

KOMPUTEROWE SYSTEMY POMIAROWE

Dr inż. Eligiusz PAWŁOWSKI
Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Prezentacja do wykładu dla EMNS - ITwE

Semestr letni

Wykład nr 3



Prawo autorskie

Niniejsze materiały podlegają ochronie zgodnie z **Ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych** (Dz.U. 1994 nr 24 poz. 83 z późniejszymi zmianami).

Materiał ten udostępniam **do celów dydaktycznych** jako materiały pomocnicze do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Mogą z nich również korzystać inne osoby zainteresowane tą tematyką. Do tego celu materiały te można **bez ograniczeń przeglądać, drukować i kopiować wyłącznie w całości**.

Wykorzystywanie tych materiałów bez zgody autora w inny sposób i do innych celów niż te, do których zostały udostępnione, **jest zabronione**.

W szczególności **niedopuszczalne jest**: usuwanie nazwiska autora, edytowanie treści, kopiowanie fragmentów i wykorzystywanie w całości lub w części do własnych publikacji.

Eligiusz Pawłowski

Uwagi dydaktyczne

Niniejsza prezentacja stanowi **tylko i wyłącznie materiały pomocnicze** do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Udostępnienie studentom tej prezentacji nie zwalnia ich z konieczności sporządzania **własnych notatek z wykładów** ani też nie zastępuje **samodzielnego studiowania** obowiązujących podręczników.

Tym samym zawartość niniejszej prezentacji w szczególności **nie może być** traktowana jako zakres materiału obowiązujący na egzaminie.

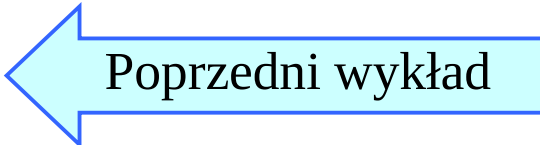
Na egzaminie obowiązujący jest **zakres materiału faktycznie wyłożony podczas wykładu** oraz zawarty w odpowiadających mu fragmentach **podręczników** podanych w wykazie literatury do wykładu.

Eligiusz Pawłowski

Podstawowe parametry systemów interfejsu

Do podstawowych parametrów każdego **systemu interfejsu** można zaliczyć:

- 1–Zasięg i szybkość transmisji,**
- 2–Struktura połączeń: logiczna i fizyczna,**
- 3–Sposób transmisji porcji informacji: bitów, bajtów i ramek,**
- 4–Zasada czasowej koordynacji transmisji (synchronizacja),**
- 5–Sposób adresowania urządzeń,**
- 6–Parametry elektryczne, mechaniczne, okablowanie.**



Poprzedni wykład

Struktury połączeń logicznych w systemach interfejsu

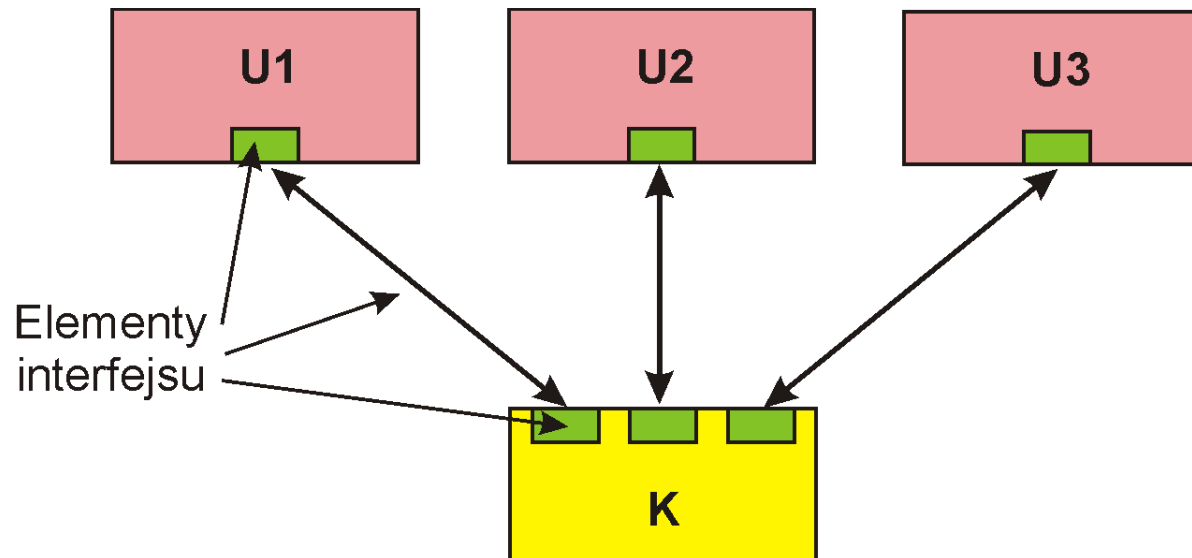
Logiczna struktura połączeń opisuje drogę, którą pokonują dane podczas transmisji w systemie interfejsu od jednego urządzenia do następnych, niezależnie od fizycznego sposobu realizacji połączeń (okablowania).

Wyróżniamy następujące **struktury połączeń logicznych:**

- 1–radialna** (gwiaździsta, *ang. star*),
- 2–drzewo**, (*ang. tree*),
- 3–magistrala** (*ang. bus*),
- 4–kaskadowa otwarta i zamknięta** (*ang. daisy chain*).

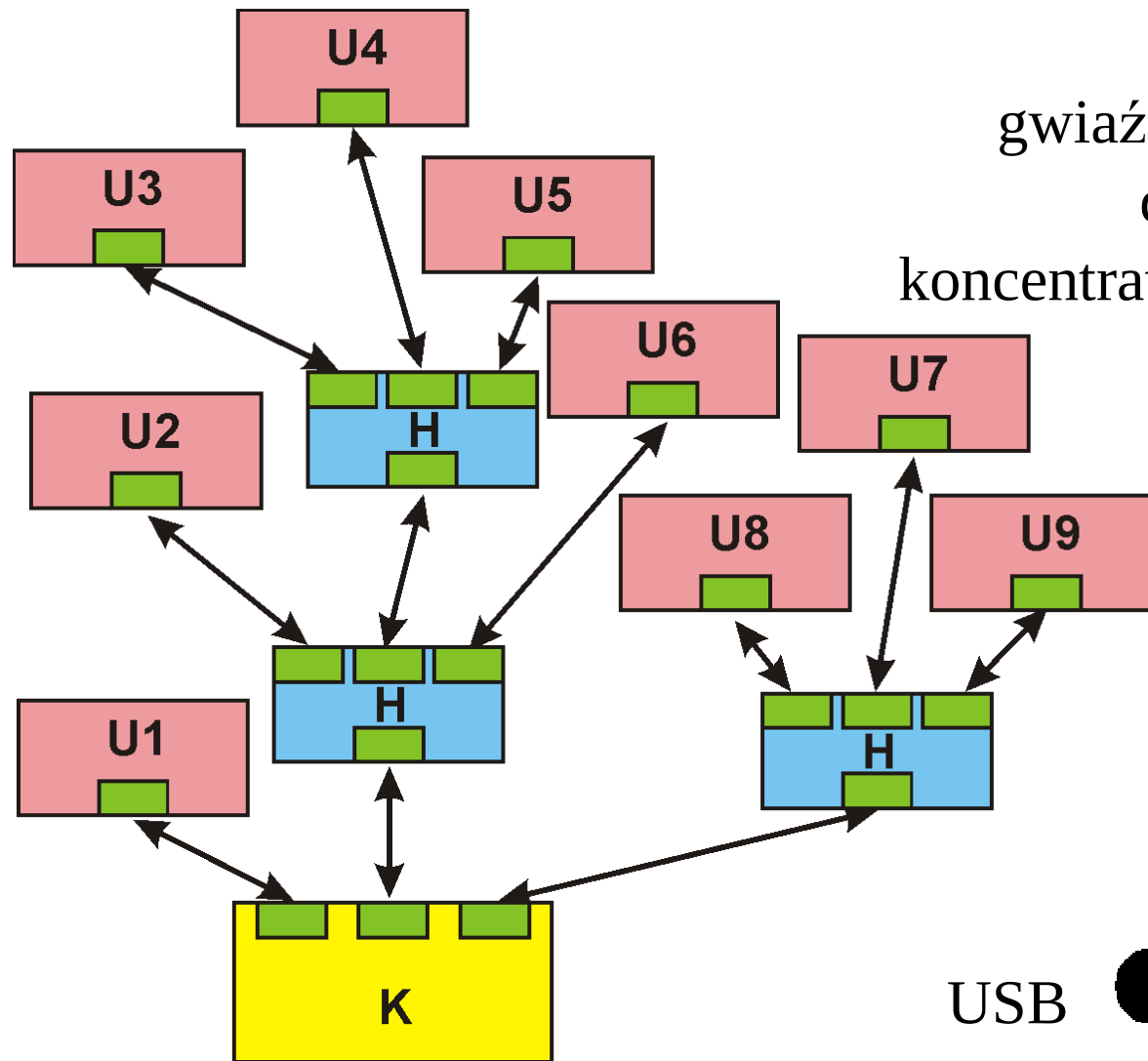
Struktura logiczna typu radialnego, gwiazdzista (*star*)

Każde urządzenie **U1**, **U2**, **U3**, ... jest dołączone do kontrolera **K** oddzielnym interfejsem

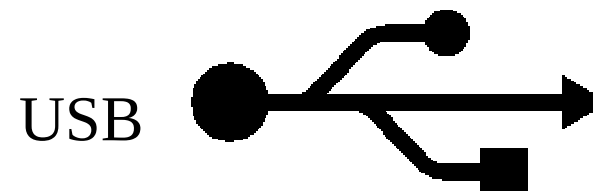


RS 232, USB, Centronics (tryb standardowy SPP)

Struktura logiczna typu drzewo (tree)

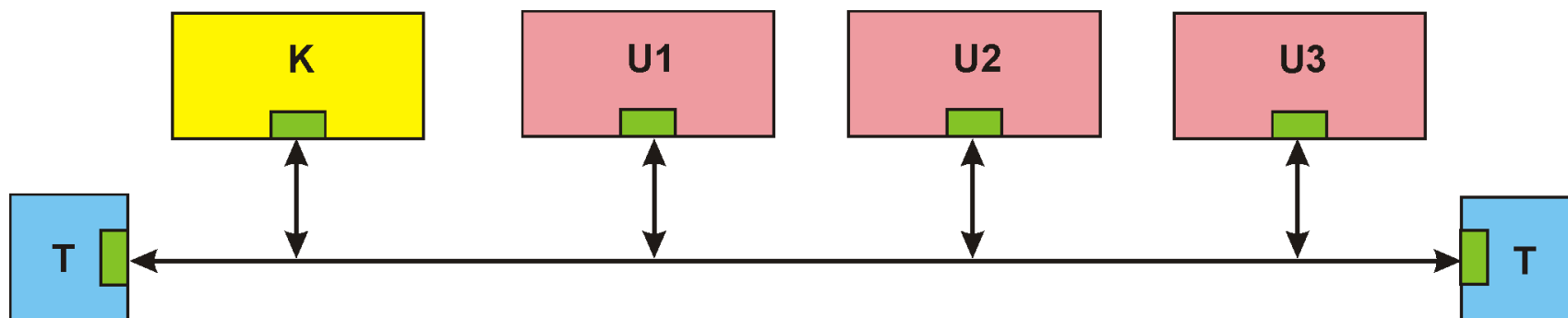


Struktura logiczna
gwiazdzysta rozbudowana
dzięki zastosowaniu
koncentratorów **H** (*ang. Hub*)



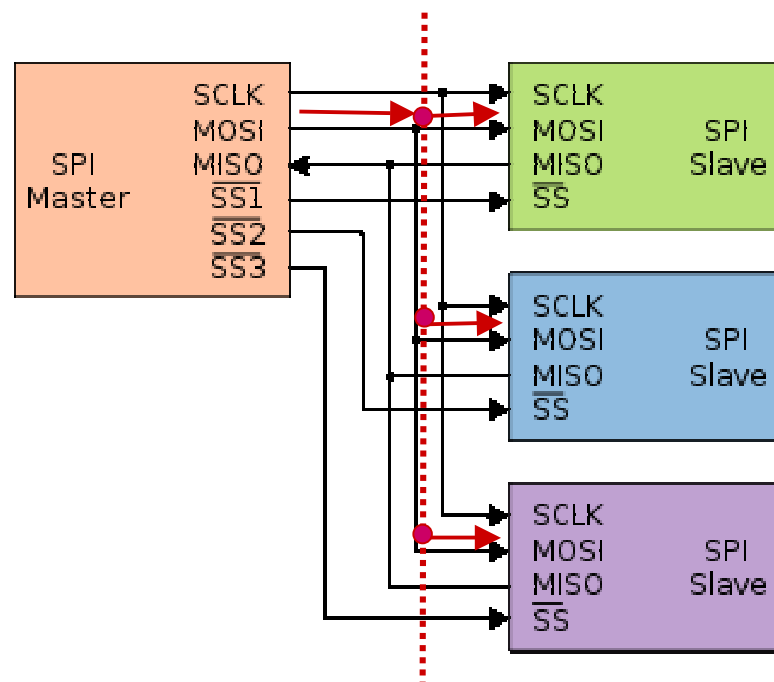
Struktura logiczna typu magistrala (*bus*)

Wszystkie urządzenia **U1**, **U2**, **U3**, ... oraz kontroler **K** dołączone są poprzez układy interfejsu równoległe do magistrali, zakończonej (opcjonalnie) terminatorami **T**.



ISA, PCI, RS485, IEEE 488, SPI, I2C

Struktura logiczna typu magistrala, przykład SPI



SCLK — Serial Clock (output from master)

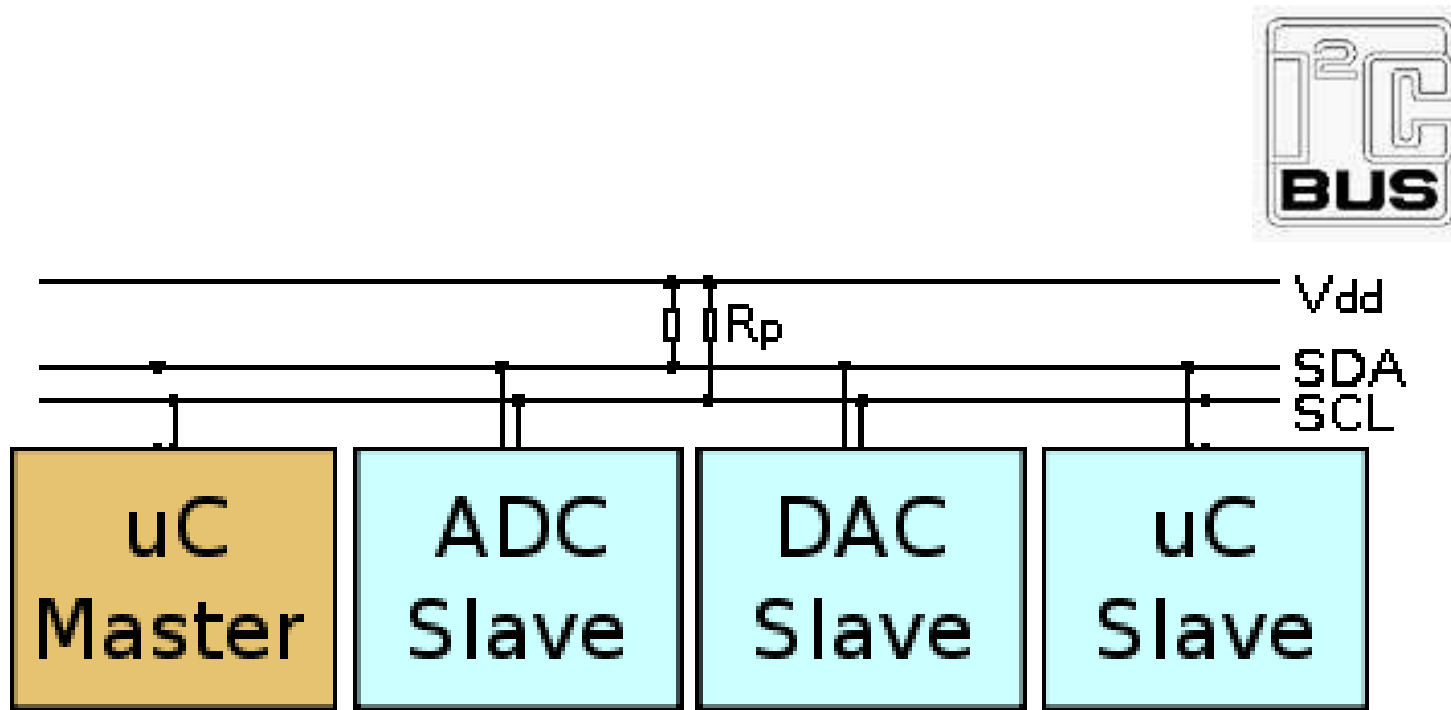
MOSI/SIMO — Master Output, Slave Input (output from master)

MISO/SOMI — Master Input, Slave Output (output from slave)

SS — Slave Select (active low; output from master)

SPI (Serial Peripheral Interface Bus) w konfiguracji magistrali

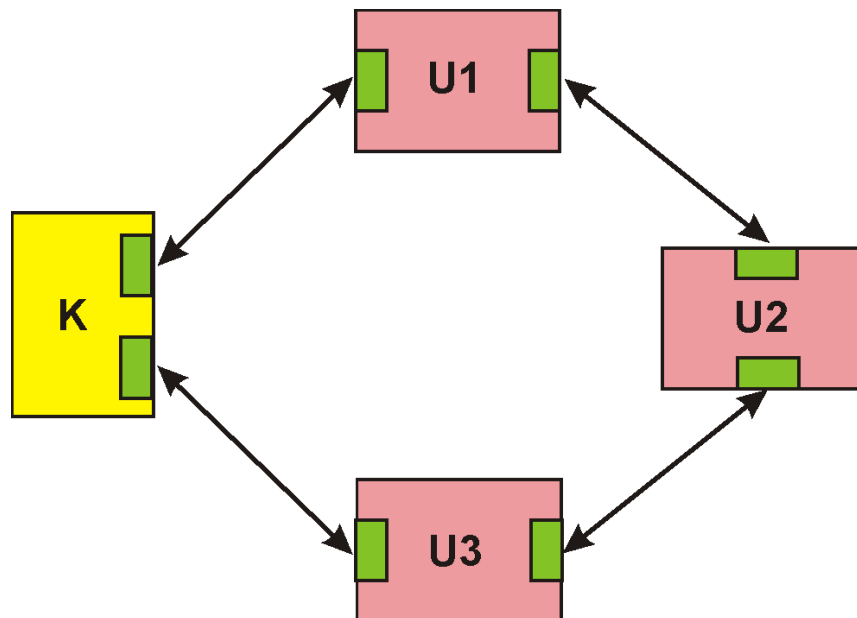
Struktura logiczna typu magistrala, przykład I2C



I2C (*Inter-Integrated Circuit*) w konfiguracji magistrali

Struktura logiczna kaskadowa zamknięta (*daisy chain - ring*)

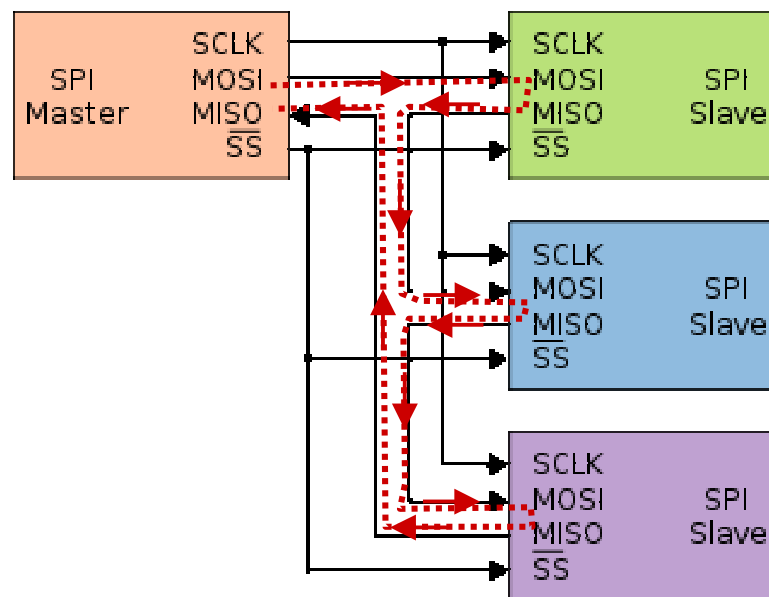
Wszystkie urządzenia **U1**, **U2**, **U3**, ... oraz kontroler **K** tworzą zamknięty łańcuch (kaskadę) elementów.



