



Μάθημα 12.2: Πρότυπο 100 Mbps Ethernet

12.2.1 Εισαγωγή

Όταν η επιτροπή προτυποποίησης του *IEEE* άρχισε να προωθεί την ιδέα ενός ταχύτερου *Ethernet*, το οποίο θα μπορούσε να μεταδώσει πλαίσια τύπου *Ethernet* στα 100 Mbps, παρουσιάστηκαν δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη στηρίχτηκε στο *CSMA/CD*, που επιτάχυνε το αρχικό *Ethernet* στα 100 Mbps, και οδήγησε στην καθιέρωση του προτύπου **100Base-T Fast Ethernet** ή, όπως απλούστερα ονομάζεται, **100 Mbps Ethernet** ή **Fast (Γρήγορο) Ethernet**. Η δεύτερη προσέγγιση του θέματος αφορούσε τη δημιουργία ενός καινούριου μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης στο μέσο, ο οποίος θα βασιζόταν σε διανομείς που λειτουργούν με βάση το αίτημα προτεραιότητας (*demand priority*). Έτσι δημιουργήθηκε ένα νέο πρότυπο που επιτρέπει τη μετάδοση πλαισίων *Ethernet* σύμφωνα με τον καινούριο μηχανισμό πρόσβασης στο φυσικό μέσο. Το σύστημα αυτό επεκτάθηκε περαιτέρω, για να επιτρέψει και τη μετάδοση πλαισίων δακτυλίου με κουπόνι, και το νέο πρότυπο ονομάστηκε **100Base-VGAnyLAN**.

Σ' αυτό το μάθημα παρουσιάζεται το πρωτόκολλο *100Base-T Fast Ethernet*, που είναι μέρος του πρωτότυπου προτύπου *IEEE 802.3* και ορίζεται από το πρότυπο **IEEE 802.3u**. Το σύστημα *100Base-VGAnyLAN* καθορίστηκε ως πρότυπο του **IEEE 802.12** και θα αποτελέσει αντικείμενο ανάλυσης του επόμενου μαθήματος.

12.2.2 Φυσικά μέσα μετάδοσης στο 100 Mbps Ethernet

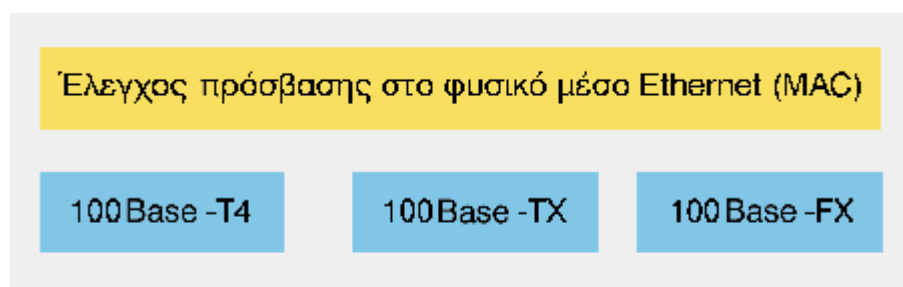
Σε σύγκριση με τις προδιαγραφές για τα πρότυπα των 10 Mbps, το πρότυπο των *100 Mbps Ethernet* μειώνει κατά 10 φορές το **χρόνο bit**, δηλαδή το χρόνο που απαιτείται για τη μετάδοση ενός δυαδικού ψηφίου σε ένα κανάλι *Ethernet*, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα το δεκαπλασιασμό του ρυθμού μετάδοσης με τον οποίο αποστέλλονται πακέτα στο φυσικό μέσο. Εκτός όμως από αυτό, τα υπόλοιπα σημαντικά θέματα του συστήματος *Ethernet*, συμπεριλαμβανομένων της τυποποίησης του πλαισίου, της ποσότητας των δεδομένων που μπορεί να μεταδώσει ένα πλαίσιο, καθώς και του μηχανισμού ελέγχου πρόσβασης στο φυσικό μέσο, παραμένουν αναλλοίωτα.

Οι προδιαγραφές του *100 Mbps Ethernet* περιλαμβάνουν μηχανισμούς για αυτόματη διαχείριση του ρυθμού μετάδοσης στο μέσο. Αυτό επιτρέπει στους κατασκευαστές να παρέχουν διπλό περιβάλλον αλληλεπίδρασης για το ρυθμό μετάδοσης του συστήματος *Ethernet*, το οποίο έτσι μπορεί να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει αυτόματα είτε στα 10 Mbps είτε στα 100 Mbps.

