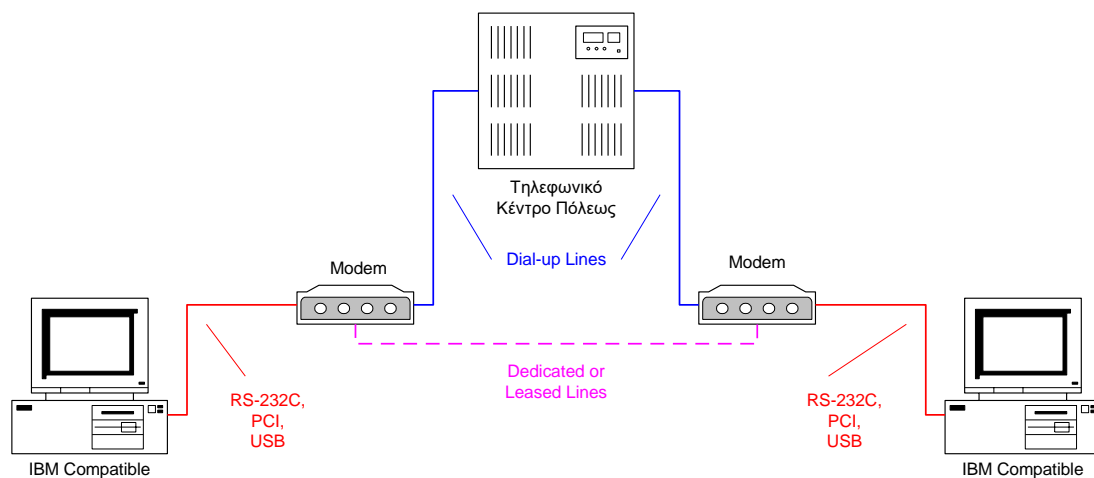


# MODEM

Το modem είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που επιτρέπει την όδευση ψηφιακών σημάτων μέσα από αναλογικό κανάλι (συνήθως μια κοινή τηλεφωνική γραμμή (Γραμμή Κέντρου Πόλεως)). Εφ' όσον λοιπόν βοηθάει την επικοινωνία συστημάτων, πρόκειται για μια **Data Communication Equipment** τύπου συσκευή και πρέπει απαραίτητα στο άλλο άκρο του αναλογικού τηλεπικοινωνιακού καναλιού να υπάρχει μια παρόμοιου τύπου συσκευή, δηλαδή ένα άλλο modem. Αυτά τα δύο διασυνδεδεμένα modems επιτρέπουν την επικοινωνία δύο **Data Terminal Equipment** τύπου συσκευών. Οι D.T.E. συσκευές είναι συνήθως δύο Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές, αλλά θα μπορούσε να είναι επίσης ένα Σύστημα Συναγερμού που επικοινωνεί με ένα Ηλεκτρονικό Υπολογιστή για να «αναφέρει» κάποιο συμβάν, ή θα μπορούσε να είναι ένας Ηλεκτρονικός Υπολογιστής που επικοινωνεί με ένα Τηλεφωνικό Κέντρο (P.A.B.X.) ή ένα Δρομολογητή (Router) για να τροποποιήσει κάποιος τον προγραμματισμό αυτών των συστημάτων, ή θα μπορούσε να είναι ένα Αισθητήριο (π.χ. Σεισμόμετρο ή κάποιου είδους Θερμοστοιχείο κ.α.) που επικοινωνεί με ένα Ηλεκτρονικό Υπολογιστή για να μεταφέρει κάποια μέτρηση κ.α.. Η πιο κλασική περίπτωση χρήσης modem είναι αυτή κατά την οποία ένας Ηλεκτρονικός Υπολογιστής συνδέεται στο internet. Πάντως, όπως προαναφέρθηκε, είναι δυνατή η επικοινωνία δύο Ηλεκτρονικών Υπολογιστών μέσω δύο modems και μιας τηλεφωνικής γραμμής χωρίς τη χρήση του internet.

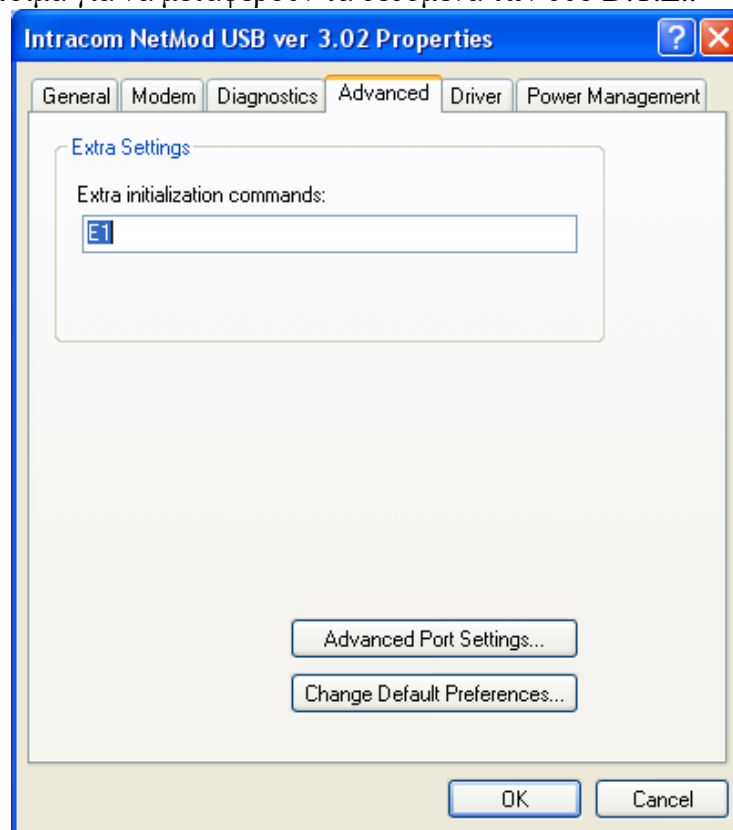
Είναι γνωστό ότι η λέξη modem προήλθε από τη σύντμηση των λέξεων **modulator** και **demodulator**, δηλαδή Διαμορφωτής και Αποδιαμορφωτής, καθώς διαμορφώνει/αποδιαμορφώνει τα αναλογικά σήματα ακουστικών συχνοτήτων της τηλεφωνικής γραμμής για να μεταφέρει ψηφιακά σήματα. Τα modems αυτά είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα και αναφέρονται και ως modems ακουστικής ζώνης (Voiceband υποπερίπτωση του Baseband στη περιοχή συχνοτήτων 300Hz ως 3400Hz). Διακρίνονται δε σε modems επιλεγόμενης τηλεφωνικής γραμμής (dial-up line), και σε modems αφιερωμένης ή μισθωμένης τηλεφωνικής γραμμής (dedicated ή leased line), (βλέπε στο τέλος του κεφαλαίου Appendix A).



