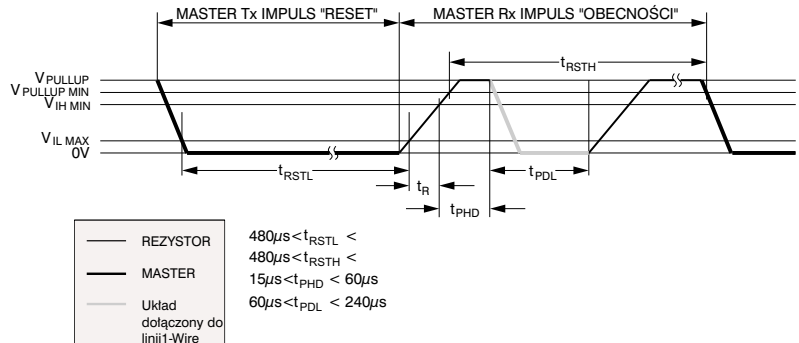


MicroLAN

Sieciowa wersja interfejsu 1-Wire

Sieci do przesyłania danych cyfrowych są zazwyczaj organizmami bardzo skomplikowanymi, wymagającymi stosowania zaawansowanych podzespołów i specjalnych rozwiązań systemowych. Znaczny wylom w takim rozumieniu sieci spowodował standard CANBus (pochodny I²C), a teraz MicroLAN opracowany na bazie interfejsu 1-Wire firmy Dallas.



Rys. 1.

Standard 1-Wire opisywaliśmy na łamach EP wielokrotnie w związku z wykorzystywanymi przez nas w projektach układami: DS1990 („pastyłki“ do immobilizerów), DS1991/92 („pastyłki“ z dodatkową pamięcią), DS1820/21 (scalone termometry/termostaty) i DS2405 (programowane przełączni-

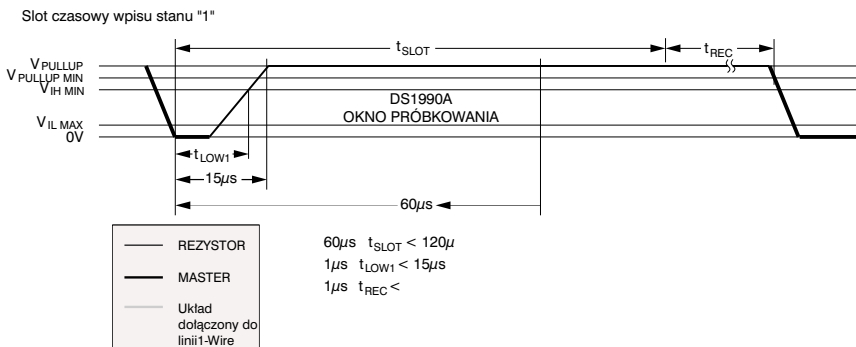
ki). Wymiana informacji pomiędzy układami wyposażonymi w interfejs 1-Wire przebiega w oparciu o jedną parę przewodów (dane i masa). Wiele układów z interfejsem 1-Wire jest ponadto zasilanych bezpośrednio z linii danych, dzięki czemu ich stosowanie w praktycznych aplikacjach jest nad wyraz komfortowe.

Krótkie przypomnienie: jak to się dzieje w 1-Wire?

