

Bezprzewodowe łącze laserowe

AVT-565



Bezprzewodowa transmisja danych cieszy się sporym zainteresowaniem, zwłaszcza użytkowników komputerów osobistych. Furorę robią zwłaszcza radiowe karty WiFi oraz - głównie w połączeniach pomiędzy budynkami - łącza optyczne. W artykule przedstawiamy jedną z wersji takiego łącza, możliwego do wykonania w warunkach amatorskich.

Rekomendacje: łącze może być szczególnie interesujące dla użytkowników komputerów oraz lokalnych sieci komputerowych, którzy zyskują możliwość zdalnej, bezprzewodowej wymiany danych bez konieczności ponoszenia dużych kosztów.

Rozwój urządzeń radiowych do transmisji danych spowodował, że łącza laserowe ostatnio straciły na popularności.

Łącza zarówno radiowe, jak i optyczne mają zalety i wady. Zasadniczymi wadami łącza laserowego są: konieczność zastosowania precyzyjnego układu pozycjonowania, zaawansowanego układu optycznego, a także duży wpływ warunków atmosferycznych na jakość transmisji. Z kolei zaletą jest możliwość uzyskania szerokiego kanału transmisyjnego - praktycznie od 0Hz do 1GHz - możliwego do wykonania w warunkach amatorskich, a także brak wymogu posiadania zezwolenia na prowadzenie transmisji, jak również możliwość pracy nieograniczonej liczby nadajników w tym samym obszarze.

