

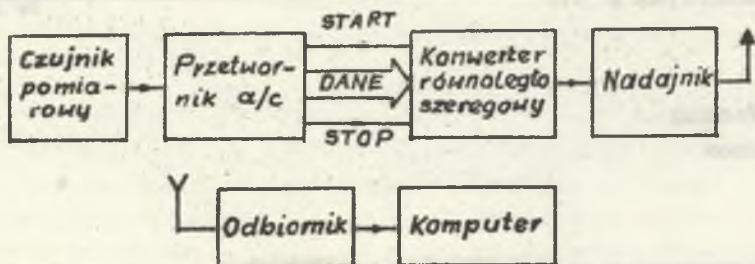
Eligiusz PASECKI

Tomasz LISON

ŁĄCZE TELEMETRYCZNE PRZETWORNIKA ANALOGOWO-CYFROWEGO Z KOMPUTEREM

Streszczenie. W artykule opisany jest układ łącza telemetrycznego do transmisji danych pomiarowych, współpracującego z 8-bitowym przetwornikiem analogowo-cyfrowym. Dane wyjściowe przetwornika analogowo-cyfrowego są przetwarzane w konwerterze równoległo-szeregowym w sygnał zerojedynkowy. Sygnał ten moduluje częstotliwościowo falę nośną nadajnika. W odbiorniku odtwarzany jest sygnał zerojedynkowy i doprowadzany do wejścia szeregowego komputera. Zastosowano asynchroniczną transmisję danych. Konwerter ponadto generuje bit parzystości oraz kształtuje 12-bitowe słowa kodowe. Tworzone są grupy słów kodowych rozdzielonych wyróżnionym sygnałem. Opisany w artykule układ łącza telemetrycznego cechuje duża odporność na zakłócenia radioelektryczne.

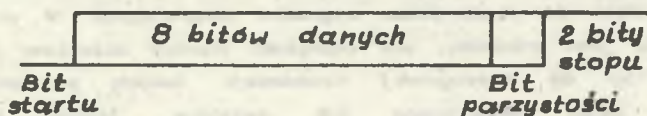
Obecnie coraz częściej do analizy danych pomiarowych stosuje się komputery. W tym celu mierzona wielkość analogowa przetwarzana jest na cyfrową za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego (a/c). Jeżeli odległość między przetwornikiem a/c i komputerem jest mała, to dane pomiarowe oraz sygnały sterujące mogą być przesyłane łączem równoległym. Przy większych odległościach między nieruchomym obiektem badanym i komputerem można zastosować szeregową transmisję danych za pomocą linii przesyłowej oraz dodatkowych linii do przesyłania sygnałów sterujących. W przypadku, gdy obiekt badany jest ruchomy, ale odległość między obiektem i komputerem jest mała, to do szeregowej transmisji danych pomiarowych można wykorzystać łącze akustyczne lub świetlne. Jednak przy dużych odległościach między obiektem i komputerem wykorzystanie tego rodzaju łącz jest trudne. Wówczas dane pomiarowe z przetwornika a/c przesyłane są do komputera łączem radiowym. Schemat blokowy łącza przedstawiony jest na rys.1. Mierzona czujnikiem pomiarowym wielkość analogowa jest przetwarzana w przetworniku a/c na wielkość cyfrową i doprowadzona łączem równoległym do konwertera równoległo-szeregowego. W konwerterze dane pomiarowe przetwarzane są w ciągi impulsów zerojedynkowych modulujących falę nośną nadajnika. Odebrane przez odbiornik sygnały są przetwarzane w takie same ciągi impulsów zerojedynkowych i doprowadzone do wejścia szeregowego komputera.



Rys.1. Schemat blokowy łącza telemetrycznego
 Fig.1. Block diagram of the telemetric link

Poważną wadą przesyłania danych pomiarowych za pomocą fali elektromagnetycznej jest duża wrażliwość łącza na zakłócenia radioelektryczne pochodzące od silników spalinowych, silników elektrycznych lub sieci energetycznej. Przy transmisji danych pomiarowych obiektów ruchomych mogą pojawić się zaniki sygnału spowodowane ukształtowaniem terenu. Rozwiązania układowe minimalizujące wpływ zakłóceń na transmisję danych pomiarowych mogą być różne. Ograniczeniem w wyborze układu łącza jest to, że dla wielu zastosowań praktycznych część nadawczą łącza powinny cechować możliwie małe wymiary geometryczne i masa oraz energooszczędność.