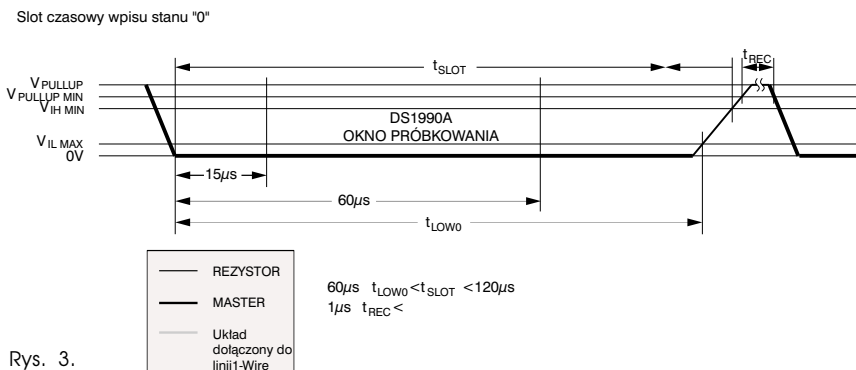
Ze względu na tylko jedną linię magistrali danych łączącej układy 1-Wire, twórcy interfejsu opracowali specjalny protokół zapewniający dość szybką, a przede wszystkim pewną wymianę danych pomiędzy układami.

Każda transmisja rozpoczyna się od wysłania przez sterownik *Master* impulsu zerującego (rys. 1), który jest dla układów *Slave* sygnałem o próbie nawiązania komunikacji. W odpowiedzi na pytanie *Mastera*, układy *Slave* wysyłają impuls potwierdzający (druga część przebiegu z rys. 1). Czasowe przebiegi procedur zapisu bitów o wartościach „1” i „0” przedstawiono na rys. 2 i rys. 3. Jak łatwo zauważyć, obydwie operacje inicjowane są wygenerowaniem przez *Mastera* impulsu startowego o niskim poziomie, po czym linia danych przyjmuje stan logiczny o wartości przewidzianej do przesłania od *Mastera* do *Slave'a*.

Także odczyt każdego bitu danych jest inicjowany przez *Mastera* i polega na wysłaniu krótkiego impulsu synchronizującego na początku każdego slotu transmisyjnego, po czym odczytuje on stan linii, której

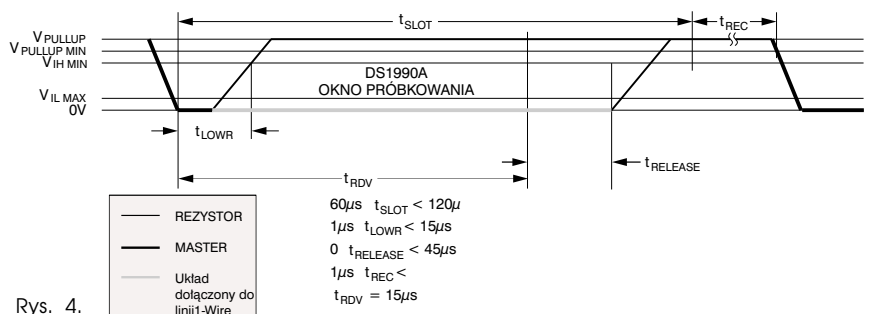


Rys. 2.



Rys. 3.

Slot czasowy odczytu bitu danej



Rys. 4.

poziom określa układ *Slave* (rys. 4). Na rys. 5 znajduje się schemat połączenia układu *Master* 1-Wire z układem *Slave*. Na wyjściu układów *Master* i *Slave* znajdują się tranzystory unipolarne z otwartym drenem, dzięki czemu możliwe jest dołączenie do jednej linii danych wielu układów równo-

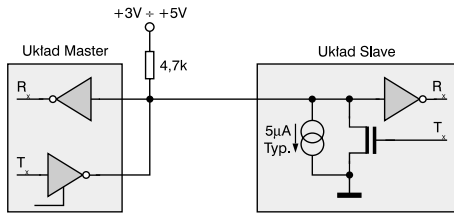
legle. Ich wyjścia tworzą funkcję logiczną AND, której stan wysoki wymusza zewnętrzny rezystor *pull-up*. Rezystor *pull-up* należy montować w bezpośrednim otoczeniu *Mastera*, co pozwala wykorzystać zasilacz *Mastera* do dostarczania prądu niezbędnego do pracy układów scalonych zasilanych bez-

pośrednio z linii danych. Na rys. 6 znajduje się uproszczony schemat obwodu wejścia/wyjścia układu zasilanego z linii danych (np. układ DS1990A). Pojemność wewnętrzznego kondensatora magazynującego ładunek niezbędny do pracy układu wynosi ok. 800pF.

