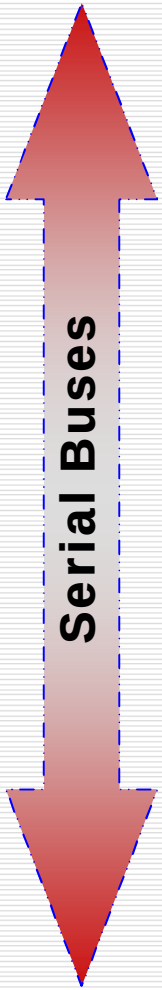
Komunikacja szeregowa – UART:



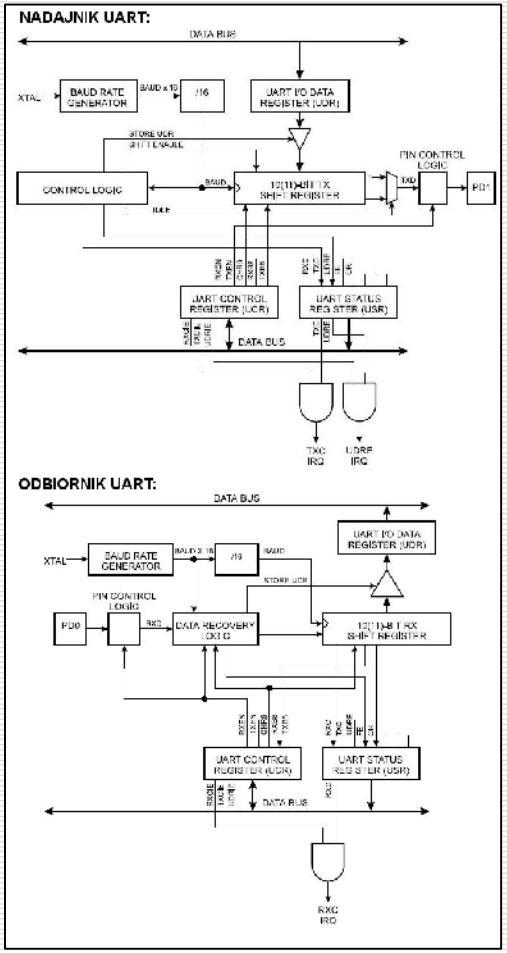
- **UART – Universal Asynchronous Receiver Transmitter:**
  - **Standard rozwinięty już w latach 60’,**
  - **Prosty, uniwersalny, dobrze udokumentowany,**
  - **Wolna komunikacja: max. 1Mbit/s,**
  - **Po jednym przewodzie komunikacyjnym w każdym z kierunków plus wspólna masa sygnałowa,**
  - **Asynchroniczna – odbiornik i nadajnik muszą wcześniej znać szybkość transmisji,**
  - **Bity START i STOP normują przesyłanie,**
  - **Możliwe dołączenie informacji o parzystości (kontrola błędów).**

źródło: Philips I2C Manual

Informacje: kom. szeregowa

- Dwa podstawowe typy komunikacji szeregowej:
  - synchroniczna – równolegle z ciągiem bitów przesyłany jest sygnał synchronizujący, określający kiedy dane są ważne (valid),
  - asynchroniczny – dane nie są związane z żadnym sygnałem synchronizującym – parametry transmisji trzeba ustawić wcześniej – ręcznie, a do danych trzeba dodać pewne informacje mogące zsynchronizować dane przesyłane i odbierane (np.: ramka *8, N, 1*; *8, E, 2*),
- Nazewnictwo:
  - Port dupleksowy (dwukierunkowy) – może równocześnie nadawać i odbierać dane (analogia: telefon),
  - Port half-dupleksowy (jednokierunkowy) – jednoczesny odbiór i nadawanie nie jest możliwe (analogia: CB radio).
- W AVR'ach mamy w pełni dupleksowy (dwukierunkowy, osobne rejestry nadawania i odbioru) USART – czyli transmisja asynchroniczna lub synchroniczna