Υπάρχουν τρεις τύποι φυσικού μέσου (καλωδίου) που έχουν προδιαγραφεί από το



πρότυπο *100 Mbps Ethernet* για την εκπομπή σημάτων (σχήμα 12.9). Αυτοί οι τρεις τύποι αποδίδονται με τα σύμβολα που έχουν προταθεί από το *IEEE*. Όπως έχει αναφερθεί και στο Μάθημα 7.5, ο συμβολισμός αυτών των τύπων περιλαμβάνει τρεις πληροφορίες. Η πρώτη πληροφορία, δηλαδή το «100», δηλώνει το ρυθμό μετάδοσης (100 Mbps). Η δεύτερη πληροφορία, δηλαδή το «Base», δηλώνει το **βασικό εύρος** (*baseband*), που είναι η μορφή σηματοδότησης. **Σηματοδότηση βασικού εύρους** σημαίνει απλώς ότι τα σήματα *Ethernet* μεταδίδονται μόνο στο επίπεδο του φυσικού μέσου. Το τρίτο μέρος του συμβολισμού παρέχει πληροφορία για τον τύπο του φυσικού μέσου μετάδοσης (τύπος καλωδίου). Ο τύπος **T4** παριστάνει ένα καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (*UTP*, κατηγορίας 3 τουλάχιστον), το οποίο όμως μειονεκτεί στο ότι επιβάλλει τη χρήση και των τεσσάρων ζευγών του, όταν υπάρχουν εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν μόνο τα δύο. Ο τύπος **TX** παριστάνει ένα καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών που αποτελείται από δύο ζεύγη συρμάτων και βασίζεται στο πρότυπο του *ANSI* για μετάδοση δεδομένων. Ο τύπος **FX** παριστάνει ένα σύνδεσμο οπτικής ίνας ο οποίος βασίζεται στο πρότυπο που έχει αναπτυχθεί από το *ANSI* και χρησιμοποιεί δύο καλώδια οπτικής ίνας. Τα πρότυπα φυσικού μέσου *TX* και *FX* είναι γνωστά και ως *100Base-X*.



Σχήμα 12.9: Οι τρεις τύποι φυσικού μέσου για το πρότυπο *100 Mbps Ethernet*

12.2.3 Αυτόματη διαπραγμάτευση

Η λειτουργία της **αυτόματης διαπραγμάτευσης** (*auto-negotiation*) είναι ένα προαιρετικό στοιχείο του προτύπου *Ethernet*, που επιτρέπει στις συσκευές να ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητές τους επάνω σε μια συγκεκριμένη σύνδεση.

Πιο αναλυτικά, η αυτόματη διαπραγμάτευση είναι ένας μηχανισμός που ελέγχει το φυσικό μέσο, όταν εγκαθίσταται μια νέα σύνδεση κάποιας δικτυακής συσκευής. Ανιχνεύει τις δυνατότητες που παρέχει η συσκευή στο άλλο άκρο της σύνδεσης και της γνωστοποιεί τις δικές της, ώστε αυτή να επιλέξει και να διαμορφώσει αυτόματα τον υψηλότερης απόδοσης συνδυασμό δυνατοτήτων και αλληλεπίδρασης. Η αυτόματη διαπραγμάτευση επιτρέπει την απλή, αυτόματη σύνδεση συσκευών που προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές και υλοποιούν ένα πλήθος συνδυασμών.

Η αυτόματη διαπραγμάτευση δρα σαν περιστροφικός διακόπτης που επιλέγει αυ-



τόματα τον κατάλληλο τύπο φυσικού μέσου (όπως *10Base-T*, *100Base-TX*, *100Base-T4*) ανάλογα με τις δυνατότητες καθενός. Από τη στιγμή που θα επιλεγεί ο υψηλότερης απόδοσης συνδυασμός των δυνατοτήτων τους (πίνακας 12.2), ο μηχανισμός της αυτόματης διαπραγμάτευσης επαναφέρει τον έλεγχο του καναλιού στην κατάλληλη τεχνολογία και γίνεται διαφανής, μέχρι να διακοπεί η σύνδεση.

