

6. Comenzi AT pentru modemuri de linie telefonică



Cuprins

Cuprins Laborator 6

- 6.1. Modemuri de linie telefonică
- 6.2. Transmiterea datelor prin modem dialup
- 6.3. Desfășurarea lucrării
- 6.4. Lista principalelor comenzi AT

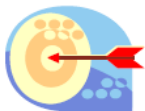
Anexa: lista comenzi AT în format pdf. Sursa:

http://www.perle.com/support_services/documentation_pdfs/5500158.pdf



Introducere

Această lucrare este prima dintr-un set de trei lucrări care abordează problema conectării modulelor de comunicații prin interfața serială și programarea lor cu comenzi AT. Observând pasiunea studenților pentru telefoanele mobile și faptul că de multe ori în timpul orelor scriu mesaje (SMS) sau verifică dacă au fost sunați, lucrările de laborator din acest set au fost orientate către integrarea pasiunii lor în activitate.



Obiective

Descrierea teoretică a modemului de linie telefonică care nu a fost abordat la curs va completa cunoștințele studenților. După parcurgerea acestei lucrări studenții vor înțelege principiul programării cu comenzi AT și simplificarea adusă de aceste comenzi la programarea modulelor de comunicații. Studenții vor învăța:

- Să trimită comenzi și să citească stări pentru programarea modemului de linie telefonică
- Să realizeze o conexiune de date și să trimită fișiere.



Durata medie de studiu individual

Durata medie de studiu individual este de 2 ore.

6.1. Modemuri de linie telefonică

Pentru a comunica între 2 calculatoare situate la distanță printr-o linie telefonică care suportă semnale analogice este nevoie de un dispozitiv numit modem. Modemul acceptă date seriale digitale la intrare și le MODulează (în amplitudine, frecvență, fază etc.) pentru a le transmite prin mediul analogic și asigură procesul invers de DEModulare a semnalului analogic pentru a fi transformat în semnal digital serial.

Modemurile s-au dezvoltat inițial pentru a lega stații de un calculator principal, dar acum modemurile leagă sisteme de calcul și transferă informații variate: voce, imagini, faxuri, date. Viteza modemurilor a crescut continuu, astfel s-a ajuns la 56Kbps pe linia telefonică comutată și uzual se pot obține canale de 128Kbps pe linia ISDN, dar și viteze mult mai mari pe linii închiriate (2Mbps) sau prin fibră optică.

Schema bloc simplificată a unui modem este dată în figura 6.1.:

