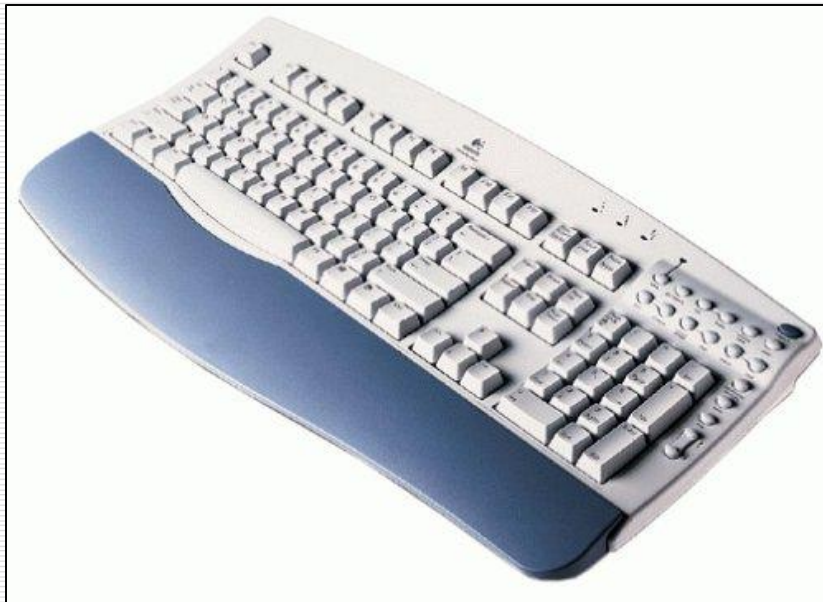


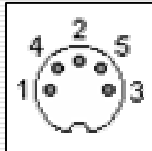
Obsługa klawiatury PS/2:



- Podstawowe informacje:
 - n Warstwa fizyczna (hardware),
 - n Rodzaj transmisji, formaty ramek (protokół wymiany informacji),
 - n Kierunki transmisji,
 - n Scancodes.

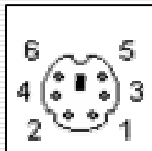
Opracowane na podstawie materiałów autorstwa Adama Chapweske:
www.computer-engineering.org

Klawiatura - hardware



5-pin DIN

Nazwa końcówki		Opis
1	CLK	Sygnał synchronizujący - CLK/CTS, Open-collector
2	DATA	Dane - RxD, Open-collector
3	n/c	Nie podłączone, w starszych klawiaturach - /RESER
4	GND	Masa
5	VCC	Zasilanie +5V



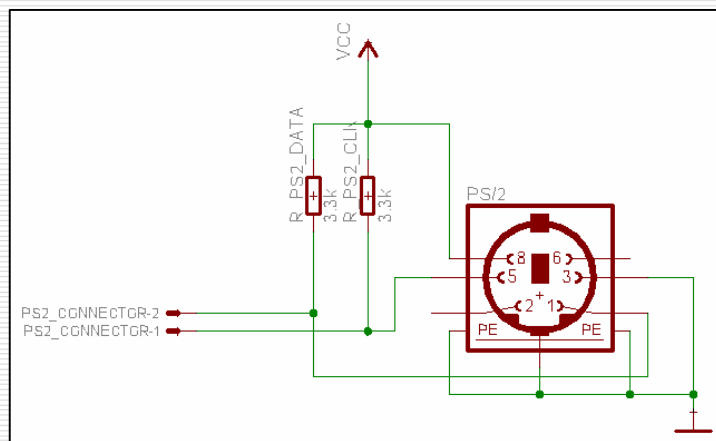
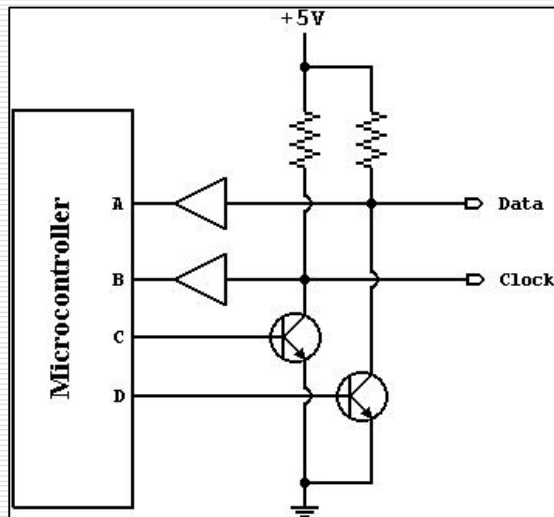
6-pin mini-DIN