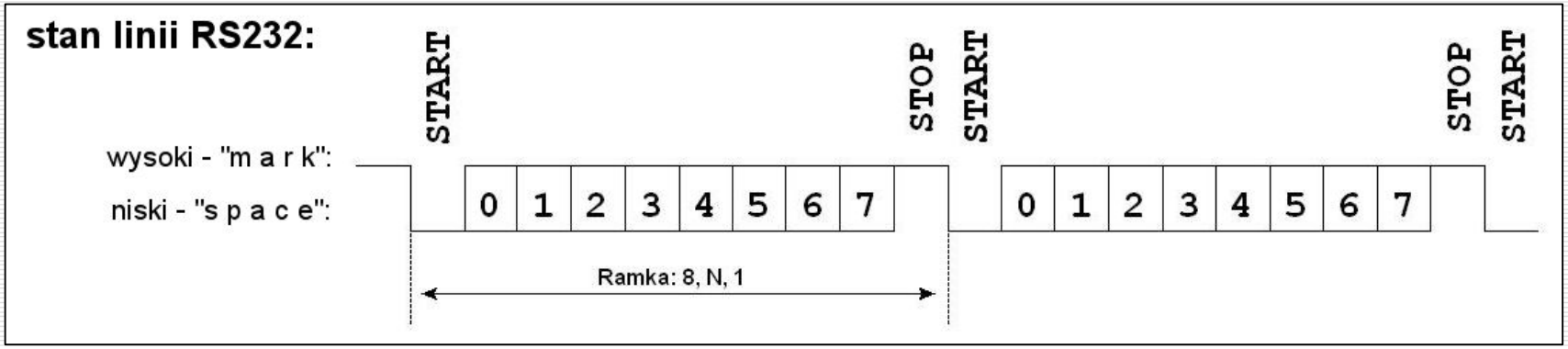
Informacje: układ USART



- **<u>USART</u> – skrót od *Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter* – jest to sprzętowy kontroler transmisji szeregowej, który zamienia dane równoległe (wpisywane do rejestru) na postać szeregową, która wysyłana jest do odbiornika, np. poprzez RS232 (po zmianie poziomów logicznych).**

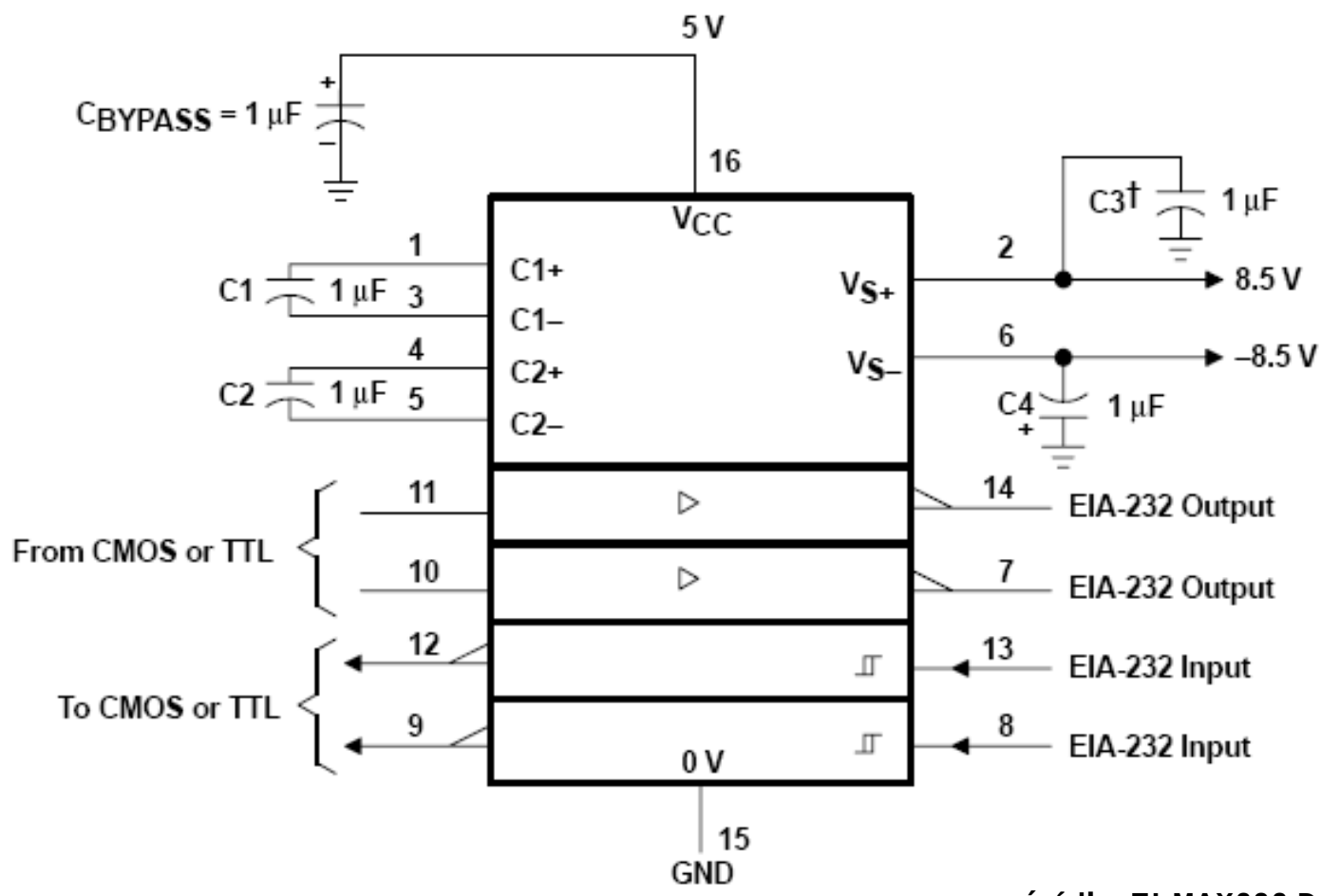
- **USART wykonuje wszelkie zadania: synchronizację, sprawdzanie parzystości i inne niezbędne podczas transmisji.**