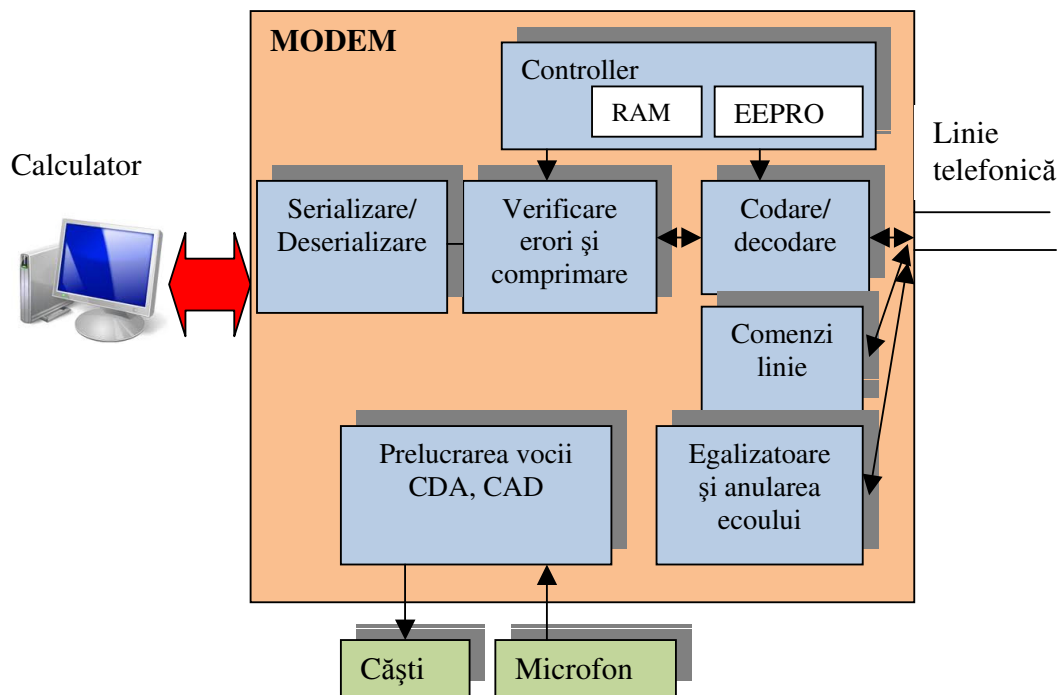


Figura 6.1. Schema bloc a unui modem bazată pe funcțiile modemului

Dacă modemul dispune de blocul de prelucrare a vocii el se numește modem *voice*.

Primele modemuri, conectate extern prin RS232 sau USB dispuneau de toate blocurile reprezentate în figura 6.1. Puterea de calcul a procesoarelor a fost în continuă creștere, așa încât au apărut modemuri fără controller (*controllerless*), așa cum sunt modemurile

INTEL536EP, toată funcționarea modemului fiind gestionată de UC. Modemurile cu controller se numesc modemuri *hard* iar cele fără controller se numesc *hard controllerless* sau HCF (Host Controlled).

Fotografia din figura 6.2. reprezintă alăturat 2 modemuri, un modem INTEL HaM cu setul de circuite INTEL 536EP (Ambient) iar celălalt este un AFE (Analog Front End) pentru modemul HCF situat pe placa de bază a unui calculator PC.

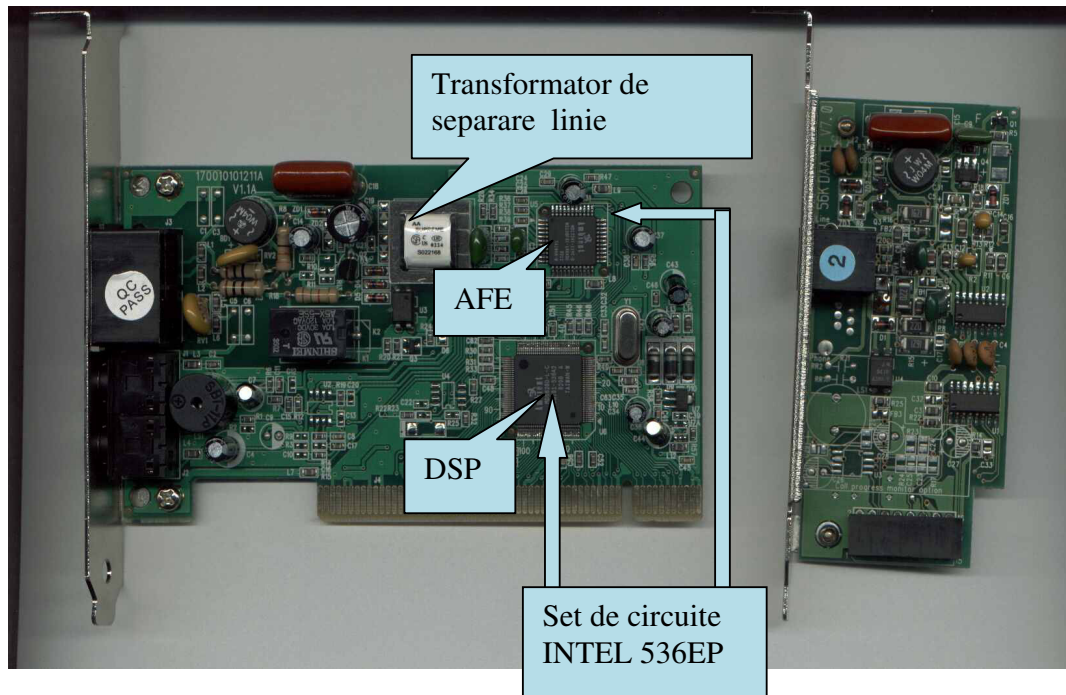


Figura 6.2. Modem 56K INTEL HaM și un AFE (Analog Front End)