Nazwa końcówki		Kierunek	Opis
1	DATA	<->	Kod klawisza
2	n/c	-	Nie podłączone
3	GND	-	Masa
4	VCC	->	Zasilanie +5V
5	CLK	->	Sygnał synchronizujący
6	n/c	-	Nie podłączone

źródło: www.hardwarebook.net/

- PS/2 -> IBM Personal System/2
- Dwa standardy połączeń: 5-pin DIN i 6-pin mini-DIN (oba narysowane jako rozkład gniazd na obudowie komputera).
- Klawiatura pobiera nie więcej niż 275 mA, zasilana jest napięciem 4,5 – 5,5V
- Końcówki DATA i CLK są typu open-collector

Klawiatura - hardware



- Interfejs typu open-collector ma dwa możliwe stany szyny:
 - n Stan niski („0”) (gdy tranzystor ściąga szynę do masy),
 - n Stan wysokiej impedancji („Hi-Z”), kiedy obwód nie pobiera prądu, zachowuje się jak odłączony od szyny, na której panuje stan wysoki wymuszony przez rezystory podciągające (gdy żadne z urządzeń nie zwiera jej do masy);
- Wartości rezystorów:
 - n Mniejsze wartości to szybszy czas narastania (sztywny pull-up),
 - n Większe zapewniają mniejszy pobór mocy (lekki pull-up).

źródło: www.computer-engineering.org/

Protokół komunikacji

- Komunikacja jest dwukierunkowa, synchroniczna,
- Sygnał synchronizujący zawsze generowany jest przez urządzenie (jeśli to host chce transmitować dane powinien zatrzymać transmisję a potem podać sygnał „*Request-to-Send*”).

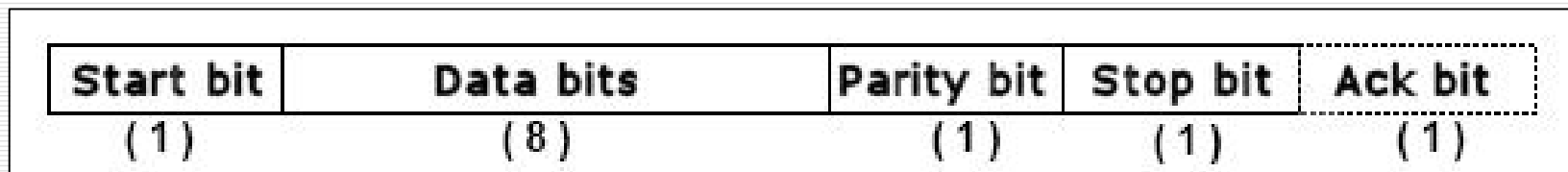
DATA	CLK	Stan	Opis
1	1	Szyna wolna	Stan zwolnionej szyny, stan „idle”, tylko w tym stanie klawiatura może rozpocząć transmisję.
1	0	Komunikacja wstrzymana	Stan, gdy host zawiesza transmisję na szynie komunikacyjnej.
0	1	Żądanie wysłania („Request-to-Send”)	Sygnał dla urządzenia aby zaczęło ono generować sygnał synchronizujący transmisję (CLK)

Możliwe stany na szynie komunikacyjnej.