Σχήμα 1. Οι δύο περιπτώσεις σύνδεσης των voiceband's modems.

Εφ' όσον τα modems λειτουργούν σε ζευγάρια, και εφ' όσον υπάρχει πιθανότητα τα δύο αυτά modems του ζευγαριού να προέρχονται από διαφορετικό κατασκευαστή θα πρέπει η λειτουργία τους να καθορίζεται από συστάσεις που εκδίδει η International Telecommunications Union -Telecommunications sector με το διακριτικό V.xx, όπου xx είναι αύξοντες αριθμοί που χαρακτηρίζουν τη συγκεκριμένη σύσταση. Οι συστάσεις αυτές καθορίζουν τον Ρυθμό Μεταφοράς των Δεδομένων (Bit Rate), (παλαιότερα η ταχύτητα αυτή εκφραζόταν σε Baud Rate, αλλά τώρα πλέον έχει περιπέσει σε αχρησία ο όρος αυτός, βλέπε στο τέλος του κεφαλαίου Appendix B), εάν η Επικοινωνία είναι Simplex, Duplex (Half ή Full), το πρωτόκολλο Διόρθωσης Λαθών (Error Correction), το πρωτόκολλο συμπίεσης Δεδομένων (Data Compression,) και άλλες δευτερεύουσες παραμέτρους. Επειδή συνήθως ο Ρυθμός Μεταφοράς των Δεδομένων μεταξύ του D.T.E. και του modem είναι σημαντικά υψηλότερος απ' ό τι μεταξύ των δύο modems επιβάλλεται να υπάρχει Έλεγχος Ροής (Flow Control) των Δεδομένων μεταξύ του D.T.E. και του modem (βλέπε Appendix E). Συνήθως χρησιμοποιείται η τεχνική XON/XOFF και ειδικά στην περίπτωση της διασύνδεσης του D.T.E. με το modem μέσω της σειραϊκής σύνδεσης RS-232C μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η τεχνική RTS/CTS (Ready To Send/Clear To Send). Όλα τα modems θα πρέπει να μπορούν να παρέχουν τις βασικές υπηρεσίες που περιγράφονται από τις συστάσεις της I.T.U.-T και κατά περίπτωση κάποιες πρόσθετες και αναβαθμισμένες υπηρεσίες ανάλογα με τον κατασκευαστή.

Κατά την αρχική φάση επικοινωνίας των modems, αυτά ξεκινούν μια διαδικασία «χειραγίας» (Handshake) κατά την οποία ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικά με την Ταχύτητα Μεταφοράς των Δεδομένων, τα πρωτόκολλα Επικοινωνίας, Διόρθωσης Λαθών, Συμπίεσης Δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν κατά την επικοινωνία μεταξύ τους και μεταπίπτουν σε μια κατάσταση «διαφάνειας» (transparency) έτοιμα για να μεταφέρουν τα δεδομένα των δύο D.T.E..



Εικόνα 1

Προκειμένου τα modems να επιτελέσουν αυτές τις σύνθετες λειτουργίες αλλά και να παραμείνουν «ευέλικτα» θα πρέπει να μπορούν να προγραμματίζονται. Ο προγραμματισμός (αναφέρεται ως Configuration) γίνεται σχεδόν πάντα όταν το modem δεν επικοινωνεί με άλλο modem. Ο προγραμματισμός αυτός γίνεται σε επίπεδο command line, και οι εντολές που δίδονται έχουν πρόθεμα το AT (από το **A**ttention προς το modem). Οι εντολές αυτές είναι ίδιες με αυτές που φαίνονται ή μπορούν να δοθούν στο παράθυρο της Εικόνας 1. (Settings→Control Panel→Phone and Modem Options →Modems→Properties→Advanced). Το initialization (Αρχικοποίηση) έχει την έννοια ότι η εντολή αυτή δίδεται κάθε φορά που **ξεκινά** η επικοινωνία του υπολογιστή με το modem.( Ένας κατάλογος των βασικών αυτών εντολών φαίνεται στο Appendix C, αλλά για το κάθε modem το πλήρες σύνολο εντολών του, αναφέρεται στο τεχνικό εγχειρίδιο που το συνοδεύει. Έτσι και αλλιώς αυτά τα τεχνικά εγχειρίδια των κατασκευαστών αποτελούν πολύτιμες πηγές τεχνικών πληροφοριών.)

