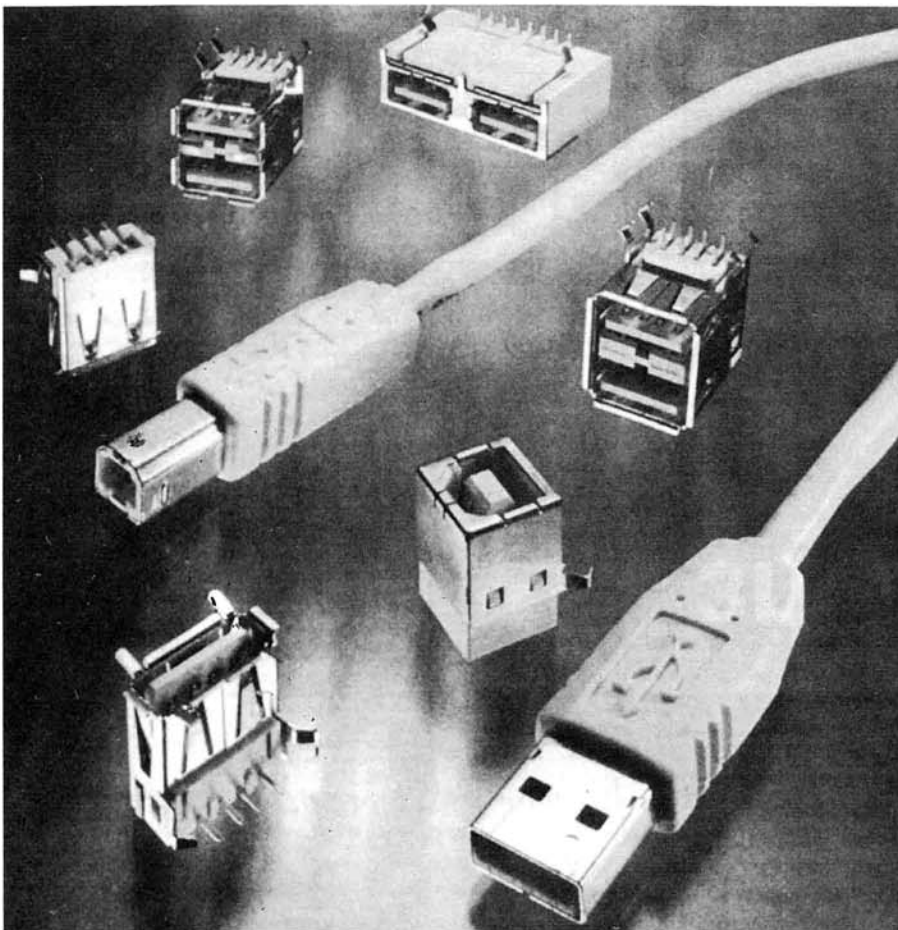


Αμέσως μετά την καθιέρωση του USB (Universal Serial Bus) και την αποδοχή του κατά τι νεώτερου FireWire (IEEE 1394), όλοι σχεδόν οι κατασκευαστές υλικού και λογισμικού υπολογιστών στράφηκαν προς την παραγωγή νέων σειρών προϊόντων, που θα επικοινωνούσαν μεταξύ τους σύμφωνα με τους κανόνες των νέων αυτών πρωτοκόλλων. Αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας στάθηκε κατ'αρχήν η καταξίωση του USB σαν του μοναδικού είδους διαύλου, που είναι σε θέση να διασυνδέει όλες τις περιφερειακές συσκευές των υπολογιστών με τη βασική κεντρική μονάδα. Ταυτόχρονα με τους κατασκευαστές υπολογιστών, τόλμησαν και οι κατασκευαστές οικιακών συσκευών να παρουσιάσουν καταναλωτικά προϊόντα συμβατά με το ισχυρότερο, από πλευράς επιδόσεων, FireWire. Το τι επιφυλάσσει το μέλλον σ' αυτές τις δύο τολμηρές πρωτοβουλίες είναι κάτι που θα φανεί στα επόμενα χρόνια.

Δίαυλοι USB και FireWire

συνδέοντας όλες τις ψηφιακές συσκευές μ' ένα καλώδιο



Το πρόβλημα είναι μάλλον γνωστό. Αγοράζετε μια καινούργια περιφερειακή μονάδα για τον υπολογιστή σας. Αναζητάτε το κατάλληλο καλώδιο για να τη συνδέσετε. Αγωνίζεστε να το στερεώσετε στο πίσω μέρος του υπολογιστή, όπου σίγουρα μπέρδεύεται μ' όλα τα υπόλοιπα. Στη συνέχεια ψάχνετε μέσα στις δισκέτες σας τα κατάλληλα προγράμματα οδήγησης και αδημονείτε να ορίσετε τα κανάλια DMA και τα σήματα διακοπής που θα την υποστηρίξουν. Μέσα σ' όλα

αυτά, δεν πρέπει να παραλείψετε και το καλώδιο τροφοδοσίας της, για να διαπιστώσετε τελικά πως το να προσθέσετε ένα καινούργιο παρελκόμενο στον υπολογιστή σας δεν είναι μια τόσο απλή υπόθεση.