źródło: www.computer-engineering.org/

Protokół komunikacji

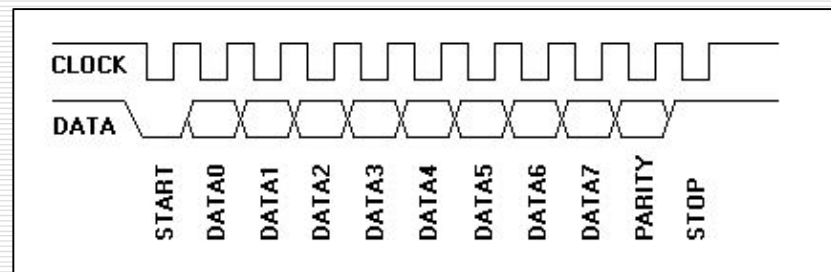
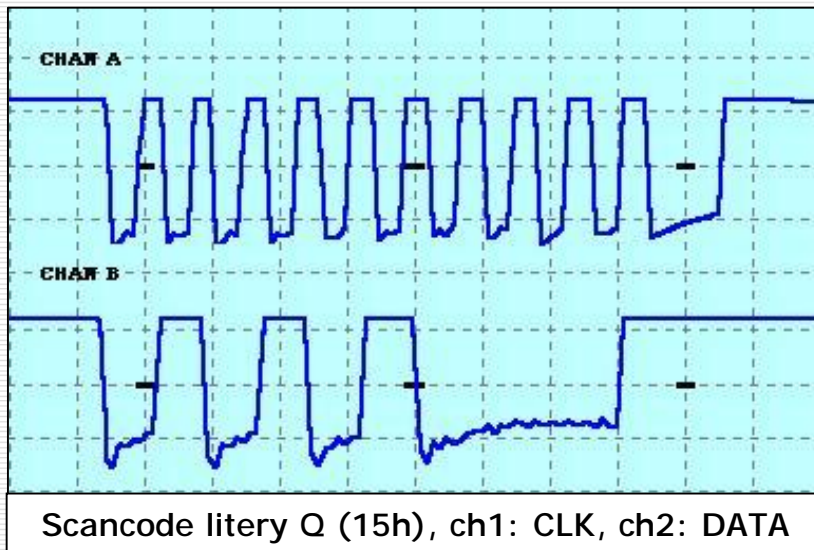
- Wysłany jest bit po bicie (11 lub 12 bitów), w kolejności:
 - n 1 bit startu: zawsze o wartości 0,
 - n 8 bitów danych: wysyłane od najmłodszego,
 - n 1 bit parzystości: (ustawiany gdy w danych występuje parzysta liczba jedynek, zerowany gdy nieparzysta),
 - n 1 bit stopu: zawsze o wartości 1,
 - n 1 bit potwierdzenia – tylko dla komunikacji host -> urządzenie.
- Dane wysyłane **z urządzenia do hosta** odczytywane są na **zboczu opadającym**, dane wysyłane **z hosta do urządzenia** odczytywane są na **zboczu narastającym**,
- Sygnał synchronizujący ma częstotliwość 10..16,7 kHz (T = 60..100 μ sek.)



źródło: www.computer-engineering.org/

Komunikacja: urządzenie -> host

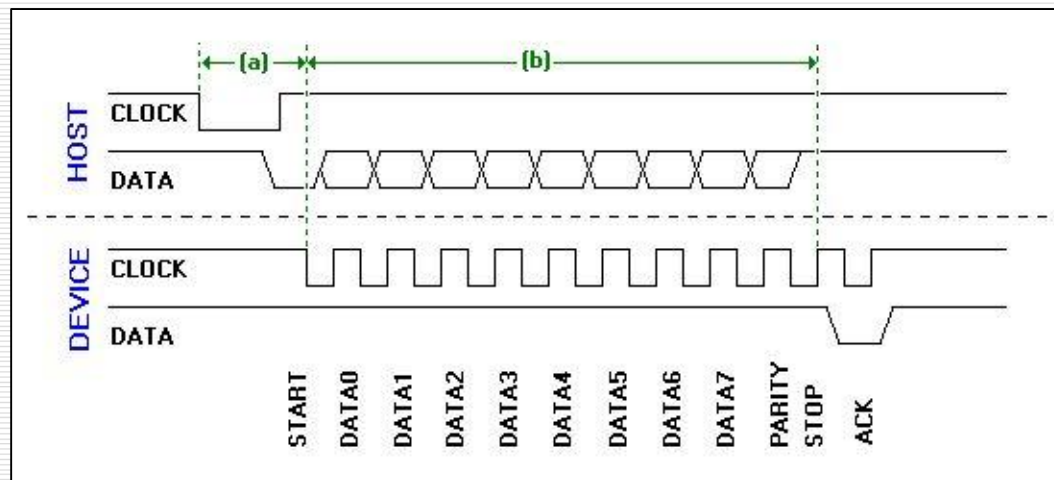
- o Urządzenie chcąc wysłać dane sprawdza linię CLK (musi być „1”, ponieważ „0” sygnalizuje zajętość),
 - n gdy CLK = 0: host zawiesił wszelkie transmisje, urządzenie musi buforować dane,
 - n gdy (nieprzerwanie, przez co najmniej 50 μ sek.) CLK = 1 : urządzenie może wysłać dane (odczytywane przez hosta na zboczu opadającym zegara).



źródło: www.computer-engineering.org/

Komunikacja: host -> urządzenie

- Gdy host chce wysłać musi wystawić stan „*Request-to-Send*” – sekwencja *a*,
- Po „*Request-to-Send*” urządzenie zaczyna generować sygnał CLK dla danych wysyłanych przez hosta (odczytywane przez urządzenie na zboczu narastającym zegara) – sekwencja *b*.



źródło: www.computer-engineering.org/

Scancodes

- Kontroler klawiatury nieustannie sprawdza stan połączonych w matryce klawiszy – w razie zmiany stanu dowolnego z nich informuje hosta wysyłając odpowiedni **scancode klawisza**.
- Dwa rodzaje kodów:
 - n „make code” – dla klawisza wciśniętego i trzymanego,
 - n „break code” – dla klawisza zwolnionego.