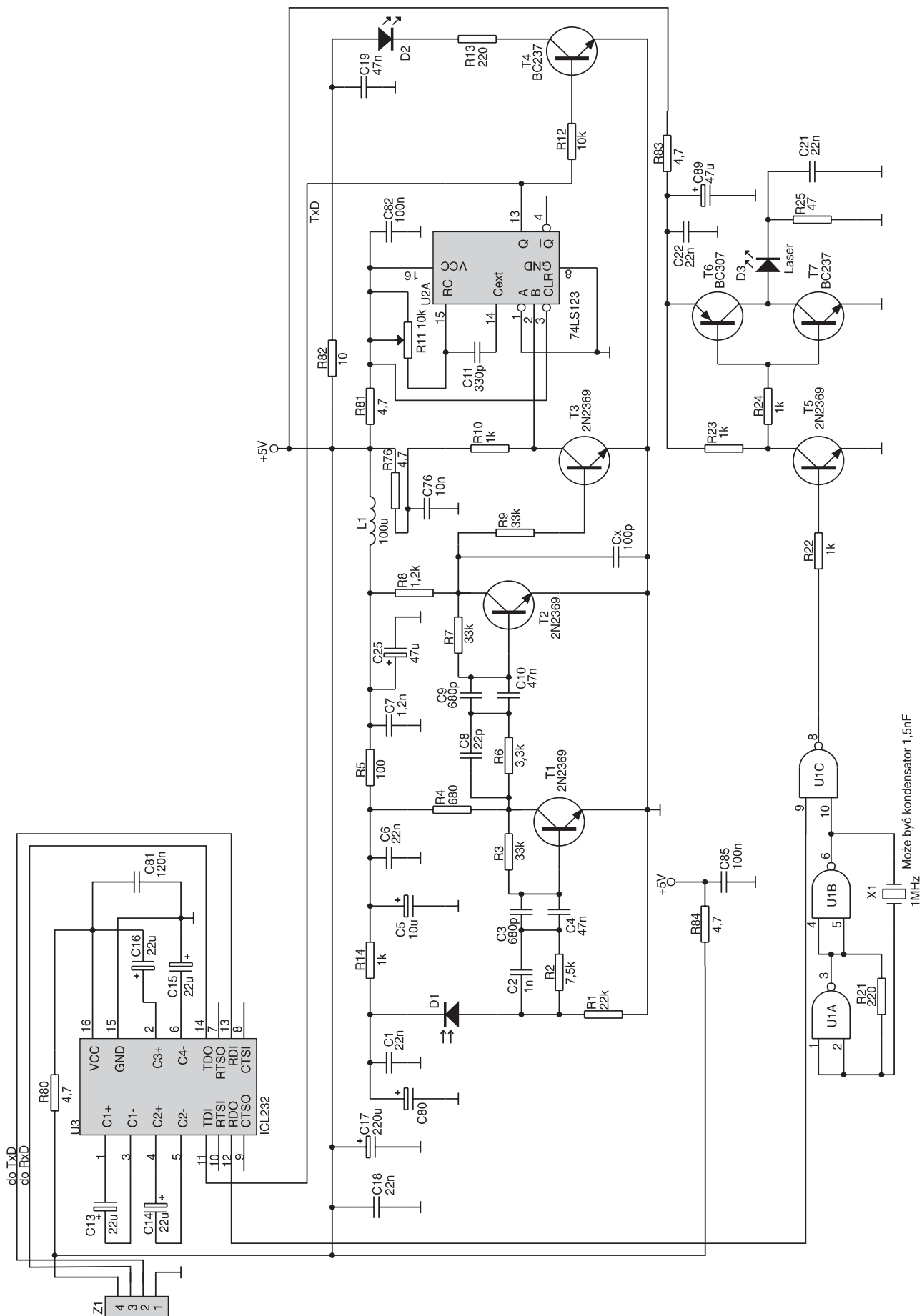
Opis układu

Prezentowany transceiver laserowy wykorzystuje modulację ASK. Jest on przystosowany do transmisji danych z prędkością od 0 do 115200 b/s na odległość do ok. 100 m bez konieczności sto-

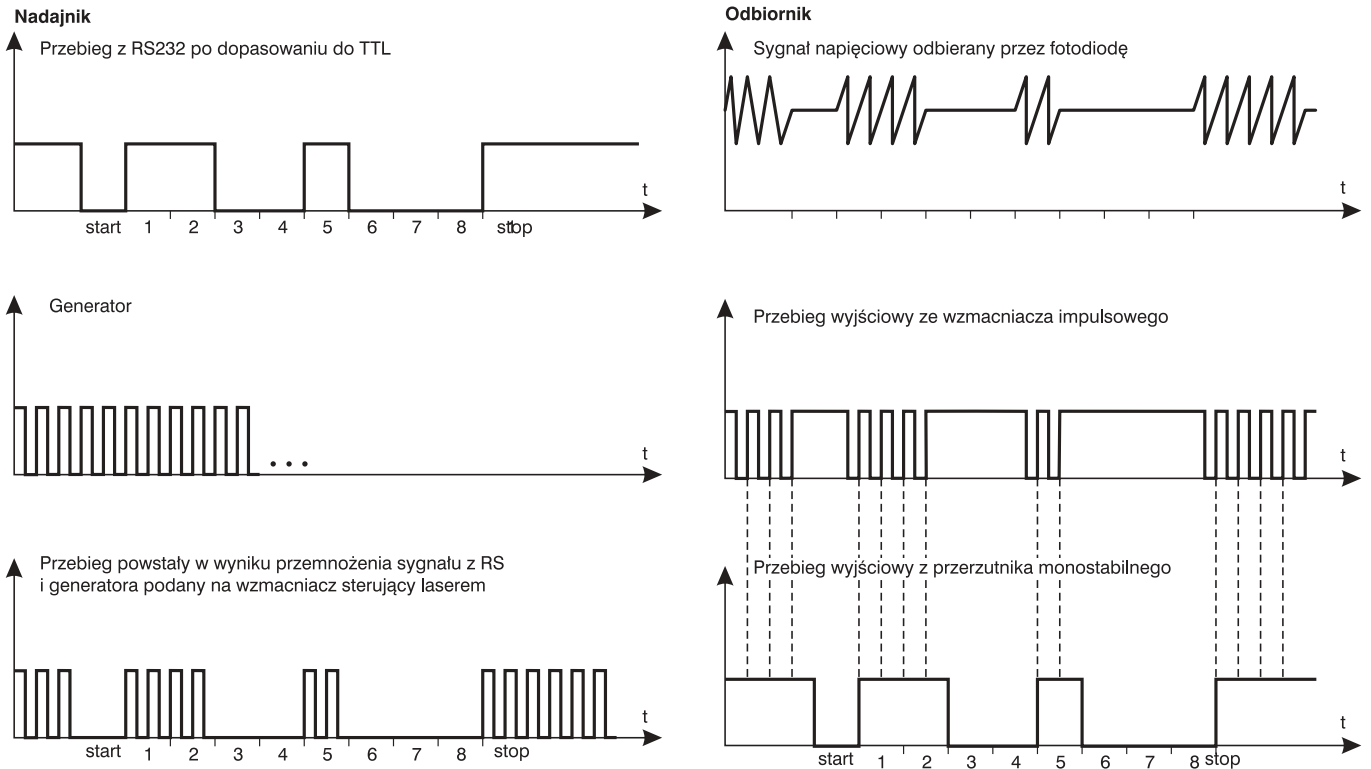
sowania układu optycznego, a z układem optycznym maksymalny zasięg wzrasta do ok. 1000 m.

