

Obsługa klawiatury.

5.1. Wiadomości wstępne.

Klawiatura ma wbudowany układ (sterownik, kontroler klawiatury), który okresowo przegląda matrycę klawiszy i rozpoznaje naciśnięcie lub puszczenie klawisza. Klawiszom przyporządkowane są 8-bitowe kody identyfikacyjne. Kod klawisza jest dekodowany z uwzględnieniem stanu klawiszy modyfikujących (ALT, CTRL, SHIFT, INS, CAPS LOCK, NUM LOCK, SCROLL LOCK) i wpisywany jest do bufora klawiatury gdzie czeka na odczytanie. W momencie naciśnięcia klawisza, sterownik klawiatury generuje przerwanie sprzętowe 09h obsługiwane przez BIOS, zawierające program obsługi klawiatury. Program ten dokonuje odczytu z portu 60H, jako komórki pamięci sterownika klawiatury i podejmuje dalsze działania uzależnione od rodzaju klawisza i jego stanu (naciśnięty czy puszczone). Dla odróżnienia tego stanu, w porcie 60H dostępny jest numer klawisza, który zwiększony jest o wartość 128 w przypadku zwolnienia klawisza (z ustawionym 7 bitem).

Klawiaturę można obsługiwać na dwóch poziomach BIOSu i DOSu, jak również wysyłając komendy i dane do portów o odpowiednich adresach.

5.2. Kontroler klawiatury.

Pełniący rolę interfejsu klawiatury i uzupełniający jej funkcje. Poprzez porty 60H i 64H klawiatura staje się programowalną częścią komputera. Port 64H został wprowadzony jako dodatkowy rejestr sterujący w modelach AT i PS/2, natomiast port 60H pełni funkcje rejestru danych i funkcja ta jest utrzymana w celu kompatybilności z wcześniejszymi modelami. Jeśli użycie portu o adresie 64H, jako rejestru sterującego, nie daje żadnego lub spodziewanego rezultatu, wówczas należy użyć portu 60H. Programowanie sterownika klawiatury sprowadza się najczęściej do zainicjowania przeznaczonego w tym celu portu a następnie do przesłania (ewentualnie pobrania) danych z tego samego lub innego portu. Rozkazy (komendy) przesyłane przez rejestr AL do portu 60H klawiatury posiadają różne wartości i znaczenia. („Anatomia PC”, P Metzger A Jałowicki).

5.2.1. PC/XT.

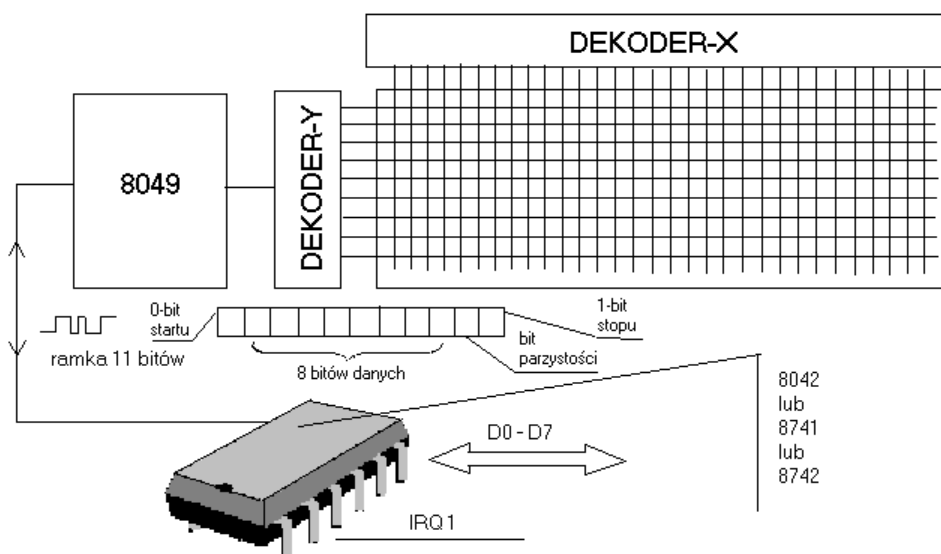
Napływające z klawiatury dane opracowywane są w komputerze PC/XT przez układ 8255, a odebranie kompletnego znaku sygnalizowane jest przerwaniem IRQ1. Znak ten stoi do dyspozycji w porcie B układu 8255 (rejestr o adresie 60h).

Mikrokomputer jednocukładowy (mikrokontroler) 8048 nadzoruje siatkę połączeń X i Y, w której węzłach umieszczone są poszczególne klawisze. Układ kontroluje odpowiednio często stan tej siatki, wysyłając kolejno wszystkimi liniami X i badając, czy nie pojawiły się one na którejś z linii Y. W ten sposób można w dowolnym momencie określić, które z klawiszy zostały wciśnięte i ewentualnie zwolnione. Informacja ta przekazywana jest w formie szeregowego strumienia danych przewodem połączeniowym do komputera. Dane przesyłane są w sposób synchroniczny (dodatkową linią transmitowany jest przebieg zegarowy), a ramka danych ma stałą budowę i zawiera jeden bit startu, osiem bitów danych, jeden bit kontroli parzystości (typu nieparzystego) i jeden bit stopu. Bit startu jest zawsze równy 0, zaś bit stopu 1. Przewód połączeniowy klawiatury z komputerem jest pięciożyłowy i oprócz linii danych, synchronizacji i masy dostarcza napięcia +5V dla układów sterujących klawiatury oraz posiada nie zawsze wykorzystywaną linię RESET.

5.2.2. PC/AT i PS/2.

Między klawiaturą a komputerem PC/AT jest możliwa dwukierunkowa wymiana informacji (w synchronicznym trybie półdupleksowym). Za komunikację od strony komputera jest odpowiedzialny scalony kontroler 8741, 8742 lub 8042, a od strony klawiatury- mikrokontroler 8049, posiadający odpowiednio rozbudowany w stosunku do swojego poprzednika mikrokod. *(Rys.5.1.)*

Rys.5.1. Schemat obsługi klawiatury typu AT.



