- Βραχυκυκλώματα μεταξύ οποιωνδήποτε δύο ή περισσότερων αγωγών
- Βραχυκυκλωμένα ζευγάρια
- Αναστροφή ζευγαριών
- Διασταύρωση ζευγαριών
- Διαχωρισμός ζευγαριών
- Οποιαδήποτε άλλα σφάλματα συρμάτωσης

Αναστροφή ζευγαριού συμβαίνει όταν η πολικότητα των συρμάτων ενός ζευγαριού αναστρέφεται στο ένα άκρο του καλωδίου. Διασταύρωση ζευγαριού συμβαίνει όταν οι δύο αγωγοί σε ένα ζευγάρι συνδέονται στη θέση ενός διαφορετικού ζευγαριού στη μακρινή σύνδεση. Διαχωρισμός ζευγαριών συμβαίνει όταν η συνέχεια από άκρη σε άκρη διατηρείται, αλλά τα κανονικά ζευγάρια είναι χωρισμένα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι εύκολο να κοιτάξει κανείς απευθείας μέσα τις συνδέσεις βραχυκυκλώματα ή διακοπή κυκλώματος διαπιστώνονται εύκολα με ένα απλό όργανο, ή για παράδειγμα με το άναμμα ή όχι μιας λάμπας. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι ένα θετικό τεστ απλών οργάνων δεν αποτελεί εγγύηση ότι η συρμάτωση έχει εγκατασταθεί κανονικά. Για τις περιπτώσεις όπως αναστροφή ή διαχωρισμός ζευγαριών, απαιτούνται σύνθετα όργανα μέτρησης. Ιδιαίτερα, η ανακάλυψη του διαχωρισμού των ζευγαριών απαιτεί τη μέτρηση της κοντινής αλληλεπίδρασης (NEXT).

Η μέτρηση του NEXT ξεπερνά τις δυνατότητες των απλών οργάνων. Τα διαχωρισμένα ζευγάρια θα προκαλέσουν μια υψηλή τιμή NEXT, η οποία θα περιορίσει αυστηρά το διαθέσιμο εύρος ζώνης συχνοτήτων στην εγκαταστημένη καλωδίωση. Επιπλέον, στα καλώδια με πλέγμα πρέπει να ελεγχθεί η συνέχεια του πλέγματος και αυτό είναι συνήθως δυνατό μόνο με ανώτερα όργανα μέτρησης. Ο χάρτης καλωδίου είναι θεμελιώδης έλεγχος, αλλά είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η σωστή συρμάτωση δεν βεβαιώνει την απόδοση σε όλο το εύρος ζώνης. Έλεγχοι που εξαρτώνται από τη συχνότητα, όπως κοντινής αλληλεπίδρασης, εξασθένησης και απωλειών λόγω επιστροφής, αποτελούν κλειδιά για τη

διαβεβαίωση ότι η καλωδίωση είναι ικανή να υποστηρίξει εφαρμογές με υψηλές ταχύτητες.

7.2 Εξασθένηση (attenuation)

Η εξασθένηση είναι η απώλεια της ισχύος του σήματος σε δεδομένο μήκος καλωδίωσης. Αυτή προκαλείται κυρίως από την απώλεια ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η χαμένη ενέργεια εκφράζεται σε ντεσιμπέλ (Db). Όσο λιγότερα Db είναι η απώλεια, τόσο καλύτερα για τη λειτουργία της εγκατάστασης. Η εξασθένηση, ιδιαίτερα έντονη στα χάλκινα σύρματα που βασικά χρησιμοποιούνται στη δομημένη καλωδίωση, εξαρτάται από το μήκος του καλωδίου, τον αριθμό των συνδέσεων, τη συχνότητα του μεταφερόμενου σήματος, το είδος της μόνωσης των αγωγών, τη θερμοκρασία του χώρου και κυρίως από τη διάμετρο των αγωγών. Μικρότερη διάμετρος σημαίνει μεγαλύτερη εξασθένηση. Ένας άλλος πιθανός λόγος για υπερβολική εξασθένηση είναι οι χαλαρές τερματικές συνδέσεις. Η εξασθένηση που μετριέται σε μια πρίζα UTP 4 ζευγών, για συχνότητα 100MHz, πρέπει να είναι μικρότερη των 23,2 Db.

7.3 Κοντινή αλληλεπίδραση (NEXT-Near End CrossTalk)

Η αλληλεπίδραση, που συναντάται και με τον όρο παραδιαφωνία (CrossTalk), είναι σήμα που μεταδίδεται από το σήμα ενός συνεστραμμένου ζεύγους στο σήμα του διπλανού του, μέσα σε ένα καλώδιο. Βέβαια, η συστροφή των ζευγών μειώνει σημαντικά την αλληλεπίδραση, γι' αυτό πρέπει να διατηρείται με επιμέλεια μέχρι το τελευταίο σημείο σύνδεσης, στον κατανεμητή ή την πρίζα.

Η αλληλεπίδραση είναι πιο έντονη όσο πιο κοντά είναι τα δύο ζευγάρια. Είναι ανεπιθύμητη και μπορεί να προκαλέσει επικοινωνιακά προβλήματα, γι' αυτό πρέπει να βεβαιωνόμαστε ότι τα επίπεδα παρεμβολής, βρίσκονται κάτω από κάποιο αποδεκτό όριο, που θέτουν τα πρότυπα καλωδίωσης της συγκεκριμένης κατηγορίας ή κλάσης που χρησιμοποιούμε.

Η αλληλεπίδραση είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την απόδοση των καλωδίων στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών. Ο έλεγχος μετρά την αλληλεπίδραση εκπέμποντας ένα συγκεκριμένο σήμα ελέγχου σε ένα ζευγάρι του ίδιου καλωδίου. Η τιμή NEXT υπολογίζεται ως η διαφορά στη στάθμη μεταξύ του εκπεμπόμενου σήματος ελέγχου και του επαγόμενου σήματος στο γειτονικό προς έλεγχο ζευγάρι. Οι μετρήσεις γίνονται από την ίδια πλευρά (Near End) του καλωδίου, ενώ οι άκρες της άλλης πλευράς, οι μακρινές, τερματίζονται σε χαρακτηριστική αντίσταση 100 Ω.

Η διαφορά στη στάθμη των δύο σημάτων μας δίνει την τιμή NEXT. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η τιμή σε Db τόσο μικρότερη είναι η αλληλεπίδραση σε αυτά τα δύο ζεύγη, δηλαδή τόσο καλύτερα δουλεύει το σύστημα.

Η τιμή NEXT μετράται σε όλα τα ζεύγη του καλωδίου. Σε ένα καλώδιο UTP 4 συνεστραμμένων ζευγών, έχουμε 6 συνδυασμούς των ζευγών από την κάθε πλευρά του

καλωδίου. Λαμβάνεται υπόψη η χειρότερη τιμή, δηλαδή η μικρότερη. Η τιμή NEXT μετριέται και από τις δύο πλευρές του καλωδίου. Μικρή τιμή NEXT σε δύο ζευγάρια οφείλεται συνήθως σε:

- Κακή σύνδεση
- Χρησιμοποίηση patch cord χαμηλότερης κατηγορίας
- Χρήση συνδετήρων για ένωση τμημάτων καλωδίων

Η αλληλεπίδραση αυξάνεται, δηλαδή μειώνεται η τιμή NEXT σε Db, όσο αυξάνεται η συχνότητα του σήματος, γι' αυτό οι μετρήσεις NEXT πρέπει να γίνονται σε διαφορετικές συχνότητες, ώστε να καλύπτεται όλη η περιοχή συχνοτήτων της κατηγορίας ή κλάσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή NEXT σε Db, τόσο καλύτερα δουλεύει το σύστημα.

7.4 Λόγος εξασθένησης/αλληλεπίδραση (ACR)

Το σήμα, από την εκπομπή του μέχρι να φθάσει στο άλλο άκρο του καλωδίου, δηλαδή στο δέκτη, υφίσταται εξασθένηση. Ο λόγος εξασθένησης προς αλληλεπίδραση (ACR-Attenuation to Crosstalk Ratio) ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της τιμής NEXT σε Db (στην αρχή του καλωδίου) και της εξασθένησης του σήματος σε Db (στο τέλος του καλωδίου). Η τιμή ACR είναι ένας σημαντικός δείκτης για την ποιότητα της δομημένης καλωδίωσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή ACR σε Db, τόσο καλύτερα δουλεύει το σύστημα. Η τιμή ACR πρέπει να υπολογίζεται και για τις δύο πλευρές ενός καλωδίου και να λαμβάνεται υπόψη η χειρότερη (μικρότερη) τιμή.

7.5 Μήκος καλωδίου

Το πρότυπο TIA/TSB-67 απαιτεί να μετριέται το μήκος. Το μήκος ορίζεται ως το φυσικό μήκος του καλωδίου ή του περιβλήματος αυτού. Το φυσικό μήκος αντιπαραβάλλεται με το ηλεκτρικό ή ελικοειδές μήκος, το οποίο είναι το μήκος των χάλκινων αγωγών. Το φυσικό μήκος θα είναι πάντα ελαφρώς μικρότερο από το ηλεκτρικό μήκος, λόγω της συστροφής των αγωγών. Για παράδειγμα, σε καλώδιο UTP, στα 100 μέτρα φυσικό μήκος αντιστοιχούν 102 μέτρα περίπου ηλεκτρικό μήκος.