Αν όμως ο υπολογιστής σας, αλλά και η περιφερειακή μονάδα, ήταν συμβατά με τον 'Γενικής χρήσης Δίαυλο Σειριακής μετάδοσης' USB, τα πράγματα θα ήταν σίγουρα απλούστερα. Πως όμως είναι δυνατόν μέσα από έναν μόνο αγωγό

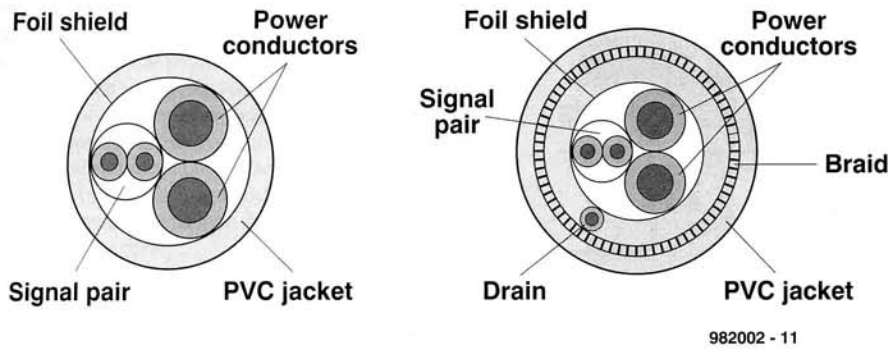
να απλοποιούμε τόσο πολύ κάτι που μέχρι τώρα απαιτούσε χρόνος και υπομονή; Ο δίαυλος USB προσφέρει κατ' αρχήν πλήρη υποστήριξη της λειτουργίας 'Plug & Play' (το βάζεις και παίζει), με αποτέλεσμα οποιαδήποτε συσκευή και αν τοποθετήσετε πάνω σ' αυτόν να αναγνωρίζεται αμέσως (σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις δεν είναι απαραίτητο να 'σθήσετε' τον υπολογιστή σας για να τη συνδέσετε). Η αναγνώριση εξασφαλίζεται από το λειτουργικό σύστημα, το οποίο σαρώνει κάθε λίγα δευτερόλεπτα τον δίαυλο αναζητώντας καινούργιες συσκευές. Από τη στιγμή που η αναζήτηση κριθεί επιτυχής, αποδίδεται στη νέα συσκευή η απαραίτητη περιοχή μνήμης, ενώ παράλληλα δεσμεύονται τα ανάλογα κανάλια DMA και σήματα διακοπής. Στον δίαυλο USB μπορούν να συνδεθούν μέχρι 127 διαφορετικές συσκευές, εκ των οποίων όσες έχουν μικρότερες απαιτήσεις ισχύος μπορούν να τροφοδοτηθούν άμεσα απ' αυτόν.

Τα Windows 98, που αναμένεται να διατεθούν σύντομα στην αγορά από την Microsoft, θα υποστηρίξουν τον δίαυλο USB, ενώ σύμφωνα με τις απόψεις των ειδικών μέχρι τότε αναμένεται να κυκλοφορήσει μια τροποποιημένη έκδοση των Windows 95 με τις ίδιες δυνατότητες.

Ήδη για τον δίαυλο USB έχουν οριοθετηθεί δύο παραλλαγές του: μια 'αργή' και μια 'γρήγορη'. Η πρώτη έχει σαν σκοπό την υποστήριξη περιφερειακών μονάδων με μικρές απαιτήσεις μετάδοσης δεδομένων (μέχρι 1,5 Mbit/sec), όπως π.χ. ποντίκια, πληκτρολόγια, αναγνώστες ραβδωτού κώδικα και καρτών. Η δεύτερη, με σημαντικά υψηλότερους ρυθμούς (12 Mbit/sec), προορίζεται να εξυπηρετήσει τηλεοπτικές κάμερες, συστήματα ήχου ή γενικότερα περιφερειακές συσκευές υψηλής απόδοσης, όπως π.χ. σκληρούς δίσκους.

Το καλώδιο

Ο δίαυλος USB βασίζεται στην 'αλυσιδωτή σύνδεση' των περιφερειακών μονάδων. Αυτό, με απλά λόγια, σημαίνει πως από τον υπολογιστή ξεκινάει ένα μόνο καλώδιο που κατευθύνεται στην πρώτη μονάδα, από εκεί διακλαδώνεται στη δεύτερη, στην τρίτη κ.ο.κ, μέχρι να φθάσει στην τελευταία που μπορεί να έχει αύξοντα αριθμό 127.