5.3. Mapa klawiatury.

Klawiatura ma zasadniczo trzy grupy przycisków: alfanumeryczne, sterujące, funkcyjne. Każdemu przyciskowi jest przyporządkowana na stałe liczba zwana kodem klawisza. Nie ma tu absolutnie znaczenia, jakim znakiem lub funkcją opisany jest klawisz, ważne jest jedynie jego położenie na klawiaturze. Różnych kodów może być nie więcej niż klawiszy, czy maksymalnie 102 (w rozszerzonej) tak, więc do ich opisania wystarczy 1 bajt. Naciśnięcie lub zwolnienie przycisku klawiatury jest zgłaszane do systemu BIOS jako przerwanie, informujące o działaniu klawiatury. Przy zwalnianiu danego klawisza jest tworzony inny kod przez dodanie wartości 80H (128) do kodu generowanego przy naciśnięciu. Kod zwolnienia = kod wciśnięcia + 128 (ustawiony bit 7).

W klawiaturze o specyfikacji PS/2, zostały powtórzone niektóre klawisze. Mają one ten sam kod jak te istniejące. Dla odróżnienia, te dodatkowe klawisze opisywane są dwoma bajtami w postaci – kodu naciśnięcia, poprzedzonego kodem E0H (dla Pause – E1h). Natomiast podczas zwolnienia klawisza, generowany jest ponownie bajt poprzedzający, a do drugiego bajtu, jak w poprzednim przypadku dodawane jest 80h (128).

Tłumaczenie kodów przeszukiwania jest trudne, ponieważ działanie klawiatury zmienia się po naciśnięciu przycisków: SHIFT, ALT, CTRL. Na połączenia klawiatury oddziałują również przyciski CAPS LOCK i NUM LOCK. Kod przeszukiwania jest tłumaczony na dwa bajty (mniej znaczący – wartość ASCII, odpowiadająca danemu przyciskowi i bardziej znaczący – kod przycisku tzw. scan code), a następnie przechowywany w określonym obszarze pamięci (0040:001Eh do 0040:003Ch). Podczas tłumaczenia kodów przeszukiwania są sprawdzane również możliwości kombinacji przycisków, takie jak np.:

- CTRL+NUM LOCK – zawieszenie (PAUSE) obsługi programu, aż do pojawienia się innego znaku,
- CTRL+SCROLL LOCK – wstrzymanie (BREAK) działania wykonywanego programu i identyfikacja linii przerwania,
- CTRL+ALT+DEL – ponowny restart systemu operacyjnego (*System reset*),
- SHIFT+PrtSc – echo ekranu na drukarce. Każda linia jest drukowana na drukarce w takiej postaci, w jakiej wprowadza ją użytkownik,
- CTRL+HOME – usunięcie informacji na ekranie i przesunięcie kursora do pozycji wejściowej w lewym górnym rogu ekranu.

Funkcje przycisków funkcyjnych mogą być różne w zależności od wykonywanego programu. Istnieją także tzw. kody znaków rozszerzonej klawiatury.

wiatURY – kodowane za pomocą dwóch znaków, z których pierwszy jest znakiem pustym o kodzie 0.

np.: Alt+Q (16/10h), HOME (71/47h), END (79/4Fh), INS (82/52h), DEL (83/53h), PgUp (73/49h), PgDn (81/51h), F1 (59/3Bh)...F7 (65/41h), Shift+F1 (84/54h), Ctrl+F2 (95/5Fh), Alt+F3 (106/6Ah) ...

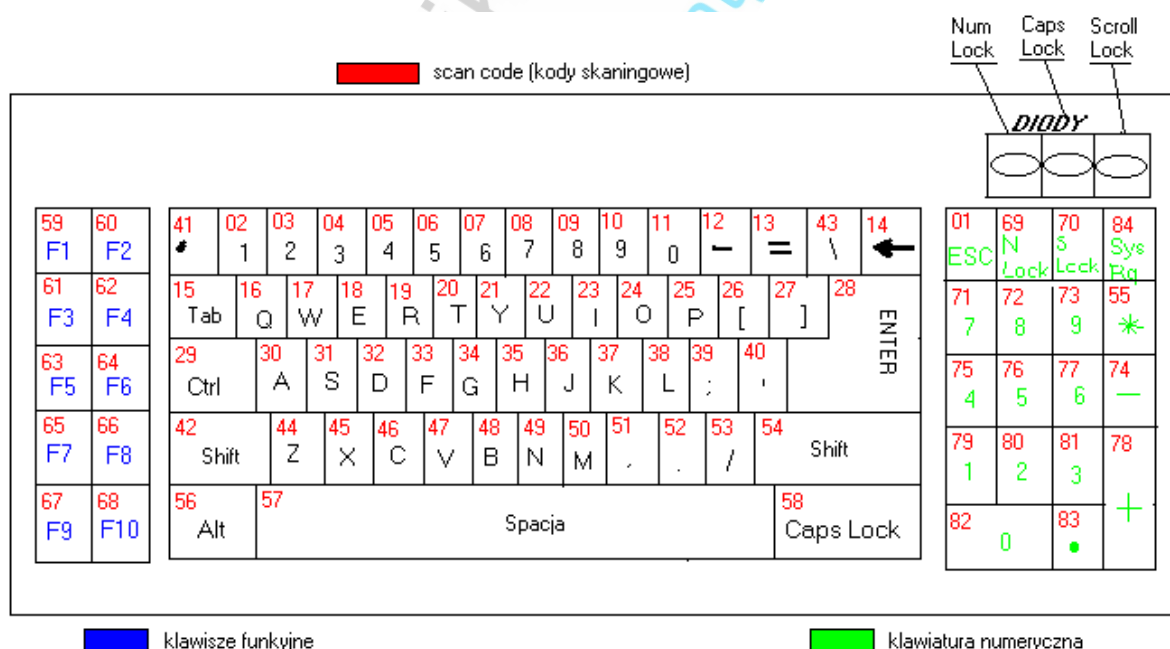
5.3.1. Klawiatura XT.

