

ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ
ΜΙΚΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Δ. ΚΑΡΕΛΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
Γ. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 1999



ΑΡΙΘΜΟΣ
ΠΡΑΓΜΑΤΗΣ

2974



Πρόλογος

Μέσα από την πτυχιακή μου εργασία θα γίνει ανάλυση των τρόπων διασύνδεσης δύο ή περισσότερων μικροϋπολογιστικών συστημάτων, ενώ θα υπάρξει και εκτενή αναφορά στις επικοινωνίες δεδομένων και στα στοιχεία μετάδοσης. Στο πρώτο κεφάλαιο, το οποίο αναφέρεται στις τηλεπικοινωνίες, θα επεξηγηθεί η ανάγκη ύπαρξης των δικτύων και τα οφέλη που προκύπτουν από την επικοινωνία των υπολογιστικών συστημάτων.

Στο δευτερο κεφάλαιο θα περιγραφούν οι σημαντικότεροι κώδικες για επικοινωνίες data όπως Morse, Baudot και ASCII. Θα αναλυθούν οι μορφές μετάδοσης (σειριακή ή παράλληλη επικοινωνία, σύγχρονος ή ασύγχρονος τρόπος επικοινωνίας), όπως και οι τρόποι σύνδεσης δύο ή περισσότερων υπολογιστικών συστημάτων. Ακόμα θα γίνει εκτενή αναφορά στον τρόπο λειτουργίας δύο τσιπ της Intel, του 8251A και του 8255A, δύο τσιπ που για αρκετά χρόνια αποτελούσαν στανταρντ στην παράλληλη και σειριακή σύνδεση μικροϋπολογιστικών συστημάτων. Στη συνέχεια θα οριστεί ο ρυθμός μετάδοσης ενώ σημαντικό τμήμα της εργασίας μου καταλαμβάνουν τα σφάλματα και η διόρθωσή τους κατά τη μετάδοση δεδομένων. Στο ίδιο κεφάλαιο θα αναφερθούν οι τεχνικές συμπίεσης δεδομένων όπως JPEG και MPEG.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο θα οριστούν οι τρόποι διασύνδεσης μικροϋπολογιστικών συστημάτων όπως V.24/V.28, V.10, V.11, RS-485, X.21 και V.35.

Περιεχόμενα

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| Κεφάλαιο 1 | Τηλεπικοινωνίες | |
| 1.1 | Παρόν και μέλλον | 4 |
| 1.2 | Επικοινωνίες δεδομένων | 7 |
| 1.3 | Ανάγκες επικοινωνίας υπολογιστικών συστημάτων | 8 |
| Κεφάλαιο 2 | Κώδικες επικοινωνίας | 10 |
| 2.1 | Κώδικας Morse | 13 |
| 2.2 | Κώδικας Baudot (Μπωντό) | 14 |
| 2.3 | Κώδικας EBCDIC | 16 |
| 2.4 | Κώδικας ASCII | 18 |
| 2.4.1 | Χαρακτήρες μετακίνησης του cursor (δρομέα) | 20 |
| 2.4.2 | Χαρακτήρες ελέγχου συσκευών | 20 |
| 2.4.3 | Χαρακτήρες διαχωρισμού | 21 |
| 2.4.4 | Λοιποί χαρακτήρες | 21 |
| Κεφάλαιο 3 | Μετάδοση δεδομένων | 23 |
| 3.1 | Σειριακή μετάδοση | 23 |
| 3.1.1 | Τρόποι μετάδοσης δεδομένων σε σειρά | 25 |
| 3.1.2 | Η προγραμματιζόμενη διασύνδεση επικοινωνίας 8251A | 28 |
| 3.1.3 | Μετάδοση δεδομένων με το 8251 ^A | 31 |
| 3.1.4 | Χρήσεις του 8251 ^A | 37 |
| 3.2 | Προγραμματιζόμενη περιφερειακή διασύνδεση με το 8255A | 38 |
| 3.2.1 | Ομάδες ελέγχου A και B | 40 |
| 3.2.2 | Περιγραφή λειτουργίας του 8255A | 41 |
| 3.2.3 | Τρόποι λειτουργίας (Mode 0, Mode 1, Mode 2) | 44 |
| 3.2.4 | Μελέτη ειδικών συνδιασμών των Mode | 46 |
| 3.2.5 | Συσκευές για το 8255 ^A | 47 |
| 3.3 | Σύστημα επικοινωνίας | 48 |
| 3.3.1 | Ανωμαλίες κατά τη μετάδοση | 48 |
| 3.3.2 | Επεξεργασία των σφαλμάτων | 52 |

| | | |
|---------------------|---|------------|
| Κεφάλαιο 4 | Συμπίεση δεδομένων | 57 |
| 4.1 | Ασυμπίεστα ψηφιογραφικά αρχεία | 58 |
| 4.2 | Συμπίεση RLE | 59 |
| 4.3 | Συμπίεση LZW | 59 |
| 4.4 | Συμπίεση Huffman | 60 |
| 4.5 | Συμπίεση JPEG | 61 |
| 4.6 | Υποδειγματοληψία : RGB προς YUV | 62 |
| 4.7 | Μετασχηματισμός DCT | 64 |
| 4.8 | Εντροπιακή κωδικοποίηση | 65 |
| 4.9 | Microsoft Video.1 και RLE | 68 |
| 4.10 | Cinepak | 69 |
| 4.11 | Indeo video 3.2 και Indeo video Interactive | 69 |
| 4.12 | Η οικογένεια MPEG | 70 |
| 4.12.1 | H.261 | 70 |
| 4.12.2 | MPEG 1 | 71 |
| 4.12.3 | MPEG 2 | 72 |
| 4.12.4 | MPEG 4 | 73 |
| Κεφάλαιο 5 | Διασυνδέσεις | 75 |
| 5.1 | V24/V28 ή RS-232 | 76 |
| 5.1.1 | Στάθμες τάσης | 80 |
| 5.1.2 | Σήματα του V24 | 81 |
| 5.2 | Λοιπές σειριακές διασυνδέσεις | 82 |
| 5.2.1 | V.10 | 83 |
| 5.2.2 | V.11 | 85 |
| 5.2.3 | RS-485 | 86 |
| 5.2.4 | RS-449 / RS-422 / RS-423 | 87 |
| 5.2.5 | RS-530 | 89 |
| 5.2.6 | X.21 | 90 |
| 5.2.7 | V.35 | 93 |
| 5.2.8 | G.703 | 93 |
| 5.3 | Παράλληλες διασυνδέσεις | 97 |
| 5.3.1 | Centronics | 97 |
| 5.3.2 | IEEE-488 | 99 |
| Βιβλιογραφία | | 101 |

Κεφάλαιο 1

Τηλεπικοινωνίες

Σκοπός των επικοινωνιών είναι η αποστολή ενός μηνύματος από ένα σημείο σε ένα άλλο, καθώς και η επιβεβαίωση της πλήρους, ορθής και κατανοητής λήψης του από τον παραλήπτη. Υπάρχουν πολλοί οργανισμοί, στρατιωτικές υπηρεσίες, πανεπιστήμια κ.λ.π., που εξυπηρετούνται από ένα σημαντικό αριθμό υπολογιστών εγκατεστημένων σε διαφορετικά μέρη. Αναπόφευκτα λοιπόν, προκύπτει η ανάγκη να διασφαλιστεί το ότι οι υπολογιστές αυτοί έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους. Προτού όμως φτάσουμε στην επικοινωνία των υπολογιστικών συστημάτων, υπήρξε μια τεράστια προσπάθεια της επιστήμης προς αυτή τη κατεύθυνση.

Ο τρόπος που γίνεται αυτή η επικοινωνία χαρακτηρίζει ιστορικά και την αντίστοιχη εποχή της ανθρώπινης ύπαρξης στον πλανήτη. Τα σήματα καπνού, οι ήχοι των τύμπανων και της καμπάνας, το άναμμα της φωτιάς ήταν μερικοί από τους βασικούς τρόπους μεταφοράς της πληροφορίας σε κάποιες εποχές πολλά χρόνια πριν. Οι τρόποι αυτοί της επικοινωνίας όμως ούτε ακριβείς ήταν ούτε σίγουρη η επιτυχία τους. Παράλληλα η ταχύτητα μεταφοράς της πληροφορίας ήταν αρκετά μικρή.

Από τον καιρό όμως που ο ηλεκτρισμός και η ηλεκτρονική εξελίχθηκαν, πολλά πράγματα άλλαξαν στις τηλεπικοινωνίες οι οποίες έγιναν πια τεχνολογική επιστήμη. Ο Samuel Morse το 1854 με τον τηλέγραφο και ο Graham Bell το 1876 με το τηλέφωνο έθεσαν τα θεμέλια μιας νέας εποχής στον κόσμο, μιας εποχής όπου οι τηλεπικοινωνίες θα έπαιζαν πλέον βασικό ρόλο στην ανάπτυξή του.

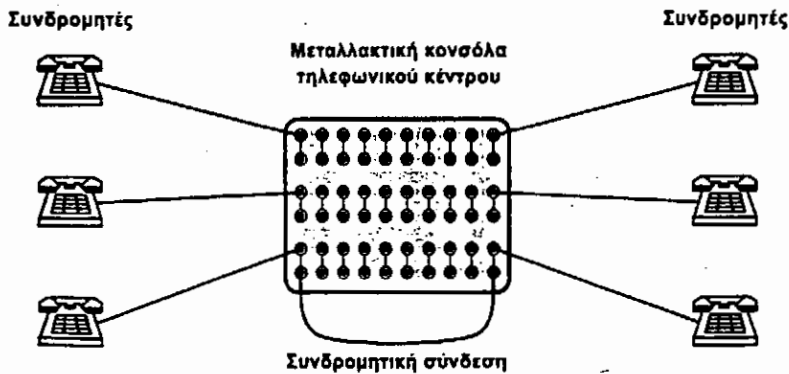
Μετά μάλιστα τη δεκαετία του 1950, όπου έχουμε την παράλληλη ανάπτυξη των υπολογιστών και της ηλεκτρονικής επεξεργασίας των πληροφοριών, οι τηλεπικοινωνίες αρχίζουν να

καταλαμβάνουν σημαντική θέση στη ζωή του ανθρώπου. Το 1988 το 3% των ιδιωτικών και κρατικών επενδύσεων παγκοσμίως γίνεται στο χώρο των Τηλεπικοινωνιών, ενώ προβλέπεται ότι το 2000 θα φθάσει το 7%!! Είναι φανερό σε όλους σήμερα, πόσο η ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών επηρεάζει τον ρυθμό ανάπτυξης της κοινωνίας στον πλανήτη μας.

Οι επικοινωνίες σε μεγάλες αποστάσεις, μας υποχρεώνουν λόγω ανεπάρκειας του μέσου μετάδοσης να αλλάζουμε την μορφή της πληροφορίας προκειμένου να την μεταδώσουμε. Μπορούμε να πούμε εν γένει ότι, όταν η πληροφορία δεν αλλάζει μορφή προκειμένου να μεταφερθεί σε μικρές αποστάσεις, μιλάμε απλώς για Επικοινωνία, αν όμως υποχρεωθούμε για διάφορους λόγους να την αλλάξουμε προκειμένου να τη μεταδώσουμε σε μεγαλύτερες αποστάσεις, τότε μιλάμε για Τηλεπικοινωνία.

Όταν ο Γκράχαμ Μπελ (Graham Bell) έθεσε για πρώτη φορά σε πρακτική εφαρμογή το τηλέφωνο, συνομιλούσε αυτός με ένα φίλο του μέσω δυο τηλεφωνικών συσκευών και μιας γραμμής. Όταν και άλλοι φίλοι του ζήτησαν να έχουν και αυτοί το ίδιο προνόμιο, ο Bell για κάθε τέτοια σύνδεση διέθετε από δυο τηλεφωνικές συσκευές και από μια γραμμή. Έτσι ο ίδιος που μπορούσε να μιλήσει με όλους, είχε στο σπίτι του τόσες συσκευές όσες και οι συνδέσεις, ενώ παράλληλα ο ίδιος αριθμός γραμμών ξεκινούσε από εκεί με προορισμό τους φίλους του. Όσο ο αριθμός των χρηστών μεγάλωνε τόσο μεγάλωνε και ο αριθμός των συσκευών και των γραμμών. Η αύξηση ήταν τέτοια ώστε σε λίγο χρονικό διάστημα φάνηκε ότι η κατάσταση αυτή δεν ήταν δυνατόν να συνεχιστεί, καθώς από κάποιο σημείο και μετά το πρόβλημα της πληθώρας θα ήταν άλυτο. Αν υποθέσουμε ότι έχουμε n σημεία που θέλουν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, τότε χρειαζόμαστε $n(n-1)/2$ συνδέσεις και ο κάθε συνδρομητής πρέπει να έχει $n-1$ συσκευές. Σε περίπτωση που είχαμε 100 τέτοια σημεία, χρειαζόμαστε 4950 γραμμές και 9900 τηλεφωνικές συσκευές που σημαίνει ότι κάθε συνδρομητής θα έπρεπε να διαθέτει 99 συσκευές! Τότε λοιπόν προέκυψε η ανάγκη του Δικτύου. Η λύση του προβλήματος πέρασε από τότε πολλά στάδια. Δημιουργήθηκαν τα πρώτα τηλεφωνικά κέντρα, στα οποία ο κάθε συνδρομητής συνδεόταν ακτινωτά με μια αφιερωμένη γραμμή και μια συσκευή. Πολλοί θα θυμούνται ακόμα τις τηλεφωνήτριες

χειρίστριες των κέντρων, όπου ως καλοί τροχονόμοι συνέδεαν την γραμμή του καλούντος συνδρομητή με αυτήν του καλούμενου με την βοήθεια βυσμάτων. Ειδικές γεννήτριες ρεύματος (μανιατό) ενσωματωμένες στις τηλεφωνικές συσκευές επέτρεπαν τις κλήσεις προς το κέντρο.



Σχήμα 1: Τα πρώτα τηλεφωνικά κέντρα

Αυτή ήταν και η πρώτη μορφή δικτύου επικοινωνιών φωνής. Στη συνέχεια η τεχνολογία των τηλεφωνικών κέντρων προόδευσε με την ανάπτυξη των ηλεκτρομηχανικών τηλεφωνικών κέντρων και τη χρήση της αυτόματης επιλογής. Ακολούθησε η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών κέντρων, για να καταλήξουμε στη σημερινή χρήση υπολογιστικών συστημάτων και ψηφιακών τεχνικών.

Παρόμοια σχεδόν ιστορία ακολουθείται και στα δίκτυα Data. Στην αρχή ένας Τερματικός σταθμός (Data Terminal Equipment) συνδέεται με έναν άλλο τέτοιο σταθμό χρησιμοποιώντας το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο ή τις μόνιμες αφιερωμένες (dedicated) γραμμές. Στη συνέχεια η ανάγκη πολλαπλών συνδέσεων των τερματικών σταθμών, οδήγησε στη δημιουργία και εκμετάλλευση ποικίλων δικτύων data. Τα σύγχρονα δίκτυα είναι τέτοια που δεν χρειάζονται πολλαπλές αφιερωμένες συνδέσεις μεταξύ των συνδρομητών. Ο κάθε συνδρομητής συνδέεται μόνο με μια γραμμή με το πλησιέστερο τηλεπικοινωνιακό κέντρο. Προκειμένου να υλοποιηθεί μια τέτοια σύνδεση, ο συνδρομητής με τα πρώτα data που αποστέλλει, ενημερώνει το δίκτυο στο οποίο ανήκει για

την ταυτότητα του επιθυμητού ανταποκριτή τερματικού σταθμού. Προς αυτή τη κατεύθυνση δημιουργήθηκαν ιδιωτικά και δημόσια δίκτυα data, παραδείγματα των οποίων αναφέρουμε το τηλεφωνικό, το δίκτυο telex, τα ασύρματα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, δίκτυα videotex, το ISDN και άλλα.

1.1 Παρόν και μέλλον

Οι πρωτόγονες μορφές επικοινωνίας όπως ήταν τα σήματα καπνού, οι φωτιές, τα τύμπανα, οι ταχυδρομικές άμαξες κλπ., διατήρησαν την αίγλη τους μέχρι την εμφάνιση του ηλεκτρισμού. Τότε έγιναν τα πρώτα σοβαρά βήματα με το τηλέφωνο και τον τηλεγράφο, για να φθάσουμε στην σημερινή μορφή της ψηφιακής τεχνολογίας, οπότε και η καθημερινή εξέλιξη στις τεχνικές των τηλεπικοινωνιών είναι αλματώδης και έξω από κάθε πρόβλεψη. Η χρήση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον 19ο αιώνα ήταν ο βασικός μοχλός ανάπτυξης των Τηλεπικοινωνιών. Η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό και η κάθε εφαρμογή συνδέεται με τη χρήση ενός ορισμένου τμήματος του φάσματος συχνοτήτων.

Από τη στιγμή που η μικροηλεκτρονική με τα επιτεύγματά της εισήλθε στην περιοχή των τηλεπικοινωνιών, οι τελευταίες είχαν την ευκαιρία να αλλάξουν πρόσωπο και να ξεφύγουν από τις γνωστές κλασσικές εφαρμογές όπως είναι το τηλέφωνο και το τηλέτυπο.

Νέες τεχνολογίες εισήλθαν πλέον στις τηλεπικοινωνίες, όπως η ψηφιακή μετάδοση των σημάτων και η ψηφιακή μεταγωγή και επεξεργασία. Παράλληλα είχαμε τη βελτίωση των μέσων μετάδοσης, της υποδομής (οπτικές ίνες, δορυφορικές ζεύξεις, κλπ.) και των τεχνικών μετάδοσης (multiplexing, compression κωδικοποιητές διαμορφώσεις κλπ.). Σήμερα βρισκόμαστε στο αναπτυξιακό στάδιο ενός νέου επιστημονικού κλάδου που καλείται κατά σύζευξη των όρων Τηλεπικοινωνίες και Πληροφορική, Τηλεπληροφορική. Με τη βοήθεια αυτού του κλάδου της

τεχνολογίας έχουμε πλέον ευρύτερες δυνατότητες επικοινωνιών, όχι μόνο στην εξυπηρέτηση της φωνής αλλά και άλλων μορφών πληροφορίας όπως είναι το κείμενο, τα δεδομένα (data), η εικόνα κλπ.

Η Τηλεπληροφορική σήμερα μας προσφέρει πολλές υπηρεσίες, οι σημαντικότερες των οποίων είναι:

Επικοινωνίες δεδομένων (Data communications)

Teletex

Videotex

Τηλεομοιοτυπία (Telefax)

Οπτική Τηλεδιάσκεψη (Videoconference)

Ασύρματες κινητές επικοινωνίες (Mobile communication)

ISDN (Integrated Services Digital Network)

Electronic Data Interchange (EDI)

Τηλεμετρία και έλεγχος εκ του μακρόθεν

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (Electronic mail)

Τηλεειδοποίηση (Paging)

Videotelephony (Εικονοτηλέφωνο)

Επικοινωνίες Πολυμέσων (multimedia)

Ηλεκτρονικό εμπόριο

Internet

Τηλεϊατρική

Η εξέλιξη της επικοινωνίας δημιούργησε ένα εξαιρετικά εκτεταμένο τηλεφωνικό δίκτυο που καλύπτει σήμερα ένα πολύ μεγάλο μέρος του πλανήτη. Οι Η/Υ εκμεταλλεύθηκαν σε μεγάλο βαθμό το ήδη υπάρχον αυτό τηλεφωνικό δίκτυο προκειμένου να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους για επικοινωνία data.

Το τηλεφωνικό δίκτυο προσφέρει δύο τύπους συνδέσεων για τη μετάδοση data. Συνδέσεις μέσω του επιλεγόμενου τηλεφωνικού δικτύου και συνδέσεις μέσω μόνιμων αφιερωμένων γραμμών. Το τηλεφωνικό δίκτυο έχοντας σχεδιασθεί για την επικοινωνία φωνής, δεν είναι ο καλύτερος τρόπος για τις επικοινωνίες δεδομένων. Παράλληλα με το τηλεφωνικό δίκτυο αναπτύχθηκε και το δίκτυο telex, κυρίως για μεταφορά τηλετύπων μεταξύ των συνδρομητών του.

Η δεκαετία του 70 χαρακτηρίζεται από την εξάπλωση των

υπολογιστών και κατ' επέκταση από την ανάγκη για επικοινωνίες data. Στην αρχή της δεκαετίας του 1980 κάνουν την εμφάνισή τους σε εμπορική εκμετάλλευση τα δημόσια δίκτυα δεδομένων (EPSS, Transpac κλπ.). Οι υπολογιστές ή τα τερματικά που είναι συνδρομητές τέτοιων δικτύων μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους ανταλλάσσοντας δεδομένα. Εκτός λοιπόν από το δίκτυο Telex και το τηλεφωνικό δίκτυο, εμφανίζονται τώρα και τα Δημόσια δίκτυα δεδομένων.

Η κατασκευή εξειδικευμένων δικτύων αυξάνει την πολυπλοκότητα των τηλεπικοινωνιών και πολλαπλασιάζει τα κόστη επενδύσεων των αντίστοιχων οργανισμών λόγω πολλαπλών εγκαταστάσεων και προσωπικού τεχνικής υποστήριξης για κάθε δίκτυο.

Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών αυτών αναπτύσσεται σήμερα ένας νέος στρατηγικός στόχος των Τηλεπικοινωνιών, η φιλοσοφία των Ενοποιημένων Δικτύων. Ήδη διαφαίνεται μια πρώτη σοβαρή παγκόσμια προσέγγιση του θέματος της ενοποίησης των διαφορετικών δικτύων με το ISDN. Το ISDN (Integrated Services Digital Network) ερμηνεύεται ως Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών. Με το ενοποιημένο αυτό δίκτυο έχουμε τη δυνατότητα να επικοινωνούμε με φωνή, δεδομένα, κείμενο και εικόνα με μια και μόνο σύνδεση όπως είναι η σύνδεση των τηλεφώνων σήμερα. Συνεχώς δημιουργούνται τυποποιήσεις (standards) από διεθνείς οργανισμούς, με στόχο σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα να είμαστε σε θέση να κάνουμε ευρεία χρήση του ISDN.

Στο ορατό μέλλον οι μεταδόσεις φωνής, data, εικόνας κλπ. φαίνεται να ολοκληρώνονται μέσω ψηφιακών δικτύων υψηλών ταχυτήτων που χρησιμοποιούν τεχνολογίες bandwidth on demand, για βέλτιστη εκμετάλλευση της χωρητικότητας των καναλιών και των επικοινωνιακών κόμβων με την χρήση τεχνικών όπως η ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Με την αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας σε μέσα μετάδοσης (οπτικές ίνες), σε τεχνικές μεταγωγής και κόμβους υψηλών ταχυτήτων, δημιουργούνται συνεχώς νέα δίκτυα και υπηρεσίες όπως video on demand, βιντεοτηλεφωνία, επικοινωνίες πολυμέσων κλπ.

Τέλος η επανάσταση που προμηνύεται, είναι η επέκταση των ψηφιακών ασύρματων επικοινωνιών υψηλών ταχυτήτων που

θα αλλάξει την μορφή των δικτύων καθώς τα τερματικά σημεία του δικτύου δεν εξαρτώνται από το πού καταλήγει το καλώδιο, αλλά έχει την ελευθερία κίνησης που προσφέρει η ασύρματη επικοινωνία.

1.2 Επικοινωνίες δεδομένων

Με τον όρο Επικοινωνίες Δεδομένων εννοούμε την ανταλλαγή πληροφοριών υπό μορφή data μεταξύ υπολογιστικών και τερματικών σταθμών. Οι πληροφορίες αυτές είναι δεδομένα (data) που απαρτίζονται από χαρακτήρες όπως είναι τα γράμματα της αλφαβήτου, οι αριθμοί, τα σημεία στίξης και διάφορα άλλα σύμβολα. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι η διάκριση μεταξύ των επικοινωνιών data και των άλλων μορφών, δηλαδή φωνής, εικόνας κλπ. είναι το τι μεταφέρεται και όχι ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρεται. Ο ψηφιακός τρόπος μετάδοσης που χρησιμοποιούταν μέχρι τώρα σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα για την μεταφορά data, σήμερα χρησιμοποιείται και για μεταφορά φωνής και εικόνας.

Ας δούμε τώρα τους όρους πληροφορία data, μετάδοση, επικοινωνία, όρους κλειδιά για το θέμα μας. Με τον όρο πληροφορία στις επικοινωνίες ερμηνεύουμε κάθε οργανωμένο σήμα, ενώ με τη λέξη δεδομένα ή data εννοούμε το συμβολισμό που αναπαριστά την κωδικοποιημένη μορφή της πληροφορίας με τη μορφή γραμμάτων ή συμβόλων. Η κωδικοποίηση γίνεται με τέτοιο τρόπο (συνήθως ψηφιακά) ώστε να καταστήσει την πληροφορία κατάλληλη για επεξεργασία, αποθήκευση ή μετάδοση.

Με την έννοια μετάδοση δεδομένων (data transmission) προσδιορίζουμε την μετακίνηση της πληροφορίας μέσα από φυσικά κανάλια μετάδοσης.

Η Επικοινωνία Δεδομένων έχει ευρύτερη έννοια από αυτήν της Μετάδοσης, καθώς εκτός από τη λειτουργία της εκπομπής και της κωδικοποίησης της πληροφορίας, περιέχει τον έλεγχο της

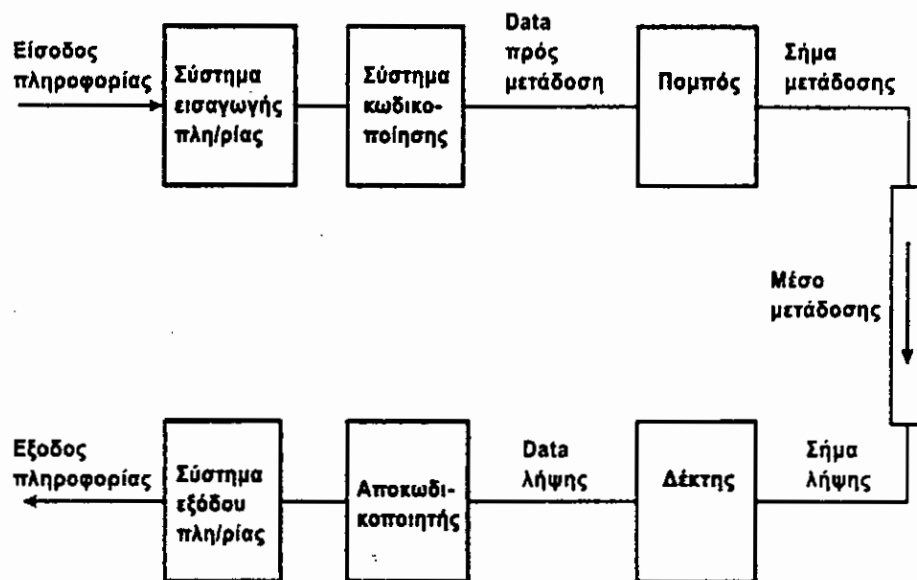
μετάδοσης ως προς τη φορά και την ορθότητά της, αλλά και τους κανόνες που πρέπει να διέπουν συστήματα ανταλλαγής πληροφοριών. Δηλαδή περιέχει τα φυσικά κυκλώματα μετάδοσης, τον απαιτούμενο εξοπλισμό και το λογισμικό, διαδικασίες αναγνώρισης και διόρθωσης των σφαλμάτων μετάδοσης, έλεγχο της ροής των δεδομένων και συνολικά κανόνες για την εξασφάλιση της επικοινωνίας δύο ή περισσότερων τερματικών σταθμών .

1.3 Ανάγκες επικοινωνίας υπολογιστικών συστημάτων

Η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής τεχνολογίας επέτρεψε την κατασκευή ηλεκτρονικών υπολογιστών με χαμηλό κόστος. Η πλατιά διάδοση της χρήσης των υπολογιστών που ακολούθησε, δημιούργησε έντονη την ανάγκη της επικοινωνίας τους. Με την ευχέρεια που δίνουν οι σύγχρονες τηλεπικοινωνίες, πλήθος χρηστών έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί την δύναμη ενός μεγάλου υπολογιστή μέσω τερματικών συσκευών χαμηλού κόστους ή μέσω προσωπικών υπολογιστών (Personal Computer). Τώρα πια οι τερματικοί σταθμοί δεν περιορίζονται να είναι στον ίδιο χώρο με τον Η/Υ, καθώς μπορούν να είναι εγκατεστημένοι και σε άλλους χώρους, διαφορετικές πόλεις ή και χώρες ακόμη. Αλλά και οι ανάγκες επικοινωνιών μεταξύ υπολογιστών αυξάνουν μέρα με τη μέρα. Έτσι σήμερα οι επικοινωνίες δεδομένων έχουν αναδειχθεί σε μια από τις βασικότερες δραστηριότητες κάθε μηχανογραφικού κέντρου. Σε πολλές μεγάλες επιχειρήσεις το τμήμα επικοινωνιών αποτελεί ανεξάρτητο τμήμα του μηχανογραφικού κέντρου αφού ο τομέας αυτός απαιτεί ιδιαίτερη τεχνογνωσία, που διαφέρει από αυτήν των κλασικών μηχανογραφικών αναγκών .

Ποικίλες είναι οι εφαρμογές που για την ανάπτυξή τους έχουν παίξει μεγάλο ρόλο οι επικοινωνίες. Οι πιο γνωστές από αυτές είναι:

Data Collection (Συλλογή δεδομένων)
 Remote Batch processing (Απομακρυσμένη επεξεργασία)
 Time Sharing (Σύστημα καταμερισμού χρόνου)
 On line transactions (Συναλλαγές διαλογικού τύπου)
 File transfer (Μεταφορά αρχείων)
 Data Entry (Εισαγωγή στοιχείων)



Σχήμα 2: Μοντέλο επικοινωνιών

Με την εξέλιξη των πληροφοριακών συστημάτων οι περιφερειακοί τερματικοί σταθμοί έφθασαν στο σημείο να μπορούν να διαθέτουν άφθονη επεξεργαστική ισχύ και να φιλοξενούν μέρος της εφαρμογής, καθώς επίσης και μέρος των βάσεων δεδομένων. Η αρχιτεκτονική αυτή που ονομάζεται client/server, έχει νέες και ιδιαίτερες ανάγκες σε υψηλής απόδοσης επικοινωνιακά δίκτυα.