Όμως εκτός από τα modems που χρησιμοποιούν σήματα voiceband υπάρχουν και εκείνα που χρησιμοποιούν σήματα baseband (σήματα βασικής ζώνης) (Appendix D). Σε τηλεφωνικές γραμμές, στις οποίες δεν παρεμβάλλονται πηνία, ενισχυτές ή συστήματα πολύπλεξης το φάσμα συχνοτήτων της βασικής ζώνης είναι 0Hz έως 100KHz. Σχεδόν πάντα αυτές οι τηλεφωνικές γραμμές δεν είναι επιλεγόμενου τύπου αλλά αφιερωμένες ή μισθωμένες. Σ' αυτού του είδους τα modem ο Ρυθμός Μεταφοράς των Δεδομένων εξαρτάται από το μήκος αυτού του είδους της τηλεφωνικής γραμμής, και από τη διατομή των χάλκινων αγωγών αυτής της γραμμής και συνήθως παίρνει τιμές από 64Kbps έως και 2Mbps. Τέτοιου είδους modem χρησιμοποιεί και ο Ο.Τ.Ε. για να παρέχει τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες υψηλού Ρυθμού Μετάδοσης Δεδομένων, συνήθως σε εταιρίες. Η πιο γνωστή υπηρεσία αυτού του είδους είναι η I.S.D.N.(**I**ntegrated **S**ervices **D**igital **N**etwork). Βέβαια ο Ο.Τ.Ε. δεν ονομάζει modems αυτές τις τερματικές (επειδή τοποθετούνται στα δύο τέρματα της τηλεφωνικής γραμμής) διατάξεις αλλά L.T.U. (**L**ine **T**ermination **U**nit) αυτή που είναι εγκατεστημένη στο Τηλεφωνικό Κέντρο Πόλεως του Ο.Τ.Ε., και N.T.U. (**N**etwork **T**ermination **U**nit) αυτή που είναι εγκατεστημένη στο χώρο του συνδρομητή. Ειδικά για την περίπτωση του I.S.D.N.-**B**.**R**.**A**.(**B**asic **R**ate **A**ccess) που χρησιμοποιείται και στις οικίες το N.T.U. ονομάζεται N.T.1 (**N**etwork **T**ermination 1) και είναι το γνωστό μας netMod της INTRACOM. (Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι μερικές φορές ο όρος modem χρησιμοποιείται καταχρηστικά (εξαρτάται πολύ από τον ορισμό που δίνουμε στη λέξη Διαμόρφωση).) Τα τελευταία τέσσερα χρόνια ο Ο.Τ.Ε. έχει αρχίζει να χρησιμοποιεί αντί αυτών των τερματικών διατάξεων, baseband modems τύπου H.D.S.L. (**H**igh bit rate **D**igital **S**ubscriber **L**ine/**L**oop). Αυτό το modem ανήκει στην οικογένεια xD.S.L. (**D**igital **S**ubscriber **L**ine/**L**oop), στην οποία οικογένεια ανήκει και το γνωστό μας modem A.D.S.L. (**A**symmetric **D**igital **S**ubscriber **L**ine/**L**oop). Τα H.D.S.L. modems επιτυγχάνουν Ρυθμούς Μεταφοράς Δεδομένων μέχρι 2Mbps εφόσον το μήκος της τηλεφωνικής γραμμής είναι λιγότερο από 4Km και η διάμετρος των χάλκινων αγωγών των ζευγών (απαιτούνται δύο ζεύγη) είναι 0.4mm έως 0.6mm. (Στατιστικά έχει παρατηρηθεί ότι οι περισσότεροι συνδρομητές βρίσκονται σε μια ακτίνα 5Km γύρω από το Τηλεφωνικό Κέντρο Πόλεως). Πάντως εάν ο συνδρομητής βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 5Km από το Τηλεφωνικό Κέντρο Πόλεως, τα H.D.S.L. modems δεν επικοινωνούν μεταξύ τους και πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι παραπάνω αναφερθείσες τερματικές διατάξεις όπου ενδιάμεσα αυτών μπορούν να τοποθετηθούν αναγεννητές (regenerators) του σήματος (δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναγεννητές σήματος μεταξύ των H.D.S.L. modems). Τα τελευταία χρόνια και εταιρείες που θέλουν να διασυνδέσουν

τηλεπικοινωνιακά δύο ανεξάρτητα κτήριά τους μέσω μισθωμένης γραμμής χρησιμοποιούν τα H.D.S.L. modems, αλλά πάντα υπάρχει η περίπτωση η συνολική καλωδιακή απόσταση των δύο κτηρίων να είναι μεγαλύτερη από 4Km αφού η μισθωμένη τηλεφωνική γραμμή πρέπει να περάσει μέσω του κτηρίου του Τηλεφωνικού Κέντρου Πόλεως.

Μια παραλλαγή αυτών των baseband's modems είναι τα short range ή short distance ή short haul modems ή line drivers που κατ' ουσίαν επεκτείνουν τη θύρα RS-232C σε πολύ μεγάλη απόσταση συνηθέστατα μέσα σ' ένα κτήριο ή σ' ένα οικοδομικό τετράγωνο αν και τυπικώς μερικά από αυτά υποστηρίζουν Ρυθμό Μετάδοσης Δεδομένων 115.2Kbps σε απόσταση μέχρι 14 μίλια. Και αυτά συνδέονται ανά ζεύγη με δισύρματη ή τετρασύρματη γραμμή συνεστραμένων αγωγών που συνήθως πάλι δεν είναι μισθωμένη τηλεφωνική γραμμή μέσω Ο.Τ.Ε.. Επειδή το μέγεθος τους δεν είναι μεγάλο πολλές φορές εγκαθίστανται πάνω στον connector RS-232C ειδικά εάν αυτός είναι του τύπου DB25.

Γενικά πρέπει να έχουμε πάντα υπ' όψη ότι η οποιαδήποτε πρόσβαση σε W.A.N. (Wide Area Network) ή στο internet, απαιτεί πάντα τη μεσολάβηση κάποιου είδους modem του οποίου την παρουσία σπανίως αντιλαμβανόμαστε.

