

4. TASTATURA

4.1. Scopul lucrării

Lucrarea prezintă modul de realizare al unei tastaturi IBM PC-AT, modul de funcționare al acesteia și interfața cu calculatorul. Se urmărește de asemenea cunoașterea funcțiilor BIOS și DOS care gestionează tastatura.

4.2. Considerații teoretice

4.2.1. Tastatura IBM PC-AT

Tastatura este realizată în variantele cu 84 taste, 101 sau 102 taste. Tastatura calculatoarelor IBM PC-XT, având 84 taste, nu este compatibilă cu cea a calculatoarelor IBM PC-AT, dar unele tastaturi pot fi comutate în modul XT sau AT. Tastatura de tip U.S.A. (*US English*) are 101 taste, iar cea de tip *UK English* și cele pentru limbile franceză, germană, italiană, spaniolă au în general 102 taste.

Între tastatură și calculator datele sunt transmise pe o linie serială bidirecțională. Calculatorul poate transmite comenzi către tastatură, iar aceasta transmite codurile de scanare ale tastelor apăsate. Interfața cu tastatura este realizată cu ajutorul unui microprocesor 8042.

Dacă interfața cu tastatura nu este liberă, codurile tastelor apăsate sunt memorate într-un buffer FIFO de 16 caractere. Dacă bufferul s-a umplut, se memorează într-un octet rezervat în acest scop un cod de depășire al bufferului (00h), codurile altor taste apăsate fiind pierdute până la golirea bufferului.

Fiecare tastă are asociat un număr numit cod de scanare (*scan code*), care indică poziția tastei în cadrul tastaturii. Toate tastele funcționează în modul "*make/break*". La apăsarea unei taste, se generează codul de apăsare al tastei (codul "*make*"), care este codul de scanare, cu bitul 7 egal cu 0. La eliberarea tastei, se generează codul de eliberare al

tastei (codul "*break*"). La calculatoarele XT acest cod este cel de apăsare cu diferența că bitul 7 este setat, iar la calculatoarele AT codul este format din doi octeți, primul cu valoarea F0h, urmat de codul de apăsare.

Tastele dispun de o funcție de repetare automată (*typematic*). La apăsarea unei taste un timp mai îndelungat (de exemplu, peste 0.5 s), se generează codul de apăsare cu o anumită frecvență (2 - 30 ori pe secundă), până la eliberarea tastei.

La cuplarea tensiunii, logica tastaturii generează un semnal de resetare (*POR - Power-On Reset*), cu durata minimă de 300 ms. Tastatura efectuează apoi un test numit *BAT (Basic Assurance Test)*, calculând o sumă de control pentru conținutul memoriei ROM, și verificând memoria RAM a tastaturii. Indicatoarele LED pentru starea tastelor *Num Lock*, *Caps Lock* și *Scroll Lock* se aprind, iar apoi se sting. Durata de execuție a testului este de 600-900 ms. După efectuarea testului, dacă interfața este liberă, tastatura transmite un cod de stare care indică rezultatul testului: 55h dacă testul este corect, sau o altă valoare dacă a apărut o eroare.

Legătura cu calculatorul se realizează printr-un cablu prevăzut cu o mufă DIN cu 5 contacte, care se cuplează la un conector de pe placa de bază. Acest cablu conține următoarele linii:

1. +KBD CLOCK
2. +KBD DATA
3. NC
4. GND
5. +5 V

Schema logică a tastaturii conține un microprocesor, de exemplu HD6805V1 (se pot utiliza și alte procesoare, ca i8049 sau Z80), care are sarcina de a urmări și de a raporta în permanență unității centrale activitatea la nivelul tastelor. Microprocesorul HD6805 conține o memorie ROM, o memorie RAM și 4 porturi de I/E de 8 biți (PA0 .. PA7, .. PD0 .. PD7). Semnalul de ceas este generat de procesor cu ajutorul unui oscilator cu cuarț de 4 MHz.

Semnalul +KBD CLOCK este generat de microprocesorul 6805 (ieșirea PA0), dar calculatorul poate solicita o întrerupere prin aducerea acestei linii la 0 logic, de aceea microprocesorul trebuie să testeze periodic starea acestei linii (intrarea PA1).

Semnalul +KBD DATA este transmis pe ieșirea PA2, și este recepționat pe intrarea INT. Dacă tastatura nu transmite date spre calculator (+KBD CLOCK = 1 și +KBD DATA = 1), calculatorul poate semnaliza prin aducerea liniei de date la 0 logic faptul că urmează să transmită o comandă spre tastatură.