Κεφάλαιο 2

Κώδικες

Οι πληροφορίες τις οποίες οι Η/Υ αποθηκεύουν, επεξεργάζονται και μεταδίδουν, αποτελούνται από γράμματα του αλφαβήτου, αριθμούς, σημεία στίξης και άλλους χαρακτήρες - σύμβολα. Για τις παραπάνω εργασίες οι Η/Υ χρησιμοποιούν το δυαδικό σύστημα αρίθμησης. Έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να χειρίζονται μόνο τα δυαδικά ψηφία 0 και 1, ψηφία που ονομάζουμε bit. Για την συνεννόηση ανθρώπων και υπολογιστών εμφανίζεται η ανάγκη μετατροπής των χαρακτήρων σε σειρές από bit, έτσι ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους από υπολογιστές. Για την μετατροπή αυτή χρησιμοποιούνται πίνακες αντιστοιχίας χαρακτήρων σε bit, οι γνωστοί πίνακες κωδικοποίησης.

Οι κώδικες λοιπόν των Η/Υ δεν είναι τίποτε άλλο παρά πίνακες αμφιμονοσήμαντης αντιστοιχίας των χαρακτήρων με σειρές από bit. Υπάρχουν σήμερα σε χρήση αρκετοί κώδικες όπως ο ASCII, ο EBCDIC, ο BAUDOT κλπ., τους οποίους και θα εξετάσουμε αναλυτικότερα παρακάτω. Κύριο χαρακτηριστικό κάθε κώδικα είναι ο αριθμός των bit που χρησιμοποιεί για να παραστήσει το κάθε σύμβολο. Ο αριθμός των bit είναι ίδιος για όλους τους χαρακτήρες εφ' όσον αναφερόμαστε στον ίδιο κώδικα. Ο ASCII για παράδειγμα χρησιμοποιεί 7 bit, ο EBCDIC 8, ο BAUDOT 5 κλπ.

Πριν προχωρήσουμε στην αναλυτική περιγραφή γνωστών κωδικών ας ρίξουμε μια ματιά στις βασικές αρχές που αυτοί πρέπει να πληρούν, ώστε να επιτυγχάνουν τον σκοπό τους εύκολα και χωρίς προβλήματα.

α. Ο κάθε κώδικας πρέπει να είναι κατά το δυνατόν αποδοτικός. Αυτό σημαίνει ότι αν το πλήθος των χαρακτήρων του κώδικα είναι N και ο αριθμός των bit που χρησιμοποιεί ο κώδικας για κάθε χαρακτήρα είναι μ , το 2^μ που είναι το πλήθος των δυνατών

συνδυασμών των μ bit, δεν πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερο του N . Με άλλα λόγια όσο λιγότερες είναι οι κενές θέσεις αντιστοίχισης, τόσο αποδοτικότερος είναι ο κώδικας. Η απόδοση A ορίζεται και μαθηματικά με τον τύπο :

$$A = (1/\mu) \log_2 N$$

όπου:

μ ο αριθμός των bit ανά χαρακτήρα στον κώδικα.

N τα διαφορετικά σύμβολα που χρειάζονται κωδικοποίηση.

Έστω ότι σε κάποιον κώδικα τα σύμβολα είναι 128 και κωδικοποιούμε το κάθε σύμβολο με 8 bit. Η απόδοσή του A είναι $7/8 = 0,875$, που σημαίνει ότι εκμεταλλευόμαστε τα 8 bit κατά 87,5%. Προκειμένου να γίνει κατανοητή η αντιστοιχία μεταξύ του πλήθους των χαρακτήρων και του αριθμού των bit του κώδικα, αναφέρουμε το παρακάτω παράδειγμα:

Έστω ότι έχουμε να αναπαραστήσουμε τους 4 χαρακτήρες A, B, Γ και Δ . Αυτό το επιτυγχάνουμε θαυμάσια με χρήση δύο ψηφίων (bit), καθώς με αυτά δημιουργούμε τέσσερις διαφορετικούς συνδυασμούς, τους 00, 01, 10, 11. Έχουμε λοιπόν ένα πίνακα αντιστοίχιας σαν αυτόν που ακολουθεί.

| | |
|----|----------|
| 00 | A |
| 01 | B |
| 10 | Γ |
| 11 | Δ |

Αν προσθέσουμε άλλο ένα σύμβολο στα προηγούμενα έστω το E , τότε δεν αρκούν τα δύο bit για την αντιστοιχία 5 συμβόλων, οπότε αναγκαστικά χρησιμοποιούμε ένα επιπλέον bit δημιουργώντας τον παρακάτω κώδικα :

| | |
|-----|----------|
| 000 | A |
| 001 | B |
| 010 | Γ |
| 011 | Δ |
| 100 | E |
| 101 | |

110
111

Τα σύμβολα Α, Β, Γ, Δ, Ε, αντιστοιχούν στους πέντε από τους 8 δυνατούς συνδυασμούς των 3 bit, ενώ οι υπόλοιποι τρεις 101, 110, 111 δεν χρησιμοποιούνται, πράγμα που καθιστά τον κώδικα όχι και τόσο αποδοτικό.

β. Η κωδικοποίηση των χαρακτήρων πρέπει να γίνεται με τρόπο που να διευκολύνονται τόσο τα προγράμματα ταξινόμησης, όσο και ο διαχωρισμός μεταξύ των αριθμητικών χαρακτήρων, συμβόλων και χαρακτήρων ελέγχου.

γ. Να περιέχει χαρακτήρες ελέγχου που διευκολύνουν την ομαλή ροή των δεδομένων και την αναγνώριση και διόρθωση τυχόν σφαλμάτων.

Τα σύμβολα που συνήθως χρησιμοποιούμε και τα οποία πρέπει να κωδικοποιηθούν είναι τα :

- 10 αριθμητικά ψηφία από το 0 έως και το 9.
- 26 λατινικά κεφαλαία γράμματα.
- 26 λατινικά μικρά γράμματα.
- Σύμβολα και σημεία στίξης όπως : . , ; ? : + - / \) & (! : \$ @ κλπ.
- Χαρακτήρες ελέγχου όπως : STX, EOT, SYN, NAK κλπ.

Στη χώρα μας έχουμε πρόσθετες απαιτήσεις με τους 24 κεφαλαίους Ελληνικούς αλφαβητικούς χαρακτήρες, τους 25 μικρούς (Το Σ έχει δυο μικρούς σ και ς) και τα διάφορα σημεία στίξης όπως είναι οι τόνοι, τα διαλυτικά, πιθανώς τα πνεύματα κλπ. Παρόμοιες απαιτήσεις υπάρχουν και από άλλες γλώσσες που διαθέτουν χαρακτήρες διάφορους των λατινικών (Γιαπωνέζικα, Γερμανικά, Σλαβικά κλπ).

Ο ελάχιστος αριθμός μ bit που απαιτείται για κώδικα αναπαράστασης N συμβόλων οφείλει να πληροί τη συνθήκη $2^{\mu-1} < N < 2^\mu$. Σημειώτεον ότι οι πλέον καθιερωμένοι κώδικες έχουν τον αριθμό bit μ μεταξύ 5 και 8. Οι κώδικες με μικρό αριθμό bit ανά χαρακτήρα μειονεκτούν σε ότι αφορά το πλήθος των χαρακτήρων που μπορούν να παραστήσουν. Το πλήθος των δυνατών συνδυασμών που μπορεί να έχει μια σειρά από μ bit είναι 2^μ . Στον κώδικα ASCII των 7 bit μπορούμε να αντιστοιχήσουμε $2^7 = 128$ διαφορετικούς χαρακτήρες, στον EBCDIC με τα 8 bit $2^8 = 256$

χαρακτήρες, ενώ στον BAUDOT των 5 bit $2^5 = 32$ χαρακτήρες. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο σημαντικό πλεονέκτημα των κωδίκων με μικρό αριθμό bit ανά χαρακτήρα, που είναι η δυνατότητα μεταφοράς μεγαλύτερου αριθμού χαρακτήρων για δεδομένη ταχύτητα μετάδοσης.

2.1 Κώδικας Morse

Οι πρώτοι κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν για επικοινωνίες data, προορίζονταν για την τηλεγραφία. Ο σπουδαιότερος εξ αυτών είναι ο κώδικας Morse που πρωτοεφαρμόσθηκε το 1844. Αποτελείται από τελείες και παύλες αντί για 0 και 1 και αντιστοιχεί στους συνδυασμούς του τα 26 κεφαλαία λατινικά, τους 10 αριθμούς και σύμβολα, όπως την τελεία (.), το κόμμα (,), το ερωτηματικό (?) κλπ. Αναλυτικά βλέπουμε τον κώδικα στο σχήμα 3.

| | | | | | |
|---|-----------|---|-----------|---|-------------|
| A | ·— | N | —· | 1 | ·— — — — |
| B | —··· | O | — — — — | 2 | ·· — — — — |
| C | —·—· | P | ·— — · | 3 | ··· — — — — |
| D | —·· | Q | — — — · | 4 | ···· — — — |
| E | · | R | ·— · | 5 | ····· |
| F | ··—· | S | ··· | 6 | —···· |
| G | — — — · | T | — | 7 | — — — ··· |
| H | ···· | U | ··— | 8 | — — — — ·· |
| I | ·· | V | ···— | 9 | — — — — · |
| J | · — — — — | W | · — — — | 0 | — — — — — |
| K | — · — | X | — · — · — | . | · — · — · — |
| L | · — · · | Y | — · — — — | , | — — · · — — |
| M | — — | Z | — — · · | ? | ·· — — · · |

Σχήμα 3: Κώδικας Morse

2.2 Κώδικας Baudot (Μπωντό)

Κώδικας που πήρε το όνομά του από τον Γάλλο τηλεγραφήτη Jean Maurice Baudot (1845-1905). Μερικοί τον ονομάζουν κώδικα Murray, επειδή είχε ασχοληθεί με τα θέματα αυτά και ένας Νεοζηλανδός ονόματι Murray. Εν πάση περιπτώσει έχει τυποποιηθεί πλέον ως ITU-T Αλφάβητο Νο. 2 ή Διεθνές Αλφάβητο Νο. 2. Ο κώδικας αυτός έχει και το όνομα κώδικας Telex μια και χρησιμοποιείται στο διεθνές δίκτυο Telex.

Είναι κώδικας των 5 bit, με δυνατότητα να αναπαραστήσει $2^5=32$ διαφορετικά σύμβολα. Με τα 26 κεφαλαία γράμματα του Λατινικού αλφαβήτου και τους 10 αριθμούς, ξεπερνάμε τα 32 σύμβολα που μπορούν να παραστήσουν τα 5 bit του κώδικα. Ο Baudot με ένα έξυπνο τέχνασμα κατάφερε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα. Τα 64 σύμβολα που έχει ο κώδικας χωρίζονται σε δύο ομάδες των 32, όπως φαίνεται στο σχήμα 4. Η πρώτη ομάδα που περιλαμβάνει τα γράμματα ονομάζεται Letters και η δεύτερη με αριθμούς και λοιπά σύμβολα ονομάζεται Figures .

Η μετάδοση δεδομένων αρχίζει πάντα με ένα από τα δύο σύμβολα Figure Shift (11011) ή Letter Shift (11111). Όταν εμφανίζεται το Letter Shift, όσοι συνδυασμοί από bit έπονται αναφέρονται σε γράμματα της πρώτης ομάδας, ενώ αν προηγείται το Figure Shift αναφέρονται σε αριθμούς ή σύμβολα της δεύτερης ομάδας. Στο σχήμα 4 έχουμε 3 στήλες. Στην πρώτη στήλη υπάρχει ο συνδυασμός των 5 bit, στην δεύτερη η ερμηνεία των συνδυασμών αυτών με την προϋπόθεση ότι προηγείται ο συνδυασμός 11111 (Letter Shift) και στην τρίτη η ερμηνεία των συνδυασμών με προηγούμενο το 11011 (Figure Shift).

Όταν κατά τη διάρκεια μετάδοσης γραμμάτων απαιτηθεί η αποστολή ενός αριθμού, τότε πριν τον αριθμό πρέπει να προηγηθεί το σύμβολο Figure Shift. Για να επανέλθουμε στην μετάδοση γραμμάτων πρέπει να στείλουμε εκ νέου το Letter Shift. Αναλύοντας το σχήμα 4 παρατηρούμε ότι από τα 32 σύμβολα της κάθε ομάδας 6 είναι κοινά και εμφανίζονται και στις δύο ομάδες. Αυτά είναι τα Blank, Line feed, Space, Carriage return, Figure shift και Letter shift.

| BINARY | LETTERS | FIGURES |
|--------|-----------------|-----------------|
| 00000 | Blank | Blank |
| 00001 | E | 3 |
| 00010 | Line Feed | Line Feed |
| 00011 | A | - |
| 00100 | Space | Space |
| 00101 | S | ' |
| 00110 | I | 8 |
| 00111 | U | 7 |
| 01000 | Carriage Return | Carriage Return |
| 01001 | D | + |
| 01010 | R | 4 |
| 01011 | J | Bell |
| 01100 | N | , |
| 01101 | F | National Use |
| 01110 | C | : |
| 01111 | K | (|
| 10000 | T | 5 |
| 10001 | Z | + |
| 10010 | L |) |
| 10011 | W | 2 |
| 10100 | H | & |
| 10101 | Y | 6 |
| 10110 | P | 0 |
| 10111 | Q | 1 |
| 11000 | O | 9 |
| 11001 | B | 7 |
| 11010 | G | % |
| 11011 | Figure Shift | Figure Shift |
| 11100 | M | . |
| 11101 | X | / |
| 11110 | V | = |
| 11111 | Letter Shift | Letter Shift |

Σχήμα 4: Κώδικας BAUDOT

Σε πολλούς δημιουργείται το ερώτημα γιατί να επινοήσουμε αυτή τη μέθοδο με τα Letter και Figure shift, αντί να χρησιμοποιήσουμε εξαρχής 6 bit όπου μπορούμε να αντιστοιχίσουμε $2^6 = 64$ συνδυασμούς. Στόχος αυτής της τεχνικής είναι να αυξήσει τον ρυθμό μετάδοσης των χαρακτήρων χρησιμοποιώντας χαρακτήρες των 5 αντί των 6 bit. Ευνοϊκό για την χρήση των 5 bit και των Letter και Figure shift είναι το γεγονός ότι στη μετάδοση της φυσικής γλώσσας του ανθρώπου η εναλλαγή μεταξύ γραμμάτων και αριθμών είναι πολύ πιο σπάνια απ' ό,τι φανταζόμαστε. Στην πράξη αποδεικνύεται ότι με τη χρήση αυτού του κώδικα δεν ξεπερνάμε τα 5,1 bit ανά χαρακτήρα κατά μέσο όρο. Δεν θα

πρέπει να ξεχνάμε ότι την εποχή που επινοήθηκε ο κώδικας BAUDOT οι ταχύτητες μετάδοσης ήταν εξαιρετικά χαμηλές (20 - 40 bps), με αποτέλεσμα να καταβάλλονται προσπάθειες για την πυκνότερη μετάδοση πληροφορίας.

2.3 Κώδικας EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)

Είναι κώδικας των 8 bit με 256 διαφορετικούς συνδυασμούς. Λόγω του μεγέθους του ο EBCDIC έχει την δυνατότητα να συμπεριλάβει γραφικά σύμβολα, χαρακτήρες ελέγχου και χαρακτήρες άλλων γλωσσών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή αυτός ο κώδικας δεν έχει parity bit, υστερεί σε περιβάλλον επικοινωνιών data που χρησιμοποιεί ως μέθοδο ελέγχου σφαλμάτων το parity. Χρησιμοποιείται σαν κώδικας από τους υπολογιστές κυρίως της IBM και σε πρωτόκολλα σύγχρονης μετάδοσης (BSC, SDLC) όπου αντί για parity υπάρχει διαφορετική μέθοδος ελέγχου σφαλμάτων. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται αναλυτικά ο EBCDIC. Σημειωτέον ότι οι θέσεις των ελληνικών χαρακτήρων είναι πιθανό να διαφέρουν σε άλλες εκδόσεις του EBCDIC.

Ο ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΒΣΔΙΣ

| Bits | b3 | b2 | b1 | b0 | 0000 | 0001 | 0010 | 0011 | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | 1000 | 1001 | 1010 | 1011 | 1100 | 1101 | 1110 | 1111 |
|------|----|----|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| b7 | b6 | b5 | b4 | HEX | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NUL | SOH | STX | ETX | SEL | HT | LC | DEL | | RLF | SMM | VT | FF | CR | SO | SI |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | DLE | DC1 | DC2 | DC3 | RES | NL | BS | IL | CAN | EM | CC | | ITS | IGS | IRS | IUS |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | DS | SOS | FS | WYS | BYP | LF | EOB | ESC | | | 3M | | | ENQ | ACK | BEL |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | | | SYN | IR | PN | RS | UC | EOT | | | | | DC4 | NAK | | SUB |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | SP | A | B | Γ | Δ | E | Z | H | Θ | Ι | Ι | · | < | (| + | Ι |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 6 | K | Λ | M | N | Ξ | O | Π | P | Ξ | Ι | \$ | · |) | : | Α |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | - | / | T | Υ | Φ | X | Ψ | Ω | | | ⊕ | · | % | - | > | ? |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | | 'A | 'E | 'H | | 'I | 'O | 'Y | 'D | | : | # | ⊗ | · | = | - |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | α | β | γ | δ | ε | ζ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | | j | k | l | m | n | o | p | q | r | η | θ | ι | κ | λ | μ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | A | | - | s | t | u | v | w | x | y | z | υ | ξ | ο | π | ρ | σ |
| 1 | 0 | 1 | 1 | B | | | | | | | | | | | ς | τ | υ | φ | χ | ψ |
| 1 | 1 | 0 | 0 | C | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | | ω | | | | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | D | | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | † | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | E | | NSP | S | T | U | V | W | X | Y | Z | 1/2 | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | F | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | |

2.4 ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Ο κώδικας αυτός χρησιμοποιεί 7 bit για την πληροφορία και συχνά ένα επιπλέον bit ισοτιμίας (parity). Ξεκίνησε από τις ΗΠΑ το 1963 και σύντομα τυποποιήθηκε έχοντας την ονομασία Διεθνές Αλφάβητο No. 5.

Ο κώδικας ASCII περιλαμβάνει 128 ($= 2^7$) χαρακτήρες. Από αυτούς οι 95 είναι σύμβολα γραφής και οι 33 είναι χαρακτήρες ελέγχου. Τα 95 σύμβολα γραφής απαρτίζονται από τα 26 κεφαλαία λατινικά γράμματα, τα 26 μικρά, τους 10 αριθμούς, τα σημεία στίξης και ειδικά σύμβολα (παρενθέσεις, κενό κλπ.). Τα σύμβολα γραφής όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε έχουν τοποθετηθεί στον κώδικα όχι τυχαία, αλλά με τη λογική να διευκολύνουν την ταξινόμηση (sorting) και την επεξεργασία από υπολογιστή. Ένα πρόχειρο παράδειγμα που επιβεβαιώνει την προηγούμενη παρατήρηση είναι ότι τα μικρά και τα κεφαλαία διαφέρουν μόνο στο έκτο bit.

Οι 33 χαρακτήρες ελέγχου χρησιμοποιούνται για να ενεργοποιήσουν, να τροποποιήσουν, ή να σταματήσουν μια ενέργεια που έχει να κάνει με την καταχώρησή, την επεξεργασία, ή τη μετάδοση δεδομένων. Τους χαρακτήρες αυτούς μπορούμε να τους διαιρέσουμε στις εξής κατηγορίες :

- α. χαρακτήρες ελέγχου επικοινωνίας
- β. χαρακτήρες ελέγχου συσκευών
- γ. χαρακτήρες διαχωρισμού πληροφοριών
- δ. Άλλους

Παρακάτω αναφέρονται οι χαρακτήρες ελέγχου επικοινωνίας του κώδικα ASCII που χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν ένα μήνυμα σε μορφή αναγνωρίσιμη από τον παραλήπτη, καθώς και για τον έλεγχο ροής των δεδομένων (data) κατά την μετάδοση.

STX (Start Of Text) : χρησιμοποιείται για να δείξει την αρχή του μηνύματος.

EOT (End Of Text) : χρησιμοποιείται για να δείξει το τέλος του μηνύματος.

SYN : Χρησιμοποιείται προκειμένου να συγχρονίσει τον δέκτη

κατά την λήψη του μηνύματος.

EOT (End Of Transmission) : χρησιμοποιείται για να δηλώσει το τέλος του μηνύματος μιας μετάδοσης.

| Bits | | b7 | b6 | b5 | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 |
|------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| b4 | b3 | b2 | b1 | HEX | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | HEX | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NUL | DLE | SP | 0 | @ | P | . | p |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | SOH | DC1 | ! | 1 | A | Q | a | q |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | STX | DC2 | " | 2 | B | R | b | r |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | ETX | DC3 | # | 3 | C | S | c | s |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | EOT | DC4 | \$ | 4 | D | T | d | t |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | ENQ | NAK | % | 5 | E | U | e | u |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | ACK | SYN | & | 6 | F | V | f | v |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | BEL | ETB | ' | 7 | G | W | g | w |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | BS | CAN | (| 8 | H | X | h | x |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | HT | EM |) | 9 | I | Y | i | y |
| 1 | 0 | 1 | 0 | A | LF | SUB | * | : | J | Z | j | z |
| 1 | 0 | 1 | 1 | B | VT | ESC | + | ; | K | [| k | { |
| 1 | 1 | 0 | 0 | C | FF | FS | , | < | L | \ | l | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | D | CR | GS | - | = | M |] | m | } |
| 1 | 1 | 1 | 0 | E | SO | RS | . | > | N | ^ | n | ~ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | F | SI | US | / | ? | O | - | o | DEL |

Σχήμα 5 : Κώδικας ASCII

ENQ (Enquiry) : Χρησιμοποιείται για να προκαλέσει απάντηση από τον παραλήπτη.

ACK (Acknowledgment) : Χρησιμοποιείται για επιβεβαίωση λήψης μηνυμάτων.

NAK (Negative Acknowledgment) : Χρησιμοποιείται για την μη σωστή λήψη μηνύματος.

ETB (End of Transmission Block) : Χρησιμοποιείται για να δείξει το τέλος της αποστολής ενός block .

2.4.1 Χαρακτήρες μετακίνησης του cursor (δρομέα)

BS Backspace, μετακινεί τον cursor μία θέση πίσω, στην ίδια γραμμή.

HT Horizontal Tabulation, τον μετακινεί στην επόμενη προκαθορισμένη θέση, στην ίδια γραμμή.

VT Vertical Tabulation, τον μετακινεί στην επόμενη προκαθορισμένη γραμμή, στην ίδια όμως θέση.

LF Line Feed τον μετακινεί στην αμέσως επόμενη γραμμή στην ίδια θέση. Αν συμφωνήσουν αποστολέας και παραλήπτης μπορεί να σημαίνει μετάβαση στην αρχή της επόμενης γραμμής.

FF Form Feed, τον μετακινεί στην επόμενη σελίδα στην ίδια θέση. Αν συμφωνηθεί, μπορεί να σημαίνει μετάβαση στην αρχή της επόμενης σελίδας.

CR Carriage Return, τον μετακινεί στην θέση του πρώτου χαρακτήρα στην ίδια γραμμή.

2.4.2 Χαρακτήρες ελέγχου συσκευών

DC1, DC2, DC3, DC4

Device Control, χρησιμοποιούνται για να κάνουν switch on και switch off περιφερειακές συσκευές (π.χ. ένα κασετόφωνο). Συνήθως χρησιμοποιούνται για το on και off κατά ζευγάρια : DC1-DC3 και DC2- DC4.

Τα DC1 - DC3 είναι γνωστά και σαν Xon - Xoff. Με το Xoff ένα τερματικό ειδοποιεί τον υπολογιστή να διακόψει τη μετάδοση και με το Xon την αποκαθιστά. Οι χαρακτήρες αυτοί ελέγχουν την ροή

των δεδομένων.

2.4.3 Χαρακτήρες Διαχωρισμού

FS File Separator , χρησιμοποιείται για να διαχωρίζει ένα file.

GS Group Separator , για να διαχωρίζει τα group ενός file.

RS Record Separator ; για να διαχωρίζει τα record ενός group.

US Unit Separator , για να διαχωρίζει τις μονάδες (unit) ενός record.

Οι χαρακτήρες αυτοί εφαρμόζονται με ιεράρχηση από τον FS ως τον πλέον σημαντικό, μέχρι και τον US ως τον λιγότερο σημαντικό.

2.4.4 Λοιποί χαρακτήρες

NUL Null Character , ουδέτερος χαρακτήρας που χρησιμοποιείται για να γεμίζει κενά σε ένα μήνυμα ενώ ταυτόχρονα δεν το επηρεάζει.

BEL Bell χαρακτήρας για ενεργοποίηση ηχητικού σήματος.

SO Shift Out, χρησιμοποιείται για να επεκτείνει τον κώδικα ASCII κυρίως για χαρακτήρες γραφής (όπως το DLE), μέχρις ότου εμφανιστεί χαρακτήρας SI (shift-in). Το Space και το DEL διατηρούν την αρχική τους σημασία.

CAN Cancel, χαρακτήρας που ακυρώνει τα data που τον συνοδεύουν.

EM End of Medium, μας πληροφορεί για το φυσικό τέλος ενός μέσου ή για το ότι φτάσαμε στο τέλος μίας προκαθορισμένης περιοχής του.

SUB Substitute, χρησιμοποιείται για αντικατάσταση χαρακτήρα που είναι λάθος ή που δεν πρέπει να υπάρχει.

ESC Escape, χρησιμοποιείται για να επεκτείνει τον κώδικα και σε άλλα σύμβολα που δεν περιέχονται στον βασικό πίνακα του ASCII, σύμβολα ειδικά για κάποιες λειτουργίες.

DEL Delete , χρησιμοποιείται για να ακυρώνει τον προηγούμενό του χαρακτήρα.

Κεφάλαιο 3

Μετάδοση δεδομένων

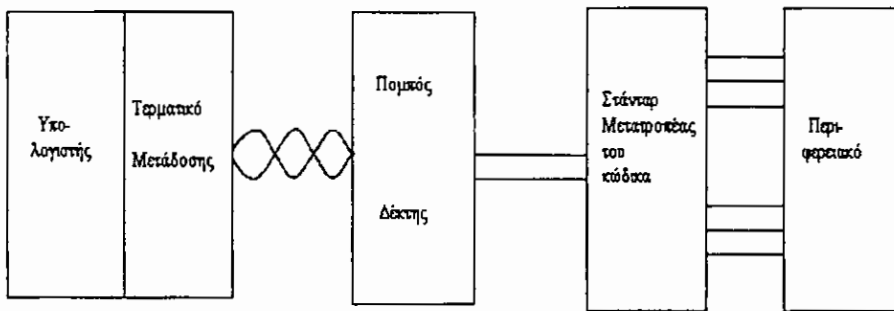
3.1 Σειριακή μετάδοση

Ο περισσότερο απλός τρόπος διασύνδεσης δύο συσκευών είναι η παράλληλη σύνδεσή τους. Στη μετάδοση, όμως, ψηφιακών δεδομένων με παράλληλη σύνδεση, πολλές φορές χρειάζονται από 50-100 γραμμές για τη σύνδεση δύο συσκευών, ανάλογα με τον αριθμό των bits σε κάθε λέξη και τα σήματα ελέγχου που χρειάζονται για τον συγχρονισμό των συσκευών. Η παράλληλη διασύνδεση γίνεται απαγορευτικά δύσκολη όταν πρόκειται για ανομοιογενείς συσκευές που προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές.

Το πρόβλημα γίνεται ακόμη πιο πολύπλοκο όταν οι συσκευές βρίσκονται σε κάποια απόσταση η μία από την άλλη ή από τον κεντρικό κομπιούτερ, το τερματικό και τον εκτυπωτή. Στην περίπτωση αυτή το κόστος των εκατοντάδων μέτρων καλωδίου πολλαπλών συρμάτων που θα χρησιμοποιηθούν είναι αφάνταστα υψηλό.

Από τα παραπάνω είναι ολοφάνερο ότι η παράλληλη μετάδοση δεδομένων είναι ασύμφορη. Εκείνο που χρειάζεται είναι η μετατροπή των δεδομένων, ώστε να σταλούν σε σειρά και καθιέρωση μίας στάνταρτ τεχνικής διασύνδεσης (standard interface) για να απλουστευτεί η επικοινωνία μεταξύ δύο ανομοιογενών μηχανών. Δηλαδή απαιτείται η παρεμβολή ενός πομπού, ενός δέκτη, ενός μετατροπέα κώδικα και μιας γραμμής μετάδοσης μεταξύ των δύο συσκευών, όπως φαίνεται στο σχήμα 6. Η γραμμή μετάδοσης στο σχήμα 6 είναι συνήθως ένα ζευγάρι από στριμμένα σύρματα για να αποφευχθεί η είσοδος θορύβου.

Η σειριακή επικοινωνία δεδομένων γίνεται με δύο μεθόδους, με την ασύγχρονη μέθοδο και την σύγχρονη. Και στις δύο αυτές μεθόδους χρειάζονται πληροφορίες συγχρονισμού (σήματα συγχρονισμού) τα οποία προστίθενται στην αρχή και στο τέλος για να διευκολυνθεί η αναγνώριση στον δέκτη. Η κύρια διαφορά των δύο αυτών μεθόδων, είναι ότι η ασύγχρονη μέθοδος μετάδοσης δεδομένων χρειάζεται τις πληροφορίες συγχρονισμού σε κάθε χαρακτήρα, ενώ η σύγχρονη προσθέτει αυτές τις πληροφορίες σ' ένα block από δεδομένα. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι η σύγχρονη μέθοδος μετάδοσης δεδομένων είναι πιο αποδοτική και χρησιμοποιείται σε γραμμές υψηλής ταχύτητας ενώ η ασύγχρονη σε γραμμές χαμηλής ταχύτητας.



Σχήμα 6: Στάνταρτ περιφερειακή διασύνδεση μεταξύ υπολογιστή και περιφερειακού

Υπάρχουν στάνταρτ τεχνικές μέθοδοι σειριακής διασύνδεσης που είναι γενικά αποδεκτές. Η παρεμβολή αυτής της σειριακής διασύνδεσης αυξάνει μεν την πολυπλοκότητα των ηλεκτρονικών, αλλά το μειονέκτημα αυτό αντισταθμίζεται με το παραπάνω από την ελάττωση των καλωδίων. Εκτός από αυτό επιλύει και το πρόβλημα της διασύνδεσης ανομοιογενών μηχανών.