## **ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση είναι παρόμοια με την προηγούμενη που είχε τίτλο ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ, και η μόνη ουσιαστική διαφορά είναι η χρήση των modems στη θέση του σειριακού καλωδίου. Ετσι ενώ η σειριακή διασύνδεση υπολογιστών νοείται ότι υφίσταται μέσα στο χώρο ενός κτηρίου ή έστω ενός οικοδομικού τετραγώνου, η χρήση των modems μας απελευθερώνει από αυτούς τους γεωγραφικούς περιορισμούς, και οι επικοινωνούντες υπολογιστές μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε υπάρχει τηλεφωνική γραμμή ενσύρματη ή ασύρματη (D.E.C.T. (**D**igital **E**uropean **C**ordless **T**elephone), C.T.2 (**C**ordless **T**elephony 2 (H.Π.Α.)), G.S.M. (**G**lobal **S**ystem for **M**obile communications), Δορυφορική).

Η πρώτη εργασία που έχουμε να κάνουμε είναι να αποκαταστήσουμε την επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή και του αντίστοιχου modem με το οποίο συνδέεται. Η σύνδεση αυτή γίνεται με τη χρήση καλωδίου RS(**R**ecommended **S**tandards)-232-C (D.T.E. (**D**ata **T**erminal **E**quipment) – D.C.E. (**D**ata **C**ommunication **E**quipment)) που πάντα συνοδεύει το καινούργιο modem. (Προσοχή!!! Αυτό το καλώδιο είναι διαφορετικό από το καλώδιο RS-232-C null modem (D.T.E. – D.T.E.) που χρησιμοποιήσαμε στην προαναφερθείσα εργαστηριακή άσκηση)

Κατά τα γνωστά από την προαναφερθείσα άσκηση, με τη χρήση του λογισμικού HyperTerminal αποκαθιστούμε επικοινωνία με τα modems. Ένας τρόπος για να ελέγξουμε την απόκριση του modem, είναι να πληκτρολογήσουμε τους τους χαρακτήρες AT&V (με μεγάλη πιθανότητα αυτοί οι χαρακτήρες δεν θα απεικονισθούν στην οθόνη) αλλά στην οθόνη μας θα λάβουμε το σημαντικότερο μέρος του προγραμματισμού (configuration) του modem. Επειδή κατά την υλοποίησης άσκησης χρησιμοποιήσαμε modems τα οποία «κατασκευαστικά» απέχουν περίπου τέσσερα χρόνια η εξέλιξη της τεχνολογίας επέτρεψε στο νεώτερο (microcom) να απαντήσει φιλικότερα στο χρήστη απ' ότι το παλαιότερο (crypto).

### **Απόκριση microcom**

AT&V<enter>

Option	Selection	AT Cmd
Comm Standard	CCITT	B
CommandCharEcho	Enabled	E
Speaker Volume	Medium	L
Speaker Control	OnUntilCarrier	M
Result Codes	Enabled	Q
Dialer Type	Tone	T/P
ResultCode Form	Text	V
ExtendResultCode	Enabled	X
DialTone Detect	Enabled	X
BusyTone Detect		
LSD Action	Standard RS232	&C
DTR Action	Standard RS232	&D

Press any key to continue; ESC to quit.

Option	Selection	AT Cmd
V22b Guard Tone	Disabled	&G
Flow Control	Hardware	&K
Error Control Mode	V42,MNP,Buffer	\N
Data Compression	V44 V42bis MNP5	%C
AutoAnswerRing#	1	S0
AT Escape Char	43	S2
CarriageReturn Char	13	
Linefeed Char	10	S4
Backspace Char	8	S5
Blind Dial Pause	3 sec	S6
NoAnswer Timeout	55 sec	S7
"," Pause Time	4 sec	S8

Press any key to continue; ESC to quit.

Option	Selection	AT Cmd
No Carrier Disc	2000 msec	S10
DTMF Dial Speed	95 msec	S11
Escape GuardTime	1000 msec	S12
Data Calling Tone	Enabled	S35
Line Rate	33600	S37

Press any key to continue; ESC to quit.

Stored Phone Numbers

&Z0=  
&Z1=  
&Z2=

OK

### Απόκριση crypto

AT&V<enter>

ACTIVE PROFILE: DTE SPEED = 115200 BPS 8N1  
E1 L3 M1 N1 Q0 T V1 W0 X3 &C1 &D2 &G0 &K3 &Q0 &R0 &S0 &T5  
&X0 &Y0 \G0 \K5 \N3 \V0 %C3 %E2  
S00:001 S01:000 S02:043 S03:013 S04:010 S05:008 S06:005 S07:050 S08:002  
S10:014 S11:080 S12:050 S30:000 S32:017 S33:019 S91:010

STORED PROFILE 0: DTE SPEED = 115200 BPS 8N1  
E1 L3 M1 N1 Q0 T V1 W0 X3 &C1 &D2 &G0 &K3 &Q0 &R0 &S0 &T5  
&X0 \G0 \K5 \N3 \V0 %C3 %E2  
S00:001 S02:043 S06:005 S07:050 S08:002 S10:014 S11:080 S12:050 S91:010

STORED PROFILE 1: DTE SPEED = 115200 BPS 8N1  
E1 L1 M1 N1 Q0 T V1 W0 X3 &C1 &D2 &G0 &K3 &Q0 &R0 &S0 &T5  
&X0 \G0 \K5 \N3 \V0 %C3 %E2  
S00:000 S02:043 S06:005 S07:050 S08:002 S10:014 S11:080 S12:050 S91:010

OK

Προσέξτε ότι ουσιαστικά η στήλη AT Cmd του microcom είναι παρόμοια με την απόκριση του crypto.