Liniile PA3, PA4 și PA5 ale portului A sunt definite ca ieșiri, comandând indicatoarele *NumLock*, *ScrollLock* și *CapsLock* ale tastaturii.

Conectarea la matricea tastaturii se realizează prin porturile B, C și D. Cele 16 coloane ale matricii sunt legate la porturile B și C, la ieșirile acestor porturi transmițându-se impulsuri. Cele 8 linii ale matricii sunt conectate la portul de intrare D. La apăsarea unei taste, aceasta efectuează o conexiune între linia și coloana corespunzătoare. Pe baza informațiilor transmise la porturile B și C și a semnalelor recepționate la portul D, microprocesorul poate identifica tasta apăsată.

4.2.2. Comunicația cu calculatorul

Comunicația cu calculatorul se realizează prin liniile +KBD CLOCK și +KBD DATA. Liniile sunt comandate prin inversoare cu colector în gol. Atunci când comunicația este întreruptă, ambele linii sunt în starea 1 logic.

Datele sunt transmise serial, pe 11 biți. Semnificația acestora este următoarea:

- Bit 1 bit de START (0)
- Bit 2 D0 (bit c.m.p.s.)
- Bit 3 D1
- Bit 4 D2
- Bit 5 D3
- Bit 6 D4
- Bit 7 D5
- Bit 8 D6
- Bit 9 D7 (bit c.m.s.)
- Bit 10 bit de paritate impară
- Bit 11 bit de STOP

Transmisia datelor de la tastatură. Dacă tastatura este pregătită pentru transmisia unei date, verifică mai întâi dacă tastatura nu este invalidată (+KBD CLOCK = 0), și dacă sistemul nu dorește transmiterea unei date (+KBD CLOCK = 1, +KBD DATA = 0). În aceste cazuri caracterul pregătit pentru transmisie este depus în buffer, și în ultimul caz se preia data.

Dacă liniile de ceas și de date sunt ambele în starea 1 logic, tastatura transmite cei 11 biți în ordinea indicată. Datele sunt valide pentru valoarea 0 a semnalului de ceas. În cursul transmisiei tastatura verifică la intervale de 60 ms dacă semnalul de ceas are valoarea 1. Dacă sistemul aduce semnalul de ceas la valoarea 0 după începerea transmisiei, dar

înainte de transmisia bitului de paritate, tastatura oprește transmisia datelor.

Transmisia datelor de la calculator. Atunci când sistemul dorește transmisia unei date la tastatură, verifică dacă nu există o transmisie în curs de la tastatură. Dacă s-a început o transmisie, dar nu s-a transmis încă bitul 10, sistemul poate întrerupe transmisia prin aducerea semnalului de ceas la valoarea 0. Dacă acest bit a fost transmis, sistemul trebuie să preia data.

Dacă nu are loc o transmisie, sistemul aduce semnalul de ceas la 0 logic pentru o perioadă mai mare de 60 μ s. Tastatura verifică dacă această perioadă este mai mare de 60 μ s, și în caz afirmativ recepționează data transmisă.

Pentru fiecare dată transmisă de sistem, tastatura trebuie să răspundă printr-un cod de achitare în timp de 20 ms. Dacă achitarea este eronată sau lipsește, sistemul retransmite data.

4.2.3. Interfața cu tastatura

Interfața este realizată cu ajutorul unui microprocesor 8042, care poate comunica serial cu tastatura. Interfața verifică paritatea datelor recepționate de la tastatură, interpretează și transformă codurile de scaneare, iar apoi le depune în bufferul de ieșire, de unde sistemul le poate prelua. Microprocesorul 8042 poate genera o cerere de întrerupere dacă a fost depusă o dată în bufferul de ieșire.

Prin intermediul interfeței se pot transmite și date către tastatură. În acest caz programul verifică prin citirea registrului de stare dacă bufferul de intrare poate primi date. Dacă această condiție este îndeplinită, înscrie data în bufferul de intrare. Datele transmise din buffer către tastatură se completează automat cu un bit de paritate impară. Este necesară confirmarea datelor și în cazul transmisiei datelor de la interfață la tastatură. Programul nu poate transmite un nou octet până când nu primește confirmarea recepției octetului precedent de către tastatură. Linia de întrerupere "*Output Buffer Full*" (IRQ1) se poate utiliza atât pentru rutinele de transmisie, cât și pentru cele de recepție.