Wianek ze stokrotek - *daisy chain*

SPI, JTAG, MIDI

Struktura logiczna kaskadowa zamknięta, przykład SPI



SCLK — Serial Clock (output from master)

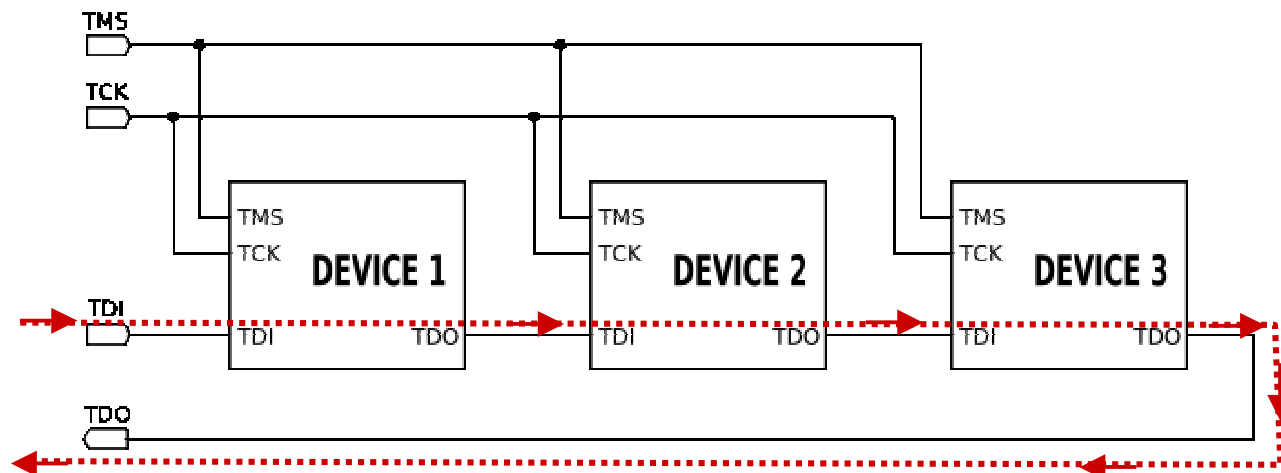
MOSI/SIMO — Master Output, Slave Input (output from master)

MISO/SOMI — Master Input, Slave Output (output from slave)

SS — Slave Select (active low; output from master)

SPI (Serial Peripheral Interface Bus) w konfiguracji kaskady

Struktura logiczna kaskadowa zamknięta, przykład JTAG



TDI (Test Data In)

TDO (Test Data Out)

TCK (Test Clock)

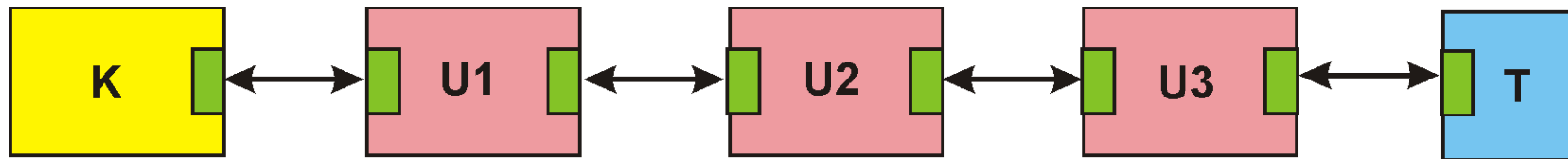
TMS (Test Mode Select)

TRST (Test Reset) optional.

JTAG (Joint Test Action Group) – konfiguracja *daisy chain*

Struktura logiczna kaskadowa otwarta (*daisy chain - linear*)

Wszystkie urządzenia **U1**, **U2**, **U3**, ... oraz kontroler **K** tworzą łańcuch (kaskadę) elementów zakończony (opcjonalnie) terminatorem **T**



IEEE 1284 (rozszerzony Centronics) w trybie ECP/EPP

Struktury połączeń fizycznych w systemach interfejsu

Fizyczna struktura połączeń opisuje „mapę połączeń” w systemie interfejsu - sposób okablowania, bez względu na logiczną organizację przepływu danych pomiędzy urządzeniami.

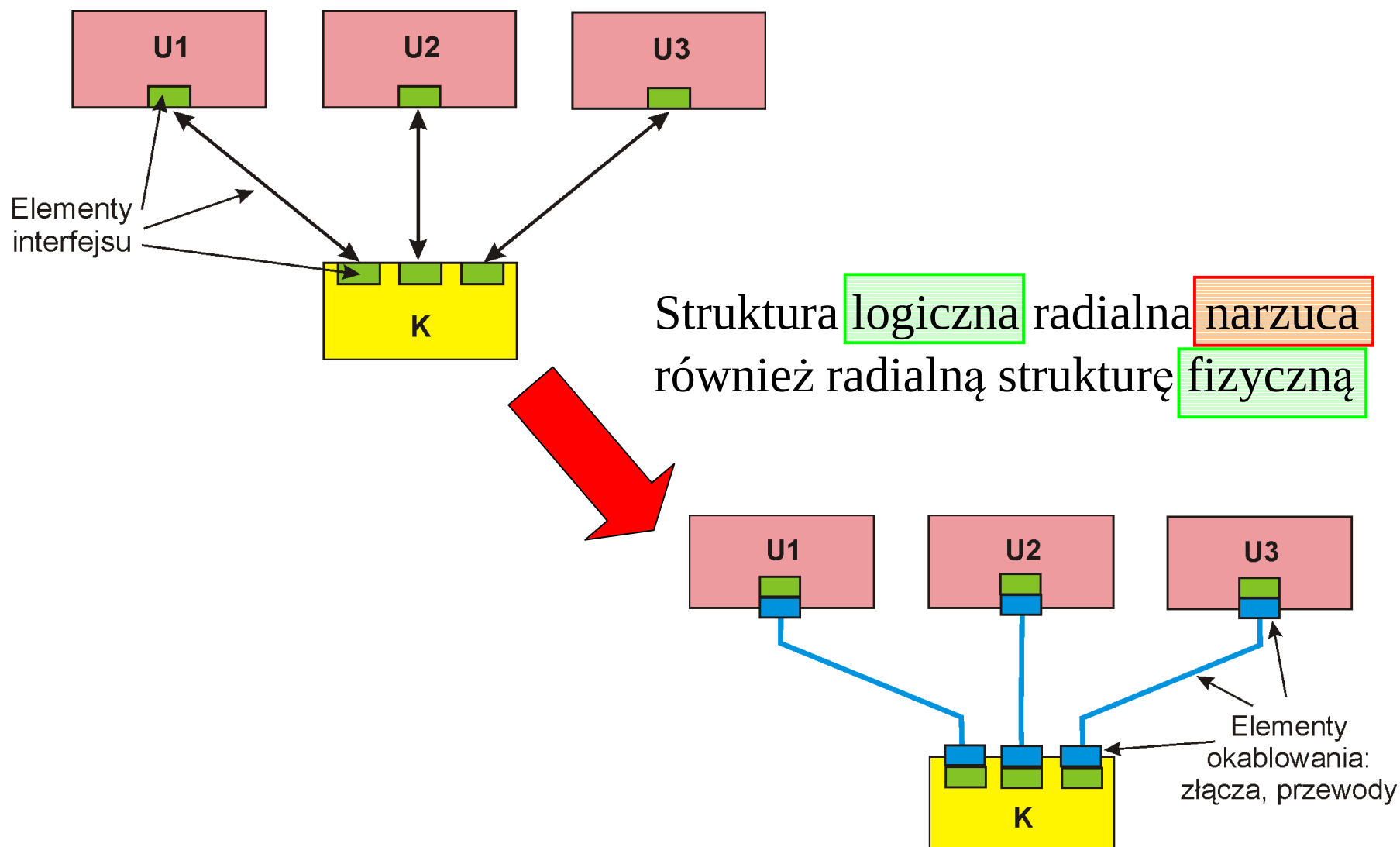
Logiczna struktura połączeń **w pewnym zakresie ogranicza** możliwe do zastosowania struktury fizyczne połączeń. Stosuje się to samo nazewnictwo!

Przykłady:

Struktura logiczna radialna – możliwa jest tylko również radialna struktura fizyczna (np. RS232),

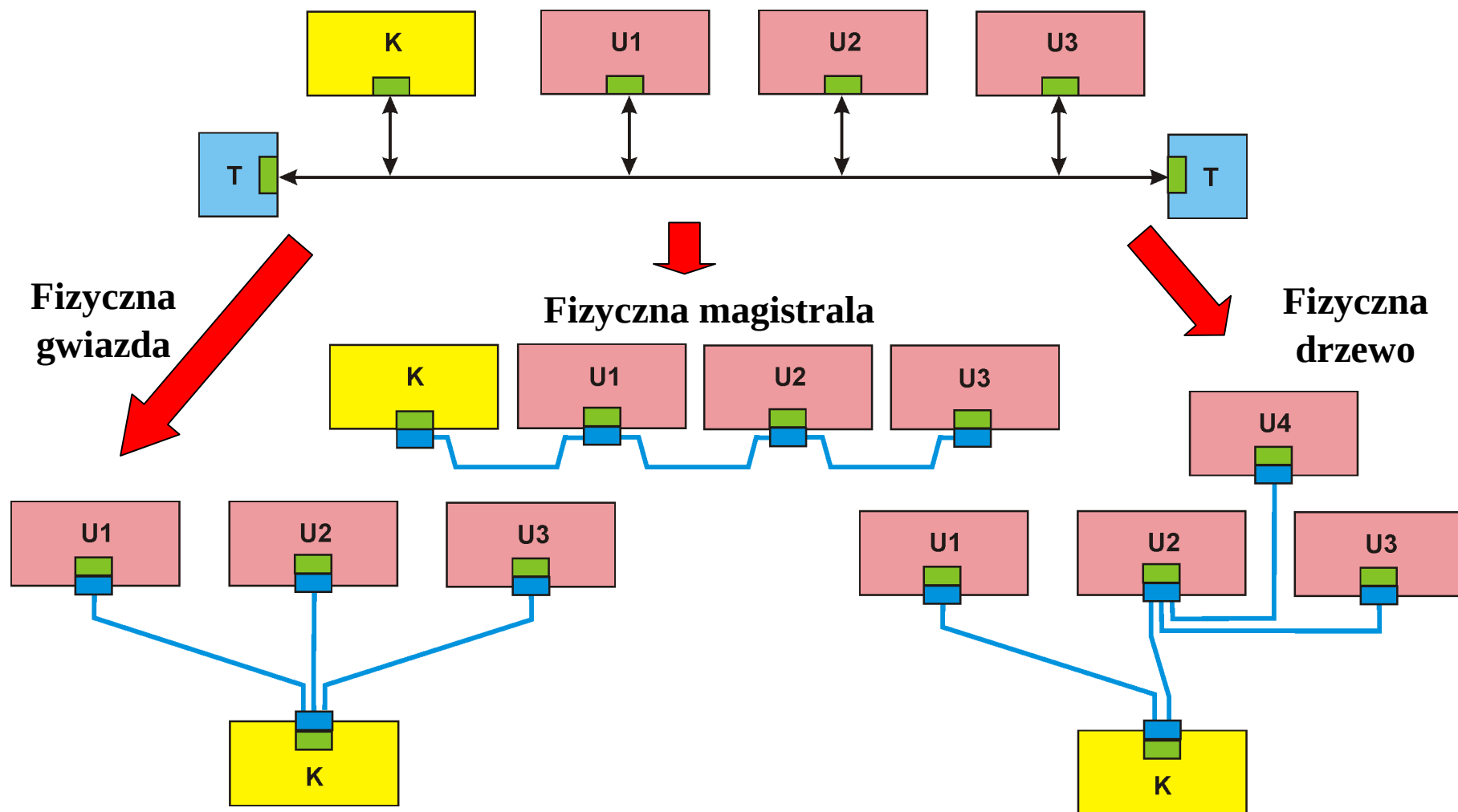
Struktura logiczna magistrala – możliwa struktura fizyczna typu radialnego, drzewa, magistrali (IEEE 488).

Struktury połączeń fizycznych - przykład RS232



Struktury połączeń fizycznych - przykład IEEE 488

Struktura logiczna magistrala umożliwia różne struktury fizyczne



Sposoby transmisji porcji informacji w systemach interfejsu

Sposoby transmisji porcji informacji – bitów, bajtów i ramek danych:

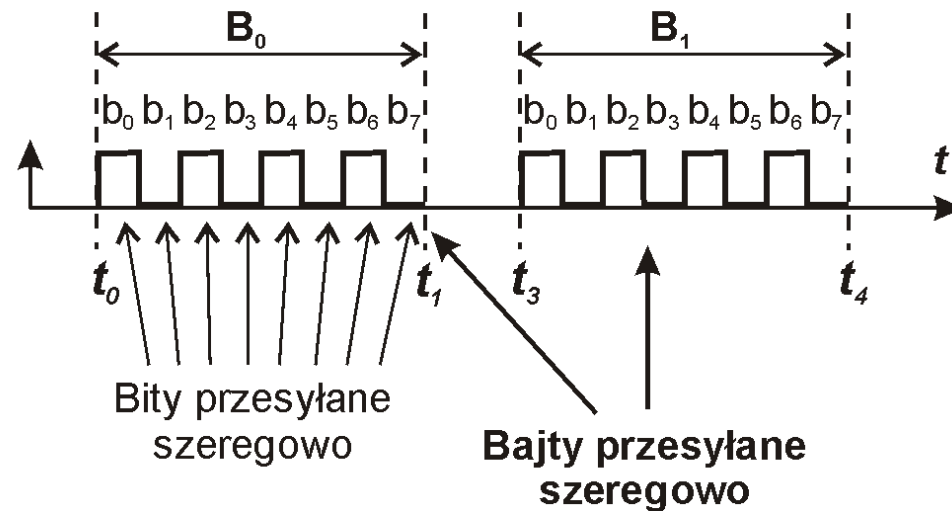
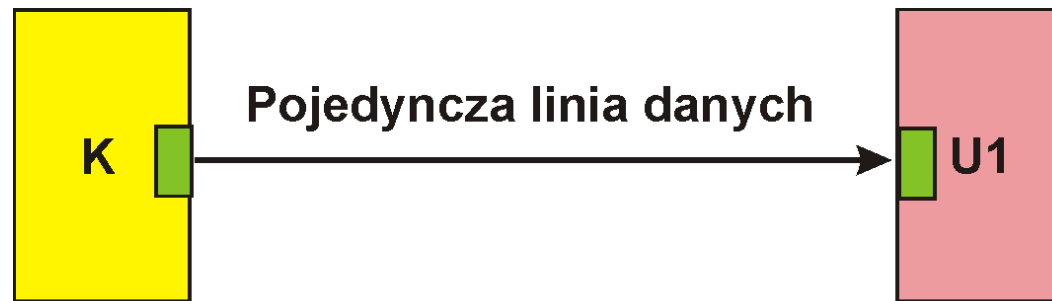
1–Transmisja szeregowo: bity, bajty i ramki szeregowo,

2–Transmisja równoległa: bity równoległe (jeden lub kilka bajtów jednocześnie),

3–Transmisja szeregowo-równoległa: bity równoległe, bajty i ramki szeregowo.

