

## ΑΣΚΗΣΗ

### ΘΕΜΑ : ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ L.A.N. ΤΥΠΟΥ ETHERNET, ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ΚΑΛΩΔΙΑ ΣΥΝΕΣΤΡΑΜΜΕΝΩΝ ΖΕΥΓΩΝ

- ΣΚΟΠΟΣ: α). Η παρουσίαση:  
του φυσικού υπόβαθρου του L.A.N. τύπου Ethernet,  
β). Η κατανόηση της έννοιας:  
της Δομημένης Καλωδίωσης των δικτύων υπολογιστών,  
γ). Όταν πραγματοποιήσεις αυτή την άσκηση θα πρέπει να μπορείς...  
να τερματίζεις καλώδια συνεστραμμένων ζευγών σε συνδέσμους τύπου RJ-45.

## A. ΦΥΣΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ L.A.N.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στα πλαίσια αυτού του εργαστηριακού μαθήματος, θα ασχοληθούμε κυρίως με Δίκτυα Τοπικής Περιοχής (L.A.N.) και πιο συγκεκριμένα με αυτά του τύπου Ethernet. (Ethernet ονομάζεται ένα πρότυπο δικτύωσης υπολογιστών που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Xerox πριν από 30 περίπου χρόνια, και η μετεξέλιξή του είναι αυτή που χρησιμοποιείται σήμερα σχεδόν αποκλειστικά σε κοινά Δίκτυα Τοπικής Περιοχής. Αυτό το πρότυπο είναι τυπικώς γνωστό με τη προδιαγραφή **I.E.E.E. 802.3**. Υπάρχουν Δίκτυα Τοπικής Περιοχής τα οποία ακολουθούν τα πρότυπα Token Bus και Token Ring, και όχι το πρότυπο Ethernet, και χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές.) Η φυσική υλοποίηση ενός δικτύου τύπου Ethernet γίνεται με τη χρήση ενεργού και παθητικού εξοπλισμού που διασυνδέουν υπολογιστές και άλλες περιφερειακές συσκευές.

### I. Ενεργός Εξοπλισμός

Με τον όρο ενεργό εξοπλισμό εννοούμε κυρίως τον εξοπλισμό εκείνον που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια για να επιτελέσει το έργο του, και κατά κανόνα αναγεννεί (θεωρείται ότι είναι γνωστή η

διαφορά της αναγέννησης από την ενίσχυση ενός ηλεκτρικού σήματος) το ψηφιακό σήμα του δικτύου. Παρακάτω αναφέρονται περιληπτικώς οι διαφορετικού τύπου συσκευές που απαρτίζουν αυτόν τον εξοπλισμό.

**Επαναλήπτης (Repeater ή Regenerator):**

Αναγεννά το ψηφιακό σήμα για να μεταφερθεί σε μεγαλύτερη από την καθοριζόμενη από τις προδιαγραφές απόσταση. Πρακτικώς τώρα πλέον μπορεί να αντικατασταθεί από ένα μικρό (ολίγων θυρών (5 ή 8)) Συγκεντρωτή ή Μεταγωγέα.

**Συγκεντρωτής (Hub):** (Μερικές φορές αναφέρεται και σαν Επαναλήπτης) Επιτρέπει τη διασύνδεση των υπολογιστών του L.A.N.. Ουσιαστικά αποτελεί την αρτηρία του δικτύου, η οποία όμως είναι συμπυγμένη μέσα σ'αυτή τη συσκευή και έτσι οι υπολογιστές φαίνονται συνδεδεμένοι αστεροειδώς με τον Συγκεντρωτή. Την πληροφορία που λαμβάνει από μια θύρα του την προωθεί στις υπόλοιπες χωρίς να ελέγχει την διεύθυνση προορισμού. Κάθε L.A.N. έχει ένα τουλάχιστον Συγκεντρωτή. Τώρα πλέον όμως τείνει να αντικατασταθεί από τον Μεταγωγέα.

**Γέφυρα (Bridge):** Στο παρελθόν επέτρεπε τη διασύνδεση διαφορετικών Δικτύων Τοπικής Περιοχής (χωρίς τη μεσολάβηση M.A.N./W.A.N., δηλαδή τα L.A.N.s ήταν μέσα στο ίδιο κτήριο). Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι διαβάζουν τη διεύθυνση (Media Access Control) προορισμού της πληροφορίας και λαμβάνουν απόφαση για τη προώθησή της μειώνοντας έτσι τον όγκο των διακινούμενων πληροφοριών. Τώρα πλέον όμως τείνει να αντικατασταθεί από τον Μεταγωγέα και τον Δρομολογητή κατά περίπτωση.

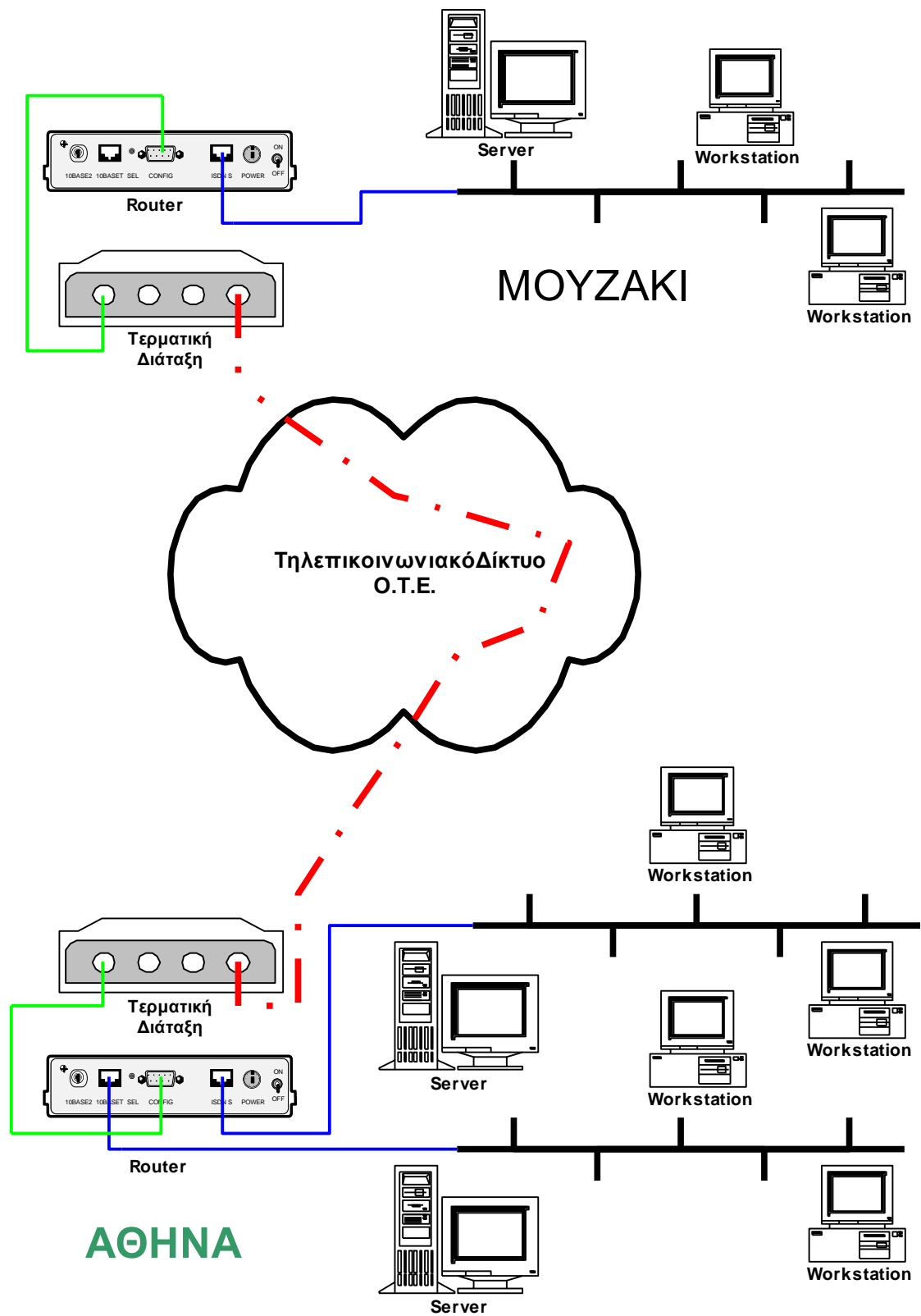
**Μεταγωγέας (Switch):** Αποτελεί συνδυασμό Συγκεντρωτή και Γέφυρας. Στέλνει σε κάθε διασυνδεδεμένο σ' αυτόν υπολογιστή μόνο τις πληροφορίες που αφορούν αυτό τον υπολογιστή, και όχι όλες τις διακινούμενες πληροφορίες όπως θα έκανε ο Συγκεντρωτής. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχει μειωθεί πολύ το κόστος αυτών των συσκευών και τείνουν να αντικαταστήσουν τους Συγκεντρωτές αφού κάνουν καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας των πληροφοριών του δικτύου (Network Traffic).

**Δρομολογητής (Router):** Διασυνδέει Δίκτυα Τοπικής Περιοχής (L.A.N.s) μεταξύ τους με την ενδιάμεση χρήση M.A.N./W.A.N.. Ουσιαστικά διασυνδέει L.A.N.s τα οποία απέχουν αρκετά μεταξύ τους (μπορεί να

βρίσκονται σε διαφορετική πόλη, ή και σε διαφορετική χώρα) και έτσι επιβάλλεται η χρήση δικτύου M.A.N./W.A.N.. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι διαβάζουν τη διεύθυνση προορισμού της πληροφορίας στο τρίτο επίπεδο του μοντέλου αρχιτεκτονικής δικτύου O.S.I. (Network layer) και λαμβάνουν απόφαση για τη προώθησή της.

**Πύλες (Gateways):** Ειδική περίπτωση Δρομολογητή, όπου εκτός από τη λήψη απόφασης σχετικά με τη προώθηση της πληροφορίας, μεταφράζει και το πρωτόκολλο επικοινωνίας όταν τα διασυνδεόμενα δίκτυα δεν χρησιμοποιούν το ίδιο. Κλασική εφαρμογή Πύλης έχουμε στη διασύνδεση ενός L.A.N. με το internet.

Επίσης στον ενεργό εξοπλισμό μπορούν να περιληφθούν και διάφορες άλλες περιφερειακές συσκευές που εξασφαλίζουν κυρίως τη διασύνδεση ενός L.A.N. με ένα εξωτερικό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Π.χ. ένας Δρομολογητής για να επικοινωνήσει με ένα απομακρυσμένο L.A.N. θα πρέπει να χρησιμοποιήσει το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο του O.T.E., και άρα χρειάζεται κάποια τερματική διάταξη από τη πλευρά του τηλεπικοινωνιακού δικτύου πάνω στην οποία θα συνδεθεί ο Δρομολογητής. Η τερματική αυτή διάταξη μπορεί να έχει διάφορα ονόματα (**Line Termination Unit, Network Termination Unit, Channel Service Unit/Data Service Unit**, η κάποιου είδους modem) εξαρτώμενη από τη τεχνολογία της ζεύξης που παρέχεται από τον πάροχο των τηλεπικοινωνιών υπηρεσιών που ουσιαστικά είναι πάντα ο O.T.E.. Στο σχήμα 1 φαίνεται το διάγραμμα μιας τυπικής τέτοιας ζεύξης.

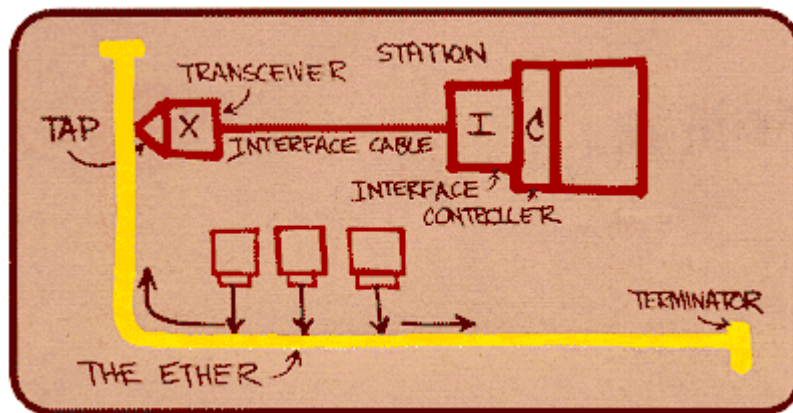


Σχήμα 1. Διάγραμμα τυπικής τηλεπικοινωνιακής ζεύξης Δικτύων Υπολογιστών

## II. Παθητικός Εξοπλισμός

Με τον όρο αυτό εννοούμε κυρίως τον καλωδιακό εξοπλισμό, τις δικτυακές πρίζες, και τα ικριώματα με τα παρελκόμενά τους στα οποία τερματίζονται τα καλώδια και εγκαθίστανται ο ενεργός δικτυακός εξοπλισμός. Ο παθητικός εξοπλισμός αναλύεται εκτενέστερα στην επόμενη ενότητα που αφορά τη Δομημένη Καλωδίωση.

## B. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ Δικτύων Υπολογιστών



### Εισαγωγή

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 με την αυξανόμενη χρήση υπολογιστών/τερματικών σε διάταξη δικτύου, προέκυψε η ανάγκη να υπάρξει κάποιου είδους τυποποίηση στη καλωδίωση τους. Η συγκεκριμένη ανάγκη αφορούσε τη καλωδιακή υποδομή εντός ενός κτηρίου ( Τοπικό Δίκτυο, L.A.N. ), όπου ο πελάτης ήταν δέσμιος της εταιρίας που παρείχε όχι μόνο τον εξοπλισμό/λογισμικό του δικτύου, αλλά και την καλωδίωση αυτού. Ετσι εάν ο πελάτης ήθελε να αλλάξει εταιρία δικτύωσης, θα έπρεπε να αλλάξει και όλη τη καλωδιακή υποδομή του χώρου δραστηριοτήτων του, αφού η κάθε εταιρία χρησιμοποιούσε διαφορετικό καλωδιακό πρότυπο.