3.1.1 Τρόποι μετάδοσης δεδομένων σε σειρά

Η πλέον διαδεδομένη στάνταρτ τεχνική για την *ασύγχρονη σειριακή διασύνδεση* είναι η μέθοδος RS-232C, της οποίας η φόρματ δείχνεται στο σχήμα 7β. Για σύγκριση, στο σχήμα 7α εικονίζεται η μέθοδος *σύγχρονης* μετάδοσης. Ενώ στην σύγχρονη μετάδοση απαιτείται η μετάδοση ρολογιού μαζί με τα δεδομένα, στην ασύγχρονη μετάδοση δεν υπάρχει ανάγκη για ρολόι. Στην ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων όμως, τα δεδομένα δεν είναι συνεχή, αλλά τα bits ομαδοποιούνται σε χαρακτήρες δεδομένων από 5 ως 8 bits και ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με τα bits START και STOP του χαρακτήρα

Το START bit τοποθετείται στην αρχή του χαρακτήρα. Η πίπτουσα μετωπική παρυφή του START σημειώνει την έναρξη του χαρακτήρα. Το στοιχείο STOP περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα bits, που έχουν στάθμη ένα και τοποθετείται στο τέλος του χαρακτήρα. Το STOP διατηρείται στο ένα μέχρι την αρχή του επόμενου χαρακτήρα, οπότε η μετωπική παρυφή του START αναγκάζει πάλι τη στάθμη της γραμμής να πάει στο μηδέν. Είναι φανερό ότι δεν υπάρχει περιορισμός στο μήκος του στοιχείου STOP. Υπάρχει, όμως, ένα κατώτερο όριο που μπορεί να είναι 1, 1,5 ή 2.

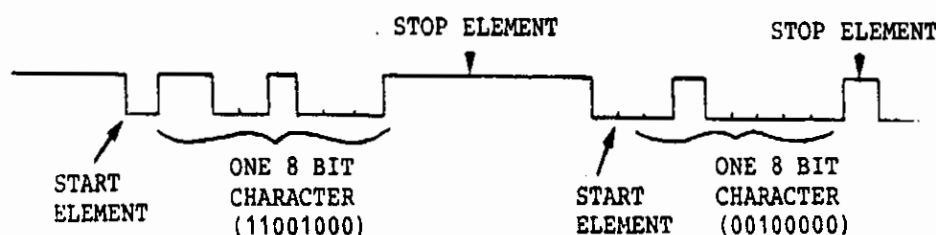
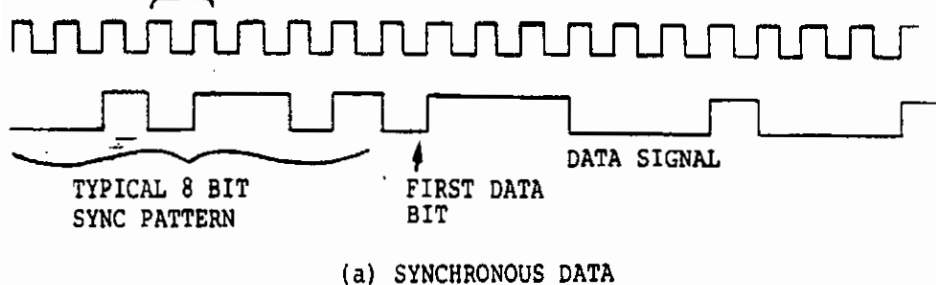
Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων ονομάζεται baud rate, όπου baud είναι το αντίστροφο του διαστήματος ενός bit. Ο ρυθμός baud rate είναι διαφορετικός από τον ρυθμό bit rate, διότι το μήκος του στοιχείου STOP είναι μεταβλητό. Στην σύγχρονη μετάδοση κάθε στοιχείο είναι ίσο με ένα bit και έτσι το baud rate είναι ίσο με το bit rate. Το ίδιο ισχύει και με την ασύγχρονη μετάδοση, όταν το στοιχείο STOP αποτελείται μόνο από ένα bit.

Στην περίπτωση αυτή η μετάδοση ονομάζεται *ισόχρονη*.

Η μέθοδος ασύγχρονης διασύνδεσης έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με την σύγχρονη. Τα κυριότερα από αυτά είναι :

- ✓ Μόνο μια γραμμή μετάδοσης απαιτείται.
- ✓ Οι χαρακτήρες δεν χρειάζεται να είναι συνεχείς, αλλά μεταδίδονται όταν γίνουν διαθέσιμοι.

Το τελευταίο πλεονέκτημα είναι πολύ σημαντικό σε περιπτώσεις που τα δεδομένα παρέχονται μέσω πληκτρολογίου.



Σχήμα 7α,β: Φορμάτς για την ασύγχρονη και σύγχρονη μετάδοση δεδομένων

Το σημαντικό μειονέκτημα όμως της σύγχρονης μετάδοσης, είναι ότι καταναλώνει ένα μεγάλο μέρος του διαθέσιμου εύρους ζώνης συχνοτήτων του καναλιού για τον συγχρονισμό του START bit. Αυτό προκύπτει από την ανάγκη να χρησιμοποιηθεί στον δέκτη ένα ρολόι με συχνότητα 16 φορές μεγαλύτερη από το bit rate των δεδομένων για να προσδιοριστεί το κέντρο του START bit. Επομένως, η ακρίβεια προσδιορισμού του κέντρου είναι το 1/16 της διάρκειας του bit, δηλαδή, 6,25%. Η ακρίβεια αυτή μπορεί να βελτιωθεί στα 3,125% με την κατάλληλη τοποθέτηση του ρολογιού.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, αν το bit rate είναι F bits/sec, τότε η γραμμή θα πρέπει να έχει εύρος συχνότητας αρκετά μεγαλύτερο από το F για να μην εισάγει λάθος στην τοποθέτηση του κέντρου του START bit μεγαλύτερο από 3,125%. Συγκεκριμένα, για να είναι το λάθος που προέρχεται από την γραμμή μικρότερο από 3%, θα πρέπει ο μέγιστος ρυθμός

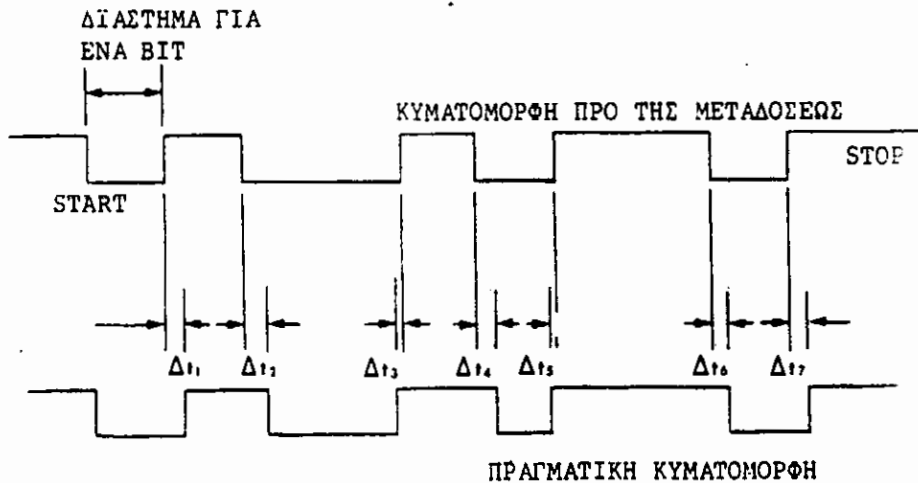
μετάδοσης να μην υπερβαίνει το $1/5$ του εύρους συχνοτήτων της γραμμής. Η προέλευση των παραμορφώσεων που εισάγει στο σήμα η γραμμή είναι γνωστή από την θεωρία γραμμών μετάδοσης.

Στο σχήμα 8 δείχνεται πως οι παραμορφώσεις μπορούν να προκαλέσουν μετατοπίσεις στους χρόνους αφίξεως των bits, έτσι ώστε το διάστημα ενός bit να αλλάξει.

Αν αλλάξει παραπάνω από 50%, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα σφάλματος. Επομένως, με 3,125% λάθος στον προσδιορισμό του κέντρου του START bit, το μέγιστο λάθος που επιτρέπεται να εισάγει η γραμμή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 46,875%.

Όπως επισημάνθηκε, η σύγχρονη φόρμα επιτρέπει μεγαλύτερες ταχύτητες. Αυτό γίνεται φανερό από το παρακάτω παράδειγμα.

Η μετάδοση με ασύγχρονη φόρμα N χαρακτήρων των 8-bits χρειάζεται $10N$ bits ενώ με σύγχρονη φόρμα $8N+16$ bits, όπου τα 16 bits είναι τα οκτώ sync bits στην αρχή και στο τέλος του block. Βλέπουμε ότι για $N=1.000$, χρειάζεται 10.000 bits για την ασύγχρονη μετάδοση, ενώ 8016 bits για τη σύγχρονη.



Σχήμα 8: Λάθη στη μετάδοση δεδομένων

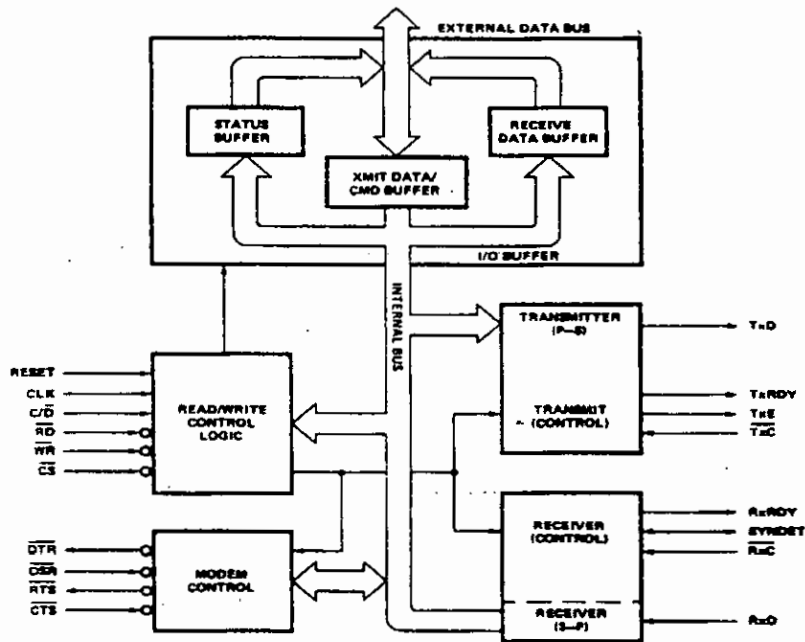
Σε πολλές περιπτώσεις είναι δυνατό να επιτευχθούν μεγαλύτερες ταχύτητες, διατηρώντας την ασύγχρονη φόρμα, με

μια μεικτή τεχνική. Η τεχνική αυτή πραγματοποιείται με την χρήση συγχρονισμένων modems και στον πομπό και στον δέκτη. Το modem του πομπού κωδικοποιεί την ασύγχρονη φόρμα με τον κώδικα self-clocking, ενώ το modem στον δέκτη ξαναδημιουργεί το ρολόι του πομπού, αποκωδικοποιώντας τα δεδομένα. Το λαμβανόμενο από τον κώδικα ρολόι εφαρμόζεται στην είσοδο του ρολογιού του δέκτη, ο οποίος τώρα επεξεργάζεται τα δεδομένα κατά τρόπο σύγχρονο. Με αυτή τη μέθοδο τα δεδομένα έχουν ασύγχρονη φόρμα αλλά αξιοποιείται πλήρως το εύρος συχνοτήτων της γραμμής.

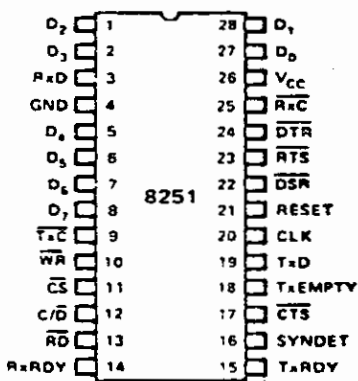
Υπάρχουν σήμερα διαθέσιμα πολλά chips που κάνουν τη μετατροπή δεδομένων από παράλληλα σε σειριακά και το αντίστροφο. Εμείς θα μελετήσουμε το Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter (USART) 8251 της INTEL.

3.1.2 Η Προγραμματιζόμενη διασύνδεση επικοινωνίας 8251^A

Το ολοκληρωμένο αυτό είναι ένα Universal Synchronous Asynchronous Receiver /Transmitter (USART) και είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον διότι συνεργάζεται με τον μικροπρoσσέσορ 8080. Το 8251^A χρησιμοποιείται σαν περιφερειακή συσκευή και προγραμματίζεται από τη CPU. Μπορεί να προγραμματιστεί να λειτουργήσει με οποιαδήποτε τεχνική σειριακής μετάδοσης δεδομένων που χρησιμοποιείται σήμερα, δηλαδή, asynchronous, synchronous, isosynchronous, full duplex και bisync (διπλός χαρακτήρας SYNC). Ακόμα, όπως ήδη αναφέρθηκε, μπορεί να μετατρέπει τα δεδομένα από παράλληλα σε σειριακά. Το USART θα ειδοποιήσει τη CPU όταν πρόκειται αυτό να δεχτεί ένα νέο χαρακτήρα για μετάδοση ή όταν θα έχει ληφθεί από το USART ένας χαρακτήρας, ο οποίος θα έχει σταλεί από τη CPU. Η CPU μπορεί ανά πάσα στιγμή να δει τη κατάσταση που βρίσκεται το USART. Το τσιπ 8251^A USART κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία N-channel silicon gate.



Σχήμα 9 : Λειτουργικό διάγραμμα κουτιών



Το 8251 είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τα στάνταρτ USART από την INTEL. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απόλυτη συνεργασία του 8251^A με κάθε μικροεπεξεργαστή της INTEL.

Ο Data Bus Buffer είναι ένας buffer τριών καταστάσεων και δι-κατευθυντήριο. Μέσω αυτού διακινούνται τα bytes δεδομένων, οι λέξεις ελέγχου, οι λέξεις command και οι πληροφορίες κατάστασης. Αμέσως μετά τον buffer, που συνδέεται με τη γραμμή δεδομένων, υπάρχουν καταχωρητές για τις λέξεις command, status, data in και data out, όπως φαίνεται από το σχήμα 9. Η διάταξη αυτή

ονομάζεται διπλό buffering και απαλλάσσει την CPU από πολλές διαδικασίες παρακολουθήσεως και ελέγχου του USART.

ΟΝΟΜΑΤΑ ΑΚΙΔΩΝ

| | |
|-----------|--|
| D7-DO | Data bus (8 bits) |
| CD | Control or Data is to be Written or Read |
| RD | Read Data Command |
| WR | Write data or Control Command |
| CS | Chip Enable |
| CLK | Clock Pulse (TTL) |
| RESET | Reset |
| TxC | Transmitter Clock |
| TxD | Transmitter Data |
| RxC | Receiver Clock |
| RxD | Receiver Data |
| RxRDY | Receiver Ready (έχει χαρακτήρα για τον 8080) |
| TxRDY | Transmitter Ready (για χαρακτ από τον 8080) |
| DSR | Data Set Ready |
| DTR | Data Terminal Ready |
| SYNDET/BD | Sync Detect/ Break Detect |
| RTS | Request to Send Data |
| CTS | Clear to Send Data |
| TxE | Transmitter Empty |
| Vcc | +5 [Volt] Supply |
| GND | Ground |

3.1.3 Μετάδοση δεδομένων με το 8251A

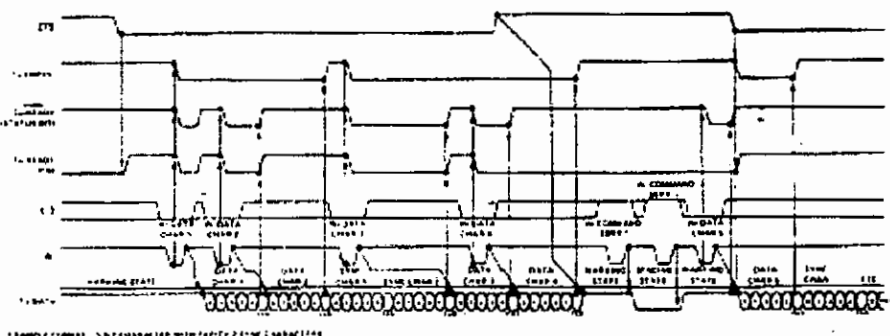
Ο πομπός δέχεται δεδομένα σε παραλληλία από την CPU, προσθέτει την κατάλληλη φορμάτ και τα μεταδίδει σε σειρά από την ακίδα TxD. Στην ασύγχρονη λειτουργία ο πομπός προσθέτει το START bit, το PARITY bit και 1,11/2 ή 2 STOP bits. Στη σύγχρονη μετάδοση δεν υπάρχουν αυτά τα bits εκτός από το PARITY bit, εφ' όσον έχει ενεργοποιηθεί με την εντολή Mode.

Η σύγχρονη και ασύγχρονη λειτουργία διαφέρουν και σε άλλα σημεία. Στην ασύγχρονη, όταν ο USART είναι έτοιμος να στείλει ένα νέο χαρακτήρα, αλλά ο χαρακτήρας αυτός δεν έχει σταλεί από τη CPU, τότε ο USART στέλνει στάθμη ένα. Στην σύγχρονη, όμως, ο USART θα γεμίσει τα κενά με χαρακτήρες SYNC. Δηλαδή, στη σύγχρονη μετάδοση δεν επιτρέπεται η εκπομπή μιας σταθερής στάθμης. Εάν η εντολή Mode προβλέπει δύο χαρακτήρες SYNC, τότε και οι δύο θα μεταδοθούν πριν ξαναρχίσει η μετάδοση των δεδομένων.

Στην ασύγχρονη αλλά και στη σύγχρονη λειτουργία, η μετάδοση δεν προχωρεί παρά μόνο όταν ενεργοποιηθεί το bit TxEN της εντολής Command και η είσοδος CTS. Επίσης, ένα άλλο σήμα μεγάλης σημασίας είναι το TxRDY, που χρησιμοποιείται στη διαδικασία της μετάδοσης. Το σήμα αυτό πρέπει να ελέγχεται συνεχώς από τη CPU προτού διακινήσει το byte της εντολής Command ή των δεδομένων.

Ένα τυπικό διάγραμμα χρονισμού για την ασύγχρονη λειτουργία δείχνεται στο σχήμα 10. Βλέπουμε ότι για να γίνει μετάδοση πρέπει η είσοδος CTS να είναι χαμηλή. Εφ' όσον το USART δεν έχει κανένα χαρακτήρα για μετάδοση, η έξοδος TxEMPTY είναι σε υψηλή στάθμη. Μόλις ενεργοποιηθεί το bit TxEN με την εντολή Command και εφ' όσον η έξοδος TxEMPTY είναι σε υψηλή στάθμη, η έξοδος TxRDY του USART πάει και αυτή στην υψηλή στάθμη ειδοποιώντας τον USART, μέσω του μηχανισμού διακοπής, να στείλει ένα νέο χαρακτήρα.

χαρακτήρες SYNC (ανά ένα ή δύο ανάλογα με τον προγραμματισμό), μέχρι να λάβει ένα νέο χαρακτήρα δεδομένων από τη CPU. Στο σχήμα 11, ο τρίτος χαρακτήρας λαμβάνεται λίγο μετά την έναρξη του SYNC CHAR 1. Επειδή, όμως, ο USART έχει προγραμματιστεί για δύο χαρακτήρες SYNC, καθυστερεί κάπως η μετάδοση του DATA CHAR 3.



Σχήμα 11: Διάγραμμα χρονισμού για σύγχρονη μετάδοση

Μετά τη λήψη του DATA CHAR 4, η είσοδος CTS πάει στο ένα, που σημαίνει ότι η μετάδοση πρέπει να σταματήσει. Επειδή, όμως, ο USART είχε ήδη δεχθεί τον τέταρτο χαρακτήρα, συνεχίζει μέχρι να τελειώσει τη μετάδοση και του τέταρτου χαρακτήρα. Μετά τη λήξη του τελευταίου χαρακτήρα η έξοδος TxD πάει στο ένα. Στο διάστημα αυτό η CPU, με την εντολή Command, ενεργοποιεί τον μηχανισμό BREAK για μια ορισμένη χρονική περίοδο και μετά τον απενεργοποιεί. Η διαδικασία ξαναρχίζει με τον DATA CHAR 5, όταν η είσοδος CTS πάει στο μηδέν.

- **Λήψη δεδομένων**

Σε προηγούμενη παράγραφο εξηγήθηκαν οι βασικές αρχές της λειτουργίας του δέκτη. Το διάγραμμα χρονισμού για λήψη δεδομένων ασύγχρονης μετάδοσης δείχνεται στο σχήμα 12. Στο σχήμα αυτό σκόπιμα έχουν εισαχθεί λάθη τύπου Overrun. Αρχικά πρέπει να ενεργοποιηθεί το RxEN με την εντολή Command. Στη συνέχεια, μόλις συναρμολογηθεί ο πρώτος χαρακτήρας

δεδομένων, η έξοδος RxDY πάει στο ένα, ειδοποιώντας την CPU να διαβάσει τον χαρακτήρα. Η CPU διαβάζει τον χαρακτήρα με ένα παλμό RD και C/D=0, στην μετωπική, δε, παρυφή του RD καθαρίζει και την έξοδο RxDY.

Μετά τη συναρμολόγηση του δεύτερου χαρακτήρα, η έξοδος RxDY πάει πάλι στο ένα, αλλά αυτή τη φορά η CPU δεν αναγνωρίζει το σήμα διακοπής εγκαίρως και δεν διαβάζει τον χαρακτήρα. Ο USART, όμως, προχωρεί στην συναρμολόγηση του χαρακτήρα δεδομένων 3, καταστρέφοντας έτσι τον χαρακτήρα 2. Το RxDY παραμένει στην υψηλή στάθμη μέχρι να αναγνωρισθεί ο χαρακτήρας 3, οπότε καθορίζεται το RxDY.

Με τη συμπλήρωση της λήψεως του DATA CHAR 3, το status bit Overrun Error (OE) πηγαίνει στο ένα, δηλώνοντας έτσι ότι ο χαρακτήρας 2 χάθηκε, διότι δεν αναγνωρίστηκε εγκαίρως. Το status bit (OE) καθαρίζεται με την εγγραφή εντολής Command, στην οποία το Error Reset (ER) bit είναι ενεργοποιημένο.

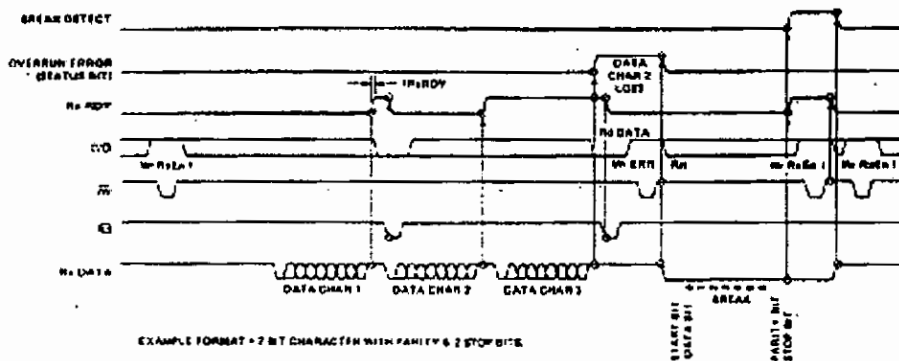
Από την παραπάνω εξήγηση είναι φανερό ότι ο σωστός χρονισμός των γεγονότων είναι πάρα πολύ κρίσιμος για τη σωστή λήψη των χαρακτήρων. Ο σωστός χρονισμός εξαρτάται από το πρόγραμμα και ιδιαίτερα από τη δομή του μηχανισμού διακοπής.

Η διαδικασία χρονισμού στη σύγχρονη λειτουργία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται Hunt mode. Ο USART εισέρχεται στο Hunt mode εφ' όσον έχει ενεργοποιηθεί το bit EH της εντολής Command. Όταν βρίσκεται στην κατάσταση αυτή, ελέγχει κάθε εισερχόμενο bit στη γραμμή RxD ένα-ένα. Μετά τη λήψη κάθε ενός bit, συγκρίνεται ο καταχωρητής του δέκτη με τον καταχωρητή που περιέχει τον χαρακτήρα SYNC. Εάν οι δύο καταχωρητές δεν είναι ίδιοι τότε ο USART δέχεται άλλο ένα bit και ξανακάνει τη σύγκριση.

Η παραπάνω διαδικασία της σύγκρισης συνεχίζεται μέχρι το περιεχόμενο των δύο καταχωρητών να είναι ίσο, οπότε τερματίζεται η λειτουργία Hunt και η έξοδος SYNDET πάει στο ένα. Έτσι ειδοποιείται η CPU ότι σύντομα θα λάβει δεδομένα. Εάν ο χαρακτήρας SYNC είναι διπλός, τότε η διαδικασία σύγκρισης επεκτείνεται και για τους δύο χαρακτήρες.

Στο σχήμα 12 δείχνεται ένα τυπικό διάγραμμα χρονισμού για λήψη δεδομένων σύγχρονης μετάδοσης. Στο σχήμα αυτό, επίσης, σκόπιμα έχουν εισαχθεί λάθη Overrun για να μελετηθεί ο

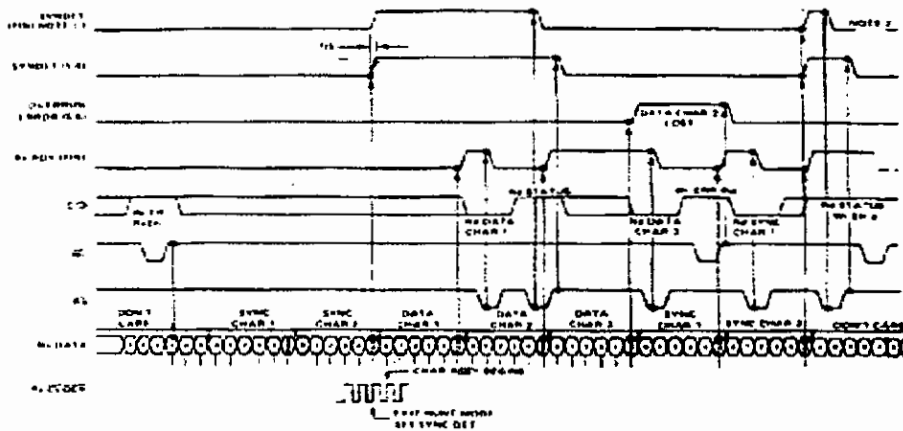
χρονισμός τους. Αρχικά η είσοδος RxD είναι σε κατάσταση "Don't Care" μέχρι να φτάσει η εντολή Command με τα bits RxEN και EH ενεργοποιημένα. Αμέσως αρχίζει η διαδικασία Hunt που περιγράφηκε παραπάνω.



Σχήμα 12: Διάγραμμα χρονισμού για λήψη ασύγχρονη

Μόλις γίνει η ανίχνευση των δύο χαρακτήρων SYNC και συγκεκριμένα στο μέσον του τελευταίου bit του δεύτερου χαρακτήρα, το σήμα SYNDDET πάει στην υψηλή στάθμη και ο USART εξέρχεται από το Hunt mode. Μια περίοδο του ρολογιού RxC μετά την άνοδο του SYNDDET, αρχίζει η συναρμολόγηση του χαρακτήρα δεδομένων. Στο μέσον του τελευταίου bit ή του Parity του DATA CHAR 1, η έξοδος RxDRDY πάει στο ένα ειδοποιώντας τη CPU ότι ο χαρακτήρας είναι έτοιμος. Στη συνέχεια η CPU διαβάζει το χαρακτήρα με τον παλμό RD και C/D=0, καθορίζοντας, συγχρόνως, την έξοδο RxDRDY.

Εν τω μεταξύ, ο USART έχει προχωρήσει στην συναρμολόγηση του δεύτερου χαρακτήρα. Πρίν από το τέλος, όμως, της συναρμολόγησης του δεύτερου χαρακτήρα, η CPU εκτελεί ένα status Read με το οποίο, όμως, αφ' ενός, μεν, καθαρίζει το SYNDDET, αφ' ετέρου δε καθυστερεί στην ανάγνωση του χαρακτήρα 2, ο οποίος και χάνεται. Όπως φαίνεται από το σχήμα 13 η επόμενη ανάγνωση δεδομένων γίνεται μετά τη λήψη του χαρακτήρα 3, οπότε το status bit OE πάει στην υψηλή στάθμη, δηλώνοντας έτσι ότι χάθηκε ο χαρακτήρας 2.

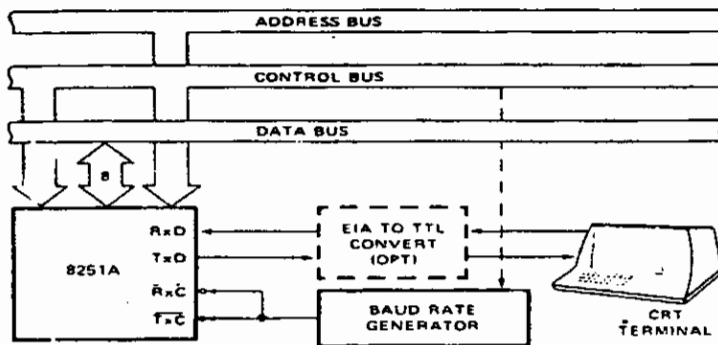


Σχήμα 13: Διάγραμμα χρονισμού για λήψη σύγχρονη

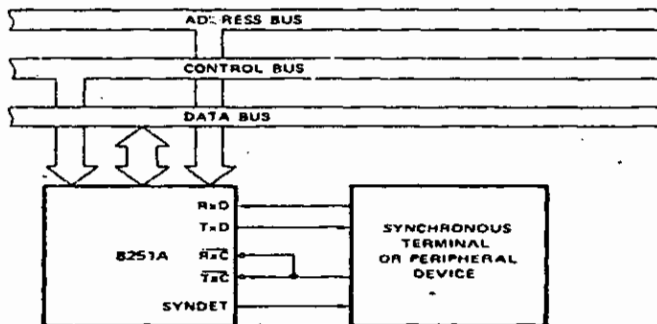
Το RxRDY παραμένει στην υψηλή στάθμη. Όταν το αναγνωρίσει η CPU και εκτελέσει την ανάγνωση, ο χαρακτήρας που μεταφέρεται είναι ο DATA CHAR 3. Το status bit OE καθαρίζεται με νέα εντολή Command στην οποία το bit ER είναι ενεργοποιημένο. Στη συνέχεια γίνεται η λήψη των δύο χαρακτήρων SYNC που πλαισιώνουν το block δεδομένων.

3.1.4 Χρήσεις του 8251^A

Το 8251^A χρησιμοποιείται σαν περιφερειακή συσκευή και προγραμματίζεται από τη CPU. Η μορφή λειτουργίας του (σύγχρονη ή ασύγχρονη) εξαρτάται από τη περιφερειακή συσκευή που θα διασυνδεθεί.