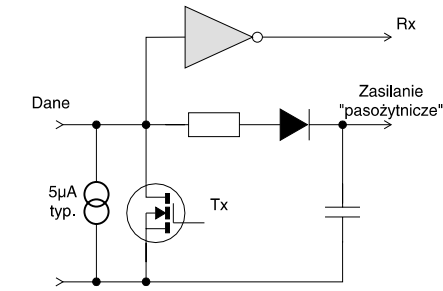
Tab. 1.

Oznaczenie układu	Nie wymaga zewnętrznego zasilania	NVRAM/ RAM [B]	EEPROM [B]	EPROM [B]	Termometr/ termostat/ alarm temp.	Przetwornik A/C	Programowane I/O	Licznik-timer	Elektroniczny potencjometr	RTC	Tylko numer seryjny
DS1420	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
DS1422	+	-	-	1024	-	-	-	-	-	-	-
DS1425	+	3x384/0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1427	+	4096	-	-	-	-	-	+	-	+	-
DS1481	Konwerter Centronics/1-Wire										
DS1820	+	-	-	-	+/-/+	-	-	-	-	-	-
DS1821	-	-	-	-	+/-/+	-	-	-	-	-	-
DS1822	-	-	-	-	+/-/+	-	-	-	-	-	-
DS18B20	-	-	-	-	+/-/+	-	-	-	-	-	-
DS18S20	-	-	-	-	+/-/+	-	-	-	-	-	-
DS1920	+	-	-	-	+/-/+	-	-	-	-	-	-
DS1921 ⁽⁶⁾	+	2048	4096	-	+/-/+	-	-	-	-	+	-
DS1963	+	4096	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1971	+	-	256	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1973	+	-	4096	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1982	+	-	-	1024	-	-	-	-	-	-	-
DS1982	+	-	-	1024	-	-	-	-	-	-	-
DS1985	+	-	-	16k	-	-	-	-	-	-	-
DS1986	+	-	-	64k	-	-	-	-	-	-	-
DS1990	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
DS1991	+	3x384	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1992	+	1024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1993	+	4096	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1994	+	4096	-	-	-	-	-	+	-	+	-
DS1995	+	16k	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS1996	+	65536/0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS2223	-	0/256	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS2224	-	0/224	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS2401	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
DS2404	-	4096	-	-	-	-	-	+	-	+	-
DS2405	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
DS2406	+/-	-	-	1024+5	-	-	2 ⁽²⁾	-	-	-	-
DS2407 ⁽⁴⁾	+/-	-	-	1024+7	-	-	1/2 ⁽⁵⁾	-	-	-	-
DS2409	Sprzęgacz MicroLAN										
DS2415	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
DS2417	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
DS2422	-	0/1024	-	-	-	-	-	+(1)	-	-	-
DS2430A	+	-	256	64	-	-	-	-	-	-	-
DS2433	+	-	4096	-	-	-	-	-	-	-	-
DS2450	-	-	-	-	-	1 ⁽⁷⁾	-	-	-	-	-
DS2480B	Konwerter RS232<->1-Wire										
DS2490	Konwerter USB<->1-Wire										
DS2502	+	-	-	1024	-	-	-	-	-	-	-
DS2505	+	-	-	16k	-	-	-	-	-	-	-
DS2506	+	-	-	64k	-	-	-	-	-	-	-
DS2890	+	-	-	-	-	-	-	-	+(3)	-	-
DS9502	Dioda zabezpieczająca linię danych										
DS9503	Dioda z rezystorami zabezpieczające linię danych										