Η συστηματική πίεση των πελατών, και ιδιαίτερα των μεγάλων, προς τις εταιρίες Υπολογιστών/Τηλεπικοινωνιών , αλλά και η κατανόηση από τη πλευρά τους ότι η τυποποίηση της καλωδιακής

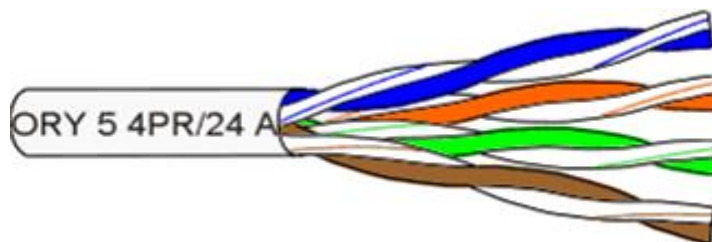
δικτύωσης θα βοηθούσε τη διάδοση των προϊόντων τους, εξανάγκασε αυτές, στις αρχές του 1985, να ζητήσουν από την Ένωση Βιομηχανιών Ηλεκτρονικών ( E.I.A.) να αναπτύξουν κάποιο σχετικό πρότυπο. Τον Ιούλιο του 1991 παρουσιάστηκε η πρώτη έκδοση αυτής της τυποποίησης με την ονομασία EIA/TIA-568. Διαδοχικά σ' αυτή τη προδιαγραφή προστέθηκαν και άλλα πρότυπα, ενώ έγιναν και βελτιώσεις στα υπάρχοντα, με αποτέλεσμα η προδιαγραφή αυτή τον Ιανουάριο του 1994 να ονομασθεί EIA/TIA-568A και είναι αυτή που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. (Βλέπε Παράρτημα)

## Καλώδια

Το βασικό συστατικό της δομημένης καλωδίωσης, όπως υπονοεί και το όνομά της, είναι το καλώδιο. Το καλώδιο αυτό αποτελείται από τέσσερα ζευγάρια αγωγών που ξεχωρίζουν μεταξύ τους μέσω ενός χρωματικού κώδικα που φαίνεται στον πίνακα και στο σχήμα 2:

Αριθμός Ζευγαριού	Χρώμα
1ο	WH-BL//BL-WH
2ο	WH-OR//OR-WH
3ο	WH-GR//GR-WH
4ο	WH-BR//BR-WH

WH: WHite, BL:BLue, OR:ORange, GR:GReen, BR:Brown  
(το πρώτο χρώμα σε κάθε συνδυασμό χρωμάτων είναι αυτό που κυριαρχεί όσον αφορά την ποσότητα)



Σχήμα 2. Χρωματικά ζεύγη καλωδίου U.T.P..

Οι αγωγοί των ζευγαριών του καλωδίου αυτού είναι συνεστραμμένοι ( **twisted** ) μεταξύ τους, προκειμένου να περιορίσουν το φαινόμενο της Διαφωνίας ( **Crosstalk** ) ( μεταφορά σήματος από το ένα ζευγάρι στο άλλο ). Η τυπική τιμή της σύνθετης

αντίστασης του κάθε ζευγαριού είναι 100Ω, και η διατομή του κάθε αγωγού είναι 24 AWG.

Σαν γενικό άτυπο κανόνα που δείχνει την ποιότητα ( κατηγορία ) του καλωδίου μπορούμε να δεχθούμε ότι όσο πιο πυκνή είναι η συστροφή των αγωγών τόσο ισχυρότερη καταστολή της Διαφωνίας έχουμε, και άρα το Εύρος Ζώνης Διέλευσης Συχνοτήτων ( **Bandwidth** ) είναι μεγαλύτερο, και κατά συνέπεια και ο Ρυθμός Μεταφοράς Δεδομένων ( **Bit Rate** ) είναι μεγαλύτερος. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι διάφορες κατηγορίες με τις οποίες είναι δυνατόν να υλοποιηθεί δομημένη καλωδίωση:

Κατηγορία	Bandwidth	Bit Rate	Χρήση	Παρατηρήσεις
CATegory 1	1MHz	1Mbps	Analogue voice telephony, ISDN-BRI, Doorbell wiring	
CATegory 2	4MHz	4Mbps	IBM Token-Ring	Έχει αντικατασταθεί από CAT5/5e
CATegory 3	16MHz	10Mbps	Telephony, Ethernet	Έχει αντικατασταθεί από CAT5/5e
CATegory 4	20MHz	16Mbps	Token Ring	Έχει αντικατασταθεί από CAT5/5e
CATegory 5	100MHz	100Mbps	Ethernet, A.T.M.	
CATegory 5e		1000Mbps	Ethernet, A.T.M.	( 4 pairs )
CATegory 6	200-250MHz		Ευρυζωνικές Εφαρμογές	Δεν έχει καθορισθεί πλήρως η χρήση του
CATegory 7	600MHz		Ευρυζωνικές Εφαρμογές	Δεν έχει κατασκευασθεί καλώδιο αυτής της κατηγορίας
CATegory 8	900MHz		Ευρυζωνικές Εφαρμογές	Δεν έχει κατασκευασθεί καλώδιο αυτής της κατηγορίας

Για δεδομένη κατηγορία καλωδίου ( δηλαδή για δεδομένο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων ), το καλώδιο είναι δυνατόν να κατασκευασθεί με διάφορους τρόπους, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λιγότερο ή περισσότερο θορυβώδη ( από ηλεκτρικής άποψης ) περιβάλλοντα. Ουσιαστικά, ο τρόπος αυτός κατασκευής αφορά την ηλεκτρική θωράκιση του καλωδίου, που σκοπό έχει να παρεμποδίζει τον εξωτερικό ηλεκτρικό θόρυβο να εισέλθει στο καλώδιο, και διακρίνεται στις παρακάτω περιπτώσεις:

**UTP** : Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο καλώδιο, χωρίς θωράκιση.

**FTP** : Τα τέσσερα ζευγάρια των αγωγών περιβάλλονται από θωράκιση φύλλου αλουμινίου, για χώρους με μέτριο ηλεκτρικό θόρυβο.

**STP** : Τα τέσσερα ζευγάρια των αγωγών περιβάλλονται από θωράκιση χάλκινου μεταλλικού πλέγματος, για χώρους με μέτριο ηλεκτρικό θόρυβο.

**S/FTP** : Τα τέσσερα ζευγάρια των αγωγών περιβάλλονται από διπλή θωράκιση χάλκινου μεταλλικού πλέγματος και φύλλου αλουμινίου, για χώρους με ισχυρό ηλεκτρικό θόρυβο ( π.χ. βιομηχανίες ).

**S/STP** ή **IS**: Τα τέσσερα ζευγάρια των αγωγών περιβάλλονται από θωράκιση χάλκινου μεταλλικού πλέγματος και το καθ' ένα ζευγάρι περιβάλλεται από φύλλο αλουμινίου, για χώρους με ιδιαίτερα ισχυρό ηλεκτρικό θόρυβο.

Όταν επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε καλώδιο με θωράκιση, τότε αυτή θα πρέπει να **ΓΕΙΩΝΕΤΑΙ** με κάποιο τρόπο, διαφορετικά δεν έχει νόημα η χρησιμοποίησή του ακριβότερου καλωδίου.

## **Υλοποίηση Δομημένης Καλωδίωσης**

### **Εισαγωγή**

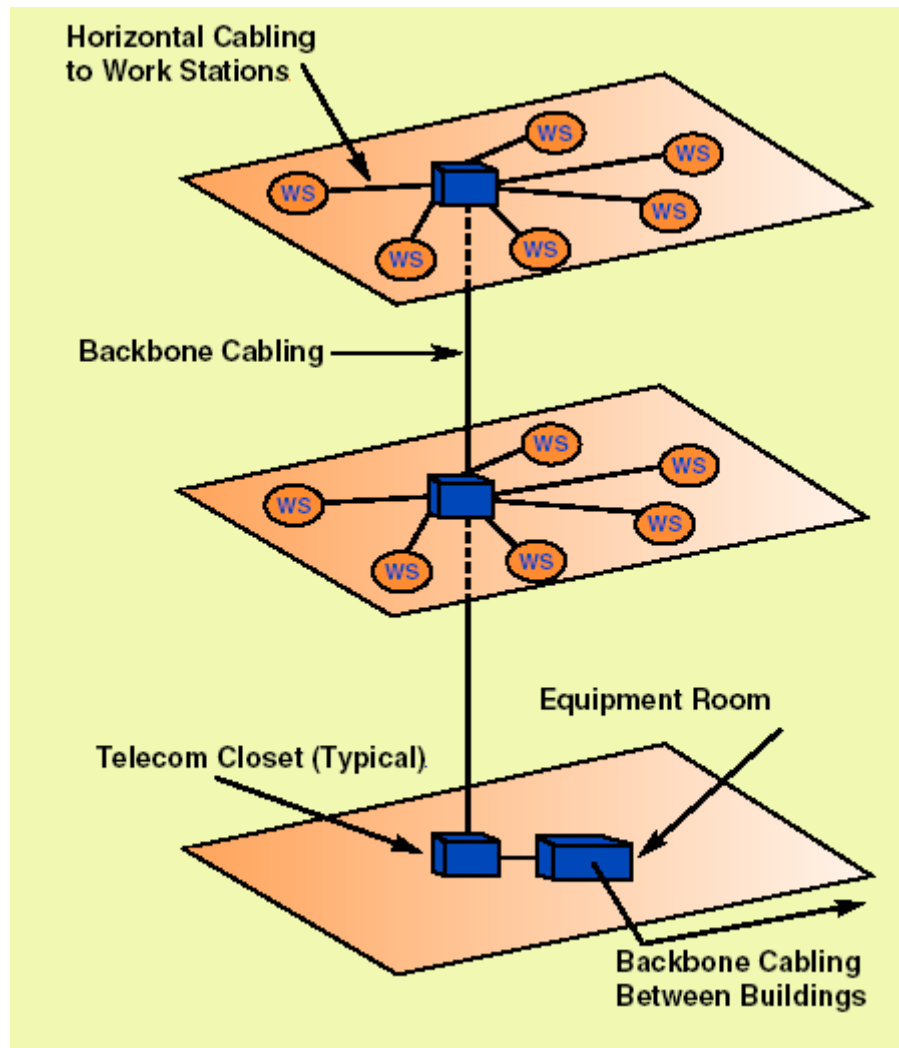
Ο όρος Δομημένη Καλωδίωση Δικτύων Υπολογιστών, αφορά το τοπικό δίκτυο Υπολογιστών ( L.A.N. ) που βρίσκονται συνήθως μέσα σ' ένα κτήριο. Η δομημένη αυτή καλωδίωση χωρίζεται σε δύο υποδομές:

A. Την **Οριζόντια Καλωδίωση (Horizontal Cabling Structure)** που αφορά τη καλωδίωση του κάθε ορόφου του κτηρίου. Η υλοποίηση αυτής της καλωδίωσης γίνεται πλέον με καλώδια UTP, FTP, S/FTP, S/STP κατηγορίας 5 και 5e, ενώ έχουν εμφανισθεί ήδη και καλώδια κατηγορίας 6.



Β. Την **Κάθετη Καλωδίωση** ή **Καλωδίωση Κορμού** ( **Vertical** or **Backbone Cabling Structure** ) που αφορά τη καλωδίωση των ορόφων, ενός κτηρίου, μεταξύ τους. Η υλοποίηση αυτής της καλωδίωσης γίνεται πλέον με τα ως άνω αναφερθέντα καλώδια αλλά και με οπτικές ίνες.

Μια σχηματική αναπαράσταση των όσων αναφέρθηκαν μέχρι τώρα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 3:

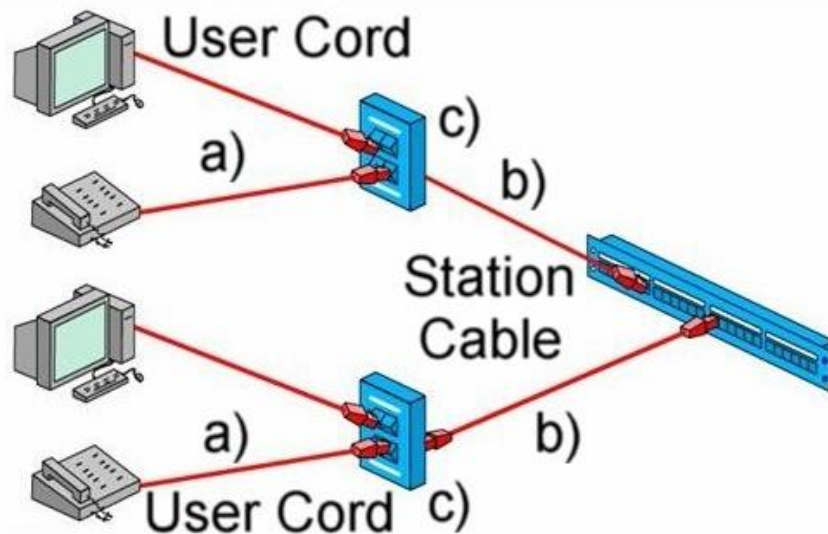


Σχήμα 3. Γενικό διάγραμμα Δομημένης Καλωδίωσης.

## Οριζόντια καλωδίωση

Συνήθως σαν οριζόντια καλωδίωση, θεωρούμε τη καλωδιακή υποδομή από τον έναν υπολογιστή (workstation (WS)) μέχρι το σημείο συγκέντρωσης που καταλήγουν και οι υπόλοιπες ανάλογες καλωδιώσεις ενός συγκεκριμένου ορόφου ενός κτηρίου. Αυτή η

καλωδιακή υποδομή περιλαμβάνει: **a)** το καλώδιο ( User Cord ) που ενώνει τη κάρτα δικτύου ( NIC ) του ( WS ) υπολογιστή με κάποια κοντινή απόληξη της δομημένης καλωδίωσης ( πρίζα του δικτύου) και **b)** το καλώδιο που ενώνει τη πρίζα του δικτύου με το σημείο συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης. Στο παρακάτω σχήμα 4 διακρίνονται σχηματικά τα δύο αυτά καλώδια.