Schema-bloc a interfeței realizate cu microprocesorul 8042 este prezentată în Figura 4.1. Comunicația cu magistrala de date a sistemului are loc prin intermediul registrului de stare și a bufferelor de intrare/ieșire. 8042 dispune de 128 octeți de memorie RAM, 2 KB de memorie ROM și de porturi de I/E.

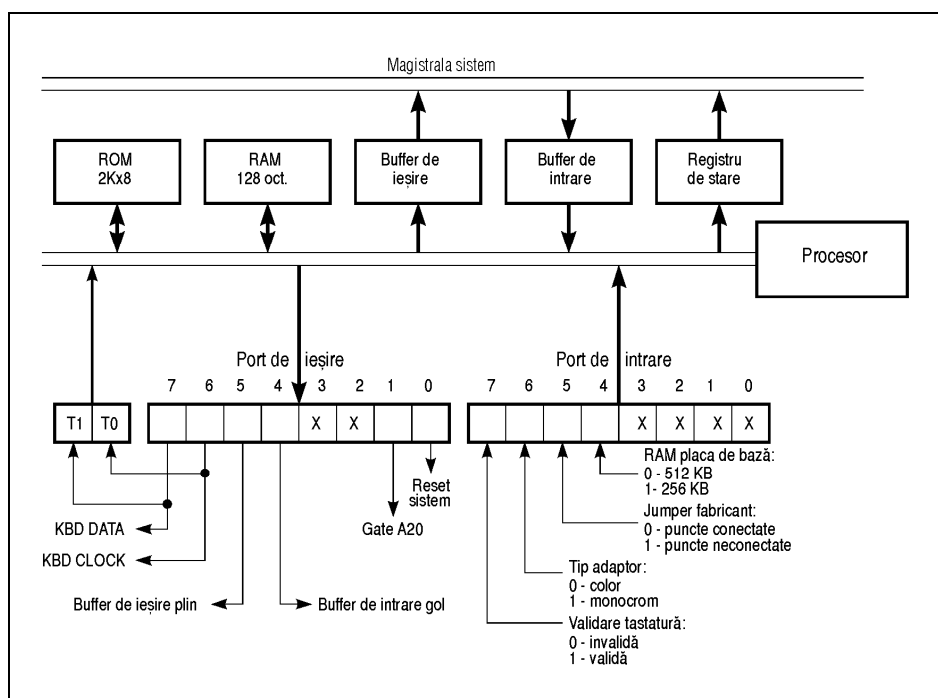


Figura 4.1. Schema-bloc a controlerului de tastatură.

Registru de stare este de tip R/O, cu adresa 64h. Semnificația biților registrului este următoarea:

- Bit 7: *Eroare de paritate* - Dacă ultimul octet transmis de tastatură a avut paritatea impară, acest bit are valoarea 0, în cazul parității pare bitul fiind 1. Deoarece tastatura trebuie să transmită datele cu paritate impară, valoarea 1 a bitului 7 indică o eroare.
- Bit 6: *"Time-out" recepție* - Dacă bitul 6 este 1, tastatura a început transmiterea datelor, dar aceasta nu s-a terminat în intervalul de timp programat.
- Bit 5: *"Time-out" transmisie* - Dacă bitul 5 este 1, interfața a început transmiterea datelor, dar aceasta nu s-a terminat în intervalul de timp programat. Dacă datele au fost transmise de interfață în intervalul de timp specificat, dar nu s-a primit achitarea în acest timp, biții 6 și 5 iau valoarea 1.
- Bit 4: *Starea cheii de invalidare a tastaturii* - Indică starea validată sau invalidată a tastaturii, conform cheii de pe panoul frontal.

La fiecare depunere a unei date în bufferul de ieșire, valoarea bitului 4 este actualizată. Valoarea 0 indică starea invalidată a interfeței.