Για να μετρηθεί το φυσικό μήκος, ένας έλεγχος μετράει πρώτα την καθυστέρηση μετάδοσης και έπειτα χρησιμοποιεί την ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης (NVP) του καλωδίου για να υπολογίσει το μήκος. Ομοίως, αν γνωρίζετε το φυσικό μήκος και την καθυστέρηση του καλωδίου, μπορείτε να υπολογίσετε την ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης. Η ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης (NVP) για κάθε καλώδιο εκφράζεται ως ποσοστό της ταχύτητας c του φωτός στο κενό και κυμαίνεται μεταξύ του 0,6c και του 0,9c. Συμβατικά, το μήκος προκύπτει από το ζευγάρι του καλωδίου με το μικρότερο ηλεκτρικό μήκος.

Η μέτρηση του μήκους αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν έχουμε εκτεταμένο οριζόντιο δίκτυο. Μερικές φορές, οι εγκαταστάσεις αφήνουν στην οροφή ή στον τοίχο παραπανίσιο καλώδιο, για να καλύψουν μελλοντικές ανάγκες. Αυτό βέβαια ενδείκνυται, αρκεί να έχει συμπεριληφθεί στον ολικό υπολογισμό των 100 μέτρων. Το υπερβολικό κουλούριασμα του καλωδίου μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητη υποβάθμιση λειτουργίας από πρόσθετες απώλειες λόγω επιστροφής και αλληλεπίδρασης.

7.6 Καθυστέρηση μετάδοσης

Η καθυστέρηση μετάδοσης ή απλά καθυστέρηση είναι ένα μέτρο του χρόνου τον οποίο απαιτεί ένα σήμα για να μεταδοθεί από το ένα άκρο του κυκλώματος στο άλλο. Η καθυστέρηση μετριέται σε nanosecond(nSec). Τυπική καθυστέρηση για τα καλώδια UTP, κατηγορίας 5, είναι κάτι λιγότερο από 5 nSec ανά μέτρο. Έτσι, στα 100 μέτρα μπορεί να έχουμε καθυστέρηση 500 nSec.

Η καθυστέρηση είναι ο κύριος λόγος για τον περιορισμό του μήκους στην καλωδίωση των τοπικών δικτύων υπολογιστών. Η ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης από την άλλη πλευρά είναι διαφορετική. Αναφέρεται στη δομική ταχύτητα με την οποία ταξιδεύει το σήμα, σε σχέση με την ταχύτητα c του φωτός μέσα στο κενό. Εκφράζεται ως ποσοστό του c , π.χ. 75% ή $0,75c$. Όλα τα καλώδια θα έχουν τιμές ταχύτητας στην περιοχή από 0,6 ως $0,9c$.

Οι μετρήσεις της καθυστέρησης είναι σχετικά ακριβείς. Τα περισσότερα πρότυπα δομημένης καλωδίωσης αναμένουν μια μέγιστη οριζόντια καθυστέρηση των 570nSec. Εάν οι προδιαγραφές σχεδίασης ενός δικτύου το επιτρέψουν, μπορεί να γίνει αποδεκτή μεγαλύτερη καθυστέρηση. Τα πρότυπα απαιτούν αυτή η καθυστέρηση μετάδοσης για ένα καλώδιο να θεωρείται ότι είναι η καθυστέρηση μετάδοσης για ένα καλώδιο να θεωρείται ότι είναι η καθυστέρηση μετάδοσης του ταχύτερου ζευγαριού, δηλαδή η συντομότερη καθυστέρηση μετάδοσης. Επειδή κάθε ζευγάρι στο καλώδιο έχει το δικό του μοναδικό λόγο συστροφής, η καθυστέρηση θα διαφέρει σε κάθε ζευγάρι. Αυτή η διαφορά δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 50nSec σε ένα οποιοδήποτε τμήμα μέχρι τα 100 μέτρα. Η υπερβολική καθυστέρηση μετάδοσης οφείλεται μόνο σε πολύ μακρύ καλώδιο.

7.7 Ασύμμετρη καθυστέρηση μετάδοσης

Η ασύμμετρη καθυστέρηση μετάδοσης στο ταχύτερο και στο βραδύτερο από τα 4 ζευγάρια ενός UTP καλωδίου. Μερικές κατασκευαστικές εταιρίες καλωδίων χρησιμοποιούν διαφορετικά μονωτικά υλικά σε διαφορετικά ζευγάρια. Αυτό, επιπρόσθετα με το μοναδικό λόγο συστροφής του κάθε ζευγαριού, αυξάνει την καθυστέρηση. Η ασύμμετρη καθυστέρηση μετάδοσης είναι σημαντική ιδιαίτερα σε τοπικά δίκτυα υπολογιστών, που χρησιμοποιούν τεχνολογίες υψηλών ταχυτήτων, γιατί χρησιμοποιούν και τα 4 ζευγάρια του καλωδίου. Εάν η καθυστέρηση ενός ή περισσότερων ζευγαριών είναι σημαντικά διάφορη από οποιαδήποτε άλλο, τότε τα σήματα που στέλνονται την ίδια στιγμή

από το ένα άκρο του καλωδίου φθάνουν στο άλλο άκρο που βρίσκεται ο δέκτης σε σημαντικά διαφορετικούς χρόνους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορεί ο δέκτης, που είναι σχεδιασμένος για μικρές διαφορές στις καθυστερήσεις, να ανασυνθέσει το αρχικό σήμα.

Μια κατάλληλα κατασκευασμένη δομημένη καλωδίωση θα πρέπει να παρουσιάζει ασυμμετρία μικρότερη από 50 nSec σε σύνδεση 100 μέτρων. Χαμηλότερη ασυμμετρία είναι καλύτερη. Οποιαδήποτε ασυμμετρία κάτω από 25nSec είναι εξαιρετική, ενώ μεταξύ 45 και 50 είναι οριακά αποδεκτή.

7.8 Χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση

Η σύνθετη αντίσταση είναι ένα μέτρο της αντίδρασης στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος. Περιλαμβάνει τις επιδράσεις της ωμικής αντίστασης, της χωρητικότητας και της επαγωγής. Η καλωδίωση για δεδομένα είναι αποδεκτά ταξινομημένη στα 100Ω σύνθετη αντίσταση και η τιμή αυτή θα πρέπει να διατηρείται σταθερή κατά μήκος όλου του καλωδίου και σε όλο το εύρος ζώνης συχνοτήτων του.

Η χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση αναφέρεται στη σύνθετη αντίσταση ενός καλωδίου απείρου μήκους. Μετράται στο καλώδιο και όχι στις ενώσεις και είναι μια εργαστηριακή μέτρηση. Δεν υπάρχουν δημοσιεύσεις για πιστοποιητικά ελέγχου που να απαιτούν τη μέτρηση χαρακτηριστικής αντίστασης.

Η ομαλή λειτουργία των τοπικών δικτύων στηρίζεται σε μια σταθερή σύνθετη αντίσταση των καλωδίων του συστήματος. Απότομες αλλαγές σε αυτή την αντίσταση, προκαλούν εσωτερικές ανακλάσεις σημάτων, που οδηγούν στις απώλειες λόγω επιστροφής και στην εξασθένηση και μπορεί να διαστρεβλώσουν τη μετάδοση των σημάτων μέσω των καλωδίων του δικτύου προκαλώντας προβλήματα στο δίκτυο.

7.9 Αντίσταση βρόχου συνεχούς ρεύματος

Η αντίσταση βρόχου συνεχούς ρεύματος είναι η ολική αντίσταση μέσω δύο αγωγών που ενώνονται σε βρόχο στο ένα τους άκρο. Η αντίσταση είναι συνήθως συνάρτηση της διαμέτρου των αγωγών και διαφέρει μόνο με την απόσταση. Αυτή η μέτρηση γίνεται μερικές φορές για να διαβεβαιώσει ότι δεν υπάρχουν κακές συνδέσεις, που μπορούν να προσθέσουν σημαντική αντίσταση στην ένωση.

Η αντίσταση συνεχούς ρεύματος αυξάνει ανάλογα με το μήκος του ελεγχόμενου καλωδίου, ενώ η σύνθετη αντίσταση, που αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη συχνότητα, παραμένει σχεδόν σταθερή και δεν επηρεάζεται από το μήκος. Από πλευράς σήματος, η εξασθένηση είναι περισσότερο χρήσιμη μέτρηση, ενώ η αντίσταση συνεχούς ρεύματος είναι λιγότερο χρήσιμη. Διαφορές στην αντίσταση βρόχου μεταξύ ζευγαριών συχνά αποτελούν μια γρήγορη ένδειξη προβλήματος στην καλωδίωση. Η αντίσταση βρόχου ανά

ζευγάρι δεν πρέπει να ξεπερνά τα 9,4Ω/100m, ενώ η ασυμμετρία αντίστασης μεταξύ των δύο αγωγών ενός οποιουδήποτε ζευγαριού δεν πρέπει να ξεπερνά το 5%.

7.10 Αμοιβαία χωρητικότητα

Η αμοιβαία χωρητικότητα οποιουδήποτε ζευγαριού στη συχνότητα 1 kHz και μετρημένη στους 20°C δεν πρέπει να ξεπερνά τα 6,6 Nf ανά 100 μέτρα, για καλώδιο κατηγορίας 3, και δεν πρέπει να ξεπερνά τα 5,6 Nf ανά 100 μέτρα, για καλώδιο κατηγορίας 5. Η ασυμμετρία χωρητικότητας προς το έδαφος στο 1kHz, για οποιουδήποτε ζευγάρι, δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 30Pf ανά 100 μέτρα.

