Systemy wbudowane

Wykład 6 - transmisje szeregowe: UART i pochodne

Przemek Błaśkiewicz

22 kwietnia 2018

Notes

Komunikacja szeregowa

`http://websdr.org`

Notes

Rodzaje transmisji

simplex/sympleks

Komunikacja taka, że Rx i Tx są niewymienne: jednokierunkowa.

Notes

Rodzaje transmisji

simplex/sympleks

Komunikacja taka, że Rx i Tx są niewymienne: jednokierunkowa.

duplex/dupleks

Komunikacja, gdzie Rx i Tx zamieniają się rolami: dwukierunkowa.

Notes

Rodzaje transmisji

simplex/sympleks

Komunikacja taka, że Rx i Tx są niewymienne: jednokierunkowa.

duplex/dupleks

Komunikacja, gdzie Rx i Tx zamieniają się rolami: dwukierunkowa.
Półdupleks (half duplex): komunikacja jest naprzemienna.

Notes

Rodzaje transmisji

simplex/sympleks

Komunikacja taka, że Rx i Tx są niewymienne: jednokierunkowa.

duplex/dupleks

Komunikacja, gdzie Rx i Tx zamieniają się rolami: dwukierunkowa.
Półdupleks (half duplex): komunikacja jest naprzemienna.
Pełny dupleks (full duplex): komunikacja w obie strony jest niezależna

Notes

UART

Notes

UART

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter

Notes

UART

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
- służy do przesyłania informacji bit po bicie (na jednej linii)

Notes

UART

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
- służy do przesyłania informacji bit po bicie (na jednej linii)
- posiada bufory we/wy dla wygody szybszych transmisji

Notes

UART

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
- służy do przesyłania informacji bit po bicie (na jednej linii)
- posiada bufory we/wy dla wygody szybszych transmisji
- odciąża procesor w zadaniu komunikacji

Notes

UART

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
- służy do przesyłania informacji bit po bicie (na jednej linii)
- posiada bufory we/wy dla wygody szybszych transmisji
- odciąża procesor w zadaniu komunikacji
- *nie* zajmuje się poziomami logicznymi/napięciowymi na liniach

Notes

UART

- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
- służy do przesyłania informacji bit po bicie (na jednej linii)
- posiada bufory we/wy dla wygody szybszych transmisji
- odciąża procesor w zadaniu komunikacji
- *nie* zajmuje się poziomami logicznymi/napięciowymi na liniach
- RS-232, RS-485, IrDA, Bluetooth tryb SPP, modem

Notes

UART - wnętrzności

"Paczka danych":

Notes

UART - wnętrzności

"Paczka danych":

- bit START

Notes

UART - wnętrzności

"Paczka danych":

- bit START
- 5,6,7 lub 8 bitów DANYCH

Notes

UART - wnętrzności

"Paczka danych":

- bit START
- 5,6,7 lub 8 bitów DANYCH
- 1 bit PARZYSTOŚCI (opcjonalnie)

Notes

UART - wnętrzności

"Paczka danych":

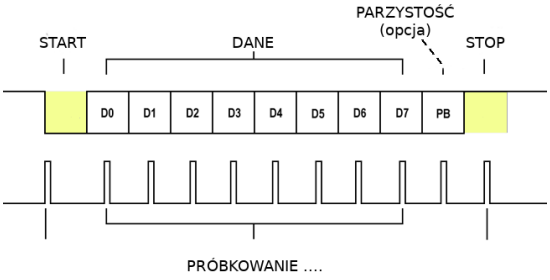
- bit START
- 5,6,7 lub 8 bitów DANYCH
- 1 bit PARZYSTOŚCI (opcjonalnie)
- 1, 1.5 lub 2 bity STOP

Notes

UART - wnętrzności

"Paczka danych":

- bit START
- 5,6,7 lub 8 bitów DANYCH
- 1 bit PARZYSTOŚCI (opcjonalnie)
- 1, 1.5 lub 2 bity STOP