- Bit 3: *Comenzi/date* - Bufferul de intrare al interfeței poate fi accesat prin adresele 60h sau 64h. Dacă se utilizează adresa 60h, informațiile înscrise sunt interpretate ca date, iar dacă se utilizează adresa 64h, ele sunt interpretate ca și comenzi. Operația de scriere la adresa 64h setează bitul 3, iar cea de scriere la adresa 60h resetează acest bit. 8042 utilizează acest bit pentru a determina dacă bufferul de intrare conține o dată sau o comandă.
- Bit 2: *Indicator sistem* - Interfața resetează acest bit la pornirea sistemului, iar după testarea cu succes a tastaturii setează acest bit la 1. Bitul poate fi setat/resetat prin program printr-o comandă înscrisă la adresa 64h.
- Bit 1: *Buffer de intrare plin* - Valoarea 0 a bitului indică faptul că bufferul de intrare al interfeței este gol. Valoarea 1 indică faptul că au fost depuse date în buffer, dar acestea nu au fost citite de controler. La citirea conținutului bitul 1 va fi resetat.
- Bit 0: *Buffer de ieșire plin* - Valoarea 0 a bitului indică faptul că bufferul de ieșire este gol. Valoarea 1 indică faptul că interfața a depus date în buffer, dar sistemul nu a citit încă bufferul de ieșire. La citirea conținutului bufferului de ieșire (adresa 60h) bitul 0 va fi resetat.

Bufferul de ieșire este un registru de tip R/O, cu adresa 60h. Registrul poate fi citit dacă bitul 0 al registrului de stare este 1.

Bufferul de intrare este un registru de tip W/O, accesibil prin adresele 60h sau 64h. Data înscrisă la adresa 60h este transmisă de interfață la tastatură, cu excepția cazului în care data este un parametru al comenzii precedente. Datele pot fi înscrise în buffer dacă bitul 1 al registrului de stare este 0.

Se prezintă câteva comenzi care pot fi transmise la adresa 64h.

- 20h** *Citirea octetului de comandă* - Controlerul tastaturii depune octetul actual de comandă în bufferul de ieșire.
- AAh** *Autotest* - Controlerul tastaturii execută un program de diagnoză. În caz de succes, se depune valoarea 55h în bufferul de ieșire.
- ABh** *Test de interfață* - Controlerul tastaturii testează liniile KBD CLOCK și KBD DATA. Rezultatul testului se depune în bufferul de ieșire, și are semnificația următoare:

- 00 Test terminat cu succes.
- 01 Linia KBD CLOCK este în permanență la nivelul 0 TTL.
- 02 Linia KBD CLOCK este în permanență la nivelul 1 TTL.
- 03 Linia KBD DATA este în permanență la nivelul 0 TTL.
- 04 Linia KBD DATA este în permanență la nivelul 1 TTL.

ADh *Invalidarea tastaturii* - Linia KBD CLOCK ajunge la nivelul 0 TTL, funcționarea interfeței fiind invalidată.

AEh *Validarea tastaturii* - Interfața devine operațională.

C0h *Citirea portului de intrare* - Controlerul citește conținutul portului de intrare și îl depune în bufferul de ieșire. Comanda poate fi transmisă numai dacă bufferul de ieșire este gol.

D0h *Citirea portului de ieșire* - Controlerul citește conținutul portului de ieșire și îl depune în bufferul de ieșire. Comanda poate fi transmisă numai dacă bufferul de ieșire este gol.

D1h *Înscrierea portului de ieșire* - Octetul următor transmis la portul cu adresa 60h va fi înscris în portul de ieșire.

Observație. Bitul 0 al portului de ieșire este conectat la linia de resetare a sistemului. Dacă bitul este adus la valoarea 0, sistemul va fi resetat prin program

E0h *Citirea intrărilor de test* - Se citesc semnalele de pe intrările T0 și T1 și se depun în bufferul de ieșire. Pe aceste intrări se transmit sistemului semnalele KBD CLOCK, respectiv KBD DATA. Intrării T0 îi corespunde bitul 0, iar intrării T1 îi corespunde bitul 1.

F0h - FFh *Transmiterea unui impuls la portul de ieșire.* Biții 0-3 ai portului de ieșire pot fi aduși la valoarea logică 0 pentru aproximativ 6 μs. Biții 0-3 ai octetului de comandă indică biții portului pe care trebuie să apară impulsul (valoarea 0 indică transmiterea unui impuls).

4.2.4. Comenzi pentru tastatură

Comenzile următoare pot fi transmise de la sistem la tastatură, care trebuie să le achite într-un timp de 20 ms prin codul ACK (**FAh**).

RESET (*Inițializare, FFh*)

Procesorul tastaturii execută programul de inițializare și cel de autotest, transmite octetul care indică rezultatul autotestului și continuă urmărirea tastaturii.