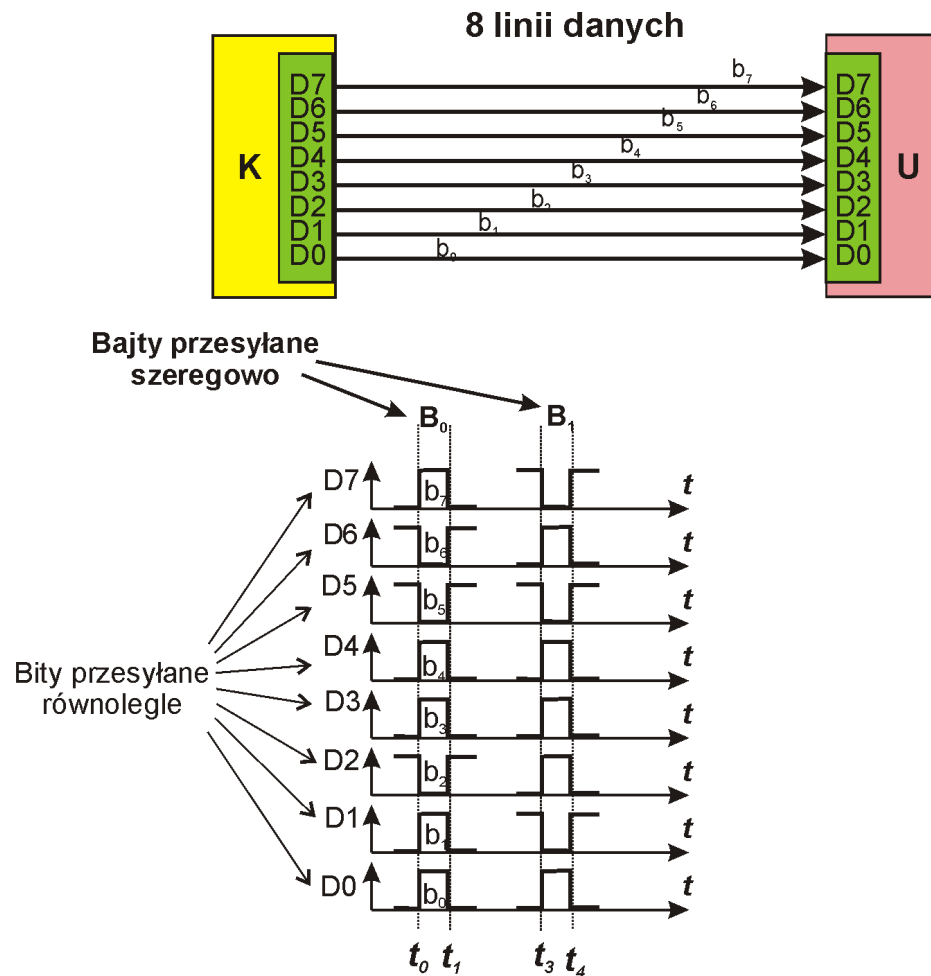
W praktyce transmisja całkowicie równoległa (bity, bajty i ramki równoległe) nie jest możliwa do zrealizowania.

Transmisja szeregowa



Transmisja szeregowa: bity, bajty i ramki szeregowo (np. RS232),

Transmisja równoległa (szeregowo-równoległa)



Transmisja szeregowo-równoległa: bity równoległe, bajty i ramki szeregowo (np. IEEE 488).

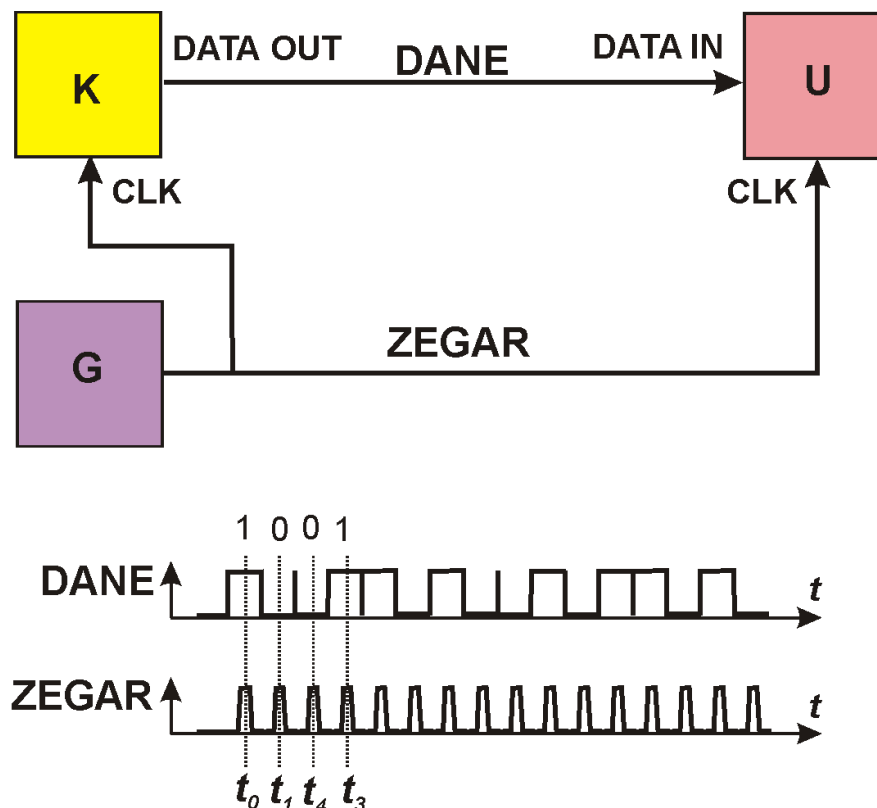
Czasowa koordynacja transmisji w systemach interfejsu

Sposoby transmisji zapewniające **czasową koordynację** przesyłu danych pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem:

1–Transmisja synchroniczna: z transmisją sygnału zegarowego oddzielną linią lub jednocześnie wspólną linią z danymi,

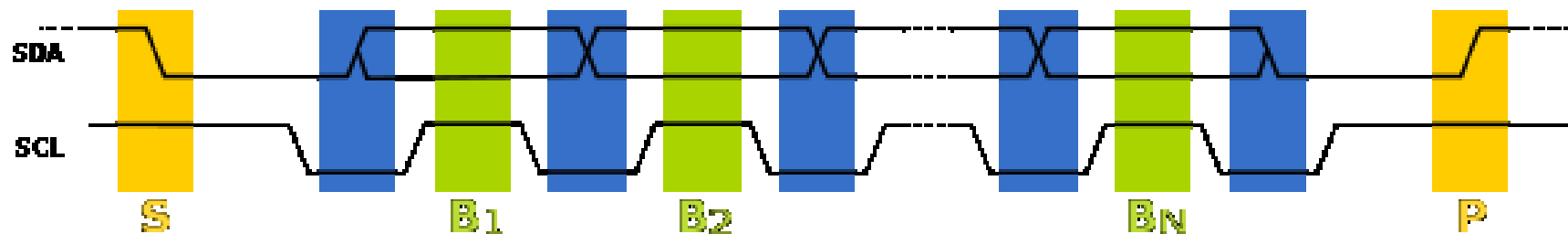
2–Transmisja asynchroniczna: z synchronizacją programową (start-stopową) lub sprzętową (*ang. handshaking*).

Transmisja synchroniczna z oddzielną linią zegarową



Transmisja synchroniczna: dane DATA transmitowane synchronicznie z sygnałem zegarowym CLK przesyłanym oddzielną linią (aktywne jedno ze zboczy lub poziom sygnału).

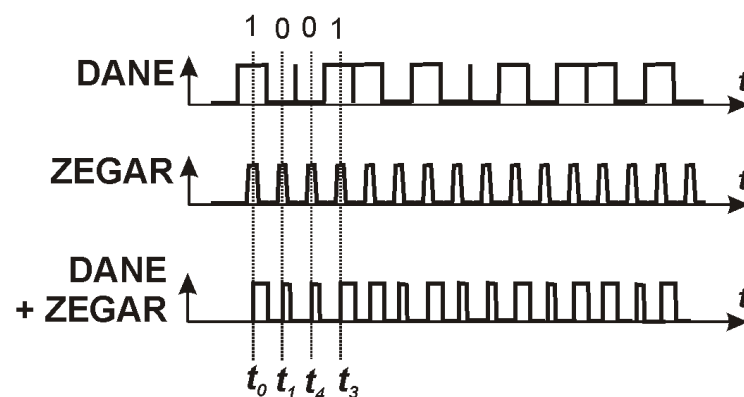
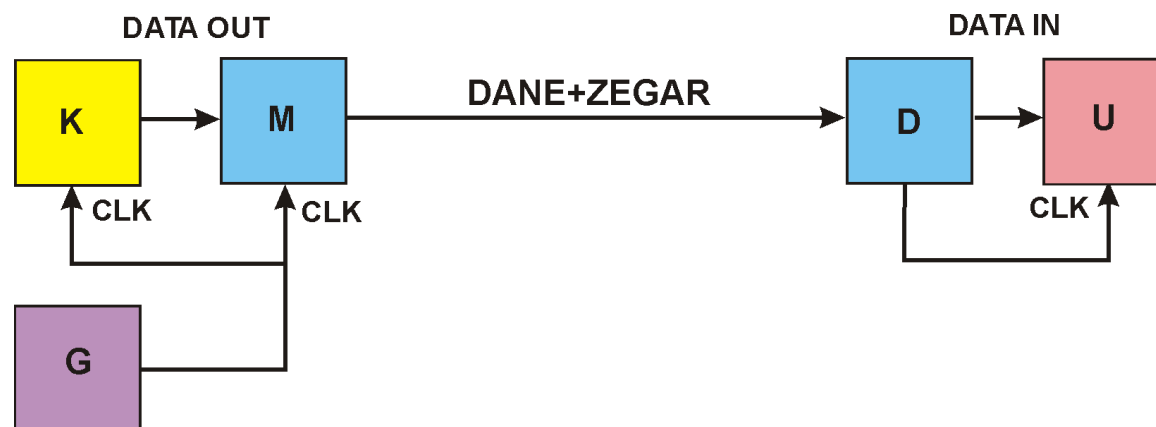
Transmisja synchroniczna – przykład I2C



Transmisja synchroniczna I2C: dane transmitowane są linią **SDA** (*Serial DAta line*) synchronicznie z sygnałem zegarowym przesyłanym oddzielną linią **SCL** (*Serial CLock line*).

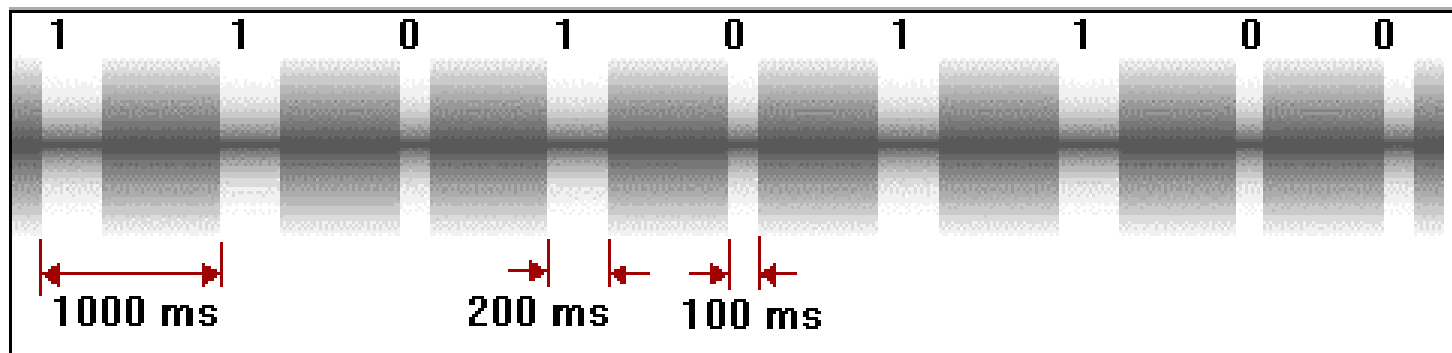
Kolejne bity $b_1, b_2, \dots, b_n$ są przesyłane w czasie trwania stanu wysokiego sygnału zegarowego. Dodatkowe kombinacje S i P rozpoczynają i kończą transmisję całego bajtu danych

Transmisja synchroniczna bez linii zegarowej



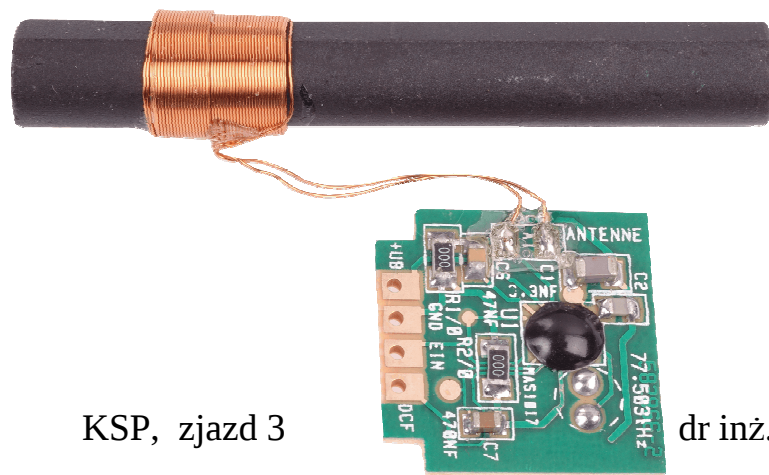
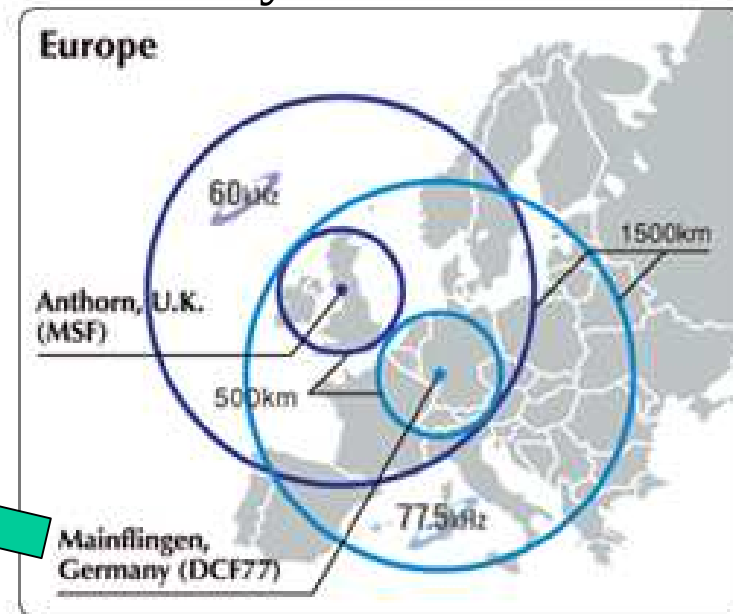
Transmisja synchroniczna: dane DATA transmitowane synchronicznie z sygnałem zegarowym CLK przesyłanym tą samą linią dzięki modulatorowi **M** i demodulatorowi **D**.

Transmisja synchroniczna bez linii zegarowej-przykład DCF77



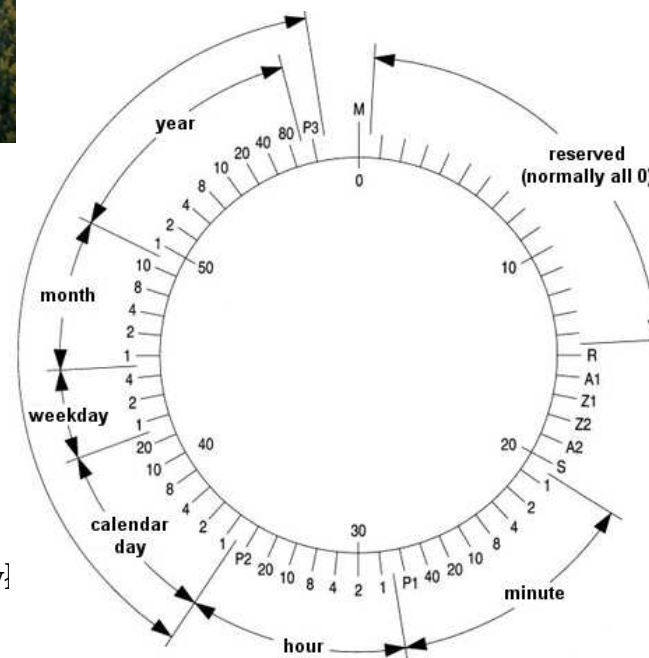
Transmisja synchroniczna: dane DATA transmitowane synchronicznie z sygnałem zegarowym CLK przesyłanym tym samym radiowym kanałem transmisji za pomocą modulacji amplitudy fali nośnej 77,5kHz.