**Σχήμα 4. Διάκριση καλωδίων Οριζόντιας Καλωδίωσης.**

**a)** Το user cord συνδέει την κάρτα δικτύου του ( WS ) υπολογιστή με κάποια πρίζα του δικτύου. Τυπικώς οι χάλκινοι αγωγοί των ζευγών του καλωδίου πρέπει να είναι πολύκλωνοι ώστε να παρέχουν αυξημένη ευελιξία. Το μήκος τους δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3 μέτρα.

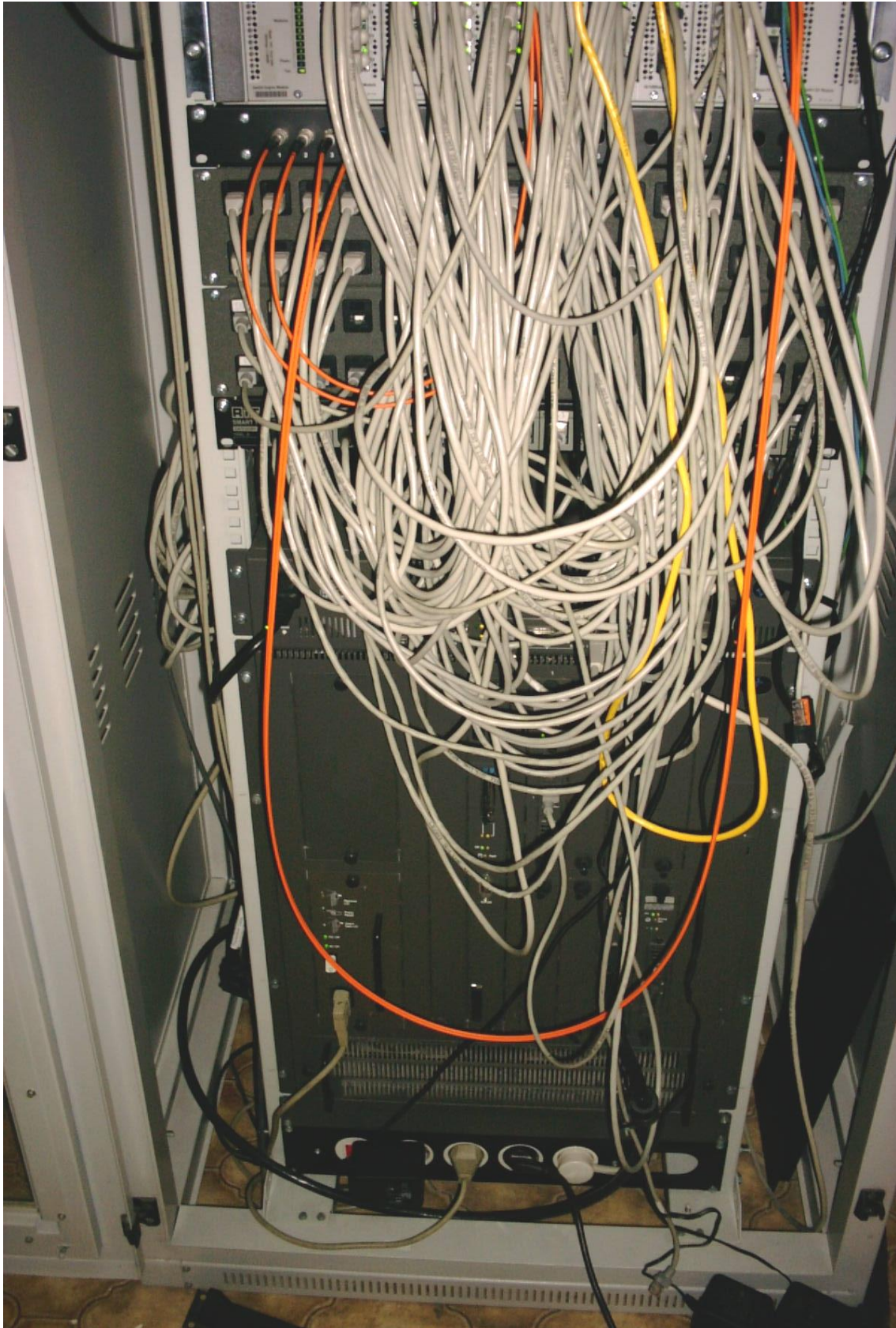
**b)** Το καλώδιο που συνδέει την κάθε πρίζα του δικτύου με κάποια θέση στο σημείο συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης (station cable), τυπικώς, πρέπει να οδεύει μέσα σε ηλεκτρολογικά κανάλια μέσα στα οποία θα βρίσκονται μόνο καλώδια ασθενών ρευμάτων. Τα καλώδια ισχυρών ρευμάτων, π.χ. 220V A.C. πρέπει να οδεύουν μέσα από ανεξάρτητα ηλεκτρολογικά κανάλια. Πάντως εάν επιλεγεί η ελεύθερη όδευση αυτού του καλωδίου μέσα από τοίχους γυψοσανίδων ή από ψευδοροφές, πρέπει να αποφευχθεί η παράλληλη όδευση με γραμμές μεταφοράς ισχυρών ρευμάτων και με συστήματα λαμπτήρων φθορισμού. Οι χάλκινοι αγωγοί των ζευγών του καλωδίου αυτού είναι συνήθως μονόκλωνοι. Το μήκος αυτού του καλωδίου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 90 μέτρα.

**c)** Η πρίζα του δικτύου (**station outlet**) είναι δυνατόν να είναι ενδοδαπέδια, χωνευτή σε τοίχο, ή στη συνηθέστερη περίπτωση, ενσωματωμένη στο ηλεκτρολογικό κανάλι όδευσης των καλωδίων

του δικτύου. Στις περισσότερες περιπτώσεις η πρίζα του δικτύου «στεγάζει» δύο θηλυκές υποδοχές τύπου RJ. (Μέχρι πριν λίγο καιρό η μία αυτή υποδοχή ήταν τύπου RJ-45 για τη σύνδεση δικτυακού εξοπλισμού, η δε άλλη ήταν RJ-11 για τη σύνδεση τηλεφώνων.) Ομως καθώς το κόστος αγοράς του καλωδίου CAT5e έχει πέσει σημαντικά είναι προτιμότερο η πρίζα να «στεγάζει» δύο θηλυκές υποδοχές RJ-45, παρέχοντας έτσι μεγαλύτερη ευελιξία στη χρήση αυτής αφού θα μπορεί να εξυπηρετεί ή δύο δικτυακές συσκευές, ή δύο τηλέφωνα ή συνδυασμό αυτών των δύο. (Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εύκολη αλλαγή του αρσενικού τηλεφωνικού βύσματος από RJ-11 σε RJ-45.)

## Ικρίωμα

Το σημείο συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης βρίσκεται συνήθως μέσα σ' ένα τυποποιημένο ικρίωμα (**rack**) 19" (Η διάσταση αυτή αφορά το οριζόντιο «ωφέλιμο» μήκος του ικριώματος.) Το ικρίωμα εκτός από το να αποτελεί το σημείο συγκέντρωσης της οριζόντιας (και κάθετης) καλωδίωσης ανά όροφο, «στεγάζει» επίσης πολλαπλά σημεία παροχής ισχύος (πολύπριζα) για τη τροφοδοσία του ενεργού δικτυακού εξοπλισμού (repeaters, hubs, bridges, switches routers), μπορεί να είναι φωτιζόμενο ενώ αερίζεται παθητικά η ενεργά με τη χρήση ανεμιστήρων στην οροφή του. Ανάλογα με το μέγεθος της δομημένης καλωδίωσης, αυτό το ικρίωμα μπορεί να είναι επίτοιχο ή επιδαπέδιο (Έχει τυποποιημένο ύψος περίπου δύο μέτρων.) Το επιδαπέδιο ικρίωμα μπορεί να είναι τροχήλατο, επιτρέποντας μικρές μετακινήσεις, κάτι που είναι ιδιαίτερα βολικό για την εκ των υστέρων επέκταση του δικτύου. Ειδικά όμως για την Ελλάδα που είναι σεισμογενής περιοχή επιβάλλεται η κατάλληλη αγκύρωση στο πάτωμα ή στο κατάλληλο ψευδοπάτωμα. Η πρόσβαση των καλωδίων στο επιδαπέδιο ικρίωμα γίνεται ή από το κάτω μέρος(μέσα από το ψευδοπάτωμα), ή από το πάνω μέρος(μέσα από τη ψευδοροφή ) ή από το πίσω μέρος. Εάν η οριζόντια καλωδίωση περιέχει πολλές θέσεις WS, και κατά συνέπεια πολλές πρίζες δικτύου είναι πιθανόν να χρειασθεί να τοποθετηθούν περισσότερα από ένα ικριώματα δίπλα-δίπλα έχοντας αφαιρέσει τα ενδιάμεσα πλαϊνά τοιχώματα (και αφού βιδωθούν μεταξύ τους) ώστε να σχηματισθεί ενιαίος χώρος «στέγασης» του σημείου συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης. Τέλος η σωστή και πλήρης εγκατάσταση του ικριώματος απαιτεί τη **γείωση** του στη θεμελιακή γείωση του κτηρίου. Στο σχήμα 5 φαίνεται η φωτογραφία ενός ικριώματος στο οποίο καταλήγουν και οπτικές ίνες (πορτοκαλί χρώμα), το οποίο όμως είναι απαράδεκτο από άποψη τεκμηρίωσης αφού θέλει μεγάλη προσπάθεια για να βρεθούν οι απολήξεις ενός καλωδίου.



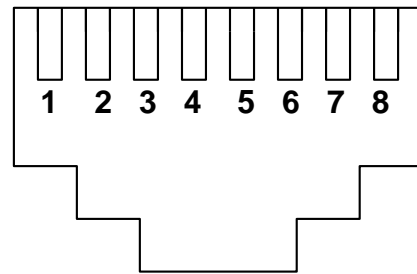
**Σχήμα 5. Φωτογραφία ικριώματος.**



Όλα τα καλώδια που προέρχονται από τις πρίζες δικτύου του ορόφου πρέπει να καταλήγουν μέσα στο ικρίωμα και να τερματίζονται σε ειδικό κατανεμητή που φέρει υποδοχές τύπου RJ-45. Κάθε καλώδιο από κάθε υποδοχή RJ-45 των πριζών του δικτύου τερματίζεται σε μία αντίστοιχη υποδοχή RJ-45 αυτού του κατανεμητή. Αυτοί οι κατανεμητές ονομάζονται **patch panels** και κατά την οριζόντια διάστασή τους, που έχει μήκος 19", φέρουν 24 υποδοχές τύπου RJ-45. Εάν υπάρχουν περισσότερες από 24 υποδοχές πριζών για να συνδεθούν, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και άλλα patch panels τα οποία στερεώνονται στο ικρίωμα το ένα κάτω από το άλλο. (Συνήθως τα patch panels της οριζόντιας καλωδίωσης εγκαθίστανται στο άνω μέρος του ικριώματος.) Ο τερματισμός των καλωδίων και από τη πλευρά των υποδοχών της πρίζας δικτύου αλλά και από τη πλευρά των υποδοχών του patch panel, γίνεται μ' ένα συγκεκριμένο τρόπο κατά τον οποίο οι αγωγοί του κάθε ζευγαριού πιεζόμενοι πάνω σε «μαχαιρωτές» επαφές της υποδοχής RJ-45 έχει ως αποτέλεσμα να μετατοπίζεται η μόνωση του κάθε αγωγού και ο μεταλλικός αγωγός να «σφηνώνεται» στην μεταλλική επαφή, κλείνοντας έτσι κύκλωμα (**IDC**).

Υπάρχουν δύο ευρέως διαδεδομένα πρότυπα (χρωματικοί κώδικες) τερματισμού των καλωδίων, οι : **T-568A** και **T-568B**. Το πρότυπο που θα επιλεγεί θα πρέπει να εφαρμοσθεί με συνέπεια σ' όλη την έκταση της εγκατάστασης της δομημένης καλωδίωσης. Η συσχέτιση αυτών των δύο χρωματικών κωδίκων με τους ακροδέκτες της υποδοχής RJ-45 φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Στο σχήμα 6 φαίνεται η αρίθμηση των επαφών της θηλυκής αυτής επαφής.