Σχήμα 14a : Ασύγχρονη λειτουργία σε σύνδεση με τερματικό



Σχήμα 14b : Σύγχρονη λειτουργία σε σύνδεση με τερματικό ή περιφερειακή συσκευή

3.2 Προγραμματιζόμενη περιφερειακή διασύνδεση με το 8255A

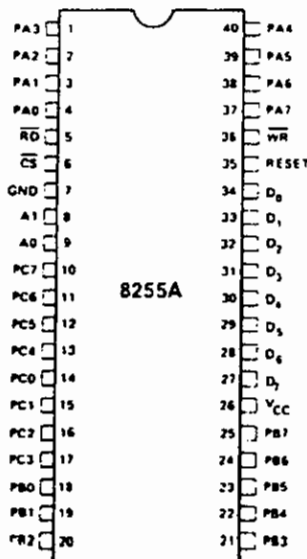
Το τσιπ 8255^A της INTEL σχεδιάστηκε με σκοπό τον έλεγχο κάθε προγραμματιζόμενης συσκευής, από τους μικροεπεξεργαστές της ίδιας εταιρείας. Είναι ένα τσιπ, μέσω του οποίου μπορούμε να επιτύχουμε διασύνδεση περιφερειακών συσκευών με τον δίαυλο ενός μικροεπεξεργαστή. Το μεγάλο του πλεονέκτημα είναι ο εύκολος προγραμματισμός του.

Κάθε περιφερειακή συσκευή σε ένα μικροπυολογιστικό σύστημα συνήθως έχει μια ρουτίνα εξυπηρέτησης. Μέσω αυτής της ρουτίνας επιτυγχάνεται η μεταφορά δεδομένων από τη CPU προς την περιφερειακή συσκευή ή και αντίστροφα. Μία λέξη ελέγχου που δημιουργείται από κάποια περιφερειακή συσκευή καθοδηγεί τον 8255^A στη συσκευή αυτή για την ανταλλαγή πληροφοριών. Τα δεδομένα λαμβάνονται ή αποστέλλονται από έναν buffer (που έχει κάθε περιφερειακή συσκευή) κάτω από τις οδηγίες της CPU.

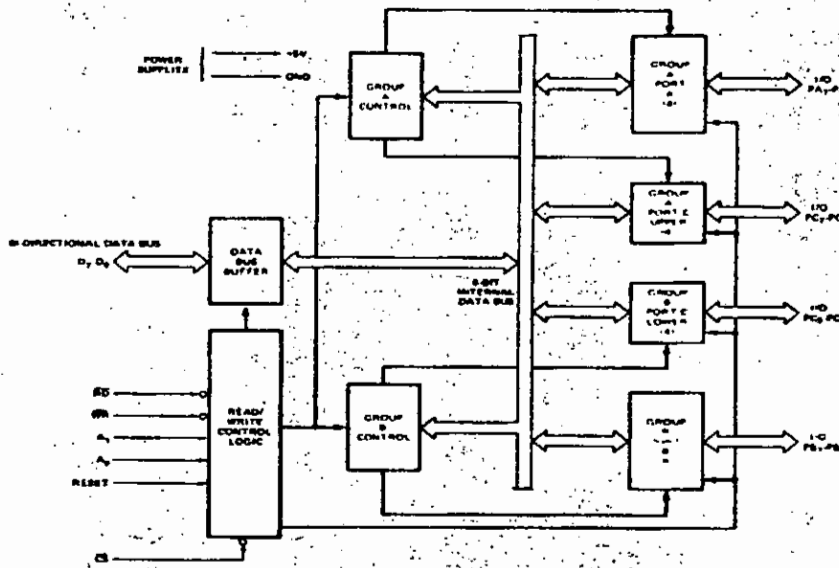
Όμως, λέξεις ελέγχου και πληροφορίες κατάστασης της συσκευής, μπορούν επίσης να μεταφερθούν μέσω του data bus buffer.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα του 8255^A είναι ο γρήγορος προγραμματισμός του μετά από ένα reset. Χρειάζεται πρώτα να γίνει μια επανεκκίνηση της περιφερειακής συσκευής, και ύστερα προγραμματισμός του 8255^A. Η σειρά που πρέπει να γίνουν οι εργασίες, είναι η εξής:

1. Τροφοδοσία του συστήματος
2. Reset της συσκευής
3. Προγραμματισμός του 8255^A όπως απαιτείται



Μετά από μια επανεκκίνηση του μικροπολογιστικού συστήματος το 8255^A δεν είναι σίγουρο ότι βρίσκεται στην επιθυμητή κατάσταση (έτοιμο να προγραμματιστεί). Γι' αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται Reset στο σύστημα κάθε φορά που αυτό εκκινείται. Με αυτό τον τρόπο καθαρίζουν οι control registers και τα ports (A, B, C,) θέτονται σε κατάσταση εισόδου.



Σχήμα 15: Block διάγραμμα του 8255^A

Το 8255^A έχει 24 ακίδες εισόδου / εξόδου που μπορούν να προγραμματιστούν σε δύο ομάδες των 12 και χρησιμοποιούνται με τρεις βασικούς τρόπους (MODE). Στον πρώτο τρόπο λειτουργίας (MODE 0) κάθε μία από τις δύο ομάδες των δώδεκα ακίδων είναι χωρισμένη σε υποομάδες των τεσσάρων ακίδων οι οποίες είναι προγραμματισμένες να λειτουργούν σαν εισοδοί ή έξοδοι. Στον δεύτερο τρόπο λειτουργίας (MODE 1) κάθε ομάδα είναι προγραμματισμένη να έχει 8 γραμμές εισόδου / εξόδου. Οι υπόλοιπες τέσσερις ακίδες της κάθε ομάδας χρησιμοποιούνται για σήματα ελέγχου (3 για handshaking και μία για σήματα διακοπών). Στον τρίτο τρόπο λειτουργίας (MODE 2) χρησιμοποιούνται οκτώ γραμμές σαν δικατευθυντήριο κανάλι, και

πέντε γραμμές για σήματα handshaking (η μία γραμμή δανείζεται από την άλλη ομάδα).

ΟΝΟΜΑΤΑ ΑΚΙΔΩΝ

| | |
|-----------|---------------------------|
| D7 - D0 | DATA BUS (BI-DIRECTIONAL) |
| RESET | RESET INPUT |
| CS | CHIP SELECT |
| RD | READ INPUT |
| WR | WRITE INPUT |
| A0, A1 | PORT ADDRESS |
| PA7 – PA0 | PORT A (BIT) |
| PB7 – PB0 | PORT B (BIT) |
| PC7 – PC0 | PORT C (BIT) |
| Vcc | +5 [VOLTS] |
| GND | GROUND 0 [VOLTS] |

3.2.1 Ομάδες ελέγχου A και B

Η λειτουργία των τριών θυρών ως είσοδοι ή έξοδοι καθορίζεται από μια λέξη ελέγχου που στέλνει η CPU στον 8255^A. Η λέξη ελέγχου μεταφέρει πληροφορίες για το "mode", το "bit set", το "bit reset" κ.λ.π. Αυτά καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας του 8255^A.

Κάθε ομάδα ελέγχου (group A και group B) δέχεται εντολές από το Read / Write control logic, και στέλνει τις κατάλληλες εντολές στις θύρες που συνεργάζεται:

Ομάδα ελέγχου A (control group A) – PORT A και άνω μέρος του PORT C (C7 - C4)

Ομάδα ελέγχου B (control group B) – PORT B και κάτω μέρος του PORT C (C3 - C0)

Η λέξη ελέγχου μπορεί να γραφεί στις ομάδες ελέγχου μόνο, χωρίς να μπορεί να διαβαστεί.

- **Θύρες A, B, και C**

Ο 8255^A έχει τρεις 8 – bit θύρες (A, B και C). Και τα τρία μπορούν να λειτουργήσουν με διάφορους τρόπους έτσι όπως καθορίζει το software, αλλά κάθε ένα έχει τα δικά του ειδικά χαρακτηριστικά που αυξάνουν την ισχύ και τη προσαρμοστικότητα του 8255^A.

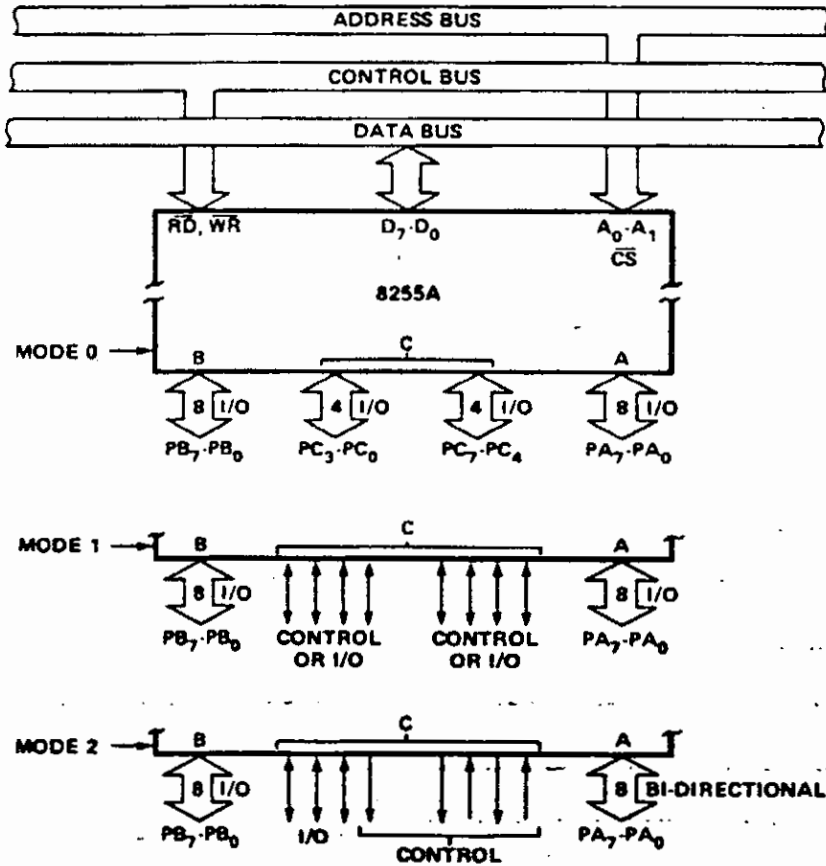
3.2.2 Περιγραφή Λειτουργίας του 8255^A

Στον 8255^A υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι λειτουργίας που επιλέγονται από το software.

MODE 0: ΕΙΣΟΔΟΣ / ΕΞΟΔΟΣ

MODE 1: ΕΙΣΟΔΟΣ / ΕΞΟΔΟΣ

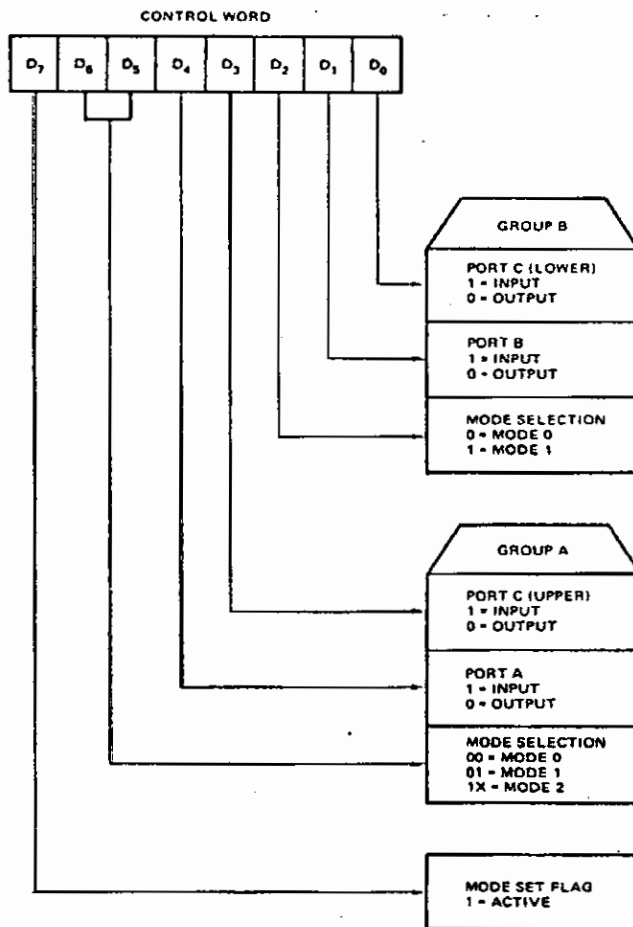
MODE 2: ΔΙ-ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΟ BUS



Σχήμα 16: Βασικοί τρόποι λειτουργίας 0,1 και 2 (Modes) του 8255A

Όταν στην είσοδο reset φτάσει παλμός "high" όλα τις θύρες λειτουργούν σαν εισοδοι. Όταν ο παλμός "high" μετακινηθεί από την είσοδο reset, το τσιπ 8255^A συνεχίζει να λειτουργεί σαν εισοδος χωρίς να χρειάζεται ο αρχικός παλμός. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος του συστήματος κάθε ένας από τους άλλους τρόπους λειτουργίας (mode) μπορούν να επιλεγούν. Αυτό επιτρέπει στον 8255^A να εξυπηρετεί αρκετές περιφερειακές συσκευές με ένα απλό υποπρόγραμμα. Ο τρόπος λειτουργίας για

τη θύρα A και τη θύρα B μπορεί να προσδιοριστεί, ενώ η θύρα C είναι διαιρεμένη σε δύο μέρη, όπως ορίζουν οι οδηγίες των θυρών A και B. Όλοι οι εξωτερικοί καταχωρητές συμπεριλαμβανομένων των flips - flops κατάστασης θα μηδενίζονται κάθε φορά που αλλάζει ο τρόπος λειτουργίας (mode) του 8255^A.



Σχήμα 17: Ορισμός τρόπων λειτουργίας

Οι τρόποι λειτουργίας (modes) μπορούν να συνδυάζονται έτσι ώστε να έχουμε το καλύτερο ταίριασμα του 8255^A με κάθε περιφερειακή συσκευή. Για παράδειγμα, η ομάδα B (Group B)

μπορεί να είναι προγραμματισμένη σε Mode 0 ενώ ταυτόχρονα η ομάδα A σε Mode 1.

Ο ορισμός των τρόπων λειτουργίας και των συνδυασμών τους αρχικά δείχνει πολύπλοκος, αλλά μετά από μία ολοκληρωμένη επανεξέταση όλων των λειτουργιών της συσκευής θα γίνει κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας της. Για το σχεδιασμό του 8255^A έχουν ληφθεί υπόψη πράγματα όπως η τοποθέτησή του πάνω στη πλακέτα του PC, η άψογη συνεργασία με αυτό και η ευελιξία που παρουσιάζει η λειτουργία του, έτσι ώστε να υποστηρίζει κάθε περιφερειακή συσκευή. Με αυτό το σχεδιασμό του 8255^A έχουμε τη μεγαλύτερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων ακίδων.

3.2.3 Τρόποι λειτουργίας (Mode 0, Mode 1, Mode 2)

1. Mode 0.

Σε αυτό τον τρόπο λειτουργίας η κάθε θύρα εργάζεται σαν είσοδος ή έξοδος. Δεν χρειάζονται σήματα "handshaking" ενώ οι πληροφορίες γράφονται στη κάθε θύρα (ή διαβάζονται από αυτό). Όταν η θύρα C χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των θυρών A και B, τα ανάλογα bits γίνονται 0 ή 1 χρησιμοποιώντας το bit set / reset όπως στην περίπτωση που ήταν δεδομένα εξόδου των θυρών.

Ιδιότητες της κατάστασης λειτουργίας 0 (Mode 0)

- Δύο θύρες των 8-bit και δύο θύρες των 4-bit.
- Κάθε θύρα μπορεί να είναι είσοδος ή έξοδος.
- Οι έξοδοι είναι latched.
- Οι είσοδοι δεν είναι latched.
- 16 διαφορετικοί συνδυασμοί εισόδων εξόδων είναι δυνατόν να γίνουν σε αυτό τον τρόπο λειτουργίας

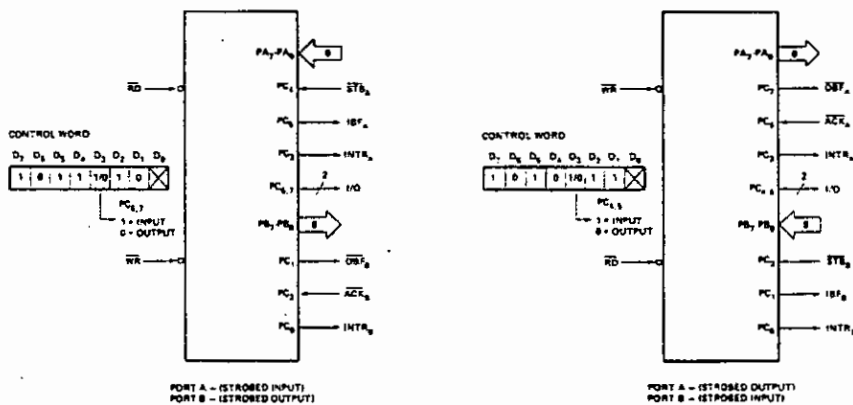
Έλεγχος διακοπών

Όταν το 8255^A είναι προγραμματισμένο να λειτουργεί σε Mode 1 ή Mode 2, τα σήματα ελέγχου προωθούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε

μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν σήματα διακοπών για τη CPU. Τα σήματα διακοπών δημιουργούνται από τη θύρα C, και έχουν τη δυνατότητα να βάλουν σε λειτουργία ή να σταματήσουν το INTE flip – flop χρησιμοποιώντας το bit set / reset της θύρας C. Με αυτή τη λειτουργία ο προγραμματιστής επιτρέπει ή όχι σε ένα συγκεκριμένο περιφερειακό να διακόπτει τη CPU χωρίς να επηρεάζει άλλη συσκευή μέσω των διακοπών.

2. Mode 1 (strobed input / output)

Σε αυτό τον τρόπο λειτουργίας έχουμε μεταφορά πληροφοριών από ή προς μία συγκεκριμένη θύρα σε συνδυασμό με strobes ή σήματα “handshaking”. Οι θύρες A και B χρησιμοποιούν τις γραμμές της θύρας C για να στείλουν ή να δεχτούν αυτά τα “handshaking” σήματα.



Σχήμα 18: Συνδυασμοί του Mode 1

Ιδιότητες της κατάστασης λειτουργίας 1 (Mode 1)

- Δύο ομάδες (Group A και Group B)
- Κάθε ομάδα αποτελείται από μία 8-bit θύρα (A ή B) και μια θύρα 4-bit όπου μεταφέρονται πληροφορίες ελέγχου ή δεδομένα.

- Η 8-bit θύρα μπορεί να είναι είσοδος ή έξοδος, αλλά και στις δύο περιπτώσεις είναι latched.
- Η 4-bit θύρα χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της κατάστασης της 8-bit θύρας.

Συνδυασμοί του τρόπου λειτουργίας 1 (MODE 1)

Η θύρα A και η θύρα B μπορούν να λειτουργήσουν σαν είσοδοι ή έξοδοι στο Mode 1 υποστηρίζοντας μια μεγάλη ποικιλία περιφερειακών συσκευών.

3. Mode 2: (Strobed bidirectional bus I/O)

Με αυτό τον τρόπο λειτουργίας έχουμε τη δυνατότητα για επικοινωνία του μικροϋπολογιστή με μια περιφερειακή συσκευή ή κατασκευή μέσω ενός 8 – bit bus που πραγματοποιεί τη μετάδοση και τη λήψη δεδομένων (bidirectional bus I/O). Η χρησιμοποίηση των σημάτων “handshaking” είναι ίδια με το Mode 1.

Ιδιότητες της κατάστασης λειτουργίας 2 (Mode 2)

Κατά τη λειτουργία του 8255^A σε Mode 2, χρησιμοποιείται μόνο το Group A για την επικοινωνία του με τις περιφερειακές συσκευές. Τα 8 – bit από το group A αποτελούν το δικατευθυντήριο bus (Θύρα A), ενώ τα υπόλοιπα 4 bits (συν ένα bit από το Group B) δημιουργούν μία 5 – bit θύρα ελέγχου (θύρα C). Η 5 – bit θύρα ελέγχου (θύρα C) χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του 8 – bit δικατευθυντήριου bus (θύρα A). Τα εισερχόμενα και τα εξερχόμενα δεδομένα είναι latched.

3.2.4 Μελέτη των ειδικών συνδυασμών των Mode

Υπάρχουν πολλοί συνδυασμοί των τρόπων λειτουργίας όταν δεν χρησιμοποιούνται όλα τα bits της θύρας C για τον έλεγχο των

θυρών. Τα περισσευούμενα bits μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ακολούθως:

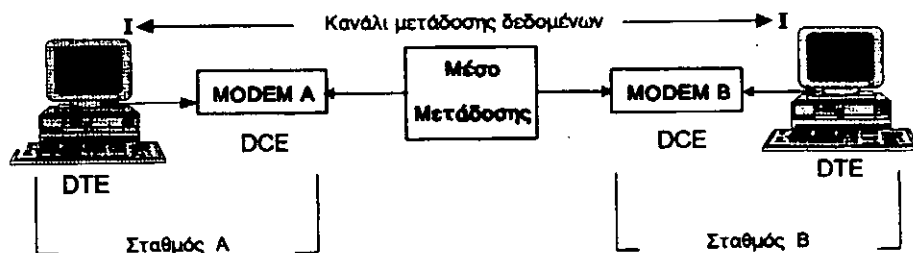
- Αν είναι οι θύρες προγραμματισμένες σαν είσοδοι, όλες οι γραμμές εισόδου μπορούν να έχουν πρόσβαση κατά τη διάρκεια ελέγχου της θύρας C.
- Αν είναι προγραμματισμένες σαν έξοδοι τότε τα bits PC7 - PC4 ελέγχονται χρησιμοποιώντας το bit set / reset, ενώ τα bits (PC3 – PC0) μπορούν να ελέγχονται χρησιμοποιώντας το bit set / reset ή γράφοντας απ' ευθείας στη θύρα C.

3.2.5 Συσσκευές για τον 8255^A

Το τσιπ 8255^A είναι ένα πολύ καλό εργαλείο για τη διασύνδεση περιφερειακών συσκευών με το μικροϋπολογιστικό σύστημα. Η κατασκευή του είναι τέτοια, ώστε να μπορεί να συνδεθεί σε οποιαδήποτε περιφερειακή συσκευή χωρίς τη χρήση πρόσθετου λογισμικού. Κάθε περιφερειακή συσκευή σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα, συνοδεύεται από μια "service routine" η οποία αναλαμβάνει την προσαρμογή του λογισμικού στις ανάγκες της διασύνδεσης του συστήματος με τη συσκευή. Η "service routine" γίνεται συμπλήρωμα του λογισμικού του συστήματος, προσαρμόζοντας το 8255^A στις απαιτήσεις της συσκευής. Αυτή η ρουτίνα εξετάζει τα χαρακτηριστικά των περιφερειακών συσκευών, όπως την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων. Ύστερα συγκρίνει αυτές τις πληροφορίες με κάποιες στάνταρτ τιμές και κατασκευάζει μία λέξη ελέγχου η οποία θα ταιριάζει απόλυτα το 8255^A με την κάθε περιφερειακή συσκευή.

3.3 Σύστημα επικοινωνίας

Ας ορίσουμε τα DTE και DCE. Το DTE είναι ο εξοπλισμός χρήστη που συνδέεται με ένα δίκτυο επικοινωνίας δεδομένων.



Σχήμα 19: Σύστημα επικοινωνίας

Μπορεί να είναι οτιδήποτε, από ένα απλό τερματικό μέχρι ένα σύστημα μεγάλου υπολογιστή. Το DCE είναι ο εξοπλισμός που εξασφαλίζει τις λειτουργίες που απαιτούνται για να εγκαθιδρύσουν, να συντηρήσουν και να τερματίσουν μια σύνδεση. Επιπρόσθετα, εκτελεί κάθε μετατροπή σημάτων και κωδικοποίηση που μπορεί να χρειαστεί για να επικοινωνήσει, σύμφωνα με το πρωτόκολλο, ένα DTE με το δίκτυο. Ένα παράδειγμα ενός DCE είναι ένα modem που συνδέει έναν τερματικό υπολογιστή με το τηλεφωνικό δίκτυο. Το σχήμα 19 παρουσιάζει ένα σύστημα επικοινωνίας.

3.3.1 Ανωμαλίες κατά τη μετάδοση

Σε μία επικοινωνία ανάμεσα σε ένα πομπό και σε ένα δέκτη, η ποιότητα των μεταδιδόμενων σημάτων ποικίλει. Δηλαδή τα σήματα είναι ευπαθή σε ένα συγκεκριμένο αριθμό ανωμαλιών. Μεταξύ αυτών βρίσκουμε:

Την εξασθένιση (των σημάτων)
 Την αλλοίωση (των σημάτων)
 Το θόρυβο
 Παραμόρφωση φάσης (Group Delay).

Εξασθένιση

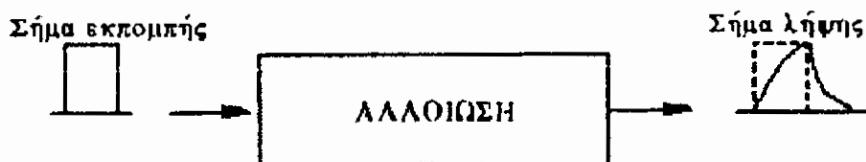
Η εξασθένιση συνίσταται στην μείωση του πλάτους του σήματος και οφείλεται στον παράγοντα απόσταση, ενός καναλιού μετάδοσης. (σχήμα 20).



Σχήμα 20 : Εξασθένηση

Η αλλοίωση

Η αλλοίωση οφείλεται στο γεγονός ότι η ταχύτητα διάδοσης ενός σήματος, διαμέσου ενός καναλιού μετάδοσης ποικίλει ανάλογα με τη συχνότητά του. Το σχήμα 21 δείχνει το αλλοιωμένο λαμβανόμενο σήμα.

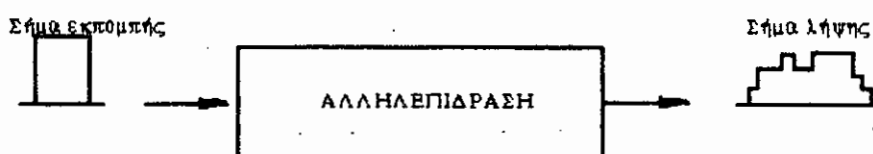


Σχήμα 21 : Αλλοίωση

Η αλλοίωση γίνεται φανερή ιδιαίτερα στην ψηφιακή μετάδοση. Πράγματι όταν έχουμε μία αλλοίωση αρκετά μεγάλη, ένα σήμα (που αντιστοιχεί σε ένα σύμβολο με καθυστέρηση) μπορεί να αλληλεπιδράσει με την αρχή του επόμενου σήματος, πράγμα που δημιουργεί αυτό που αποκαλούμε συνήθως αλληλεπίδραση

(σχήμα 22).

Το φαινόμενο αυτό για να το αντιμετωπίσουμε, χρησιμοποιούμε συχνά εξισωτές, οι οποίοι, όπως δηλώνει η ονομασία τους, χρησιμεύουν για να εξισώνουν τις αλλοιώσεις που προκαλούνται από τις διαφορετικές συνισταμένες της συχνότητας.



Σχήμα 22 : Αλληλεπίδραση

Θόρυβος

Υπάρχουν τέσσερα είδη θορύβου:

- ✓ Ο θερμικός θόρυβος.
- ✓ Ο θόρυβος αλληλοδιαμόρφωσης.
- ✓ Ο θόρυβος βάθους.
- ✓ Ο θόρυβος ώθησης.

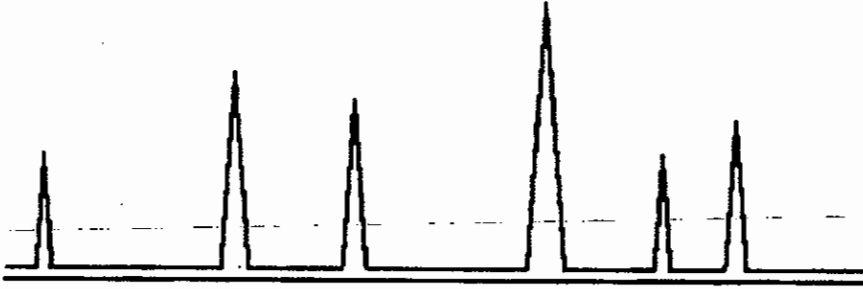
1) Ο θερμικός θόρυβος δημιουργείται από τη θερμική διαταραχή των ηλεκτρονίων μέσα στο μέσο μετάδοσης. Αυτός ο θόρυβος δεν μπορεί να εξαλειφθεί πράγμα που αποτελεί έναν αναπόφευκτο περιορισμό που επηρεάζει το αποτέλεσμα κάθε συστήματος επικοινωνίας. Καλείται επίσης μόνιμος θόρυβος ή θόρυβος Gaussian.

2) Ο θόρυβος αλληλοδιαμόρφωσης δημιουργείται όταν σήματα διαφορετικών συχνοτήτων μοιράζονται το ίδιο κανάλι μετάδοσης. Ο θόρυβος αυτός παράγει σήματα των οποίων η συχνότητα είναι ίση με το σύνολο, με τη διαφορά ή με ένα πολλαπλάσιο των αρχικών συχνοτήτων.

3) Ο θόρυβος βάθους (πολύ συχνός στις τηλεφωνικές γραμμές) αντιστοιχεί στις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις τηλεφωνικές συνδιαλέξεις και προκύπτει από μία τυχαία ηλεκτρική διαρροή στις διαδρομές των σημάτων, αφού ομοαξονικά καλώδια μεταφέρουν πολλά σήματα.

4) Ο θόρυβος αλληλοδιαμόρφωσης και ο θόρυβος βάθους παραμένουν, ως σύνολο, προβλέψιμοι και κάποιος γνώστης των συστημάτων επικοινωνίας μπορεί εύκολα να τους λάβει υπόψη του. Η περίπτωση του θορύβου ώθησης δεν είναι ίδια. Παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά: είναι μη συνεχής, αποτελείται από ακανόνιστα άλματα μικρής διάρκειας, προκαλείται από ποικίλες αιτίες που περιλαμβάνουν εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές παρενοχλήσεις και μειονεκτήματα του συστήματος επικοινωνίας. Όπως ακριβώς ο θερμικός θόρυβος, έτσι και ο θόρυβος ώθησης είναι πάντα παρών στο κανάλι μετάδοσης. Η βασική διαφορά ανάμεσα στα δύο αυτά είδη είναι η μικρή διάρκεια του θορύβου ώθησης, όπως απεικονίζει το σχήμα 23.

Σαν συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι, όποια και να είναι η φύση του θορύβου, η παρουσία του αλλοιώνει το σήμα, επομένως κανένα κανάλι δεν είναι τέλειο.



Σχήμα 23 : Θόρυβος ώθησης

Παραμόρφωση φάσης (Group Delay)

Ένα σήμα όταν μεταφέρεται από τον πομπό στο δέκτη απαιτεί κάποιο χρόνο, δηλαδή δεν φτάνει ακαριαία. Το πρόβλημα δημιουργείται όταν η καθυστέρηση αυτή είναι διαφορετική για τις διάφορες συχνότητες του σήματος. Δηλαδή άλλες συχνότητες φθάνουν νωρίτερα και άλλες αργότερα, με αποτέλεσμα την παραμόρφωση του σήματος στην έξοδο της γραμμής. Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται παραμόρφωση φάσης (γνωστή και ως group

delay).