Transceiver został zaprojektowany do współpracy z portem COM, ale również dobrze nadaje się do wykorzystania w systemach mikroprocesorowych - konieczna jest tylko zmiana wartości niektórych elementów. W takich aplikacjach maksymalna prędkość transmisji może wynosić 1 Mb/s (niektóre COM-y, jak i przejściówki RS232<->USB - na przykład opisana w EP, wykonana na układzie FT8U232 - mogą pracować z prędkością do 921600 b/s). Nie są to oszałamiające parametry, ale - na przykład - do udostępniania połączenia internetowego całkowicie wystarczające. Jeżeli dodam, że do wykonania toru transmisyjnego składającego się z dwóch transceiverów wystarczy kilkadziesiąt złotych oraz jeden wieczór, to czyni ten układ niezwykle atrakcyjnym, zwłaszcza gdy chcemy połączyć się z kolegą z jednego z okolicznych bloków czy domów, aby na przykład zdalnie sobie pograć w Quake'a.

Łącze zbudowano w oparciu o popularne, ogólnie dostępne



Rys. 1. Schemat elektryczny transceivera laserowego



Rys. 2. Przebiegi czasowe w wybranych punktach nadajnika i odbiornika

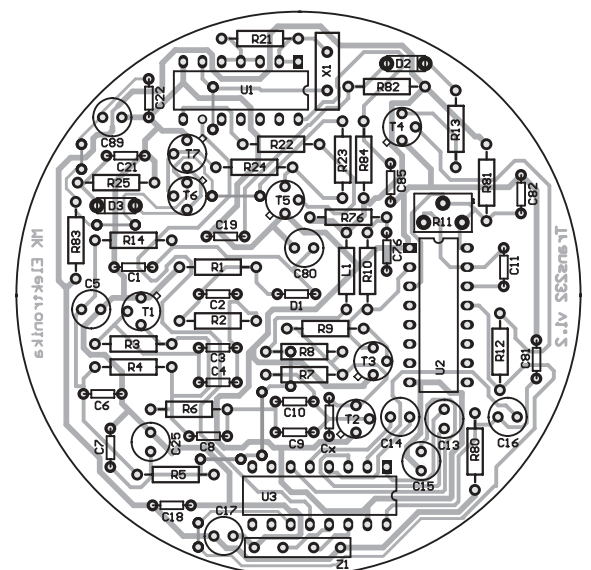
układy. Jego schemat elektryczny pokazano na **rys. 1**.

Zacznijmy od nadajnika: sygnał z linii TxD interfejsu RS232 jest zamieniany w układzie U3 (MAX232) na sygnał zgodny ze standardem TTL. Sygnał ten kluczuje (na bramce U1C) generator wykonany na dwóch bramkach U1A i U1B, który generuje przebieg prostokątny o częstotliwości ok. 1 MHz (dla prędkości transmisji 115200 b/s). W generatorze zastosowałem kondensator zamiast rezonatora kwarcowego lub ceramicznego, gdyż cena rezonatora dla tej częstotliwości jest wysoka, a duża stabilność częstotliwości nie jest konieczna. W ten prosty sposób otrzymujemy zmodulowany przebieg ASK, który jest następnie podany na wzmacniacz końcowy (wykonany na tranzystorach T5, T6 i T7) sterujący laserem. Tranzystory T6 i T7 są jednocześnie otwierane na bardzo krótką chwilę, co powoduje przepływ prądu o dużym natężeniu, zapewniający otrzymanie dobrego prostokątnego przebiegu wyjściowego. Zastosowanie modulacji ASK pozwala ograniczyć w dużym stopniu wpływ warunków atmosferycznych takich jak zmiana nasłonecznienia czy zamglenie.

Działanie układu zilustrowano przedstawionymi na **rys. 2** przebiegami w charakterystycznych punktach nadajnika i odbiornika.

Teraz nieco o odbiorniku: zmodulowany sygnał świetlny trafia na fotodiode D1, powodując zmianę prądu płynącego przez diodę i w konsekwencji spadek napięcia na rezystorze R1. Sygnał ten jest formowany do poziomów TTL w klasycznym trójstopniowym wzmacniaczu impulsowym (tranzystory T1, T2, T3). Układ U2 (74LS123) jest przerzutnikiem monostabilnym z możliwością wydłużenia impulsu (retrygerowalny). Jego zadaniem jest demodulacja sygnału, polegająca na sklejeniu kolejnych impulsów przedłużania ich czasu trwania o tyle, ile wynosi okres impulsów generowanych przez generator nośnej nadajnika. Do ustalenia tego czasu służy obwód RC: R11, C11. Strojenia dokonujemy, kręcąc potencjometrem precyzyjnym R11.

Dioda LED D2 ma za zadanie sygnalizować wykrycie fali nośnej. Jej świecenie oznacza, że wiązkę promienia lasera współpracującego nadajnika skierowaliśmy na fotodiode. Po drugim stopniu wzmacniacza impulsowego umieściłem kondensator Cx o pojemności 100 pF, którego zadaniem jest zmniejszenie, i to dość znaczne, czułości wzmacniacza po to, aby można było zasilić układ



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

bezpośrednio z portów komputera, jak również umożliwić pracę w trybie fullduplex. Zmniejszenie czułości pociągnęło za sobą zmniejszenie osiągalnych odległości.