DCF77 – zasięg i kodowanie danych



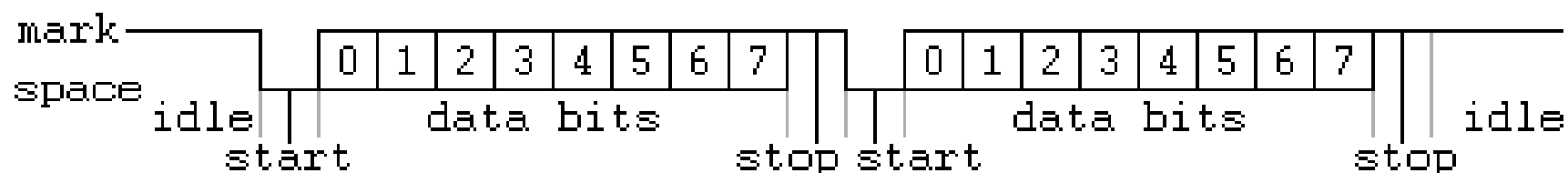
KSP, zjazd 3

dr inż. Eligiusz Paweł

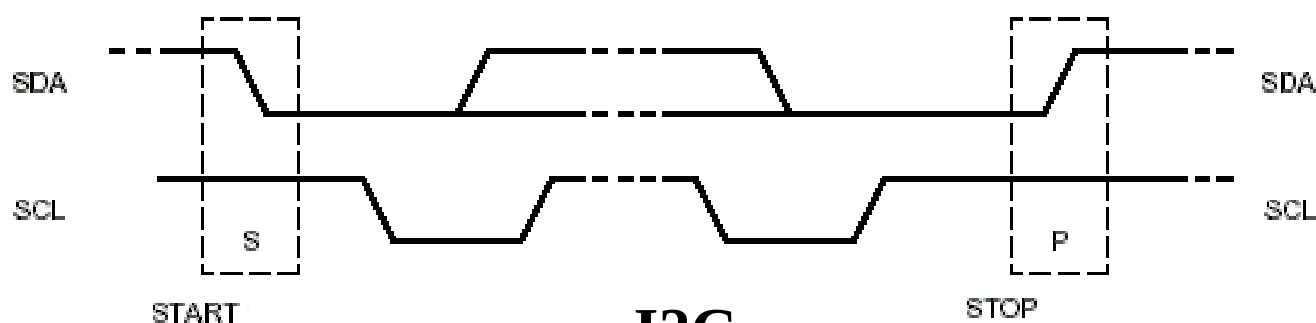


26

Transmisja asynchroniczna z synchronizacją start-stopową



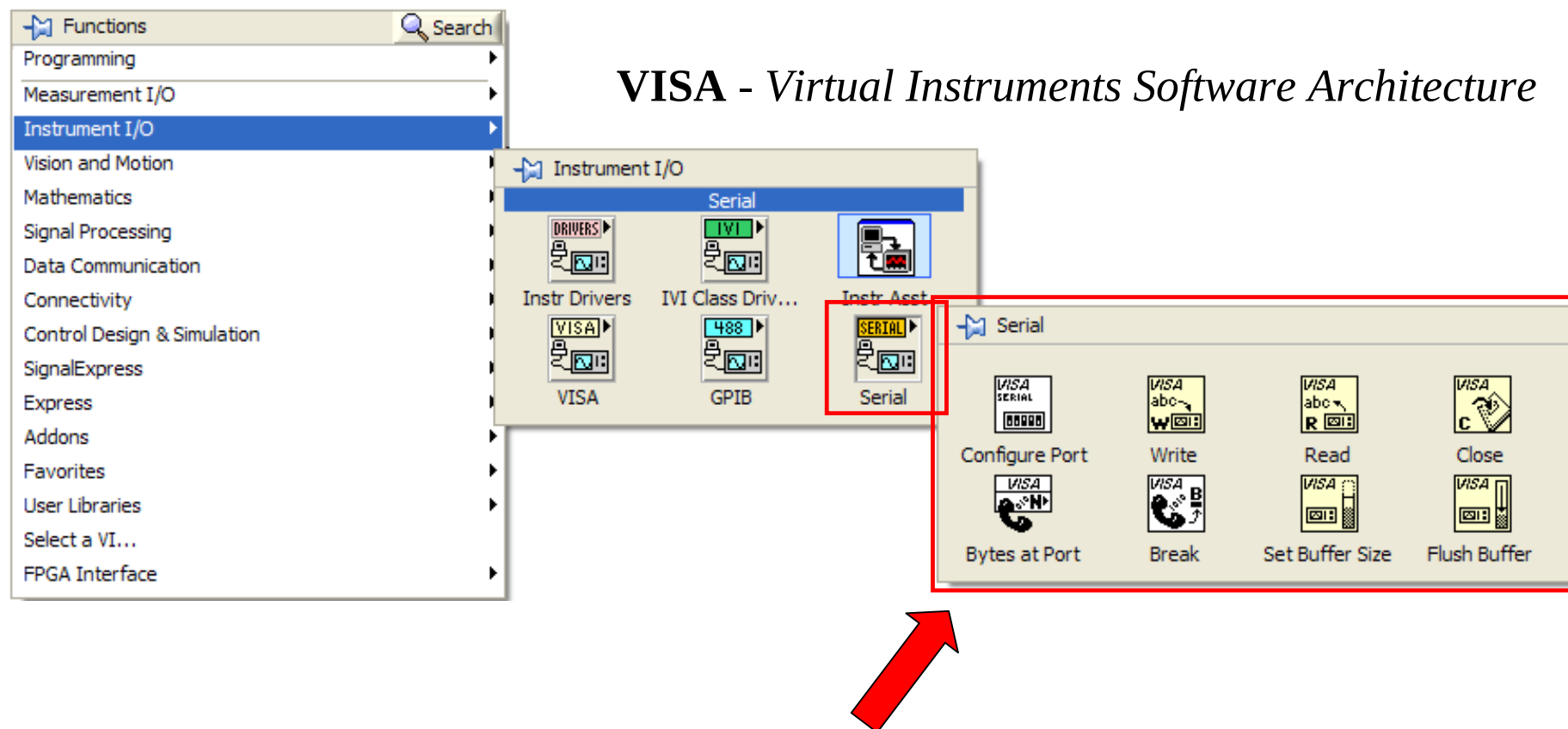
RS232



I2C

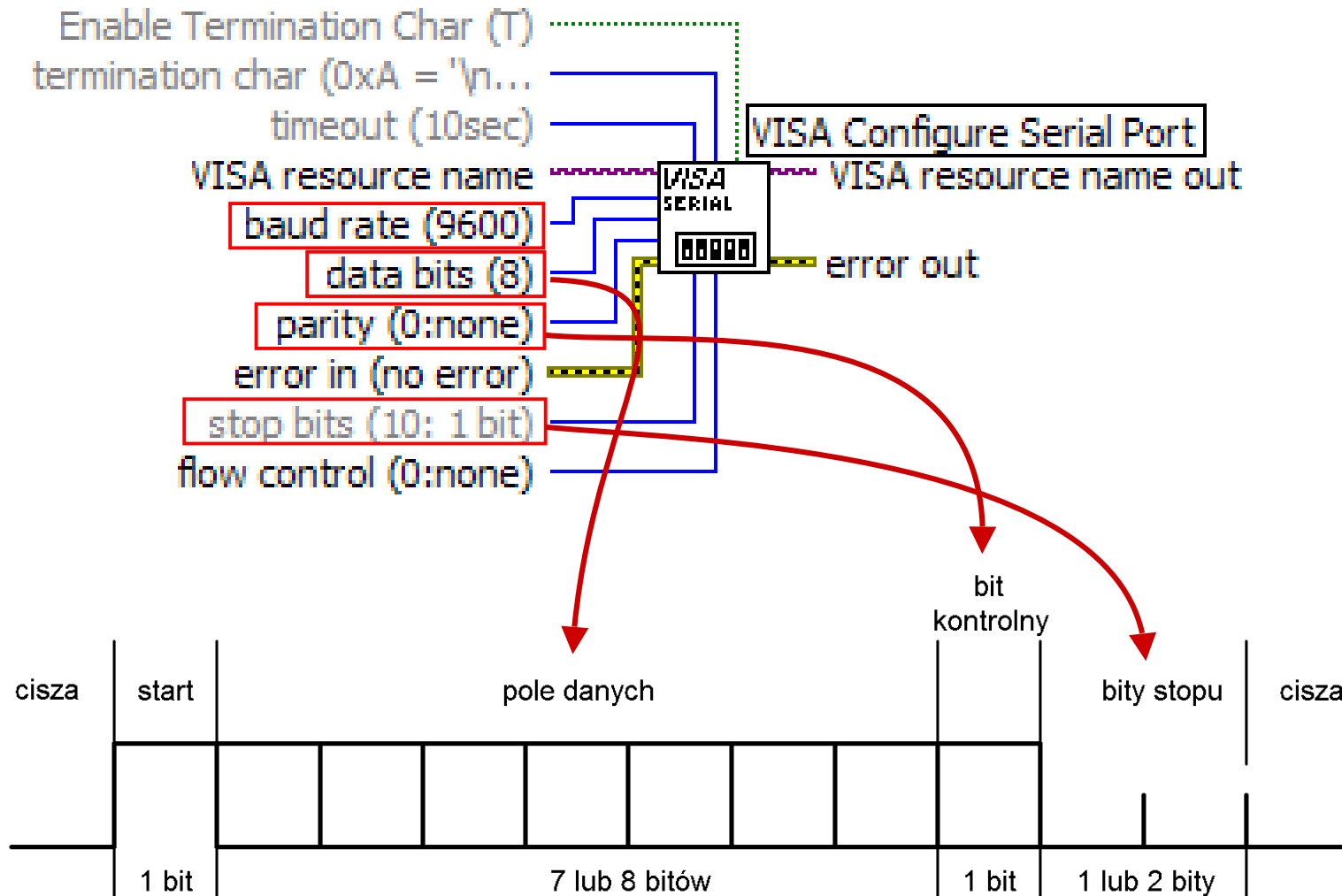
Transmisja asynchroniczna: z synchronizacją start-stopową w interfejsie **RS232** i **I2C**

Transmisja asynchroniczna RS232 w LabVIEW



Funkcje VISA Instrument I/O do obsługi interfejsu RS-232C

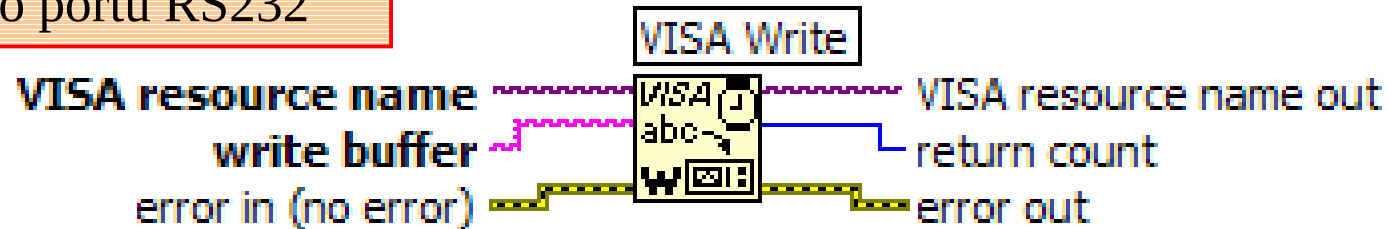
Podstawowe funkcje VISA – konfiguracja portu RS232



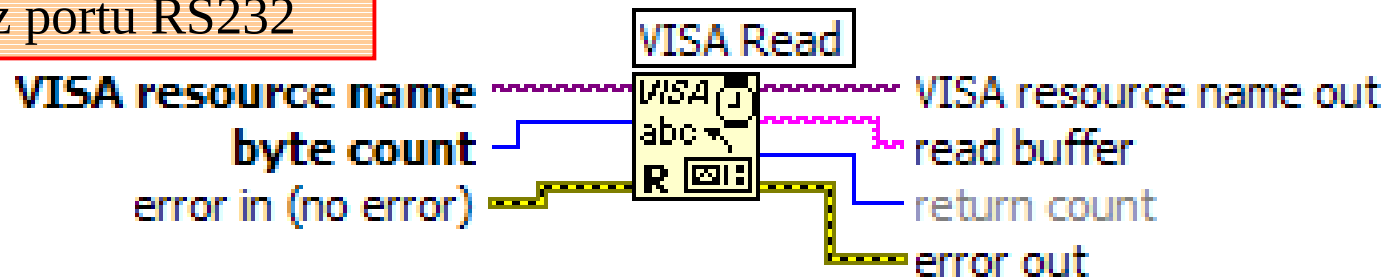
Struktura ramki RS232

Zapis, odczyt i zamknięcie portu RS232

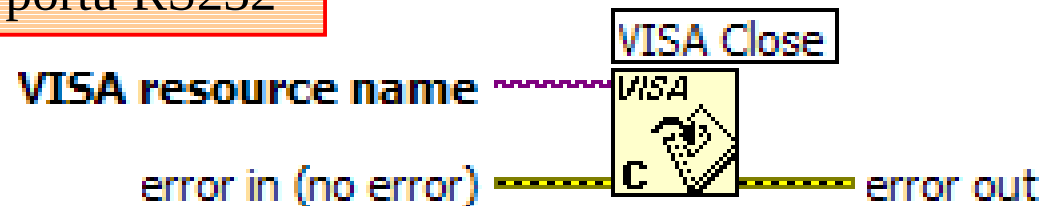
Zapis do portu RS232



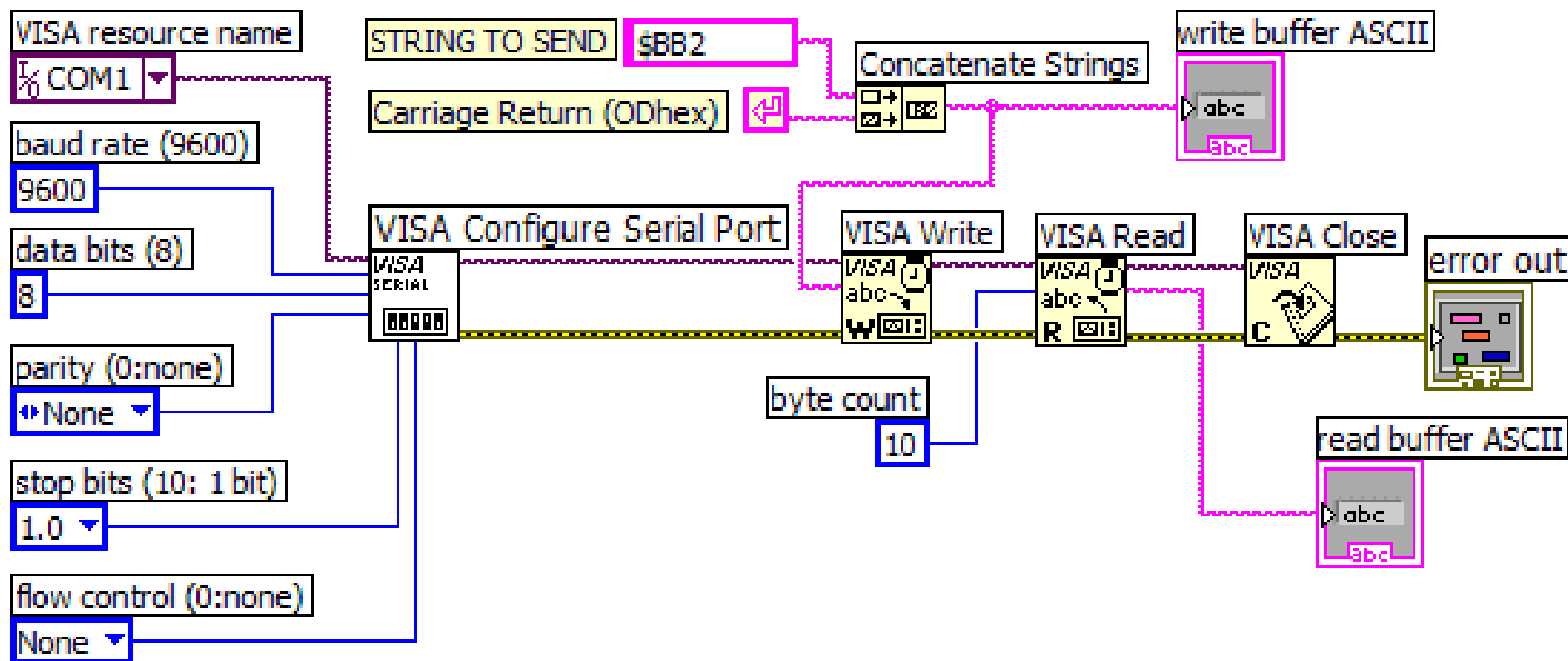
Odczyt z portu RS232



Zamknięcie portu RS232

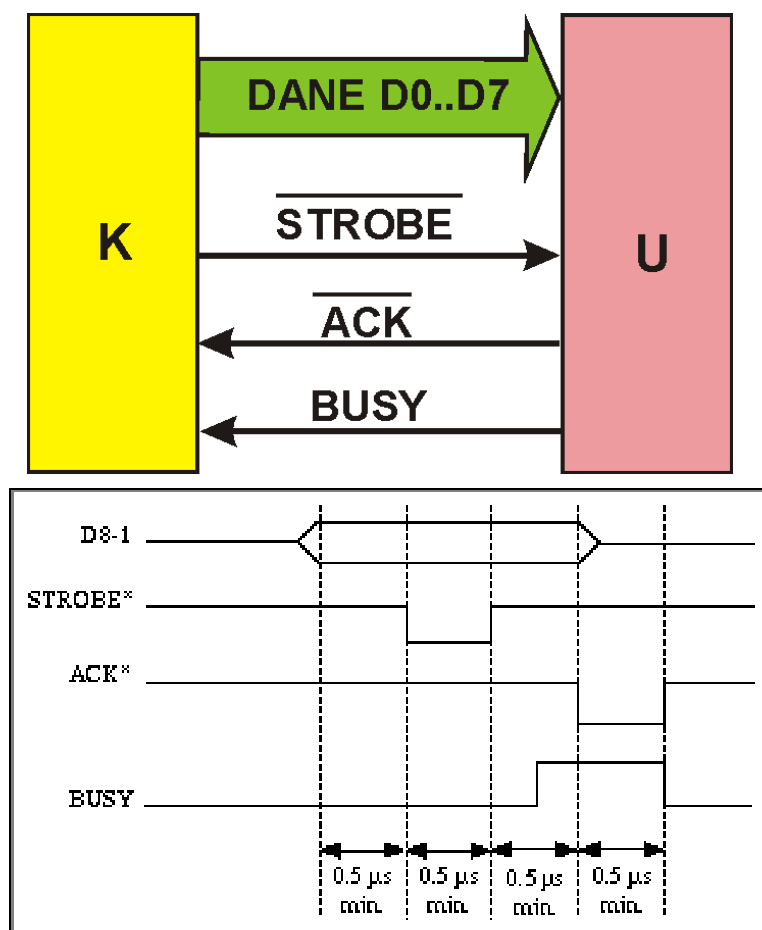


Przykład pełnej obsługi portu RS232



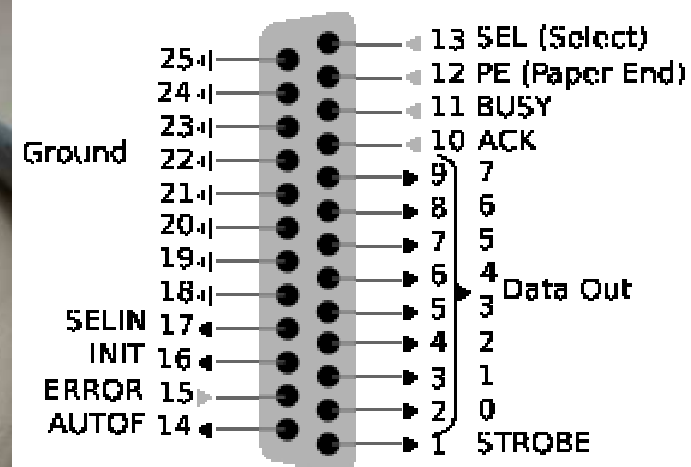
Przykładowy Diagram programu obsługującego interfejs RS-232 do odczytu komendą *Configuration Status* konfiguracji modułu ADAM-4013 pod adresem BBhex (ćwiczenie nr 3 Laboratorium KSP)