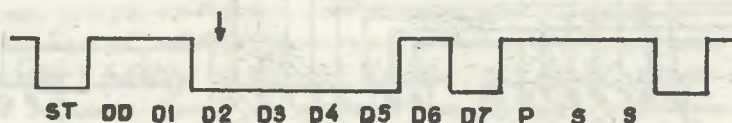
Często stosowanym sposobem ograniczenia wpływu zakłóceń impulsowych na transmisję danych cyfrowych jest sprawdzanie parzystości jedynek logicznych w transmitowanych słowach kodowych. Prawdopodobieństwo pojawienia się dwóch lub więcej impulsów zakłócających przypadających na jedno słowo kodowe jest małe. Format słowa kodowego dla kodu dwójkowego naturalnego i asynchronicznej transmisji danych przedstawiony jest na rys.2.



Rys.2. Format słowa kodowego
 Fig.2. Word code format

Format ten przewiduje współpracę łącza telemetrycznego z 8-bitowym przetwornikiem a/c. Dla wielu zastosowań technicznych wystarczająca jest dokładność przetwarzania, jaką zapewnia 8-bitowy przetwornik a/c. Zachowując ten sam format słowa kodowego oraz dokonując odpowiednich zmian w układzie konwertera, łącze może współpracować z przetwornikiem a/c o większej liczbie bitów.

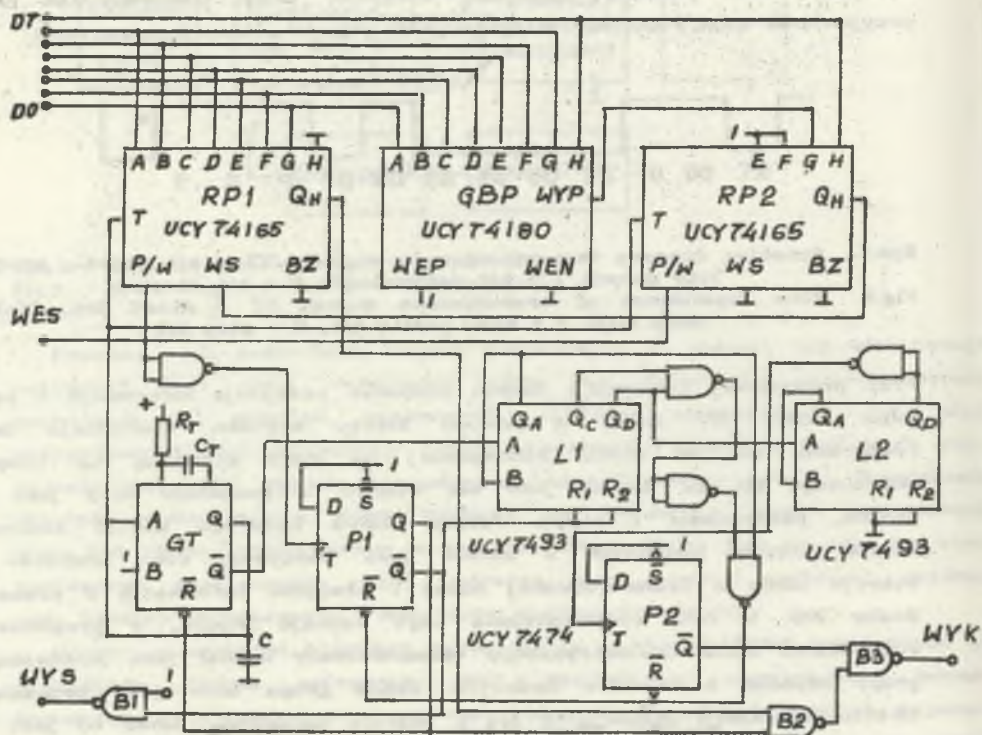
Przy transmisji danych pomiarowych łączem radiowym mogą wystąpić krótkotrwałe zaniki sygnału, a ponowne przesyłanie danych może rozpocząć się w dowolnej chwili czasowej. Wówczas komputer może interpretować błędnie przyjmowane dane. Przykład takiego sygnału przedstawiony jest na rys.3.