W klawiaturze XT klawisze zostały kolejno ponumerowane, w kolejności – część środkowa – alfanumeryczna, lewa strona – klawisze funkcyjne, oraz prawa strona – klawisze numeryczne i sterujące. Numeracja ta w następnych modelach została oczywiście zachowana.

5.3.2. Klawiatura AT.

Różni się od opisanego modelu XT jedynie przesunięciem bloku numerycznego i wprowadzeniem dodatkowego klawisza SysReq o kodzie naciśnięcia równym 84. Wyodrębniono w niej elementy sygnalizacyjne w postaci diod świecących (L1-L3). Określają one stan funkcji NUM LOCK, SCROL LOCK i CAPS LOCK (w niektórych klawiaturach XT diody były zabudowane w odpowiednich klawiszach). (Rys.5.2.)

Rys.5.2. Mapa klawiatury typu AT.

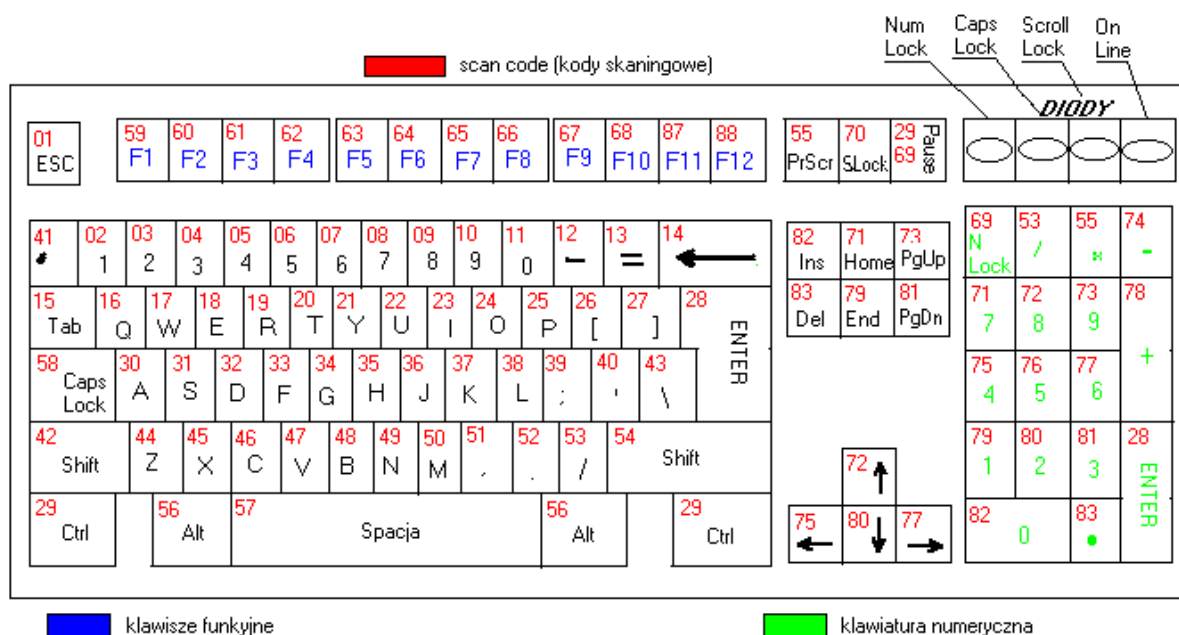


5.3.3. Klawiatura PS/2.

Została poszerzona o nowe klawisze (na przykład oddzielony blok klawiszy sterowania kursorem). Zostały dodane dwa nowe klawisze funk-

cyjne F11 i F12, zdublowano klawisze ALT i CTRL oraz wydzielono klawisze PrtScr i Pause. (Rys.5.3.)

Rys.5.3. Mapa klawiatury typu PS/2.



U producentów panuje znaczna dowolność w kwestii rozłożenia klawiszy, a producenci oferują wersje klawiatur z własnymi programami obsługi dla dodatkowych klawiszy.

Z jednej strony nowo wprowadzone klawisze muszą się dać odróżnić od już obecnych, np. prawy klawisz ALT ma w połączeniu z klawiszem CTRL inną funkcję niż lewy. Z drugiej strony obowiązuje zasada kompatybilności w dół, tzn. stare programy, nie znające specyfiki klawiatury PS/2, muszą prawidłowo rozpoznawać cały zestaw klawiszy, np. blok sterowania kursorem. Dylemat ten rozwiązano w następujący sposób:

- kody nowych klawiszy są takie same jak już obecnych, np. prawy i lewy ALT mają te same kody (te same kody naciśnięcia i zwolnienia),
- kody nowo wprowadzonych klawiszy poprzedza przedrostek E1h (tylko klawisz Pause) lub E0h (wszystkie pozostałe klawisze).