A	100Base-TX Full Duplex Ethernet
B	100Base-T4
C	100Base-TX
D	10Base-T Full Duplex Ethernet
E	10Base-T

Πίνακας 12.2: Πίνακας επίλυσης προτεραιοτήτων στην αυτόματη διαπραγμάτευση

12.2.4 Full Duplex Ethernet

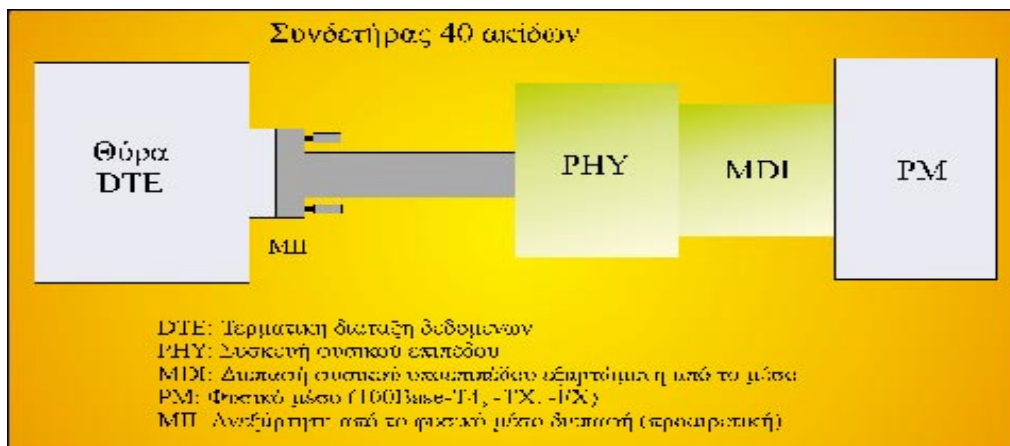
Το **Full Duplex Ethernet** (Πλήρως Αμφίπλευρο Ethernet) είναι μια παραλλαγή της τεχνολογίας *Ethernet*, που αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε διαδικασία προτυποποίησης από το *IEEE*. Λόγω της απουσίας ενός επίσημου προτύπου οι κανόνες για το μήκος μιας πλήρως αμφίπλευρης σύνδεσης μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον κατασκευαστή. Μέχρι να ολοκληρωθεί, να κατασκευαστεί και να δοκιμαστεί στην πράξη το πρότυπο αυτό, δεν είναι βέβαιο ότι ο εξοπλισμός ενός κατασκευαστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνεργασία με τον εξοπλισμό κάποιου άλλου κατασκευαστή.

Η πλήρως αμφίπλευρη λειτουργία είναι αρκετά απλή σε σύγκριση με το αρχικό *Ethernet*, αφού οι συσκευές σε κάθε άκρο μιας πλήρως αμφίπλευρης σύνδεσης μπορούν να αποστέλλουν και ταυτοχρόνως να λαμβάνουν δεδομένα. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι ένας πλήρως αμφίπλευρος σύνδεσμος μπορεί θεωρητικά να προσφέρει διπλάσιο ρυθμό μετάδοσης σε σχέση με την κανονική μορφή του *100 Mbps Ethernet*. Το *Full Duplex Ethernet* επιτρέπει τη σύνδεση μίας μόνο συσκευής σε κάθε άκρο του συνδέσμου, όπως είναι για παράδειγμα ένας σταθμός εργασίας ή μία θύρα μεταγωγής διανομέα.

12.2.5 Σύνδεση στο σύστημα 100 Mbps Ethernet

Στο σχήμα 12.10 παρουσιάζονται τα τμήματα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση μιας σύνδεσης σε ένα σύστημα φυσικού μέσου 100 Mbps, όπως αυτά ορίζονται στο πρότυπο του *IEEE*. Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Η σύνδεση με το φυσικό μέσο γίνεται μέσω της **εξαρτώμενης από το μέσο διεπαφής** (*MDI: Medium Dependent Interface*). Στη δεξιά πλευρά του σχήματος 12.10 φαίνεται το φυσικό μέσο που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ση-



Σχήμα 12.10: Σχεδιάγραμμα μιας 100 Mbps δικτυακής σύνδεσης

μάτων τύπου *Ethernet*. Αυτό μπορεί να ανήκει σε οποιονδήποτε από τους τρεις τύπους φυσικών μέσων που ορίστηκαν προηγουμένως.