Notes

Bit parzystości parzystej i nieparzystej

Bit parzystości

Przyjmuje 0 dla **parzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

Notes

Bit parzystości parzystej i nieparzystej

Bit parzystości

Przyjmuje 0 dla **parzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

Bit nieparzystości

Przyjmuje 0 dla **nieparzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

Notes

Bit parzystości parzystej i nieparzystej

Bit parzystości

Przyjmuje 0 dla **parzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

Bit nieparzystości

Przyjmuje 0 dla **nieparzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

Notes

Bit parzystości parzystej i nieparzystej

Bit parzystości

Przyjmuje 0 dla **parzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

Bit nieparzystości

Przyjmuje 0 dla **nieparzystej** liczby jedynek w słowie, 1 w p.p.

```
function mxor(signal A : std_logic_vector)
return std_logic
is
  variable tmp : std_logic;
begin
  tmp := '0';
  for i in A'range loop
     tmp := tmp xor A(i);
  end loop;
  tmp := tmp xor '0';
  return tmp;
end mxor;
```


Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).

Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"

Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"
- dane do wysłania wchodzą równolegle do UART → rejestr przesuwny

Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"
- dane do wysłania wchodzą równolegle do UART → rejestr przesuwny
- wysyłany jest bit START (Lo)

Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"
- dane do wysłania wchodzą równolegle do UART → rejestr przesuwny
- wysyłany jest bit START (Lo)
- odbiornik wykrywa stan Lo jeśli linia jest przez min 1/2 czasu trwania bitu w stanie Lo

Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"
- dane do wysłania wchodzą równolegle do UART → rejestr przesuwny
- wysyłany jest bit START (Lo)
- odbiornik wykrywa stan Lo jeśli linia jest przez min 1/2 czasu trwania bitu w stanie Lo
- przez ustaloną ilość bitów do odbioru medium jest samplowane mniej więcej w środku przedziału

Notes

Transmisja UART

baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"
- dane do wysłania wchodzą równolegle do UART → rejestr przesuwny
- wysyłany jest bit START (Lo)
- odbiornik wykrywa stan Lo jeśli linia jest przez min 1/2 czasu trwania bitu w stanie Lo
- przez ustaloną ilość bitów do odbioru medium jest samplowane mniej więcej w środku przedziału
- dane odebrane ładowane są do rejestru przesuwnego

Notes

Transmisja UART

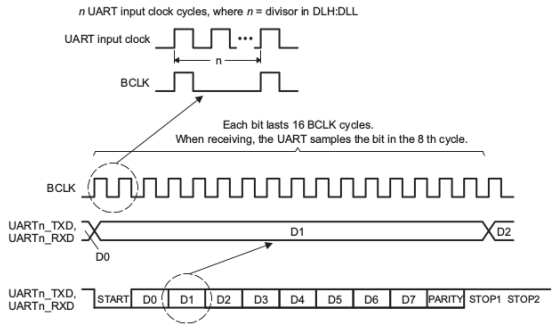
baud (Bd)

wym. bod – ilość *zmian* stanu medium na sekundę, związana z wysyłaniem symbolu kodowego (nie bitu informacji!).
W przypadku gdy symbol kodowy jest równoważny bitowi baud = bitrate.

- bezczynna linia jest w stanie "Hi"
- dane do wysłania wchodzą równolegle do UART → rejestr przesuwny
- wysyłany jest bit START (Lo)
- odbiornik wykrywa stan Lo jeśli linia jest przez min 1/2 czasu trwania bitu w stanie Lo
- przez ustaloną ilość bitów do odbioru medium jest samplowane mniej więcej w środku przedziału
- dane odebrane ładowane są do rejestru przesuwnego
- po odebraniu bitu STOP dane przesyłane są do rejestru odbiorczego

Notes

Transmisja UART



Notes

Transmisja UART

Table 2-1 Baud Rate Examples for 150-MHz UART Input Clock and 16× Oversampling Mode

Baud Rate	Divisor Value	Actual Baud Rate	Error (%)
2400	3906	2400.154	0.01
4800	1953	4800.372	0.01
9600	977	9595.701	-0.04
19200	488	19211.066	0.06
38400	244	38422.131	0.06
56000	167	56137.725	0.25
128000	73	129807.7	0.33
3000000	3	3125000	4.00

→ 150MHz, div=3906, oversampl=16, 7 bitów danych, 1 parzystości

Notes

Transmisja UART

Table 2-1 Baud Rate Examples for 150-MHz UART Input Clock and 16× Oversampling Mode