982002 - 11

Σχ. 1. Τομή ενός τυπικού και ενός θωρακισμένου καλωδίου USB. Το δεξιότερο προορίζεται για υψίσχυρα σήματα

Φυσικά, στη σύνδεση αυτή υπάρχουν και περιορισμοί. Ο πρώτος λέει ότι το μέγιστο μήκος του καλωδίου πρέπει να είναι μικρότερο των 5 μέτρων. Και επειδή σίγουρα το μήκος αυτό θεωρείται μικρό, έχει προβλεφθεί η χρήση απομονωτών / διακλαδωτήρων (hub). Μια τέτοια συσκευή μπορεί να εμπεριέχεται σε κάθε περιφερειακή μονάδα ή να αποτελεί μια ξεχωριστή βαθμίδα απομόνωσης ή και διακλάδωσης τοποθετημένη σε κάποιο σημείο του καλωδίου. Αν η ίδια η περιφερειακή μονάδα περιλαμβάνει έναν διακλαδωτήρα, μπορεί να υποστηρίξει περισσότερες από μια συσκευές που όλες θα είναι τοποθετημένες στο εσωτερικό της. Π.χ. ένα πληκτρολόγιο μπορεί μ' αυτόν τον τρόπο να συμπεριλαμβάνει και μια μονάδα ανάγνωσης καρτών ή ένα ποντίκι. Το καλώδιο του διαύλου USB μπορεί να δεχθεί μέχρι 7 διακλαδωτήρες, πετυχαίνοντας έτσι μέγιστο μήκος 40 μέτρων.

Στο **σχ. 1** βλέπουμε τη διάταξη των αγωγών σ' ένα τυπικό καλώδιο του διαύλου. Οι δύο λεπτότεροι αγωγοί, προς τα αριστερά χρησιμεύουν για τη μεταφορά της πληροφορίας. Οι δύο παχύτεροι μεταφέρουν το ρεύμα τροφοδοσίας που απαιτείται για τη λειτουργία των συσκευών που

συνδέονται πάνω στον δίαυλο. Στο ίδιο σχήμα, φαίνεται ακόμα μια θωρακισμένη παραλλαγή αυτού του καλωδίου προοριζόμενη για περισσότερο κρίσιμες εφαρμογές. Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό, η μόνη διαφορά σε σχέση με το προηγούμενο εντοπίζεται στο μεταλλικό φύλλο που θωρακίζει τους εσωτερικούς αγωγούς. Και στα δύο είδη καλωδίων, οι γραμμές τροφοδοσίας μπορούν να μεταφέρουν ρεύμα 500 mA στα +5 V. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι μικρών απαιτήσεων περιφερειακές μονάδες (π.χ. ποντίκια, modem, αναγνώστες καρτών κ.λπ.) μπορούν πλέον να τροφοδοτούνται από το ίδιο καλώδιο διασύνδεσης, μη έχοντας την ανάγκη εξωτερικού τροφοδοτικού. Οι συνδετήρες του καλωδίου USB είναι αρσενικοί και περιλαμβάνουν τέσσερις ακίδες. Οι διαστάσεις τους είναι μόλις 12 mm x 4,5 mm.

FireWire: ένα βήμα παραπέρα

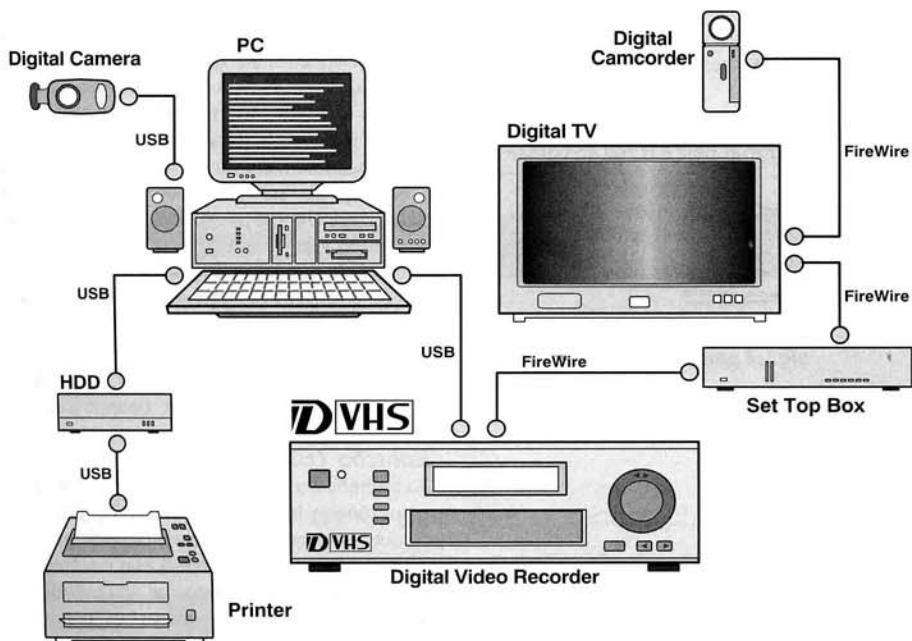
Η χρήση του διαύλου USB περιορίζεται μόνο στη μεταφορά δεδομένων των οποίων οι ταχύτητες είναι μικρότερες των 12 Mbit/sec. Για έναν σημερινό PC, οι ταχύτητες αυτές αποδεικνύονται περισσότερο από επαρκείς. Τι γίνεται όμως με άλλες περισσότερο σύνθετες συσκευές που