5.4. Interpretacja kodu klawisza.

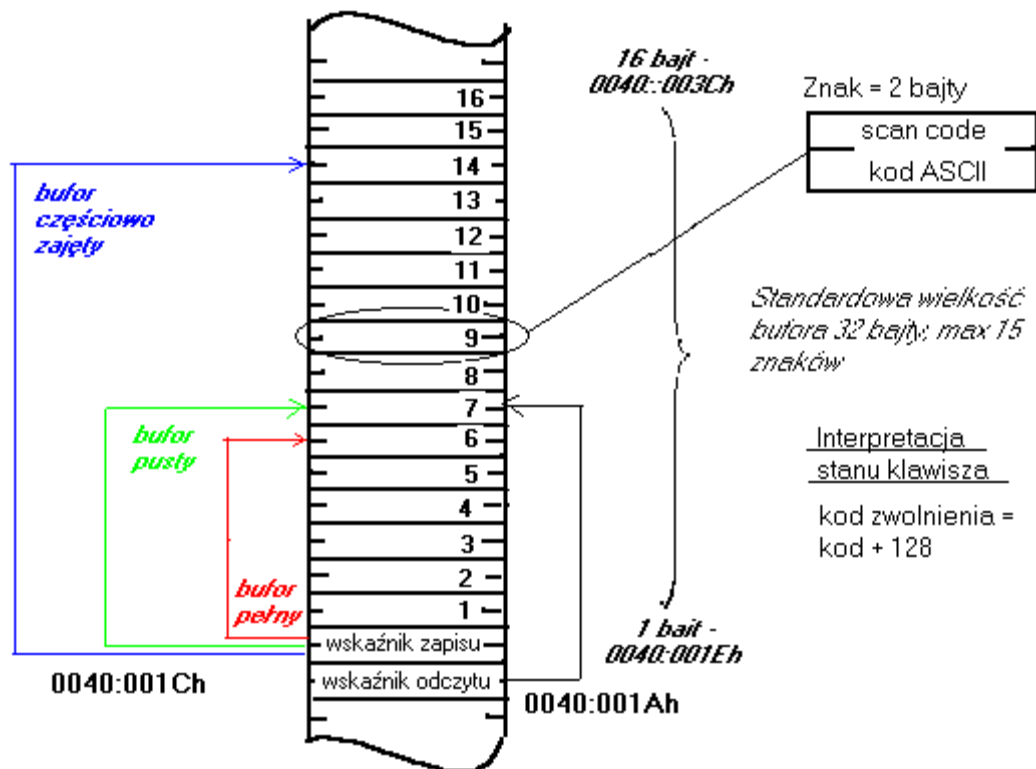
Pojedynczy kod naciśnięcia nie określa niestety w jednoznaczny sposób intencji użytkownika. Wiele klawiszy opisanych jest, bowiem kilkoma symbolami, nawet zwykłe litery mogą występować w wersji dużej lub małej. Wybór znaczenia klawisza dokonywany jest za pomocą klawiszy specjalnych. Zadanie przyporządkowania określonych znaków różnorodnym sekwencjom kodów bierze na siebie procedura obsługi przerwania IRQ1

(09h). W celu umożliwienia niestandardowej obsługi klawiatury jest ona najczęściej modyfikowana przez zamianę wektora, klasycznym przykładem jest powszechnie znany sterownik keyb.com. Program ten, posługując się wewnętrznymi tabelami, jest w stanie dopasować topografię dowolnej klawiatury (np. polskiej, niemieckiej czy francuskiej) do kodów ASCII generowanych przez nią znaków. Należy, bowiem pamiętać, że dany klawisz generuje zawsze ten sam zestaw kodów naciśnięcia i zwolnienia, bez względu na to, jakim symbolem jest opisany, a dopiero program sterownika przetwarza jego kod na odpowiedni znak. Jako przykład można tu podać polskie wersje Windows, które podczas domyślnej instalacji zmieniają obsługę przerwania IRQ1, zakładając, że do komputera dołączona jest polska klawiatura w układzie maszynistki QWERTZ zamiast angielskiej QWERTY.

5.5. Bufor klawiatury.

32-bajtowy (16-słowy) bufor zaczyna się od adresu 0040H:001EH a kończy na adresie 0040H:003DH, zawiera informacje o naciskanych klawiszach (Rys.5.4.). Można też założyć tzw. bufor alternatywny, o innej długości i położeniu, ale musi się on zawierać w całości w segmencie 0040h. Słowa definiujące bufor znajdują się pod adresami: 0040:0080h-definiuje początek, 0040:0082h-definiuje koniec. Każde naciśnięcie klawisza wywołuje przerwanie sprzętowe na linii IRQ1, do obsługi, którego wywoływana jest procedura zawarta w przerwaniu BIOS-u, INT 09h. Wykonywanie się tej procedury przyporządkowuje odebranemu kodowi klawisza kod znaku ASCII. Kod ASCII i kod klawisza tzw. *scan code*, naciśniętego klawisza odkładane są w 16-słowym buforze położonym w obszarze zmiennych BIOS-u. Bufor jest zorganizowany jako zamknięta struktura w postaci pierścienia.

Rys.5.4. Bufor klawiatury.



Bajt zawarty pod adresem 0040H:001CH wskazuje koniec (ogon) (*Keyboard buffer tail*) tego zamkniętego łańcucha, zaś bajt 0040H:001AH wskazuje jego początek (głowę) (*Keyboard buffer head*). Pierwszy z nich jest wskaźnikiem zapisu i wskazuje zawsze na wolne miejsce, w którym może być umieszczony kolejny nadchodzący znak. Drugi zaś jest wskaźnikiem odczytu i wskazuje znak, który należy w pierwszej kolejności przekazać żądającemu go programowi. Bufor jest pusty, jeżeli wskaźniki zapisu i odczytu mają jednakowe wartości, tj. wskazują tę samą (obojętnie, którą) komórkę. Kolejne nadchodzące znaki umieszczane są sukcesywnie w buforze, za każdym razem wskaźnik zapisu przesuwa się o słowo w stronę wyższych adresów. Jednocześnie przebiega proces pobierania znaków z komórek, które pokazuje wskaźnik odczytu. Należy przy tym pamiętać, że umieszczanie znaków w buforze klawiatury inicjowane jest sprzętowo, natomiast zadanie ich odbierania spoczywa w całości na programie. Zbyt szybkie naciskanie klawisza przy wolniejszym odbiorze znaków z bufora przez program spowoduje przepełnienie bufora, co jest sygnalizowane krótkim dźwiękiem. Bufor klawiatury, aczkolwiek posiadający pojemność 32-bajtów (16 zestawów kodów) pozwala na pomieszczenie maksymalnie 15 znaków. Spowodowane jest to potrzebą uniknięcia dwuznaczności w określeniu czy bufor jest przepełniony czy pusty tak, więc: Bufor pusty – zrównanie wskaźników zapisu i odczytu.

Bufor przepełniony – wskaźnik zapisu odnosi się do znaku bezpośrednio poprzedzającego wskaźnik odczytu.

5.6. Klawisze specjalne.

Nie każdemu naciśniętemu klawiszowi jest przyporządkowana para znaków. Te klawisze należą do grupy klawiszy specjalnych (SHIFT, ALT, CTRL, CAPS LOCK, NUM LOCK, SCROLL LOCK, PAUSE) i dane o ich stanie znajdują się w dwóch bajtach w obszarze zmiennych BIOS-u pod adresami 0040H:0017H i 0040H:0018H dla XT i AT, natomiast dla PS/2 wprowadzone są dodatkowe dwa bajty informacyjne pod adresami 0040H:0096H oraz 0040H:0097H.