Baud Rate	Divisor Value	Actual Baud Rate	Error (%)
2400	3906	2400.154	0.01
4800	1953	4800.372	0.01
9600	977	9595.701	-0.04
19200	488	19211.066	0.06
38400	244	38422.131	0.06
56000	167	56137.725	0.25
128000	73	129807.7	0.33
3000000	3	3125000	4.00

→ 150MHz, div=3906, oversampl=16, 7 bitów danych, 1 parzystości

- $(150000000/3906)/16 = 2400.154$)

Notes

Transmisja UART

Table 2-1 Baud Rate Examples for 150-MHz UART Input Clock and 16× Oversampling Mode

Baud Rate	Divisor Value	Actual Baud Rate	Error (%)
2400	3906	2400.154	0.01
4800	1953	4800.372	0.01
9600	977	9595.701	-0.04
19200	488	19211.066	0.06
38400	244	38422.131	0.06
56000	167	56137.725	0.25
128000	73	129807.7	0.33
3000000	3	3125000	4.00

→ 150MHz, div=3906, oversampl=16, 7 bitów danych, 1 parzystości

- $(150000000/3906)/16 = 2400.154$)
- START+7*DATA+PARITY+STOP → 10 bitów

Notes

Transmisja UART

Table 2-1 Baud Rate Examples for 150-MHz UART Input Clock and 16× Oversampling Mode

Baud Rate	Divisor Value	Actual Baud Rate	Error (%)
2400	3906	2400.154	0.01
4800	1953	4800.372	0.01
9600	977	9595.701	-0.04
19200	488	19211.066	0.06
38400	244	38422.131	0.06
56000	167	56137.725	0.25
128000	73	129807.7	0.33
3000000	3	3125000	4.00

→ 150MHz, div=3906, oversampl=16, 7 bitów danych, 1 parzystości

- $(150000000/3906)/16 = 2400.154$)
- START+7*DATA+PARITY+STOP → 10 bitów
- 2400Bd → 2400 zmian (tu: bitów) na sekundę

Notes

Transmisja UART

Table 2-1 Baud Rate Examples for 150-MHz UART Input Clock and 16× Oversampling Mode

Baud Rate	Divisor Value	Actual Baud Rate	Error (%)
2400	3906	2400.154	0.01
4800	1953	4800.372	0.01
9600	977	9595.701	-0.04
19200	488	19211.066	0.06
38400	244	38422.131	0.06
56000	167	56137.725	0.25
128000	73	129807.7	0.33
3000000	3	3125000	4.00

$\rightarrow$ 150MHz, div=3906, oversampl=16, 7 bitów danych, 1 parzystości

- (150000000/3906)/16 = 2400.154)
- START+7*DATA+PARITY+STOP $\rightarrow$ 10 bitów
- 2400Bd $\rightarrow$ 2400 zmian (tu: bitów) na sekundę
- $2400\frac{bit}{sek}/10\frac{bit}{paczka} = 240\frac{paczka}{sek}$

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)
- USART

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)
- USART
  - synchronizuje Rx/Tx na podstawie ciągu danych

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)
- USART
  - synchronizuje Rx/Tx na podstawie ciągu danych
  - w trakcie braku transmisji potrzebne są "pingi" (ASCII SYN 0x16)

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)
- USART
  - synchronizuje Rx/Tx na podstawie ciągu danych
  - w trakcie braku transmisji potrzebne są "pingi" (ASCII SYN 0x16)
  - zwiększona przepustowość: brak START/STOP

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)
- USART
  - synchronizuje Rx/Tx na podstawie ciągu danych
  - w trakcie braku transmisji potrzebne są "pingi" (ASCII SYN 0x16)
  - zwiększona przepustowość: brak START/STOP
- DUART, OCTART

Notes

UART i inne

- sygnały komunikacyjne: RTS, CTS (handshake)
- USART
  - synchronizuje Rx/Tx na podstawie ciągu danych
  - w trakcie braku transmisji potrzebne są "pingi" (ASCII SYN 0x16)
  - zwiększona przepustowość: brak START/STOP
- DUART, OCTART
- bit-banging - software serial