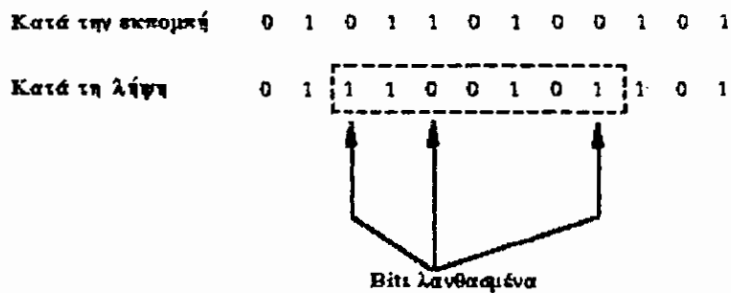
3.3.2 Επεξεργασία των σφαλμάτων

Εξαιτίας των διαφόρων ανωμαλιών που αναφέραμε προηγουμένως, κάθε μετάδοση δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ατελής. Είναι σημαντικό λοιπόν να ταξινομήσουμε, να αξιολογήσουμε αυτά τα λάθη, να τα εντοπίσουμε και ενδεχομένως να τα διορθώσουμε.

Είδη σφαλμάτων

Σε μια μετάδοση δεδομένων τα σφάλματα (errors) που δημιουργούνται μπορεί να είναι είτε μεμονωμένα / ανεξάρτητα είτε υπό μορφή δέσμης. Καλούμε μεμονωμένα / ανεξάρτητα τα σφάλματα (errors) εκείνα τα οποία, οπουδήποτε και αν βρίσκονται μέσα στην πληροφορία δεν την επηρεάζουν. Π.χ ένα λανθασμένο bit στην θέση i ενός δεδομένου μηνύματος, δεν επηρεάζει όλο το μήνυμα.

Πρακτικά όμως τα σφάλματα (errors) που εντοπίζονται σε μια μετάδοση δεδομένων είναι συνήθως συγκεντρωμένα σε δέσμη, (σχήμα 24).



Σχήμα 24 : Σφάλματα

Το ποσοστό σφαλμάτων (errors) σε μία μετάδοση δεδομένων, είναι η αναλογία των λανθασμένων bits που ελήφθησαν ως προς το συνολικό αριθμό των bits. Σε μια τηλεφωνική σύνδεση, είναι συνήθως της τάξεως των 10^{-6} .

Εντοπισμός και διόρθωση σφαλμάτων

Αν μια τιμή της τάξεως των 10^{-6} είναι ανεκτή στην τηλεφωνία, δεν είναι και στην περίπτωση μετάδοσης αριθμητικών πληροφοριών. Έτσι, προκύπτει η αναγκαιότητα να καθιερώσουμε μηχανισμούς που να επιτρέπουν, αν όχι να διορθώνουμε, τουλάχιστον να εντοπίζουμε τα σφάλματα. Οι πιο γνωστοί, από τους μηχανισμούς, είναι οι κώδικες ανίχνευσης και οι κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων.

Η ανίχνευση μπορεί να γίνει με ένα προειδοποιητικό σήμα που εκπέμπει ο αποκωδικοποιητής, που βρίσκεται στο απέναντι άκρο της γραμμής, αμέσως μόλις εντοπίσει το σφάλμα.

Όσο για τη διόρθωση, μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με αποκωδικοποιητή που διορθώνει αυτόματα κάποια από τα παραγόμενα σφάλματα, (μιλάμε τότε για άμεση διόρθωση σφαλμάτων) είτε με αναμετάδοση, όταν ο αποκωδικοποιητής δεν μπορεί να εντοπίσει τα λάθη.

Διόρθωση με Αναμετάδοση

Τρεις είναι οι τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων με αναμετάδοση.

✓ Τεχνική άμεσης αναγνώρισης (Stop and Wait - ARQ)

Για κάθε σύνολο χαρακτήρων που στέλνει ένας σταθμός προς έναν άλλο, περιμένει ένα ειδικό σήμα αναγνώρισης (ACK, Acknowledgement) από το σταθμό δέκτη. Το σήμα αναγνώρισης σημαίνει ότι ο σταθμός (Δέκτης) έλεγξε το block που έλαβε και τα δεδομένα βρέθηκαν σωστά. Στην περίπτωση που ο παραλήπτης ανιχνεύσει σφάλμα στέλνει σήμα αρνητικής αναγνώρισης (NAK, Negative Acknowledgement) και ο σταθμός επαναμεταδίδει το σύνολο των χαρακτήρων.

✓ Τεχνική Έμμεσης Αναγνώρισης (Go back N ARQ)

Σε αυτή τη μέθοδο ο σταθμός-πομπός στέλνει συνεχώς ομάδες χαρακτήρων χωρίς να περιμένει σήμα αναγνώρισης (ACK) από το σταθμό (Δέκτη) για κάθε ομάδα. Εάν όμως κατά τη μετάδοση

ανιχνεύθηκε σφάλμα, από τον σταθμό παραλήπτη τότε ο σταθμός πομπός επαναμεταδίδει όλες τις ομάδες από την ομάδα που εντοπίστηκε το σφάλμα έως και την τελευταία που έχει μεταδοθεί. Οι ομάδες των χαρακτήρων που επιτρέπεται να στείλει ένας σταθμός χωρίς να λάβει σήμα αναγνώρισης (ACK), εξαρτώνται από το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας και λέγεται μέγεθος παραθύρου. Μετά πρέπει υποχρεωτικά να περιμένει σήμα αναγνώρισης (ACK).

✓ Τεχνική Έμμεσης Αναγνώρισης με Επιλεκτική Αναμετάδοση

Σε αυτή τη μέθοδο ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως και στην Έμμεση Αναγνώριση, με τη διαφορά ότι το σήμα αρνητικής αναγνώρισης (NAK) του σταθμού παραλήπτη προκαλεί την επαναμετάδοση μόνο στην ομάδα των χαρακτήρων στην οποία αναφέρεται και όχι και όλων των υπόλοιπων ομάδων. Για παράδειγμα αναφέρουμε ότι : εάν ένας σταθμός (πομπός) έχει στείλει τις ομάδες 1, 2, 3 και λάβει NAK 1 επαναμεταδίδει μόνο την ομάδα 1 και συνεχίζει την μετάδοση από την ομάδα 4.

✓ Με αποκωδικοποιητή που διορθώνει αυτόματα

Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για άμεση διόρθωση σφαλμάτων. Στην αυτόματη διόρθωση σφαλμάτων ο σταθμός παραλήπτης όχι μόνο αναγνωρίζει αλλά και διορθώνει τα σφάλματα (errors) που συμβαίνουν κατά τη μετάδοση.

Οι κώδικες διόρθωσης είναι πολύ χρήσιμοι εκεί που η μετάδοση είναι μονής κατεύθυνσης (simplex) που ο σταθμός δέκτης δεν μπορεί να στείλει μήνυμα αρνητικής παραλαβής. Ένας δημοφιλής κώδικας είναι του Hamming που διορθώνει απλά σφάλματα με την προσθήκη bits ελέγχου.

Ανίχνευση σφαλμάτων

Οι βασικές τεχνικές ανίχνευσης σφαλμάτων είναι:

✓ *Ισοτιμίας (parity)*

Η τεχνική αυτή βασίζεται στην κατασκευή κωδικών ισοτιμίας, οι οποίοι διακρίνονται σε κώδικες άρτιας ισοτιμίας και σε κώδικες περιττής ισοτιμίας.

Οι κώδικες αυτοί σχηματίζονται με την επισύναψη σε κάθε χαρακτήρα που είναι σε δυαδική μορφή ενός δυαδικού ψηφίου, η τιμή του οποίου εξαρτάται από το πλήθος των δυαδικών ψηφίων που έχουν τιμή 1.

Όταν θέλουμε το πλήθος των ψηφίων με τιμή 1 να είναι περιττός αριθμός έχουμε περιττή ισοτιμία. Αντίστοιχα όταν θέλουμε το πλήθος των ψηφίων 1 να είναι άρτιος αριθμός έχουμε άρτια ισοτιμία. Για παράδειγμα, έστω ο χαρακτήρας G, ο οποίος στον κώδικα ASCII έχει την δυαδική αναπαράσταση 10001111,

για άρτια ισοτιμία έχουμε το G = 10001110 (4 άσσοι)

για περιττή ισοτιμία έχουμε το G = 10001111 (5 άσσοι)

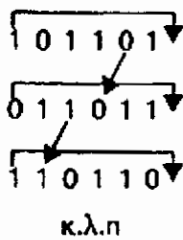
Το bit της ισοτιμίας προστίθεται από τον πομπό. Αν κάποιο bit κατά την μεταφορά της πληροφορίας αλλάξει (από 0 σε 1 ή από 1 σε 0) τότε η ισοτιμία θα χαλάσει και από τον σταθμό δέκτη θα αναγνωριστεί το σφάλμα.

Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν αναγνωρίζει τα λάθη όταν αυτά συμβούν κατά ζεύγη (π.χ όταν 2 άσσοι γίνουν μηδέν)

Πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η απλότητα του αλγόριθμου για την δημιουργία και τον έλεγχο της ισοτιμίας. Σήμερα η μέθοδος αυτή αντικαθίσταται από αποτελεσματικότερες μεθόδους όπως των πολυωνυμικών κωδίκων.

✓ Μέθοδος Πλεονεσματικού Ελέγχου (CRC)

Ο έλεγχος της μεταδιδόμενης πληροφορίας μπορεί να γίνει αποτελεσματικότερα με τη χρήση της μεθόδου Κυκλικού Πλεονεσματικού Ελέγχου CRC - Cyclic Redundancy Check. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται οι Κυκλικοί Κώδικες Ελέγχου, δηλαδή κώδικες που οι κωδικές λέξεις τους είναι μεταξύ τους "κυκλικά μετατοπισμένες". Η έννοια της κυκλικής μετατόπισης δείχνεται στο διπλανό σχήμα.



Όπως είναι φανερό κάθε κωδική λέξη μπορεί να γραφτεί σαν ένα

πολυώνυμο. Για παράδειγμα η κωδική λέξη 110110 γράφεται:

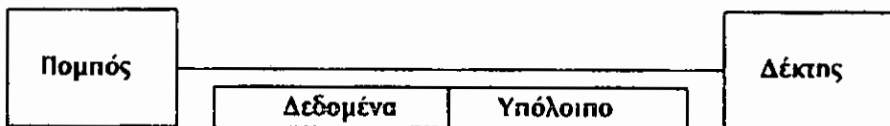
$$G(X) = 1 \cdot X^5 + 1 \cdot X^4 + 0 \cdot X^3 + 1 \cdot X^2 + 1 \cdot X + 0 = X^5 + X^4 + X^2 + X$$

Άρα αντί για πράξεις πάνω σε κωδικές λέξεις μπορούμε να κάνουμε πράξεις στα αντίστοιχα πολυώνυμα. Επίσης μπορούμε να διαλέξουμε ένα πολυώνυμο γεννήτρια έτσι ώστε όλες οι κωδικές λέξεις να εκφράζονται σαν γινόμενο του πολυωνύμου γεννήτριας επί κάποιο άλλο πολυώνυμο.

✓ Μέθοδος ελέγχου

Η μέθοδος ελέγχου μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

1. Πριν τη μετάδοση η πληροφορία χωρίζεται σε block από bits.
2. Κάθε block, δηλαδή ομάδα από bits, διαιρείται με ένα προκαθορισμένο πολυώνυμο.
3. Στέλνονται block πληροφορίας και υπόλοιπο της διαίρεσης στον αποδέκτη.
4. Ο αποδέκτης διαιρεί το block της πληροφορίας με το ίδιο προκαθορισμένο πολυώνυμο και εξετάζει αν το υπόλοιπο της διαίρεσης που υπολόγισε συμπίπτει με το υπόλοιπο που του έστειλε ο πομπός. Η όλη διαδικασία φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



$$\frac{\text{Δεδομένα}}{\text{πολυώνυμο}} = \text{πηλίκο} + \text{υπόλοιπο}$$

$$\frac{\text{Λαμβανόμενα Δεδομένα}}{\text{πολυώνυμο}} = \text{πηλίκο} + \text{υπολογισθέν υπόλοιπο}$$

Σχήμα 25: Μέθοδος πλεονασματικού ελέγχου

Είναι υπόλοιπο ίσο με υπολογισθέν.

Κεφάλαιο 4

Συμπύεση δεδομένων

Αν δεν υπήρχε η τεχνολογία της συμπύεσης δεδομένων πολλά πράγματα θα ήταν διαφορετικά στον κόσμο των υπολογιστών και του Internet. Οι σκληροί μας δίσκοι θα γέμιζαν πριν προλάβουμε να το καταλάβουμε. Το πρόβλημα δεν θα ήταν τόσο στα κείμενα ή τα προγράμματά μας, αλλά στις εικόνες. Το βασικότερο περιφερειακό ενός υπολογιστή είναι η οθόνη. Μέχρι και το πληκτρολόγιο, που λει ο λόγος, μπορεί να λείπει, όχι όμως η οθόνη.

Για να απεικονίσει πράγματα στην οθόνη το λειτουργικό σύστημα την αντιμετωπίζει σαν ψηφιδωτό: χωρίζει την επιφάνειά της σε γραμμές και κάθε γραμμή την μοιράζει σε «ψηφίδες» που ονομάζονται pixel (από τις λέξεις picture element). Κάθε pixel ορίζεται από πληροφορίες για το χρώμα του και τη φωτεινότητά του. Σε ένα σύγχρονο σύστημα, για καθ' ένα από τα βασικά χρώματα (κόκκινο, πράσινο, μπλε) αφιερώνεται από ένα byte (ένας αριθμός από 0-255), και καθώς το byte έχει 8bit, λέμε ότι έχουμε χρώμα (3X8=) 24bit. Ο αριθμός των bit χρώματος λέγεται και βάθος χρώματος. Ο συνολικός αριθμός χρωμάτων που μπορούν να απεικονιστούν στην οθόνη μας είναι συνάρτηση του βάθους χρώματος.

Όταν χρησιμοποιούμε τον υπολογιστή για να δούμε μια εικόνα (ένα σχέδιο, μια φωτογραφία κλπ.) η εικόνα αυτή τοποθετείται από το σύστημα στο «ψηφιδωτό» της οθόνης σαν ένα ένθετο ψηφιδωτό και αυτό με συγκεκριμένες διαστάσεις σε pixel (πχ 768x576), και με συγκεκριμένο βάθος χρώματος. Μια τέτοια εικόνα - ψηφιδωτό ονομάζεται ψηφιογραφική (bitmap), ενώ άλλα είδη εικόνας είναι οι ανυσματικές, τα μεταρχεία κλπ. Πάντως ανεξάρτητα από τον τύπο της εικόνας πριν την απεικόνισή της, ότι φτάνει στην οθόνη είναι ψηφιογραφικό.

Το κακό με τα αρχεία που περιέχουν εικόνες είναι το μέγεθός τους. Για μια εικόνα 768X576 pixel, με 3 bytes ανά pixel για τις πληροφορίες χρώματος, έχουμε αμέσως αμέσως 1.327.104 byte, το αρχείο μας, δηλαδή θα έχει μέγεθος 1,26Mbyte. Μεγαλύτερες διαστάσεις εικόνας συνεπάγονται και μεγαλύτερα αρχεία.

Το μόνο που μπορούμε να κάνουμε για να γλιτώσουμε από το γιγαντισμό των «εικαστικών» δεδομένων είναι να τα συμπιέσουμε. Η συμπίεση δεδομένων είναι κλάδος της πληροφορικής με εφαρμογές που δεν περιορίζονται στα δεδομένα εικόνας, ακίνητης και κινούμενης. Η όλη ιδέα είναι να χρησιμοποιήσουμε μια σειρά δεδομένων για να περιγράψουμε μια άλλη, μεγαλύτερη σε μέγεθος, σειρά δεδομένων. Η συμπίεση περιλαμβάνει ένα πρώτο στάδιο «κωδικοποίησης» των δεδομένων μας, ενώ για να μπορέσουμε να τα ξαναχρησιμοποιήσουμε, χρειάζεται να τα «αποσυμπιέσουμε», να αναπαράγουμε δηλαδή τα αρχικά δεδομένα περνώντας από ένα στάδιο «αποκωδικοποίησης». Λέμε ότι πετύχαμε συμπίεση 2 προς 1 όταν καταφέρουμε να μειώσουμε το μέγεθος των δεδομένων μας στο μισό.

Για την πραγματοποίηση της διαδικασίας αυτής υπάρχουν πολλές διαφορετικές μεθοδολογίες, με διαφορετικές επιδόσεις και απαιτήσεις η καθεμία. Στα αρχεία εικόνας που φτιάχνουμε στον υπολογιστή μας ή βρίσκουμε στο Internet χρησιμοποιείται κάθε φορά μία από αυτές.

4.1 Ασυμπιέστα ψηφιογραφικά αρχεία

Με τον όρο ακίνητη εικόνα εννοούμε οποιαδήποτε φωτογραφία, γραφικό ή σκίτσο μπορούμε να δούμε στην οθόνη του υπολογιστή. Ο πιο συνηθισμένος τύπος αρχείων για τέτοιου είδους υλικό είναι τα αρχεία bitmap (ψηφιογραφικά). Πρόκειται για αρχεία που στα Windows έχουν κατάληξη BMP. Στα αρχεία BMP τα δεδομένα δεν έχουν υποστεί καμία συμπίεση. Μια εικόνα 768x576 με βάθος χρώματος 24bit έχει πράγματι μέγεθος 1,26Mbyte. Τέτοια αρχεία δημιουργεί το πρόγραμμα ζωγραφικής

των Windows, το PaintBrush.

4.2 Συμπίεση RLE

Μια πρώτη λύση στο πρόβλημα του μεγέθους προσφέρει η συμπίεση RLE (Run Length Encoding). Η ιδέα είναι σχετικώς απλή και έγκειται στην αποφυγή της επανάληψης των πληροφοριών χρώματος για σειρές pixel που έχουν το ίδιο χρώμα, και την αντικατάστασή τους από ένα δείκτη που λει κεί σαν «τα επόμενα 35pixel είναι μαύρα». Κατά την αποκωδικοποίηση το πρόγραμμα αναδημιουργεί τα αρχικά pixel ακολουθώντας τις οδηγίες που προσφέρουν αυτοί οι δείκτες. Αν η εικόνα μας είναι σκίτσο ή σχέδιο με τη συμπίεση RLE μπορούμε να πάρουμε θεαματικά αποτελέσματα, όχι όμως και στην περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με φωτογραφία, όπου καμιά φορά η συμπίεση RLE μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε αύξηση του μεγέθους του αρχείου.

Ο συνηθέστερος τύπος αρχείων εικόνας με συμπίεση RLE είναι τα αρχεία PCX, κάποτε πολύ διαδεδομένα αλλά σήμερα μάλλον σπάνια, αλλά συναντάται και σε αρχεία BMP ή TIFF. Η συμπίεση RLE πάντως μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε είδους δεδομένα, αρκεί να εμφανίζουν κάποια επαναληπτικότητα.

4.3 Συμπίεση LZW

Ο άλλος πολύ συνηθισμένος αλγόριθμος συμπίεσης είναι η συμπίεση LZW (από τα ονόματα των Lempel Ziv και Welch που τον επινόησαν). Στα αρχεία εικόνας τον συναντάμε κυρίως στα αρχεία GIF αλλά και σε TIFF κλπ.

Διαβάζοντας τα αρχικά δεδομένα ο αλγόριθμος LZW δημιουργεί

ένα «γλωσσάρι» με ολοένα και πιο περίπλοκες σειρές δεδομένων, τις οποίες αντικαθιστά με έναν κωδικό. Καταγράφει την αλληλουχία κωδικών και στο τέλος συμπεριλαμβάνει και το γλωσσάρι. Για την αποσυμπίεση διαβάζει το γλωσσάρι και αντικαθιστά τους κωδικούς των συμπιεσμένων δεδομένων που συναντά με τις αρχικές ασυμπίεστες σειρές δεδομένων. Ο αλγόριθμος LZW μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε είδος δεδομένων που παρουσιάζει κάποια κανονικότητα.

4.4 Συμπίεση Huffman

Ο αλγόριθμος συμπίεσης Huffman είναι επινόηση του David Huffman το 1952 και χρησιμοποιείται σε σειρές δεδομένων που έχουν συγκεκριμένη στατιστική κατανομή, (πχ. σε αρχεία κειμένου) καθώς και σε μερικές ειδικές περιπτώσεις αρχείων εικόνας χωρίς πληροφορίες χρώματος (σαρωμένες σελίδες κειμένου ή αρχεία φασ). Τέτοια δεδομένα χαρακτηρίζονται δεδομένα χαμηλής εντροπίας, δηλαδή χαμηλής αταξίας ή μεγάλης τάξης.

Βασίζεται στη δημιουργία ενός «δέντρου» δεδομένων σύμφωνα με έναν πίνακα στατιστικής κατανομής ο οποίος είτε υπάρχει εκ των προτέρων, είτε δημιουργείται από τον αλγόριθμο διατρέχοντας μια φορά τα δεδομένα πριν από την ίδια την κωδικοποίηση. Το δέντρο Huffman έχει κλαδιά και παρακλάδια. Τα ίδια τα δεδομένα βρίσκονται στα «φύλλα» του δέντρου. Απλώς τα δεδομένα που συναντιούνται πιο συχνά βρίσκονται σε κλαδιά πιο κοντά στη «ρίζα». Η κωδικοποίηση έγκειται στην περιγραφή της θέσης των δεδομένων στο δέντρο με τη βοήθεια 0 και 1, αρχίζοντας πάντα από τη ρίζα. Η συμπίεση επιτυγχάνεται επειδή ο αριθμός των bit που απαιτούνται για την περιγραφή της θέσης των συχνών δεδομένων είναι πολύ μικρός.

4.5 Συμπύεση JPEG

Οι αλγόριθμοι που είδαμε μέχρι τώρα μπόρεσαν, κατά τα πρώτα χρόνια της διάδοσης των υπολογιστών, να ικανοποιήσουν τους περισσότερους χρήστες. Τα αρχεία γραφικών και σκίτσων συμπιεσμένα με RLE είχαν πολύ μικρότερο μέγεθος από τα ασυμπιεστά, ενώ εξίσου μεγάλους λόγους συμπίεσης έδινε η κωδικοποίηση Huffman σε εικόνες που έχουν μόνο δύο χρώματα (μαύρο / άσπρο). Όμως αν η εικόνα μας έχει πολλές λεπτομέρειες και χιλιάδες διαφορετικές χρωματικές διαβαθμίσεις, αν έχουμε, ας πούμε, μια φωτογραφία, οι αλγόριθμοι αυτοί δεν αποδίδουν καθόλου. Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ίσως τον αλγόριθμο LZW αλλά τα αποτελέσματα κατ' ουδένα τρόπο δεν θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν θεαματικά. Για παράδειγμα μια μείωση όγκου της τάξης του 50% (2 προς 1) δεν λει και πολλά όταν μια εικόνα έχει μέγεθος που ξεπερνά το 1MB. Πόσο μάλλον αν συνυπολογίσει κανείς τον χρόνο που θα χρειαστεί για τη μεταφορά της σε κάποιον άλλο υπολογιστή. Όλα αυτά τα χρώματα, τα όμορφα γραφικά και οι φωτογραφίες χρειάζονται χρόνο για να μεταφερθούν. Το Internet θα ήταν εντελώς διαφορετικό σήμερα (και πολύ λιγότερο όμορφο) αν δεν είχε επινοηθεί η κωδικοποίηση JPEG. Τα αρχικά βγαίνουν από τις λέξεις Joint Photographic Expert Group. Η ομάδα αυτή εταιρειών και επαγγελματιών σχεδίασε στα τέλη της περασμένης δεκαετίας τον αλγόριθμο JPEG με στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συμπίεση αρχείων εικόνων με περιεχόμενο φωτογραφικού τύπου (φωτοσκιάσεις, λεπτομέρειες, ποικιλία χρωμάτων). Πρόκειται για έναν απωλεστικό αλγόριθμο συμπίεσης (lossy compression) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε εικόνες (για μια περιγραφή του). Ο αλγόριθμος είναι ιδιαίτερα περίπλοκος και απαιτεί μεγάλη υπολογιστική ισχύ. τα πρώτα χρόνια, μάλιστα, ο κόσμος απέφευγε τα αρχεία JPEG γιατί χρειαζόταν πολλή ώρα για να τα «ανοίξει» (να τα αποσυμπιέσει). Σήμερα αυτό έχει πάψει να αποτελεί πρόβλημα και τα αρχεία JPEG είναι ένα πολύ συνηθισμένο φορμάτ αρχείων εικόνας, που γνωρίζει ακόμα μεγαλύτερη διάδοση λόγω Internet.

Πολλοί πιστεύουν ότι η ποιότητα μιας εικόνας JPEG είναι εν γένει υποδεέστερη της ποιότητας άλλων φορμάτ αλλά αν η συμπίεση έχει γίνει με προσοχή αυτό δεν αληθεύει. Επιπλέον, η ίδια μεθοδολογία συμπίεσης JPEG, για την οποία γράφουμε ξεχωριστά, έχει το παράδοξο αποτέλεσμα όσο μεγαλύτερη είναι η αρχική ασυμπίεστη εικόνα, τόσο μεγαλύτερους λόγους συμπίεσης μπορούμε να λάβουμε χωρίς ορατή υποβάθμιση της ποιότητας. Υπάρχουν δυο κατηγορίες αλγορίθμων συμπίεσης, οι απωλεστικοί και οι μη απωλεστικοί. Χαρακτηρίζονται έτσι από το αν τα δεδομένα που παίρνουμε μετά την αποσυμπίεση είναι ίδια με αυτά που είχαμε πριν τη συμπίεση. Οι μη απωλεστικοί αλγόριθμοι δεν τα επηρεάζουν καθόλου, γι' αυτό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιονδήποτε τύπο δεδομένων. Μη απωλεστική συμπίεση είναι η συμπίεση RLE, Huffman και LZW. Απωλεστική είναι η συμπίεση JPEG.

Σε όσα είπαμε μέχρι τώρα, αναφερθήκαμε αποκλειστικά στις τεχνολογίες συμπίεσης που χρησιμοποιούνται στην ακίνητη εικόνα. Το πρόβλημα του γιγαντισμού των δεδομένων είναι ακόμα εντονότερο στην περίπτωση κινούμενης εικόνας. Η ψευδαίσθηση της κίνησης παράγεται από τη γρήγορη εναλλαγή ακίνητων εικόνων, άρα ο όγκος είναι υπερπολλαπλάσιος.

4.6 Υποδειγματοληψία: RGB προς YUV

Για να παραχθεί χρώμα στην οθόνη ενός υπολογιστή χρησιμοποιείται το λεγόμενο προσθετικό χρωματικό μοντέλο, κατά το οποίο κάθε απόχρωση είναι άθροισμα ποσοστών των τριών βασικών χρωμάτων, κόκκινου, πράσινου και μπλε γι' αυτό και το μοντέλο ονομάζεται RGB. Σε κάθε βασικό χρώμα αφιερώνεται ένα byte (ένας αριθμός από 0 έως 255). Το λευκό εκπροσωπείται από 255 στο κόκκινο, 255 στο πράσινο και 255 στο μπλε.

Το ανθρώπινο μάτι δεν είναι εξίσου ευαίσθητο στα τρία βασικά χρώματα. Για να δει λευκό χρειάζεται ένα συνδυασμό 30% κόκκινο, 60% πράσινο και 10% μπλε. Αυτά τα ποσοστά δίνουν τα

πυροβόλα ηλεκτρονίων σε μια οθόνη υπολογιστή για να παράγουν το λευκό χρώμα, έστω και αν ο υπολογιστής «πιστεύει» ότι το λευκό παράγεται με ποσοστό 100% για καθένα από τα βασικά χρώματα. Με άλλα λόγια ο υπολογιστής είναι «αντικειμενικός», ενώ η οθόνη λαμβάνει υπόψη της την «υποκειμενικότητα» του ανθρώπινου ματιού.

Την υποκειμενικότητα αυτή την λαμβάνουν υπόψη και οι τεχνολογίες έγχρωμης τηλεόρασης (PAL, SECAM, NTSC), προβλέποντας ότι στο τηλεοπτικό σήμα θα περιέχεται διαφορετικό ποσοστό πληροφοριών για κάθε χρώμα, ανάλογα με τη σημαντικότητά του για το ανθρώπινο μάτι. Στο σύστημα PAL συγκεκριμένα χρησιμοποιείται το χρωματικό μοντέλο YUN. Η συνιστώσα Y (φωτεινότητα ή luminance) είναι ένα ζυγισμένο άθροισμα των τριών βασικών χρωμάτων που αντιστοιχεί σε μια ασπρόμαυρη εκδοχή της εικόνας. Συγκεκριμένα το Y ορίζεται ως $Y = 29,9\%R + 58,7\%G + 11,4\%B$. Οι πληροφορίες χρώματος (chrominance) περιέχονται σε δύο συνιστώσες U και V που αντιστοιχούν στη διαφορά του μπλε και του κόκκινου από το λεγόμενο «λευκό αναφοράς» ($U = B - Y$, $V = R - Y$). Στις δύο αυτές συνιστώσες αφιερώνεται μικρότερο εύρος φάσματος από ότι στη φωτεινότητα, το δε πράσινο προκύπτει από το συνδυασμό των τριών συνιστωσών.

Το ψηφιακό video συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές CCIR601, οι οποίες στηρίζονται στο μοντέλο YUV. Αντίστοιχα με το YUV οι προδιαγραφές CCIR601 επιτρέπουν την εξοικονόμηση χώρου αφιερώνοντας περισσότερα bit για τις πληροφορίες Y (φωτεινότητας) από όσα αφιερώνονται στις πληροφορίες U και V. Μια ιδιαίτερη περίπτωση των προδιαγραφών CCIR601 είναι το χρωματικό μοντέλο YCbCr, το οποίο χρησιμοποιείται στα αρχεία JPEG (και MPEG). Η ιδέα είναι η ίδια, δηλαδή το μεγαλύτερο κομμάτι των δεδομένων αφιερώνεται στις πιο σημαντικές για το ανθρώπινο μάτι πληροφορίες φωτεινότητας, ενώ για τις πληροφορίες χρώματος αφιερώνονται λιγότερα δεδομένα. Η μόνη του διαφορά από το YUV είναι στις αναλογίες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των συνιστωσών Cb και Cr.