RESEND (*Retransmisie, FEh*)

Comanda se transmite tastaturii dacă a apărut o eroare la transmiterea datelor de la tastatură. Aceasta va retransmite ultima dată transmisă.

DEFAULT DISABLE (*Stare inițială, invalidare, F5h*)

Se inițializează starea indicatoarelor și parametrii de repetare, se golește bufferul, după care se invalidează urmărirea tastelor.

ENABLE (*Validare, F4h*)

Se golește bufferul și se începe urmărirea tastelor.

SET TYPEMATIC RATE/DELAY (*Setare rată/întârziere de repetare, F3h*)

Cu această comandă și cu parametrul care urmează se poate seta rata de repetare a tastelor (RATE) și întârzierea cu care se începe repetarea (DELAY). Rata de repetare se poate calcula cu ajutorul a două valori RATE1 și RATE2, care se transmit în cadrul parametrului:

- Bit 7: 0
- Biți 6-5: DELAY (bitul 5 c.m.p.s.)
- Biți 4-3: RATE2 (bitul 3 c.m.p.s.)
- Biți 2-0: RATE1 (bitul 0 c.m.p.s.)

Întârzierea se calculează cu relația:

$$TDELAY = (DELAY + 1) * 250 \text{ [ms]} \pm 20\%$$

Tabelul 4.1. Codificarea întârzierii de repetare.

Biți 6-5	Întârziere
00	0.25 s
01	0.5 s
10	0.25 s
11	1 s

Întârzierea poate fi codificată după cum se indică în Tabelul 4.1. Valorile au o toleranță de $\pm 20\%$.

Perioada de repetare se calculează cu relația:

$$TRATE = (8 + RATE1) * 2^{RATE2} * 0.00417 \text{ [s]}$$

Rata de repetare, exprimată în caractere/s, este $1/TRATE$. Valorile acesteia, în funcție de biții 4-0 ai parametrului, sunt indicate în Tabelul 4.2.

Tabelul 4.2. Rata de repetare în funcție de biții 4-0 ai comenzii SET TYPEMATIC RATE/DELAY.

Biți 4-0	Car./s	Biți 4-0	Car./s	Biți 4-0	Car./s	Biți 4-0	Car./s
00000	30.0	01000	15.0	10000	7.5	11000	3.7
00001	26.7	01001	13.3	10001	6.7	11001	3.3
00010	24.0	01010	12.0	10010	6.0	11010	3.0
00011	21.8	01011	10.9	10011	5.5	11011	2.7
00100	20.0	01100	10.0	10100	5.0	11100	2.5
00101	18.5	01101	9.2	10101	4.6	11101	2.3
00110	17.1	01110	8.6	10110	4.3	11110	2.1
00111	16.0	01111	8.0	10111	4.0	11111	2.0

ECHO (*Ecou*, EEh)

Comandă utilizată pentru testare. Tastatura răspunde prin același cod, după care continuă urmărirea tastelor.

SET/RESET MODE INDICATORS (*Setare/resetare indicatoare de mod*, EDh)

Permite modificarea stării LED-urilor tastaturii. Evidența stării acestora este realizată de sistem. După achitarea comenzii, se poate transmite un parametru de un octet, ai căror biți au semnificația următoare:

- Bit 0: stare *Scroll Lock*
- Bit 1: stare *Num Lock*
- Bit 2: stare *Caps Lock*
- Biți 3-7: neutilizați

Dacă un bit este 1, indicatorul corespunzător va fi aprins.

SELECT ALTERNATE SCAN CODES (*Selecție coduri de scanare*, F0h)

Tastatura poate genera trei tipuri (seturi) de coduri de scanare, această comandă permițând selecția tipului dorit. Se transmite un parametru cu valoarea 00, 01, 02 sau 03. Valorile 01, 02 și 03 determină selecția codurilor de scanare cu tipul 1, 2 sau 3, iar valoarea 00 are ca efect informarea sistemului asupra tipului curent.

READ ID (*Citire identificator, F2h*)

După achitarea comenzii, tastatura va transmite sistemului un cod de identificare format din 2 octeți.

SET KEY TYPE (*Setare tip pentru o tastă, FBh, FCh, FDh*)

După recepționarea comenzii, tastatura așteaptă selecția unei taste. Selecția se realizează prin transmiterea codului de scanare al tastei respective, conform asignării din setul 3. Tasta selectată va fi setată în modul de lucru indicat de comandă, astfel:

FBh Tasta va genera cod în mod repetat la apăsare îndelungată (*Typematic*);

FCh Tasta va genera cod de scanare atât la apăsare cât și la eliberare (*Make/Break*);

FDh Tasta va genera cod numai la apăsare (*Make*).