Informacje: RS232 – specyfikacja



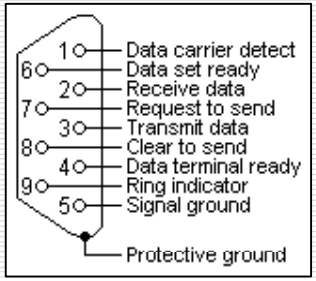
- **Brak sygnału synchronizującego upraszcza znacznie transmisję, ale koniecznie należy pamiętać, że:**
  - **bity wysyłane są z daną częstotliwością (baud rate) i ta musi być jednakowa dla odbiornika i nadajnika,**
  - **odbiornik może zacząć odbiór w nieodpowiednim momencie, (rozsynchronizowanie) - na ponowną synchronizację potrzeba czasu,**
  - **potrzebne są dodatkowe bity aby właściwie zaznaczyć początek i koniec właściwych danych.**
- **W tym celu protokół określa następujące bity dodawane do transmitowanych danych: bit startu, bit parzystości, bit stopu**

Układ aplikacyjny układu MAX232



źródło: TI MAX232 Datasheet

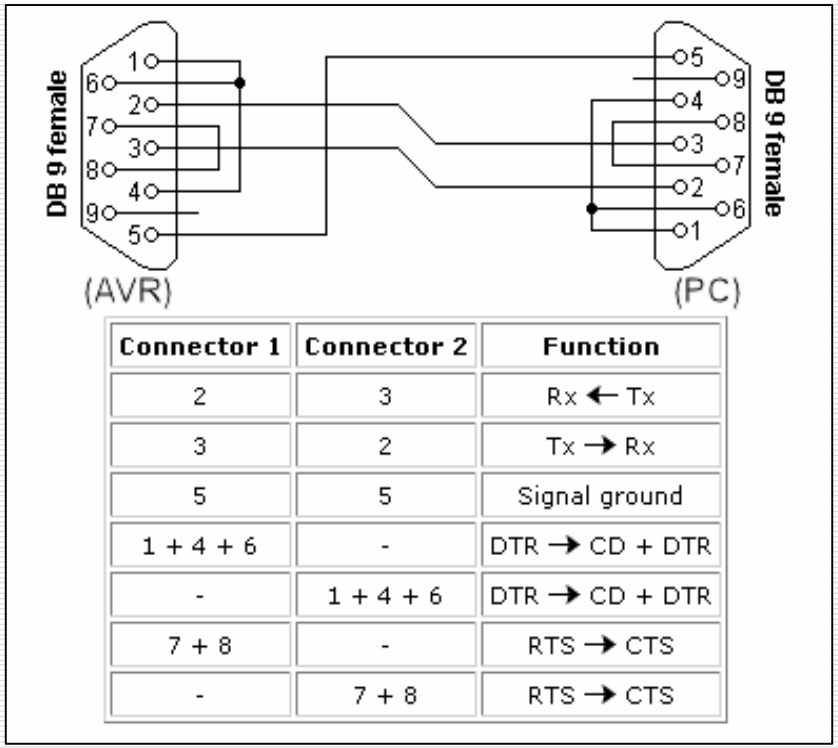
Informacje: RS232 - fizycznie



- **Połączenie z PC:**
  - **fizyczny rozkład wyprowadzeń gniazda DB9,**

oznacz.:	nazwa	opis	wypr.:
TXD	transmitted data	dane nadawane z DTE do DCE, przy braku transmisji stan MARK	3(M), 2(F)
RXD	received data	dane odbierane przez DTE z DCE, przy braku transmisji stan MARK	2(M), 3(F)
RTS	request to send	żądanie nadawania, sygnalizuje gotowość DTE	7
CTS	clear to send	gotowość do odbioru przez DCE	8
DSR	DCE ready	gotowość DCE do prowadzenia transmisji	6
DTR	DTE ready	gotowość DTE do prowadzenia transmisji	4
DCD	carrier detect	wykrycie nośnej, wykorzystywane przy modemach	1
SG	signal ground	masa sygnałowa, poziom odniesienia dla wszystkich sygnałów	5
RI	ring indicator	sygnał dzwonienia, gdy DTE jest modemem	9
GND	signal ground	masa sygnałowa dla wszystkich linii	5