- ✓ Η **συσκευή φυσικού επιπέδου** (PHY: *Physical Layer Device*) εκτελεί την ίδια λειτουργία με έναν πομποδέκτη του συστήματος *10 Mbps Ethernet*. Μπορεί να είναι ένα σύνολο από ολοκληρωμένα κυκλώματα επάνω στη θύρα *Ethernet* ή μια δικτυακή συσκευή ή ακόμη και ένα μικρό κουτί εφοδιασμένο με ένα καλώδιο *MII*, όπως ο εξωτερικός πομποδέκτης και το καλώδιο που χρησιμοποιείται στο *10 Mbps Ethernet*.
- ✓ Η **ανεξάρτητη από το φυσικό μέσο διεπαφή** (MII: *Media Independent Interface*) είναι μια προαιρετική ηλεκτρονική συσκευή. Παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης των λειτουργιών ελέγχου πρόσβασης στο μέσο που εκτελούνται στη δικτυακή συσκευή με την *PHY* που στέλνει μηνύματα στο φυσικό μέσο. Μια *MII* μπορεί επιλεκτικά να υποστηρίξει λειτουργία στα *10 Mbps* και στα *100 Mbps*, επιτρέποντας έτσι σε δικτυακές συσκευές να συνδέονται σε *10Base-T* και σε *100Base-T* τμήματα του δικτύου.

Η *MII* έχει σχεδιαστεί έτσι, ώστε να κάνει εμφανείς τις διαφορές του σήματος ανάμεσα στα διαφορετικού μέσου (*T4*, *FX*, *TX*) τμήματα του δικτύου. Κύριο έργο της συσκευής είναι η μετατροπή των ηλεκτρικών σημάτων που λαμβάνονται από τα διαφορετικά φυσικά μέσα των τμημάτων του δικτύου σε ψηφιακά, τα οποία το δίκτυο στέλνει με τη σειρά του στη συσκευή. Η ηλεκτρονική πλακέτα της *MII* μπορεί να συνδεθεί με έναν εξωτερικό πομποδέκτη μέσω ενός συνδετήρα *MII* 40 ακίδων και ενός μικρού καλωδίου *MII*. Το καλώδιο *MII* που χρησιμοποιείται για σύνδεση με εξωτερικούς πομποδέκτες των *100 Mbps* ορίζεται ως ένα καλώδιο 40 ακίδων, με βύσμα 40 ακίδων στο ένα άκρο του, εξοπλισμένο με αρσενικές βίδες τύπου *jack*, οι οποίες βιδώνουν στις αντίστοιχες θηλυκές υποδοχές. Το καλώδιο έχει μέγιστο μήκος 0,5 m. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα ο εξωτερικός πομποδέκτης να συνδέεται απευθείας με το σύνδεσμο *MII* επάνω στη συσκευή, χωρίς την παρέμβαση καλωδίου, όταν το επιτρέ-



πει η σχεδίαση του πομποδέκτη.

- ✓ Η δικτυακή συσκευή ορίζεται στο πρότυπο του *IEEE* ως **τερματική διάταξη δεδομένων** (*DTE: Data Terminal Equipment*). Κάθε *DTE* που συνδέεται σε ένα σύστημα *Ethernet* είναι εξοπλισμένη με μια **διεπαφή Ethernet** (*Ethernet interface*). Η διεπαφή αυτή παρέχει τη σύνδεση με το φυσικό μέσο του *Ethernet* και περιέχει το απαραίτητο υλικό και λογισμικό για την εκτέλεση των λειτουργιών ελέγχου πρόσβασης στο μέσο προκειμένου να αποσταλεί ένα πλαίσιο σε κάποιο κανάλι *Ethernet*.