4.2.5. Tipuri de taste

Orice apăsare și eliberare a unei taste provoacă o întrerupere hardware, fiind activată rutina de tratare a întreruperii 09h. Această rutină depune pentru fiecare tastă apăsată câte 2 octeți într-un buffer din zona de date BIOS, la adresa 0000:041Eh. Bufferul poate conține maxim 15 cuvinte, depășirea capacității fiind semnalizată sonor. Programele care citește tastatura citește de fapt din acest buffer circular și așteaptă apăsarea unei taste numai dacă bufferul este gol.

Tastele se împart în două categorii:

- Taste obișnuite
- Taste de tip '*shift*'

Fiecare tastă, indiferent de tipul acesteia, generează o întrerupere hardware (INT 09h) la apăsare și la eliberare, dar rutina de întrerupere tratează diferit aceste taste.

1) *Tastele obișnuite* se împart în două grupe:

- Grupa tastelor care au un cod ASCII
- Grupa tastelor funcționale (F1..F10 și tastele numerice)

La apăsarea tastelor normale, rutina de întrerupere înscrie în bufferul circular codul de scanare și codul ASCII (pentru tastele din grupa ASCII) sau 0 (pentru tastele funcționale). Tastele funcționale combinate cu *Shift*, *Alt* sau *Ctrl* generează coduri de scanare (Tabelul 4.3). Cu ajutorul tastei *Alt* și a tastelor numerice se poate introduce orice caracter

din setul ASCII (inclusiv cel extins - cu coduri între 128 și 255), numărul introdus fiind în zecimal.

2) *Tastele de tip 'shift'* se împart și ele în două grupe:

- Grupa tastelor 'shift': *Shift Left, Shift Right, Ctrl și Alt*
- Grupa tastelor comutatoare: *Caps Lock, Scroll Lock, Num Lock și Ins*

Tastele din grupa 'shift' au efect atât timp cât sunt apăstate (întreruperile repetate pentru aceste taste sunt ignorate de către rutina de întrerupere). Cele din grupa comutatoarelor au efect cu reținere (deci sunt active între două apăsări succesive ale tastelor respective). Rutina de tratare a întreruperii 09h realizează de asemenea interpretarea și execuția unor comenzi imediate care corespund unor combinații de taste speciale apăstate simultan:

Ctrl-NumLock

Comandă suspendarea execuției unui program până la apăsarea unei alte taste.

Shift-PrintScreen

Se apelează întreruperea 05h, care efectuează copierea la imprimantă a conținutului ecranului (hardcopy).

Ctrl-Break

Se golește bufferul tastaturii, se plasează cuvântul 0000h în buffer, se apelează întreruperea 1Bh, care determină abandonarea programului și revenirea în sistemul de operare. Este setat bitul 7 al octetului de la adresa 0040:0071h.

Ctrl-Alt-Del

Comandă reinițializarea sistemului, executându-se saltul la adresa F000:FFF0h sau la adresa de destinație a instrucțiunii de salt de la această adresă.

SysReq (Alt-PrintScreen)

Se apelează întreruperea 15h, căreia i se transmite valoarea 8500h în registrul AX (funcția 85h). La eliberarea tastei, în registrul AX se înscrie valoarea 8501h. La pornirea sistemului, funcția 85h a întreruperii 15h constă numai dintr-o instrucțiune IRET; apăsarea acestei taste nu va avea un efect vizibil.

În Tabelul 4.3. se prezintă principalele coduri extinse de taste. Litera N dintr-o combinație de taste indică o tastă din blocul numeric.

Tabelul 4.3. Coduri extinse de taste.