În cadrul aplicațiilor de culegere de date din procese, una dintre dificultăți a fost utilizarea modulelor de transmisii de date între sistemul de achiziții de date și unitatea de centralizare a datelor, de regulă un calculator PC. În această lucrare începe prezentarea modului de conectare și programare a unor interfețe de comunicații, pe baza comenzilor AT. Cel mai important rol al acestor comenzi este faptul că ușurează mult munca de programare, asigurând un succes rapid al interfațării, ceea ce este foarte stimulatîv pentru studenți.

În majoritatea aplicațiilor structura unui sistem de achiziție conține un modul cu microcontroller care măsoară o anumită mărime și trimite datele la o unitate de centralizare a datelor. Toate microcontrollele au integrată interfața UART (RS232) și SPI care sunt interfețe destul de primitive, în vreme ce modulele wireless au evoluat către interfețe superioare, de exemplu USB. Pentru a putea folosi microcontrolle uzuale au

fost achiziționate module wireless cu interfață RS232, ceea ce ușurează conectarea hardware. Pentru a ușura conectarea software au fost alese acele module care pot fi programate cu comenzi AT.

Comenzile AT sunt șiruri de date care încep cu prefixul AT și pot fi trimise unui modul de comunicații în scopul de a-l programa. Comenzile AT sunt legate de interfața serială asincronă și pot fi trimise cu un program cum este de exemplu Hyper-Terminal din Windows dacă modulul este conectat la un PC prin interfața RS232 sau direct de la microcontroller. Comenzile AT au fost introduse în 1977 de firma Hayes Communications pentru modemurile dialup. Comunicațiile GSM/3G au preluat principiul comenzilor AT care au fost standardizate în standardul ETSI GSM 07.07 (AT Command set, 2007). Din păcate nu există un standard unitar pentru comenzile AT și producătorii unor noi circuite apărute își definesc propriile comenzi AT.

Conectarea unui modul de comunicații la un PC este utilă în faza inițială de punere la punct a părții software. După ce programul a fost pus la punct se programează microcontrollerul care comunică cu modulul wireless tot prin interfața serială RS232, cu aceleași comenzi AT.

6.2. Transmisia datelor prin modem dialup

Aplicații care transmit date prin modemuri dialup sunt deja istorie, dar au o importanță educativă. Asigurând o viteză de transfer maximă de 56kbps acestea nu mai sunt folosite în multe aplicații.

Modemurile suportă diferite tipuri și categorii de comenzi AT, care sunt și firmware dependente. În această lucrare se utilizează două modemuri cu chipset INTEL 536EP, însă multe dintre comenzile AT sunt generale și se regăsesc aproape la toate tipurile de modemuri. Setul de comenzi AT se poate împărți în cinci categorii: fax, data, V.42/MNP, voice și voiceview. Toate comenzile către modem trebuie să fie precedate de șirul "AT" (înseamnă attention, atenție), și sfârșite cu carriage return <CR>. O linie de comandă poate să conțină mai multe comenzi AT care pot sau nu fi separate prin spațiu. Comenzile AT pot să fie majuscule sau minuscule cu condiția ca într-o comandă să folosească numai un tip de caractere. Modemul poate fi configurat să trimită înapoi toate caracterele către echipamentul care le-a trimis (numai în starea de comenzi). Ultima comandă se poate repeta prin folosirea comenzii A/ fără a mai utiliza caracterul <CR>. Fiecare linie de comandă poate să conțină 80 de caractere.