UWAGA: Scancode **nie jest** w żaden ‘logiczny’ sposób powiązany z kodem ASCII, to do host’a należy dekodowanie scancode -> ASCII.

klawisz	„make code”	„break code”
„A”	1Ch	F0h 1Ch
„5”	2Eh	F0h 2Eh
„F10”	09h	F0h 09h
Strzałka w prawo	E0h 74h	E0h F0h 74h
Prawy Ctrl	E0h 14h	E0h F0h 14h
„G”	34h	F0h 34h
Shift	12h	F0h 12h

Aby wysłać literę „G” do komputera musimy kolejno:

- nacisnąć klawisz Shift, literę G, puścić klawisz G i puścić Shift:

12h 34h F0h 34h F0h 12h

źródło: www.computer-engineering.org/

Scancodes

Keyboard Scan Codes: Set 2
*All values are in hexadecimal

101-, 102-, and 104-key keyboards:

KEY	MAKE	BREAK	-----	KEY	MAKE	BREAK	-----	KEY	MAKE	BREAK
A	1C	F0,1C		9	46	F0,46			54	F0,54
B	32	F0,32		.	0E	F0,0E		INSERT	ED,70	ED,FB,70
C	21	F0,21		-	4E	F0,4E		HOME	ED,6C	ED,FB,6C
D	23	F0,23		=	55	F0,55		PG UP	ED,7D	ED,FB,7D
E	24	F0,24		\	5D	F0,5D		DELETE	ED,71	ED,FB,71
F	2B	F0,2B		BACKSP	66	F0,66		END	ED,69	ED,FB,69
G	34	F0,34		SPACE	29	F0,29		PG DN	ED,7A	ED,FB,7A
H	33	F0,33		TAB	0D	F0,0D		U ARROW	ED,75	ED,FB,75
I	43	F0,43		CAPS	5B	F0,5B		L ARROW	ED,6B	ED,FB,6B
J	3B	F0,3B		L SHFT	12	F0,12		D ARROW	ED,72	ED,FB,72
K	42	F0,42		L CTRL	14	F0,14		R ARROW	ED,74	ED,FB,74
L	4B	F0,4B		L GUI	ED,1F	ED,FB,1F		NUM	77	F0,77
M	3A	F0,3A		L ALT	11	F0,11		KP /	ED,4A	ED,FB,4A
N	31	F0,31		R SHFT	59	F0,59		KP *	2C	F0,2C
O	44	F0,44		R CTRL	ED,14	ED,FB,14		KP -	7B	F0,7B
P	4D	F0,4D		R GUI	ED,27	ED,FB,27		KP +	79	F0,79
Q	15	F0,15		R ALT	ED,11	ED,FB,11		KP EN	ED,5A	ED,FB,5A
R	2D	F0,2D		APPS	ED,2F	ED,FB,2F		KP .	71	F0,71
S	1B	F0,1B		ENTER	5A	F0,5A		KP 0	70	F0,70
T	2C	F0,2C		ESC	76	F0,76		KP 1	69	F0,69
U	4C	F0,4C		F1	05	F0,05		KP 2	72	F0,72
V	2A	F0,2A		F2	06	F0,06		KP 3	7A	F0,7A
W	1D	F0,1D		F3	04	F0,04		KP 4	6B	F0,6B
X	22	F0,22		F4	4C	F0,4C		KP 5	73	F0,73
Y	35	F0,35		F5	03	F0,03		KP 6	74	F0,74
Z	1A	F0,1A		F6	0B	F0,0B		KP 7	4C	F0,4C
[45	F0,45		F7	83	F0,83		KP 8	75	F0,75
]	16	F0,16		F8	0A	F0,0A		KP 9	7D	F0,7D
^	1E	F0,1E		F9	01	F0,01		,	5B	F0,5B
_	26	F0,26		F10	09	F0,09		'	4C	F0,4C
~	25	F0,25		F11	78	F0,78		.	52	F0,52
1	2E	F0,2E		F12	07	F0,07		,	41	F0,41
2	36	F0,36		PRNT SCRN	ED,12, ED,7C	ED,FB, 7C,ED, FB,12		.	49	F0,49
3	3D	F0,3D		SCROLL	7E	F0,7E		/	4A	F0,4A
4	3E	F0,3E		PAUSE	E1,14,77, E1,FB,14, FB,77	-NONE-				

- Wszystkie scancodes zebrane są w zbiorach, z którymi zgodne muszą być urządzenia:

Scan Code Set 1	Oryginalne kody klawiatury XT
Scan Code Set 2	Domyślny zbiór obsługiwany przez większość nowoczesnych urządzeń
Scan Code Set 3	Rozszerzony zbiór dla klawiatur PS/2, rzadko używany

- Tu zajmujemy się drugim z zestawów kodów klawiatur.