7.11 Απώλειες λόγω επιστροφής

Απώλειες λόγω επιστροφής είναι η διαφορά μεταξύ της ισχύος ενός μεταδιδόμενου σήματος και της ισχύος από το σήμα των ανακλάσεων που δημιουργούνται λόγω αποκλίσεων της τιμής της σύνθετης αντίστασης του καλωδίου από τη χαρακτηριστική της τιμή. Όσο υψηλότερη είναι αυτή η διαφορά (δηλαδή δεν χάνεται σήμα), τόσο περισσότερο ταιριάζει η σύνθετη αντίσταση του καλωδίου με τη χαρακτηριστική αντίσταση. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου σε ένα καλώδιο, τα μακρινά του άκρα τερματίζονται σε έναν αντιστάτη, η τιμή του οποίου αντιστοιχεί στη χαρακτηριστική αντίσταση του καλωδίου.

7.12 Αθροιστική ισχύς κοντινής αλληλεπίδρασης (PSNEXT)

Η αθροιστική ισχύς κοντινής αλληλεπίδρασης (PSNEXT-PowerSum Near End CrossTalk) είναι μια επέκταση του NEXT. Το PSNEXT υπολογίζει αθροιστικά σε ένα ζευγάρι την αλληλεπίδραση από όλα τα άλλα ζευγάρια που μεταδίδουν σήματα. Αυτός ο έλεγχος είναι κρίσιμος για να υπολογίσει εάν το καλώδιο είναι ικανό να τρέξει πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν σχήματα μετάδοσης με 4 ζευγάρια, όπως το Gigabit Ethernet. Το PSNEXT, στην πραγματικότητα, δεν είναι μέτρηση αλλά υπολογισμός. Προκύπτει ως το αλγεβρικό άθροισμα των ατομικών NEXT επιδράσεων σε κάθε ζευγάρι από τα άλλα τρία ζευγάρια. Υπάρχουν 4 PSNEXT αποτελέσματα για την κάθε πλευρά του καλωδίου. Τυπικά, τα PSNEXT αποτελέσματα είναι περίπου 3 Db χαμηλότερα από τη χειρότερη περίπτωση NEXT, για την κάθε πλευρά του καλωδίου.

7.13 Αθροιστική ισχύς λόγου εξασθένησης προς κοντινή αλληλεπίδραση (PSACR)

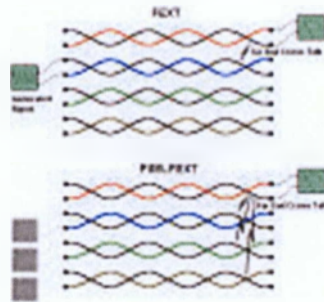
Η αθροιστική ισχύς του λόγου εξασθένησης προς αλληλεπίδραση (PSACR) είναι επέκταση του λόγου εξασθένησης προς αλληλεπίδραση (ACR). Στην πραγματικότητα, το PSACR δεν είναι μέτρηση αλλά υπολογισμός και προκύπτει από το αλγεβρικό άθροισμα των ατομικών ACR αποτελεσμάτων.

Το PSACR μετράει το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης από πολλαπλά ζευγάρια εξασθενημένο σήμα που λαμβάνεται στο μακρινό άκρο του πομπού ή αναμεταδότη, δηλαδή στην είσοδο του δέκτη. Τα σύγχρονα πρωτόκολλα χρησιμοποιούν μεταδόσεις με περισσότερα από ένα ζευγάρια, για να επιτύχουν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, επιτρέποντας έτσι τη μετάδοση σε περισσότερα από ένα σήματα προς την ίδια κατεύθυνση, συγχρόνως και οποιαδήποτε στιγμή.

Αυτός ο έλεγχος είναι κρίσιμος για ταυτόχρονα αμφίδρομες μεταδόσεις. Σε αυτή τη μορφή επικοινωνίας, τα δεδομένα μεταδίδονται ταυτόχρονα και προς τις δύο κατευθύνσεις, δηλαδή ένας υπολογιστής μεταδίδει και λαμβάνει δεδομένα ταυτόχρονα. Συνήθως, ένα ζευγάρι από το καλώδιο χρησιμοποιείται για εκπομπή και ένα άλλο για λήψη. Αφού το PSACR είναι στην ουσία μια μέτρηση του λόγου σήματος προς θόρυβο, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός, τόσο καλύτερα δουλεύει το σύστημα. Τυπικά, τα αποτελέσματα PSACR είναι περίπου 3Db χαμηλότερα από τη χειρότερη περίπτωση αποτελέσματος ACR, για την κάθε πλευρά του καλωδίου.

7.14 Μακρινή αλληλεπίδραση (FEXT)

Η μακρινή αλληλεπίδραση (FEXT-Far End CrossTalk) (Εικόνα 16) είναι όμοια με τη NEXT, εκτός του ότι το σήμα στέλνεται από το κοντινό άκρο και η αλληλεπίδραση μετριέται στο μακρινό άκρο. Λόγω της εξασθένησης, τα σήματα που προκαλούν τη μακρινή αλληλεπίδραση μπορεί να είναι πολύ ασθενέστερα, ειδικά για τα καλώδια μεγαλύτερου μήκους. Αυτό το αποτέλεσμα σημαίνει ότι, για δεδομένη ποιότητα καλωδίωσης, τόσο περισσότερη αλληλεπίδραση θα υπάρχει στο μακρινό άκρο (FEXT), όσο πιο κοντά στην αρχή είναι αυτό το άκρο. Γι' αυτό το λόγο, τα αποτελέσματα FEXT δεν έχουν σημασία χωρίς μια ένδειξη της αντίστοιχης εξασθένησης στο καλώδιο. Έτσι, το FEXT μετράται αλλά σπάνια αναφέρεται. Τα αποτελέσματα FEXT χρησιμοποιούνται για να προκύψει το ίσο επίπεδο μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT).



Εικόνα 30 Μακρινή αλληλεπίδραση

7.15 Ίσο επίπεδο μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT)

Το ίσο επίπεδο μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT: Equal Level Far End Cross Talk) είναι ένας νέος έλεγχος που διενεργείται για να διαβεβαιώσει ότι τα σύγχρονα καλωδιακά συστήματα είναι ικανά να μεταδώσουν με πρωτόκολλα υψηλών ταχυτήτων. Καθώς τα νέα πρωτόκολλα μεταδίδουν και λαμβάνουν την ίδια στιγμή (Full Duplex), τα σήματα μπορούν να ταξιδεύουν συγχρόνως προς δύο κατευθύνσεις, την ίδια στιγμή. Έτσι, σε μια καλωδίωση πρέπει να ελεγχθούν και το NEXT και το ELFEXT.

Για να μετρηθεί το ELFEXT, παράγεται ένα σήμα ελέγχου στο ένα ζευγάρι στο κοντινό άκρο και μετριέται η αλληλεπίδραση στο γειτονικό ζευγάρι αλλά στο μακρινό του άκρο (FEXT), από την άλλη πλευρά του καλωδίου. Επειδή το μεταδιδόμενο σήμα εξασθενεί κατά μήκος του καλωδίου, αυτή η εξασθένηση αφαιρείται από τη μέτρηση FEXT, για να δώσει το ίσο επίπεδο της μακρινής αλληλεπίδρασης (ELFEXT). Μ' αυτή την αφαίρεση της εξασθένησης εξουδετερώνεται η εξάρτηση του FEXT από το μήκος που αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα. Αυτό προκύπτει και από το παράδειγμα που ακολουθεί.

Ας πάρουμε τις μετρήσεις FEXT και εξασθένησης σε δύο καλώδια φτιαγμένα από το ίδιο υλικό και με τα ίδια χαρακτηριστικά, αλλά με διαφορετικά μήκη, 50m το ένα και 100m το άλλο.

	FEXT	Εξασθένηση	ELFEXT
Καλώδιο 50 m	45 dB	11 dB	$45 \cdot 11 = 34$ dB
Καλώδιο 100 m	54 dB	20 dB	$54 \cdot 20 = 34$ dB

Πίνακας 9 Η μέτρηση ELFEXT εξουδετερώνει την εξάρτηση του FEXT από τις αποστάσεις.

Υπάρχουν 12 μετρήσεις ELFEXT για καθένα άκρο καλωδίου 4 συνεστραμμένων ζευγών και συνολικά 24 μετρήσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί η εξασθένηση μπορεί να διαφέρει ελαφρά, ανάλογα με ποιο ζευγάρι ενεργοποιείται. Επιπλέον, το όργανο μέτρησης θα ενεργοποιήσει το ζευγάρι 1 και θα αναγνώσει το ζευγάρι 2 στο τέλος του, έπειτα θα ενεργοποιήσει το ζευγάρι 2 και θα αναγνώσει το ζευγάρι 1 στο τέλος του κ.λπ. Οι ίδιοι παράγοντες που δημιουργούν τα προβλήματα κατά τις μετρήσεις στον έλεγχο NEXT τα δημιουργούν και στο ELFEXT επομένως, τα προβλήματα στο ανάγονται σε προβλήματα του NEXT και της εξασθένησης, όπως ακριβώς στο ACR.

7.16 Αθροιστική ισχύς ίσου επιπέδου μακρινής αλληλεπίδρασης (PSELFEXT)

Η αθροιστική ισχύς ίσου επιπέδου μακρινής αλληλεπίδρασης (PSELFEXT) είναι στην πραγματικότητα ένας υπολογισμός και όχι μέτρηση και προκύπτει από ένα αλγεβρικό άθροισμα των ατομικών ELFEXT που επιδρούν σε κάθε ζευγάρι από τα τρία ζευγάρια.