În starea online DCE (Data Communications Equipment). comunică cu modemul de pe partea cealaltă. Orice date trimise de la DTE (Data Terminal Equipment) la DCE este transmisă modemului de la distanță. În mod similar orice dată recepționată de DCE este transmisă echipamentului DTE. Modemul recunoaște comenzile AT transmise la orice viteză validă de la 300 la 115200 bps. Fiecare comandă poate avea unul sau mai mulți parametri asociați. Dacă un parametru numeric nu e trimis, atunci se consideră ca fiind egal cu 0.

La inițierea unei conexiuni manuale un modem trebuie să fie inițiatorul iar celălalt ascultătorul. Conexiunea se realizează prin trimiterea comenzii ATD la modemul inițiator respectiv trimiterea comenzii ATA la modemul receptor. În modul automat inițiatorul transmite comanda ATD+numărul de telefon. Răspunsul automat se realizează prin setarea unei valori diferite de zero a registrului S0. Registrul S1 numără câte semnale de apel au trecut. Dacă S0 este egal cu S1, modemul încearcă să se conecteze.

După ce s-a efectuat conexiunea cu modemul de la distanță, DTE poate trimite comenzi de întreruperea legăturii (numite secvențe escape). O conexiune cu modemul se termină când modemul se deconectează sau când purtătoarea de transmisie a modemului de la distanță e inactivă o perioadă de timp mai mare decât cea specificată în registrul S10. Algoritmul de conectare și tranzacție constă în următoarele faze:

Prima dată modemurile trebuie inițializate. Aceasta se realizează prin transmiterea următoarelor comenzi AT:

- ATZ - reset modem
- ATE1 - activare ecou pentru verificare
- ATL2 - volum=2
- ATM2 - difuzor activ, ca să existe control audio
- ATW1 - după CONNECT să se comunice viteza
- AT&D0 - se ignoră DTE
- AT&K0 - nu se folosește handshake
- ATS0=5 - în modul automat se așteaptă 5 apeluri
- ATS6=4 - înainte de formare se așteaptă 4 secunde

Se disting două moduri de funcționare a circuitului: modul local (în care cele două modemuri sunt conectate fără a folosi rețeaua națională de telefonie, adică sunt legate cu un cablu normal de telefon) și modul normal (în care fiecare modem este legat la linia telefonică). Ambele modemuri sunt în starea de așteptare, care de fapt este o buclă de așteptare. Când un modem vrea să transmită ceva devine inițiator și iese din bucla de așteptare.

Pentru a exersa programarea se folosesc calculatoare PC echipate cu modemuri care admit programarea prin comenzi AT. Prin HyperTerminal se scriu comenzi AT care programează modulele, se citesc stări și se conectează în vederea transferului de date.

6.3.Desfășurarea lucrării

Împreună cu studenții au fost montate în două calculatoare două modemuri dialup conectate prin cablu telefonic la linia telefonică, fiecare linie telefonică având număr alocat. Au fost trimise comenzi AT pentru programarea modemurilor și au fost trimise date între cele două calculatoare PC, figura 6.3.

Studenții au apreciat imediat comanda ATD+numărul de telefon prin care s-a format numărul de telefon. Ușurința programării cu comenzi AT a stimulat atenția studenților,

justificând eforturile de extindere a programării cu aceste comenzi și la modulele wireless.

```
s - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
at
OK
ati1
Intel(R) 536EP V.92 Modem
OK
ati2
Intel Corporation
OK
ati3
536EP
OK
ati4
536EP Release 4.28 - Dec 10 2001 - 15:21:18
OK
atdt 0744327812
BUSY
atdt 0268332054
BUSY
-
```

Figura 6.3. Ecran HyperTerminal cu comenzile ATI de identificare și ATDT de formare a unui număr de telefon

6.4. Lista principalelor comenzi AT

Comenzile AT sunt grupate în 4 grupe:

- Comenzi de bază formate dintr-o literă mare și o cifră;
- Comenzi extinse precedate de caracterul & urmat de o literă mare și o cifră;
- Comenzi particulare fiecărui producător, precedate de \ sau de % care sunt disponibile în documentația modemurilor.
- Comenzi de încărcare a registrelor Sn=v, unde n este numărul registrului iar v valoarea cu care se încarcă.