Επαφή RJ-45	T-568A	T-568B
1	WH-GR	WH-OR
2	GR-WH	OR-WH
3	WH-OR	WH-GR
4	BL-WH	BL-WH
5	WH-BL	WH-BL
6	OR-WH	GR-WH
7	WH-BR	WH-BR
8	BR-WH	BR-WH



**Σχήμα 6. Πρότυπα τερματισμού RJ-45.**

Μέσα στο ικρίωμα καταλήγουν επίσης και τερματίζονται (με ανάλογο προς την οριζόντια καλωδίωση τρόπο) τα καλώδια της κάθετης καλωδίωσης (θα ακολουθήσει αναλυτικότερη παρουσίαση)

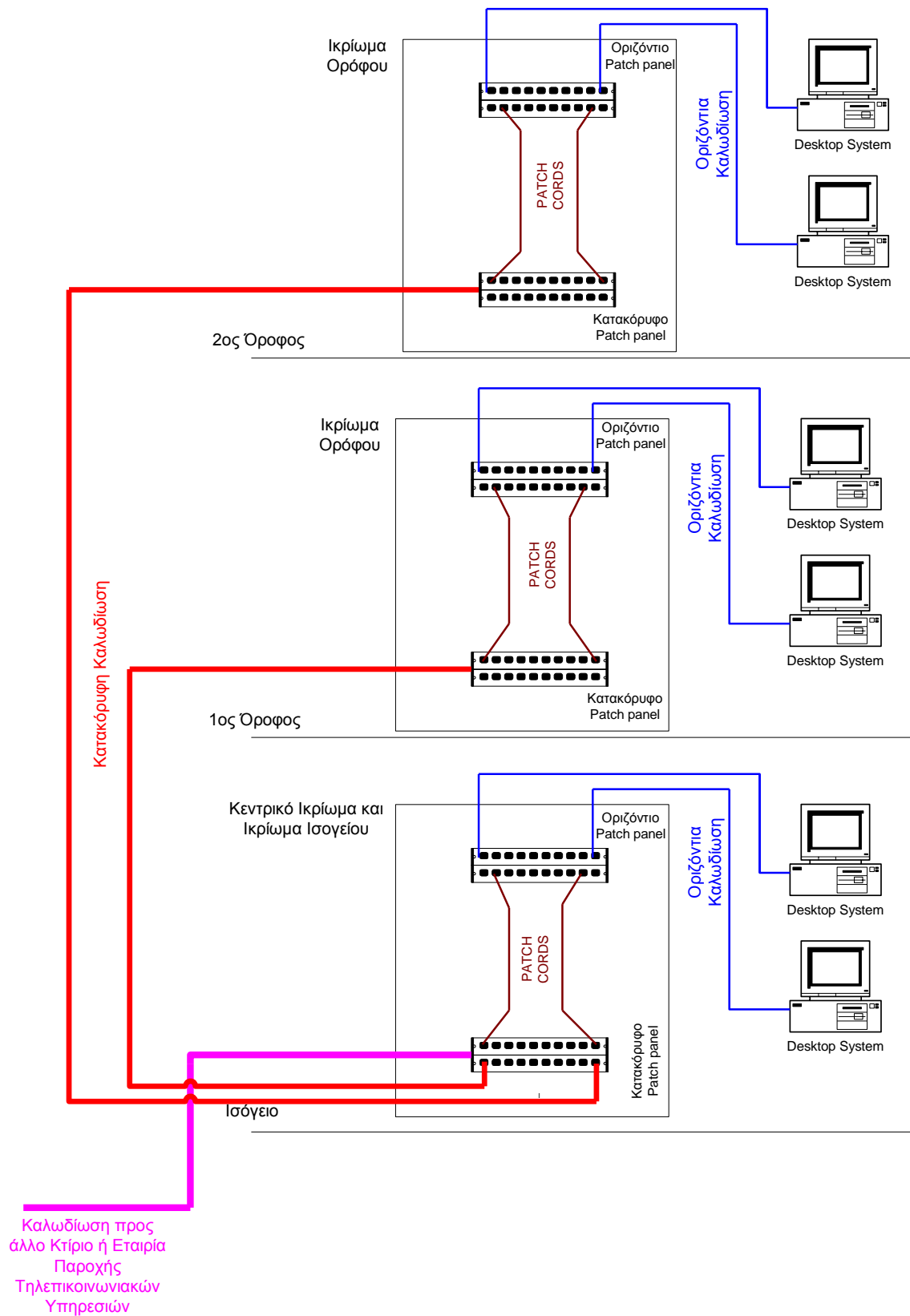
που διασυνδέουν το ικρίωμα του κάθε ορόφου με το κεντρικό σημείο της όλης δικτυακής υποδομής του κτηρίου.

Για να ενεργοποιηθεί η δικτυακή πρίζα σε κάποιο όροφο θα πρέπει αυτή να διασυνδεθεί με κάποια θύρα του ενεργού δικτυακού εξοπλισμού ο οποίος συχνά βρίσκεται στο προαναφερθέν κεντρικό σημείο της δικτυακής υποδομής. Αυτή η διασύνδεση γίνεται μέσα στο ικρίωμα του ορόφου όπου συνδέεται η αντίστοιχη υποδοχή της πρίζας με μία υποδοχή της κάθετης καλωδίωσης στην άλλη άκρη της οποίας είναι διασυνδεδεμένη κάποια θύρα ενεργού δικτυακού εξοπλισμού. Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται γι' αυτή τη διασύνδεση είναι του ίδιου τύπου με τα user cords και ονομάζονται **patch cords**. Ένα τυπικό σχέδιο (Σχέδιο 1) που αναπαριστά όλα όσα αναφέρθηκαν μέχρι τώρα φαίνεται παρακάτω.

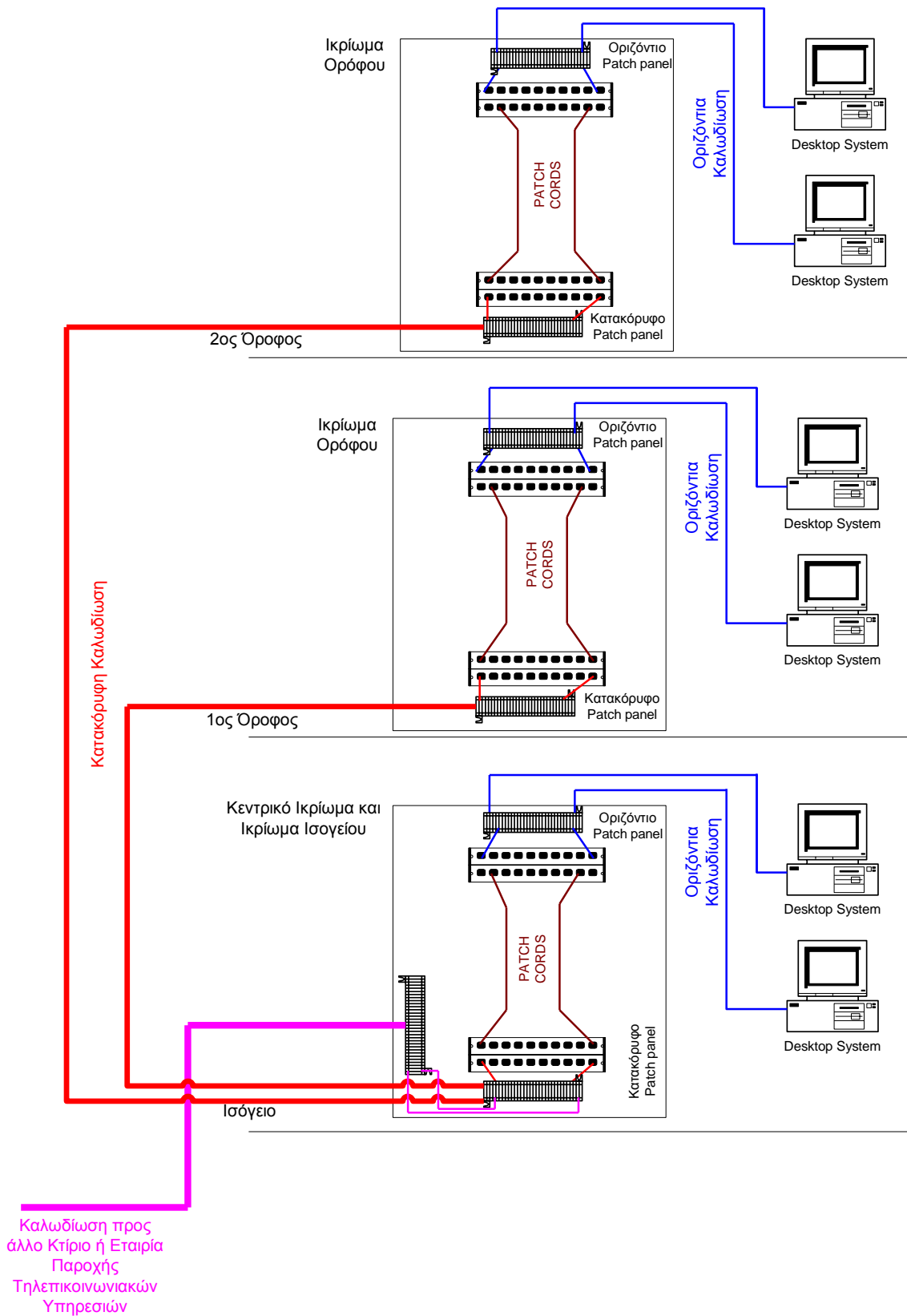
Ενώ η δομημένη καλωδίωση που υλοποιείται σύμφωνα με το Σχέδιο 1 είναι λειτουργικότερη, χαρακτηρίζεται από «σπατάλη» καλωδίωσης (και εφ' όσον λειτουργούμε μέχρι bit rate των 100Mbps), αφού χρησιμοποιούμε μόνο τα δύο ζευγάρια αγωγών από τα τέσσερα που διαθέτει το καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών. Προκειμένου να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε τα μη λειτουργικά ζεύγη των αγωγών, τόσο της οριζόντιας όσο και της κατακόρυφης καλωδίωσης, καταφεύγουμε στη λύση της χρήσης της οριολωρίδας (**Punchdown Block** ή **Terminal Strip**) για τον τερματισμό των καλωδίων. (Βλέπε Σχέδιο 2.) Σύμφωνα μ' αυτή τη λύση μόνο τα λειτουργικά ζευγάρια μικτονομούνται (**cross connect**) προς τις θηλυκές υποδοχές RJ-45 του patch panel. Έτσι τα μη λειτουργικά ζευγάρια μπορούν τώρα να διατεθούν για τη διασύνδεση άλλων συσκευών όπως τηλεφώνων, modems, κ.α. Το μεγάλο μειονέκτημα όμως αυτής της προσέγγισης είναι ότι η αλλαγές των μικτονομήσεων μέσα στο ικρίωμα, και εν γένει η συντήρηση του δικτύου απαιτεί πολύ πιο εξειδικευμένο προσωπικό απ' ό,τι η λύση του Σχεδίου 1. Επίσης είναι σημαντικότερο να γίνεται συστηματική ενημέρωση της τεκμηρίωσης (**Τεκμηρίωση**: Πίνακας συσχέτισης υποδοχέων RJ-45 οριζόντιας προς κάθετη καλωδίωση μέσω των Patch Cords, αλλά και των μικτονομήσεων) του ικριώματος για τις αλλαγές των μικτονομήσεων που συμβαίνουν.

## Κατακόρυφη καλωδίωση

Η κατακόρυφη καλωδίωση ή καλωδίωση κορμού (Vertical or Backbone Cabling) διασυνδέει τα ικρίωματα των ορόφων (που εξυπηρετούν την οριζόντια καλωδίωση) με το(τα) κεντρικό(ά) ικρίωμα(ικρίωματα) συγκέντρωσης της δομημένης καλωδίωσης όλου του κτηρίου.(Σχήματα 1 και 2) Στο χώρο που βρίσκονται αυτά τα ικρίωματα, είναι εγκατεστημένος και ο κεντρικός ενεργός δικτυακός



**Σχέδιο 1. Τυπικό σχέδιο Δομημένης Καλωδίωσης με τη χρήση μόνο Patch Panels.**



**Σχέδιο 2. Δομημένη Καλωδίωση με τη χρήση Οριολωρίδων και Patch Panels.**



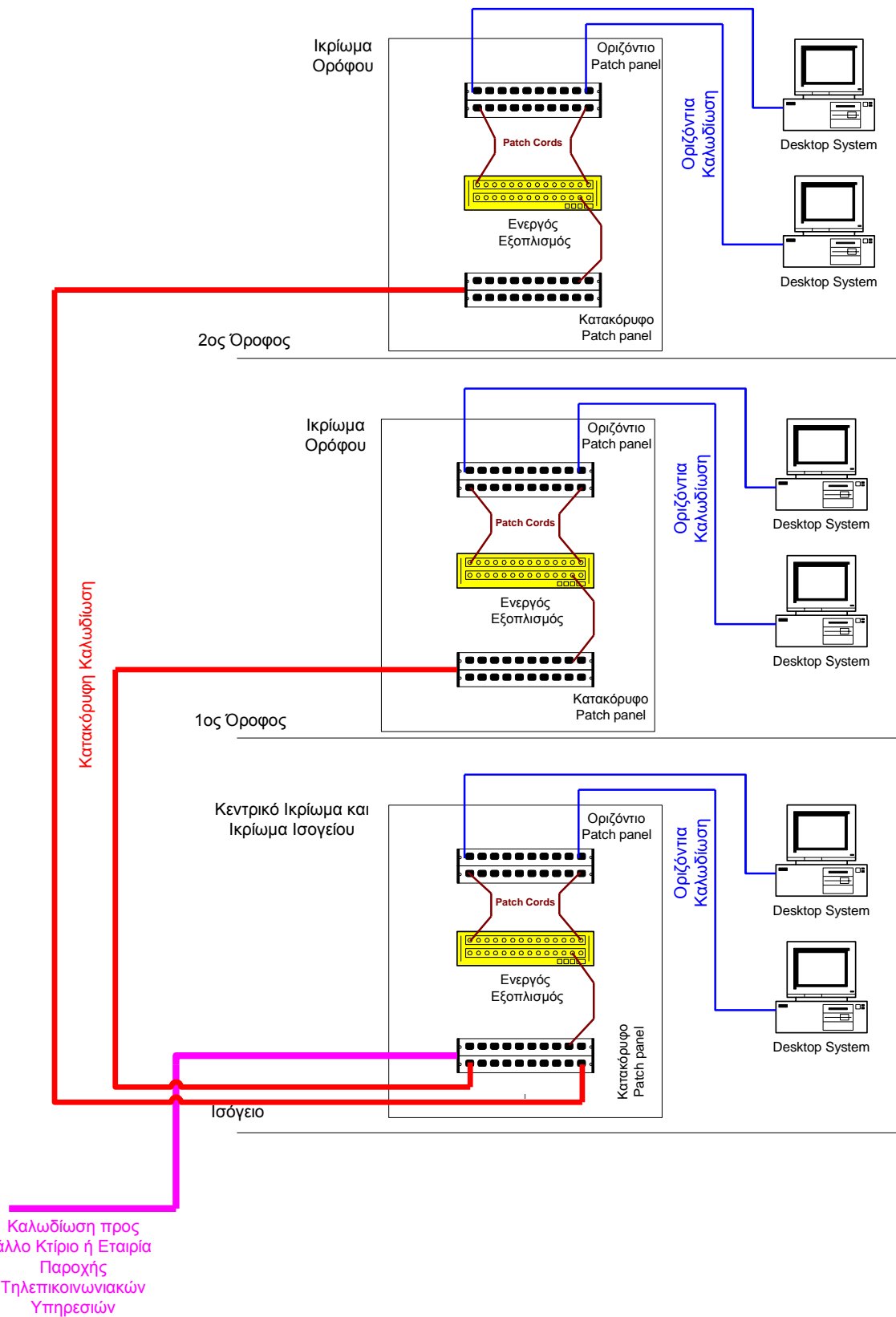
εξοπλισμός, τα κεντρικά υπολογιστικά συστήματα, καθώς επίσης και το τηλεφωνικό κέντρο της επιχείρησης που εδρεύει στο συγκεκριμένο κτήριο. Στον ίδιο αυτό χώρο καταλήγουν και τα καλώδια που προέρχονται από εταιρίες παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (για την Ελλάδα υπάρχει μόνο ο Ο.Τ.Ε.) για τη τηλεπικοινωνιακή διασύνδεση του κτηρίου με τον έξω κόσμο, καθώς επίσης και τα καλώδια που διασυνδέουν διάφορα κτήρια μιας ευρύτερης αλλά ιδιωτικής περιοχής (**campus**).