Υπάρχουν 4 αποτελέσματα PSELFEXT για το κάθε άκρο, τα οποία τυπικά είναι γύρω στα 3 dB χαμηλότερα από τα αποτελέσματα ELFEXT της χειρότερης περίπτωσης, για το κάθε άκρο του καλωδίου.

8. Παράρτημα

8.1 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΝΕΟΥ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟΥ ΜΕΓΑΡΟΥ ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Παρακάτω παρατίθεται λίστα μετρήσεων για τον καταναμητή ισογείου με έλεγχο σε 10 σημεία.

- **Wiremap:** Μέτρηση χάρτη καλωδίου.
- **Attenuation:** Μέτρηση εξασθένησης.
- **NEXT:** Μέτρηση κοντινής αλληλεπίδρασης.
- **Length:** Μέτρηση μήκους καλωδίων.
- **DC Resistance:** Μέτρηση αντίσταση βρόχου συνεχούς ρεύματος.
- **Impedance:** Μέτρηση χαρακτηριστικής σύνθετης αντίστασης καλωδίου.
- **Return Loss:** Μέτρηση επιπέδου απώλειας σήματος λόγω επιστροφής.
- **ACR:** Μέτρηση λόγου εξασθένησης προς αλληλεπίδραση.
- **Capacitance:** Μέτρηση αμοιβαίας χωρητικότητας καλωδίου.
- **Power Sum ELFEXT:** Μέτρηση αρθροιστικής ισχύς ίσου επιπέδου μακρινής αλληλεπίδρασης (PSELFEXT).

8.2 Μετρήσεις

PASS

Cable ID: 2.1A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.5 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	14.1 dB
Length	PASS	31.2m	3,6	< 94.0m	62.8m
NEXT	PASS	53.6 dB @ 89.5MHz	3,6-5,4	> 33.1 dB	20.5 dB
DC Resistance	PASS	7.80hm	5,4	< 20.00hm	12.20hm
Impedance	PASS	99.50hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.50hm
Return Loss	PASS	19.5 dB @ 58.3MHz	3,6	> 13.9 dB	5.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	1,2	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	45.3 dB @ 99.3MHz	1,2	> 17.2 dB	28.1 dB

PASS

Cable ID: 2.1B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.4 dB @ 99.0MHz	7,8	< 21.5 dB	14.1 dB
Length	PASS	31.1m	5,4	< 94.0m	62.9m
NEXT	PASS	53.4 dB @ 100.0MHz	3,6-5,4	> 32.0 dB	21.4 dB
DC Resistance	PASS	7.60hm	5,4	< 20.00hm	12.40hm
Impedance	PASS	99.30hm	3,6	85.0 - 115.00hm	14.30hm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 65.8MHz	3,6	> 13.5 dB	7.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	1,2	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	45.2 dB @ 99.3MHz	1,2	> 17.2 dB	28.0 dB

 PASS

Cable ID: 2.2A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.3 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	13.3 dB
Length	PASS	36.1m	5,4	< 94.0m	57.9m
NEXT	PASS	52.1 dB @ 82.3MHz	3,6-5,4	> 33.8 dB	18.3 dB
DC Resistance	PASS	8.10hm	5,4	< 20.00hm	11.90hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	18.6 dB @ 74.3MHz	3,6	> 13.2 dB	5.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.8pF	1,2	< 66.0pF	17.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.6 dB @ 99.8MHz	7,8	> 17.1 dB	23.5 dB

 PASS

Cable ID: 2.2B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.3 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	13.3 dB
Length	PASS	36.1m	5,4	< 94.0m	57.9m
NEXT	PASS	52.1 dB @ 82.3MHz	3,6-5,4	> 33.8 dB	18.3 dB
DC Resistance	PASS	8.10hm	5,4	< 20.00hm	11.90hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	18.6 dB @ 74.3MHz	3,6	> 13.2 dB	5.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.8pF	1,2	< 66.0pF	17.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.6 dB @ 99.8MHz	7,8	> 17.1 dB	23.5 dB

 PASS

Cable ID: 2.3A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.9 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	13.7 dB
Length	PASS	33.4m	5,4	< 94.0m	60.6m
NEXT	PASS	49.5 dB @ 86.3MHz	7,8-5,4	> 33.4 dB	16.1 dB

DC Resistance	PASS	7.50hm	3,6	< 20.00hm	12.50hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	19.0 dB @ 80.5MHz	3,6	> 12.9 dB	6.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.6pF	7,8	< 66.0pF	17.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.9 dB @ 98.0MHz	1,2	> 17.3 dB	25.6 dB

PASS

Cable ID: 2.3B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.8 dB @ 99.0MHz	1,2	< 21.5 dB	13.7 dB
Length	PASS	33.8m	5,4	< 94.0m	60.2m
NEXT	PASS	51.9 dB @ 81.5MHz	3,6-5,4	> 33.8 dB	18.1 dB
DC Resistance	PASS	8.00hm	3,6	< 20.00hm	12.00hm
Impedance	PASS	102.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.10hm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 70.0MHz	1,2	> 13.3 dB	7.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.1 dB @ 98.3MHz	7,8	> 17.3 dB	21.8 dB

PASS

Cable ID: 2.4A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	6.3 dB @ 99.8MHz	3,6	< 21.6 dB	15.3 dB
Length	PASS	27.0m	7,8	< 94.0m	67.0m
NEXT	PASS	51.7 dB @ 91.3MHz	3,6-5,4	> 32.9 dB	18.8 dB
DC Resistance	PASS	7.50hm	3,6	< 20.00hm	12.50hm
Impedance	PASS	100.70hm	1,2	85.0 - 115.00hm	15.70hm
Return Loss	PASS	18.4 dB @ 68.5MHz	3,6	> 13.4 dB	5.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.1pF	5,4	< 66.0pF	17.9pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.6 dB @ 100.0MHz	5,4	> 17.0 dB	25.6 dB

PASS

Cable ID: 2.4B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	6.3 dB @ 99.8MHz	3,6	< 21.6 dB	15.3 dB
Length	PASS	26.9m	7,8	< 94.0m	67.1m
NEXT	PASS	52.0 dB @ 98.3MHz	5,4-1,2	> 32.3 dB	19.7 dB
DC Resistance	PASS	8.60hm	3,6	< 20.00hm	11.40hm
Impedance	PASS	100.60hm	1,2	85.0 - 115.00hm	15.60hm
Return Loss	PASS	21.1 dB @ 68.8MHz	3,6	> 13.4 dB	7.7 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.1pF	5,4	< 66.0pF	17.9pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.6 dB @ 66.8MHz	7,8	> 20.7 dB	21.9 dB

PASS

Cable ID: 2.5A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	6.0 dB @ 99.8MHz	3,6	< 21.6 dB	15.6 dB
Length	PASS	24.8m	3,6	< 94.0m	69.2m
NEXT	PASS	51.0 dB @ 86.3MHz	3,6-5,4	> 33.4 dB	17.6 dB
DC Resistance	PASS	9.40hm	3,6	< 20.00hm	10.60hm
Impedance	PASS	99.20hm	7,8	85.0 - 115.00hm	14.20hm
Return Loss	PASS	21.3 dB @ 70.0MHz	3,6	> 13.3 dB	8.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.3pF	5,4	< 66.0pF	17.7pF
Power Sum ELFEXT	PASS	45.2 dB @ 96.5MHz	1,2	> 17.5 dB	27.7 dB

PASS

Cable ID: 2.5B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	6.1 dB @ 100.0MHz	3,6	< 21.6 dB	15.5 dB
Length	PASS	24.7m	5,4	< 94.0m	69.3m
NEXT	PASS	48.4 dB @ 89.5MHz	7,8-5,4	> 33.1 dB	15.3 dB
DC Resistance	PASS	10.90hm	3,6	< 20.00hm	9.10hm
Impedance	PASS	101.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.80hm
Return Loss	PASS	21.0 dB @ 99.8MHz	5,4	> 12.2 dB	8.8 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.9 dB @ 97.8MHz	7,8	> 17.3 dB	22.6 dB

PASS

Cable ID: 2.6A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.4 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	14.2 dB
Length	PASS	30.9m	5,4	< 94.0m	63.1m
NEXT	PASS	49.6 dB @ 87.0MHz	3,6-5,4	> 33.3 dB	16.3 dB
DC Resistance	PASS	12.40hm	3,6	< 20.00hm	7.60hm
Impedance	PASS	100.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.00hm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 88.3MHz	1,2	> 12.6 dB	8.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.6pF	1,2	< 66.0pF	17.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.6 dB @ 99.8MHz	1,2	> 17.1 dB	25.5 dB

PASS

Cable ID: 2.6B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.2 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	14.4 dB

Length	PASS	31.0m	5,4	< 94.0m	63.0m
NEXT	PASS	52.8 dB @ 85.8MHz	3,6-5,4	> 33.4 dB	19.4 dB
DC Resistance	PASS	10.40hm	3,6	< 20.00hm	9.60hm
Impedance	PASS	102.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.10hm
Return Loss	PASS	20.5 dB @ 1.5MHz	3,6	> 17.0 dB	3.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.6 dB @ 56.5MHz	7,8	> 22.4 dB	19.2 dB

PASS

Cable ID: 2.7A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.3 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	13.3 dB
Length	PASS	35.5m	5,4	< 94.0m	58.5m
NEXT	PASS	53.7 dB @ 81.8MHz	3,6-5,4	> 33.8 dB	19.9 dB
DC Resistance	PASS	8.70hm	3,6	< 20.00hm	11.30hm
Impedance	PASS	100.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.00hm
Return Loss	PASS	19.3 dB @ 72.8MHz	3,6	> 13.2 dB	6.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	44.0 dB @ 99.8MHz	1,2	> 17.1 dB	26.9 dB