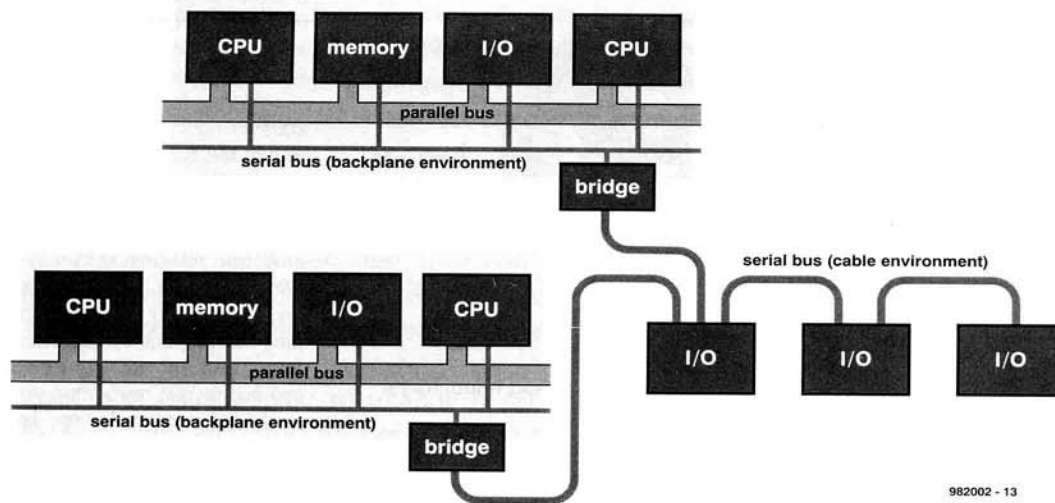
απαιτούν μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης; Πως θα μπορούσε άραγε να μεταφερθεί ένα ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα, τα δεδομένα του οποίου δεν θα έχουν υποστεί καμία συμπίεση; Η απάντηση σ' αυτές τις δύο ερωτήσεις δίδεται από ένα καινούργιο πρότυπο επικοινωνίας που ονομάζεται IEEE 1394 ή, όπως έχει γίνει περισσότερο γνωστό, FireWire. Το πρότυπο αυτό είναι ανεξάρτητο από το υλικό και το λογισμικό (πλατφόρμα) του υπολογιστή στον οποίο εγκαθίσταται, ενώ οι επιδόσεις του είναι κατά πολύ ανώτερες από τα ήδη υπάρχοντα 'γρήγορα' πρωτόκολλα μετάδοσης (π.χ. SCSI). Τα κυριότερα χαρακτηριστικά μιας διασύνδεσης βασισμένης στο FireWire είναι το χαμηλό κόστος, η ευκολία σύνδεσης λόγω του συμπαγούς συνδετήρα που χρησιμοποιείται, η πλήρης υποστήριξη της λειτουργίας 'Plug & Play' και φυσικά η υψηλή του απόδοση. Όλα τα παραπάνω καθιστούν το FireWire ένα ασφαλές υποκατάστατο όλων των ήδη υπάρχοντων διαύλων διασύνδεσης περιφερειακών μονάδων (Ceptronics, RS232, Ethernet, SCSI κ.λπ.). Έτσι, η επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή και των περιφερειακών μονάδων ή ακόμα και των μονάδων αυτών μεταξύ τους θα μπορεί να είναι σημαντικά απλοποιημένη. Από πλευράς ταχύτητας, ο δίαυλος FireWire τοποθετείται μεταξύ του USB (μέγιστη ταχύτητα 12 Mbit/sec) και των ζεύξεων μέσω οπτικών ινών (1 Gbit/sec). Έχοντας αυτές τις επιδόσεις, μπορεί κάλλιστα να αντικαταστήσει τα υπάρχοντα πρότυπα δικτύων, όπως π.χ. το Ethernet (10 Base-T), αλλά στην πράξη αυτό είναι μάλλον δύσκολο να γίνει, αφού το κόστος του είναι ακόμα υψηλό. Ένας άλλος λόγος που κάνει περιττή μια τέτοια αντικατάσταση είναι ότι τα δίκτυα Ethernet προέρχονται και εξυπηρετούν τις ανάγκες διασύνδεσης των υπολογιστών μεταξύ τους, ενώ ο δίαυλος FireWire έχει σχεδιαστεί με κύριο γνώμονα τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων μεταξύ οικιακών συσκευών. Στο διάγραμμα του **σχ. 2** βλέπουμε καθαρά το που είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί ο δίαυλος USB και που ο FireWire. Φαίνεται επίσης το πως είναι δυνατό να συνδυασθούν αυτοί οι δίαυλοι μεταξύ τους, ώστε να επιτευχθούν οι μεγαλύτερες δυνατές επιδόσεις σ' ένα σύστημα αποτελούμενο από συσκευές κάθε είδους. Ο δίαυλος USB χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση συσκευών που έχουν άμεση σχέση με τον PC, ενώ ο FireWire κάνει δυνατή τη ψηφιακή ζεύξη μεταξύ ενός ψηφιακού βίντεο D-VHS, μιας συσκευής διανομής και μιας ψηφιακής τηλεόρασης.