Transmisja asynchroniczna z synchronizacją sprzętową

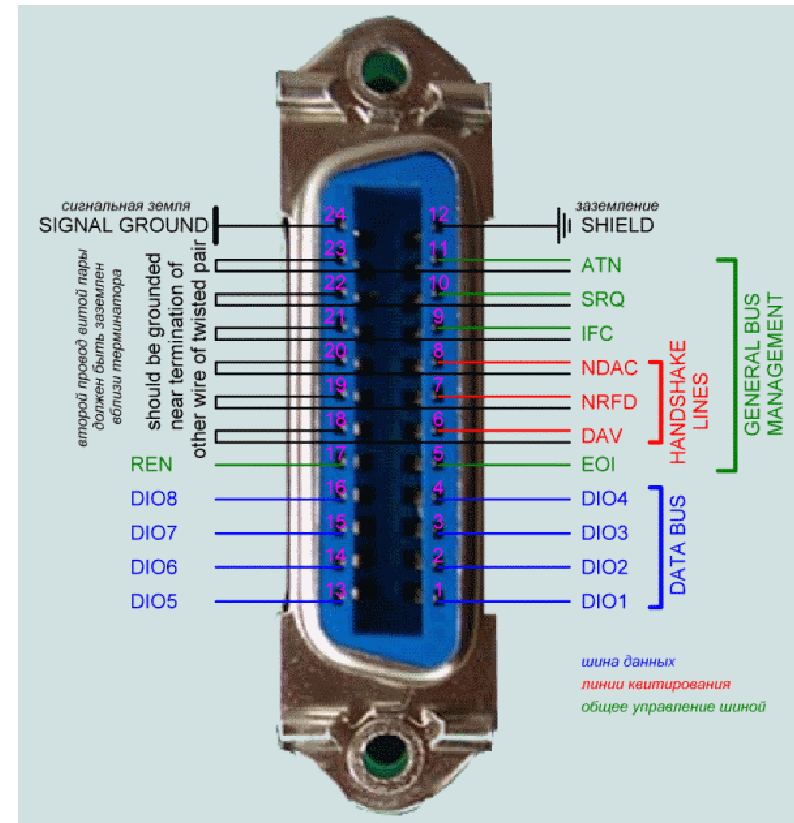
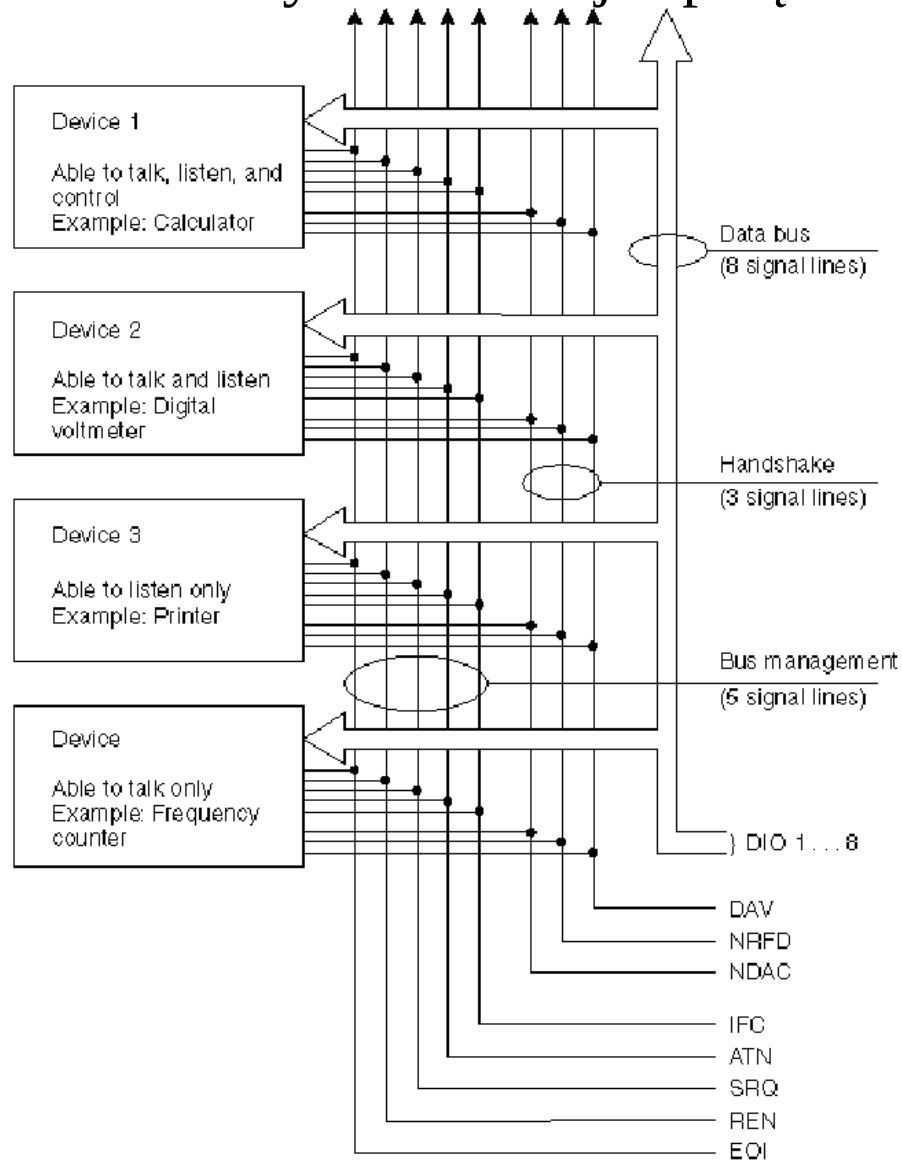


Transmisja asynchroniczna: z synchronizacją sprzętową (*ang. handshaking*) w interfejsie Centronics w trybie SPP.

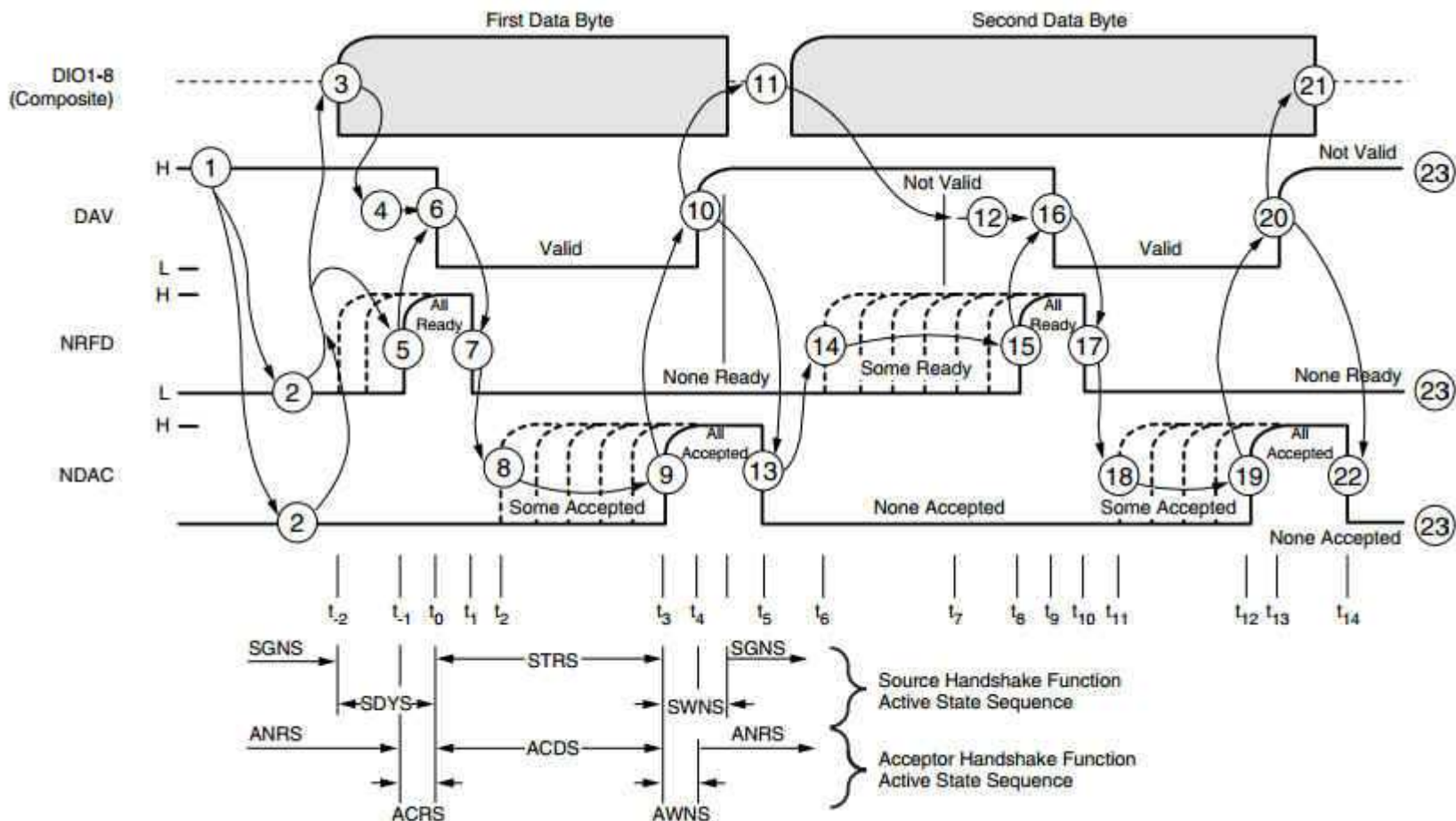
Centronics – sygnały i okablowanie



Synchronizacja sprzętowa IEEE 488 - sygnały

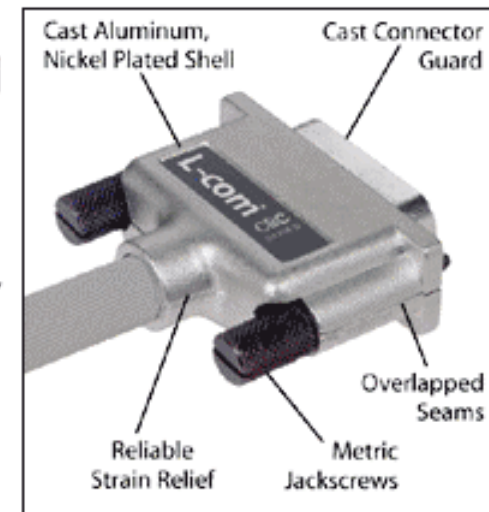
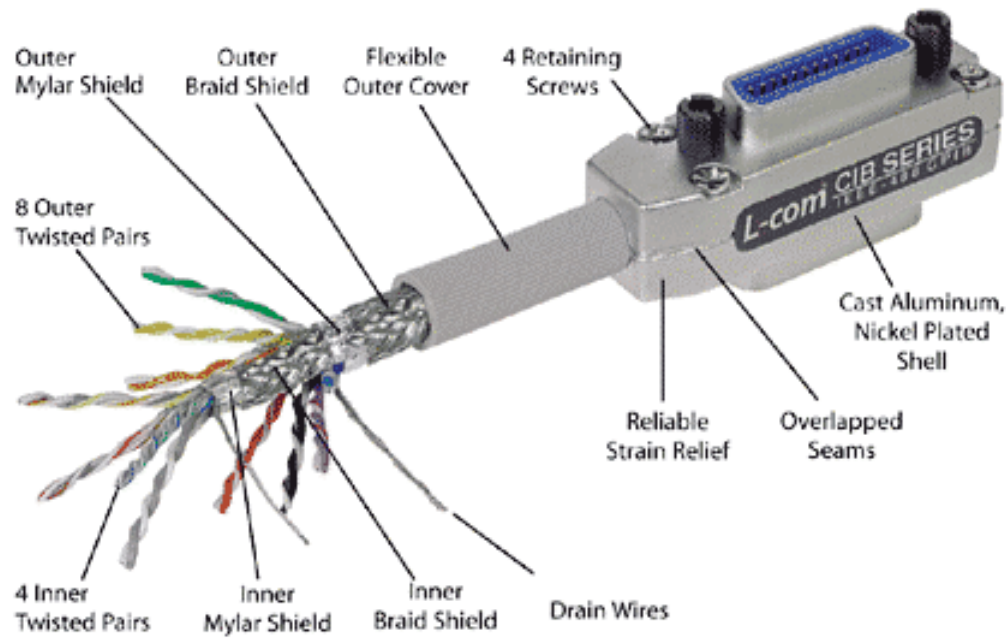
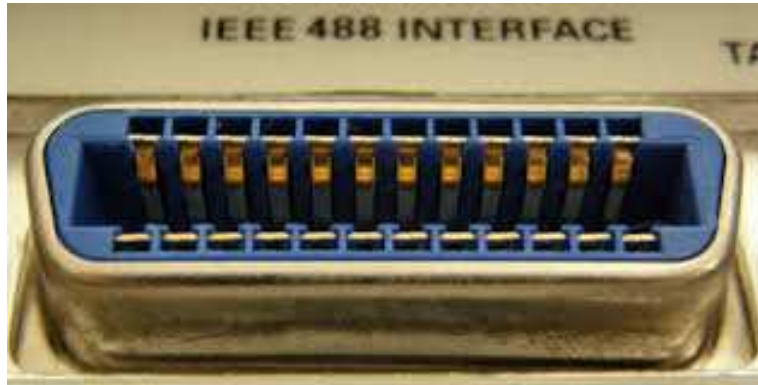


Synchronizacja sprzętowa IEEE 488 - przebiegi



NOTE—(See Figure B.2 and List of Events) $H \geq +2.0\text{ V}$; $L \leq +0.8\text{ V}$.

IEEE 488 - okablowanie



Adresowanie urządzeń w systemach interfejsu

Sposoby **adresowania urządzeń** w systemach interfejsu:

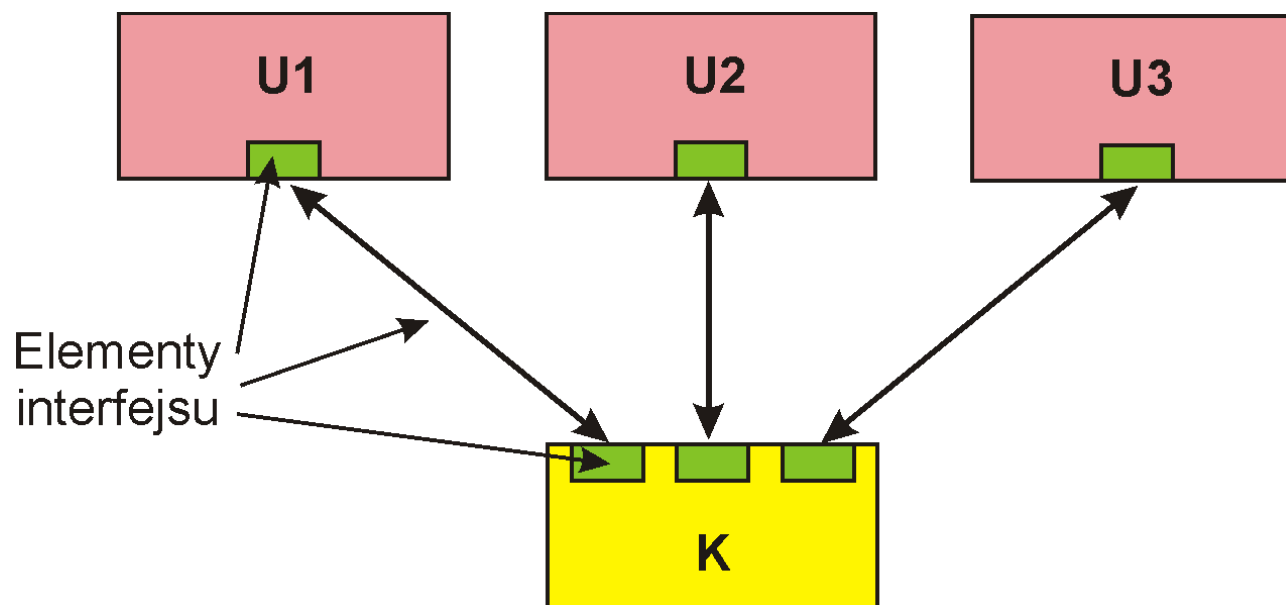
1–Struktura logiczna gwiazdzista – oddzielny interfejs dla każdego urządzenia,

2–Adresowanie sygnałami wyboru urządzenia – oddzielny sygnał wyboru CS (*ang. Chip Select*) dla każdego urządzenia,

3–Adresowanie magistralą adresową – przesyłanie adresu równolegle magistralą adresową,

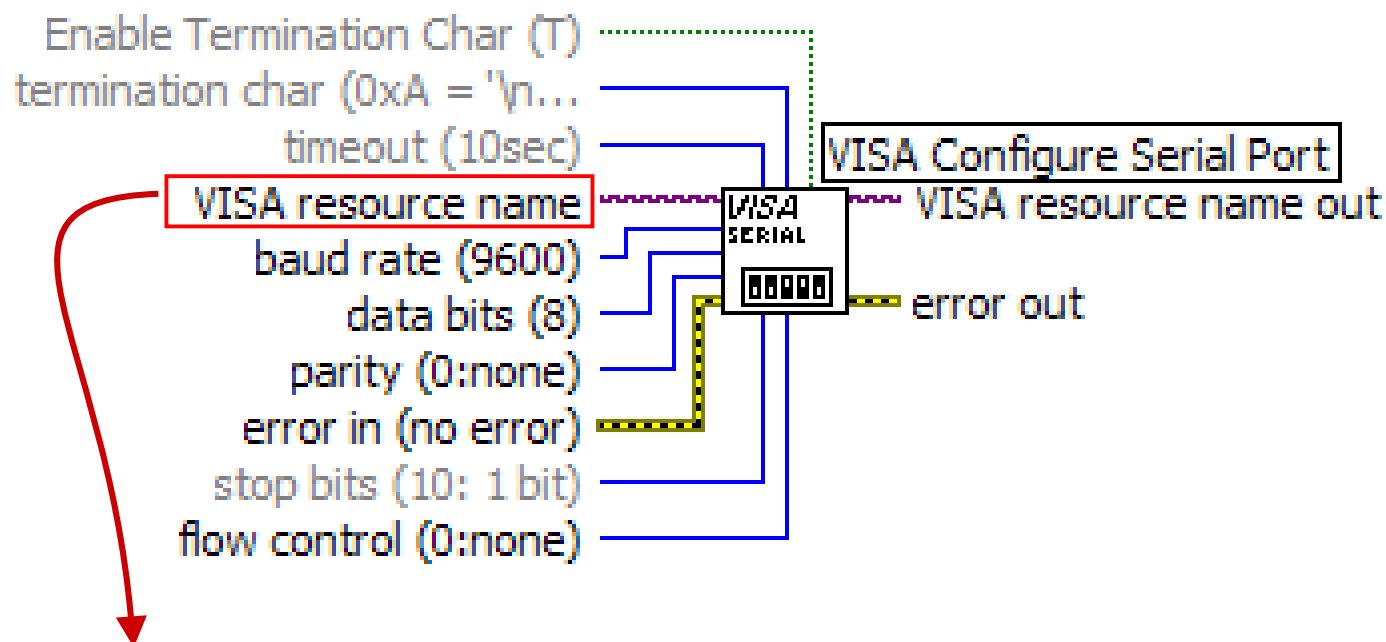
4–Adresowanie polem adresowym w ramce danych – przesyłanie adresu szeregowo w polu adresowym ramki danych.