Rys.3. Przebieg czasowy transmitowanego sygnału; ST - bit startu, D0+D7 - bity danych, P - bit parzystości, S - bit stopu
 Fig.3. Time dependence of transmission signal; ST - start bit, D0+D7 - data bits, P - even parity bit, S - stop bit

Przy prawidłowej transmisji danych komputer przyjmuje informację o przesłaniu liczby 67. Jeżeli z powodu zaniku sygnału, transmisja danych rozpocznie się od chwili zaznaczonej na rys.3 strzałką, to komputer potraktuje bit D2 danych jako bit startu, a pozostałe bity jako bity danych, parzystości i stopu. Format słowa kodowego został zachowany, liczba jedynek logicznych w słowie jest parzysta, więc komputer nie wykryje błędu w transmitowanej danej i przyjmie informację o przestaniu liczby 232. W celu wyeliminowania tego rodzaju błędów, w proponowanym rozwiązaniu łącza telemetrycznego transmitowany sygnał jest podzielony na grupy złożone z 16 słów kodowych. Każda grupa słów jest przedzielona 12-bitowym słowem składającym się z jedynek logicznych. Słowo to jest inne od wszystkich możliwych słów kodowych transmitowanych danych. Po każdym zaniku sygnału komputer rozpoczyna wpisywanie danych dopiero do pojawienia się tego wyróżnionego słowa kodowego. Można stosować podział sygnału na grupy o dowolnej liczbie słów kodowych. Proponowany podział na grupy składające się z 16 słów wydaje się być optymalny. Nie powoduje znacznego zmniejszenia się szybkości transmisji danych oraz zbyt długiej przerwy w transmisji po zaniku sygnału.

Układ konwertera równoległo-szeregowego realizującego przyjęty sposób transmisji danych cyfrowych przedstawiony jest na rys.4. Ponieważ słowo kodowe składa się z 12 bitów, w układzie konwertera zastosowano dwa ośmio-bitowe rejestry przesuwające z wejściami równoległymi (RP1 i RP2). Kontrolę parzystości (lub nieparzystości) jedynek logicznych w bajcie danych realizuje generator bitu parzystości GBP. Układ ten generuje jedynekę logiczną doprowadzoną do wejścia G rejestru przesuwającego RP2, jeżeli liczba jedynek logicznych w bajcie danych jest nieparzysta. Zero logiczne bitu stopu ustalone jest na wejściu H rejestru przesuwającego RP1, a poziom wysoki wejść F i E rejestru przesuwającego RP2 ustala jedynekę logiczną dwóch bitów stopu.

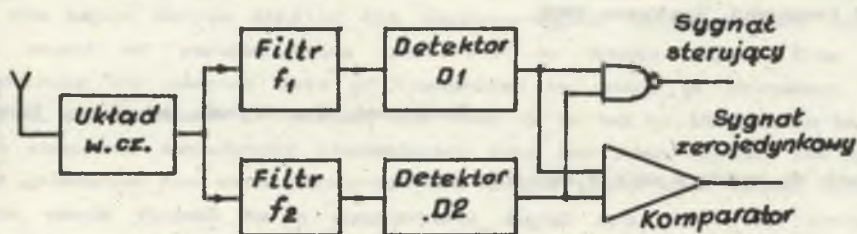


Rys.4. Układ konwertera równoległo-szeregowego
 Fig.4. Parallel-series converter circuit

Czas trwania impulsu pojedynczego bitu oraz szybkość transmisji danych określona jest stałą czasową $\tau = R_T C_T$ generatora taktu GT. Generator ten jest wykonany w oparciu o przerzutnik monostabilny połączony w układzie samowzbudnym. Po włączeniu napięcia zasilania, cykl pracy konwertera rozpoczyna się od doprowadzenia napięcia otwierającego bramkę B1. Wówczas na wyjściu sterującym WYS konwertera pojawia się impuls rozpoczynający pracę przetwornika a/c. Koniec przetwarzania przetwornika a/c sygnalizowany jest impulsem, który doprowadzony do wejścia sterującego WES konwertera powoduje przepisanie danych do rejestrów przesuwających, zmianę stanu przerzutnika P1 i uruchomienie generatora taktu GT. Impulsy taktujące doprowadzone do wejść zegarowych T rejestrów przesuwających powodują, że na wyjściu Q_H rejestru RP1 pojawiają się z częstotliwością taktowania kolejno impulsy odpowiadające bitom: startu, danych od D0 do D7, parzystości i stopu. Impulsy te, poprzez otwarte w tym czasie bramki B2 i B3.

doprowadzone są do wyjścia konwertera WYK. Impulsy taktujące zlicza licznik L1. Po zliczeniu 12 impulsów licznik ten zeruje przerzutnik P1. Wówczas zerowany jest licznik L1, blokowana jest bramka B2, przerywana jest praca generatora taktu oraz generowany jest impuls sterujący rozpoczynający kolejny cykl pracy przetwornika a/c. W czasie przetwarzania przetwornika a/c na wyjściu konwertera pojawia się stan niski sygnału (zero logiczne). Impulsy wyjściowe licznika L1 zlicza licznik L2. Po zliczeniu 16 impulsów licznik L2 powoduje zmianę stanu przerzutnika P2 i blokadę bramki B3. Po zliczeniu 12 impulsów taktujących przez licznik L1, przerzutnik P2 jest zerowany. W tym czasie na wyjściu konwertera jest wysoki stan sygnału odpowiadający jedynce logicznej. Z opisu zasady działania konwertera wynika, że realizuje on przyjętą formę słowa kodowego oraz sposób transmisji danych cyfrowych.