Bajt 0040:0017h znaczenie bitów:

- Bit 7 jest aktywny tryb INSERT
- Bit 6 jest aktywny tryb CAPS LOCK
- Bit 5 jest aktywny tryb NUM LOCK
- Bit 4 jest aktywny tryb SCROLL LOCK
- Bit 3 naciśnięto klawisz ALT (lewy lub prawy)
- Bit 2 naciśnięto klawisz CTRL (lewy lub prawy)
- Bit 1 naciśnięto lewy klawisz SHIFT
- Bit 0 naciśnięto prawy klawisz SHIFT

Bajt 0040:0018h znaczenie bitów:

- Bit 7 naciśnięto klawisz INSERT
- Bit 6 naciśnięto klawisz CAPS LOCK
- Bit 5 naciśnięto klawisz NUM LOCK
- Bit 4 naciśnięto klawisz SCROLL LOCK
- Bit 3 jest aktywny tryb PAUSE
- Bit 2 naciśnięto klawisz SysReq
- Bit 1 naciśnięto lewy klawisz ALT
- Bit 0 naciśnięto lewy klawisz CTRL

Bajt 0040:0096h znaczenie bitów:

- Bit 7 trwa odczyt kodu identyfikacyjnego
- Bit 6 ostatnim odebrany kodem był kod identyfikacyjny
- Bit 5 przy odczycie kodu identyfikacyjnego i kodu rozszerzonego należy włączyć tryb NUM LOCK
- Bit 4 w systemie obecna jest klawiatura PS/2
- Bit 3 naciśnięto prawy klawisz ALT
- Bit 2 naciśnięto prawy klawisz CTRL
- Bit 1 ostatnio odebrany znakiem był przedrostek E0h

Bit 0 ostatnio odebrany znakem był przedrostek E1h

Bajt 0040:0097h znaczenie bitów:

Bit 7 błąd danych

Bit 6 trwa aktualizacja stanu diod świecących

Bit 5 wysłano znak potwierdzenia (ACK) do klawiatury

Bit 4 odebrano znak potwierdzenia ACK z klawiatury

Bit 3 zarezerwowany

Bit 2 stan sygnalizatora LED trybu CAPS LOCK

1-załączony, 0-wyłączony

Bit 1 stan sygnalizatora LED trybu NUM LOCK

1-załączony, 0-wyłączony

Bit 0 stan sygnalizatora LED trybu SCROLL LOCK

1-załączony, 0-wyłączony

5.7. Programowanie klawiatury za pomocą portów.

5.7.1. Struktura rejestru stanu (port 64h).

Bit 7 błąd parzystości ramki (tylko w modelach PS/2)

1-ostatni kod przysłano z błędem

0-ostatni kod przysłano bez błędu

Bit 6 czas oczekiwania na nadesłanie danych

1-przekroczony, 0-wporządku

Bit 5 stan bufora wyjściowego klawiatury

1-bufor zawiera dane od jednostki dodatkowej (tylko PS/2)

0-bufor zawiera dane od klawiatury

Bit 4 stan blokady klawiatury

1-otwarta, 0-zablokowana

Bit 3 zawartość przesyłanego bajtu

1-bajt rozkazowy wysłany przez port 64h

0-bajt danych wysłany przez port 60h

Bit 2 wynik autotestu klawiatury

1-test bezbłędny, 0-błąd

Bit 1 stan bufora wejściowego

1-dane przesłane przez procesor znajdują się jeszcze w buforze

0-bufor jest pusty

Bit 0 stan bufora wyjściowego

1-dane przesłane przez kontroler klawiatury znajdują się jeszcze w buforze

0-bufor jest pusty

Jednostką dodatkową w systemie PS/2 jest najczęściej myszka, która w odróżnieniu od modeli XT i AT jest obsługiwana przez kontroler klawiatury.

Rozkazy te przekazywane są przez rejestr sterujący 64h. Niektóre z nich anonsują następujący po sobie bajt danych. Bajt ten jest transmitowany jednak przez bufor wejściowy o adresie 60h, przy czym przed zapisem bufora należy sprawdzić jego gotowość do przyjęcia danych, testując bit 1 rejestru stanu.

5.7.2. Rozkazy podawane do portu 64h.

(lista podstawowych rozkazów)

Rozkaz A7h	odłącza jednostkę dodatkową (tylko PS/2)
Rozkaz A8h	uaktywia jednostkę dodatkową (tylko PS/2)
Rozkaz A9h	kontroluje jednostkę dodatkową (tylko PS/2)
Rozkaz AAh	klawiatura przeprowadza obszerny test swoich układów i zwraca w buforze wyjściowym (port 60h) bajt o wartości 55h w przypadku pomyślnego zakończenia.
Rozkaz ABh	kontroler przeprowadza test łącza klawiatury i zwraca w buforze wyjściowym (port 60h) bajt o znaczeniu: 00h – wynik kontroli pozytywny 01h – sygnał zegarowy stale na niskim poziomie logicznym 02h – sygnał zegarowy stale na wysokim poziomie logicznym 03h – linia danych stale na niskim poziomie logicznym 04h – linia danych stale na wysokim poziomie logicznym
Rozkaz ADh	blokuje klawiaturę
Rozkaz AEh	odblokowuje klawiaturę
Rozkaz C0h	umieszcza zawartość portu wejściowego w buforze wyjściowym (port 60h)
Rozkaz C1h	czyta bity 3-0 portu wejściowego i przenosi je na pozycje 7-4 rejestru stanu (port 64h). Operacja ta jest powtarzana tak długo, aż bit 1 rejestru stanu zostanie ustawiony.
Rozkaz C2h	czyta bity 7-4 portu wejściowego i przenosi je na pozycje 7-4 rejestru stanu (port 64h). Operacja ta jest powtarzana tak długo, aż bit 1 rejestru stanu zostanie ustawiony.
Rozkaz D0h	umieszcza zawartość portu wyjściowego w buforze wyjściowym (port 60h).
Rozkaz D1h	zapisuje następujący po sobie bajt danych do portu wyj-

	ściowego
Rozkaz D2h	zapisuje następujący po sobie bajt danych do portu wyjściowego i zeruje bit 5 (bajt przeznaczony dla klawiatury) rejestru stanu (port 64h)
Rozkaz D3h	zapisuje następujący po sobie bajt danych do bufora wyjściowego i ustawia bit 5 (bajt przeznaczony dla jednostki dodatkowej) rejestru stanu (port 64h).