Επειδή ο προγραμματισμός των modems είναι αρκετά δύσκολος τόσο εξ αιτίας του μη φιλικού user interface, όσο κυρίως επειδή απαιτεί πολύ καλή γνώση της σειριακής αυτής επικοινωνίας, παραθέτουμε μερικές πολύ βασικές AT εντολές. (Όπως προαναφέρθηκε τα modems οφείλουν να αποκρίνονται σ' ένα βασικό σύνολο AT εντολών προκειμένου να μπορούν να εκπληρώσουν τη βασική επικοινωνία, και από εκεί και πέρα ανάλογα με τον κατασκευαστή και το πόσο σύγχρονα είναι, μπορεί να αποκρίνονται σε πιο σύνθετες AT εντολές και να υλοποιούν συμπληρωματικές υπηρεσίες έχοντας αποκαταστήσει τη βασική υπηρεσία επικοινωνίας.)

**ATxxxx...xxxx&W** : (xxxx...xxxx: διάφορες εντολές όπως αυτές φαίνονται στο Appendix C) Αποθήκευση των xxxx...xxxx ώστε να διατηρηθούν και μετά τη διακοπή τροφοδοσίας.

**ATZ** : Επαναφόρτωση των αποθηκευμένων εντολών μόνο.

**ATE1** : Το modem «στέλνει πίσω» (Echoed back) το χαρακτήρα που έλαβε. (Πιθανόν να μην είναι επιθυμητό ειδικά αν τα συνδεδεμένα μηχανήματα στο modem δεν είναι Personal Computers.)

**ATX3** : Το modem που ξεκινά την επικοινωνία δεν προσπαθεί να ανιχνεύσει το dial tone της τηλεφωνικής γραμμής για να καλέσει το modem που πρέπει να επικοινωνήσει. (Είναι πολύ χρήσιμο στις περιπτώσεις που υπάρχει το dial tone αλλά δεν το «καταλαβαίνει» το modem.)

**AT&FX3&W, ATZ** : Εάν μεταβάλλοντας τον προγραμματισμό δεν θυμόμαστε πιά παράμετρο αλλάξαμε και το modem δεν λειτουργεί κανονικά,

μπορούμε να το επαναφέρουμε στις βασικές εργοστασιακές ρυθμίσεις δίνοντας την προηγούμενη ακολουθία εντολών.

**ATD(P)(T)z,x...x** : Δίνουμε εντολή στο modem να καλέσει τον τηλεφωνικό αριθμό στον οποίο απαντάει το άλλο modem. **ATDP** : καλούμε παλμικά, **ATDT** : καλούμε τονικά. z,x...x: **z**: πρόθεμα πρόσβασης σε Γραμμή Κέντρου Πόλεως σε περίπτωση που το modem συνδέεται σε εσωτερικό Τηλεφωνικό Κέντρο, ,(κόμμα) το modem εισάγει χρονική καθυστέρηση yy (οριζόμενη **ATS008=yy**) μεταξύ του προθέματος και του συνδρομητικού αριθμού, **x...x**: συνδρομητικός αριθμός.

**ATS000=xx** : **xx** αριθμός κουδουνισμάτων πριν απαντήσει το modem. Για **xx=00** το modem δεν απαντάει.

**ATH0** : Με τη χρήση αυτής της εντολής το modem απολύει τη τηλεφωνική σύνδεση. Προσοχή!!! Εάν τερματίσουμε απλώς το HyperTerminal εξαρτάται από το προγραμματισμό του modem αν θα απολύσει τη τηλεφωνική σύνδεση.

Αφού αποκαταστήσουμε την τηλεφωνική επικοινωνία (με τη χρήση της εντολής **ATDT....**) μεταξύ των δύο modems, και κατά συνέπεια μεταξύ των δύο HyperTerminals μπορούμε να ανταλλάξουμε μηνύματα και αρχεία κατά τα γνωστά σύμφωνα με την εργαστηριακή άσκηση: ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.

## Appendix A: Leased Line Modems

Leased or dedicated lines are telephone lines where there is no dialtone. Leased line modems are analogue and not digital. These special modems are used on lines leased from the telephone company or sometimes on just a long direct wire hook-up. They often will also work as ordinary modems but go into leased-line mode when the AT command &L1 is given.

Ordinary modems for a telephone line will not normally work on such a leased line. An ordinary telephone line has about 40-50 volts (known as the "battery") on it when not in use and the conventional modem uses this voltage for transmission. Furthermore, the telephone company has special signals indicating a ring, line busy, etc. Conventional modems expect and respond to these signals. Connecting two such modems by a long cable will not provide the telephone signals on the cable and thus the modems will not work.

Leased-line modems often use a "dumb mode" where they ignore AT commands, disable result reporting, etc. One type of leased line used two pairs of wires (one for each direction) using V.29 modulation at 9600 baud. Some brands of leased line modems are incompatible with other brands.

## Appendix B: "baud" versus "bps"

``baud" and ``bps" are perhaps one of the most misused terms in the computing and telecommunications field. Many people use these terms interchangeably, when in

fact they are not! bps is simply the number of bits transmitted per second. The baud rate is a measure of how many times per second a signal changes (or could change). For a typical serial port a 1-bit is -12 volts and a 0-bit is +12 v (volts). If the bps is 38,400 a sequence of 010101... Would also be 38,400 baud since the voltage shifts back and forth from positive to negative to positive, etc. and there are 38,400 shifts per second. For another sequence say 111000111... There will be fewer shifts of voltage since for three 1's in sequence the voltage just stays at -12 volts yet we say that its still 38,400 baud since there is a possibility that the number of changes per second will be that high.

Looked at another way, put an imaginary tic mark separating each bit (even though the voltage may not change). 38,400 baud then means 38,400 tic marks per second. The tic marks are at the instants of permitted change and are actually marked by a synchronized clock signal generated in the hardware but not sent over the external cable.

Suppose that a "change" may have more than the two possible outcomes of the previous example (of +- 12 v). Suppose it has 4 possible outcomes, each represented by a unique voltage level. Each level may represent a pair of bits (such as 01). For example, -12v could be 00, -6v 01, +6v 10 and +12v 11. Here the bit rate is double the baud rate. For example, 3000 changes per second will generate 2 bits for each change resulting in 6000 bits per second (bps). In other words 3000 baud results in 6000 bps.