UWAGA: Dodatkowe materiały – zestaw Scan Code Set 2.

źródło: www.computer-engineering.org/

Zestaw rozkazów dla klawiatury (1)

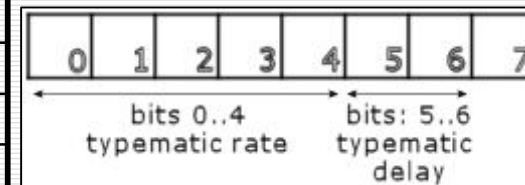
- Zestaw najważniejszych rozkazów:

Rozkaz		Opis
0xFF	RESET	Klawiatura odpowiada sygnałem „ack” (0xFA) i wchodzi w tryb RESET.
0xFE	RESEND	Klawiatura powtórnie wysła ostatnio nadany bajt, używane w przypadku wykrycia błędu transmisji.
0xF3	SET TYPEMATIC RATE/DELAY	Pozwala na ustawienie szybkości powtarzania klawiszy i opóźnienia powtarzania, oba parametry wysyłane w kolejnym bajcie.

- Zasady budowy bajtu powtórzenia i opóźnienia klawiszy:

Bits 0..4	Rate (cps)	Bits 0..4	Rate (cps)	Bits 0..4	Rate (cps)	Bits 0..4	Rate (cps)
00h	30.0	08h	15.0	10h	7.5	18h	3.7
01h	26.7	09h	13.3	11h	6.7	19h	3.3
02h	24.0	0Ah	12.0	12h	6.0	1Ah	3.0
03h	21.8	0Bh	10.9	13h	5.5	1Bh	2.7
04h	20.7	0Ch	10.0	14h	5.0	1Ch	2.5
05h	18.5	0Dh	9.2	15h	4.6	1Dh	2.3
06h	17.1	0Eh	8.6	16h	4.3	1Eh	2.1
07h	16.0	0Fh	8.0	17h	4.0	1Fh	2.0

Bits 5..6	Delay (sec.)
00b	0.25
01b	0.50
10b	0.75
11b	1.00



źródło: www.computer-engineering.org/

Zestaw rozkazów dla klawiatury (2)

Rozkaz		Opis
0xF5	DISABLE	Klawiatura przestaje skanować klawisze, ładuje wartości domyślne, następnie oczekuje na kolejne instrukcje.
0xF4	ENABLE	Uruchamia klawiaturę poprzednio zatrzymaną.
0xF2	READ ID	Klawiatura odpowiada dwoma bajtami device ID: 0xAB, 0x83.
0xF0	SET SCAN CODE SET	Klawiatura odpowiada sygnałem „ack” (0xFA), po czym odczytuje argument nadany przez host'a (0x01, 0x02 lub 0x03). Argument oznacza ustawiany zestaw kodów klawiszy.
0xEE	ECHO	Klawiatura odpowiada echem na komendę – nadaje 0xEE.
0xED	SET/RESET LEDS	Pozwala na ustawienie stanu diod Num Lock, Caps Lock oraz Scroll Lock klawiatury – stan ten określony jest w argumencie.

- Zasady budowy bajtu określającego stan diod klawiatury:

0	0	0	0	0	Caps Lock	Num Lock	Scroll Lock
					0-off 1-on	0-off 1-on	0-off 1-on

źródło: www.computer-engineering.org/

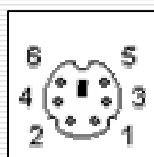
Obsługa myszy PS/2:



- Podstawowe informacje:
 - n Warstwa fizyczna (hardware),
 - n Rodzaj transmisji, formaty ramek (protokół wymiany informacji),
 - n Kierunki transmisji,
 - n Kody używane przy transmisji.

Opracowane na podstawie materiałów autorstwa Adama Chapweske:
www.computer-engineering.org

Myszka PS/2 - hardware



6-pin mini-DIN

	Nazwa końcówki	Kierunek	Opis
1	DATA	<->	Kod klawisza
2	n/c	-	Nie podłączone
3	GND	-	Masa
4	VCC	->	Zasilanie +5V
5	CLK	->	Sygnal synchronizujący
6	n/c	-	Nie podłączone