Οι ρυθμοί μετάδοσης του διαύλου FireWire φθάνουν σήμερα τα 100 Mbit/sec, ενώ εύκολα μπορούν να πραγματοποιηθούν μεταδόσεις στα 200 Mbit/sec και 400 Mbit/sec. Όπως και στον δίαυλο USB, έτσι και εδώ όλες οι συνδέσεις πάνω στον δίαυλο FireWire πραγματοποιούνται με τη βοήθεια απλών συνδετήρων, που βυσματώνονται με ελάχιστη προσπάθεια πάνω στις ελεγχόμενες συσκευές.

Το πρωτόκολλο

Μια από τις πιο σημαντικές ιδιαιτερότητες του FireWire, που το κάνει να ξεχωρίζει από τα υπάρχοντα πρότυπα διασύνδεσης, είναι η ισόχρονη εκπομπή δεδομένων ταυτόχρονα με την ήδη χρησιμοποιούμενη ασύγχρονη (το τι σημαίνει αυτό θα το εξηγήσουμε παρακάτω). Επιπρόσθετα, οι αρχικές προδιαγραφές του επιτρέπουν να χρησιμοποιείται, εκτός από τη σύνδεση των οικια-





982002 - 13

Σχ. 3. Μέσω του FireWire μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους δύο υπολογιστές ή ακόμα και μια ομάδα περιφερειακών μονάδων με κάποιον απ' αυτούς. Ο ίδιος διαύλος χρησιμοποιείται και για τη διασύνδεση των εσωτερικών βαθμίδων κάθε υπολογιστή.

κών συσκευών μεταξύ τους, και για τη σύνδεση βαθμίδων που βρίσκονται στο εσωτερικό μιας συσκευής (π.χ. ενός υπολογιστή). Ως εκ τούτου, το πρωτόκολλο επικοινωνίας που προσδιορίζει το FireWire βρίσκει εφαρμογή τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό ενός υπολογιστή. Ανάλογα με τα εξαρτήματα που συνθέτουν το συνολικό σύστημα, οι ταχύτητες του διαύλου μπορούν να φθάσουν τα 25 έως 50 Mbit/sec για διακινήσεις δεδομένων στο εσωτερικό μιας συσκευής ή τα 400 Mbit/sec για διακινήσεις δεδομένων σε εξωτερικές συσκευές συνδεδεμένες μέσω καλωδίου. Πάνω στο καλώδιο του διαύλου μπορούν να συνδεθούν μέχρι 16 διακλαδωτήρες που θα απέχουν μεταξύ τους το πολύ 4,5 μέτρα. Απ' αυτό εύκολα προκύπτει ότι το συνολικό μήκος του καλωδίου φθάνει τα 72 μέτρα.

Στο σχ. 3 βλέπουμε το πως μπορούν δύο υπολογιστές να επικοινωνούν με ένα σύνολο περιφερειακών μονάδων κάνοντας χρήση του διαύλου FireWire. Παρατηρείστε ότι ο ίδιος σειρια-

κός διαύλος χρησιμοποιείται και για τη διασύνδεση των εσωτερικών μονάδων του καθ' ενός υπολογιστή με τη CPU.