Caracterele speciale care apar într-o linie de comandă Hayes sunt:

- AT caractere de început al liniei de comandă;
- Z resetare a modemului;
- , indică modemului să facă o pauză de o secundă. Mai multe virgule înseamnă pauză de tot atâtea secunde (durata pauzei poate fi modificată în registrul S8).
- ^M trimite un ENTER (caracter de terminare a liniei de comandă) (CR) către modem.

Câteva din comenzile de bază uzuale sunt:

- ATD** 0-9, *, # cifre și semne speciale cu care se pot forma numere;
L reluarea formării ultimului număr;
P formare în puls;

T formare în ton;
W așteptare ton 1-255 s (implicit 50s, valoare stocată în S7);
, pauză
; întoarcerea în starea de comandă;
S=n se formează numere memorate cu AT&Z, n=0,1,2,3,4
Exemplu: ATDT 0268,40800 are ca efect formarea în ton a numărului 026840800 cu o pauză de o secundă între prefix și număr.
Observație: pauza este utilă de exemplu acolo unde există centrale interne la care, de la un telefon interior se formează o cifră pentru accesul în exterior. După formarea acestei cifre este nevoie de o pauză înainte de a forma numărul, pauză care se poate obține cu virgule.
Comanda ecoului:
ATE0 invalidează ecoul comenzii către modem înapoi spre ecranul calculatorului;
ATE1 validează ecoul.
Comanda deconectării:
ATH1 comandă cuplarea la linie;
ATH1 comandă decuplarea de la linie.
Comenzi de identificare (semnificațiile diferă funcție de tipul de modem):
ATI0 afișează codul de identificare al modemului;
ATI1 afișează suma de control
ATI2 afișează suma de control al ROM-ului (OK sau ERROR);
ATI3 afișează numărul de revizie al firmware-ului;
ATI4 afișează șirul de identificare OEM;
ATI5 afișează codul de țară;
ATI6 afișează modelul circuitului DSP de prelucrare a datelor;
ATI6 afișează codul DAA.
Controlul difuzorului:
ATL0 volum mic;
ATL1 volum mediu;
ATL2 volum mediu spre mare;
ATL3 volum mare;
ATM0 invalidare difuzor;
ATM1 validare difuzor până se detectează purtătoarea;
ATM2 validare difuzor.
Mod de lucru:
ATN0 viteza de conectare este specificată în S37;
ATN1 viteza de conectare este stabilită automat prin negociere între cele 2 modemi.
Întoarcerea în starea de comenzi:
ATO0 comută de la starea de comenzi la starea de ON LINE fără formarea numărului;
ATO1 comută de la starea de comenzi la starea de ON LINE și inițiază un proces de egalizare automată.
Modul de răspuns:
ATQ0 validează ca răspunsul să fie afișat pe ecran;
ATQ1 invalidează răspunsul pe ecran.
Codul rezultat:
ATV0 cod numeric;

ATV1 format alfanumeric.

Mesaje de corecție:

ATW0 corecția de eroare nu este afișată;

ATW1 corecția de eroare este afișată;

ATW2 corecția de eroare nu este afișată, se afișează doar viteza de conectare.

Afișarea rezultatelor:

ATX0 invalidare răspunsuri modem în afară de OK, CONNECT, RING, NO CARRIER, ERROR, NO ANSWER;

ATX1 invalidare răspunsuri în afară de cele anterioare și CONNECT xxxx (viteza la care s-a realizat conectarea);

ATX2 invalidare răspunsuri în afară de cele anterioare și NO DIAL TONE;

ATX3 validare răspunsuri.

Reset:

ATZ0 restaurează datele stocate în profilul 0;

ATZ1 restaurează datele stocate în profilul 0.