Sygnal wyjściowy z konwertera moduluje częstotliwościowo falę nośną nadajnika. Zmiana częstotliwości jest skokowa. Zeru logicznemu odpowiada częstotliwość f_1 , a jedynce logicznej częstotliwość f_2 . Przy impulsowej modulacji częstotliwości można stosować dużą dewiację częstotliwości. Tak zmodulowany sygnał jest stosunkowo szerokopasmowy w porównaniu z innymi rodzajami modulacji, ale za to jest odporny na zakłócenia. Na rys.5 przedstawiony jest schemat blokowy odbiornika.



Rys.5. Schemat blokowy odbiornika
Fig.5 Block diagram of the receiver

Odebrany sygnał jest przetwarzany i wzmacniany w układzie wielkiej częstotliwości (w.cz.), a następnie jest filtrowany za pomocą filtrów środkowo-przepustowych o częstotliwościach środkowych f_1 i f_2 . Na wyjściu detektora D1 pojawia się sygnał, gdy transmitowane jest zero logiczne. Natomiast na wyjściu detektora D2 występuje sygnał, gdy transmitowane jest jedynka logiczna. Sygnały wyjściowe z detektorów powodują, że na wyjściu komparatora pojawia się stan niski lub wysoki. Stany te odpowiadają zeru i jedynce logicznej transmitowanego sygnału. Brak sygnału na wyjściach detektorów świadczy o przerwie w transmisji danych. Stan ten służy do generacji sygnału sterującego prace komputera. Zasięg toru

nadawczo-odbiorczego zależy od mocy nadajnika, czułości odbiornika i warunków terenowych.

Łącze telemetryczne może być stosowane wszędzie tam, gdzie konieczny jest zdalny pomiar i bieżąca analiza wyników pomiaru lub cyfrowa rejestracja tych wyników. Zastosowanie multiplekserów w torze nadawczym i odbiorczym oraz dodatkowych sygnałów sterujących umożliwia wykorzystanie łącza do transmisji wielokanałowej. Przykładem takich zastosowań może być pomiar i analiza czynności biologicznych sportowców na stadionach sportowych w czasie treningów lub pomiar i badanie skażenia atmosfery za pomocą modeli latających.

LITERATURA

- [1] Raden M.: Systemy telekomunikacyjne analogowe i cyfrowe. WNT, Warszawa 1983.
- [2] Praca zbiorowa: Problemy transmisji danych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982.
- [3] Kulka Z., Libura A., Nadachowski M.: Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.
- [4] Misiurewicz P.: Układy mikroprocesorowe. WNT, Warszawa 1983.
- [5] Sasal W.: Układy scalone serii UCA 64/UCY 74. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Jerzy Jaskulski

Wpłynęło do redakcji dnia 3 kwietnia 1990 r.

Резюме

В статье представлена схема телеметрического канала связи для передачи измеряемых данных, работающая совместно с 8-битовым АЦП. Выходные данные АЦП трансформируются с помощью параллельно-последовательного преобразователя в двоичный сигнал. Этот сигнал частотно модулирует несущую волну передатчика. В приемнике происходит воспроизведение двоичного сигнала и подводится он к последовательному входу ЭВМ. Применена асинхронная передача данных. Преобразователь генерирует кроме того бит четности и формирует 12-битовые кодовые слова. Создаются группы кодовых слов, которые разделены выделенным сигналом. Схема, которая представлена в работе характеризует большая помехоустойчивость относительно радиоэлектрических помех.

TELEMETRIC LINK BETWEEN ANALOGUE - DIGITAL TRANSDUCER AND COMPUTER

Summary

The circuit of the telemetric link for transmission measurement data, which cooperates with 8-bit analog-digital transducer has been described in the paper. Output data of the analogue-digital transducer are converted by means of parallel-series converter in binary signal. This signal modulates the carrier wave of transmitter by means of frequency. Binary signal is reproduced in receiver and then it is led to the series input of the computer. Asynchronous transmission data has been applied. The converter generates the even parity bit and shapes 12-bit code words. Groups of code words divided by a discriminate signal are made. The circuit of telemetric link described in the paper is robust to radio-electric disturbances.