Εάν οι όροφοι του κτηρίου έχουν πολύ μεγάλη επιφάνεια, τότε είναι πιθανό να έχουμε περισσότερα από ένα σημεία συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης και αντίστοιχες κάθετες καλωδιώσεις κορμού, αλλά όλες αυτές οι κάθετες καλωδιώσεις καταλήγουν στο ένα και μόνο κεντρικό σημείο συγκέντρωσης που αναφέρθηκε παραπάνω.

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη καλωδίωση κορμού εντός του κτηρίου είναι συνήθως δέσμες καλωδίων τεσσάρων συνεστραμμένων ζευγών, σαν αυτά που χρησιμοποιούνται στην οριζόντια καλωδίωση, ή καλώδια 25 συνεστραμμένων ζευγών. Ο τερματισμός αυτών γίνεται, είτε κατ' ευθείαν στα patch panels της κάθετης καλωδίωσης (Σχήμα 1) ή μέσω οριολωρίδων (Σχήμα 2). Η καλωδίωση του εξωτερικού δικτύου κορμού (περίπτωση campus) γίνεται συνήθως με καλώδια 25 συνεστραμμένων ζευγών. Σ' αυτή τη τελευταία περίπτωση το καλώδιο αυτό προστατεύεται από την υγρασία με gel, και από τη μηχανική καταπόνηση από χαλύβδινο περίβλημα. Τα τελευταία χρόνια τόσο το εξωτερικό δίκτυο κορμού όσο και το αντίστοιχο εσωτερικό έχουν αρχίσει να αντικαθίσταται με οπτικές ίνες παρέχοντας μας πολύ μεγαλύτερο Εύρος Ζώνης Διέλευσης Συχνοτήτων και άρα πολύ περισσότερες θέσεις RJ-45 όσον αφορά τα patch panels της κάθετης καλωδίωσης, και πολύ μεγαλύτερο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων. Σ' αυτή τη περίπτωση όμως απαιτείται χρήση ακριβών οπτικών κατανεμητών και μετατροπών ηλεκτρικού σήματος σε οπτικό και το αντίστροφο.

Η μέχρι τώρα παρουσίαση της δομημένης καλωδίωσης (Σχήματα 1 και 2), έγινε χρησιμοποιώντας μόνο παθητικό δικτυακό εξοπλισμό (καλώδια, patch panels, υποδοχείς RJ-45, και οριολωρίδες). Ομως ο βασικός κανόνας που αφορά τη δομημένη καλωδίωση ορίζει ότι το μέγιστο μήκος ενός καλωδίου των τεσσάρων συνεστραμμένων ζευγών δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 100 μέτρα. Στην ενότητα για την οριζόντια καλωδίωση, είχαμε αναφέρει ότι το καλώδιο (station cable) που διασυνδέει τη πρίζα δικτύου με μια θέση στο patch panel δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 90 μέτρα, καθώς αν προσθέσουμε σ' αυτό το μήκος τα μήκη των καλωδίων user cord (3m max) και patch cord (3m max), έχουμε συνολικά 96 μέτρα, αρκετά κοντά στο όριο των 100 μέτρων. Ας ληφθεί επίσης υπ' όψη ότι σ' αυτή την ανάλυση δεν υπολογίσαμε το μήκος της κάθετης καλωδίωσης. Από τα προηγούμενα γίνεται φανερό ότι, τουλάχιστον, για την αναγέννηση

(**regeneration**) του σήματος θα πρέπει σε κάποια ενδιάμεσα σημεία της δομημένης καλωδίωσης να εγκατασταθεί ενεργός δικτυακός εξοπλισμός. Τα καταλληλότερα αυτά σημεία, είναι τα ικριώματα της οριζόντιας καλωδίωσης στους ορόφους. Βέβαια, ο ενεργός αυτός εξοπλισμός, εκτός από την αναγέννηση του σήματος, μας προσφέρει και άλλου είδους δικτυακές υπηρεσίες όπως διαμοιρασμό της κίνησης. Αρχικά ο ενεργός αυτός δικτυακός εξοπλισμός θα μπορούσε να αποτελείτε από Επαναλήπτες (**Repeaters**), Γέφυρες (**Bridges**), ή Συγκεντρωτές (**Hubs**), επειδή όμως, τώρα πλέον αυτά τα μηχανήματα έχουν εξαφανισθεί ως απηρχαιωμένα, αλλά και με την πτώση του κόστους του δικτυακού εξοπλισμού όλα αυτά αντικαταστάθηκαν από τους Μεταγωγείς (**Switches**). Έτσι το Σχέδιο 1 αποκτά τη μορφή του Σχεδίου 3. Τυπικώς τα καλώδια που συνδέουν τα patch panels με τον ενεργό δικτυακό εξοπλισμό ονομάζονται **Equipment Cords**.



**Σχέδιο 3. Δομημένη Καλωδίωση με τη χρήση Ενεργού Δικτυακού Εξοπλισμού.**

## Τεκμηρίωση

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η καλωδίωση ενός ικριώματος απαιτείται να τεκμηριώνεται με κάποιο τρόπο (συνήθως με κάποια γραφική απεικόνιση, ή με τη μορφή πίνακα). Το ίδιο ισχύει για το σύνολο μιας δομημένης καλωδίωσης. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η τεκμηρίωση αφορά την αναγνώριση και αρίθμηση όλων των στοιχείων μιας δομημένης καλωδίωσης. Πιο συγκεκριμένα αφορά τις υποδοχές RJ-45 δικτυακών πριζών, τις ίδιες τις πρίζες, τα station cables τα οποία αριθμούνται και από τα δύο άκρα, τις υποδοχές RJ-45 των patch panels, τις μικτονομήσεις τις οριολωρίδες, τις θύρες του ενεργού εξοπλισμού, τα αντίστοιχα που αφορούν την καλωδίωση κορμού κλπ. Αυτή όλη η οργανωμένη συλλογή πληροφοριών εμφανίζεται με τη μορφή σχεδίων και πινάκων συσχέτισης των μικτονομήσεων και μας βοηθά στον εύκολο εντοπισμό βλαβών ή για να κάνουμε διάφορες αλλαγές για την επέκταση του δικτύου. Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις θα πρέπει να ενημερώνεται η τεκμηρίωση. Ο εγκαταστάτης της Δομημένης καλωδίωσης είναι υποχρεωμένος να παραδώσει την τεκμηρίωση ή σε έντυπη μορφή είτε σαν αρχείο ηλεκτρονικής μορφής σ' αυτόν που παρήγγειλε την εγκατάσταση.

## Πιστοποίηση

Μετά το πέρας της εγκατάστασης της δομημένης καλωδίωσης, ακολουθεί η φάση της πιστοποίησης τη ποιότητας της εγκατάστασης. Ενώ η ποιότητα των υλικών, των εξαρτημάτων και των συσκευών ενός δικτύου διασφαλίζεται από τον κατασκευαστή τους, είναι δυνατόν να συμβούν πολλά λάθη κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης όπως μη σωστός τερματισμός καλωδίων, κακές συνδέσεις, ιδιαίτερα μεγάλο μήκος καλωδίων, καλώδια που περνούν κοντά από μηχανήματα που παράγουν ισχυρά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, τεντωμένα, τσακισμένα, ή γδαρμένα καλώδια, στραβωμένα pins στις υποδοχές RJ-45, κ.α.. Για την ανίχνευση αυτών και άλλων προβλημάτων, αλλά και για να πιστοποιηθεί η ποιότητα της εγκατάστασης, η τυποποίηση EIA/TIA-568A προβλέπει τη προδιαγραφή **TSB-67** (Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted Pair Cabling Systems) όπου μεταξύ άλλων περιγράφει τις βασικές μετρήσεις της εξασθένησης (**Attenuation**), της Παραδιαφωνίας **NEXT**, της Παραδιαφωνίας **FEXT**, και του Λόγου Εξασθένησης προς Παραδιαφωνία NEXT (**ACR**)

Η εξασθένηση είναι ένα ηλεκτρικό μέγεθος που αφορά τη μείωση του πλάτους του σήματος που οδεύει μέσα από το ζεύγος των συνεστραμμένων αγωγών και οφείλεται:

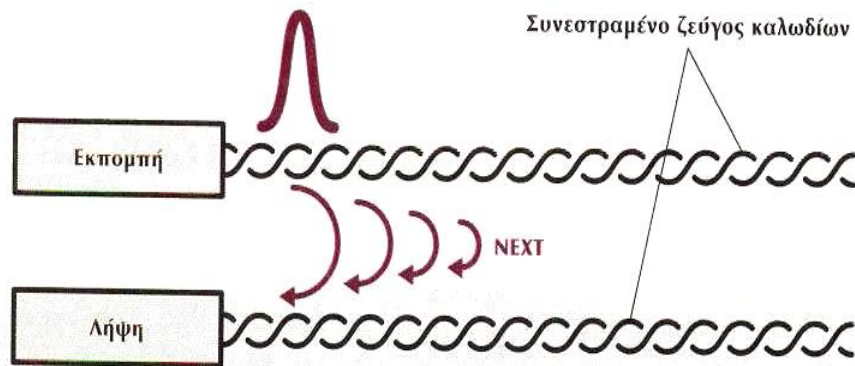
α.) στην ωμική αντίσταση του υλικού των αγωγών (χαλκός)

β.) στη διαρροή του σήματος μέσω του διηλεκτρικού που περιβάλλει τους αγωγούς (μονωτικό) και

γ.) στο επιδερμικό φαινόμενο (**skin effect**) το οποίο εμφανίζεται όταν ηλεκτρικό σήμα υψηλής συχνότητας οδεύει μέσα από αγωγό και έχει σαν συνέπεια η πυκνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος να έχει μεγαλύτερη τιμή κοντά στην επιφάνεια του αγωγού παρά στο κέντρο της διατομής αυτού.

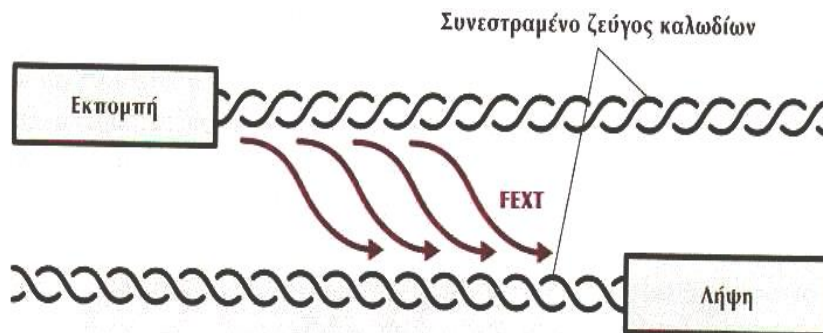
Η εξασθένηση μπορεί να περιορισθεί επιλέγοντας μονόκλωνους αγωγούς μεγαλύτερης διατομής οι οποίοι είναι μονωμένοι με καλύτερης ποιότητας διηλεκτρικό.

Η παραδιαφωνία NEXT αφορά τη διαρροή σήματος από το ζευγάρι εκπομπής προς το **κοντινό** ζευγάρι λήψης με αποτέλεσμα την αλλοίωση του σήματος στο τελευταίο αυτό ζευγάρι. (Σχήμα 7)



Σχήμα 7. Ορισμός παραδιαφωνίας Near End Cross Talk.

Η παραδιαφωνία FEXT αφορά τη διαρροή σήματος από το ζευγάρι εκπομπής προς το **μακρινό** ζευγάρι λήψης με αποτέλεσμα την αλλοίωση του σήματος στο τελευταίο αυτό ζευγάρι. (Σχήμα 8)



Σχήμα 8. Ορισμός παραδιαφωνίας Far End Cross Talk.

Η παραδιαφωνία NEXT/FEXT μπορεί να μειωθεί με τη ανεξάρτητη μόνωση κάθε ζευγαριού και με τη πυκνότερη συστροφή των ζευγαριών.

Ο λόγος εξασθένηση προς παραδιαφωνία NEXT εκφράζει τη διαφορά της στάθμης του χρήσιμου σήματος που φθάνει στον δέκτη, από τη στάθμη του θορύβου που οφείλετε στο σήμα της παραδιαφωνίας NEXT. Η μέτρηση του μεγέθους αυτού θεωρείται από τις σημαντικότερες κατά τη πιστοποίηση μίας δομημένης καλωδίωσης, και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή αυτού του λόγου (σε dB) τόσο καλύτερη είναι η απόδοση του συγκεκριμένου καλωδίου.