### **Real examples**

The above example is overly simple. Real examples are more complicated but based on the same idea. This explains how a modem running at 2400 baud, can send 14400 bps (or higher). The modem achieves a bps rate greater than baud rate by encoding many bits in each signal change (or transition). Thus, when 2 or more bits are encoded per baud, the bps rate exceeds the baud rate. If your modem-to-modem connection is at 14400 bps, it's going to be sending 6 bits per signal transition (or symbol) at 2400 baud. A speed of 28800 bps is obtained by 3200 baud at 9 bits/baud. When people misuse the word baud, they may mean the modem speed (such as 33.6k).

Common modem bps rates were formerly 50, 75, 110, 300, 1200, 2400, 9600. These were also the bps rates over the serial port-to-modem cables. Today the bps modem-to-modem (maximum) rates are 14.4k, 28.8k, 33.6k, and 56k, but the common rates over the serial Port-to-modem cables are not the same but are: 19.2k, 38.4k, 57.6k, 115.2k, 230.4k. The high speed of 230.4k is (as of late 2000) unfortunately not provided by most new (and old) hardware. Using modems with V.42bis compression (max 4:1 compression), rates up to 115.2k bps are possible for 33.6k modems. 203.2k (4 x 53.3k) is possible for 56k modems.

Except for 56k modems, most modems run at 2400, 3000, or 3200 baud. Even the 56k modems use these bauds for transmission and sometimes fall back to them for reception. Because of the bandwidth limitations on voice-grade phone lines, baud rates greater than 2400 are harder to achieve, and only work under conditions of good phone line quality.



How did this confusion between bps and baud start? Well, back when antique low speed modems were high speed modems, the bps rate actually did equal the baud rate. One bit would be encoded per phase change. People would use bps and baud interchangeably, because they were the same number. For example, a 300 bps modem also had a baud rate of 300. This all changed when faster modems came around, and the bit rate exceeded the baud rate. ``baud" is named after Emile Baudot, the inventor of the asynchronous telegraph printer. One way this problem gets resolved is to use the term "symbol rate" instead of "baud" and thus avoid using the term "baud". However when talking about the "speeds" between the modem and the serial port (DTE speed) baud and the symbol rate are the same. And even "speed" is a misnomer since we really mean flow rate.

## Appendix C: Alphabetical List of AT Commands

This summary lists the modem commands in alphabetical order, with a brief description of each command's function. Defaults are marked with an asterisk.

COMMAND	DESCRIPTION
+++	Escape sequence, returns to command mode
A	Answers manually
A/	Repeats the last command line
AT	Attention code: Must precede all commands but A/ and +++
B<n>	Sets handshake mode (1=Bell*)
D <string>	Dial phone number <string>, with modifiers (tone*=default)
E<n>	Sets echo mode in command mode (0=off, 1=on*)
H<n>	Switch hook control (0=on hook, 1=off hook)
I<n>	Returns product code and checksum
L<n>	Controls speaker volume (1=low volume*)
M<n>	Determines when speaker is on or off (default=1*, on until carrier detected)
O<n>	Sets conditions to return to online mode
Q<n>	Enables (0*) or disables (1) result codes
S<r>	S Register read/write commands
V<n>	Numeric (0) or verbal (1*) result codes
X<n>	Enables extended result codes and dialing options
Y<n>	Long space disconnect (0=disabled*, 1=enabled)
Z<n>	Resets to configuration n
&C<n>	Data Carrier Detect (DCD) options

COMMAND	DESCRIPTION
&D<n>	Data Terminal Ready (DTR) signal control options
&F	Restores factory configuration profile
&G<n>	Sets guard tone mode (0=off*)
&H	Displays help list of AT command descriptions
&P<n>	Sets make-to-break pulse dial ratio (0=US*)
&S<n>	Data Set ready (DSR) options. (0=always on*)
&T<n>	Controls analog diagnostic tests in Direct Mode
&V	View active configuration profile
&W<n>	Writes configuration profile n to nonvolatile memory
&Y<n>	Recalls profile n when modem is powered up
&Z<n>=<x>	Stores telephone number x in location n
\A<n>	Sets maximum MNP block size (256 bytes*)
\B<n>	Transmit break time (\B3*, 300 ms)
\C<n>	Sets auto-reliable buffer (0=disabled*)
\G<n>	Sets modem-to-modem XON/XOFF (software) flow control (0=disabled*)
\J<n>	Serial data (BPS) rate adjustment (0=disabled*, 1=enabled)
\K<n>	Sets MNP break control
\N<n>	Sets operating mode (default=auto-reliable LAPM/MNP mode)
\O	Originates reliable MNP connection
\Q<n>	Sets serial port flow control (default=bidirectional CTS/RTS)
\T<n>	Sets inactivity timer (n=0* to 90 seconds)
\U	Accepts reliable MNP connection
\V<n>	Controls including of error control and data compression information with result codes
\X<n>	Sets XON/XOFF pass-through to remote modem
\Y	Switches to reliable mode
\Z	Switches to normal mode
%A<n>	Sets auto-reliable fallback character (n=13*)
%C<n>	Sets data compression (0=off, 1=on*)

COMMAND	DESCRIPTION
%E<n>	Sets auto retrain (0=disabled, 1=enabled*)
-J<n>	Controls V.42 error-control detection phase (0=disabled, 1=enabled*)
"H<n>	Enables or disables V.42bis data compression (default=enabled bidirectionally)
+FCLASS=<n>	Specifies data modem or fax operating mode, and returns information about the current selection

## Appendix D: “Baseband” versus “Broadband”

### Baseband

In networking, a baseband connection is one that uses digital signals, which are sent over wires without modulation; that is, binary values are sent directly as pulses of different voltage levels rather than being superimposed on a carrier signal (as happens with modulated transmissions). Baseband networks can be created using twisted-pair, coaxial, or fiber-optic cable.