PASS

Cable ID: 2.7B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	13.6 dB
Length	PASS	35.2m	5,4	< 94.0m	58.8m
NEXT	PASS	53.4 dB @ 84.3MHz	3,6-5,4	> 33.6 dB	19.8 dB
DC Resistance	PASS	9.40hm	3,6	< 20.00hm	10.60hm
Impedance	PASS	101.70hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.70hm
Return Loss	PASS	20.5 dB @ 76.8MHz	3,6	> 13.1 dB	7.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.7pF	1,2	< 66.0pF	18.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.3 dB @ 100.0MHz	7,8	> 17.0 dB	23.3 dB

PASS

Cable ID: 2.8A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	9.7 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	11.9 dB
Length	PASS	42.3m	5,4	< 94.0m	51.7m
NEXT	PASS	51.3 dB @ 72.3MHz	7,8-5,4	> 34.7 dB	16.6 dB
DC Resistance	PASS	9.70hm	3,6	< 20.00hm	10.30hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	21.0 dB @ 0.9MHz	3,6	> 17.0 dB	4.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.6pF	1,2	< 66.0pF	17.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.7 dB @ 97.0MHz	1,2	> 17.4 dB	23.3 dB

PASS

Cable ID: 2.8B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	9.4 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	12.2 dB
Length	PASS	42.4m	5,4	< 94.0m	51.6m
NEXT	PASS	52.7 dB @ 88.0MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	19.5 dB
DC Resistance	PASS	9.40hm	3,6	< 20.00hm	10.60hm
Impedance	PASS	102.20hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.20hm
Return Loss	PASS	20.0 dB @ 1.1MHz	5,4	> 17.0 dB	3.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.5pF	1,2	< 66.0pF	18.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.2 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	24.2 dB

PASS

Cable ID: 2.9A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.6 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	13.0 dB
Length	PASS	36.9m	5,4	< 94.0m	57.1m
NEXT	PASS	51.9 dB @ 87.8MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	18.7 dB
DC Resistance	PASS	8.50hm	3,6	< 20.00hm	11.50hm
Impedance	PASS	99.60hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.60hm
Return Loss	PASS	20.8 dB @ 14.8MHz	7,8	> 17.0 dB	3.8 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.8pF	7,8	< 66.0pF	17.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.0 dB @ 99.8MHz	1,2	> 17.1 dB	24.9 dB

PASS

Cable ID: 2.9B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.3 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	13.3 dB
Length	PASS	36.8m	5,4	< 94.0m	57.2m
NEXT	PASS	53.6 dB @ 94.0MHz	7,8-5,4	> 32.7 dB	20.9 dB
DC Resistance	PASS	8.40hm	5,4	< 20.00hm	11.60hm
Impedance	PASS	101.40hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.40hm
Return Loss	PASS	20.5 dB @ 98.8MHz	5,4	> 12.2 dB	8.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.8pF	1,2	< 66.0pF	18.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.3 dB @ 100.0MHz	7,8	> 17.0 dB	24.3 dB

PASS

Cable ID: 2.10A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	8.1 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	13.5 dB
Length	PASS	34.2m	5,4	< 94.0m	59.8m
NEXT	PASS	52.7 dB @ 92.0MHz	7,8-5,4	> 32.8 dB	19.9 dB
DC Resistance	PASS	8.40hm	5,4	< 20.00hm	11.60hm
Impedance	PASS	99.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.80hm
Return Loss	PASS	21.2 dB @ 72.8MHz	3,6	> 13.2 dB	8.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.8pF	1,2	< 66.0pF	17.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.8 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	24.8 dB

PASS

Cable ID: 2.10B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.7 dB @ 99.8MHz	7,8	< 21.6 dB	13.9 dB
Length	PASS	34.2m	5,4	< 94.0m	59.8m
NEXT	PASS	50.7 dB @ 98.5MHz	7,8-5,4	> 32.2 dB	18.5 dB
DC Resistance	PASS	7.70hm	5,4	< 20.00hm	12.30hm
Impedance	PASS	101.50hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.50hm
Return Loss	PASS	21.1 dB @ 1.1MHz	5,4	> 17.0 dB	4.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	45.1 dB @ 50.8MHz	7,8	> 23.5 dB	21.6 dB

PASS

Cable ID: 2.11A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.5 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	9.1 dB
Length	PASS	57.1m	5,4	< 94.0m	36.9m
NEXT	PASS	52.0 dB @ 97.3MHz	7,8-5,4	> 32.4 dB	19.6 dB
DC Resistance	PASS	10.80hm	5,4	< 20.00hm	9.20hm
Impedance	PASS	101.50hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.50hm
Return Loss	PASS	19.7 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.7 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.8 dB @ 80.5MHz	1,2	> 19.2 dB	22.6 dB

PASS

Cable ID: 2.11B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.3 dB @ 99.5MHz	1,2	< 21.5 dB	9.2 dB
Length	PASS	57.1m	5,4	< 94.0m	36.9m
NEXT	PASS	51.5 dB @ 91.8MHz	3,6-5,4	> 32.9 dB	18.6 dB
DC Resistance	PASS	10.90hm	5,4	< 20.00hm	9.10hm
Impedance	PASS	100.70hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.70hm

Return Loss	PASS	20.2 dB @ 56.3MHz	5,4	> 14.0 dB	6.2 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.0pF	1,2	< 66.0pF	18.0pF
Power Sum ELFEXT	PASS	37.5 dB @ 99.5MHz	5,4	> 17.2 dB	20.3 dB

PASS

Cable ID: 2.12A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.8 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	8.8 dB
Length	PASS	58.8m	5,4	< 94.0m	35.2m
NEXT	PASS	52.5 dB @ 95.0MHz	3,6-5,4	> 32.6 dB	19.9 dB
DC Resistance	PASS	11.30hm	3,6	< 20.00hm	8.70hm
Impedance	PASS	101.90hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.90hm
Return Loss	PASS	19.5 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.5pF	1,2	< 66.0pF	18.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.4 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	24.4 dB

PASS

Cable ID: 2.12B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.8 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	8.8 dB
Length	PASS	58.8m	5,4	< 94.0m	35.2m
NEXT	PASS	52.5 dB @ 95.0MHz	3,6-5,4	> 32.6 dB	19.9 dB
DC Resistance	PASS	11.30hm	3,6	< 20.00hm	8.70hm
Impedance	PASS	101.90hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.90hm
Return Loss	PASS	19.5 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.5pF	1,2	< 66.0pF	18.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.4 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	24.4 dB

PASS

Cable ID: 2.13A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	13.9 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	7.7 dB
Length	PASS	64.4m	5,4	< 94.0m	29.6m
NEXT	PASS	52.4 dB @ 88.3MHz	7,8-5,4	> 33.2 dB	19.2 dB
DC Resistance	PASS	12.10hm	3,6	< 20.00hm	7.90hm
Impedance	PASS	101.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.80hm
Return Loss	PASS	20.2 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	3.2 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.5pF	1,2	< 66.0pF	18.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.6 dB @ 98.5MHz	1,2	> 17.3 dB	25.3 dB

PASS

Cable ID: 2.13B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	13.8 dB @ 99.5MHz	1,2	< 21.5 dB	7.7 dB
Length	PASS	64.6m	5,4	< 94.0m	29.4m
NEXT	PASS	49.5 dB @ 99.3MHz	7,8-5,4	> 32.2 dB	17.3 dB
DC Resistance	PASS	11.90hm	3,6	< 20.00hm	8.10hm
Impedance	PASS	100.90hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.90hm
Return Loss	PASS	20.8 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	3.8 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.8pF	1,2	< 66.0pF	18.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.9 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	22.9 dB

PASS

Cable ID: 2.14A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.1 dB @ 99.5MHz	1,2	< 21.5 dB	7.4 dB
Length	PASS	65.7m	5,4	< 94.0m	28.3m
NEXT	PASS	52.9 dB @ 84.0MHz	3,6-5,4	> 33.6 dB	19.3 dB
DC Resistance	PASS	12.80hm	5,4	< 20.00hm	7.20hm
Impedance	PASS	101.90hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.90hm
Return Loss	PASS	17.9 dB @ 97.8MHz	5,4	> 12.3 dB	5.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	43.2 dB @ 75.3MHz	1,2	> 19.8 dB	23.4 dB

PASS

Cable ID: 2.14B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.0 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	7.6 dB
Length	PASS	65.5m	5,4	< 94.0m	28.5m
NEXT	PASS	47.4 dB @ 98.3MHz	7,8-5,4	> 32.3 dB	15.1 dB
DC Resistance	PASS	12.00hm	3,6	< 20.00hm	8.00hm
Impedance	PASS	101.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.00hm
Return Loss	PASS	20.7 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	3.7 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.9pF	1,2	< 66.0pF	18.1pF
Power Sum ELFEXT	PASS	36.0 dB @ 92.3MHz	7,8	> 17.9 dB	18.1 dB

PASS

Cable ID: 2.15A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	13.3 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	8.3 dB

Length	PASS	62.0m	5,4	< 94.0m	32.0m
NEXT	PASS	51.9 dB @ 88.8MHz	3,6-5,4	> 33.1 dB	18.8 dB
DC Resistance	PASS	13.60hm	7,8	< 20.00hm	6.40hm
Impedance	PASS	102.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.10hm
Return Loss	PASS	19.6 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.5pF	1,2	< 66.0pF	18.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	44.8 dB @ 69.5MHz	1,2	> 20.4 dB	24.4 dB