Αν λάβουμε υπ' όψη μας ότι το πρωτόκολλο που προσδιορίζει τη λειτουργία του FireWire προβλέπει εξαιρετικά υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, εύκολα αντιλαμβανόμαστε τους λόγους που το χρησιμοποιούμενο καλώδιο πρέπει να έχει υψηλές προδιαγραφές. Στο σχ. 4 φαίνεται ότι, σε αντίθεση με το καλώδιο του USB, χρησιμοποιούνται έξι αντί για τέσσερις αγωγοί. Δύο απ' αυτούς είναι δεσμευμένοι για τη μεταφορά του ρεύματος τροφοδοσίας των συσκευών (μέχρι 1,5 A για τάσεις από 8 έως 40 V), ενώ οι υπόλοιποι, που είναι χωρισμένοι σε δύο θωρακισμένα και συστρεμμένα ζεύγη, προορίζονται για τη μεταφορά των δεδομένων.

Το μοντέλο

Το πρωτόκολλο FireWire βασίζεται στη χρήση τριών επιπέδων: του επιπέδου συναλλαγής (Tra-

nsaction Layer), του επιπέδου ζεύξης (Link Layer) και τέλος του φυσικού επιπέδου (Physical Layer). Τα επίπεδα αυτά φαίνονται παραστατικά στο σχ. 5.

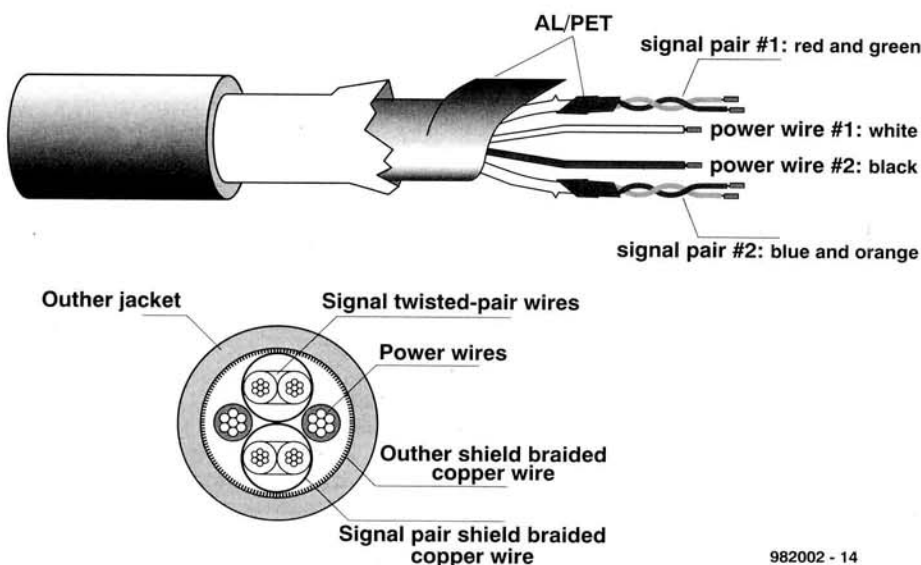
Επίπεδο συναλλαγής

Το επίπεδο αυτό μεριμνά για τις μεταφορές δεδομένων μεταξύ δύο συσκευών που κάνουν χρήση του σειριακού διαύλου. Το σύστημα αναγνωρίζει τρεις τύπους συναλλαγών: την 'ανάγνωση' (τα δεδομένα εκπέμπονται από τη συσκευή προς το κεντρικό σύστημα), την 'εγγραφή' (τα δεδομένα εγγράφονται στη συσκευή από το κεντρικό σύστημα) και το 'κλειδωμά' (τα δεδομένα εκπέμπονται από τη συσκευή στο κεντρικό σύστημα, το οποίο τα επανεκπέμπει αφού προηγουμένως τα επεξεργασθεί). Σ' ότι αφορά τη διευθυνσιοδότηση των επιμέρους συσκευών, ο διαύλος FireWire υποστηρίζει το πρότυπο IEEE 1212, που σημαίνει ότι χρησιμοποιούνται γι' αυτό τον σκοπό αριθμοί μήκους 64 δυαδικών ψηφίων. Απ' αυτά τα ψηφία, τα 16 υψηλότερα αξιοποιούνται για τον προσδιορισμό της ταυτότητας του κόμβου μέσα σε κάθε συσκευή. Στη συνέχεια, τα 16 αυτά ψηφία χωρίζονται σε δύο ακόμα ομάδες: μια των 10 και μια των 6 ψηφίων. Η δεκαψηφία ποσότητα προσδιορίζει την ταυτότητα ενός από 1023 διαύλους, ενώ η εξαψηφία την ταυτότητα ενός από 63 ανεξάρτητους κόμβους στους οποίους μπορούν να συνδεθούν άλλες συσκευές. (Η δεκαψηφία ποσότητα, της οποίας η τιμή αποτελείται μόνο από '1', αντιπροσωπεύει μια διεύθυνση δεσμευμένη για ειδικές εφαρμογές).