Adresowanie urządzeń w strukturze gwiazdowej



Struktura logiczna gwiazdista – adresowanie urządzeń jest **zbędne**, każde urządzenie dołączone jest do kontrolera oddzielnym interfejsem, nie ma możliwości wystąpienia konfliktu przy przesyłaniu danych

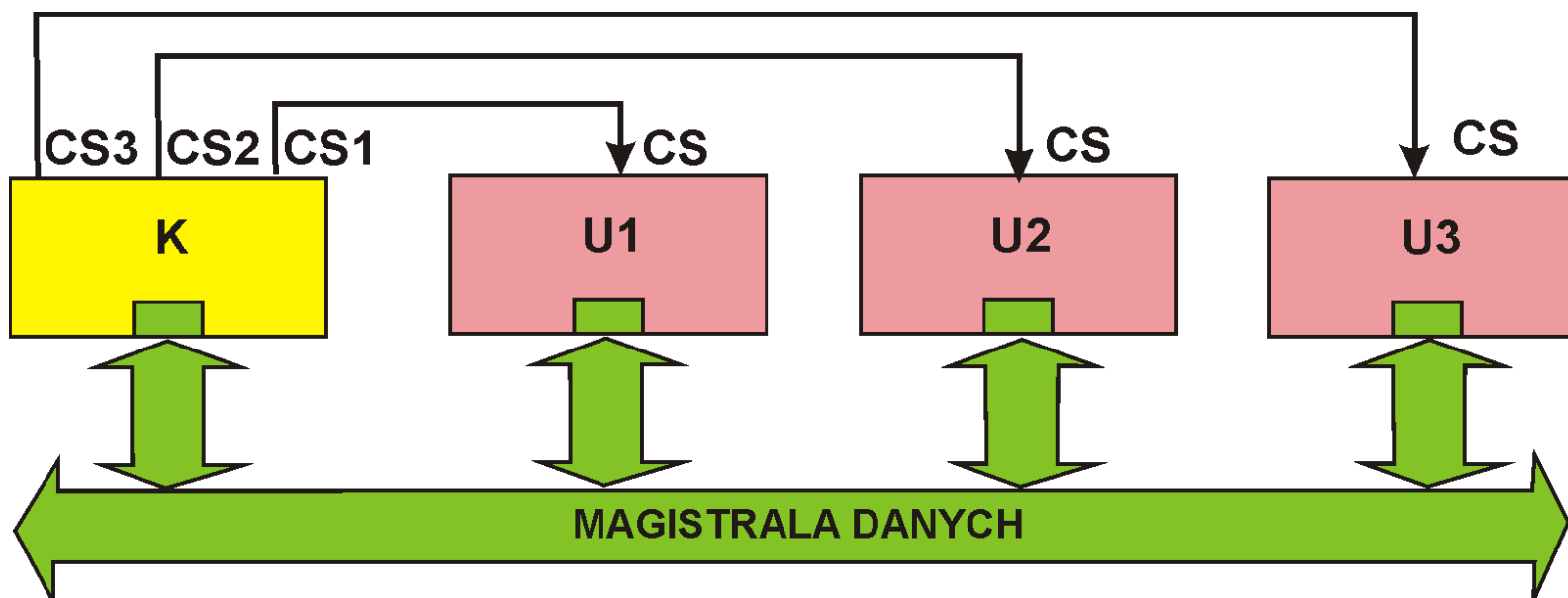
Adresowanie w interfejsie RS232 poprzez wybór portu



Struktura logiczna gwiazdzista, interfejs RS232
adresowanie oznacza wybór portu do którego
dołączone jest adresowane urządzenie

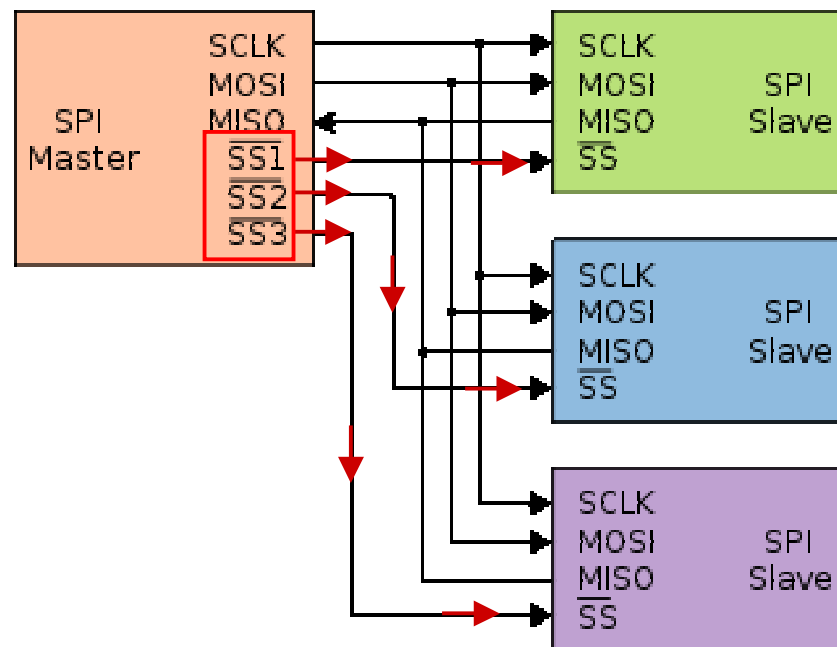
Struktura ramki RS232

Adresowanie urządzeń sygnałami wyboru CS



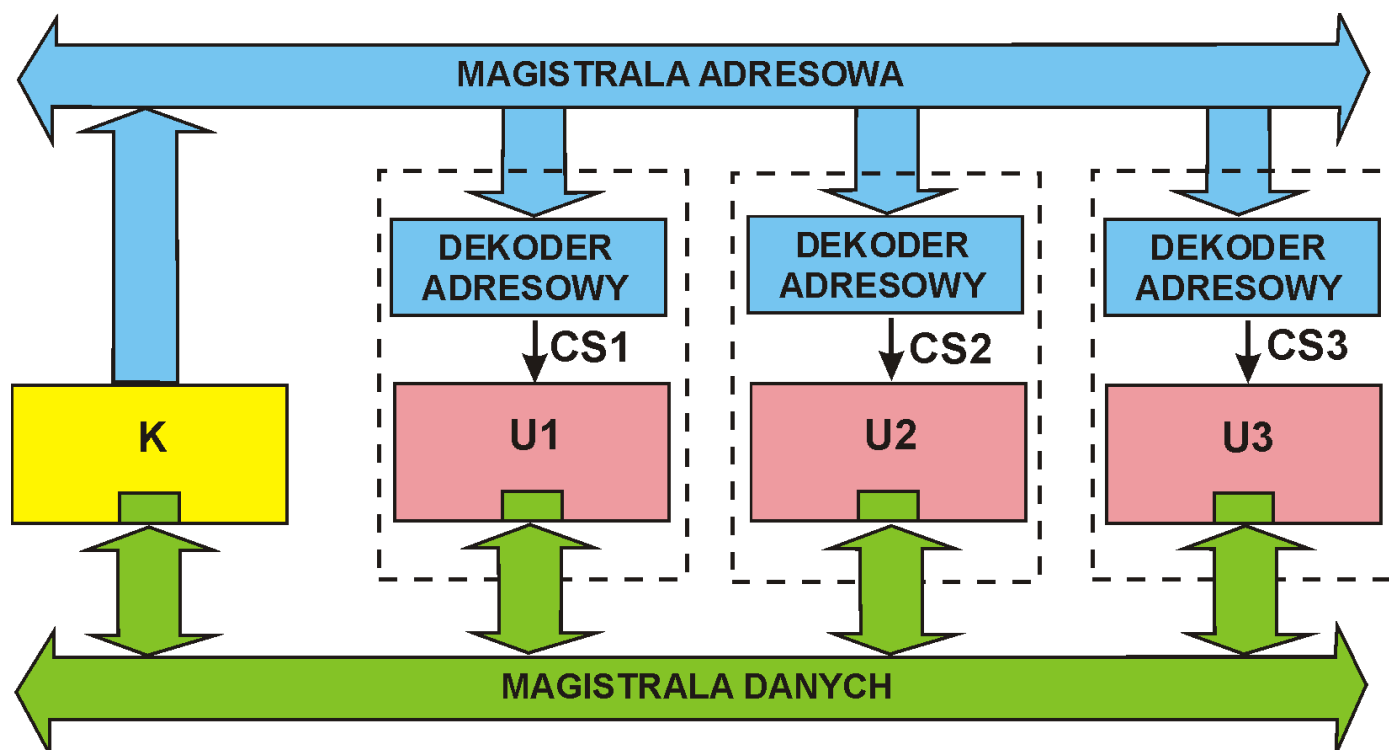
Adresowanie sygnałami wyboru urządzenia – oddzielny sygnał wyboru CS (*ang. Chip Select*) dla każdego urządzenia, dane przesyłane magistralą danych.

Adresowanie urządzeń sygnałami wyboru CS - przykład SPI



Adresowanie sygnałami wyboru urządzenia – oddzielny sygnał wyboru CS dla każdego urządzenia w systemie SPI (*Serial Peripheral Interface Bus*) w konfiguracji magistrali, sygnały wyboru oznaczone SS1, SS2, SS3 (*Slave Select*), aktywny stan niski.

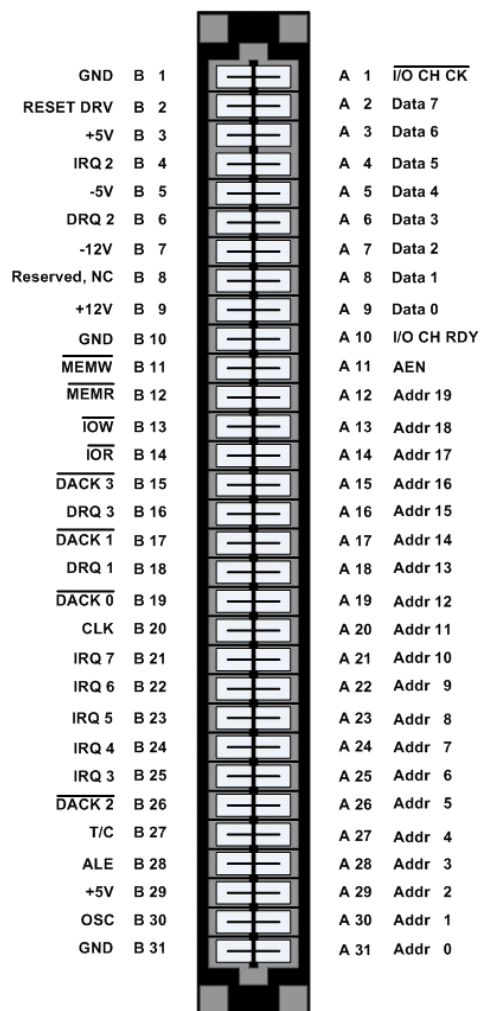
Adresowanie urządzeń magistralą adresową



Adresowanie magistralą adresową – adres przesyłany jest równolegle magistralą adresową, każde urządzenie posiada własny dekodery adresowy dekodujący jego adres i generujący sygnał wyboru urządzenia **CS**.

Adresowanie urządzeń magistralą adresową – ISA PC/XT

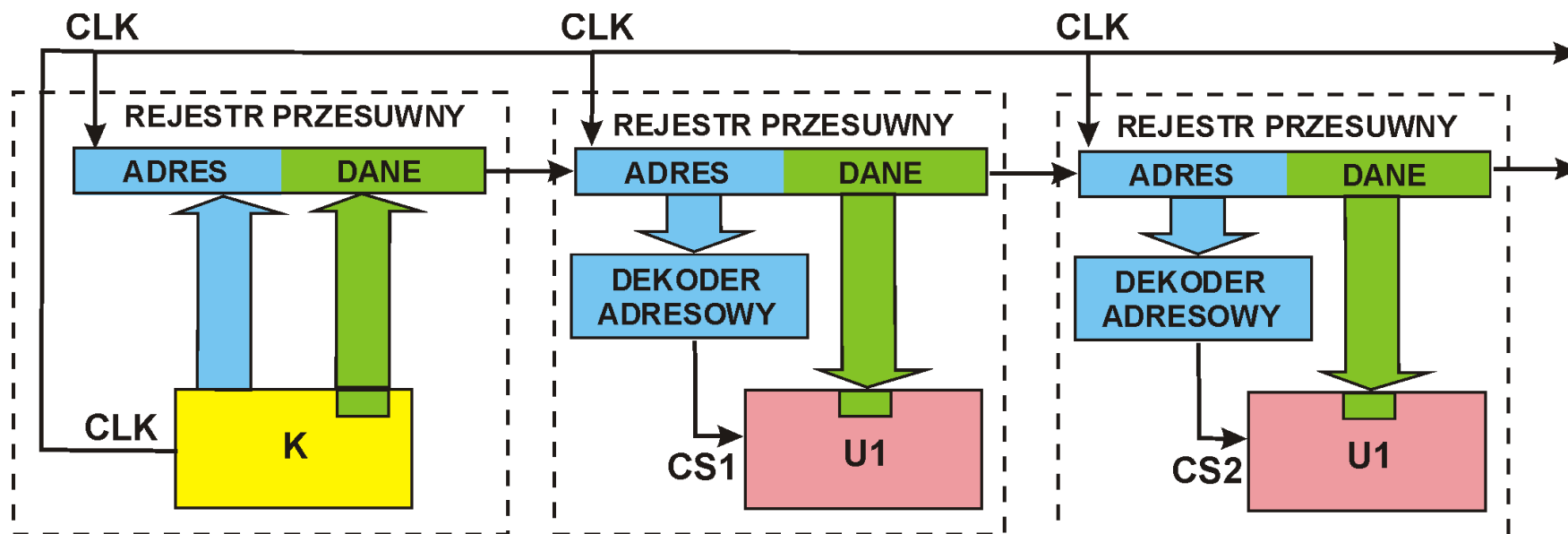
8 Bit XT Bus – top view



Adresowanie magistralą adresową

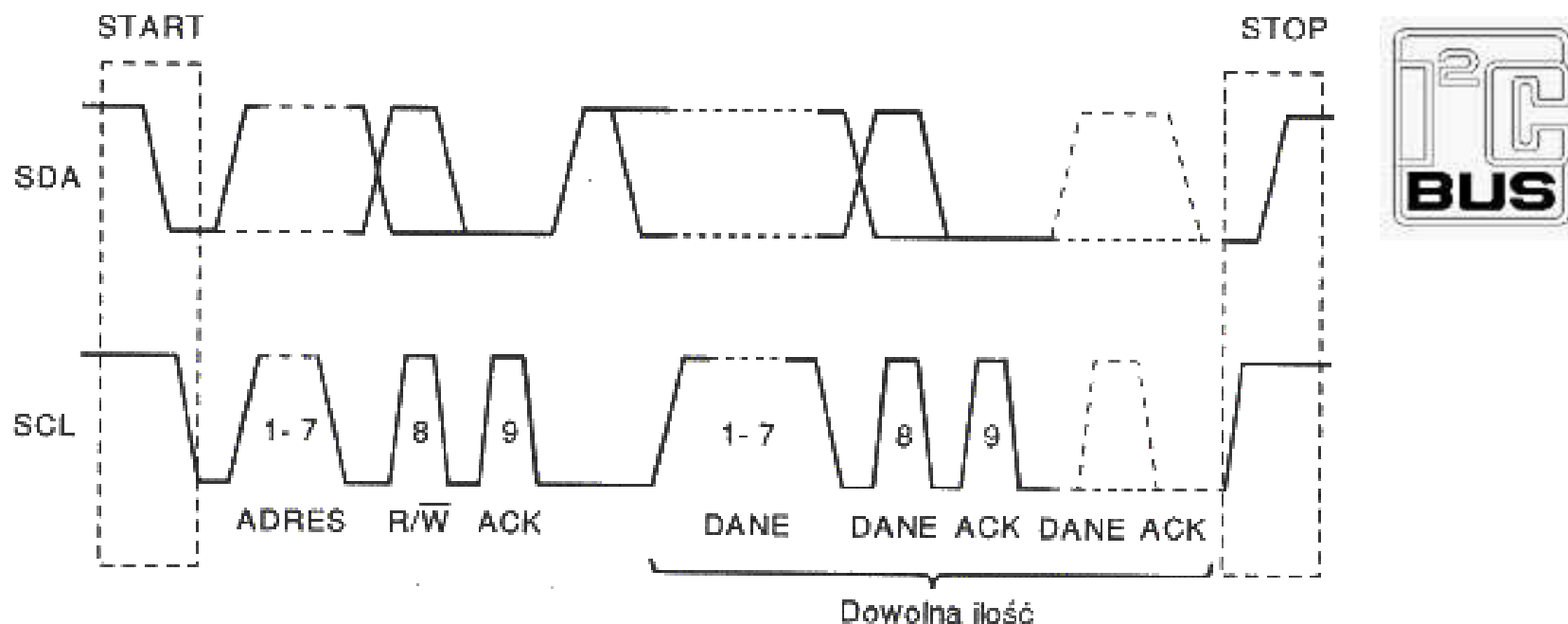
– przykład 8-bitowej magistrali ISA w komputerach IBM PC/XT - przesyłanie adresu równoległe magistralą adresową: 20 linii adresowych ADDR0 .. ADDR19 na stykach A31 .. A12 złącza krawędziowego 2x31 styków.