12.2.6 Επαναλήπτες

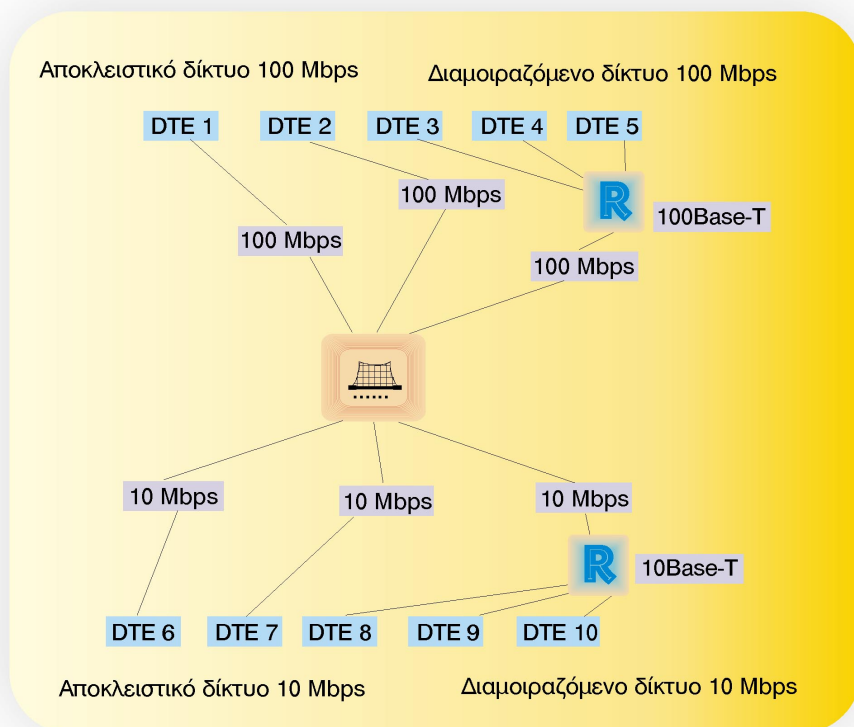
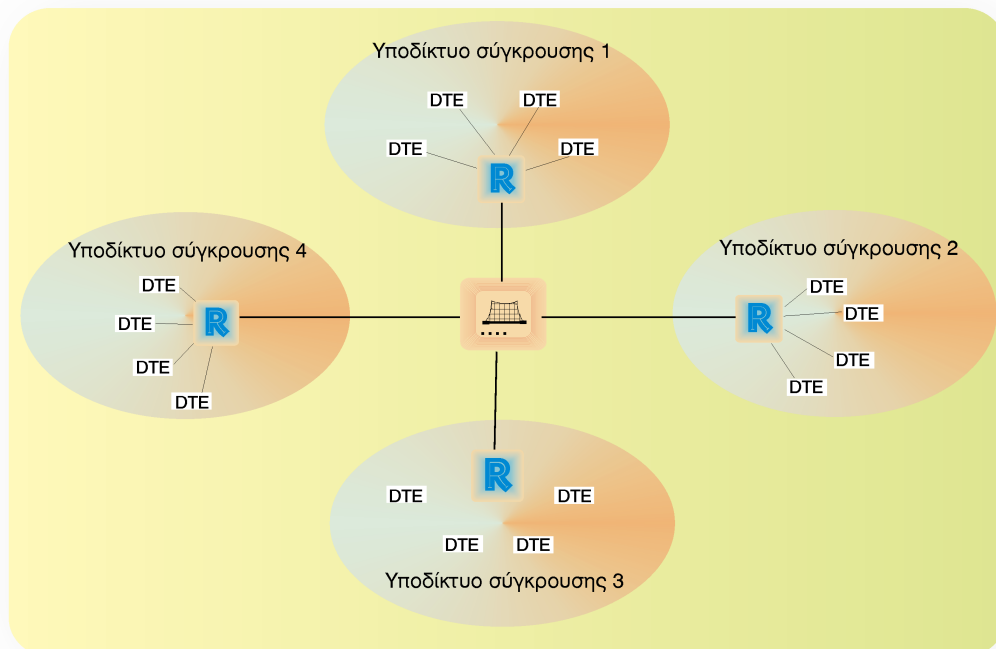
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι θύρες *Ethernet* των επαναληπτών δε χρησιμοποιούν διεπαφές *Ethernet*. Μια θύρα επαναλήπτη συνδέεται με το *100 Mbps Ethernet* χρησιμοποιώντας τον ίδιο *PHY* και *MDI* εξοπλισμό. Όμως για τα σήματα *Ethernet* οι θύρες επαναλήπτη δε λειτουργούν σε επίπεδο πλαισίου *Ethernet*, αλλά σε επίπεδο δυαδικού ψηφίου, μεταφέροντας τα σήματα από τμήμα σε τμήμα. Από την άλλη πλευρά, ένας διανομέας - επαναλήπτης μπορεί να είναι εξοπλισμένος με μια διεπαφή *Ethernet*, ώστε να εξασφαλίζεται ένας τρόπος επικοινωνίας με το δίκτυο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να εφοδιάζουν με λειτουργίες διαχείρισης το διανομέα, ο οποίος μπορεί πλέον να επικοινωνεί με έναν απομακρυσμένο σταθμό χρησιμοποιώντας το απλό πρωτόκολλο διαχείρισης δικτύου (*SNMP*). Οι διανομείς παρέχουν τη δυνατότητα στο διαχειριστή του δικτύου να καταγράφει από απόσταση τα επίπεδα κυκλοφορίας και τα λάθη στις θύρες του διανομέα, αλλά και να διακόπτει τη λειτουργία των θυρών για τον εντοπισμό και τη διόρθωση των βλαβών.