Η διαδικασία της μετατροπής ενός αρχείου εικόνας RGB (ας πούμε bitmap) σε αρχείο JPEG περιλαμβάνει λοιπόν το πρώτο

στάδιο της λεγόμενης υποδειγματοληψίας (subsampling) κατά το οποίο το RGB μετατρέπεται σε YCbCr (μερικά προγράμματα το αναφέρουν ως YUV) . Ανάλογα με την ποσότητα δεδομένων που αφιερώνονται στις τρεις συνιστώσες του YCbCr έχουμε τις υποπεριπτώσεις (ή φορμάτ) 4:4:4, 4:2:2, και 4:2:0 (ή 4:1:1), τις οποίες είναι πολύ πιθανό ότι θα συναντήσετε στα προγράμματα που κάνουν τη μετατροπή σε JPEG . Εν πολλοίς αντικατοπτρίζουν τη σχέση του αριθμού δειγμάτων φωτεινότητας (Y) και των δειγμάτων χρώματος (Cb και Cr). Έτσι έχουμε μια πρώτη συμπίεση των δεδομένων μας με την υποδειγματοληψία.

4.7 Μετασχηματισμός DCT

Τώρα είμαστε έτοιμοι να περάσουμε στα δύσκολα. Το πρόγραμμα μετατροπής παίρνει την εικόνα, την μοιράζει σε τετράπλευρα 8X8 pixels, τα block, τόσα τετράπλευρα όσα χρειάζονται για να καλυφθεί ολόκληρη η επιφάνειά της. Στη συνέχεια παίρνει καθένα από τα τετράπλευρα αυτά και μετατρέπει καθεμία σειρά τιμών YCbCr των 8 pixels σε μια σειρά 8 άλλων τιμών με τη βοήθεια του λεγόμενου διακριτού συνημιτονικού μετασχηματισμού (DCT - Discrete Cosine Transform). Μετά παίρνει τη νέα μήτρα αριθμών που παρήχθη και εκτελεί τον ίδιο μετασχηματισμό κατά στήλες. Το αποτέλεσμα της διπλής αυτής επεξεργασίας (διδιάστατο DCT) είναι η αντικατάσταση της αρχικής μήτρας 8X8 από μια άλλη μήτρα πάλι 8X8 .

Γενικώς ο μετασχηματισμός DCT παίρνει μια σειρά τιμών και παράγει μια σειρά συντελεστών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσεγγιστική αναδημιουργία των αρχικών τιμών, με την αντίστροφη διαδικασία. Οι πιο σημαντικοί από τους συντελεστές αυτούς είναι οι πρώτοι, αλλά γενικώς όσους περισσότερους χρησιμοποιήσουμε τόσο καλύτερη προσέγγιση θα πάρουμε.

Επειδή ο μετασχηματισμός της μήτρας έγινε κατά σειρές και κατόπιν κατά στήλες, οι σημαντικοί συντελεστές βρίσκονται πια

στην πάνω αριστερή πλευρά της νέας μήτρας. Μπορούμε να αγνοήσουμε μερικούς ή περισσότερους από όσους βρίσκονται στην κάτω δεξιά πλευρά χωρίς να αλλοιωθούν ιδιαίτερα τα αρχικά μας δεδομένα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται κβαντισμός (quantization) και οδηγεί σε μια σημαντικότερη μείωση του όγκου των δεδομένων. Το ποσοστό της μείωσης είναι ανάλογο με το ποσοστό των συντελεστών DCT που θα αγνοήσουμε και είναι κάτι που το αποφασίζουμε εμμέσως, όταν λέμε στο πρόγραμμα τι βαθμό συμπίεσης θέλουμε να έχει το αρχείο μας. Η συμπίεση JPEG ονομάζεται απωλεστική, επειδή χάνουμε πληροφορία αγνοώντας κάποιους συντελεστές. Η πληροφορία που χάνεται δεν είναι σημαντική, όμως, κι έτσι, όταν το αντικείμενό μας είναι εικόνα, η απώλεια ενδέχεται να μην είναι καν ορατή.

4.8 Εντροπιακή κωδικοποίηση

Η διαδικασία δεν σταματά εδώ. Η μήτρα συντελεστών 8X8 μετατρέπεται σε μια καινούργια μήτρα 1X64, παίρνοντας Ζικ Ζακ τα στοιχεία της από την πάνω αριστερή προς την κάτω δεξιά γωνία. Πάλι τα πιο σημαντικά στοιχεία είναι τα πρώτα, ενώ επειδή έχουμε αγνοήσει κάποιους συντελεστές, το πιθανότερο είναι ότι προς το τέλος η νέα μήτρα θα έχει πολλά συνεχόμενα μηδενικά. Έτσι έχει νόημα να τη συμπίεσουμε κατά RLE .

Το αποτέλεσμα προκύπτει να έχει μια συγκεκριμένη στατιστική κατανομή (κάποιες τιμές είναι συχνότερες από άλλες). Όταν μια σειρά τιμών έχει συγκεκριμένη κατανομή λέμε ότι έχει χαμηλή εντροπία (αταξία). Ας μειώσουμε την τάξη τους, λοιπόν (ή ισοδύναμα: ας αυξήσουμε την εντροπία της). Συμπιέζοντας εκ νέου χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Huffman, ο οποίος έχει φτιαχτεί ειδικά για δεδομένα που έχουν μικρή αταξία. Η φάση αυτή αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως εντροπιακή κωδικοποίηση entropy coding.

Το συνδυασμένο αποτέλεσμα όλων αυτών των εργασιών είναι ένα αρχείο με μέγεθος πολύ μικρότερο από το αρχικό. Τυπικώς ένα

αρχείο JPEG έχει θαυμάσια ποιότητα ακόμα και σε συμπίεση 10:1 ή και 15:1. Σε μεγαλύτερο ποσοστό συμπίεσης αρχίζουν και εμφανίζονται τα λεγόμενα «τεχνουργήματα» (artifact) τα οποία είναι ιδιαίτερα εμφανή σε περιοχές της εικόνας που έχουν απαλές χρωματικές διαβαθμίσεις. Στην περίπτωση εκείνη αρχίζουν και διακρίνονται τα τετράπλευρα στα οποία μοιράστηκε η εικόνα κατά τη διαδικασία της συμπίεσης.

Το ενδιαφέρον είναι ότι αν η αρχική μας εικόνα είναι πολύ μεγάλων διαστάσεων, τα τετράπλευρα 8X8 έχουν πολύ μικρό σχετικά μέγεθος και έτσι μπορούμε να ζητήσουμε ακόμα μεγαλύτερους λόγους συμπίεσης χωρίς να μας ενοχλούν τα «τεχνουργήματα», καθώς θα χάνονται στη συνολική εικόνα.

Οι προδιαγραφές JPEG προβλέπουν την ύπαρξη τεσσάρων ιδιαίτερων τύπων αρχείου JPEG. Εκτός από το βασικό, που εν περιλήψει περιγράψαμε, υπάρχουν τα (αρκετά σπάνια) μη απωλεστικά αρχεία JPEG (lossless JPEG), στα οποία χρησιμοποιείται μια παραλλαγή του DCT, τα αρχεία JPEG προοδευτικής απεικόνισης (ανοίγοντας ένα τέτοιο αρχείο βλέπουμε μια πρώτη εκδοχή της εικόνας σε χαμηλή ποιότητα που σιγά σιγά βελτιώνεται), και τα «ιεραρχικά» αρχεία JPEG (που επιτρέπουν την εξίσου καλή απεικόνιση σε οθόνες με διάφορες αναλύσεις). Η ψευδαίσθηση της κίνησης στον κινηματογράφο, την τηλεόραση, ακόμα και στην οθόνη του υπολογιστή μας δημιουργείται με τη γρήγορη εναλλαγή ακίνητων εικόνων. Στον κινηματογράφο έχουμε 24 εικόνες (ή καρτέ) ανά δευτερόλεπτο, στο τηλεοπτικό σύστημα PAL χρησιμοποιούνται 25 καρτέ, ενώ στην Αμερική, με το NTSC, κάθε δευτερόλεπτο έχει 30 καρτέ. Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις τα νούμερα προέκυψαν από τη συχνότητα του δικτύου παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (50 και 60Hz αντίστοιχα) παρά από τη διάθεση για κάποια καλύτερευση του αποτελέσματος. Αν λοιπόν θέλουμε να δούμε κινούμενη εικόνα στην οθόνη του υπολογιστή, έχουμε να κάνουμε με τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Για ένα δευτερόλεπτο κινούμενης εικόνας διαστάσεων 768 X 576, με βάθος χρώματος 3byte (24bit), στα 25 καρτέ, χρειαζόμαστε ούτε λίγο ούτε πολύ 31,6 ολόκληρα Mbyte - δηλαδή για ένα λεπτό 1,85Gbyte!

Όμως στην περίπτωση της κινούμενης εικόνας (κινούμενα σχέδια, ψηφιακό βίντεο κλπ.) τα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν,

έχουν πολλές συνιστώσες.

Δεν είναι μόνο ο καθόλου ευκαταφρόνητος χώρος που θα καταλάβει το αρχείο στο δίσκο. Σημαντικό ρόλο παίζει η ταχύτητα του δίσκου (πόσο γρήγορα μπορεί να αντεπεξέλθει στις αυξημένες απαιτήσεις διαμεταγωγής των δεδομένων για την κάθε εικόνα), τα χαρακτηριστικά των διαύλων του συστήματος (πόσο γρήγορα μπορούν να μεταφερθούν τα δεδομένα από το δίσκο στη μνήμη, και από τη μνήμη στον επεξεργαστή), η ταχύτητα του επεξεργαστή (πόσο γρήγορα μπορεί να αποκωδικοποιήσει τις εικόνες) και η ταχύτητα του υποσυστήματος εικόνας (πόσο γρήγορα μπορεί να στείλει τα οπτικά δεδομένα στην οθόνη). Και δεν είναι μόνο αυτά. Η κινούμενη εικόνα συνοδεύεται πολύ συχνά από ήχο. Ο υπολογιστής θα πρέπει ταυτόχρονα με όλα τα υπόλοιπα να αποκωδικοποιήσει τα ηχητικά δεδομένα και να τα αποστείλει συγχρονισμένα με την εικόνα, στην κάρτα ήχου.

Παλαιότερα όλοι αυτοί οι παράγοντες ήταν απαγορευτικοί. Ψηφιακό βίντεο μπορούσαν να απεικονίσουν μόνο τα συστήματα εκείνα που είχαν ειδικό hardware επιτάχυνσης. Το πρώτο φως στην άκρη του «τούνελ» άρχισε να φαίνεται, όταν κυκλοφόρησε το Video for Windows από τη Microsoft και παράλληλα το QuickTime από την Apple. Πρόκειται για προγράμματα που επέτρεπαν την απεικόνιση ψηφιακής κινούμενης εικόνας στην οθόνη, χωρίς να απαιτείται ειδικός εξοπλισμός. Τα πρώτα κινούμενα «γραμματόσημα» (μικρά παραθυράκια μεγέθους όχι μεγαλύτερου από 160x120pixel) στην οθόνη των μέχρι τότε φτωχών και χλομών υπολογιστών ήταν γεγονός.

Οι δύο πιο συνηθισμένοι τύποι αρχείων κινούμενου βίντεο στους υπολογιστές σήμερα παραμένουν το Video for Windows και το QuickTime. Τα πρώτα έχουν κατάληξη avi και τα δεύτερα κατάληξη mov. Και στις δύο περιπτώσεις πρόκειται για γενικές προδιαγραφές που προσδιορίζουν το πώς θα απεικονίζεται η κινούμενη εικόνα στην οθόνη, τα «χειριστήρια» που έχει στη διάθεσή του ο χρήστης (κουμπί εκτέλεσης, παύσης, στοπ καρτέ, καρτέ καρτέ κλπ.). Τη μορφή των δεδομένων ήχου και εικόνας μέσα στο αρχείο την προσδιορίζει το συγκεκριμένο πρωτόκολλο κωδικοποίησης που έχει χρησιμοποιηθεί, το λεγόμενο codec (compressor / decompressor). Στο περιβάλλον των Windows πολλά codec εγκαθίστανται κατά την εγκατάσταση του

συστήματος, ενώ άλλα προστίθενται από τα διάφορα άλλα προγράμματα. Από τα πιο συνηθισμένα είναι το Video 1 και το RLE της Microsoft, το Cinepak της Radius, το Indeo video της Intel με τις διάφορες εκδοχές του (R3.1, R3.2, Interactive) κλπ. Η ύπαρξη ή μη ύπαρξη των codec αυτών στο σύστημα είναι και ο βασικός υπεύθυνος για τα μηνύματα λάθους που ενδέχεται να συναντήσετε προσπαθώντας να παίξετε κάποια αρχεία Video for Windows (avi) .

Όπως στο Video for Windows, έτσι και στο QuickTime η κωδικοποίηση των δεδομένων γίνεται με τη βοήθεια codec, από τα οποία τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα είναι το Cinepak της Radius, το Animation (για κινούμενα σχέδια και ανιμασιόν) και το Component Video της Apple, το M-JPEG, το Indeo της Intel κλπ. Το QuickTime ήταν ένα πρόγραμμα πολύ μπροστά από την εποχή του και μάλιστα κάποια στιγμή Apple και Microsoft είχαν αντιπαρατεθεί δικαστικώς σχετικά με μερικές ευρεσιτεχνίες της πρώτης στο QuickTime που η Microsoft αντέγραψε στο Video for Windows (η Microsoft έχασε). Το Φεβρουάριο που μας πέρασε το QuickTime ανέβασε πολύ τις μετοχές του, καθώς κάποιες τεχνολογίες του επιλέχθηκαν από την επιτροπή τυποποίησης ISO ως βάση για το νέο στάνταρτ συμπίεσης MPEG-4.

Προτού δούμε τα συνηθέστερα codec με μια ματιά, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι πρόκειται για προϊόντα εταιρειών και όχι για διεθνή στάνταρτ. Άλλο πράγμα είναι, δηλαδή, το Indeo της Intel και άλλο πράγμα το MPEG-2. Έτσι πολλά από αυτά δεν είναι παρά διαφορετικές υλοποιήσεις μιας ίδιας τεχνολογίας .

4.9 Microsoft Video.1 και RLE

Τα δύο αυτά codec της Microsoft μας έδωσαν την ευκαιρία τις παλιές καλές εποχές των 386 και των 486 να παρακολουθήσουμε κλιπάκια ψηφιακού βίντεο στον υπολογιστή μας. Η ποιότητα που προσέφεραν αντικατόπτριζε τις δυνατότητες των τότε υπολογιστών: μικρά παραθυράκια, λίγα καρέ ανά

δευτερόλεπτο κλπ. Το Video 1 παραμένει στάνταρτ στην πλατφόρμα των Windows αλλά το RLE προσφέρει ποιότητα όχι αποδεκτή για φυσιολογικά πλάνα κινούμενης εικόνας.

4.10 Cinepak

Το Cinepak είναι μια αρκετά γρήγορη τεχνολογία ψηφιακού βίντεο που χρησιμοποιεί το λεγόμενο ανυσματικό κβαντισμό (vector quantization). Ο αλγόριθμος αυτός προσπαθεί να εντοπίσει αλληλουχίες συναφών δεδομένων στην εικόνα (πχ. στο πράσινο ενός δάσους ή το γαλάζιο του ουρανού) και να τις περιγράψει με ένα λιγότερο ή περισσότερο προσεγγιστικό άνυσμα τιμών. Το Cinepak είναι ένα από τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα codec στα αρχεία QuickTime και Video for Windows και είναι βελτιστοποιημένο για εφαρμογές ψηφιακού βίντεο μικρής ανάλυσης.

4.11 Indeo video 3.2 και Indeo video Interactive

Στην τεχνολογία Indeo 3.2 της Intel χρησιμοποιείται επίσης ο ανυσματικός κβαντισμός και αποδίδει καλύτερα σε ψηφιακό βίντεο μικρής ανάλυσης και ρυθμού δεδομένων. Συναντάται πολύ συχνότερα σε αρχεία Video for Windows ή QuickTime for Windows, και όχι τόσο συχνά την πλατφόρμα του Mac. Οι καινούργιες εκδόσεις του codec Indeo video Interactive (R4.3 και R5) είναι μια εντελώς διαφορετική τεχνολογία: χρησιμοποιεί την κωδικοποίηση wavelet και προσφέρει πολύ μεγαλύτερες αναλύσεις και υψηλή ποιότητα εικόνας.

4.12 Η οικογένεια MPEG

Τα Video for Windows και QuickTime προσφέρουν μια πρώτη γεύση της ψηφιακής κινούμενης εικόνας στον υπολογιστή, όμως το θέμα του ψηφιακού βίντεο και των πρωτοκόλλων συμπίεσης είναι αρκετά γενικότερο και ξεφεύγει από τα στενά πλαίσια των προσωπικών υπολογιστών. Παραδείγματα εφαρμογών ψηφιακού βίντεο που δεν απαιτούν την ύπαρξη PC είναι η τεχνολογία των ψηφιακών εικονοτηλεφώνων, η ψηφιακή τηλεόραση δορυφορική και μη, οι δίσκοι DVD κλπ. Στις τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται διάφορα πρωτόκολλα συμπίεσης, από τα οποία το σημαντικότερο, αυτό στο οποίο φαίνεται ότι θα βασίζονται στο μέλλον όλες οι εφαρμογές ψηφιακού βίντεο, σε υπολογιστή και εκτός, είναι το MPEG. Το MPEG και οι εκδοχές του (MPEG-1, MPEG-2, και το επερχόμενο MPEG-4) στηρίζεται στη συμπίεση JPEG και έχει πολλά κοινά με τις προδιαγραφές ψηφιακού βίντεο H. 261. Τα αρχικά MPEG προέρχονται από τις λέξεις Moving Pictures Expert Group.

4.12.1 H.261

Οι προδιαγραφές H.261 σχεδιάστηκαν γύρω στα τέλη της δεκαετίας του '80 για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης με εικόνα μέσω γραμμών ISDN και / ή απλών τηλεφωνικών γραμμών (με τα λεγόμενα εικονοτηλέφωνα). Βασίζονται στην απλή σκέψη ότι σε ένα πλάνο κινούμενης εικόνας πολύ συχνά συμβαίνει το ένα καρέ να διαφέρει από το άλλο μόνο κατά κάποια λεπτομέρεια. Αν πάρουμε, ας πούμε, ένα πλάνο που δείχνει ένα πρόσωπο να μιλά μπροστά στην κάμερα, όπως τυπικώς συμβαίνει στις εφαρμογές τηλεδιάσκεψης με εικόνα, μεγάλο μέρος του φόντου μένει εντελώς απaráλλακτο καθ' όλη τη διάρκεια του πλάνου, το στόμα εμφανίζει την πιο έντονη κίνηση, ενώ και το ίδιο το κεφάλι

ενδέχεται να αλλάξει ελαφρά θέση. Έτσι οι προδιαγραφές H.261 προβλέπουν την ανά τακτά διαστήματα κωδικοποίηση ολόκληρης της εικόνας κατά JPEG και ενδιάμεσως μόνο των πληροφοριών εκείνων που έχουν αλλάξει. Τα πλήρη καρέ ονομάζονται Intra frame (I-frame), ενώ τα άλλα ονομάζονται προβλεπτικά (Predictive ή P-frames) και δημιουργούνται με βάση τις πληροφορίες της αμέσως προηγούμενης εικόνας (είτε I-frame, είτε P-frame).

4.12.2 MPEG-1

Οι προδιαγραφές H.261 δεν επαρκούν, όταν η εικόνα αλλάζει ταχέως, ή αν τα πράγματα που κινούνται μέσα σε αυτήν αποκαλύπτουν με την κίνησή τους άλλα αντικείμενα που βρίσκονταν από πίσω. Έτσι δημιουργήθηκαν οι προδιαγραφές MPEG-1, οι οποίες προβλέπουν την ύπαρξη τριών διαφορετικών τύπων καρέ. Εκτός των καρέ Intra (I-frames) που παραμένουν απλές εικόνες JPEG, και των προβλεπτικών καρέ (P-frames), υπάρχουν και τα προβλεπτικά καρέ διπλής κατευθύνσεως (Bidirectional Predictive ή B-frames).

Σε αυτά καταγράφονται, όπως στα καρέ P, οι διαφορές από το προηγούμενο καρέ (I ή P) αλλά επίσης και αυτές που πρόκειται να εμφανιστούν στο επόμενο καρέ (πάλι I ή P). Μικρότατη ομάδα καρέ σε ένα πλάνο MPEG-1 είναι το λεγόμενο GOP (Group of Pictures), το οποίο περιλαμβάνει ένα καρέ I και μια σειρά από καρέ P και B, τυπικώς σε μια αλληλουχία I B B P B B P. . . Ανά τακτά διαστήματα (τουλάχιστον μία φορά το δευτερόλεπτο) γίνεται εκ νέου κωδικοποίηση ολόκληρης της εικόνας (I - frame). Η συμπίεση που επιτυγχάνεται με την κωδικοποίηση MPEG-1 είναι τεράστια. Οι προδιαγραφές μιλούν για την προσφορά ψηφιακού βίντεο σε ποιότητα κασέτας VHS, με ρυθμό δεδομένων που δεν ξεπερνά το 1,5Mbps. Η διαδικασία της κωδικοποίησης είναι εξαιρετικά απαιτητική από υπολογιστικής πλευράς αλλά η αποκωδικοποίηση γίνεται σχετικώς εύκολα είτε με τη βοήθεια λογισμικού (σε γρήγορους υπολογιστές) είτε με ειδικές

επιπρόσθετες κάρτες. Μια ειδική υποπερίπτωση του MPEG-1 είναι η συμπίεση ηχητικών δεδομένων, η οποία ξεφεύγει από τα όρια αυτής της εργασίας.

4.12.3 MPEG-2.

Οι προδιαγραφές MPEG-2 είναι μια γενική οικογένεια συναφών τεχνολογιών συμπίεσης οπτικοακουστικών δεδομένων που στοχεύουν στη λύση πολλών διαφορετικών προβλημάτων, και όχι μόνο του προβλήματος της συμπίεσης του ψηφιακού βίντεο. Συγκεκριμένα προσφέρουν, πέραν της συμπίεσης, και μια μεθοδολογία για τη μετάδοση ψηφιακών οπτικοακουστικών δεδομένων. Μια ροή δεδομένων MPEG-2 περιλαμβάνει δύο διακριτά «ρεύματα» δεδομένων, το Program Stream (ροή προγράμματος) και το Transport Stream (ροή μεταβίβασης). Το Program Stream μπορεί κανείς να πει ότι αντιστοιχεί με το MPEG-1, περιλαμβάνει τα δεδομένα εικόνας και ήχου, προσφέρει συμβατότητα με το MPEG-1 αλλά προσθέτει και μερικά ακόμα καινούργια χαρακτηριστικά. Το Transport Stream περιλαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες για τη συνύπαρξη και μετάδοση προγραμμάτων, μέσω ομοαξονικών καλωδίων, δορυφορικών ζεύξεων, ραδιοκυμάτων κλπ. Όσον αφορά τη συμπίεση ψηφιακού βίντεο, το MPEG-2 δεν είναι ουσιαδώς διαφορετικό από το MPEG-1 πέραν κάποιων τροποποιήσεων και προσθηκών για τη βέλτιστη κωδικοποίηση πεπλεγμένου εικονοσήματος (όπως είναι πχ. το σήμα στην τηλεόραση). Επιπλέον οι προδιαγραφές έχουν έτσι σχεδιαστεί, ώστε να περιγράφουν ποικιλία αναλύσεων και ρυθμών bit. Η βελτιστοποίηση των προδιαγραφών έχει γίνει για ρυθμούς bit 4 - 9Mbps, αλλά επιτρέπονται ρυθμοί δεδομένων μέχρι και 429Gbps (!). Από την άλλη έχει γίνει ειδική μέριμνα, ώστε να μπορεί ο αποκωδικοποιητής MPEG-2 να αναλάβει δεδομένα που λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο, φέρ' ειπείν από δορυφόρο ή την κεφαλή ανάγνωσης ενός πικάπ DVD, προσφέροντας στη δεύτερη περίπτωση λειτουργίες όπως στοπ

καρέ, γρήγορη αναζήτηση προς τα μπρος και προς τα πίσω κλπ. χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Ακόμα, το MPEG-2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κωδικοποίηση ηχητικών δεδομένων.

4.12.4 MPEG.4

Το επόμενο μέλος στην οικογένεια MPEG είναι το MPEG-4. Αρχικά είχε προβλεφθεί και το MPEG-3 αλλά στη συνέχεια οι σχεδιαστές των προδιαγραφών συνειδητοποίησαν ότι ο στόχος του πρωτοκόλλου εκείνου (πεπλεγμένο ψηφιακό βίντεο σε ανάλυση 1980X1080, αντίστοιχη με την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας - HDTV) μπορούσε να καλυφθεί άνετα από τις δυνατότητες του MPEG-2. Έτσι άνοιξε ο δρόμος για το MPEG-4.

Η βασική σκέψη πίσω από το MPEG-4 είναι η βέλτιστη κωδικοποίηση ψηφιακού βίντεο σε ρυθμούς δεδομένων κάτω του 1 Mbps, αλλά επίσης η δημιουργία του «απόλυτου» στάνταρτ που θα προσφέρει επεκτασιμότητα, ευελιξία, αποδοτικότητα και βεβαίως αναδρομική συμβατότητα. Οι εργασίες σχεδίασης των προδιαγραφών MPEG-4 δεν έχουν ολοκληρωθεί, αλλά όλα δείχνουν ότι οι προσδοκίες των σχεδιαστών θα επαληθευτούν. Το Φεβρουάριο που μας πέρασε έγινε γνωστό ότι μεγάλο μέρος των προδιαγραφών θα στηριχθεί σε τεχνολογία του QuickTime. Επιπλέον το MPEG-4 στηρίζεται στις προδιαγραφές H.263, έναν απόγονο του H.261 που αναφέρεται σε ψηφιακό βίντεο σε χαμηλό ρυθμό δεδομένων. Σύμφωνα με τον προγραμματισμό που έχει γίνει το MPEG-4 θα αποτελεί διεθνές στάνταρτ μέσα στους προσεχείς μήνες.

Ένα τελευταίο μέλος της οικογενείας των MPEG είναι το MPEG-7, το οποίο βρίσκεται σε ακόμη πιο αρχικό στάδιο από το MPEG-4. Η βασική του καινοτομία πάντως δεν έγκειται στον τρόπο που γίνεται η κωδικοποίηση της εικόνας, αλλά σε μια σειρά (τώρα σχεδιαζόμενων) επιπλέον περιγραφικών πληροφοριών, που θα συνοδεύουν το ρεύμα των δεδομένων εικόνας. Άλλωστε

το εναλλακτικό όνομα των προδιαγραφών MPEG-7 είναι Multimedia Content Description Interface.

Οι τεχνολογίες συμπίεσης των δεδομένων κινούμενης εικόνας και ήχου είναι ένας κλάδος της πληροφορικής που βρίσκεται σε συνεχή αναβρασμό. Οι επιλογές (και οι προσδοκίες) των σχεδιαστών νέων πρωτοκόλλων και προδιαγραφών χαρακτηρίζονται από έναν αναγκαίο πραγματισμό. Από τη μία, η μέση υπολογιστική ισχύς αυξάνει με τους ρυθμούς που περιγράφει ο νόμος του Moore (διπλασιασμός κάθε 18 μήνες περίπου). Έτσι είναι εφικτή η εκμετάλλευση αλγορίθμων που θα έκαναν τους υπολογιστές του κοντινού παρελθόντος να σαστίσουν. Από την άλλη, η ραγδαία διάδοση του Internet επιβάλλει την επινόηση ακόμα πιο αποδοτικών τεχνολογιών συμπίεσης και την εξασφάλιση ότι τα ψηφιοποιημένα οπτικοακουστικά δεδομένα θα μπορούν να μεταδοθούν σε πραγματικό χρόνο από ένα κατακερματιστικό πρωτόκολλο, όπως είναι το TCP/IP (το πρωτόκολλο του Internet). Οι προκλήσεις είναι μεγάλες. Όπως έχουν τα πράγματα σήμερα, το MPEG-2 εξασφαλίζει το μέγιστο της ποιότητας που θα περίμενε κανείς στην εποχή της μετάβασης στην ψηφιακή τηλεόραση και της εξάπλωσης των DVD. Σταδιακά θα αρχίσουμε να το συναντάμε ολοένα και πιο συχνά.

Για το Internet χρειάζεται κάτι άλλο, και αυτή την ανάγκη, μεταξύ άλλων, προσπαθούν να καλύψουν οι σχεδιαστές του επερχόμενου MPEG-4. Η αναδρομική συμβατότητα που θα προσφέρει το MPEG-4 δείχνει ότι στο όχι πολύ μακρινό μέλλον, όταν η σύγκλιση Internet και MME θα έχει πάρει μορφή και όταν το μεγαλύτερο ποσοστό των επικοινωνιών θα στηρίζεται σε κάποια εκδοχή του IP, το πρωτόκολλο που θα μας συνοδεύει θα είναι το MPEG-4 (ή ίσως κάποιος απόγονός του).

Κεφάλαιο 3

Διασυνδέσεις (Interfaces)

Από τη στιγμή που υπάρχει ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ συσκευών (Η/Υ, τερματικά, εκτυπωτές) είναι απαραίτητη η ύπαρξη φυσικών και λογικών τρόπων διασύνδεσής τους. Η ενιαία αντιμετώπιση των τρόπων σύνδεσης και η τυποποίησή τους είναι άκρως απαραίτητες, καθώς οποιαδήποτε αναρχία θα επιφέρει σύγχυση και ασυνεννοησία. Σκεφθείτε ότι αν η κάθε εταιρία είχε το δικό της ιδιαίτερο connector για τις συσκευές της, θα ήταν πρακτικά αδύνατη η όποια σύνδεση συσκευών διαφορετικών κατασκευαστών μεταξύ τους.

Η συνεργασία διαφορετικών συσκευών προϋποθέτει τη χρήση ίδιου τύπου connector, ίδιο τύπο σημάτων, ίδιο χρονισμό κλπ, πράγμα που σημαίνει ακριβώς ενιαίο τύπο σύνδεσης. Βέβαια πέραν της φυσικής σύνδεσης απαιτείται τυποποίηση και στο λογικό τρόπο σύνδεσης (πρωτόκολλα επικοινωνίας).

Με τη λέξη *διασύνδεση* ή *interface* εννοούμε το σύνολο των κανόνων που προσδιορίζουν αφενός τις μηχανικές και ηλεκτρικές ιδιότητες, αφετέρου τις λειτουργίες και τις απαραίτητες διαδικασίες σύνδεσης δύο ψηφιακών συσκευών.

Για την τυποποίηση των διασυνδέσεων κινούνται εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί τυποποίησης, όπως η ITU-T (International Telecommunications Union) πρώην CCITT (Consultative Committee of International Telegraph and Telephone), η EIA (Electronics Industry Association) των ΗΠΑ, η IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineers), ο ISO (International Standards Organization) και άλλοι. Αναλυτικότερα στοιχεία των δραστηριοτήτων των παραπάνω οργανισμών παρατίθενται στα παραρτήματα. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι πολλές διασυνδέσεις γίνονται στην αρχή *de facto* στάνταρντ της αγοράς από τις κατασκευάστριες εταιρίες, προτού υιοθετηθούν από τους οργανισμούς τυποποίησης, ως προτεινόμενες συστάσεις.