5.7.3. Rozkazy podawane do portu 60h.

Rozkaz EDh	sterowanie diodami świecącymi. Klawiatura reaguje na ten rozkaz wysłaniem sygnału potwierdzenia ACK. Proces analizy matrycy X-Y zostaje wstrzymany i klawiatura przechodzi w stan oczekiwania na bajt definiujący na stan diod LED, podawany również przez bufor wejściowy (60h). Bity 7-3 zawsze 0. Bit 2 stan diody CAPS LOCK, 1-zapalona, 0-zgaszona. Bit 1 stan diody NUM LOCK, 1-zapalona, 0-zgaszona. Bit 0 stan diody SCROLL LOCK, 1-zapalona, 0-zgaszona.
Rozkaz EEh	Echo. Klawiatura odpowiada na ten rozkaz odesłaniem z powrotem tego samego bajtu EEh. Daje to możliwość prostego sprawdzenia połączeń klawiatura-kontroler.
Rozkaz F0h	Wybór zestawu kodów klawiszy, oznaczonych numerami 01, 02 i 03. Standardowym zestawem jest 02. Po odebraniu rozkazu F0h klawiatura wysyła sygnał ACK i oczekuje na bajt danych. Jeżeli jest nim numer zestawu (01h,02h lub 03h), to nastąpi przełączenie, a jeżeli 00h – klawiatura odpowiada numerem aktualnego zestawu.
Rozkaz F2h	identyfikacja klawiatury (ID). Rozkaz ten służy rozpoznawaniu typu podłączonej klawiatury. Model AT odpowiada samym sygnałem ACK, natomiast typ PS/2 wysyła sekwencję ACK, ABh, 41h. Klawiatura XT nie jest w stanie przyjąć tego (ani żadnego innego) rozkazu, toteż wystąpi jedynie błąd przekroczenia limitu czasu przeznaczonego na odpowiedź (<i>time-out</i>).
Rozkaz F3h	opóźnienie i prędkość autorepetycji. Rozkaz ten umożliwia programowanie czasu opóźnienia i prędkości powtarzania znaków. Klawiatura potwierdza przyjęcie rozkazu wysłaniem sygnału ACK i oczekuje na bajt definiujący wyżej wspomniane parametry. Bit 7 zawsze 0.

	Bity 6-5 opóźnienie zadziałania autorepetycji, w milisekundach Bity 4-0 częstotliwość autorepetycji klawiatury, w znakach na sekundę.
Rozkaz F4h	odblokowanie klawiatury zablokowanej rozkazem F5h.
Rozkaz F5h	przywrócenie standardowych parametrów klawiatury i zablokowanie czytania matrycy klawiszy.
Rozkaz F6h	przywrócenie standardowych parametrów klawiatury i odblokowanie czytania matrycy klawiszy.
Rozkaz FEh	żądanie powtórzenia transmisji. W przypadku wystąpienia błędu transmisji rozkazem tym można zażądać powtórzenia ostatnio wysłanego przez klawiaturę kodu.
Rozkaz FFh	– diagnostyka klawiatury. Rozkaz ten powoduje uruchomienie tzw. procedury BAT (<i>Basic Assurance Test</i>), diagnozującej wewnętrznie układy klawiatury. Potwierdzeniem otrzymania rozkazu jest sygnał ACK, a wynikiem testu może być AAh (wynik poprawny) albo FCh (błąd).

5.7.4. Zebrane kody jakie może zwracać klawiatura.

00h	zapełnienie wewnętrznego bufora klawiatury
AAh	pozytywny wynik BAT (po rozkazie FFh)
FCh	negatywny wynik BAT
EAh	echo
FAh	potwierdzenie (ACK)
41h-ABh	kod identyfikacji (ID) klawiatury PS/2 (po rozkazie F2h)
01h-58h	kod naciśnięcia i zwolnienia klawisza
FFh	błąd

5.7.5. Port wejściowy kontrolera klawiatury.

Odczyt tego portu umożliwia rozkaz C0h wysłany poprzez rejestr sterujący 64h. Zawartość tego portu zostaje wówczas przeniesiona przez kontroler do bufora wyjściowego (port 60h), skąd może być pobrana przez procesor rozkazem IN. Steruje również pracą innych elementów PC. Znaczenie bitów portu wejściowego:

Bit 7	blokada klawiatury, 1-odblokowana, 0-zablokowana
Bit 6	zainstalowana w systemie karta sterownika monitora 1-monochromatyczna (MDA), 0-kolorowa
Bit 5	obecność przełącznika konfiguracyjnego 1-nie zainstalowany, 0-zainstalowany

- Bit 4 dostęp do drugiego banku 256 kB RAM płyty głównej
1-dozwolony, 0-zabroniony
- Bity 3-2 zarezerwowane
- Bit 1 stan linii danych wejściowych od jednostki dodatkowej
- Bit 0 stan linii danych wejściowych od klawiatury.

5.7.6. Port wyjściowy kontrolera klawiatury.

Umożliwia dostęp dwukierunkowy. Odczytu portu dokonuje się przesyłając rozkaz D0h, a zapisu rozkazem D1h. Oba rozkazy są podawane przez rejestr sterujący (port 64h) kontrolera. Oprócz funkcji sterowania liniami danych i zegarowymi łączy klawiatury i myszki (w PS/2). Port wyjściowy odpowiedzialny jest za stan tzw. bramki A20 (GATE A20).