PASS

Cable ID: 2.15B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	13.5 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	8.1 dB
Length	PASS	61.4m	5,4	< 94.0m	32.6m
NEXT	PASS	52.8 dB @ 85.5MHz	3,6-5,4	> 33.5 dB	19.3 dB
DC Resistance	PASS	11.70hm	3,6	< 20.00hm	8.30hm
Impedance	PASS	99.30hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.30hm
Return Loss	PASS	20.9 dB @ 61.3MHz	3,6	> 13.7 dB	7.2 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	1,2	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	43.1 dB @ 81.3MHz	1,2	> 19.1 dB	24.0 dB

PASS

Cable ID: 2.16A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	6.6 dB
Length	PASS	70.2m	5,4	< 94.0m	23.8m
NEXT	PASS	51.8 dB @ 93.3MHz	3,6-5,4	> 32.7 dB	19.1 dB
DC Resistance	PASS	12.70hm	1,2	< 20.00hm	7.30hm
Impedance	PASS	101.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.80hm
Return Loss	PASS	20.5 dB @ 72.3MHz	3,6	> 13.2 dB	7.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.9 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	22.7 dB

PASS

Cable ID: 2.16B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.2 dB @ 99.5MHz	7,8	< 21.5 dB	6.3 dB
Length	PASS	70.3m	5,4	< 94.0m	23.7m
NEXT	PASS	50.4 dB @ 98.8MHz	3,6-5,4	> 32.2 dB	18.2 dB
DC Resistance	PASS	12.90hm	1,2	< 20.00hm	7.10hm
Impedance	PASS	99.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.80hm
Return Loss	PASS	20.2 dB @ 75.3MHz	3,6	> 13.1 dB	7.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.5pF	1,2	< 66.0pF	17.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.7 dB @ 100.0MHz	5,4	> 17.0 dB	24.7 dB

PASS

Cable ID: 2.17A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.6 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	6.0 dB
Length	PASS	73.2m	5,4	< 94.0m	20.8m
NEXT	PASS	52.8 dB @ 84.5MHz	3,6-5,4	> 33.5 dB	19.3 dB
DC Resistance	PASS	13.50hm	3,6	< 20.00hm	6.50hm
Impedance	PASS	102.30hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.30hm
Return Loss	PASS	20.5 dB @ 41.3MHz	5,4	> 15.0 dB	5.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.3pF	1,2	< 66.0pF	18.7pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.9 dB @ 99.0MHz	1,2	> 17.2 dB	23.7 dB

PASS

Cable ID: 2.17B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.8 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	5.8 dB
Length	PASS	73.1m	5,4	< 94.0m	20.9m
NEXT	PASS	51.9 dB @ 90.5MHz	3,6-5,4	> 33.0 dB	18.9 dB
DC Resistance	PASS	13.30hm	3,6	< 20.00hm	6.70hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	20.9 dB @ 98.3MHz	1,2	> 12.3 dB	8.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.4pF	1,2	< 66.0pF	17.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.1 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	25.1 dB

PASS

Cable ID: 2.18A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	17.0 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	4.6 dB
Length	PASS	78.6m	5,4	< 94.0m	15.4m
NEXT	PASS	51.4 dB @ 93.5MHz	3,6-5,4	> 32.7 dB	18.7 dB
DC Resistance	PASS	13.90hm	3,6	< 20.00hm	6.10hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	18.5 dB @ 100.0MHz	7,8	> 12.1 dB	6.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.2pF	7,8	< 66.0pF	17.8pF
Power Sum ELFEXT	PASS	36.9 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	19.9 dB

PASS

Cable ID: 2.18B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
--------	-------	-------	-------	--------

Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	17.0 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	4.6 dB
Length	PASS	78.6m	5,4	< 94.0m	15.4m
NEXT	PASS	51.4 dB @ 93.5MHz	3,6-5,4	> 32.7 dB	18.7 dB
DC Resistance	PASS	13.90hm	3,6	< 20.00hm	6.10hm
Impedance	PASS	100.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.10hm
Return Loss	PASS	18.5 dB @ 100.0MHz	7,8	> 12.1 dB	6.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.2pF	7,8	< 66.0pF	17.8pF
Power Sum ELFEXT	PASS	36.9 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	19.9 dB

PASS

Cable ID: 2.19A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	17.3 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	4.3 dB
Length	PASS	82.9m	5,4	< 94.0m	11.1m
NEXT	PASS	50.4 dB @ 94.5MHz	7,8-5,4	> 32.6 dB	17.8 dB
DC Resistance	PASS	14.60hm	3,6	< 20.00hm	5.40hm
Impedance	PASS	101.60hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.60hm
Return Loss	PASS	18.9 dB @ 80.5MHz	3,6	> 12.9 dB	6.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.6 dB @ 67.0MHz	7,8	> 20.7 dB	18.9 dB

PASS

Cable ID: 2.19B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	17.8 dB @ 99.5MHz	7,8	< 21.5 dB	3.7 dB
Length	PASS	82.5m	5,4	< 94.0m	11.5m
NEXT	PASS	50.1 dB @ 95.3MHz	7,8-5,4	> 32.5 dB	17.6 dB
DC Resistance	PASS	14.80hm	1,2	< 20.00hm	5.20hm
Impedance	PASS	100.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.00hm
Return Loss	PASS	19.7 dB @ 72.0MHz	3,6	> 13.2 dB	6.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.2pF	7,8	< 66.0pF	17.8pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.7 dB @ 100.0MHz	5,4	> 17.0 dB	24.7 dB

PASS

Cable ID: 2.20A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	16.3 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	5.3 dB
Length	PASS	77.8m	5,4	< 94.0m	16.2m
NEXT	PASS	51.6 dB @ 80.3MHz	7,8-5,4	> 33.9 dB	17.7 dB
DC Resistance	PASS	13.80hm	1,2	< 20.00hm	6.20hm
Impedance	PASS	101.50hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.50hm
Return Loss	PASS	21.1 dB @ 71.8MHz	3,6	> 13.3 dB	7.8 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB

Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	<	66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.9 dB @ 99.8MHz	5,4	>	17.1 dB	24.8 dB

PASS

Cable ID: 2.20B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	16.7 dB @ 99.8MHz	7,8	< 21.6 dB	4.9 dB
Length	PASS	77.5m	5,4	< 94.0m	16.5m
NEXT	PASS	53.7 dB @ 97.5MHz	3,6-5,4	> 32.3 dB	21.4 dB
DC Resistance	PASS	13.80hm	3,6	< 20.00hm	6.20hm
Impedance	PASS	99.70hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.70hm
Return Loss	PASS	21.6 dB @ 55.5MHz	3,6	> 14.1 dB	7.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.4pF	7,8	< 66.0pF	17.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.2 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	23.0 dB

PASS

Cable ID: 2.21A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.1 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	7.5 dB
Length	PASS	66.1m	5,4	< 94.0m	27.9m
NEXT	PASS	52.0 dB @ 78.8MHz	7,8-5,4	> 34.1 dB	17.9 dB
DC Resistance	PASS	12.10hm	3,6	< 20.00hm	7.90hm
Impedance	PASS	101.30hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.30hm
Return Loss	PASS	20.0 dB @ 78.3MHz	3,6	> 13.0 dB	7.0 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.7pF	1,2	< 66.0pF	18.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	43.0 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	25.8 dB

PASS

Cable ID: 2.21B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.6 dB @ 99.5MHz	7,8	< 21.5 dB	6.9 dB
Length	PASS	65.8m	5,4	< 94.0m	28.2m
NEXT	PASS	50.3 dB @ 83.0MHz	3,6-5,4	> 33.7 dB	16.6 dB
DC Resistance	PASS	12.00hm	1,2	< 20.00hm	8.00hm
Impedance	PASS	99.20hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.20hm
Return Loss	PASS	19.2 dB @ 88.5MHz	3,6	> 12.6 dB	6.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	49.2pF	7,8	< 66.0pF	16.8pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.2 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	24.0 dB

PASS

Cable ID: 2.22A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.0 dB @ 99.5MHz	1,2	< 21.5 dB	6.5 dB
Length	PASS	68.5m	5,4	< 94.0m	25.5m
NEXT	PASS	51.1 dB @ 98.5MHz	7,8-5,4	> 32.2 dB	18.9 dB
DC Resistance	PASS	12.7Ohm	3,6	< 20.0Ohm	7.3Ohm
Impedance	PASS	99.6Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	14.6Ohm
Return Loss	PASS	21.8 dB @ 80.5MHz	3,6	> 12.9 dB	8.9 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.5pF	7,8	< 66.0pF	17.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.8 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	23.8 dB

 PASS

Cable ID: 2.22B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.9 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	6.7 dB
Length	PASS	68.4m	5,4	< 94.0m	25.6m
NEXT	PASS	51.3 dB @ 73.3MHz	3,6-5,4	> 34.6 dB	16.7 dB
DC Resistance	PASS	12.5Ohm	3,6	< 20.0Ohm	7.5Ohm
Impedance	PASS	99.6Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	14.6Ohm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 69.5MHz	3,6	> 13.3 dB	7.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.5pF	7,8	< 66.0pF	17.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.8 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	25.6 dB