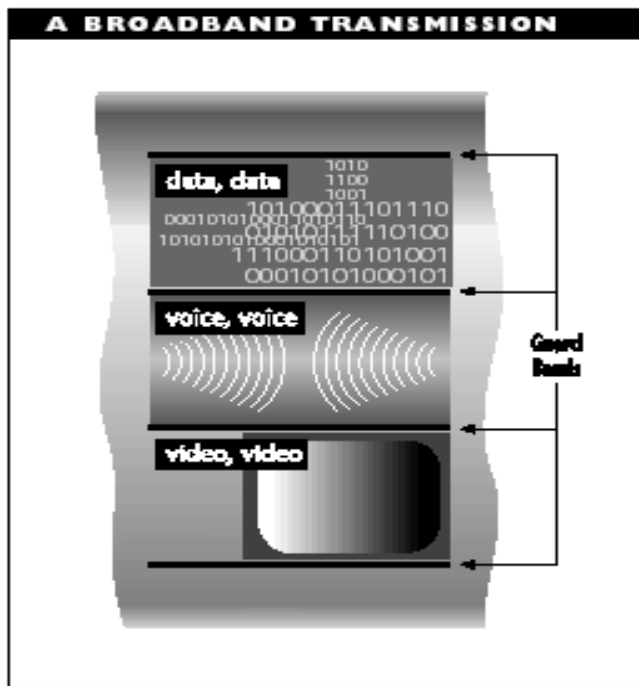
Even though only a single digital stream is transmitted over a baseband connection, it is possible to transmit multiple signals. This is done by multiplexing (combining several signals in a transmission by interleaving the signals using, for example, time slices).

This digital signaling is in contrast to broadband, in which analog signals are sent over multiple channels at the same time. Each channel is allocated a different frequency range.

### Broadband Transmission

A broadband transmission is an analog communication strategy in which multiple communication channels are used simultaneously. The data in a broadband transmission is modulated into frequency bands, or channels, and is transmitted in these channels.

Guard bands, which are small bands of unused frequencies, are allocated between data channels. These provide a buffer against interference due to signals from one data channel drifting or leaking over into a neighboring one. The figure “A broadband transmission” shows how data channels and guard bands are used.



For example, cable TV (CATV) uses broadband transmission, with each channel getting a 6 megahertz (MHz) bandwidth. Broadband transmissions use coaxial or fiber-optic cable and they can transmit voice, data, or video.

When digital data is being transmitted, a modem or other device demodulates the signals back into digital form at the receiving end. A modem used for broadband transmissions needs two bands of at least 18 MHz bandwidth each: one band for sending and the other for receiving.

## Appendix E: Flow Control, Start and Stop Bits, Parity

### Flow Control

When one sends data faster than the other end can receive it, there are several protocols for the receiver to request the sender to slow down.

#### RTS/CTS Hardware Flow Control

One protocol is called RTS/CTS. The receiver drops CTS when data is coming too fast. When the receiver is ready to start accepting data again, it raises CTS. This is the most reliable protocol, but since in general the receiver can not actually control the CTS pin of the sender directly, this is really only useful for devices side by side where there is a wire to the CTS pin running through the cable.

## **RTR/RFS Hardware Flow Control**

XON/OFF and Enq/Ack (described later) allow bi-directional flow control, but RTS/CTS only works in one direction. RTS/CTS gives the modem a way to pace (slow down) the computer, but not vice versa. A number of manufacturers/programmers started using the RTS signal as a DTE to DCE flow control mechanism to allow the computer to pace the modem. This use of the signal has become official in one of the standards subsequent to RS232C.

When the RTS pin is used as a DTE to DCE flow control mechanism, it is properly called RTR (Ready To Receive). The CTS signal has been renamed RFS (Ready For Sending).

## **Software Flow Control**

Another common protocol is called XON/OFF. When the receiver wants the sender to slow down it sends an XOFF (Ctrl-S) CHR\$(19). When it is ready to start receiving again it sends an XON (Ctrl-Q) CHR\$(17). This method is not very reliable because the both ends must react in software (which has an considerable inherent delay), and often XON characters get lost or garbled thus freezing the system. However it has the advantage that no special wire other than the normal TD and RD lines need travel between sender and receiver.

A third common protocol is called Enq/Ack used primarily by Hewlett Packard equipment.

## **Start and Stop Bits**

Modems idle by sending ones. How then could a modem send a character of all ones? It would look just like more idling. The way the modems solve the problem is by preceding each character with a single 0 bit. The transition from 1 (mark) to 0 (space) signifies the start of a character. That transition also synchronizes a clock in the receiver so that it can then sample the succeeding bits exactly in the middle.

How the could a modem send a long string of zero characters? It would look like a smooth unbroken stream of space. How could the modem tell 999 successive zero characters from 1000? The solution is to append a 1 (marking bit) to the end of each character. This way in each character there is guaranteed to be a TRANSITION as the start bit drops back from 1 to 0.

In older equipment you needed 1.5 or 2 stop bits. The stop bit had a secondary function of providing delay for the mechanical parts of a Teletype to get ready for the next character. In modern communications 1 stop bit is ample. Sometimes you will even see 0.5 or 1.5 stop bits. However you must configure both sender AND receiver to expect the same number of stop bits.

## **Parity**

Modems often use a crude error detecting mechanism by adding an extra bit to each character sent, so that the number of ones is always even. If static reverses one of the bits, the result will no longer have an even number of ones in it and the receiving end will know something has gone wrong.

There are several possible parity schemes, the most common near the top:

N	None	Add no parity bit.
E	Even	Add a 1 or a 0, to fudge it so that the number of 1s in total is even.
M	Mark	Add a useless parity bit that is always 1.
O	Odd	Add a 1 or a 0, to fudge it so that the number of 1s in total is odd.
S	Space	Add a useless parity bit that is always a 0.