Oto znaczenie bitów portu wyjściowego:

- Bit 7 dane wyjściowe dla klawiatury
- Bit 6 stan linii synchronizacji (zegara) łączy szeregowego klawiatury
- Bit 5 opróżnienie bufora wejściowego jednostki dodatkowej
- Bit 4 przepełnienie bufora wyjściowego klawiatury
- Bit 3 stan linii synchronizacji (zegara) łączy szeregowego jednostki dodatkowej
- Bit 2 dane wyjściowe do jednostki dodatkowej
- Bit 1 stan sygnału GATE A20
1 bramka otwarta (linia A20 aktywna)
0 bramka zamknięta (adresy A0-A19)
- Bit 0 połączony z linią RESET CPU. Stan wysoki wymusza restart procesora.

Przeprowadza procedurę sterowania diodami LED - NUM LOCK, CAPS LOCK, SCROLL LOCK, za pomocą programowania portu.

```
void main(void)
{  outp(0x21,0x02);
   outp(0x60,0xed);
   buf_wyj();
   outp(0x60,7);
   buf_wyj();
   outp(0x21,0x00);}

void buf_wyj(void)
```

```

{ unsigned char rej_stanu;
  do
    rej_stanu=inp(0x64);
    while((rej_stanu & 0x01) != 0x01);}

```

(„Anatomia PC”, P Metzger A Jałowicki, „Encyklopedia informatyki”, S Kruk).

5.8. Programowanie klawiatury za pomocą przerwania.

5.8.1. Obsługa klawiatury przerwaniem BIOS-u.

Do obsługi klawiatury BIOS udostępnia przerwanie 16H. Dzięki niemu uzyskuje się pełną kontrolę na tym urządzeniem.

Odczyt pojedynczego znaku.

Do odczytu pojedynczego znaku służy funkcja 10H, a w przypadku klawiatury podstawowej 0H. Zwraca ona w rejestrze AH kod SCAN naciśniętego klawisza. W rejestrze AL znajduje się kod ASCII tego klawisza. Jeśli podczas wywołania przerwania w buforze klawiatury nie znajduje się żaden znak, to funkcja będzie czekać, aż klawisz zostanie naciśnięty. Funkcja nie wyświetla naciśniętego znaku.

Parametry wejściowe:

AH 00H – odczyt z klawiatury podstawowej

10H – odczyt z klawiatury rozszerzonej, (101 lub 102 klawisze)

Wartości zwracane:

AH kod SCAN, pomaga rozróżnić klawisze o tych samych kodach ASCII

AL kod ASCII

Sprawdzenie bufora klawiatury.

Bardzo często zachodzi potrzeba sprawdzenia, czy w buforze klawiatury nie znajduje się jakiś znak. Np. jeśli chcemy wykonywać pętlę aż zostanie naciśnięty klawisz jest to jedynym rozwiązaniem. Do tego celu służy funkcja 11H, a przy klawiaturze podstawowej 01H, przerwania 16H. Jeśli w buforze znajdował się klawisz, znacznik Z jest wyzerowany, a w rejestrach: AH - znajduje się kod SCAN i w AL - znajduje się kod ASCII. Jeśli podczas wywołania przerwania w buforze nie było żadnego znaku, znacznik Z jest ustawiony (równy 1). Funkcja ta po odczycie z bufora kodu znaku nie czyści tego bufora. Znajduje się on w niej, aż zostanie odczytany za pomocą funkcji 10H.

Parametry wejściowe:

AH 01H – dla klawiatury podstawowej
11H – dla klawiatury rozszerzonej

Wartości zwracane:

Jeżeli w buforze był znak:

ZF 0
AH kod SCAN
AL kod ASCII

Jeżeli nie było znaku to ZF 1.

Odczyt stanu klawiszy dodatkowych.

Podczas pisania programów czasami zachodzi potrzeba sprawdzenia stanu klawiatury, tzn. sprawdzenie, np. czy jest włączony CAPS LOCK, czy nie. Do tego celu służy funkcja 02H, która w rejestrze AL zwraca kod stanu klawiatury. Poszczególne bity mają następujące znaczenie:

bit 0 prawy Shift
bit 1 lewy Shift
bit 2 Ctrl
bit 3 Alt
bit 4 Scroll Lock
bit 5 Num Lock
bit 6 Caps Lock
bit 7 Insert

Funkcja nie rozróżnia klawiszy Alt i Ctrl, czy jest wciśnięty lewy, czy prawy. Lepszym rozwiązaniem jest użycie funkcji 12H. Wówczas otrzymujemy kod stanu klawiatury w rejestrze AX. Ma on następującą postać:

bit 0 prawy Shift
bit 1 lewy Shift
bit 2 Ctrl
bit 3 Alt
bit 4 Scroll Lock
bit 5 Num Lock
bit 6 Caps Lock
bit 7 Insert
bit 8 lewy Ctrl
bit 9 lewy Alt
bit 10 prawy Ctrl
bit 11 prawy Alt
bit 12 Scroll Lock

bit 13 Num Lock
bit 14 Caps Lock
bit 15 SysReq

Zwraca bieżący stan klawiszy Shift, Ctrl, Alt, Num Lock, Ins i Caps Lock:

```
void stanKlawisza(unsigned char *stanK1,
                 unsigned char *stanK2 )
{union REGS regs;
  regs.h.ah = 2;
  /* AH = 2 lub 12h - odczyt stanu klawiszy */
  int86(0x16, &regs, &regs);
  /* Wywołanie funkcji BIOS */
  *stanK1 = regs.h.al;
  /* AL = stan klawiszy dla wszystkich rodzajów klawiatur */
  *stanK2 = regs.h.ah;
  /* AH = dodatkowe informacje dla funkcji 12h */
} /* Niczego nie zwracamy */
```

Ustawienie parametrów klawiatury.

Przerwanie 16H umożliwia ustawienie parametrów klawiatury. Funkcja ta dotyczy tylko komputerów AT i późniejszych.