 PASS

Cable ID: 2.23A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.0 dB @ 99.5MHz	1,2	< 21.5 dB	6.5 dB
Length	PASS	68.5m	5,4	< 94.0m	25.5m
NEXT	PASS	51.1 dB @ 98.5MHz	7,8-5,4	> 32.2 dB	18.9 dB
DC Resistance	PASS	12.7Ohm	3,6	< 20.0Ohm	7.3Ohm
Impedance	PASS	99.6Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	14.6Ohm
Return Loss	PASS	21.8 dB @ 80.5MHz	3,6	> 12.9 dB	8.9 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.5pF	7,8	< 66.0pF	17.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.8 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	23.8 dB

 PASS

Cable ID: 2.23B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.9 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	6.7 dB
Length	PASS	68.4m	5,4	< 94.0m	25.6m
NEXT	PASS	51.3 dB @ 73.3MHz	3,6-5,4	> 34.6 dB	16.7 dB
DC Resistance	PASS	12.5Ohm	3,6	< 20.0Ohm	7.5Ohm

Impedance	PASS	99.60hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.60hm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 69.5MHz	3,6	> 13.3 dB	7.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.5pF	7,8	< 66.0pF	17.5pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.8 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	25.6 dB

PASS

Cable ID: 2.24A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	6.6 dB
Length	PASS	70.5m	5,4	< 94.0m	23.5m
NEXT	PASS	51.3 dB @ 85.5MHz	7,8-5,4	> 33.5 dB	17.8 dB
DC Resistance	PASS	12.60hm	1,2	< 20.00hm	7.40hm
Impedance	PASS	102.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.10hm
Return Loss	PASS	20.1 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	3.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.9 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	25.9 dB

PASS

Cable ID: 2.24B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.3 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	6.3 dB
Length	PASS	70.5m	5,4	< 94.0m	23.5m
NEXT	PASS	50.8 dB @ 90.3MHz	3,6-5,4	> 33.0 dB	17.8 dB
DC Resistance	PASS	12.70hm	3,6	< 20.00hm	7.30hm
Impedance	PASS	99.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.80hm
Return Loss	PASS	17.4 dB @ 89.0MHz	3,6	> 12.6 dB	4.8 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.4pF	7,8	< 66.0pF	17.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.1 dB @ 100.0MHz	1,2	> 17.0 dB	24.1 dB

PASS

Cable ID: 2.25A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.7 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	6.9 dB
Length	PASS	68.8m	5,4	< 94.0m	25.2m
NEXT	PASS	52.5 dB @ 89.8MHz	3,6-5,4	> 33.1 dB	19.4 dB
DC Resistance	PASS	12.90hm	3,6	< 20.00hm	7.10hm
Impedance	PASS	102.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.00hm
Return Loss	PASS	20.1 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	3.1 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.4 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	22.2 dB

PASS

Cable ID: 2.25B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	6.6 dB
Length	PASS	68.9m	5,4	< 94.0m	25.1m
NEXT	PASS	53.0 dB @ 88.0MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	19.8 dB
DC Resistance	PASS	12.80hm	3,6	< 20.00hm	7.20hm
Impedance	PASS	99.60hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.60hm
Return Loss	PASS	20.5 dB @ 73.8MHz	3,6	> 13.2 dB	7.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.6pF	1,2	< 66.0pF	17.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	43.8 dB @ 72.0MHz	1,2	> 20.2 dB	23.6 dB

PASS

Cable ID: 2.26A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.4 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	6.2 dB
Length	PASS	72.9m	5,4	< 94.0m	21.1m
NEXT	PASS	53.4 dB @ 97.8MHz	3,6-5,4	> 32.3 dB	21.1 dB
DC Resistance	PASS	13.00hm	1,2	< 20.00hm	7.00hm
Impedance	PASS	102.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.00hm
Return Loss	PASS	19.8 dB @ 95.0MHz	5,4	> 12.4 dB	7.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.9 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	24.7 dB

PASS

Cable ID: 2.26B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	15.4 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	6.2 dB
Length	PASS	72.9m	5,4	< 94.0m	21.1m
NEXT	PASS	53.4 dB @ 97.8MHz	3,6-5,4	> 32.3 dB	21.1 dB
DC Resistance	PASS	13.00hm	1,2	< 20.00hm	7.00hm
Impedance	PASS	102.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	17.00hm
Return Loss	PASS	19.8 dB @ 95.0MHz	5,4	> 12.4 dB	7.4 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.4pF	1,2	< 66.0pF	18.6pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.9 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	24.7 dB

PASS

Cable ID: 2.27A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	14.2 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	7.4 dB
Length	PASS	64.6m	5,4	< 94.0m	29.4m
NEXT	PASS	52.7 dB @ 97.0MHz	3,6-5,4	> 32.4 dB	20.3 dB

DC Resistance	PASS	12.30hm	3,6	< 20.00hm	7.70hm
Impedance	PASS	99.70hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.70hm
Return Loss	PASS	17.9 dB @ 73.0MHz	3,6	> 13.2 dB	4.7 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.7 dB @ 90.8MHz	1,2	> 18.1 dB	23.6 dB

PASS

Cable ID: 2.27B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	13.8 dB @ 99.8MHz	1,2	< 21.6 dB	7.8 dB
Length	PASS	64.8m	5,4	< 94.0m	29.2m
NEXT	PASS	52.3 dB @ 96.3MHz	3,6-5,4	> 32.4 dB	19.9 dB
DC Resistance	PASS	11.80hm	3,6	< 20.00hm	8.20hm
Impedance	PASS	101.60hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.60hm
Return Loss	PASS	19.9 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.9 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.4 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	24.2 dB

PASS

Cable ID: 2.28A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	13.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	8.6 dB
Length	PASS	58.4m	5,4	< 94.0m	35.6m
NEXT	PASS	50.8 dB @ 84.3MHz	3,6-5,4	> 33.6 dB	17.2 dB
DC Resistance	PASS	10.90hm	3,6	< 20.00hm	9.10hm
Impedance	PASS	100.00hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.00hm
Return Loss	PASS	20.8 dB @ 91.3MHz	7,8	> 12.5 dB	8.3 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	41.7 dB @ 99.5MHz	1,2	> 17.2 dB	24.5 dB

PASS

Cable ID: 2.28B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.5 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	9.1 dB
Length	PASS	58.4m	5,4	< 94.0m	35.6m
NEXT	PASS	50.7 dB @ 69.0MHz	7,8-5,4	> 35.0 dB	15.7 dB
DC Resistance	PASS	11.40hm	3,6	< 20.00hm	8.60hm
Impedance	PASS	101.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.80hm
Return Loss	PASS	19.5 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	42.5 dB @ 81.0MHz	1,2	> 19.2 dB	23.3 dB

PASS

Cable ID: 2.29A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	11.6 dB @ 99.8MHz	7,8	< 21.6 dB	10.0 dB
Length	PASS	51.9m	5,4	< 94.0m	42.1m
NEXT	PASS	51.1 dB @ 86.0MHz	3,6-5,4	> 33.4 dB	17.7 dB
DC Resistance	PASS	10.10hm	3,6	< 20.00hm	9.90hm
Impedance	PASS	99.90hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.90hm
Return Loss	PASS	18.7 dB @ 73.8MHz	3,6	> 13.2 dB	5.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.1 dB @ 98.0MHz	1,2	> 17.3 dB	22.8 dB

PASS

Cable ID: 2.29B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	11.2 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	10.4 dB
Length	PASS	52.0m	5,4	< 94.0m	42.0m
NEXT	PASS	52.9 dB @ 96.5MHz	3,6-5,4	> 32.4 dB	20.5 dB
DC Resistance	PASS	10.50hm	3,6	< 20.00hm	9.50hm
Impedance	PASS	101.70hm	5,4	85.0 - 115.00hm	16.70hm
Return Loss	PASS	19.5 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	2.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	47.6pF	1,2	< 66.0pF	18.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	40.0 dB @ 98.5MHz	1,2	> 17.3 dB	22.7 dB

PASS

Cable ID: 2.30A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	10.6 dB @ 99.5MHz	7,8	< 21.5 dB	10.9 dB
Length	PASS	47.1m	5,4	< 94.0m	46.9m
NEXT	PASS	51.9 dB @ 80.0MHz	3,6-5,4	> 34.0 dB	17.9 dB
DC Resistance	PASS	10.20hm	3,6	< 20.00hm	9.80hm
Impedance	PASS	99.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.10hm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 100.0MHz	3,6	> 12.1 dB	8.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.8pF	1,2	< 66.0pF	17.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	38.9 dB @ 98.0MHz	1,2	> 17.3 dB	21.6 dB

PASS

Cable ID: 2.30B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	10.6 dB @ 99.5MHz	7,8	< 21.5 dB	10.9 dB
Length	PASS	47.1m	5,4	< 94.0m	46.9m

NEXT	PASS	51.9 dB @ 80.0MHz	3,6-5,4	> 34.0 dB	17.9 dB
DC Resistance	PASS	10.20hm	3,6	< 20.00hm	9.80hm
Impedance	PASS	99.10hm	5,4	85.0 - 115.00hm	14.10hm
Return Loss	PASS	20.6 dB @ 100.0MHz	3,6	> 12.1 dB	8.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.8pF	1,2	< 66.0pF	17.2pF
Power Sum ELFEXT	PASS	38.9 dB @ 98.0MHz	1,2	> 17.3 dB	21.6 dB

PASS

Cable ID: 2.31A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.4 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	14.2 dB
Length	PASS	30.2m	5,4	< 94.0m	63.8m
NEXT	PASS	51.4 dB @ 100.0MHz	3,6-1,2	> 32.0 dB	19.4 dB
DC Resistance	PASS	17.60hm	5,4	< 20.00hm	2.40hm
Impedance	PASS	100.50hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.50hm
Return Loss	PASS	19.0 dB @ 95.5MHz	5,4	> 12.4 dB	6.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.6pF	7,8	< 66.0pF	17.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	45.3 dB @ 99.8MHz	1,2	> 17.1 dB	28.2 dB