Cod hexa	Taste	Cod hexa	Taste
01	Alt-Esc	74	Ctrl- →
0E	Alt-Bksp	75	Ctrl-End
0F	Shift-Tab	76	Ctrl-Page Down
10-19	Alt-Q,-W,-E,-R,-T,-Y,-U,-I,-O,-P	77	Ctrl-Home
1A	Alt-[78-81	Alt-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-0
1B	Alt-]	82	Alt- -
1C	Alt-Enter	83	Alt- =
1E-26	Alt-A,-S,-D,-F,-G,-H,-J,-K,-L	84	Ctrl-Page Up
27	Alt-;	85-86	F11, F12
28	Alt-'	87-88	Shift-F11, Shift-F12
29	Alt-`	89-8A	Ctrl-F11, Ctrl-F12
2B	Alt-\	8B-8C	Alt-F11, Alt-F12
2C-32	Alt-Z,-X,-C,-V,-B,-N,-M	8D	Ctrl-N ↑ [8]
33	Alt-,	8E	Ctrl-N -
34	Alt-.	8F	Ctrl-N 5
35	Alt-/	90	Ctrl-N +
37	Alt-N *	91	Ctrl-N ↓ [2]
3B-44	F1 .. F10	92	Ctrl-N Ins [0]
47	Home	93	Ctrl-N Del [.]
48	↑	94	Ctrl-Tab
49	Page Up	95	Ctrl-N /
4A	Alt-N -	96	Ctrl-N *
4B	←	97	Alt-Home
4D	→	98	Alt- ↑
4E	Alt-N +	99	Alt-Page Up
4F	End	9B	Alt- ←
50	↓	9D	Alt- →
51	Page Down	9F	Alt-End
52	Insert	A0	Alt- ↓
53	Del	A1	Alt-Page Down

Cod hexa	Taste	Cod hexa	Taste
54-5D	Shift-F1 .. Shift-F10	A2	Alt-Insert
5E-67	Ctrl-F1 .. Ctrl-F10	A3	Alt-Delete
68-71	Alt-F1 .. Alt-F10	A4	Alt-N /
72	Ctrl-Print Screen	A5	Alt-Tab
73	Ctrl- ←	A6	Alt-N Enter

4.2.6. Zone de date BIOS pentru tastatură

Zona de memorie între adresele 0000:0400h și 0000:0500h este utilizată de BIOS pentru păstrarea unor variabile interne. Unele variabile pot fi citite prin funcții BIOS, iar altele numai prin acces la zona respectivă de memorie. În această zonă se află următoarele informații utilizate de tastatură:

0000:0417h

Reprezintă primul octet de stare al tastaturii. Funcția 02h a întreruperii 16h permite citirea acestui octet. Accesul la acest octet permite comutarea stării tastelor *Scroll Lock*, *Num Lock*, *Caps Lock* și *Insert*. Biții 0-3 ai acestui octet nu trebuie modificați.

- Bit 7 = 1: stare *Insert* activă
- Bit 6 = 1: stare *Caps Lock* activă
- Bit 5 = 1: stare *Num Lock* activă
- Bit 4 = 1: stare *Scroll Lock* activă
- Bit 3 = 1: tasta *Alt* apăsată
- Bit 2 = 1: tasta *Ctrl* apăsată
- Bit 1 = 1: tasta *Left Shift* apăsată
- Bit 0 = 1: tasta *Right Shift* apăsată

0000:0418h

Reprezintă al doilea octet de stare al tastaturii.

- Bit 7 = 1: tasta *Insert* apăsată
- Bit 6 = 1: tasta *Caps Lock* apăsată
- Bit 5 = 1: tasta *Num Lock* apăsată
- Bit 4 = 1: tasta *Break* apăsată
- Bit 3 = 1: mod de suspendare activ (tasta *Pause* a fost apăsată)
- Bit 2 = 1: tasta *SysReq* apăsată
- Bit 1 = 1: tasta *Alt* apăsată
- Bit 0 = 1: tasta *Ctrl* apăsată

0000:041Ah

Acest cuvânt conține adresa următorului caracter care va fi citit din bufferul circular (pointer la începutul bufferului).

0000:041Ch

Cuvântul de la această adresă conține adresa ultimului caracter din bufferul circular (pointer la sfârșitul bufferului).

0000:041Eh - 0000:043Dh

Această zonă conține bufferul tastaturii. Fiecare caracter necesită 2 octeți, deci zona permite memorarea a maxim 15 caractere. Pentru o tastă cu cod ASCII, în buffer se memorează codul ASCII și apoi codul de scanare. Pentru o tastă cu cod extins, primul octet conține valoarea 0, iar al doilea conține codul extins al tastei.

Pointerii de citire din buffer și de scriere în buffer se află la adresele 0000:041Ah, respectiv 0000:041Ch. La citirea unui caracter din buffer, pointerul de citire este incrementat cu 2. Dacă se citește un caracter din ultima locație de memorie a bufferului, pointerul se resetează la începutul bufferului. La depunerea unui caracter în buffer, pointerul de scriere este incrementat cu 2. Dacă noul caracter este memorat în ultima locație de memorie a bufferului, acest pointer este resetat la începutul bufferului.