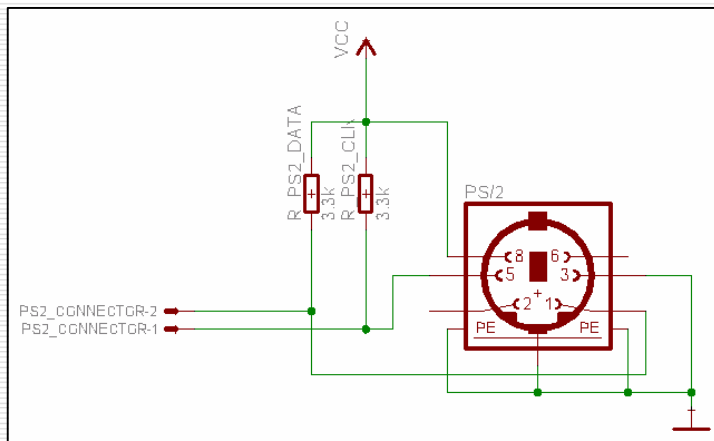
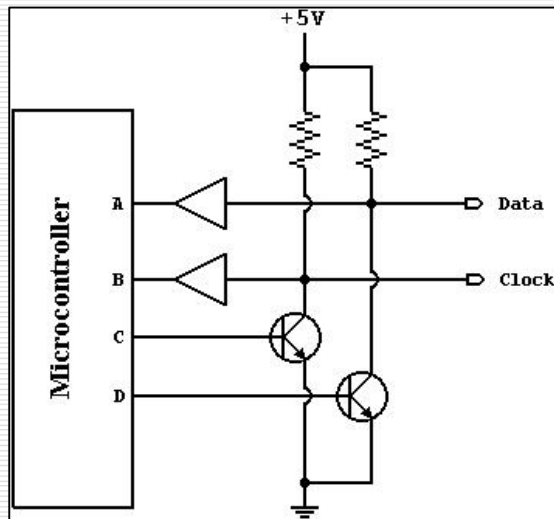
źródło: www.hardwarebook.net/

- PS/2 -> IBM Personal System/2
- 6-pin mini-DIN (narysowane jako rozkład gniazd na obudowie komputera).
- Zasilanie: 4,5 – 5,5V, linie DATA oraz CLK typu open-collector.

- BTW: Stare myszki – szeregowo – ze złączem DB9 komunikowały się: 1200bps, 7 databits, 1 stop-bit, wykrycie urządzenia następowało, gdy po ściągnięciu linii DTR urządzenie wysłało bajt ASCII oznaczający literę 'M' (0x77).

źródło: <http://users.tkk.fi/~then/mytexts/mouse.html>

Myszka PS/2 - hardware



- Interfejs typu open-collector ma dwa możliwe stany szyny:
 - n Stan niski („0”) (gdy tranzystor ściąga szynę do masy),
 - n Stan wysokiej impedancji („Hi-Z”), kiedy obwód nie pobiera prądu, zachowuje się jak odłączony od szyny, na której panuje stan wysoki wymuszony przez rezystory podciągające (gdy żadne z urządzeń nie zwiera jej do masy);
- Wartości rezystorów:
 - n Mniejsze wartości to szybszy czas narastania (sztywny pull-up),
 - n Większe zapewniają mniejszy pobór mocy (lekki pull-up).

źródło: www.computer-engineering.org/

Protokół komunikacji

- Komunikacja jest dwukierunkowa, synchroniczna,
- Sygnał synchronizujący zawsze generowany jest przez urządzenie (jeśli to host chce transmitować dane powinien zatrzymać transmisję a potem podać sygnał „*Request-to-Send*”).

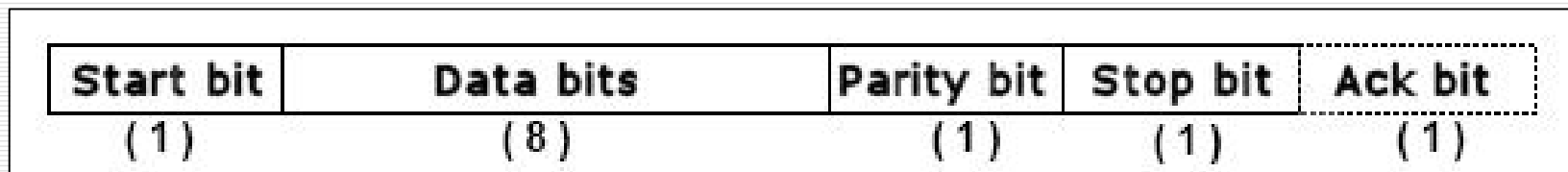
DATA	CLK	Stan	Opis
1	1	Szyna wolna	Stan zwolnionej szyny, stan „idle”, tylko w tym stanie klawiatura może rozpocząć transmisję.
1	0	Komunikacja wstrzymana	Stan, gdy host zawiesza transmisję na szynie komunikacyjnej.
0	1	Żądanie wysłania („Request-to-Send”)	Sygnał dla urządzenia aby zaczęło ono generować sygnał synchronizujący transmisję (CLK)

Możliwe stany na szynie komunikacyjnej.