Jeżeli konieczne jest zwiększenie zasięgu, należy pracować w trybie halfduplex bądź zastosować separowane źródło zasilania, najlepiej baterie. Innym sposobem zwiększenia zasięgu jest zastosowanie soczewki skupiającej (wystarczy soczewka o średnicy 50 mm, by zwiększyć zasięg około 10-krotnie).

Montaż układu

Schemat montażowy transceivera pokazano na **rys. 3**. Ze względu na zastosowanie w nim standardowych elementów, montaż nie powinien następczym trudności nawet początkującym elektronikom. Kolejność montażu jest w zasadzie obojętna, ale warto rozpocząć od elementów o wymiarach o najmniejszych gabarytach. Warto także zwrócić uwagę na jakość montażu diody odbiorczej D1, której oś optyczna powinna być prostopadła do powierzchni płytki drukowanej. Na płycie drukowanej nie przewidziano miejsca na zamontowanie lasera, dzięki czemu można wykorzystać jego dowolny typ, ale wymaga to samodzielnego wykonania uchwytu z możliwością jego precyzyjnego pozycjonowania.

Zestrojenie obwodu R11, C11 nie wymaga dużej precyzji, ponieważ standardowy UART próbuje każdy bit 16 razy i na podstawie wartości 16 próbek określa, czy

odebrany bit ma wartość 0, czy 1. W praktyce nie ma więc większego znaczenia, jeżeli czas trwania bitu przedłużymy lub skrócimy o 1/16, a nawet 1/4.

Zasięg transmisji można zwiększyć również używając diod laserowych o mocy kilkudziesięciu mW, ale wówczas należy zachować ostrożność. W egzemplarzu modelowym wykorzystałem diody laserowe z chińskich wskaźników, które kupiłem za kilka złotych, a których moc nie przekracza 1 mW. Dzięki temu, że dioda laserowa jest zasilana impulsowo, jej moc w impulsie może być większa. Skierowanie centralnie promienia lasera na fotodiode z niewielkiej odległości (<10 m) może spowodować zatkanie (nasylenie) fotodiody, wówczas należy skierować promień na krawędź diody bądź zmniejszyć w nadajniku pojemność C21 oraz zwiększyć rezystancję R25 tak, by przy skierowaniu promienia lasera na fotodiode zaświeciła się dioda LED D2.

Parę słów dla tych Czytelników, którzy chcieliby zwiększyć prędkość transmisji do 1 Mb/s. Po pierwsze, należy zwiększyć częstotliwość generatora do ok. 5 MHz, zmniejszyć pojemności Cx do 30 pF oraz C11 do 68 pF, a także użyć zamiast układu MAX232 szybszych konwerterów RS232 <->TTL (takich jak np. MAX3225E lub MAX3227E). Wiąże się to z niewielką przeróbką płytki.

Transceiver podczas pracy wykorzystuje tylko linie RxD oraz TxD. Pozostałe sygnały łącza RS232 w komputerze należy połą-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 22kΩ
R2: 7,5kΩ
R3, R7, R9: 33kΩ
R4: 680Ω
R5: 100Ω
R6: 3,3kΩ
R8: 1,2kΩ
R10, R14, R22...R24: 1kΩ
R11, R12: 10kΩ
R13, R21: 220Ω
R25: 47Ω
R76, R80, R81, R83, R84: 4,7Ω
R82: 10Ω

Kondensatory

C1, C6, C18, C21, C22: 22nF
C2: 1nF
C3, C9: 680pF
C4, C10, C19.: 47nF
C5: 10μF/16V
C7: 1,2nF
C8: 22pF
C11: 330pF
C13...C16: 22μF/16V
C17: 220μF/16V
C25, C89: 47μF/16V
C76: 10nF
C81: 120nF
C82, C85: 100nF
Cx: 100pF

Półprzewodniki

T1, T2, T3, T5: 2N2369
T4, T7: BC237
T6: BC307
U2: 74LS123
U3: ICL232

Różne

X1: 1MHz
L1: 100μH

czyć następująco: RTS (styk 7) z DTC (styk 8), a DSR (styk 6), DCD (styk 1) i DTR (styk 4) należy połączyć razem. Zalecam takie połączenie, by móc korzystać z bezpośredniego połączenia kablowego (obsługiwanego standardowo przez Windows), jak i z innych programów wykorzystujących sygnały sterujące. Zasilane dla transceivera można pobrać z portu USB, złącza joysticka lub PS2.

Marek Kopeć

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: pcb.ep.com.pl oraz na płycie CD-EP2/2004B w katalogu PCB.