Parametry wejściowe:

AX	0305H
BH	opóźnienie
	00H – 0.25 sekundy
	01H – 0.50 sekundy
	02H – 0.75 sekundy
	03H – 1.00 sekunda
BL	częstotliwość samo powtarzania
	00H – 30 znaków/s
	01H – 26.7 znaków/s
	02H – 24 znaki/s
	03H – 21.8 znaków/s
	04H – 20 znaków/s
	05H-18.5, 06H-17.1, 07H-16, 08H-15, 09H-13.3, 0AH-12.0,
	0BH-10.9, 0CH-10, 0DH-9.2, 0EH-8.6, 0FH-8, 10H-7.5, 11H-

6.7, 12H-6, 13H-5.5, 14H-5, 15H-4.6, 16H-4.3, 17H-4.0, 18H-3.7, 19H-3.3, 1AH-3, 1BH-2.7, 1CH-2.5, 1DH-2.3, 1EH-2.1, 1FH-2.

Model XT ma ustaloną stałą prędkość autorepetycji równą 10 znaków na sekundę.

Wstawienie znaku do bufora klawiatury

Funkcja 05H przerwania 16H daje możliwość wstawienia znaku do bufora klawiatury. Wówczas w rejestrze CH podaje się kod SCAN, a w rejestrze CL kod ASCII. Jeśli po wykonaniu przerwania nie wystąpił żaden błąd znacznik C jest wyzerowany, a AH=00h. Gdy wystąpił błąd znacznik C=1 i AH=01h.

Funkcje 10h, 11h i 12h, ukierunkowane specjalnie na obsługę klawiatur PS/2, zostały wprowadzone dopiero pod koniec roku 1985 i we wcześniejszych odmianach BIOS-u nie występują.

Do obsługi klawiatury BIOS zawiera także cztery funkcje przerwania 15H.

Funkcja 4Fh przechwytywanie znaku z klawiatury:

Wejście:

AH 4Fh.

Wyjście:

AL kod klawisza, bit w CF ma wartość 1,

AL nie zawiera kodu klawisza, bit w CF ma wartość 0.

Funkcja 80h otwarcie urządzenia:

Wejście:

AH 80h

BX kod urządzenia

CX kod procesu.

Wyjście:

Gdy wystąpił błąd, flaga CF ustawiona na 1 w AH status.

Operacja powiodła się, CF 0, AH 00h.

Funkcja 81h zamknięcie urządzenia:

Wejście:

AH 81h.

BX kod urządzenia

CX kod procesu.

Wyjście:

Gdy wystąpił błąd, flaga CF ustawiona na 1 w AH status.

Operacja powiodła się, CF 0, AH 00h.

Funkcja 85h reakcja na klawisz SysReq:

Wejście:

AH 85h

AL status klawisza

00h gdy klawisz naciśnięty,

01h gdy klawisz zwolniony,

Wyjście:

Gdy wystąpił błąd, flaga CF ustawiona na 1 w AH status.

Operacja powiodła się, CF 0, AH 00h.

Porównanie kodu z wykorzystaniem programowania portu i funkcji obsługi przerwań BIOS:

Przeprowadza programowanie opóźnienia i prędkości autorepetycji za pomocą obsługi portów:

```
void main(void)
{unsigned char scan_code;
  outp(0x21,0x02);
  outp(0x60,0xf3);
  buf_wyj();
  outp(0x60,0x7f);
  buf_wyj();
  outp(0x21,0x00);}
```

```
void buf_wyj(void)
{unsigned char rej_stanu;
  do
    rej_stanu=inp(0x64);
  while((rej_stanu & 0x01) !=0x01);}
```

Ustawianie opóźnienia i szybkości powtarzania znaków, funkcja przerwania BIOS:

```
void ustawienia( unsigned char delay,
                 unsigned char repetycja )
{union REGS regs;
  regs.h.ah = 3; /* AH=3 - ustawienie opóźnienia */}
```

```

regs.h.al = 5;          /*i szybkości powtarzania */
regs.h.bh = delay;    /* nowa wartość opóźnienia */
/* Dozwolone wartości BH (w milisekundach):
    0=250 ms    1=500 ms    2=750 ms    3=1000 ms */
regs.h.bl = repetycja; /* szybkość powtarzania */
int86( 0x16, &regs, &regs );
}                      /* Niczego nie zwracamy */

```

5.8.2. Obsługa klawiatury przerwaniem DOS-a.

Po ustawieniu parametrów wejściowych wywołujemy przerwanie DOS INT 21H.

Odczyt znaku z klawiatury

Funkcja 01h czeka na naciśnięcie znaku, a następnie wyświetla go na ekranie.

Parametry wejściowe:

AH 01h

Wartości zwracane:

AL kod ASCII znaku

Wykrywa Ctrl-Break.

Funkcja 06h czyta znak z klawiatury (bez sprawdzania Ctrl-Break)

Parametry wejściowe:

AH 06h

DL 0FFh

Wartości zwracane:

Jeżeli znak był dostępny ZF 0

AL kod znaku

W przeciwnym razie ZF 1 i AL 0

Funkcja 07h czeka na znak z klawiatury, lecz nie wyświetla go (nie sprawdza Ctrl-Break)

Parametry wejściowe:

AH 07h

Wartości zwracane:

AL kod znaku

Podobnie działa funkcja 08h, lecz z kontrolą Ctrl-Break.

Sprawdzenie bufora klawiatury.

Funkcja 0Bh sprawdza, czy w buforze klawiatury znajduje się znak (wykrywa Ctrl-Break).

Parametry wejściowe:

AH 0Bh

Wartości zwracane:

AL 0FFh – jeżeli w buforze jest znak
00h – brak znaku w buforze

Wyczyszczenie bufora i wywołanie odpowiedniej funkcji.

Funkcja 0Ch czyści bufor klawiatury i wywołuje podaną funkcję obsługi klawiatury: 01h, 06h, 07h, 08h albo 0Ah. Jeżeli poda się inną wartość niż wymienione to, funkcja spowoduje jedynie wyczyszczenie bufora.

Parametry wejściowe:

AH 0Ch

AL numer funkcji do wywołania.