When you connect two devices via RS232C, you must make sure they agree on the parity

## Appendix E: Glossary

**Adaptive Packet Assembly.** The process by which MNP automatically adjusts the size of data packets based on the quality of the telephone line.

**Adverse Channel Enhancements (ACE).** Optimizes modem performance under poor line quality conditions.

**Analog loopback.** A test of the local serial port and computer or terminal.

**Analog loopback with self-test.** A test of the local serial port.

**Analog transmission.** Transmission method used by standard telephone lines, where data is sent as a continuous range of changes in amplitude or frequency.

**Answer modem.** The modem that emits answertone at off hook. Can only establish a connection with an originate modem.

**Answertone.** The tone an answering modem emits before carrier is exchanged.

**ASCII.** Acronym for American Standard Code for Information Interchange. A standard code used for transferring data between computers and associated equipment.

**Asynchronous transmission.** Data communications using an asynchronous computer, i. e. data is usually sent using start/stop bit protocol and 8 bits (the most significant bit may be a parity bit).

**ASVD.** Analog simultaneous voice and data transmission.

**bps rate.** Bits per second. The rate at which information is sent.

**Buffer.** A special storage used for short-time data storing.

**Carrier (carrier frequency).** The frequency exchanged by modems used to transmit and receive data.

**Data compression.** A technique that combines duplicate characters and recodes characters to achieve increased throughput.

**Data Transmitting Equipment (DTE).** Equipment that transmits data.

**DCD (Data Carrier Detect).** An EIA/TIA-232 signal sent from the modem to the local computer or terminal usually indicating that the modem is ready to establish a connection.

**EIA.** Acronym for Electronic Industries Association.

**Enhanced Cellular Connection.** An improved operation over a cellular telephone network.

**Interface.** The device that adapts output and input parameters of two devices to be able to communicate with each other.

**ITU-T.** Acronym for the International Telephone and Telegraph Union Standardization Sector. An international organization that decides upon recommended communication protocol standards. Formerly known as CCITT.

**Flow control.** The use of characters or EIA/TIA-232 signals to start and stop the flow of data to avoid data loss during buffering.

**Guard tone.** A constant tone generated by the answering modem during V.22 and V.22bis connections.

**Result code.** A message the modem sends to the local computer or terminal containing information about the state of the modem.

**Escape code.** A series of three consecutive characters (+++) followed by a pause. The sequence is sent to the modem causing it to exit connect state and enter command state.

**LAPM.** Acronym for Link Access Procedure for Modems. An HDLC error correction protocol for use with error-correcting modems. Part of the ITU-T V.42 protocol.

**Local computer or terminal.** The computer or terminal the modem is attached to via the serial port.

**Microcom Networking Protocol (MNP).** A data communications protocol that allows error-free interactive communications with a variety of computers or terminals over ordinary telephone lines.

**Modem. MOdulator-DEModulator.** A device which permits a computer to communicate with other computers over analog telephone lines. The local modem converts digital input from the local computer into analog signals, which are then transmitted over the telephone lines. The remote modem on the other end of the connection reconverts the analog signals into digital signals, which are then transmitted to the remote computer or terminal.

**Connect state.** The state the modems are in when they are exchanging data.

**Configuration settings.** The command and register settings that determine how the modem communicates over the serial port and modem port.

**NVRAM.** Acronym for non volatile random access memory for single entry of data.

**Parity.** A method of error-checking during transmission in which an extra bit is added to every character. The value of the bit is set so that the sum of the data bits and the parity bit is always either even (for even parity) or odd (for odd parity). For example, if parity is set to odd and a character is received with a sum that is even, this indicates that there is an error in the transmission.

**Full duplex.** Communication where data can be transmitted in two directions simultaneously.

**Half duplex.** Communication where data can be transmitted in two directions, but only one direction at a time.

**Hang up (ATH0).** The command after which the modem is in the state similar of that of hanging up a telephone receiver. The modem cannot contact the remote modem in this state.

**Port (input/output gate).** A termination through which signals can enter or leave a network.

**Command state.** The state of the modem when it can accept commands that you enter on the keyboard.

**Pulse dialling.** Telephone dialling accomplished by sending series of pulses, used in old telephone sets.

**RAM.** Acronym for Random Access Memory - a storage device in which data can be written and read.

**Resetting modem.** To cause the modem to take certain default settings.

**Rockwell AudioSpan.** Technology of Rockwell Co. used for ASVD.

**Distinctive ring.** The service provided by telecommunication companies that enables to distinguish a type of the coming call depending on different kind of rings (USA).

**RTS. Acronym for Request To Send.** An EIT/TIA-232 signal sent from the local computer usually indicating that the computer is ready to begin sending data to the modem.

**Serial port.** Modem-to-local system connection. The port through which data are sent gradually bit by bit.

**Noise.** Unwanted signal disturbances over a communication line that can affect the integrity of data transmitted or cause the loss of connection.

**Factory default settings.** The command settings that are in effect when the modem is shipped from the factory and that can be reset after entering AT&F command.

**Tone dialling.** Telephone dialling accomplished by sending a series of tones.

**Answer.** The command after which the modem is in the state similar to that after answering a telephone receiver.



## **Βιβλιογραφία**

1. Αλεξόπουλος Α., Λαγογιάννης Γ., “Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών”, ΑΘΗΝΑ 1997
2. Αρβανίτης Κ., Κολυβάς Γ., Ούτσιος Σ., “Τεχνολογία Δικτύων Επικοινωνιών”, Ο.Ε.Δ.Β., ΑΘΗΝΑ 2001
3. Βουτυράς Γ., Ματζάκος Α. Π., Μπόβαλης Κ., “Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών”, Ο.Ε.Δ.Β., ΑΘΗΝΑ 2000
4. Hallberg Β., “Οδηγός για τα ΔΙΚΤΥΑ”, Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 2002