Επίπεδο ζεύξης

Το επίπεδο ζεύξης φροντίζει για την απρόσκοπτη μετάδοση πακέτων πληροφορίας, σύμφωνα με τους κανόνες της ημι-αμφίπλευρης μετάδοσης. Κάθε ένα από τα εκπεμπόμενα πακέτα αποστέλλεται μέσω μιας διεργασίας που ονομάζεται υπολειτοργία (subaction). Συνολικά υποστηρίζονται δύο είδη υπολειτοργιών:

-*ασύγχρονη επι μέρους λειτουργία*. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής της, μεταφέρονται σ' έναν συγκεκριμένο κόμβο (που ορίζεται μέσω μιας διεύθυνσης) τόσο η χρήσιμη πληροφορία όσο και μερικές ακόμα που σχετίζονται με το



982002 - 14

Σχ. 4. Η εσωτερική δομή ενός καλωδίου κατάλληλου για τον δίαυλο FireWire.

Επίπεδο Συναλλαγής. Στη συνέχεια, ο αποστολέας της πληροφορίας περιμένει την επιβεβαίωση της λήψης από τον κόμβο προορισμού.

-ισόχρονη επιμέρους λειτουργία. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής, αποστέλλεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα σ' έναν συγκεκριμένο κόμβο (που ορίζεται μέσω μιας απλοποιημένης διεύθυνσης) πληροφορία μεταβαλλόμενου μήκους. Στη συγκεκριμένη μετάδοση δεν απαιτείται επιβεβαίωση της λήψης.

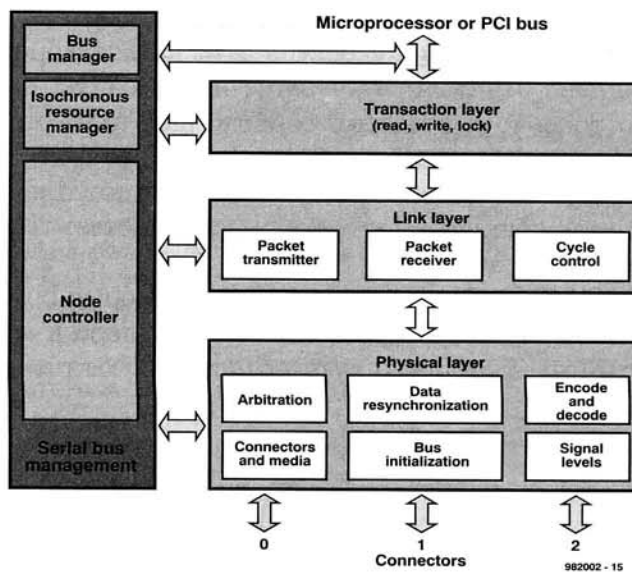
Κάθε μια υπολειτουργία ολοκληρώνεται σε τρεις το πολύ φάσεις:

-διαίτησια. Η συσκευή, που επιθυμεί να αποκτήσει τον έλεγχο του διαύλου, στέλνει στο σύστημα μια αίτηση χρήσης στο Φυσικό Επίπεδο. Αν η συσκευή έχει ήδη τον έλεγχο του διαύλου, επειδή τον χρησιμοποιούσε και προηγουμένως, τότε αυτή θα πάρει αμέσως μήνυμα επιβεβαίωσης που θα της επιτρέψει να τον διατηρήσει.

-εκπομπή πακέτου πληροφορίας. Η συσκευή, που επιθυμεί να αποστείλει πληροφορία μέσω του διαύλου, ξεκινά την αποστολή εκπέμποντας ένα πακέτο στο οποίο περιέχονται κωδικοποιημένες οι πληροφορίες ταχύτητας, μορφής, συναλλαγής, διευθύνσεων αποστολέα και παραλήπτη, όπως επίσης και η χρήσιμη πληροφορία. Τα ισόχρονα πακέτα εκπέμπουν στη θέση των διευθύνσεων σύντομους κωδικούς που έχουν την ίδια σημασία.

-επιβεβαίωση. Η συσκευή, η οποία έχει οριστεί να είναι ο δέκτης της πληροφορίας, οφείλει αμέσως μετά τη λήψη της να επιβεβαιώσει την αποστολή. Το μήνυμα επιβεβαίωσης περιλαμβάνει επίσης και πληροφορίες για το τι ενέργειες έγιναν αμέσως μετά τη λήψη των δεδομένων από τη συσκευή προορισμού. Πακέτα τα οποία έχουν αποσταλεί ισόχρονα ή ασύγχρονα.