Adresowanie urządzeń polem adresowym w ramce danych



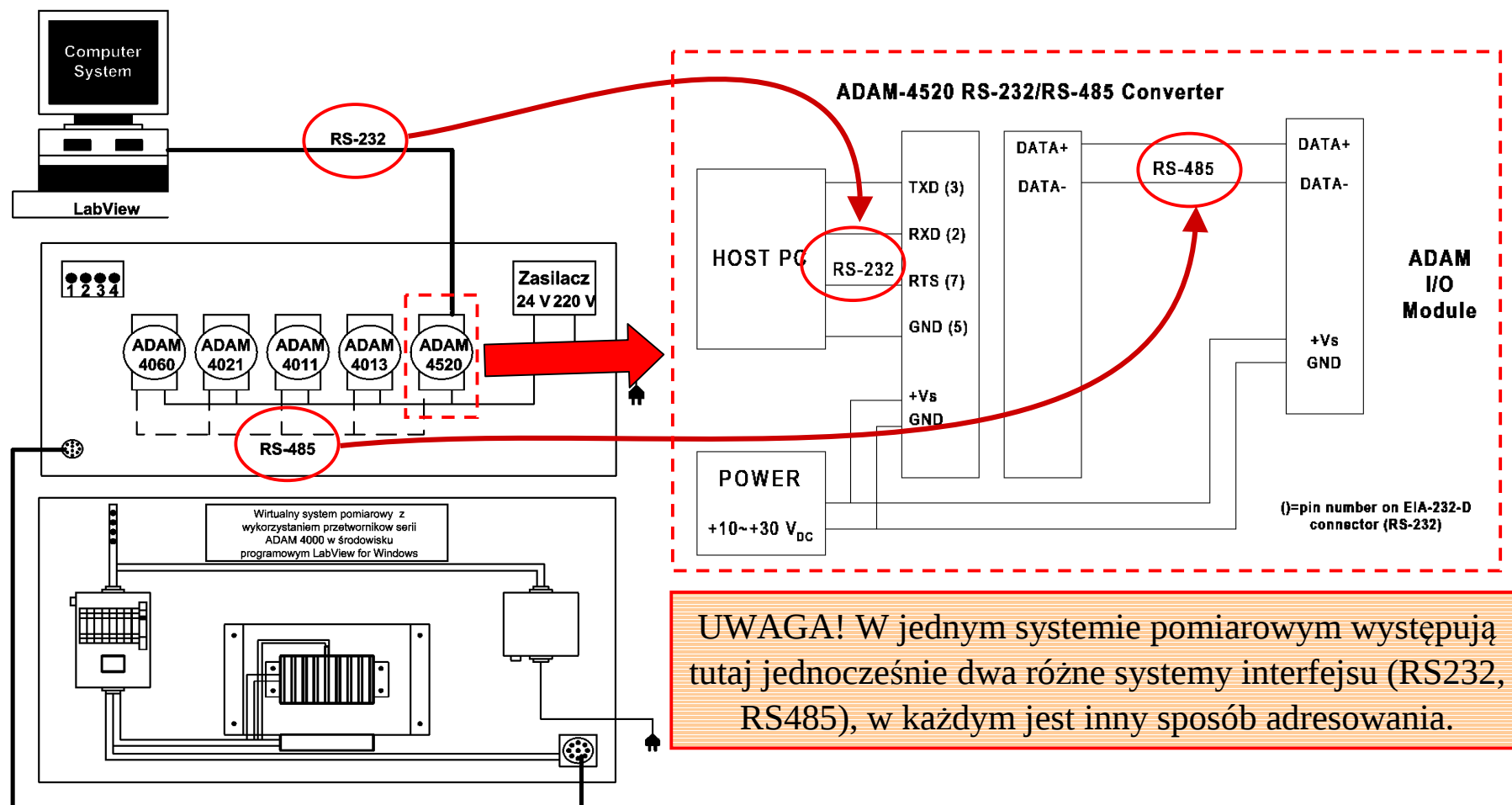
Adresowanie polem adresowym w ramce danych – przesyłanie adresu szeregowo w polu adresowym ramki danych.

Adresowanie urządzeń polem adresowym w ramce danych I2C



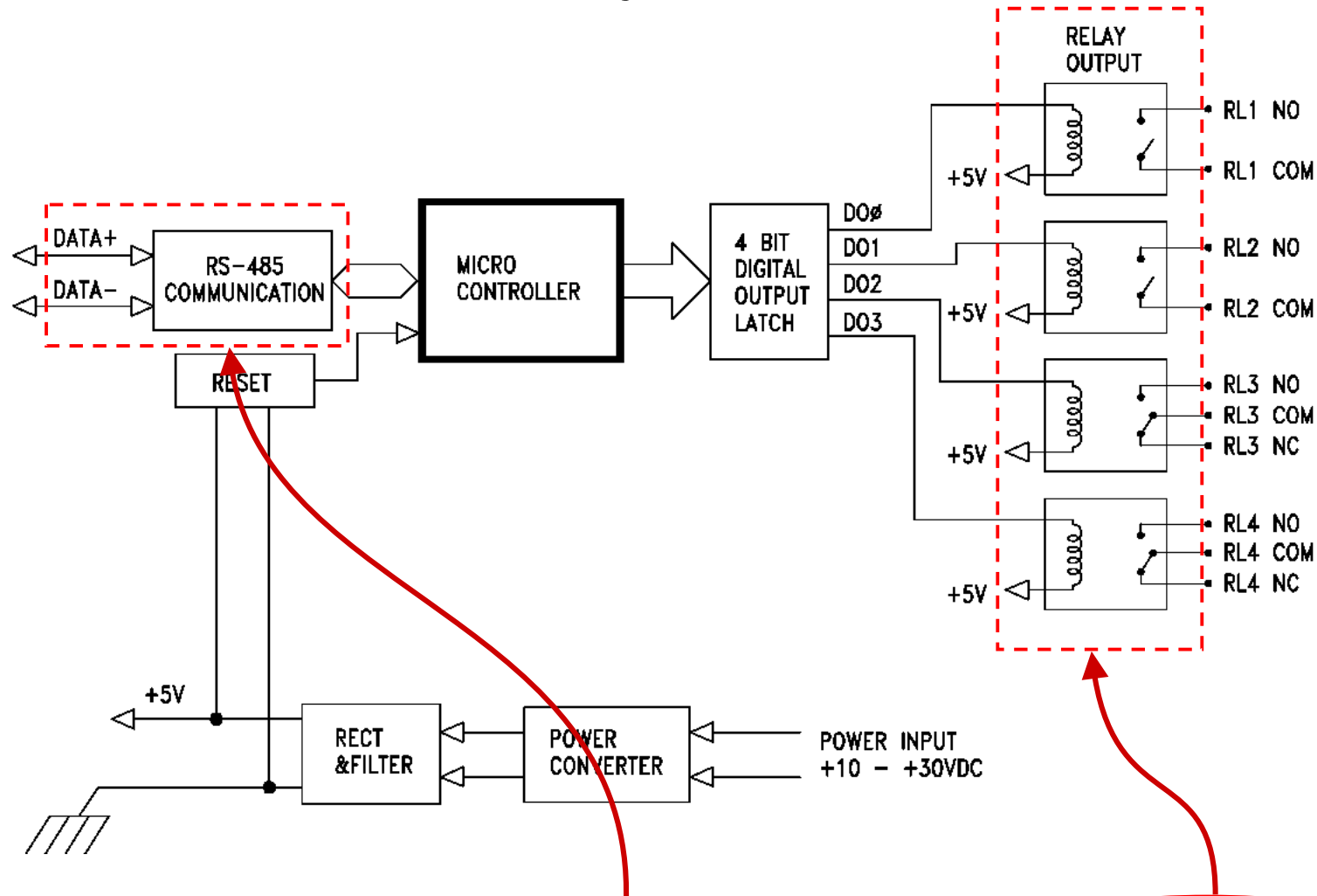
Adresowanie polem adresowym w ramce danych – przykład transmisji szeregowej w interfejsie I2C. Adres i dane transmitowane są linią **SDA** (*Serial DAta line*) synchronicznie z sygnałem zegarowym na linii **SCL** (*Serial CLock line*).

Adresowanie polem adresowym w ramce danych RS485



Stanowisko dydaktyczne z modułami ADAM 4000 z interfejsem RS485 w konfiguracji **magistrali** (ćwiczenie nr 3 Laboratorium KSP)

Schemat blokowy modułu ADAM 4060



Moduł ADAM 4060 z interfejsem RS485 do sterowania czterema przekaźnikami

Komenda adresująca i programująca moduł ADAM4060

#AABB(data)(CR)

- (hash) jest znakiem rozdzielającym (delimiter character) o kodzie ASCII 23hex.

AA - jest polem adresowym zawierającym dwuznakowy adres modułu w kodzie szesnastkowym w zakresie 00-FF. Wykorzystywany w ćwiczeniu moduł ADAM-4060 posiada adres w zapisie szesnastkowym 64hex.

BB - jest polem konfigurującym sposób sterowania przekaźnikami. Jeśli BB=00 to możliwe jest sterowanie jednocześnie wszystkimi przekaźnikami, jeśli chcemy sterować pojedynczym przekaźnikiem, to pierwszy znak jest zawsze równy 1, a drugi jest numerem przekaźnika do sterowania (od 0 do 7).

(data) - jest dwuznakową liczbą szesnastkową reprezentującą cyfrowe dane wyjściowe:

-jeśli sterujemy pojedynczym przekaźnikiem, to pierwszy znak jest zawsze równy 0, a drugi jest równy 0 (wyłącza przekaźnik) lub 1 (załącza przekaźnik),

-jeśli sterujemy wszystkimi przekaźnikami jednocześnie, to dwuznakowa liczba szesnastkowa jest interpretowana w zapisie binarnym w ten sposób, że każdy bit steruje niezależnie jednym przekaźnikiem, szczególnie są widoczne na rys. 13.

(CR) - (Carriage return - powrót karetki) jest znakiem sterującym ASCII 0Dhex oznaczającym koniec komendy.

Command Set

4050, 4060, 4055, 4068

#AABB

Name Digital Data Out

Description The command either sets a single digital output channel or sets all digital output channels simultaneously.

Syntax #AABB(data)(cr)

is a delimiter character.

AA (range 00-FF) represents the 2-character hexadecimal address of the digital I/O module you want to set its output value.

BB is used to indicate whether all channels will be set or a single channel will be set. In the last case BB also indicates which channel. Writing to all channels (write a byte): both characters should be equal to zero (BB=00). Writing to a single channel (write a bit): First character is 1, second character indicates channel number which can range from 0 to 7.

(data) is the hexadecimal representation of the digital output value(s).

When writing to a single channel (bit) the first character is always 0. The value of the second character is either 0 or 1.

When writing to all channels (byte), both characters are significant (range 00h-FFh). The digital equivalent of these two hexadecimal characters represent the channels values.

The amount of channels on the ADAM-4050, ADAM-4055, ADAM-4060 and ADAM-4068 differs. The value 7A would mean the following for the 8 channels on the ADAM-4050, ADAM-4055 and ADAM-4068:

digital value:

0	1	1	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

ADAM-4050/4055/4068
channel no.

7 6 5 4 3 2 1 0

Since the ADAM-4060 has only four output channels all the meaning full values lie between 00h and 0Fh. The value 0Ah would mean the following for the ADAM-4060:

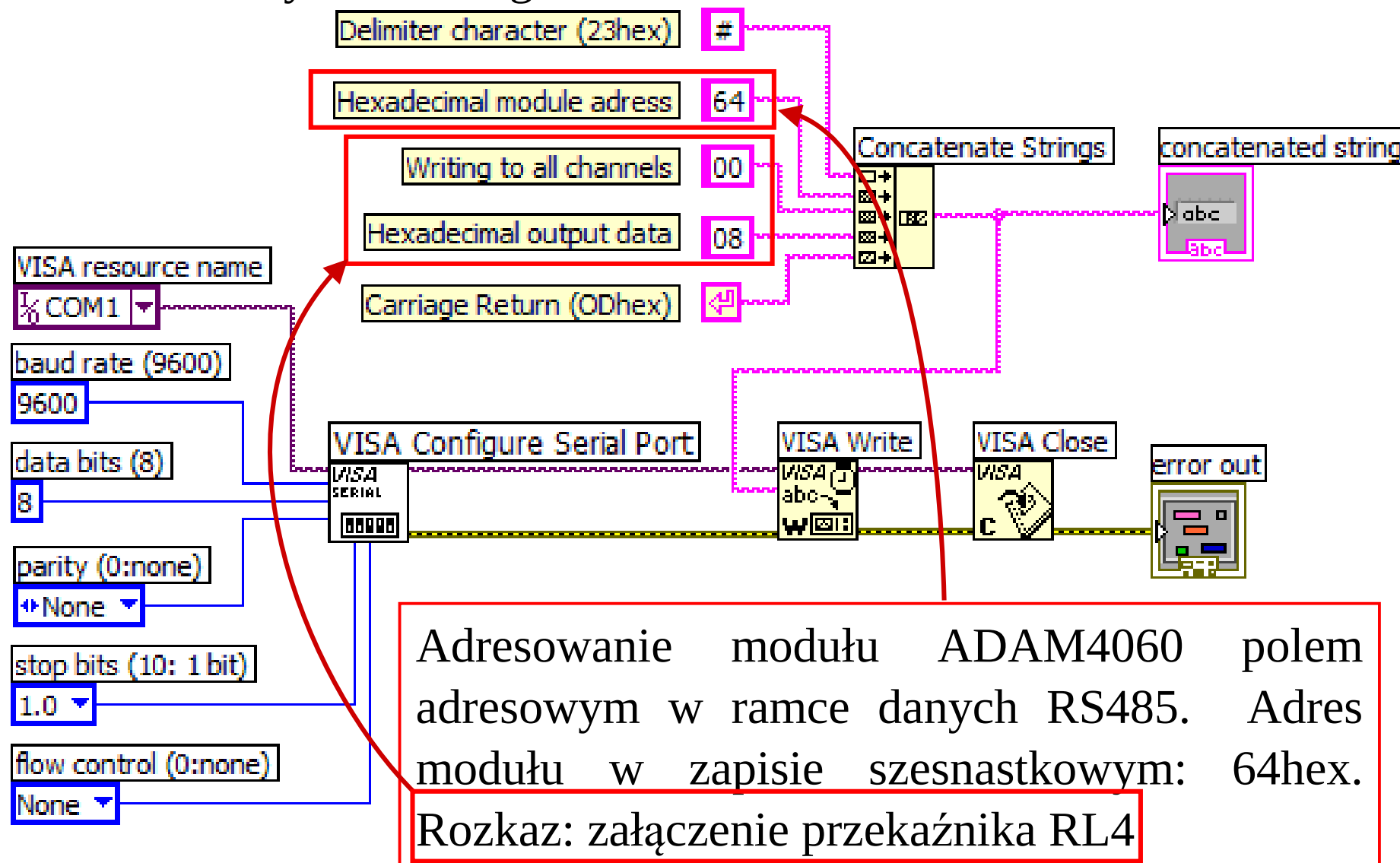
digital value:

0	0	0	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

ADAM-4060 channel no.

- - - - 3 2 1 0

Przykład obsługi modułu ADAM4060 w LabVIEW

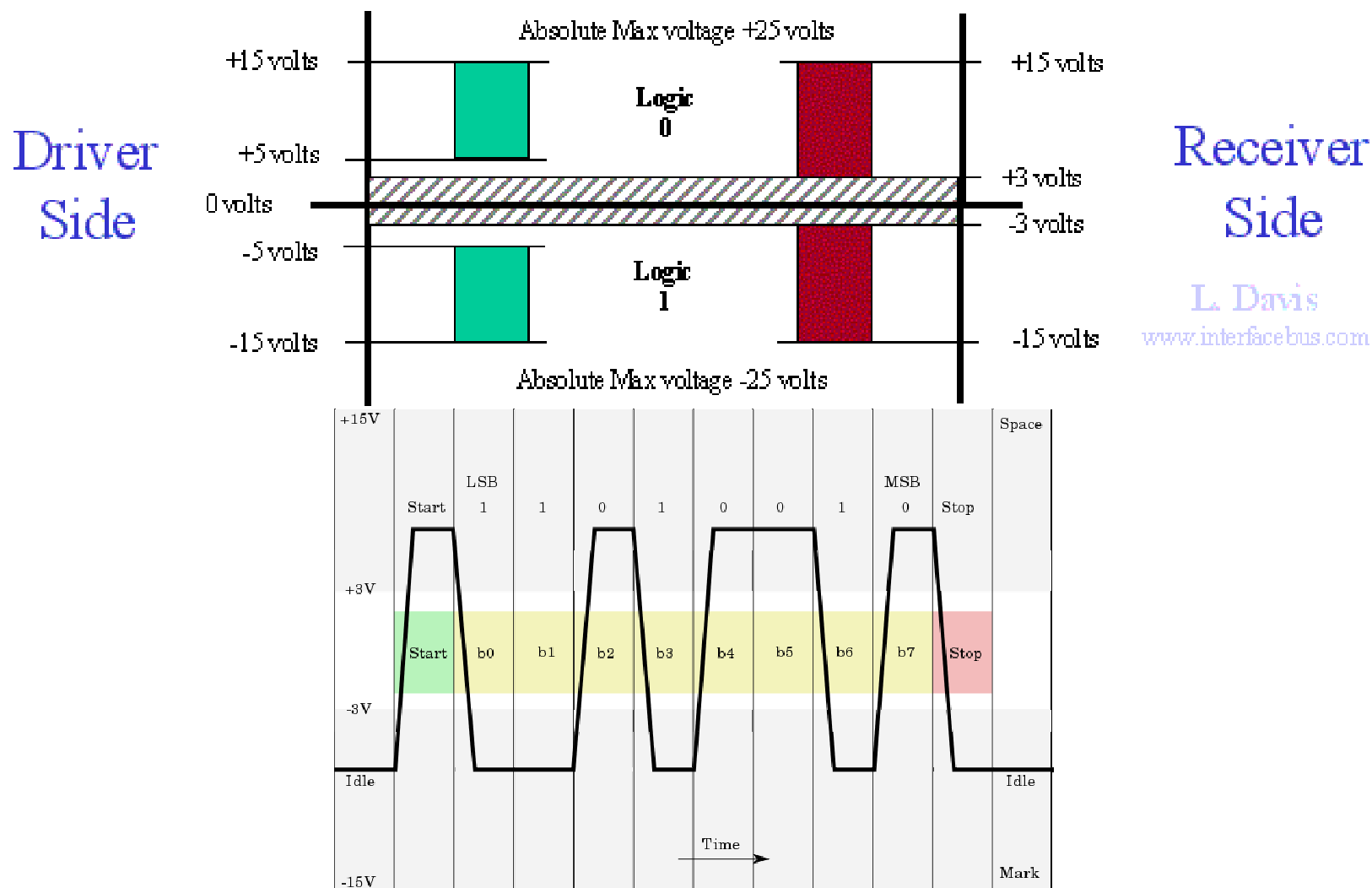


Parametry elektryczne i mechaniczne systemów interfejsu

Do podstawowych parametrów **elektrycznych i mechanicznych** systemu interfejsu można zaliczyć:

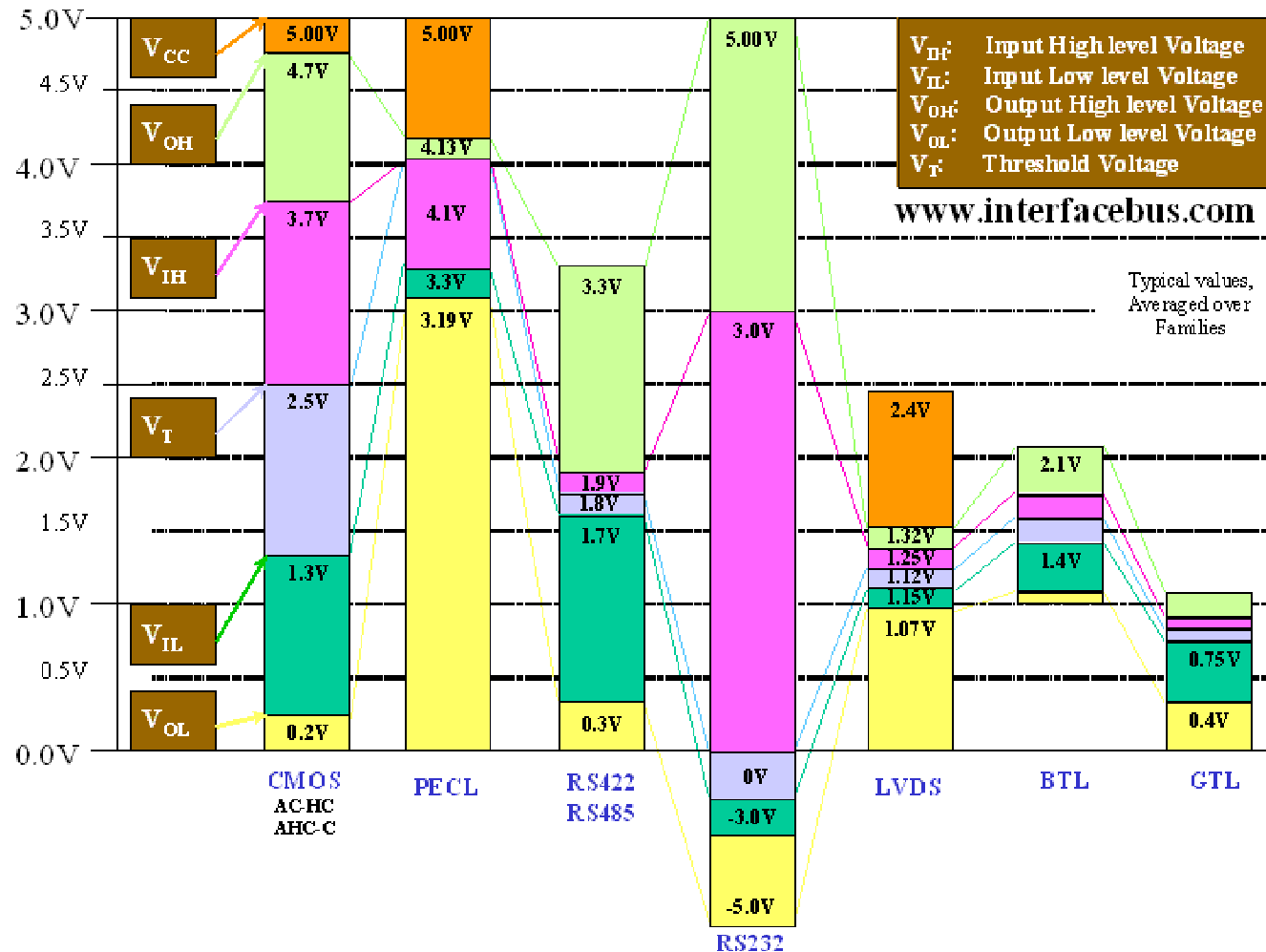
- 1–Rodzaj sygnału:** prądowy lub napięciowy,
- 2–Poziomy napięcie (prądów)** dla stanów logicznych 0 i 1,
- 3–Konfiguracja linii względem ziemi:** symetryczna lub niesymetryczna,
- 4–System złączy:** szufladowe, krawędziowe, koncentryczne,
- 5–Okablowanie:** skrętka, przewody koncentryczne, ekranowanie

Poziomy napięć stanów logicznych standardowego RS232

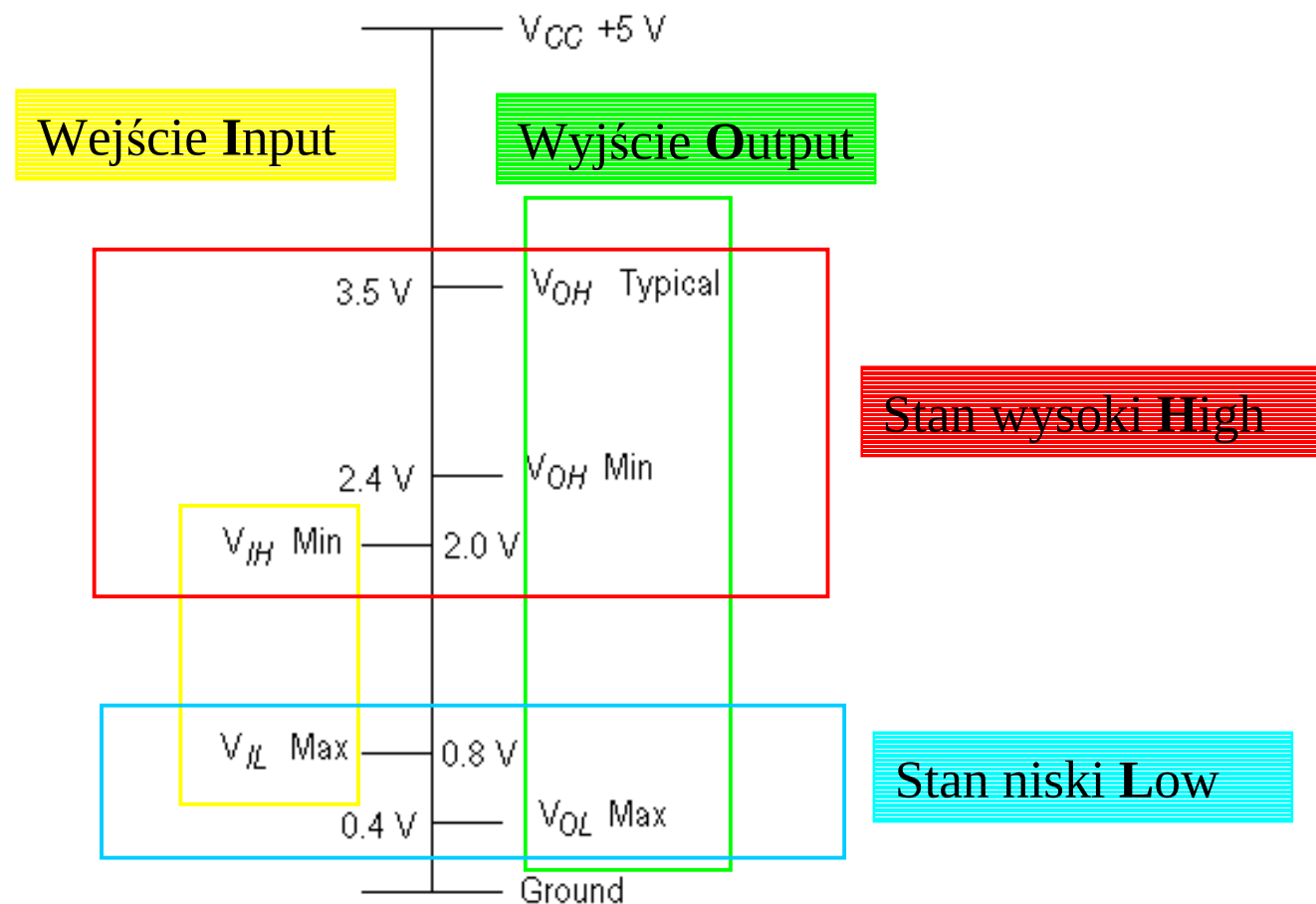


Poziomy napięć w **niesymetrycznej** linii transmisyjnej w standardzie **RS232**

Poziomy napięć stanów logicznych RS232-5V i innych

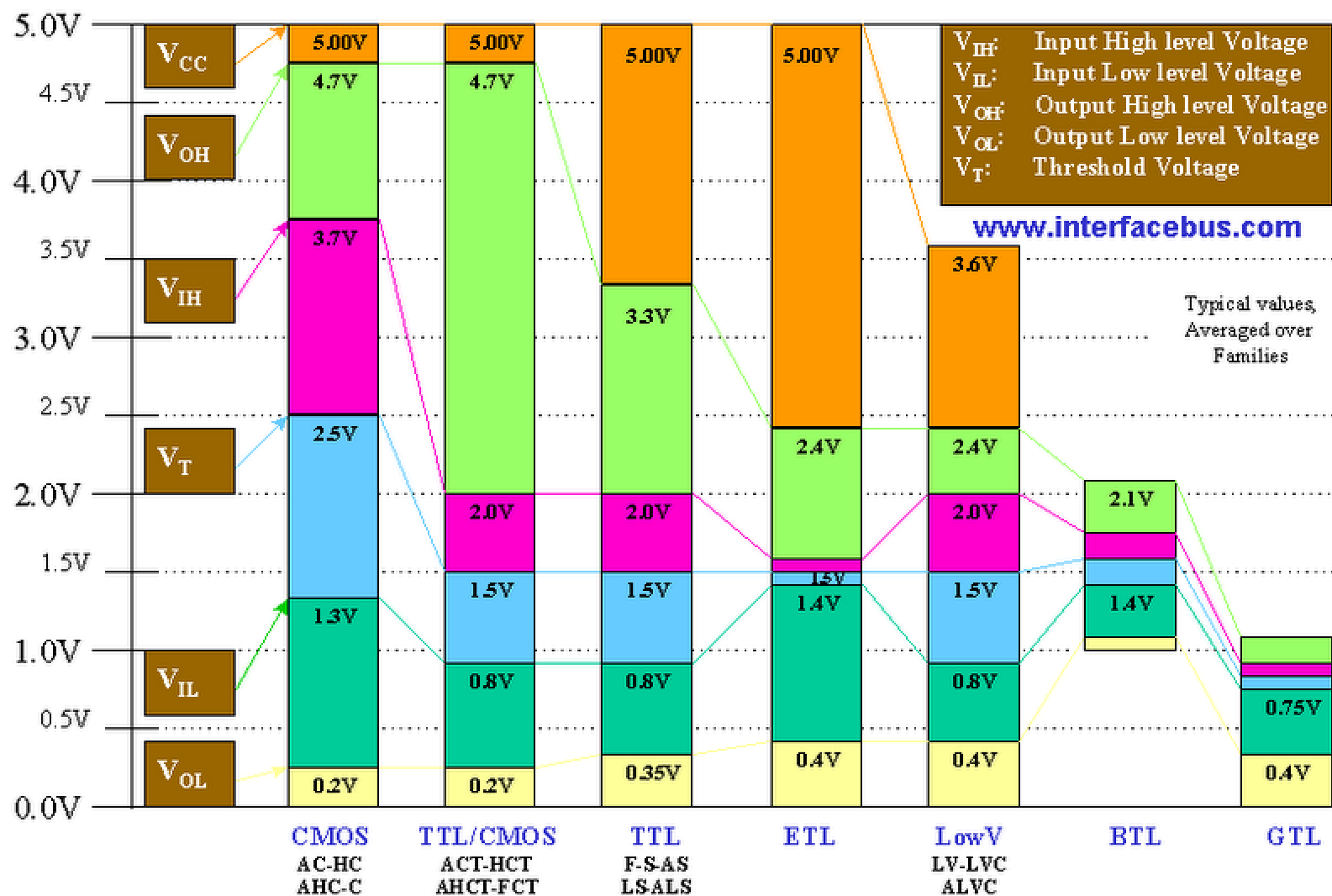


Poziomy napięć stanów logicznych standardowego TTL

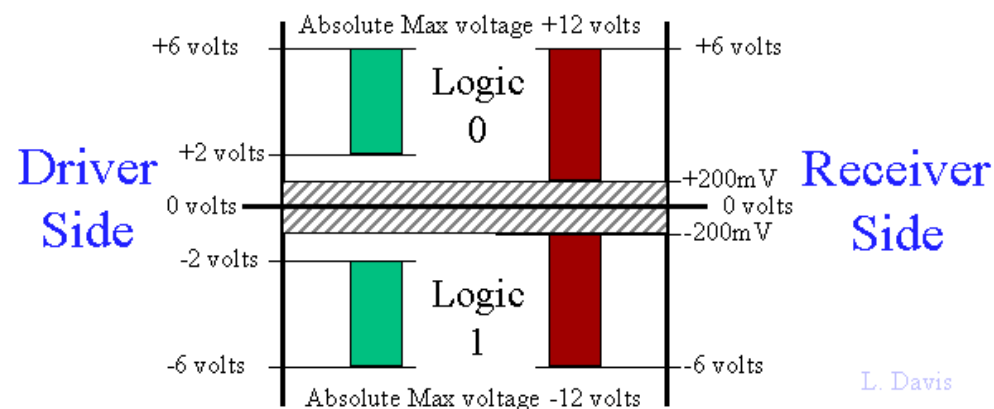
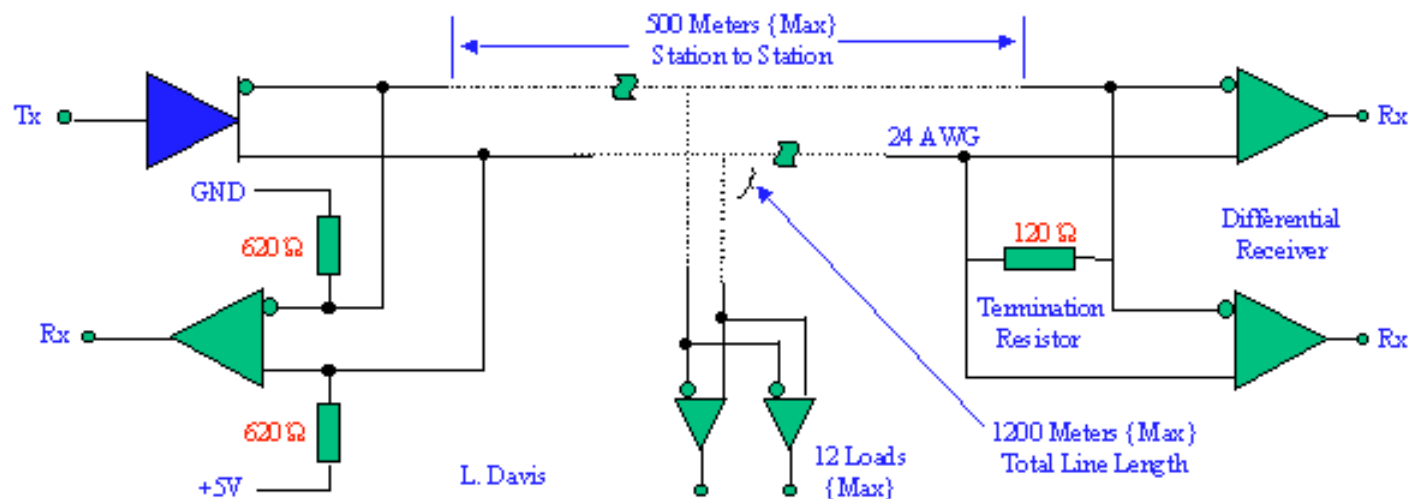


Poziomy napięć w **niesymetrycznej** linii transmisyjnej w standardzie **TTL**

Poziomy napięć stanów logicznych TTL i pochodnych



Symetryczna linia przesyłowa – przykład RS422



Konfiguracja symetryczna linii interfejsu 422

Podstawowe systemy złączy

Najczęściej stosowane rodzaje złączy w systemach interfejsów:

1 – Złącza szufladowe

2 – Złącza krawędziowe

3 – Złącza koncentryczne

Systemy złączy - szufladowe



Szufladowe Amphenol



Szufladowe D-SUB Cannon



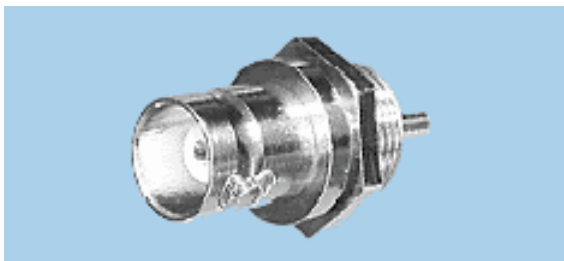
Kabel Centronics

Systemy złączy - krawędziowe



Złącze Krawędziowe

Systemy złączy - koncentryczne



Gniazdo BNC



Wtyczka i trójnik BNC

Złącze koncentryczne BNC koncentryczne

Podsumowanie

1. Do podstawowych parametrów opisujących system interfejsu można zaliczyć: zasięg i szybkość transmisji, strukturę logiczną i fizyczną połączeń, sposób transmisji porcji informacji, sposób synchronizacji transmisji, sposób adresowania urządzeń, parametry elektryczne, mechaniczne i okablowanie.
2. Struktura logiczna i fizyczna są ze sobą w pewnym zakresie powiązane.
3. Transmisję danych można zorganizować szeregowo lub równoległe (szeregowo-równoległe), synchronicznie lub asynchronicznie.
4. W logicznej strukturze połączeń innej niż gwiazdzista konieczne jest adresowanie urządzeń.
5. Parametry elektryczne systemu interfejsu przede wszystkim określają poziomy napięcie lub prądów przypisanych logicznym wartościom 0 i 1.
6. Parametry mechaniczne systemu interfejsu opisują przede wszystkim zastosowany system złącz i okablowania.