Κάθε διασύνδεση περιγράφεται λεπτομερώς από τα τέσσερα κύρια χαρακτηριστικά της που είναι:

- ✓ Μηχανικά
- ✓ Ηλεκτρικά
- ✓ Λειτουργικά
- ✓ Διαδικαστικά

Τα *Μηχανικά* χαρακτηριστικά αναφέρονται στη φυσική υπόσταση της διασύνδεσης, περιγράφοντας τους τύπους των connector, τη μορφή και τις διαστάσεις τους.

Τα *Ηλεκτρικά* χαρακτηριστικά αναφέρονται στις στάθμες των τάσεων ή των ρευμάτων που πρέπει να υπάρχουν, τις εσωτερικές αντιστάσεις των κυκλωμάτων, τα χρονικά χαρακτηριστικά των μεταβολών της τάσης κλπ.

Τα *Λειτουργικά* χαρακτηριστικά προσδιορίζουν τις λειτουργίες των διαφόρων κυκλωμάτων της διασύνδεσης. Πέρα από τα κυκλώματα που χρησιμοποιούνται για την καθεαυτού μεταφορά (εκπομπή - λήψη) των δεδομένων, υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός άλλων κυκλωμάτων που διευκολύνουν τις διαδικασίες επικοινωνίας, όπως είναι τα σήματα ελέγχου, χρονισμού, γειώσεων και τροφοδοσίας.

Τέλος, με τα *Διαδικαστικά* χαρακτηριστικά περιγράφουμε τη λογική και χρονική ακολουθία των σημάτων που υπάρχουν για την έναρξη, τη συντήρηση και τη διακοπή της εκάστοτε επικοινωνίας.

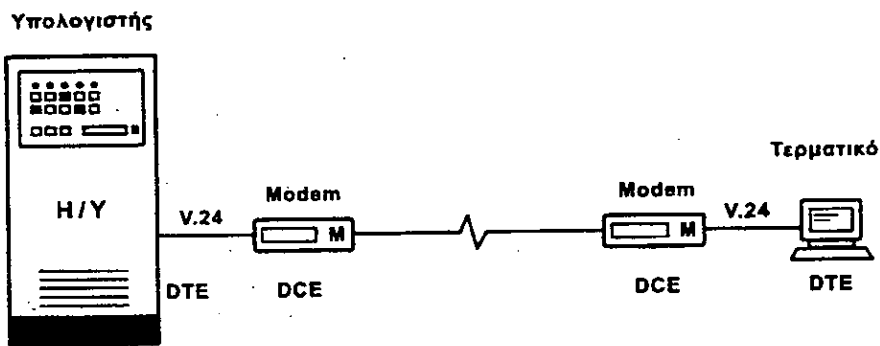
5.1 V.24/V.28 ή RS-232

Η σύνδεση υπολογιστών και συσκευών επικοινωνίας για σειριακή μετάδοση δεδομένων μέσα από δίκτυα επικοινωνίας, ακολουθεί κυρίως τη σύσταση V.24/V.28 της ITU-T (CCITT).

Η τυποποίηση αυτή προσδιορίζει τη διασύνδεση μεταξύ μιας τερματικής συσκευής (Data Terminal Equipment DTE) και μιας συσκευής επικοινωνιών (Data Circuit-Terminating Equipment

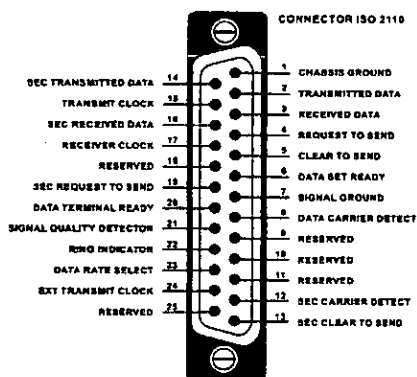
DCE). Οι DTE συσκευές είναι συνήθως υπολογιστές, τερματικά, εκτυπωτές, ενώ DCE είναι τα modem, multiplexer και άλλες συσκευές επικοινωνίας. Ο πλήρης τίτλος της V.24 από τη ITU-T είναι "List of Definitions for Interchange Circuits Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment".

Η διασύνδεση αυτή συναντάται συχνότερα με το όνομα RS-232, διότι κατ' αρχήν υιοθετήθηκε και καθιερώθηκε από την EIA (Electronics Industry Association) των ΗΠΑ με το όνομα αυτό. Τελευταία τη συναντάμε ως EIA-232-D που είναι η τελευταία έκδοση μετά την RS-232-C.



Σχήμα 26 Συνδέσεις DTE - DCE

Η V.24 είναι η δημοφιλέστερη διασύνδεση για σειριακές ψηφιακές μεταδόσεις μέχρι 38400. Χρησιμοποιείται κυρίως για συνδέσεις υπολογιστών και modem. Μια παραλλαγή της χρησιμοποιείται για

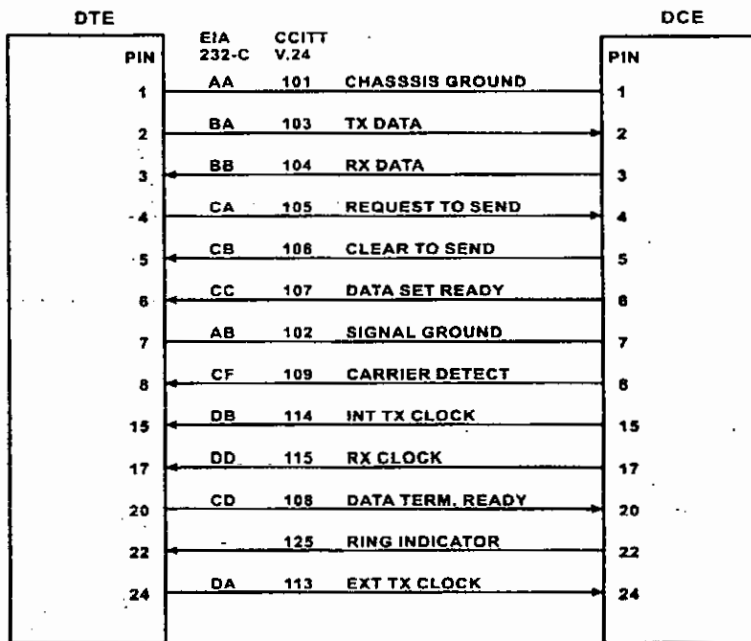


τοπικές συνδέσεις μεταξύ υπολογιστών και τερματικών ή άλλων σειριακών περιφερειακών συσκευών.

Στο διπλανό σχήμα παρουσιάζεται η μορφή του γνωστού σε όλους D-connector (ISO 2110) με τα σήματα του V.24. Ο τραπεζοειδής αυτός connector διαθέτει 25 αρσενικούς

ακροδέκτες (pin) όταν ανήκει σε τερματική συσκευή (DTE) ή θηλυκούς όταν πρόκειται για DCE (π.χ. modem). Παρόλο που η τυποποίηση προβλέπει τη χρήση αρσενικών και θηλυκών connector για DTE και DCE αντίστοιχα, η τακτική αυτή ενίοτε καταστρατηγείται από ορισμένους κατασκευαστές που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν θηλυκούς connector και στη πλευρά των συσκευών DTE.

Ένα άλλο σημείο στο οποίο πρέπει να δοθεί προσοχή είναι η διαφορά που υπάρχει μεταξύ μιας DTE και μιας DCE V.24 διασύνδεσης. Οι ακροδέκτες των σημάτων εξόδου στο DTE είναι ακροδέκτες των σημάτων εισόδου στο DCE και αντίστροφα. Αυτός είναι και ο λόγος που δυο DTE ή δυο DCE συσκευές δεν μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μέσω ενός απλού V.24 καλωδίου.



Σχήμα 27: Τα κυριότερα σήματα του V.24

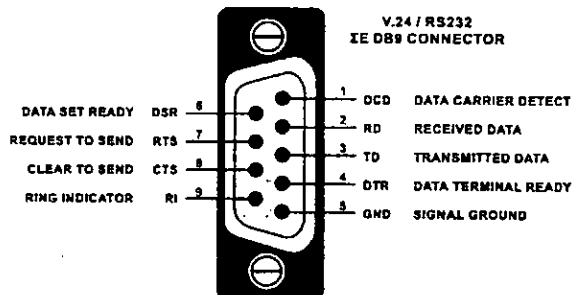
Οι σπουδαιότεροι ακροδέκτες είναι αυτοί των pin 2 και 3 που μεταφέρουν τα data εκπομπής (TD) και λήψης (RD), δηλαδή την

πληροφορία προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Όλοι οι υπόλοιποι είναι βοηθητικοί αλλά απαραίτητοι για την επικοινωνία ενός DTE με ένα DCE. Τα σήματα της V.24 ομαδοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες. Σήματα χρονισμού, σήματα ελέγχου, σήματα μεταφοράς πληροφορίας και σήματα γειώσεων και προστασίας.

Στο σχήμα 27 παρουσιάζονται οι κυριότεροι ακροδέκτες (pin) που χαρακτηρίζονται από έναν αριθμό από το 1 έως το 25, ο οποίος και προσδιορίζει τη θέση του ακροδέκτη στο γνωστό D connector που συνήθως χρησιμοποιείται για το V.24. Η ITU-T για κάθε ένα από αυτά τα κυκλώματα έχει θεσπίσει ένα τριψήφιο αριθμό που σημειώνεται δίπλα, ενώ η EIA χρησιμοποιεί δυο αλφαβητικούς χαρακτήρες. Ο πρώτος από τους δύο αυτούς χαρακτήρες προσδιορίζει και μια από τις τέσσερις κατηγορίες σημάτων που προαναφέραμε. Αναλυτικότερα το A χαρακτηρίζει σήματα γειώσεων και προστασίας, το B τα σήματα εκπομπής και λήψης δεδομένων, το C σήματα ελέγχου και το σήματα χρονισμού.

Πολλές φορές για λόγους περιορισμένου χώρου χρησιμοποιείται άλλης μορφής connector από το γνωστό τραπεζοειδές, χωρίς να τροποποιούνται τα λειτουργικά και διαδικαστικά

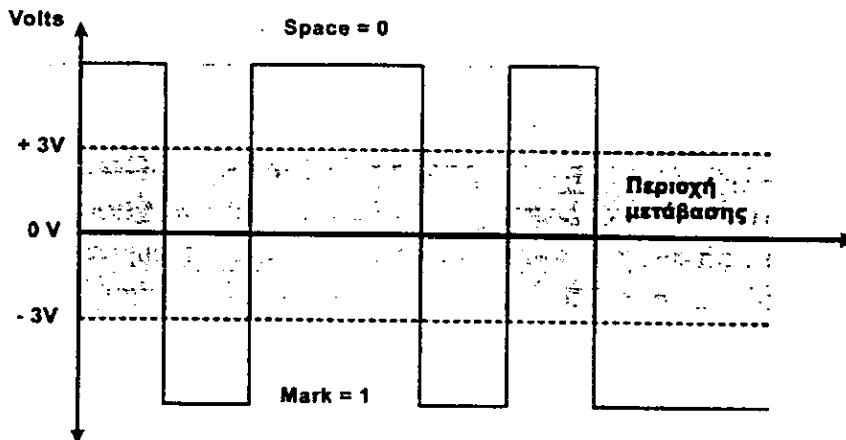
χαρακτηριστικά. Στις περιπτώσεις αυτές απλώς χρησιμοποιούνται λιγότερα κυκλώματα που χωρούν σε μικρότερου μεγέθους connector (βλέπε το διπλανό σχήμα).



5.1.1 Στάθμες τάσης (Voltage)

Τις στάθμες των τάσεων της V.24 καθορίζει η V.28 τυποποίηση της ITU-T που αναφέρεται αναλυτικά στα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Για τα δυαδικά ψηφία (bit) απαιτούνται δύο στάθμες τάσης. Το δυαδικό 1 που λέγεται και mark αναπαρίστανται από μια τάση μεταξύ -3 και -25 Volt και το δυαδικό 0 που λέγεται και space αναπαρίστανται από τάση μεταξύ +3 και +25 Volt. Η περιοχή μεταξύ -3 και +3 Volt ονομάζεται περιοχή μετάβασης (transition) και τυχόν στάθμες τάσης στην περιοχή αυτή είναι μη αναγνωρίσιμες (σχήμα 28). Οι συσκευές του εμπορίου συχνά αναγνωρίζουν τις στάθμες στην περιοχή μετάβασης ως αρνητικές.

Ο ρόλος της περιοχής αυτής είναι να δημιουργεί μια προστατευτική ζώνη μεταξύ των «ενεργών περιοχών» του mark και space. Έτσι αποφεύγονται προβλήματα αναγνώρισης μεταξύ του 1 και του 0, όταν σε περιβάλλον θορύβου γίνονται μικρές μεταβολές της στάθμης κοντά στο όριο που οδηγούν σε σφάλματα.



Σχήμα 28: Στάθμες τάσης στο V.24 interface

Ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο είναι ότι η V.24 χρησιμοποιεί κοινή στάθμη αναφοράς για όλα τα σήματα, που είναι ο ακροδέκτης 7 (signal ground). Αυτό παρέχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτούνται διπλοί αγωγοί για κάθε σήμα. Βασικό μειονέκτημα του κοινού ground όμως είναι, ότι αυξάνει την ευαισθησία σε θόρυβο, με αποτέλεσμα να τίθενται περιορισμοί όσον αφορά την ταχύτητα και τη μέγιστη απόσταση σύνδεσης.

Άλλο χαρακτηριστικό της V.24/V.28 είναι η ταχύτητα με την οποία αλλάζει η στάθμη από 0 σε 1 και αντίστροφα. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται slew rate και δεν πρέπει να έχει τιμές μικρότερες από 30 V/ μ sec.

5.1.2 Σήματα του V.24

Η V.24 τυποποίηση καθορίζει 21 σήματα, μια γείωση και έναν αγωγό αναφοράς, για τη σύνδεση ενός DTE με ένα DCE. Το καλώδιο στην τυποποιημένη 25-σύρματη μορφή του έχει 2 επιπλέον αγωγούς οι οποίοι δεν χρησιμοποιούνται. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι και οι 21 χρησιμοποιούνται πάντα, αντιθέτως μάλιστα, στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται 4 έως 10 από αυτούς. Η V.24 προδιαγράφει συνολικά 43 κυκλώματα τα οποία δεν λειτουργούν ποτέ όλα μαζί, γι' αυτό και δεν χρησιμοποιείται connector με περισσότερα από 25 pin.

Από τον Ιανουάριο του 1987 έχουμε μια πλήρη μορφή διασύνδεσης της EIA με το όνομα EIA-232-D, που στην ουσία αντικαθιστά την RS-232-C. Το σημαντικότερο από τα νέα χαρακτηριστικά της είναι η ενσωμάτωση στην RS-232-C του connector ISO 2110 που ήδη αναφέραμε.

5.2 Λοιπές σειριακές διασυνδέσεις

Εκτός από την ευρύτητα γνωστή λόγω κοινής χρήσης V.24/V.28 που ήδη αναπτύξαμε, υπάρχουν και άλλες τυποποιημένες μορφές διασυνδέσεων, μερικές από τις οποίες θα περιγράψουμε στις επόμενες παραγράφους.

Ο λόγος της ύπαρξης διαφορετικών τύπων διασυνδέσεων είναι η απαίτηση για διαφορετικές επιδόσεις στον τομέα της ταχύτητας, στην αντοχή σε θόρυβο και στο θέμα της απόστασης. Ως γνωστόν η V.24 περιορίζεται σε ρυθμούς μετάδοσης μέχρι 38400 bps, ενώ αρκετές είναι οι περιπτώσεις που υπάρχει απαίτηση για υψηλότερες ταχύτητες.

Στο θέμα της παρουσίας θορύβου δημιουργούνται ιδιαίτερα προβλήματα λόγω της ύπαρξης στη V.24 ενός και μόνο καλωδίου κοινής επιστροφής. Πολλές φορές λοιπόν χρειάζεται κάποια άλλη διασύνδεση (interface) που να χρησιμοποιεί για κάθε σήμα δύο καλώδια, βελτιώνοντας έτσι τη συμπεριφορά σε θόρυβο.

Η V.24 θεωρητικά έχει περιορισμό τα 15 μέτρα μέγιστη απόσταση, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις όπως στις συνδέσεις τερματικών σε διαφορετικούς ορόφους, δεν είναι αρκετή.

Πολλές φορές επίσης υπάρχει η ανάγκη πολλαπλής χρήσης (multidrop) με ταυτόχρονη σύνδεση πολλών τερματικών στο ίδιο καλώδιο. Η V.24 όμως είναι τυποποιημένη για point to point συνδέσεις, συνεπώς θα πρέπει να υπάρχει κάποια άλλη που να καλύπτει και αυτές τις περιπτώσεις.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν όλες αυτές οι διαφορετικές απαιτήσεις δημιουργήθηκαν αρκετοί τύποι διασυνδέσεων, την περιγραφή των οποίων κάνουμε παρακάτω. Έχουμε λοιπόν πέραν της V.24 τις:

V.10 της ITU-T και αντίστοιχα RS-423 της EIA
 V.11 της ITU-T και αντίστοιχα RS-422 της EIA
 RS-485.
 RS-449, RS-530
 X.20, X.21

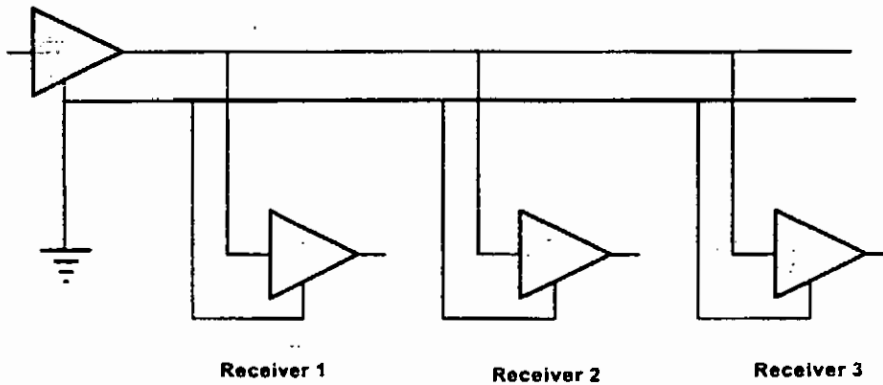
X.20 bis, X.21 bis
 V.35
 G.703.

5.2.1 V.10

Η τυποποίηση V.10 της ITU-T προσδιορίζει τα " Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά για μη συμμετρικά κυκλώματα. . ." Η V.10 της ITU-T είναι αντίστοιχη της RS-423 της EIA και της X.26 της ITU-T για ψηφιακά δίκτυα.

Με τη λέξη *μη συμμετρικά* (unbalanced) εννοείται η χρήση μιας κοινής επιστροφής για όλα τα σήματα, όπως γίνεται και στη V.24. Σε αντίθεση με τη V.24, η V.10 επιτρέπει παράλληλη λήψη σε πολλούς χρήστες, μεγαλύτερες αποστάσεις και μεγαλύτερους ρυθμούς. Η V.10 δεν προσφέρει ολοκληρωμένη εξυπηρέτηση πολλαπλών χρηστών (multidrop), καθώς δεν επιτρέπει τη σύνδεση πολλών πομπών σε μία γραμμή, απλώς πολλοί δέκτες μπορούν να λαμβάνουν δεδομένα ταυτόχρονα από τον ένα πομπό. Μία χαρακτηριστική εφαρμογή της V.10 είναι η οδήγηση πολλών οθονών από έναν υπολογιστή όπως γίνεται στο χρηματιστήριο, τα αεροδρόμια κλπ. Στο σχήμα 29 βλέπουμε λεπτομέρεια της διασύνδεσης V.10 για multipoint μονής κατεύθυνσης.

Με τη V.10 η τυποποιημένη μέγιστη απόσταση φθάνει τα 1200 μέτρα, ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης τα 100.000 bps, ενώ οι πολλαπλοί χρήστες μπορούν να φθάσουν τους 10. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι η μέγιστη απόσταση και η μέγιστη ταχύτητα (ρυθμός μετάδοσης) δεν συνυπάρχουν ταυτόχρονα, θέμα πολύ σημαντικό που πρέπει να το θυμόμαστε πάντα καθώς συμβαίνει σε όλες τις τυποποιημένες διασυνδέσεις, πχ. για απόσταση 10 μέτρων ο ρυθμός μετάδοσης φθάνει τα 100 kbps, για απόσταση 100 μέτρων μειώνεται σε 10 kbps και για απόσταση 1000 μέτρων σε 1000 bps.



Σχήμα 29 λεπτομέρεια της διασύνδεσης V.10

Οι μέγιστες τιμές ρυθμών μετάδοσης και αποστάσεων των συστάσεων της ITUT είναι γενικά μικρότερες από τις πρακτικά επιτεύξιμες, καθώς οι αναφερόμενες στις τυποποιήσεις είναι πάντοτε συντηρητικές για ευνόητους λόγους.

Οι στάθμες τάσης που χρησιμοποιούνται στη V.10 είναι αρκετά μικρότερες από ότι στη V.28. Για το λογικό 0 (space) οι στάθμες εκπομπής κυμαίνονται από 3,6 έως 6 V, ενώ για το λογικό 1 (mark) από -3,6 έως -6 V. Στη λήψη αρκούν +300 mV και -300 mV αντίστοιχα για να είναι το σήμα αναγνωρίσιμο (για την RS-423 αρκούν ± 200 mV).

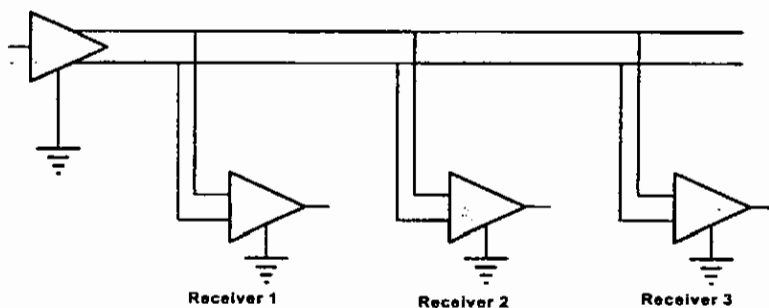
Χρησιμοποιώντας το ίδιο slew rate όπως και στη V.24/V.28 επιτυγχάνουμε πολλαπλάσιο ρυθμό μετάδοσης, διότι η μετάβαση από το 0 στο 1 γίνεται σαφώς ταχύτερα, καθώς το πλάτος της τάσης είναι μικρότερο. Ένα μικρό παράδειγμα θα μας πείσει γι αυτό. Στην περίπτωση της V.24/V.28 αν θέλουμε να μεταπηδήσουμε από τα -15 V στα +15 V με slew rate 3 V/ μ sec θα χρειασθούμε 10 μ sec. Το ίδιο σήμα για να πάει από τα -4 V στα +4 V (όπως στη V.10) χρειάζεται μόνο 2,7 μ sec, δηλαδή τέσσερις φορές γρηγορότερα.

Η τυποποίηση V.10 δεν καθορίζει τύπους connector ούτε διάταξη των ακροδεκτών. Είναι περισσότερο μια περιγραφή των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών της διασύνδεσης και όχι των φυσικών που καλύπτονται από άλλες τυποποιήσεις.

5.2.2 V.11

Η τυποποίηση της ITU-T V.11 προσδιορίζει τα "Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά για συμμετρικά κυκλώματα. . ." και προορίζεται για συνδέσεις DTE - DCE, αλλά και DTE - DTE. Η V.11 είναι αντίστοιχη της RS-422 της EIA και της X.27 της ITUT για ψηφιακά δίκτυα.

Η V.11 όπως και η V.10 έχει έναν εκπομπό και μέχρι 10 δέκτες multipoint στην ίδια γραμμή. Εκμεταλλεύεται αποστάσεις μέχρι 1200 μέτρα και επιτυγχάνει ρυθμούς μετάδοσης 10 Mbps. Οι στάθμες εκπομπής παραμένουν όπως και στη V.10 -2 έως -6 V για το λογικό 1 και 2 έως 6 V για το λογικό 0, ενώ στο δέκτη αρκούν +300 mV και -300 mV αντίστοιχα για την αναγνώριση των λογικών καταστάσεων. Η αντίστοιχη της RS-422 για μεν την στάθμη εκπομπής χρησιμοποιεί 2 έως 6 V για το λογικό 0, και -2 έως -6 V για το λογικό 1, για δε τη λήψη αρκούν ± 200 mV.



Σχήμα 30: Λεπτομέρεια σύνδεσης με V.11

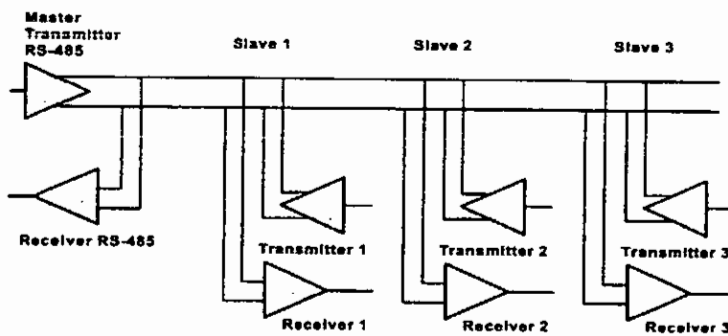
Κάθε σήμα στη V.11 χρησιμοποιεί ανεξάρτητη επιστροφή (δύο αγωγούς), σε αντίθεση με τη V.10 όπου όλα τα σήματα χρησιμοποιούν ένα κοινό αγωγό επιστροφής. Η εκπομπή είναι διαφορική που σημαίνει ότι κάθε σήμα καθορίζεται από τη διαφορά δυναμικού των δύο αγωγών του. Αυτό μειώνει σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης σφαλμάτων σε περιβάλλον με θόρυβο, διότι ο διαφορικός δέκτης δεν επηρεάζεται από την παρουσία κοινού θορύβου και στους δύο αγωγούς. Η διαφορική μέθοδος

μετάδοσης σήματος που χρησιμοποιείται στη V.11 σε συνδυασμό με τις χαμηλότερες στάθμες σημάτων εκπομπής, μας επιτρέπουν να επιτύχουμε ρυθμούς μετάδοσης μέχρι και 10 Mbps.

Η V.11 χρησιμοποιείται εκεί που χρειαζόμαστε μεγάλους ρυθμούς μετάδοσης, ή εκεί που απαιτείται καλύτερος συνδυασμός απόστασης, ρυθμού μετάδοσης και πολλαπλών χρηστών. Στο σχήμα 30 βλέπουμε λεπτομέρεια της V.11.

5.2.3 RS-485

Είναι παρόμοια της RS-422 και της V.11 με επιπλέον δυνατότητα πραγματικής σύνδεσης πολλαπλών χρηστών (multidrop) πάνω στην ίδια γραμμή. Σε κάθε γραμμή μπορούν να συνδεθούν παράλληλα μέχρι 32 εκπομποί και 32 δέκτες. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω του ότι το κύκλωμα του εκπομπού είναι tri-state, δηλαδή εκτός από τις δύο λογικές καταστάσεις μπορεί να τεθεί και σε κατάσταση υψηλής αντίστασης. Η βασική δομή της RS-485 φαίνεται στο σχήμα 31. Οι στάθμες τάσεων της τυποποίησης αυτής είναι + 1,5 V για το λογικό 0 και -1,5 V για το λογικό 1. Στο δέκτη αρκούν +200 mV και -200 mV για να είναι αναγνωρίσιμες οι λογικές καταστάσεις.



Σχήμα 31 Λεπτομέρεια σύνδεσης με RS-485

Ο πίνακας 3.1 περιέχει συνεπτυγμένα τα χαρακτηριστικά της κάθε τυποποίησης για ευκολότερη σύγκριση.

5.2.4 RS-449 / RS-422 / RS-423

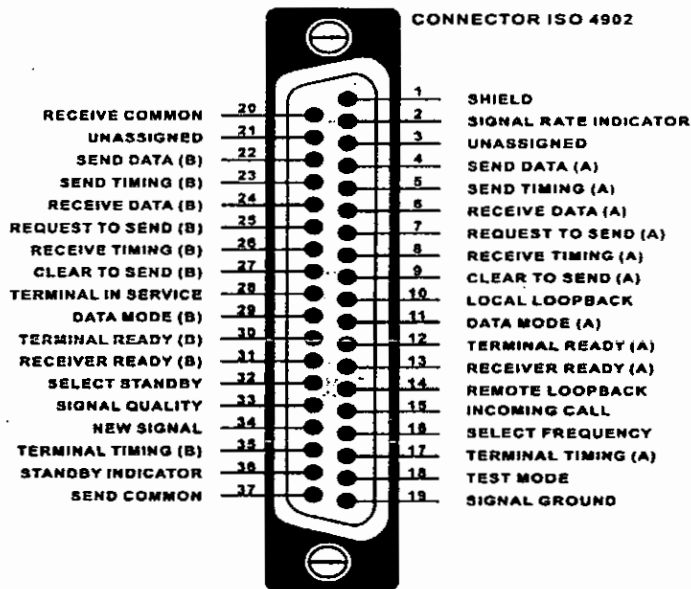
Επειδή η χρήση της RS-232 είναι περιορισμένη σε ταχύτητα και σε απόσταση, η EIA τυποποίησε τις RS-449, RS-422 και RS-423 για να υπερκαλύψουν αυτούς τους περιορισμούς, ακριβώς όπως η ITU-T καθιέρωσε τις V.10 και V.11 πλέον της V.24/V.28. Η RS-449 παρόμοια της RS-232 προσδιορίζει τα μηχανικά, τα λειτουργικά και τα διαδικαστικά χαρακτηριστικά, ενώ οι RS-422 και RS-423 που ήδη έχουμε αναλύσει, προσδιορίζουν τα αντίστοιχα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά.

Το RS-449 προσδιορίζει ένα connector των 37 ακροδεκτών (ISO 4902), που φαίνεται στο σχήμα 32, για το βασικό interface και ένα πρόσθετο των 9 ακροδεκτών όταν χρησιμοποιείται το δευτερεύον κανάλι.