Οι μετρήσεις αυτών των μεγεθών, καθώς και άλλων όπως η χαρακτηριστική αντίσταση καλωδίου, το μήκος καλωδίου, όπως επίσης και οι ανιχνεύσεις βραχυκυκλώματος, διακοπής, λανθασμένου τερματισμού, ή άλλης ανωμαλίας σε κάποιο σημείο της γραμμής γίνονται με ένα ειδικό όργανο **TDR**. Αυτό το όργανο αποτελείται από δύο μέρη, το ένα συνδέεται στο ένα άκρο του προς μέτρηση καλωδίου, και το άλλο στο άλλο άκρο του καλωδίου. Το πρώτο μέρος του οργάνου στέλνει ένα ηλεκτρικό παλμό που διατρέχει το προς έλεγχο καλώδιο, ανακλάται στο δεύτερο μέρος του οργάνου στην άλλη άκρη του καλωδίου και επιστρέφει στο πρώτο μέρος του οργάνου. Από τη μεταβολή του ανακλασθέντος παλμού μπορεί να καθορισθούν οι παραπάνω μετρήσεις και έλεγχοι. Οι μετρήσεις που γίνονται με αυτό το όργανο είναι δύο ειδών:

**α.)** Η μέθοδος μέτρησης της βασικής γραμμής (**Basic Link Testing**) κατά την οποία ελέγχεται το καλώδιο από τη πρίζα δικτύου μέχρι το πρώτο τερματισμό μέσα στο ικρίωμα της οριζόντιας καλωδίωσης, και

**β.)** Η μέθοδος μέτρησης καναλιού (**Channel Testing**) κατά την οποία ελέγχεται το user cord, το καλώδιο που συνδέει τη πρίζα με το πρώτο σημείο τερματισμού μέσα στο ικρίωμα της οριζόντιας καλωδίωσης, τυχόν μικτονόμηση εάν υπάρχει, και το equipment cord.

Τα όργανα αυτά είναι ικανά να καταχωρήσουν πλήθος μετρήσεων, και σε μεταγενέστερο χρονικό διάστημα παρέχουν εκτύπωση η οποία αποτελεί και το αποδεικτικό στοιχείο της πιστοποίησης. (Βλέπε σχετικό δείγμα στο τέλος των σημειώσεων.) Για τη μέτρηση των οπτικών ινών το αντίστοιχο όργανο που χρησιμοποιείται ονομάζεται **OTDR** και ελέγχει την οπτική ίνα παράγοντας παλμούς φωτός.

Τελειώνοντας ένας γενικός κανόνας που ισχύει για όλη την έκταση της εγκατάστασης της δομημένης καλωδίωσης είναι ότι θα πρέπει να χρησιμοποιείται καλώδιο ίδιου τύπου θωράκισης και της ίδιας κατηγορίας. Επίσης, όπως και εκ της πείρας προκύπτει, είναι προτιμότερο η υλοποίηση της δομημένης καλωδίωσης να γίνεται με καλώδια της μεγαλύτερης διαθέσιμης κατηγορίας, παρά το αρχικά μεγαλύτερο κόστος αφού έτσι αυξάνει η «χρήσιμη διάρκεια ζωής»

της καλωδίωσης καθώς η εξέλιξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας σχεδόν πάντα υπερβαίνει τις προσδοκίες μας.

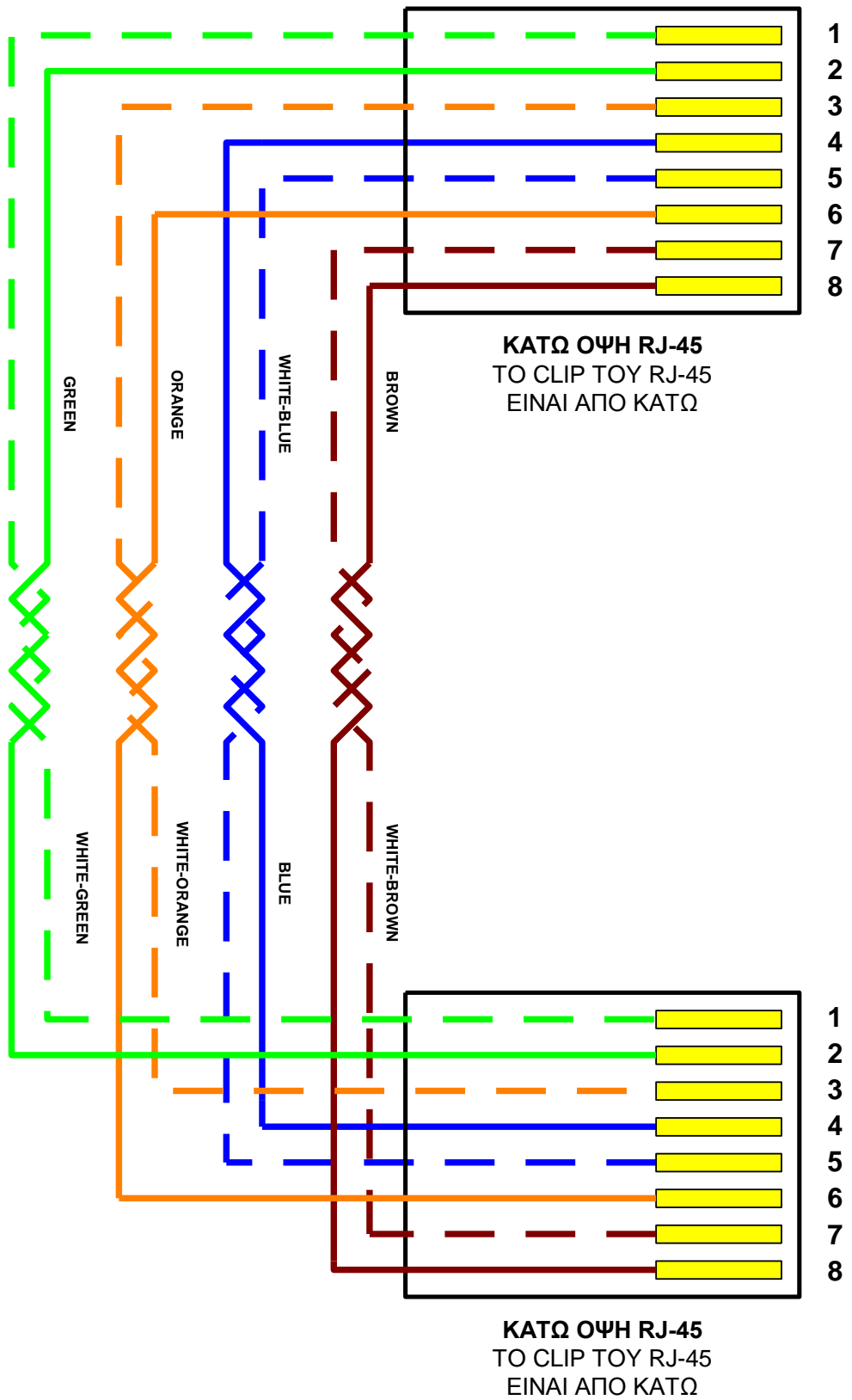
## Γ. ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ συνεστραμμένων ζευγών σε συνδέσμους RJ-45

Η συχνότερη εργασία που κάνει κάποιος που υποστηρίζει τη λειτουργία ενός Δικτύου Υπολογιστών ή που πραγματοποιεί εγκαταστάσεις Δομημένης Καλωδίωσης είναι ο τερματισμός καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών σε συνδέσμους RJ-45 προκειμένου να κατασκευάσει καλώδια τύπου: user cord, patch cord, ή equipment cord. Επίσης αρκετά συχνά απαιτείται η αντικατάσταση ενός φθαρμένου RJ-45 σε ένα τέτοιο υπάρχον καλώδιο.

Μέσα στα πλαίσια αυτής της εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές θα εξασκηθούν στην κατασκευή αυτών των καλωδίων σύμφωνα με τα πρότυπα EIA/TIA-568A και EIA/TIA-568B των οποίων τα κυκλωματικά διαγράμματα φαίνονται στα σχήματα 9 και 10 αντίστοιχα. (Τα καλώδια αυτά ονομάζονται και **straight**, επειδή ο κάθε αγωγός των καλωδίων αυτών που τερματίζεται σε ένα συγκεκριμένο αριθμητικώς ακροδέκτη στον ένα σύνδεσμο, τερματίζεται στον ίδιο αριθμητικώς ακροδέκτη και στον άλλο σύνδεσμο.)

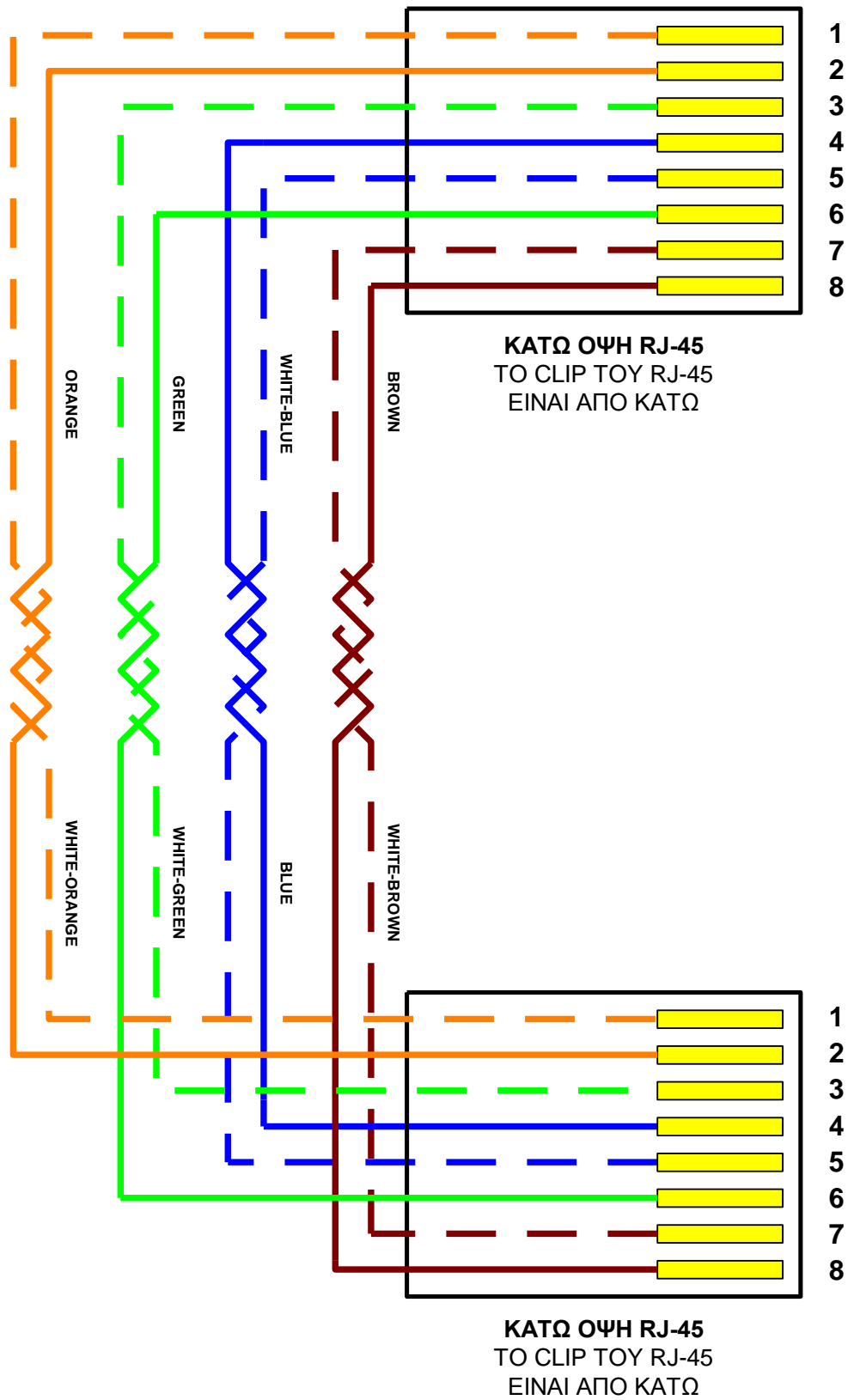
Η πορεία εργασίας για την πραγματοποίηση αυτής της άσκησης αναλύεται στα παρακάτω βήματα:

1. Κόβουμε το καλώδιο στο επιθυμητό μήκος.
2. Απογυμνώνουμε τα άκρα του καλωδίου σε μήκος δύο περίπου εκατοστών με τη χρήση ειδικού μαχαιριού.
3. Αποσυστρέφουμε τα ζεύγη των καλωδίων και στα δύο άκρα, τα ισιώνουμε όσο είναι δυνατόν, και τα διατάσσουμε χρωματικώς σύμφωνα με τα σχήματα 9 και 10 ανάλογα με το πρότυπο που θα ακολουθήσουμε για την κατασκευή του καλωδίου.