PASS

Cable ID: 2.31B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	7.4 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	14.2 dB
Length	PASS	30.2m	5,4	< 94.0m	63.8m
NEXT	PASS	51.4 dB @ 100.0MHz	3,6-1,2	> 32.0 dB	19.4 dB
DC Resistance	PASS	17.60hm	5,4	< 20.00hm	2.40hm
Impedance	PASS	100.50hm	5,4	85.0 - 115.00hm	15.50hm
Return Loss	PASS	19.0 dB @ 95.5MHz	5,4	> 12.4 dB	6.6 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.6pF	7,8	< 66.0pF	17.4pF
Power Sum ELFEXT	PASS	45.3 dB @ 99.8MHz	1,2	> 17.1 dB	28.2 dB

PASS

Cable ID: 2.32A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.3 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	9.3 dB
Length	PASS	55.4m	5,4	< 94.0m	38.6m
NEXT	PASS	50.1 dB @ 88.5MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	16.9 dB
DC Resistance	PASS	12.10hm	5,4	< 20.00hm	7.90hm
Impedance	PASS	98.80hm	5,4	85.0 - 115.00hm	13.80hm
Return Loss	PASS	19.3 dB @ 84.0MHz	3,6	> 12.8 dB	6.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.7 dB @ 93.8MHz	1,2	> 17.8 dB	21.9 dB

PASS

Cable ID: 2.32B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.3 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	9.3 dB
Length	PASS	55.4m	5,4	< 94.0m	38.6m
NEXT	PASS	50.1 dB @ 88.5MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	16.9 dB
DC Resistance	PASS	12.1Ohm	5,4	< 20.0Ohm	7.9Ohm
Impedance	PASS	98.8Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	13.8Ohm
Return Loss	PASS	19.3 dB @ 84.0MHz	3,6	> 12.8 dB	6.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.7 dB @ 93.8MHz	1,2	> 17.8 dB	21.9 dB

PASS

Cable ID: 2.33A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.3 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	9.3 dB
Length	PASS	55.4m	5,4	< 94.0m	38.6m
NEXT	PASS	50.1 dB @ 88.5MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	16.9 dB
DC Resistance	PASS	12.1Ohm	5,4	< 20.0Ohm	7.9Ohm
Impedance	PASS	98.8Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	13.8Ohm
Return Loss	PASS	19.3 dB @ 84.0MHz	3,6	> 12.8 dB	6.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.7 dB @ 93.8MHz	1,2	> 17.8 dB	21.9 dB

PASS

Cable ID: 2.33B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	12.3 dB @ 100.0MHz	7,8	< 21.6 dB	9.3 dB
Length	PASS	55.4m	5,4	< 94.0m	38.6m
NEXT	PASS	50.1 dB @ 88.5MHz	3,6-5,4	> 33.2 dB	16.9 dB
DC Resistance	PASS	12.1Ohm	5,4	< 20.0Ohm	7.9Ohm
Impedance	PASS	98.8Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	13.8Ohm
Return Loss	PASS	19.3 dB @ 84.0MHz	3,6	> 12.8 dB	6.5 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.7pF	7,8	< 66.0pF	17.3pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.7 dB @ 93.8MHz	1,2	> 17.8 dB	21.9 dB

PASS

Cable ID: 2.34A Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	11.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	10.6 dB
Length	PASS	50.2m	5,4	< 94.0m	43.8m
NEXT	PASS	49.8 dB @ 97.5MHz	7,8-5,4	> 32.3 dB	17.5 dB
DC Resistance	PASS	17.4Ohm	5,4	< 20.0Ohm	2.6Ohm
Impedance	PASS	101.1Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	16.1Ohm

Return Loss	PASS	18.9 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	1.9 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.0pF	1,2	< 66.0pF	18.0pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.4 dB @ 92.3MHz	1,2	> 17.9 dB	21.5 dB

 PASS*

Cable ID: 2.34B Cable Type: TIA CAT 5e UTP LINK Test Standard: TIA 568 TSB-67 Link
 Test Date: 13/10/2011 NVP 0.72c Frequency Range: 1-250 MHz

	Result	Worst	Pairs	Limit	Margin
Wiremap	PASS	12345678	N/A	12345678	N/A
Attenuation	PASS	11.0 dB @ 100.0MHz	1,2	< 21.6 dB	10.6 dB
Length	PASS	50.2m	5,4	< 94.0m	43.8m
NEXT	PASS	49.8 dB @ 97.5MHz	7,8-5,4	> 32.3 dB	17.5 dB
DC Resistance	PASS	17.4Ohm	5,4	< 20.0Ohm	2.6Ohm
Impedance	PASS	101.1Ohm	5,4	85.0 - 115.0Ohm	16.1Ohm
Return Loss	PASS	18.9 dB @ 0.9MHz	5,4	> 17.0 dB	1.9 dB
ACR	PASS	80.0 dB	7,8	>= 10.4 dB	69.6 dB
Capacitance	PASS	48.0pF	1,2	< 66.0pF	18.0pF
Power Sum ELFEXT	PASS	39.4 dB @ 92.3MHz	1,2	> 17.9 dB	21.5 dB

Επίλογος

Στόχος της πτυχιακής αυτής ήταν η προσέγγιση εννοιών και όρων με την απόκτηση βασικών γνώσεων σχετικά με θεματικές ενότητες ευρύτερου θεματικού τομέα μελέτης, ηλεκτρολογικού όμως τομέα υλοποίησης, αλλά και των νέων σύγχρονων τεχνολογιών. Επιπλέον, στο σκοπό της πτυχιακής περιλαμβάνεται η εξοικείωση με τους όρους της δομημένης καλωδίωσης δικτύωσης κτιρίων, τόσο σε θεωρητικό επίπεδο με την διασαφήνιση όρων και εννοιών, όσο και σε πρακτικό επίπεδο με την απεικόνιση του δικτύου και των κτιρίων στο Νέο Δικαστικό Μέγαρο Κέρκυρας σε επίπεδο δικτυακών συσκευών.

Ειδικότερα, αναπτύχθηκε η Δομημένη Καλωδίωση: Τοπικά Δίκτυα, Καλώδια-Εξαρτήματα, Τοπολογία Αστέρα, Πρότυπα Καλωδίωσης, καθώς και Δικτυακές Συσκευές, και εν' συνεχεία και με εμπειρικά παραδείγματα, προκειμένου να τεκμηριωθεί το θεωρητικό μέρος που έχει ήδη προαναφερθεί.

Συνοψίζοντας, έχοντας ολοκληρώσει την πτυχιακή έχουμε εφοδιαστεί με τις απαραίτητες γνώσεις και είμαστε σε θέση, για παράδειγμα, να διατυπώσουμε την έννοια του τεχνικού όρου «δομημένη καλωδίωση», να αναφέρουμε τα πλεονεκτήματα της δομημένης καλωδίωσης, να προσδιορίσουμε τα στοιχεία ενός τυπικού συστήματος δομημένης καλωδίωσης, να αναγνωρίσουμε βασικές συσκευές και εξαρτήματα, να κατανοήσουμε έννοιες χαρακτηριστικών όρων της δομημένης καλωδίωσης, να περιγράψουμε τα είδη των δικτύων, να αναφέρουμε τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα και λειτουργικά συστήματα, να εγκαταστήσουμε συσκευές και περιφερειακά, να διακρίνουμε τα είδη των καλωδίων, να περιγράψουμε τα είδη των καλωδίων, να γνωρίσουμε τη χρήση τους, να αναγνωρίσουμε τα υλικά και εξαρτήματα, να δημιουργήσουμε ένα τοπικό δίκτυο κ.τ.λ.

Βιβλιογραφία

- ΜΠΑΡΔΗΣ, Γ., ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ, Β., ΜΠΡΑΤΤΟΣ, Ι. Μελέτες – Εφαρμογές & Υλοποίηση Δικτύων Η/Υ, Εκδοτική Β. Γκιούρδας.
- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, Α., ΛΑΓΟΓΙΑΝΝΗΣ, Γ. (2009) Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών, 7^η έκδοση, Αθήνα, Εκδόσεις Γιαλός.
- CLARK, C. (2003) Πλήρες εγχειρίδιο καλωδιώσεων δικτύων, Αθήνα, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας.
- HALSALL, F. (1988) Data communication, computer networks and OSI, Second Edition, Boston-USA, Εκδόσεις Addison-Wesley Longman.
- ΠΑΓΙΑΤΑΚΗΣ, Γ. (2005) Ιννοπτικές Επικοινωνίες: Τεχνολογία – Εφαρμογές, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα.
- STALLINGS, W. (2007) Ασύρματες Επικοινωνίες και Δίκτυα, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα.
- http://www.hdmivgacables.com/china-24awg_26awg_28awg_foil_shield_twisted_pairs_cat5e_network_cables_tia_eia_568a-226915.html
- <http://cds-computers.blogspot.gr/p/blog-page.html5>
- <http://www.webopedia.com>
- <https://sites.google.com/site/eisagogestadiktyaypologiston1/home>
- http://www.technel.gr/arthra/images/04010953811_gr.pdf
- <http://aengi.wordpress.com/>
- <http://www.lasnet.gr/lfibres.html>
- <http://www.plusnet.gr/cabling.php>
- <http://www.pcsolutions.gr/networks1.html>
- http://www.netwar.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Item
- http://ru6.cti.gr/bouras/dialekseis/1/08_domhmenh_kalwdiwsh.pdf