Câteva dintre comenzile extinse sunt enumerate în continuare.

Gestionarea DCD:

AT&C0 forțează DCD activ tot timpul;

AT&C1 DCD indică prezența purtătoarei.

Gestionarea DTR:

AT&D0 ignoră DTR;

AT&D1 mod de transfer asincron;

AT&D2 invalidare răspuns automat;

AT&D3 reset dacă se comandă ATZ.

Reprogramare:

AT&F0 se încarcă valorile date de fabricant (profilul 0);

AT&F1 se încarcă valorile date de fabricant (profilul 1).

Gestionarea transferului de date:

AT&K0 invalidare control;

AT&K3 protocol RTS /CTS;

AT&K4 protocol XON /XOFF;

AT&K6 protocol RTS /CTS și XON /XOFF.

Programarea modului puls de formare a numărului:

AT&P0 raport între scurt /gol de 39/61 (US și Canada);

AT&P1 raport între scurt /gol de 33/67 (UK și Hong Kong).

Gestionarea DSR:

AT&S0 DSR activ tot timpul;

AT&S1 DSR activ după detecția tonului și inactiv după pierderea purtătoarei.

Test:

AT&T0 terminarea oricărui test;

AT&T1 execută test în buclă al părții analogice;

AT&T3 execută test în buclă al părții digitale;

AT&T4 validează o cerere pentru test de la alt modem, conectat;

AT&T5 invalidează o cerere pentru test de la alt modem, conectat;

AT&T6 execută un test printr-un alt modem;

AT&T7 execută un test al părții digitale printr-un alt modem;

AT&T8 execută un test al părții analogice printr-un alt modem.

Afișare configurație:

AT&V afișare configurație.

Salvare configurație:

AT&W0 salvează configurația ca profilul 0;

AT&W1 salvează configurația ca profilul 1.

Definire profil implicit:

AT&Y0 selectează profilul 0;

AT&Y1 selectează profilul 1.

Memorare numere de telefon:

AT&Z0=, **AT&Z1=**, **AT&Z2=**, **AT&Z3=** memorează câte un șir de 34 de cifre.

Câteva din comenzile particulare (compatibile V.42) sunt:

AT%C0 invalidare compresie;

AT%C1 compresie MNP5;

AT%C2 compresie V.42;

AT%C3 compresie V.42 și MNP5;

AT%E0 invalidare monitor de calitate a liniei;

AT%E1 validare monitor de calitate a liniei;

AT%L raportează calitatea semnalului recepționat prin raportul semnal zgomot în dB raportat la mW, afișat ca 009 este -9dBm, 010 este -10dBm până la 043 care este -43dBm;

AT%Q raportează calitatea liniei ca și comanda anterioară.

Comenzi referitoare la registre:

Citirea unui registru **AT Sn?**;

Schimbarea valorii unui registru **AT Sn=v**.

De exemplu **ATS0=3** are ca efect ca modemul să răspundă automat la al treilea apel.



Rezumat

Lucrarea de laborator este dedicată studiului modemurilor de linie telefonică. În cadrul lucrării se conectează două calculatoare PC echipate cu modemi pe două linii de telefonie fixă. Studenții programează modemurile cu comenzi AT și realizează un canal de transfer de date între cele două calculatoare. Lucrarea este dedicată familiarizării studenților cu comenzile AT cu care vor lucra și în următoarele ședințe de laborator. În cadrul lucrării studenții pot suna de pe linia fixă pe telefoanele lor mobile ceea ce constituie un punct de atracție a ședinței.



Bibliografie

1. P. Ogruțan, C. Gerigan, N. Banciu *Memorii, interfețe și periferice. Interfețe specializate*, Ed. Transilvania Brașov, 2003, 190 pagini, ISBN 973-635-118-1, pag. 57-82, online la:
<http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/ii/modem.pdf>
2. Lista comenzi AT, online:
http://www.perle.com/support_services/documentation/pdfs/5500158.pdf