Όλες οι ισόχρονες υπολειτουργίες χωρίζονται μεταξύ τους με τη βοήθεια μικρών χρονικών διαστημάτων (gap), όπου ο δίαυλος θεωρείται ότι βρίσκεται στην κατάσταση ηρεμίας. Τα μικρά αυτά χρονικά διαστήματα ονομάζονται 'διάκενα υπολειτουργιών'. Ένα επιπλέον διάκενο μεσολαβεί μεταξύ του πακέτου που εκπέμπεται προς



Σχ. 5. Το πρωτόκολλο FireWire βασίζεται στη χρήση τριών επιπέδων που ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους.

τη συσκευή προορισμού και του πακέτου που αποστέλλεται από την τελευταία πίσω στο σύστημα (ack gap). Η ακριβής χρονική διάρκεια των παραπάνω διακένων εξαρτάται από τη φυσική διευθέτηση του συστήματος. Στο σχ. 6a βλέπουμε ένα διάγραμμα στο οποίο φαίνεται το πως εκπέμπονται τα πακέτα των δεδομένων κατά τη διάρκεια μιας ασύγχρονης λειτουργίας. Στο σχ. 6b διαπιστώνουμε ότι παρόμοια διάκενα εκπέμπονται και κατά τη διάρκεια μιας ισόχρονης λειτουργίας. Τα διάκενα αυτά ονομάζονται 'διάκενα ισόχρονης υπολειτουργίας' (isoch gap).

Φυσικό επίπεδο

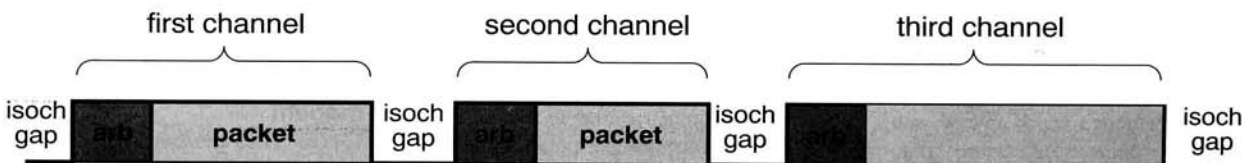
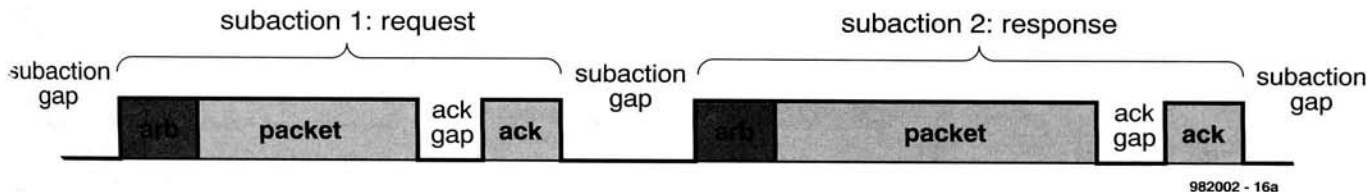
Το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για τρεις διαφορετικές λειτουργίες. Η πρώτη μετατρέπει τις λογικές στάθμες, που φθάνουν από το επίπεδο ζεύξης, στα ηλεκτρικά σήματα που διακινούνται μέσω του καλωδίου και αντιστρόφως. Επιπλέον προσδιορίζει τη διαδρομή που πρέπει

να ακολουθήσουν τα πακέτα ώστε να αποκατασταθεί η σύνδεση. Τέλος, παίζοντας το ρόλο του διαιτητή, καθορίζει το πότε και ποια από τις συσκευές θα στείλει δεδομένα μέσω του σειριακού διαύλου.

Το μέλλον θα δείξει...

Οι δίαυλοι USB και FireWire έχουν σίγουρα πολλά να προσφέρουν στην επικοινωνία των μελλοντικών ηλεκτρονικών συστημάτων. Αν και διατίθενται ήδη στην αγορά πολλές συσκευές που τους αξιοποιούν, είναι εν τούτοις πολύ νωρίς να μιλήσουμε με βεβαιότητα για την επικρατησή τους. Θα χρειασθούν σίγουρα μερικά ακόμα χρόνια για να έχουμε μια σαφή εικόνα των ευκολιών που είναι σε θέση να παρέχουν.

Οι αναγνώστες που επιθυμούν να μάθουν περισσότερα για τους δύο αυτούς δίαυλους μπορούν να επισκεφθούν τις διευθύνσεις <http://www.usb.org> (για τον δίαυλο USB) και <http://www.firewire.org> (για τον δίαυλο FireWire). (982002)



Σχ. 6. Χρονικό διάγραμμα στο οποίο φαίνεται η αλληλουχία των πακέτων και των διακένων κατά τη διάρκεια μιας ασύγχρονης υπολειτουργίας (a) και μιας ισόχρονης λειτουργίας (b).