Υπάρχουν δύο είδη επαναληπτών στο σύστημα *100Base-T*, ο επαναλήπτης *Class I* και ο επαναλήπτης *Class II*. Ένας **επαναλήπτης Class I**, ο οποίος επιτρέπεται να έχει μεγαλύτερες καθυστερήσεις συγχρονισμού, λειτουργεί μετατρέποντας τα ηλεκτρικά σήματα από μία θύρα εισόδου σε ψηφιακά, ενώ στη συνέχεια τα επαναφέρει σε ηλεκτρικά, όταν τα αποστέλλει σε άλλες θύρες. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα επαναμετάδοσης των σημάτων σε τμήματα του δικτύου που χρησιμοποιούν διαφορετική σηματοδότηση, όπως είναι τα τμήματα τύπου *100Base-TX/FX* και τύπου *100Base-T4*, επιτρέποντας σ' αυτούς τους τύπους τμημάτων να ενώνονται μέσα σε ένα διανομέα - επαναλήπτη. Η διαδικασία μετατροπής των σημάτων στους επαναλήπτες *Class I* χρησιμοποιεί έναν αριθμό από παλμούς ρολογιού, έτσι ώστε μόνο ένας επαναλήπτης *Class I* να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα δεδομένο υποδίκτυο, όταν αυτό έχει το μέγιστο επιτρεπτό μήκος καλωδίωσης (σχήμα 12.11). Ένα τέτοιο υποδίκτυο ορίζεται επίσημα ως δίκτυο *CSMA/CD*, στο οποίο θα συμβεί σύγκρουση, αν δύο υπολογιστές που συνδέονται με το σύστημα επιχειρήσουν να μεταδώσουν την ίδια χρονική στιγμή.

Ένας **επαναλήπτης Class II** περιορίζεται σε μικρότερες καθυστερήσεις συγχρονισμού και επαναμεταδίδει αμέσως το εισερχόμενο σήμα σε όλες τις υπόλοιπες θύρες χωρίς τη διαδικασία μετατροπής του σε ψηφιακό. Για την επίτευξη μικρότερων καθυστερήσεων συγχρονισμού οι επαναλήπτες *Class II* συνδέονται με τμήματα του δικτύου που χρησιμοποιούν την ίδια τεχνική σηματοδότησης, όπως είναι τα τμήματα



Το πρότυπο *100 Mbps Ethernet* απαιτεί από τους επαναλήπτες να αναγράφουν το λατινικό αριθμό I ή II στο κέντρο μέσα σε έναν κύκλο.



Σχήμα 12.11: Υποδίκτυα σύγκρουσης, επαναλήπτες και γέφυρες πολλών θυρών



τύπου *100Base-TX* και τύπου *100Base-FX*. Ο μέγιστος αριθμός επαναληπτών Class II που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα δεδομένο πεδίο, όταν αυτό έχει το μέγιστο επιτρεπτό μήκος καλωδίωσης, είναι δύο.



Λέξεις που πρέπει να θυμάται

100 Mbps Ethernet, βασικό εύρος, σηματοδότηση βασικού εύρους, αυτόματη διαπραγμάτευση, *Full Duplex Ethernet*, εξαρτώμενη από το φυσικό μέσο διεπαφή (MDI), συσκευή φυσικού επιπέδου (PHY), ανεξάρτητη από το φυσικό μέσο διεπαφή (MII), διεπαφή *Ethernet*, επαναλήπτης Class I, επαναλήπτης Class II.