Notes

RS-232

Notes

RS-232

- Jest to *standard połączenia* urządzeń (nazwy styków, poziom sygnałów)

Notes

RS-232

- Jest to *standard połączenia* urządzeń (nazwy styków, poziom sygnałów)
- Logiczne **1** jako napięcia od -3 do -15V, logiczne **0** jako 3 - 15V

Notes

RS-232

- Jest to *standard połączenia* urządzeń (nazwy styków, poziom sygnałów)
- Logiczne **1** jako napięcia od -3 do -15V, logiczne **0** jako 3 - 15V
- Typowo $\pm$ 5 V, $\pm$ 10 V, $\pm$ 12 V, $\pm$ 15 V

Notes

RS-232

- Jest to *standard połączenia* urządzeń (nazwy styków, poziom sygnałów)
- Logiczne **1** jako napięcia od -3 do -15V, logiczne **0** jako 3 - 15V
- Typowo $\pm$ 5 V, $\pm$ 10 V, $\pm$ 12 V, $\pm$ 15 V
- Potrzebne konwertery napięć!

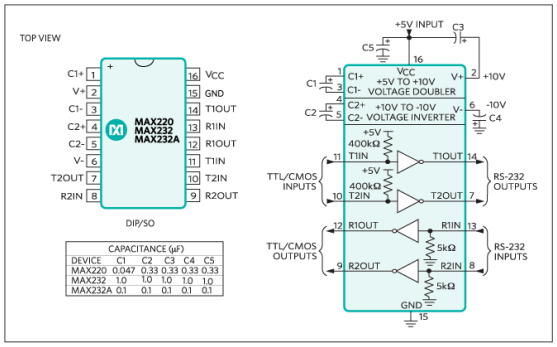
Notes

RS-232

- Jest to *standard połączenia* urządzeń (nazwy styków, poziom sygnałów)
- Logiczne **1** jako napięcia od -3 do -15V, logiczne **0** jako 3 - 15V
- Typowo $\pm$ 5 V, $\pm$ 10 V, $\pm$ 12 V, $\pm$ 15 V
- Potrzebne konwertery napięć!
- Wykorzystywane konwertery RS-232 $\leftrightarrow$ USB

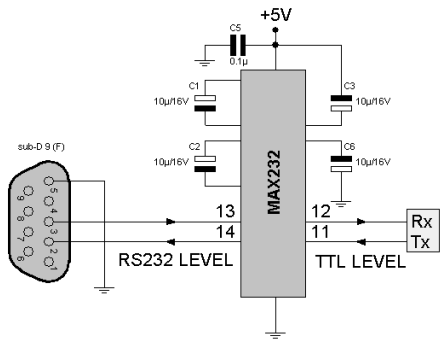
Notes

Rodzina MAXów

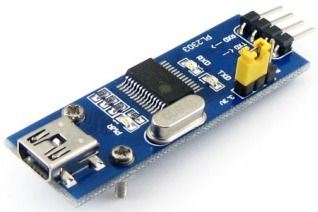


Notes

Rodzina MAXów



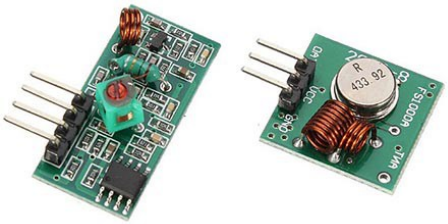
Notes



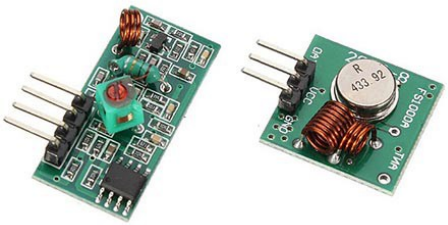
Notes

Inne protokoły... SPI, I^{2}C,one-wire, oraz kontrolery w następnych odcinkach

Notes



Notes



- Arduino + RF-433 + biblioteka RadioHead
- SDR: RTL8232U + gqrx (ew. GnuRadio)
- analizator stanów logicznych Saleae

Notes

Rzeczy do zapamiętania

- rodzaje transmisji, Bd,
- UART: tryby, działanie, ramka danych
- "radzenie sobie" z RS-232

Notes

Notes

Notes

Notes