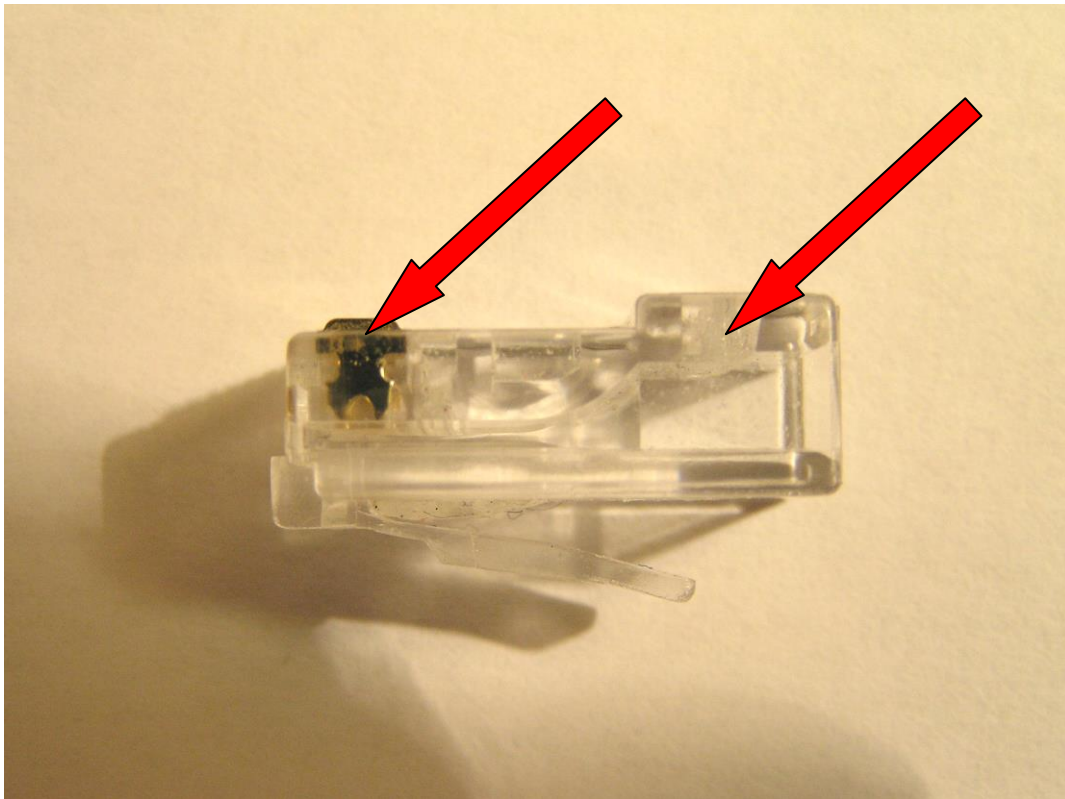
**Σχήμα 9. Καλώδιο (straight) τύπου: User Cord, Patch Cord, ή Equipment Cord σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA-568A.**





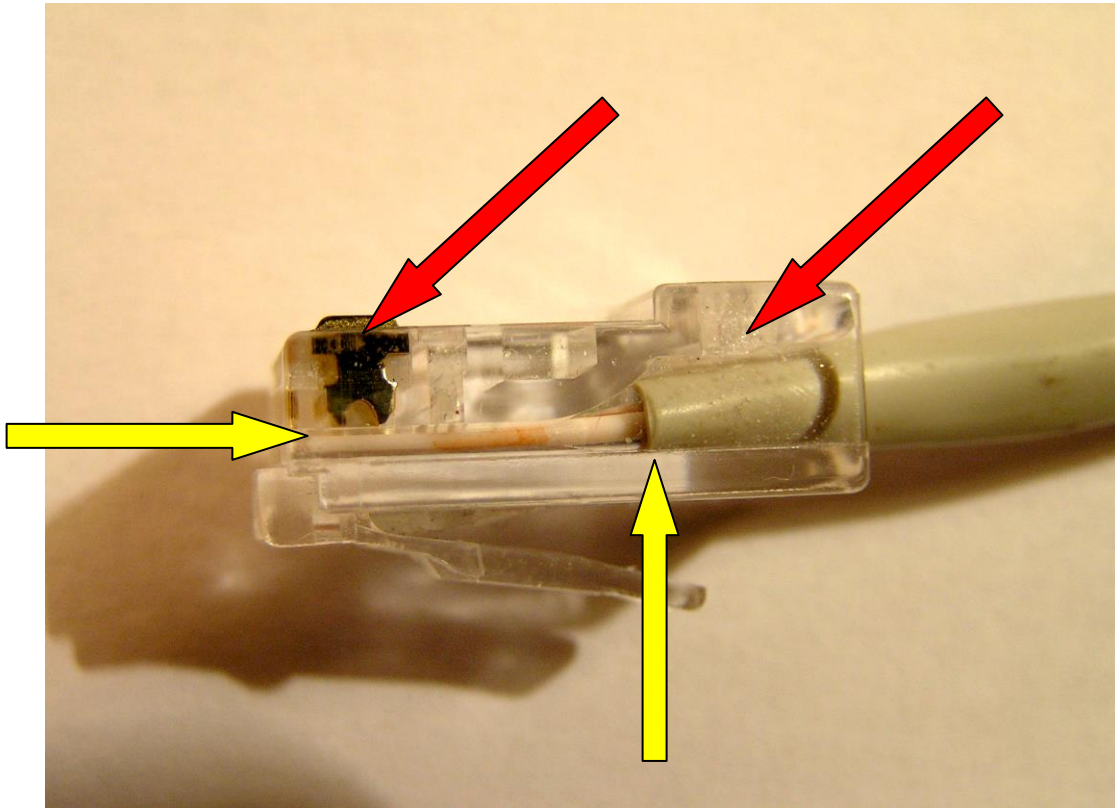
Σχήμα 10. Καλώδιο (straight) τύπου: User Cord, Patch Cord, ή Equipment Cord σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA-568B.

4. Λαμβάνουμε δύο συνδέσμους RJ-45, σχήμα 11.



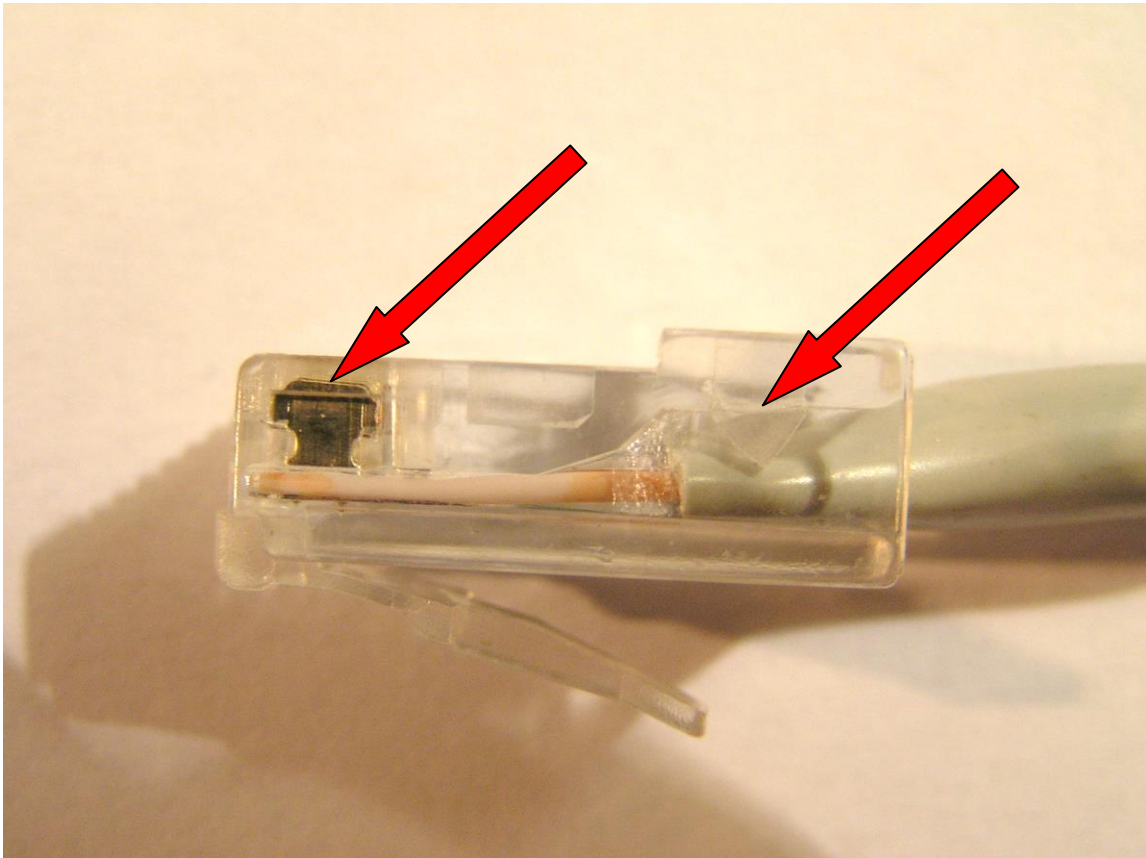
**Σχήμα 11. Μη χρησιμοποιημένος σύνδεσμος RJ-45.  
(Παρατηρήσετε τη θέση των μεταλλικών pins (αριστερά) και του πλαστικού εξογκώματος (δεξιά) που δείχνονται με τα κόκκινα βέλη.)**

5. Κόβουμε το περισσευούμενο μήκος των αγωγών έτσι ώστε να ταιριάζουν μέσα στο σύνδεσμο RJ-45, σχήμα 12.



**Σχήμα 12. Το κατάλληλα μορφοποιημένο άκρο του καλωδίου εισάγεται μέσα στο σύνδεσμο RJ-45, φροντίζοντας οι αγωγοί του καλωδίου να έχουν φθάσει στο τέρμα του συνδέσμου (αριστερό κίτρινο βέλος), και το εξωτερικό πλαστικό περίβλημα να έχει φθάσει στη θέση που σημειώνεται με το δεξιό κίτρινο βέλος. (Παρατηρήσετε τη θέση των μεταλλικών pins (αριστερά) και του πλαστικού εξογκώματος (δεξιά) που δείχνονται με τα κόκκινα βέλη. Βρίσκονται στην ίδια θέση όπως και στο σχήμα 11.)**

**6. Εισάγουμε το σύμπλεγμα: σύνδεσμος RJ-45/καλώδιο, όπως φαίνονται στο σχήμα 12, σε συγκεκριμένη υποδοχή του ειδικού εργαλείου σύνδεσης (Crimp Tool) και πιέζουμε τις λαβές αυτού του εργαλείου μέχρι το τέρμα της διαδρομής τους για να «πρεσσάρουμε» τον σύνδεσμο RJ-45 πάνω στο καλώδιο. Είναι πολύ σημαντικό να έχει εισαχθεί ο σύνδεσμος RJ-45 πλήρως στην ειδική υποδοχή του εργαλείου σύνδεσης και οι λαβές του εργαλείου να έχουν πιεσθεί μέχρι το τέρμα της διαδρομής τους!!! Σχήμα 13.**



**Σχήμα 13. Σωστά τερματισμένος σύνδεσμος RJ-45.**  
(Παρατηρήσετε τη θέση των μεταλλικών pins που έχουν «καρφωθεί» μέσα στη μάζα του μεταλλικού αγωγού διαπερνώντας το πλαστικό περίβλημα αυτού(αριστερά), και του πλαστικού εξογκώματος που έχει συμπιέσει το πλαστικό περίβλημα όλου του καλωδίου επιτυγχάνοντας έτσι ισχυρή μηχανική σύζευξη (δεξιά))

7. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 5. και 6. στο άλλο άκρο του καλωδίου. Το καλώδιο είναι έτοιμο.

8. Ελέγχουμε το καλώδιο με το όργανο που αναφέρθηκε στην ενότητα: **Πιστοποίηση** του κεφαλαίου: **Β. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ Δικτύων Υπολογιστών** αυτής της άσκησης, ή με μία πολύ απλούστερη (και πάρα πολύ φθηνότερη) εκδοχή αυτού του οργάνου που ελέγχει μόνο την καλή επαφή του συνδέσμου RJ-45 και τη συνέχεια του καλωδίου καθώς και τη σωστή σειρά τερματισμού των αγωγών του καλωδίου. (Σχήμα 14)

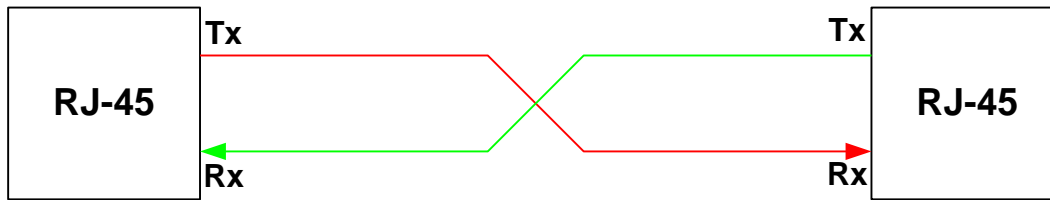




**Σχήμα 14. Απλό όργανο ελέγχου σωστού τερματισμού καλωδίων Δομημένης Καλωδίωσης.**

Τυπικώς για τη κατασκευή των καλωδίων τύπου: user cord, patch cord, ή equipment cord, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται καλώδια των οποίων οι αγωγοί είναι πολύκλωνοι, για να προσφέρουν ευελιξία στο καλώδιο και για να είναι δυνατόν να «καρφωθούν» σωστά τα μεταλλικά pins του συνδέσμου RJ45 στη μάζα του κάθε αγωγού. Στη πράξη όμως πάρα πολύ συχνά (λόγω κόστους) χρησιμοποιείται καλώδιο με μονόκλωνους αγωγούς, το οποίο τυπικώς θα έπρεπε να περιορίζεται για χρήση μόνο ως station cable. (Βλέπε ενότητα: Οριζόντια Καλωδίωση του κεφαλαίου: **B. ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ Δικτύων Υπολογιστών** αυτής της άσκησης)