4.2.7. Funcții DOS și BIOS pentru tastatură

În Tabelul 4.4. se prezintă unele funcții DOS pentru citirea de la tastatură.

Tabelul 4.4. Funcții DOS pentru tastatură.

AH	Funcția realizată	Parametri de intrare	Parametri de ieșire
01h	Citire caracter de la tastatură cu afișare în ecou pe ecran. Dacă se apasă <i>Ctrl-Break</i> , se execută INT 23h.		AL = caracterul citit de la tastatură
06h	Citire/scriere directă: <ul style="list-style-type: none"> de la tastatură pe ecran 	DL = 0FFh DL = cod caracter	AL = caracter citit AL = 0
07h	Citire caracter de la tastatură fără ecou și fără interpretare <i>Ctrl-Break</i> .		AL = caracter citit

AH	Funcția realizată	Parametri de intrare	Parametri de ieșire
08h	Citire caracter de la tastatură fără ecou și cu interpretare <i>Ctrl-Break</i> .		AL = caracter citit
0Ah	Citire de la tastatură a unui șir de caractere până la CR și introducere în memorie.	DS:DX = adresa zonei de memorie	
0Bh	Test stare tastatură.		AL = FFh: există tastă apăsată; AL = 00h: nu există tastă apăsată.
0Ch	Inițializare buffer tastatură și apelare funcție specificată. Se așteaptă apăsarea unei taste.	AL = nr. funcție cerută (01h, 06h, 07h, 08h, 0Ah)	

În Tabelul 4.5 se prezintă principalele funcții BIOS pentru tastatură, accesibile prin întreruperea 16h.

Tabelul 4.5. *Funcții BIOS pentru tastatură.*

AH	Funcția realizată	Param. de intrare	Param. de ieșire
00h	Citire caracter din buffer. Dacă bufferul este gol, se așteaptă introducerea unui caracter în buffer de către rutina INT 09h.		AL = cod ASCII caracter; AH = cod "scan" caracter.
01h	Test caracter disponibil. *		ZF = 0: există caracter; ZF = 1: buffer gol; AX = ca și la funcția 00h.
02h	Citire stare taste 'shift'.		AL = octet de stare al tastelor 'shift' (primul octet de stare al tastaturii).

* Funcția 01h nu descarcă caracterul curent din buffer. Pentru a citi efectiv caracterul, trebuie apelată și funcția 00h.

** Dacă $AL \neq 0$, registrul AL conține codul ASCII al caracterului, iar AH conține codul de scanare. Dacă $AL = 0$, registrul AH conține un cod extins.

4.3. Desfășurarea lucrării

4.3.1. Se studiază schema electrică a unei tastaturi.

4.3.2. Se vor descrie câteva metode de identificare prin program a unei taste apăsată dintr-o matrice de taste.

4.3.3. Se va discuta modul de funcționare al interfeței cu tastatura.

4.3.4. Se scrie o procedură pentru transmiterea unui octet la tastatură și recepția octetului de confirmare, respectându-se protocolul necesar comunicării cu tastatura. Procedura se verifică transmițând comanda ECHO și verificând răspunsul recepționat.

4.3.5. Se verifică funcționarea comenzilor care pot fi transmise interfeței, ca executarea unui autotest și a testului de interfață, citirea porturilor interfeței și resetarea prin program a sistemului.

4.3.6. Se modifică rata de repetare a tastelor, transmițând ca parametri diferite valori.

4.3.7. Se scrie un program pentru aprinderea și stingerea succesivă a indicatoarelor luminoase ale tastaturii. Operația se va efectua în mod repetat până la apăsarea unei taste.

4.3.8. Se scrie un program care afișează la fiecare tastă apăsată codul ASCII și codul de scanare al tastei respective.

4.3.9. Se scrie un program pentru aprinderea unor indicatoare luminoase ale tastaturii, completând și în zona de date a BIOS noua stare a indicatoarelor.

4.3.10. Se scrie un program care permite introducerea unor linii de la tastatură, afișând într-o zonă a ecranului starea tastelor *Caps Lock* și *Insert*. Starea afișată pe ecran va fi actualizată la fiecare apăsare a acestor taste.