Όπως συμβαίνει και με την RS-232, δεν χρησιμοποιούνται απαραίτητα σε κάθε εφαρμογή όλοι οι ακροδέκτες που προβλέπει η τυποποίηση. Η RS-449 που προδιαγράφει τα μηχανικά, λειτουργικά και διαδικαστικά χαρακτηριστικά, συνοδεύεται κάθε φορά από μια από τις RS-422 ή RS-423 για τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά, ανάλογα αν χρησιμοποιούμε συμμετρική ή ασύμμετρη μετάδοση.

| ΜΕΓΕΘΟΣ | V.24 / V.28 | RS-485 | V.10 | V.11 |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Μέγιστη απόσταση | 15 m | 1200 m | 1200 m | 1200 m |
| Μέγιστη ταχύτητα | 19200 bps | 10 Mbps | 100 Kbps | 10 Mbps |
| Πολλαπλοί χρήστες | p-t-p | 32 Multipoint | 10 Δέκτες | 10 Δέκτες |
| Τρόπος μετάδοσης | Κοινή επιστροφή | Διαφορική | Κοινή επιστροφή | Διαφορική |
| Στάθμες τάσης | +3.....+25 V -3.....-25 V | +1.5.....+6 V -1.5.....-6 V | +3.6.....+6 V -3.6.....-6 V | +2.....+6 V -2.....-6 V |
| Ελάχιστη στάθμη αναγνώρισης | ±3 V | ± 200 mV | ± 300 mV | ± 300 mV |
| Αντίσταση εξόδου | 3-7 Kohm | 100 Ohm | 50 Ohm | 100 Ohm |

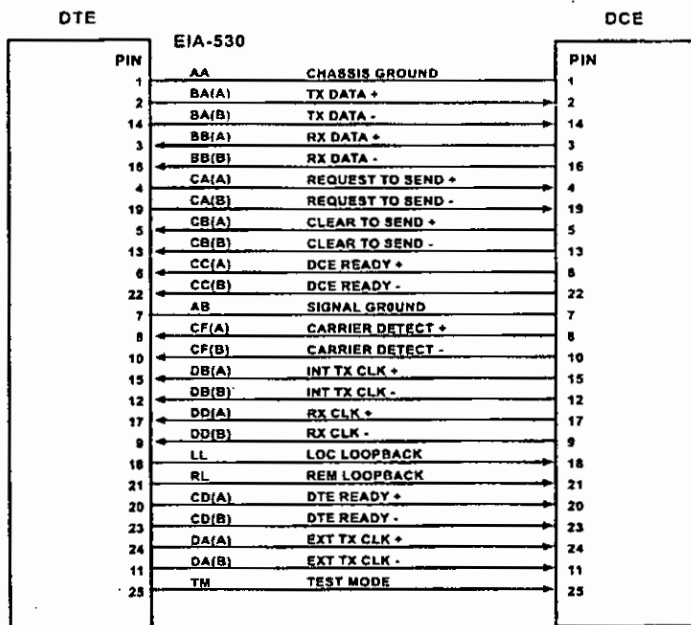
Πίνακας 1. Συγκριτικός πίνακας συνδέσεων



Σχήμα 32: Connector 4902 των 37 pin

5.2.5 RS-530

Η EIA δημιούργησε την σύσταση RS-530 το 1987, 10 δηλαδή χρόνια μετά την εμφάνιση της σύστασης RS-449, με σκοπό να αντικαταστήσει την τελευταία.



Σχήμα 33: Interface RS - 530

Η RS530 περιγράφει τα μηχανικά, λειτουργικά και διαδικαστικά χαρακτηριστικά και λειτουργεί όπως ακριβώς και η RS-449, σε συνδυασμό με τις συστάσεις RS-422 και RS-423, που καλύπτουν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά για συμμετρικά (balanced) και μη συμμετρικά κυκλώματα αντίστοιχα.

Η σημαντική διαφορά από την RS-449 είναι ότι η RS-530 χρησιμοποιεί τον γνωστό connectortων 25 επαφών (ISO 2110) που συναντάμε στην RS-232 και V.24. Έτσι η RS-530 έρχεται να συμπληρώσει την RS-232 προσφέροντας χρήση διαφορετικών συμμετρικών σημάτων και ταχύτητες πάνω από 19200 bps

(φθάνει μέχρι 2 Mbps) που ήταν το όριο της RS-232. Στο σχήμα 33 υπάρχουν τα σήματα και οι θέσεις των ακροδεκτών. Παρατηρείστε ότι εδώ δεν υπάρχει το σήμα Ring Indicator της RS-232, έτσι η RS-530 δεν είναι κατάλληλη για χρήση σε dial up modem.

5.2.6 X.21

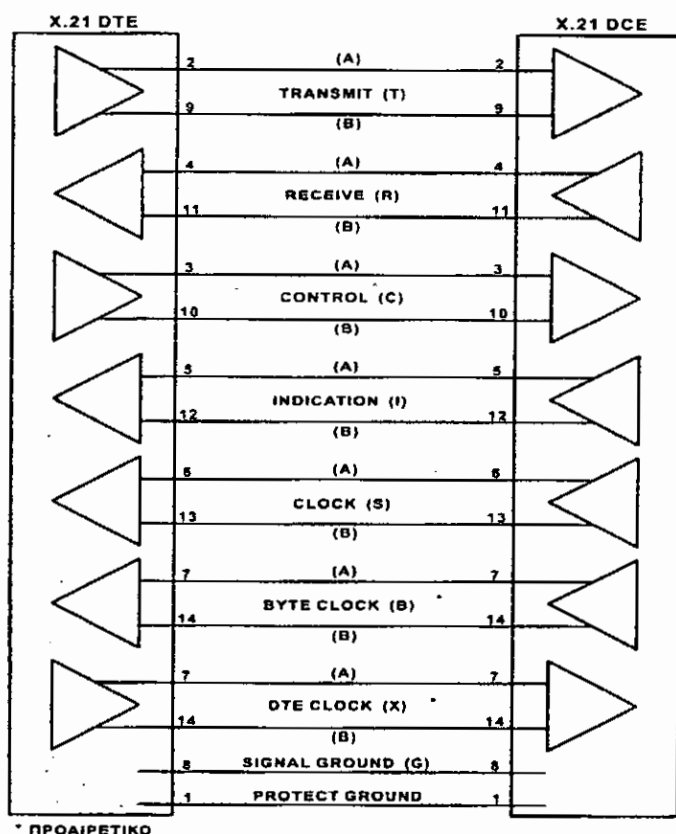
Οι τυποποιήσεις με το γράμμα X είναι τυποποιήσεις για δίκτυα ψηφιακής μετάδοσης, υπηρεσίες ψηφιακών αφιερωμένων γραμμών circuit και packet switching. Στα ψηφιακά δίκτυα όταν αναφέρουμε DCE δεν αναφερόμαστε απαραίτητα σε modem όπως αυτά που χρησιμοποιούμε στις τυποποιήσεις V, αλλά γενικότερα στις συσκευές ή στα τμήματα εκείνα των συσκευών (όπως interface κόμβων), που ασχολούνται με τη μετατροπή των data σε μορφή κατάλληλη για μετάδοση.

Μερικές τυποποιήσεις της σειράς X είναι παρόμοιες με αντίστοιχες της σειράς V. Η δημιουργία των συγκεκριμένων τυποποιήσεων προέκυψε από την ανάγκη πληρότητας της σειράς X όσον αφορά την κάλυψη των διασυνδέσεων (interface) φυσικού επιπέδου. Τέτοιες ομοιότητες συναντάμε μεταξύ V.24/V.28 και X.20 bis και X.21 bis.

Μια πολύ γνωστή σύσταση της ITU-T είναι η X.21 που εξεδόθη το 1976 από την ITU-T προκειμένου να τυποποιήσει τις συνδέσεις DTE-DCE σε ψηφιακά δίκτυα. Στόχος ήταν ένα κοινό interface τόσο για δίκτυα μεταγωγής πακέτων όσο και για δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος που να μπορεί να καλύψει και υψηλές ταχύτητες.

Έτσι η X.21 ορίζεται ως η διασύνδεση μεταξύ DTE και DCE για σύγχρονη μετάδοση σε Δημόσια δίκτυα δεδομένων. Η X.21 είναι σχεδιασμένη για σύγχρονα τερματικά με half και full duplex δυνατότητες. Η μετάδοση των σημάτων είναι διαφορική και ακολουθεί τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της V.11 που στα δίκτυα μεταγωγής πακέτων είναι γνωστή σαν X.27, ενώ χρησιμοποιεί ένα D connector των 15 ακροδεκτών, τον ISO 4903. Τα ονόματα

των κυκλωμάτων της X:21 παρατίθενται στο σχήμα 34.



Σχήμα 34 : X.21 interface

Απ' ότι φαίνεται από το σχήμα 34, το DTE χρησιμοποιεί τους αγωγούς Transmit (T) και Control (C) για σήματα εκπομπής και ελέγχου αντίστοιχα, ενώ το DCE τους Receive (R) και Indication (I). Το σήμα χρονισμού μεταφέρεται από τους αγωγούς Signal timing (S) από το DCE προς το DTE και είναι κοινό για τα δεδομένα εκπομπής και λήψης. Σε ορισμένες περιπτώσεις προβλέπεται προαιρετικά η χρήση των αγωγών DTE Signal timing (X) (ακροδέκτες 7 και 14) για μεταφορά σήματος χρονισμού από το DTE προς το DCE σαν εξωτερικό ρολόι εκπομπής. Στην περίπτωση αυτή δεν χρησιμοποιείται το σήμα χρονισμού

χαρακτήρων Β που έχει και αντίθετη διεύθυνση.

Η Χ.21 χρησιμοποιείται εκτός από τα δίκτυα Χ.25 και σε ψηφιακά δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος ιδίως στις Σκανδιναβικές χώρες και στην Ιαπωνία ενώ η χρήση της δεν είναι πολύ εξαπλωμένη στις ΗΠΑ.

Η Χ.21 πέρα από τα μηχανικά χαρακτηριστικά και την περιγραφή των σημάτων του interface περιγράφει και ένα δεύτερο επίπεδο λειτουργιών που είναι ουσιαστικά ένα πρωτόκολλο διαδικασιών για την ανταλλαγή εντολών ελέγχου. Το πρωτόκολλο αυτό επιτρέπει:

- ✓ Την περιγραφή των καταστάσεων του DTE και του DCE.
- ✓ Την ανταλλαγή απεριόριστου αριθμού εντολών ελέγχου μεταξύ DTE και DCE διότι όπως θα παρατηρήσατε ήδη δεν υπάρχουν λειτουργίες συνδεδεμένες με rin του interface. Αντιθέτως οι εντολές μεταφέρονται μέσα από τις γραμμές δεδομένων σαν κωδικοποιημένα Data.
- ✓ Την δυνατότητα επιλογικής κλήσης (dialing) και παρακολούθησης της πορείας της κλήσης καθώς και λήψης αναφοράς για τους λόγους που μια κλήση δεν απέβη επιτυχής. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη ύπαρξης ενός ξεχωριστού interface για κλήσεις όπως είναι το RS-366A.

Περιορισμοί της Χ.21 είναι:

- ✓ Δεν επιτρέπει την μετάδοση εντολών ελέγχου κατά την φάση της μετάδοσης δεδομένων.
- ✓ Δεν επιτρέπει την χρήση συσκευών κρυπτογράφησης μεταξύ DTE - DCE

Το πρωτόκολλο αυτό προβλέπει 4 φάσεις λειτουργίας της διασύνδεσης

1. Φάση ηρεμίας.
2. Φάση αποκατάστασης κλήσης.
3. Φάση μεταφοράς δεδομένων.
4. Φάση διακοπής κλήσης.

Κάθε φάση από τις παραπάνω έχει διαδοχικά βήματα στα οποία το DTE και το DCE έχουν μια συγκεκριμένη κατάσταση. Η αλληλουχία των βημάτων και η εκάστοτε κατάσταση προσδιορίζονται από αντίστοιχες τιμές των σημάτων ελέγχου Control (C) και Indication (I) καθώς και από τις κωδικοποιημένες εντολές που μεταφέρουν οι αγωγοί δεδομένων (T) και (R)

Σημειώνεται ότι τα ψηφιακά δίκτυα πολλές φορές προσφέρουν λειτουργικές διευκολύνσεις όπως η γρήγορη επιλογή, η επανεπιλογή τελευταίου αριθμού, οι κλειστές ομάδες συνδρομητών, χρησιμοποιώντας αυτές τις δυνατότητες της X.21.

Στην πράξη ένας μεγάλος αριθμός συσκευών χρησιμοποιούν την προδιαγραφή X.21 μόνο για τον προσδιορισμό των σημάτων και των μηχανικών και ηλεκτρικών χαρακτηριστικών της σύνδεσης αλλά δεν χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο ανταλλαγής των εντολών ελέγχου ή και τις δυνατότητες επιλογής της X.21. Οι συσκευές αυτές θεωρούν ότι η διασύνδεση είναι μόνιμα σε φάση μεταφοράς δεδομένων.

5.2.7 V.35

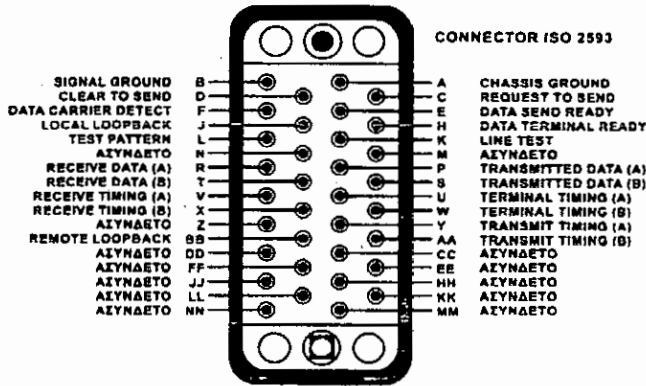
Είναι η τυποποίηση της ITU-T για ταχύτητες στα 48 kbps που επιτυγχάνονται σε broadband γραμμές με εύρος ζώνης συχνοτήτων 60 - 108 KHz.

Οι λειτουργίες της V.35 είναι παρόμοιες με αυτές της V.24. Έχει τα ίδια σήματα ελέγχου με τη διαφορά ότι για τα data και για το χρονισμό χρησιμοποιούνται διαφορετικά κυκλώματα με ανεξάρτητη επιστροφή. Στο σχήμα 35 φαίνεται ο M connector των 34 επαφών που χρησιμοποιεί η V.35 και στο σχήμα 36 η σχηματική διάταξη των σημάτων της V.35.

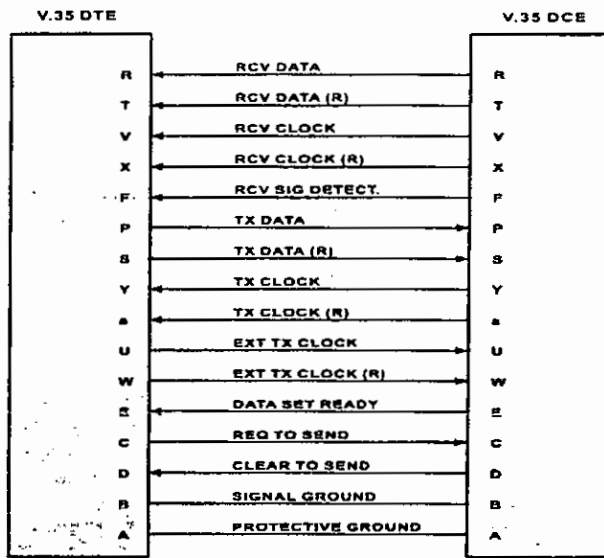
5.2.8 G.703

Το G.703 προσδιορίζει τα φυσικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της διασύνδεσης για ψηφιακές μεταδόσεις, από 64 Kbps έως 140 Mbps, δηλαδή για 64 Kbps, 2048, 8448, 34368 και 139264 Kbps.

Στα 64 Kbps η μετάδοση γίνεται με συνεστραμμένα δισύρματα

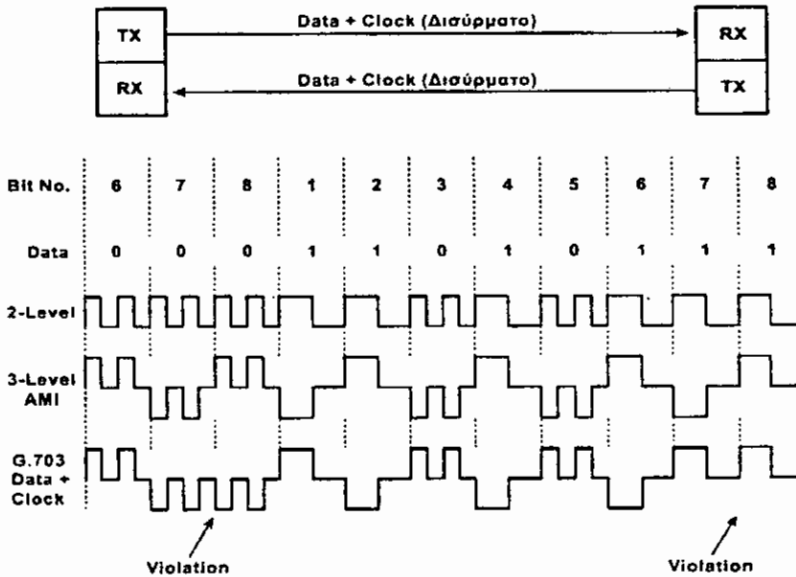


Σχήμα 35: V.35 connector



Σχήμα 36: Τα σήματα της V.35

καλώδια, ενώ στα 2 Mbps χρησιμοποιούνται και ομοαξονικά καλώδια (75 Ω). Στις υψηλότερες ταχύτητες χρησιμοποιούνται ομοαξονικά καλώδια.



Σχήμα 37: Codirectional G.703 interface

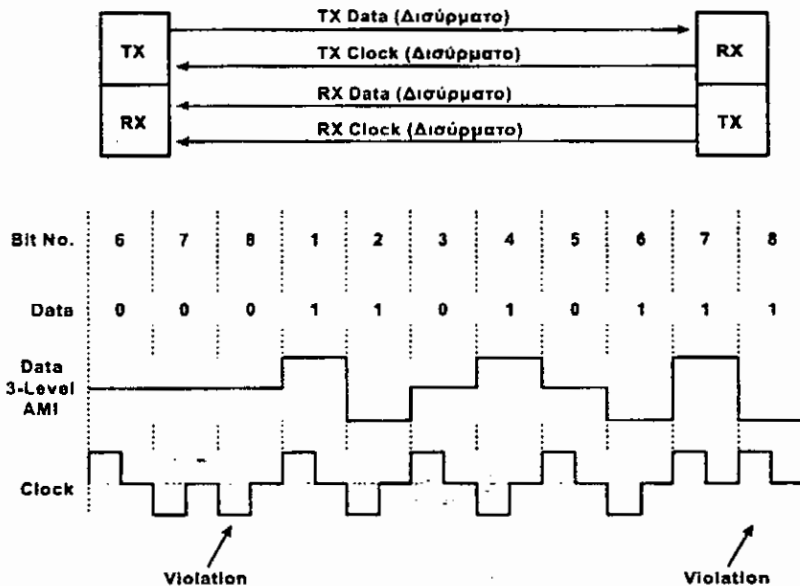
Το interface για τα 64 Kbps συναντάται συχνότερα σε δίκτυα WAN που χρησιμοποιούν διατάξεις μετάδοσης PCM, γι' αυτό και παρουσιάζει εντονότερο ενδιαφέρον.

Το G.703 στα 64 Kbps συναντάται κυρίως σε δυο παραλλαγές, το codirectional και το contradirectional interface. Το Codirectional (σχήμα 3.19) χρησιμοποιεί ένα δισύρματο καλώδιο για εκπομπή και ένα για λήψη, ενώ το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι τα data και το σήμα χρονισμού (clock) συνδυάζονται πάνω στο ίδιο ζεύγος καλωδίων όπως φαίνεται στο σχήμα.

Προκειμένου να φθάσουμε στην τελική μορφή του σήματος που περιγράφεται στην κάτω σειρά του σχήματος, ακολουθούνται 3 λογικά βήματα. Κατ' αρχάς τα bit με τιμή 0 κωδικοποιούνται με δύο παλμούς διάρκειας μισού bit, ενώ τα bit με τιμή 1 κωδικοποιούνται με ένα παλμό διπλάσιου εύρους. Στη συνέχεια

εφαρμόζεται ο κώδικας AM1 για να επιτευχθεί η συμμετρία της γραμμής, προκειμένου να περιορισθεί η DC συνιστώσα και έτσι δημιουργείται ένα σήμα 3 επιπέδων. Τέλος για τον συγχρονισμό οκτάδων, επιβάλλεται μια παραβίαση του κώδικα στο 8ο bit κάθε οκτάδας.

Το Contradirectional interface διαθέτει ανεξάρτητο δισύρματο καλώδιο για data και για το ρολόι, έτσι ώστε απαιτούνται συνολικά 4 ζεύγη καλωδίων για αμφίδρομη μετάδοση (σχήμα 38).



Σχήμα 38: Contradirectional G.703 interface

Η χαρακτηριστική αντίσταση στα συνεστραμμένα καλώδια είναι 120 Ω και το πλάτος κάθε παλμού φθάνει το 1 Volt. Για ταχύτητες 2048 Mbps χρησιμοποιούνται ομοαξονικά καλώδια των 75 Ω με πλάτος σήματος 2,37V. Εναλλακτικά προβλέπεται η χρήση συνεστραμμένων ζευγών καλωδίων των 120 Ω με πλάτος παλμού 3V.

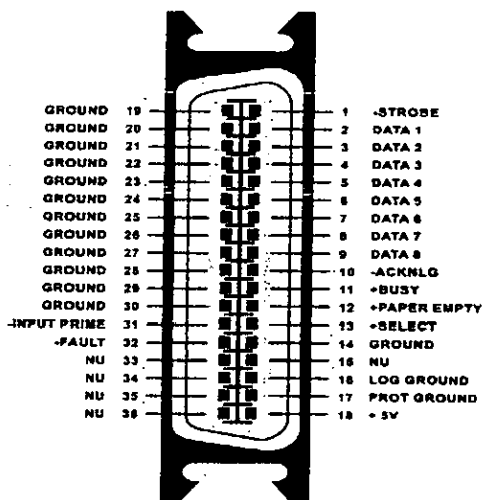
Η κωδικοποίηση γίνεται με κώδικα AMI τύπου HDB3 που φροντίζει ώστε να μην εμφανίζονται πλέον των τριών διαδοχικών

μηδενικών στα data και να υπάρχουν έτσι άφθονες εναλλαγές στο σήμα για καλύτερο συγχρονισμό. Για ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ομοαξονικά καλώδια.

5.3 Παράλληλες διασυνδέσεις

Οι παράλληλες διασυνδέσεις χρησιμοποιούνται ευρέως στις συνδέσεις PC και εκτυπωτών, υπολογιστών και περιφερειακών συσκευών και γενικώς σε συνδέσεις μικρών αποστάσεων αφού είναι σαφώς ταχύτερες των σειριακών. Οι δημοφιλέστερες τυποποιημένες παράλληλες διασυνδέσεις είναι οι Centronics και IEEE-488 που περιγράφονται παρακάτω.

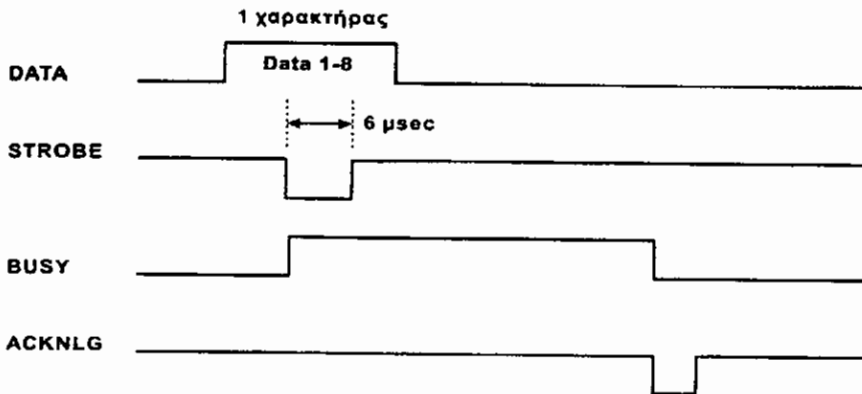
5.3.1 Centronics



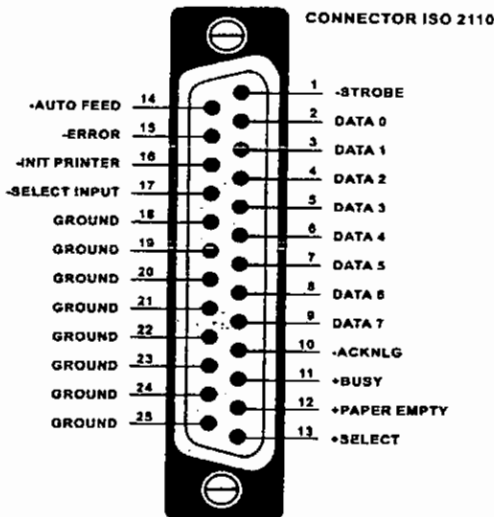
Το Centronics interface δημιουργήθηκε από την ομώνυμη εταιρία εκτυπωτών και χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως για την παράλληλη σύνδεση μεταξύ υπολογιστών και εκτυπωτών. Τα bit πληροφορίας μεταφέρονται παράλληλα μέσω 8 αγωγών, η μεταφορά τους ελέγχεται από τα σήματα Strobe και Acknowledge και ο έλεγχος ροής γίνεται μέσω του ακροδέκτη 11 (busy).

Στο διπλανό σχήμα έχουμε τη μορφή του connector με όλους τους ακροδέκτες.

Στο σχήμα 39 μπορούμε αναλυτικά να δούμε τις χρονικές ακολουθίες μεταξύ των σημάτων του interface αυτού.



Σχήμα 39: Centronics interface



Μια ιδιομορφία που παρατηρείται στη χρήση της διασύνδεσης centronics είναι ότι οι personal computer της IBM και οι συμβατοί τους χρησιμοποιούν διαφορετικό μηχανικό connector.

Χρησιμοποιούν τον γνωστό D connector των 25 ακροδεκτών (ISO 2110) που έχουμε και στη V.24 (RS-232). Στο διπλανό σχήμα παρατίθεται η αντιστοιχία

των αγώγων του Centronics στο connector ISO 2110.

5.3.2 IEEE-488

Το IEEE-488 bus τυποποιήθηκε για πρώτη φορά το 1975, ενώ μερικές φορές αποκαλείται GPIB από το General Purpose Interface Bus. Προσδιορίζει τα μηχανικά, ηλεκτρικά, λειτουργικά και διαδικαστικά χαρακτηριστικά της διασύνδεσης. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία για τον έλεγχο συσκευών και οργάνων από κεντρικό υπολογιστή. Η μεταφορά δεδομένων και εντολών είναι δυνατή στην 48\$ και προς τις δυο κατευθύνσεις. Το IEEE-488 είναι βασική μορφή διασύνδεσης για παράλληλες μεταδόσεις μεταξύ ψηφιακών συσκευών. Υπάρχουν 8 αγωγοί για τη μετάδοση data και άλλοι που μεταφέρουν σήματα ελέγχου (βλέπε σχήμα 40). Τα σήματα ελέγχου δίνουν εντολές για τη διαχείριση του data bus και για το απαραίτητο handshaking. Για τη διαχείριση του data bus υπάρχουν πέντε αγωγοί, ο κάθε ένας από τους οποίους χρησιμοποιείται για μια εντολή.

Αναλυτικότερα έχουμε:

ATN (Attention). Η στάθμη του αγωγού αυτού προσδιορίζει το κατά πόσο το περιεχόμενο του data bus είναι data ή "διεύθυνση" συσκευής (address) ή εντολή ελέγχου για περιβάλλον πολλαπλής σύνδεσης.

IFC (Interface Clear). Χρησιμοποιείται προκειμένου να θέτει τις συσκευές σε καταστάσεις *Talk* και *Listen*, καταστάσεις ομιλούντος και ακροατή.

EOI (End of Identify). Χρησιμοποιείται για να σηματοδοτεί τη μετάδοση του τελευταίου byte.

REN (Remote Enable). Είναι σήμα που εκπέμπει μόνο ο κεντρικός υπολογιστής προκειμένου να ενεργοποιεί τους απομακρυσμένους σταθμούς.

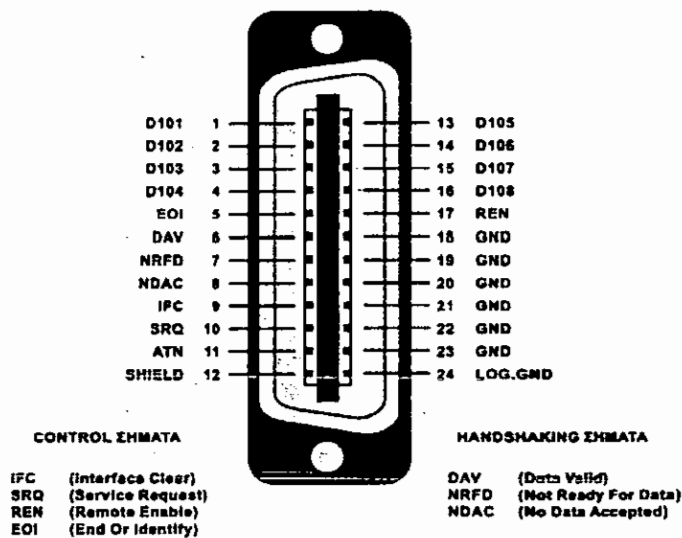
SRQ (Service Request). Χρησιμοποιείται από τις συσκευές προκειμένου να ειδοποιούν τον εκάστοτε controller ότι απαιτούν εξυπηρέτηση.

Όσον αφορά το handshaking υπάρχουν τρεις αγωγοί

DAV (Data Valid). Ελέγχεται από τον εκάστοτε ομιλούντα. Με αυτόν ειδοποιεί τις απέναντί του συσκευές ότι τα data που ευρίσκονται στο bus είναι διαθέσιμα.

NRFD (Not Ready for Data). Χρησιμοποιείται από τους ακροατές για να ειδοποιείται ο ομιλών πότε αυτοί είναι σε θέση να δεχθούν νέα data.

NDAC (Not Data Accepted). Με το σήμα αυτό οι ακροατές ενημερώνουν τον ομιλούντα ότι ολοκλήρωσαν τη διαδικασία λήψης. Κάθε, συσκευή μόλις λάβει τα data απελευθερώνει το NDAC. Έτσι ο ομιλών περιμένει μέχρι να απελευθερωθεί και το τελευταίο NDAC.



Σχήμα 40: IEEE 488

Βιβλιογραφία

- ✓ Τηλεπληροφορική και δίκτυα υπολογιστών (Π. Παναγιωτόπουλος – Γ. Δραγώνας – Χ. Σκουρλάς)
- ✓ Τηλεπικοινωνιακά συστήματα (Taub / Schilling)
- ✓ Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών (Αρης Αλεξόπουλος / Γιώργος Λαγογιάννης)
- ✓ Συστήματα επικοινωνίας (Simon Haykin)
- ✓ 8251 USERS GUIDE (Intel)
- ✓ 8255 USERS GUIDE (Intel)