Informacje: RS232 - fizycznie



Connector 1	Connector 2	Function
2	3	Rx ← Tx
3	2	Tx → Rx
5	5	Signal ground
1 + 4 + 6	-	DTR → CD + DTR
-	1 + 4 + 6	DTR → CD + DTR
7 + 8	-	RTS → CTS
-	7 + 8	RTS → CTS

- **Połączenie z PC: połączenie null-modem**
  - **najłatwiejszy sposób na połączenie dwu urządzeń przez RS232 – do transmisji wykorzystywane są jedynie linie Tx (3), Rx (2) oraz GND - signal ground (5),**
  - **zwarte sygnały kontroli transmisji – zakładamy, że zarówno odbiornik, jak i nadajnik są zawsze gotowe do wymiany danych.**

Informacje: RS232 - fizycznie

RS232 voltage values

Level	Transmitter capable (V)	Receiver capable (V)
Logical 0 space state	+5 ... +15	+3 ... +25
Logical 1 mark state	-5 ... -15	-3 ... -25
Undefined	-	-3 ... +3

RS232 cable length according to Texas Instruments

Baud rate	Maximum cable length (ft)
19200	50
9600	500
4800	1000
2400	3000

- **Napięcia na liniach:**
  - **Stan wysoki (mark state) - napięcie ujemne,**
  - **Stan niski (space state) - napięcie dodatnie**

Napięcia te mają wpływ na maksymalną długość kabla, szybkość transmisji a przede wszystkim na mogące wystąpić błędy (np. przy zakłóceniach występujących w przemyśle lepszym rozwiązaniem jest RS485).

- **Długość linii RS232:**
  - **Standard określa jednoznacznie: 50m.**
  - **Zmniejszając baud rate można jednak kabel wydłużyć – wg tabeli.**

Kod przykładowy: Inicjalizacja

```
// !-- 1 --!
#define FOSC 14745600   // Clock Speed
#define BAUD 9600
#define MYUBRR FOSC/16/BAUD-1

void main( void ) {
     ...
     USART_Init ( MYUBRR );
     ...
}

void USART_Init( unsigned int ubrr) {

     // !-- 2 --!
     UBRRH = (unsigned char)(ubrr>>8);
     UBRRL = (unsigned char)ubrr;

     // !-- 3 --!
     UCSRB = (1 << RXEN)|(1 << TXEN);

     // !-- 4 --!
     UCSRC = (1<<URSEL)|(3<<UCSZ0);
}
```

Komentarz do kodu:

1. **Definiując odpowiednie FOSC (podane w Hz) oraz BAUD unikamy szukania odpowiedniej wartości w tabelach na str. 159,**

Inicjalizacja USART:

2. **ustawiamy odpowiednią prędkość transmisji (przekazaną w definicji MYUBRR przy wywołaniu funkcji inicjalizacji),**
3. **włączamy odbiornik oraz nadajnik USARTu,**
4. **konfigurujemy parametry ramki interfejsu: 8 bitów danych, jeden bit stopu brak parzystości**

   UWAGA na bit URSEL!!!

źródło: ATmega8(L) Datasheet

Kod przykładowy: Transmisja

```
void USART_Transmit
        ( unsigned char data )
{
    // !-- 1 --!
    while ( !( UCSRA&(1<<UDRE)) )
        ;

    // !-- 2 --!
    UDR = data;
}
```

Funkcja wysyłająca pojedynczy bajt:

1. **Pooling bitu UDRE z rejestru UCSRA – oczekiwanie na zwolnienie bufora danych mikrokontrolera (zabezpieczenie przed zamazaniem nie wysłanych jeszcze danych),**
2. **Zapisanie danych do rejestru UDR – wysyłka następuje automatycznie.**

źródło: ATmega8(L) Datasheet

Kod przykładowy: Odbiór

```
unsigned char USART_Receive( void )
{
    // !-- 1 --!
    while ( !(UCSRA & (1<<RXC)) )
        ;

     // !-- 2 --!
    return UDR;
}
```

Funkcja odbierająca pojedynczy bajt:

1. **Pooling bitu RXC z rejestru UCSRA – oczekiwanie na zakończenie odbioru danych przez blok USART**

   UWAGA: gdy dane nie zostaną nadane mikrokontroler zatrzymuje się w tym punkcie.
2. **Odczyt odebranych danych z rejestru UDR oraz zwrócenie ich jako wartość funkcji.**

źródło: ATmega8(L) Datasheet

Więcej o UART / Serial Port

- Wikipedia EN:
  - http://en.wikipedia.org/wiki/RS-232
- Beyond Logic, Interfacing The RS232 / Serial Port:
  - http://www.beyondlogic.org/serial/serial.htm
- Introduction to Serial Communications:
  - http://www.taltech.com/resources/intro-sc.html
- RS232 Tutorial:
  - http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html