źródło: www.computer-engineering.org/

Protokół komunikacji

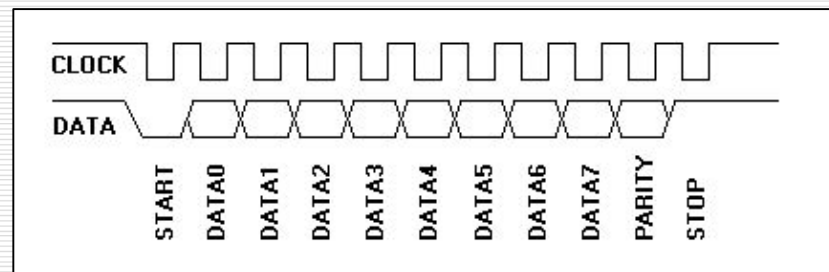
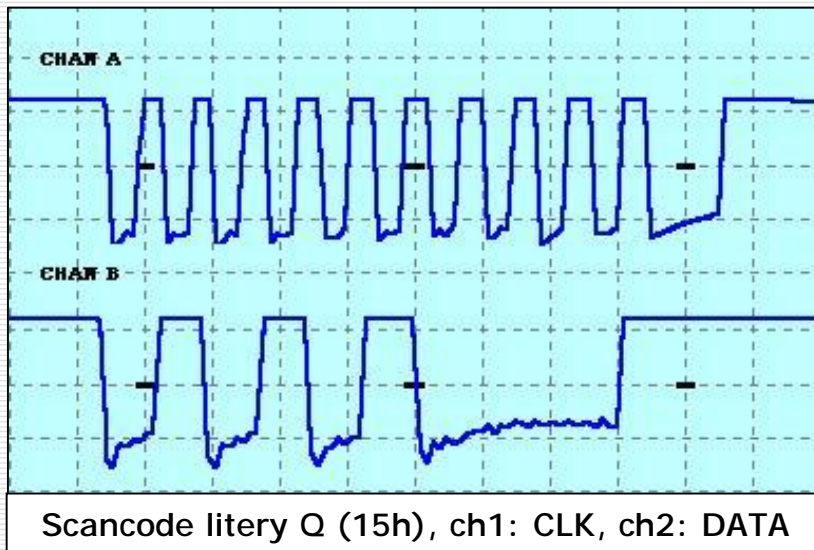
- Wysłany jest bit po bicie (11 lub 12 bitów), w kolejności:
 - n 1 bit startu: zawsze o wartości 0,
 - n 8 bitów danych: wysyłane od najmłodszego,
 - n 1 bit parzystości: (ustawiany gdy w danych występuje parzysta liczba jedynek, zerowany gdy nieparzysta),
 - n 1 bit stopu: zawsze o wartości 1,
 - n 1 bit potwierdzenia – tylko dla komunikacji host -> urządzenie.
- Dane wysyłane **z urządzenia do hosta** odczytywane są na **zboczu opadającym**, dane wysyłane **z hosta do urządzenia** odczytywane są na **zboczu narastającym**,
- Sygnał synchronizujący ma częstotliwość 10..16,7 kHz (T = 60..100 μ sek.)



źródło: www.computer-engineering.org/

Komunikacja: urządzenie -> host

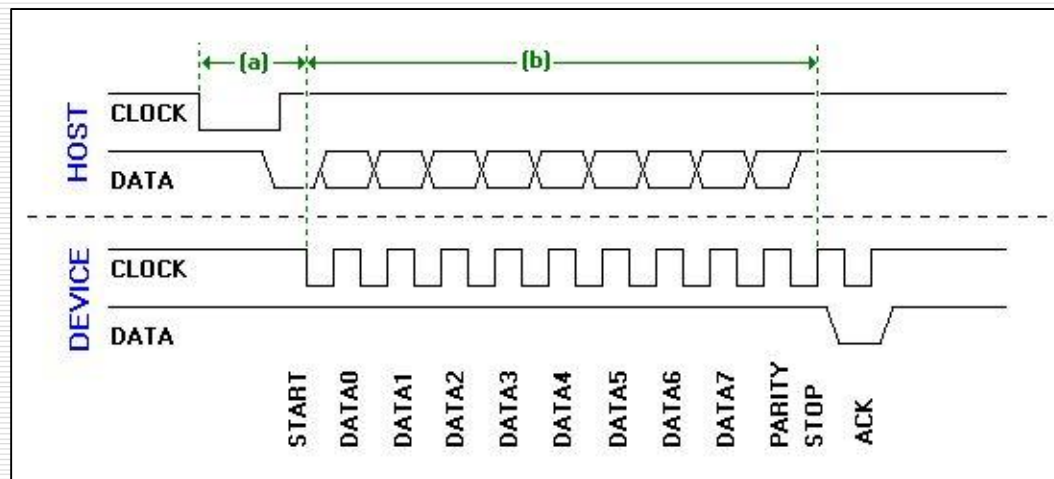
- o Urządzenie chcąc wysłać dane sprawdza linię CLK (musi być „1”, ponieważ „0” sygnalizuje zajętość),
 - n gdy CLK = 0: host zawiesił wszelkie transmisje, urządzenie musi buforować dane,
 - n gdy (nieprzerwanie, przez co najmniej 50 μ sek.) CLK = 1 : urządzenie może wysłać dane (odczytywane przez hosta na zboczu opadającym zegara).