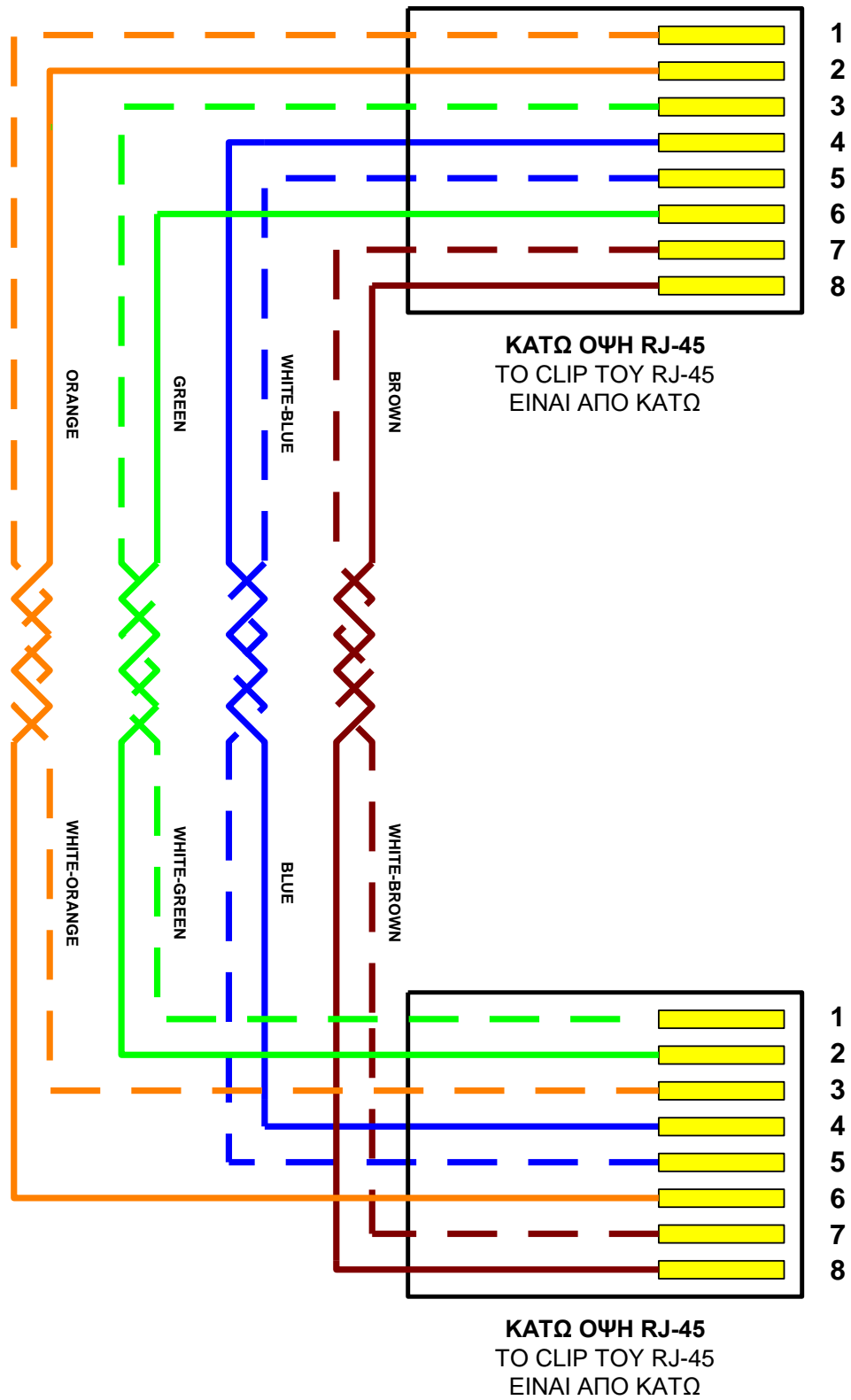
Μια παραλλαγή της παραπάνω άσκησης είναι η κατασκευή καλωδίου τύπου user cord το οποίο χαρακτηρίζεται ως **cross** και μας επιτρέπει τη διασύνδεση δύο μόνο υπολογιστών που φέρουν N.I.C. χωρίς τη χρήση άλλου ενεργού δικτυακού εξοπλισμού (Κλασσική περίπτωση Home Office). (Τα καλώδια αυτά ονομάζονται **cross** γιατί οι ακροδέκτες Εκπομπής (Tx) και Λήψης (Rx) δεδομένων του ενός άκρου, συνδέονται με τους ακροδέκτες Λήψης (Rx) και Εκπομπής (Tx) δεδομένων του άλλου άκρου αντίστοιχα). (Σχήμα 15)



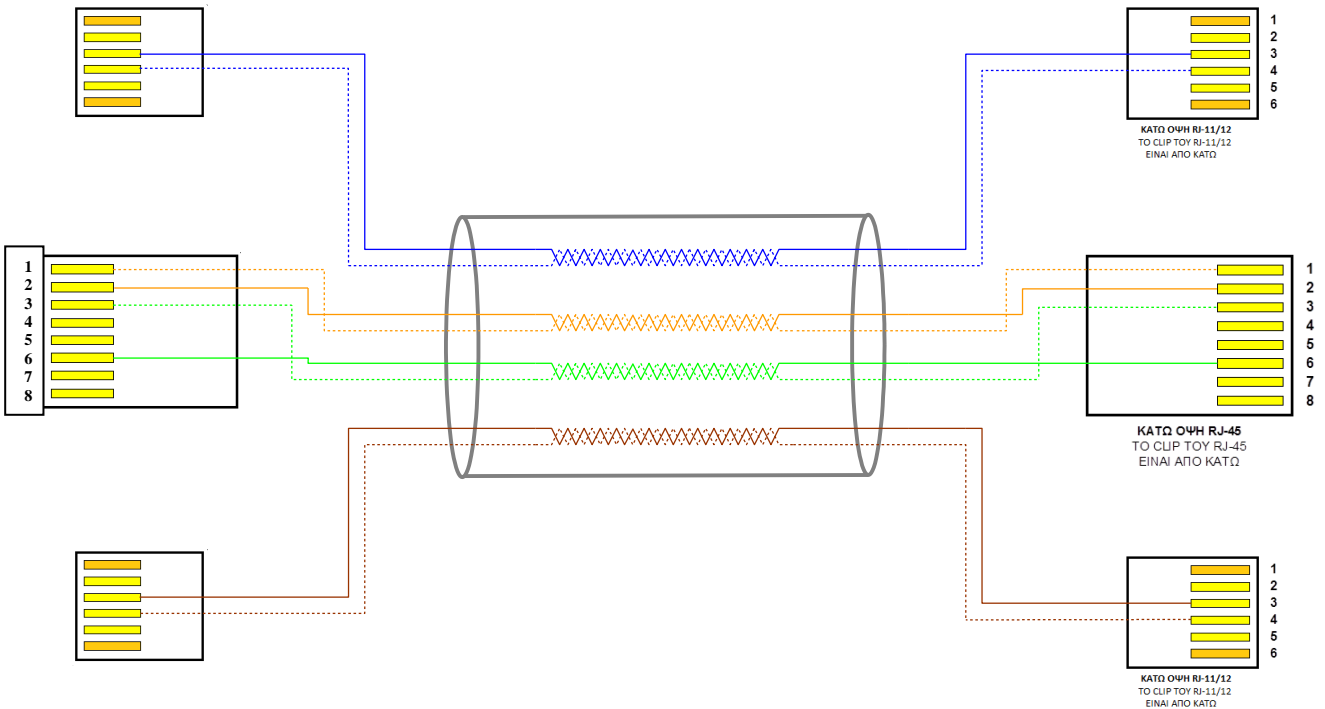
**Σχήμα 15. Απλοποιημένη δομή Ethernet καλωδίου τύπου cross.**

Το πλήρες κυκλωματικό διάγραμμα αυτού του καλωδίου φαίνεται στο Σχήμα 16.

Ένα διαχρονικό πρόβλημα που αφορά τις εγκαταστάσεις Δομημένης Καλωδίωσης είναι το γεγονός ότι ανεξαρτήτως των προβλέψεων πάντα θα μας λείπουν δικτυακές απολήξεις (τηλεφωνικές και δεδομένων). Η προφανής (και τυπική) λύση στην περίπτωση αυτή, είναι η επέκταση/επαύξηση του δικτύου της Δομημένης Καλωδίωσης. Το πρόβλημα όμως της λύσης αυτής είναι το κόστος. Εάν το «δικτυακό μας περιβάλλον» λειτουργεί μέχρι ταχύτητα διακίνησης δεδομένων 100Mbps όπου συνήθως χρησιμοποιούνται τα δυο από τα τέσσερα ζευγάρια αγωγών ενός καλωδίου UTP υπάρχει η «βραχυπρόθεσμη» λύση του διαχωρισμού του καλωδίου (Σχήματα 17 και 18). Αυτή η λύση σίγουρα έχει την έννοια της εξυπηρέτησης κάποιας προσωρινής ανάγκης, και δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται σε επιχειρήσεις όπου οι απαιτήσεις ανταπόκρισης του δικτύου αλλάζουν γρήγορα, αλλά και το τεχνικό προσωπικό που έκανε αυτές τις «πατέντες» αλλάζει συχνά. Στη περίπτωση, όμως, μιας οικιακής δικτυακής καλωδίωσης είναι δυνατόν να αποτελέσει μια κάποια λύση.

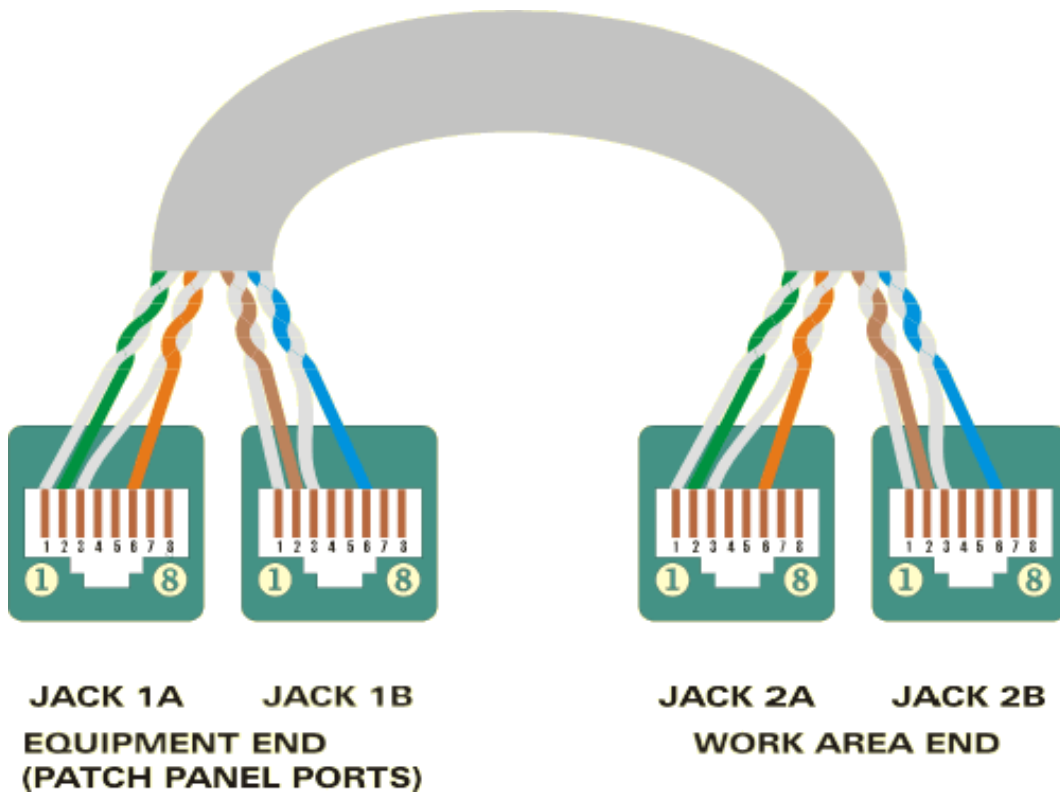


**Σχήμα 16. Καλώδιο (cross) διασύνδεσης Network Interface Cards δύο υπολογιστών χωρίς την ενδιάμεση χρήση άλλου ενεργού δικτυακού εξοπλισμού.**



**Σχήμα 17. Διαχωρισμός UTP καλωδίου για μεταφορά μιας σύνδεσης τύπου Ethernet (για ταχύτητες επικοινωνίας τυπικά μέχρι 100Mbps) και δύο τηλεφωνικών συνδέσεων. Λύση απελπισίας αλλά λειτουργικότερη για μη απαιτητικά περιβάλλοντα.  
ΠΡΟΣΟΧΗ. ΑΥΤΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ!!!!!!!**





**Σχήμα 18. Διαχωρισμός UTP καλωδίου για μεταφορά δύο συνδέσεων τύπου Ethernet (για ταχύτητες επικοινωνίας τυπικώς μέχρι 100Mbps). Λύση απελπισίας άλλα λειτουργικότερη για μη απαιτητικά περιβάλλοντα.**

**ΠΡΟΣΟΧΗ. ΑΥΤΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ!!!!!!!**

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**A.C.R.** = Attenuation to Cross-talk Ratio

**A.T.M.** = Asynchronous Transfer Mode

**A.W.G.** = American Wire Gauge or Gage

**E.I.A.** = Electronics Industries Association

**F.E.X.T.** = Far End Cross-Talk

**F.T.P.** = Foiled Twisted Pair

## **History of the TIA/EIA-568A Standard**

At the beginning of 1985, companies representing the telecommunications and computer industries were concerned with the lack of a standard for building telecommunications cabling systems. The Computer Communications Industry Association (CCIA) requested that the Electronic Industries Association (EIA) develop this necessary standard. In July of 1991 the first version of the standard was published as EIA/TIA-568. In August of 1991 a Technical Systems Bulletin TSB-36 was published with specifications for higher grades (Cat 4, Cat 5) of UTP. In August of 1992 TSB-40 was published addressing higher grades of UTP connecting hardware. In January of 1994 TSB-40 was revised to TSB-40A to deal with UTP patch cords in more detail, and to clarify testing requirements for UTP modular jacks. The 568 standard was revised to TIA/EIA-568A. TSB-36 and TSB-40A were absorbed into the body of this revised standard, along with other revisions. Additional revisions and TSBs can be anticipated in the future.

ISO is currently developing a cabling standard on an international basis under the title Generic Cabling for Customer Premises Cabling ISO/IEC 11801.

**Note:** equivalent Canadian document is CSA T529.

**I.B.M.** = International Business Machines

**I.D.C.** = Insulation Displacement Connector

**I.S.** = Individually foil Screened pair, overall braid screened

**I.S.D.N.-B.R.I.** = Integrated Services Digital Network-Basic Rate Interface

**L.A.N.** = Local Area Network

**M.A.N.** = Metropolitan Area Network

**N.E.X.T.** = Near End Cross-Talk

**N.I.C.** = Network Interface Card

**O.S.I.** = Open System Interconnection

**O.T.D.R.** = Optical Time Domain Reflectometer

**S./F.T.P.** = Shielded or Screened/ Foiled Twisted Pair

**S.T.P.** = Shielded or Screened Twisted Pair

**T.I.A.** = Telecommunications Industries Association

**T.D.R.** = Time Domain Reflectometer

**U.T.P.** = Unshielded or Unscreened Twisted Pair

**W.A.N.** = Wide Area Network

## **Βιβλιογραφία**

1. Αλεξόπουλος Α., Λαγογιάννης Γ., Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, ΑΘΗΝΑ 1997
2. Αρβανίτης Κ., Κολυβάς Γ., Ούτσιος Σ., Τεχνολογία Δικτύων Επικοινωνιών, Ο.Ε.Δ.Β., ΑΘΗΝΑ 2001
3. Βουτυράς Γ., Ματζάκος Α. Π., Μπόβαλης Κ., Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών, Ο.Ε.Δ.Β., ΑΘΗΝΑ 2000
4. Εικόνες από το Διαδίκτυο.