źródło: www.computer-engineering.org/

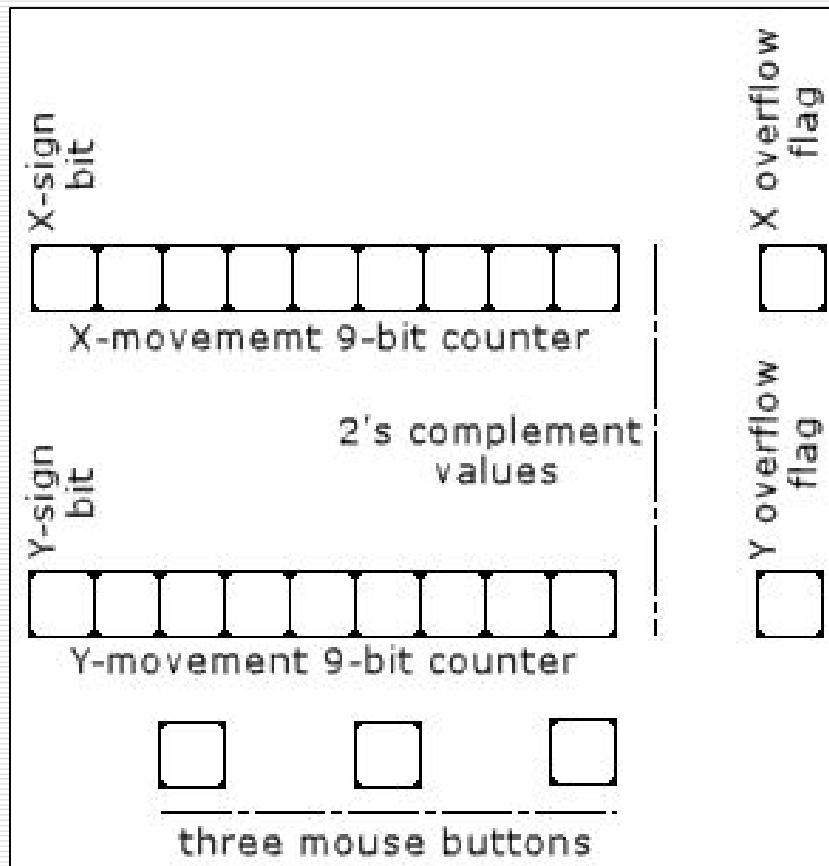
Komunikacja: host -> urządzenie

- Gdy host chce wysłać musi wystawić stan „*Request-to-Send*” – sekwencja *a*,
- Po „*Request-to-Send*” urządzenie zaczyna generować sygnał CLK dla danych wysyłanych przez hosta (odczytywane przez urządzenie na zboczu narastającym zegara) – sekwencja *b*.



źródło: www.computer-engineering.org/

Działanie myszki PS/2 - idea



- Standardowa mysz rejestruje następujące wielkości:
 - n Przesunięcie (względem ostatniego położenia) X (lewo/prawo),
 - n Przesunięcie (względem ostatniego położenia) Y (górze/dół),
 - n Stan przycisków: lewego, środkowego i prawego.
- Dane te formowane są w pakiet 3 bajtów i wysyłane do hosta po wykonaniu każdego kolejnego ruchu urządzeniem.
- W wielu urządzeniach stosowany jest inny schemat, lub też jego rozszerzenia – wtedy dalsze uwagi nie muszą być zachowane.

źródło: www.computer-engineering.org/

Pakiet wysyłany przez urządzenie

- Myszka posiada więc dwa liczniki 9-bitowe X i Y (kod U2), dla każdego po jednej fladze przepełnienia oraz flagi reprezentujące stan przycisków – całość wysyłana jest w formie przedstawionego poniżej pakietu.
- Dla urządzeń z dodatkowym „scroll'em” dochodzi czwarty bajt reprezentujący licznik osi Z

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Y overflow	X overflow	Y sign bit	X sign bit	Always 1	Middle Btn	Right Btn	Left Btn
Byte 2	X Movement							
Byte 3	Y Movement							

źródło: www.computer-engineering.org/