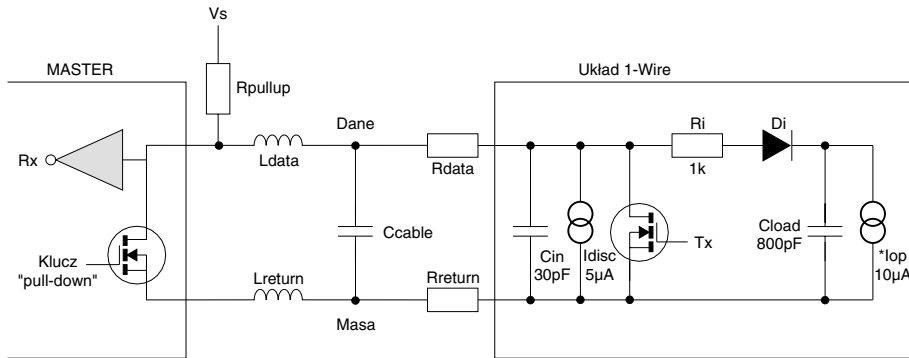
1 - sterowany z zewnątrz przy pomocy specjalnych wyprowadzeń
 2 - przetwornik o programowanym zakresie napięciowym i rozdzielczości, zintegrowany z 4-wejściowym multiplexerem analogowym
 3 - programowana rezystancja (256 pozycji)
 4 - wycyfrowany z produkcji - zastępuje go DS2406
 5 - dwa wyprowadzenia w wersji obudowy TSOC6 (DS2406P)
 6 - rejestrator temperatury z własnym zasilaniem
 7 - efektywna rozdzielczość 8 bitów



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

Pomimo stosunkowo małej wydajności takiego źródła zasilania, Dallas oferuje całą gamę układów scalonych, które mogą pracować bez konieczności stosowania osobnego zasilacza. Są wśród nich np. pamięci EEPROM (np. DS2433), cyfrowy potencjometr (DS2890), numery seryjne (np. DS1420, DS1990A), pamięci RAM (np. DS2422), pamięci EPROM (DS1986), programowane przełączniki (np. DS2405), zegary czasu rzeczywistego (np. DS1427) i kilka innych modułów funkcjonalnych.

MicroLAN a 1-Wire

Interfejs określany przez firmę Dallas „MicroLAN“ jest bardzo bliskim odpowiednikiem 1-Wire, przy czym w jego specyfikacji uwzględniono możliwość dynamicznego dołączania i odłączania dowolnych układów do/od linii danych oraz zapewnienie takich parametrów przekazywanych sygnałów, aby maksymalnie zwiększyć zasięg transmisji. Większość produkowanych przez firmę Dallas układów 1-Wire może bez żadnej modyfikacji pracować w systemach MicroLAN. Tak więc w większości typowych przypadków MicroLAN i 1-Wire można traktować jako rozwiązania tożsame.

MicroLAN operuje sygnałami o poziomach zgodnych ze standardem TTL. Przesyłanie cyfrowych sygnałów o tak dużej amplitudzie i bardzo dużej stromości zbo-

czy na odległości powyżej kilku metrów powoduje powstawanie w liniach przesyłowych silnych sygnałów zakłócających. Problem ten jest szczególnie istotny podczas generowania przez Slave'a impulsu potwierdzenia obecności Presence Pulse (rys. 1), ponieważ oddalony od wyjścia Mastera obwód wyjściowy Slave'a zwiera linię o dość dużej indukcyjności (rys. 7). Częściowo można zapobiec powstawaniu takich zakłóceń poprzez zakończenie linii przesyłowej szeregowym terminatorem RC o impedancji ok. 100Ω, lecz ze względu na powstawanie dużego jittera krótkich impulsów, stosowanie takiego środka zapobiegawczego nie zawsze daje dobry efekt końcowy. Znacznie lepszym i w związku z tym zalecanym przez firmę Dallas rozwiązaniem jest zastosowanie w Masterze drivera linii, który ograniczy szybkość narastania sygnału do ok. 1.1V/µs dla przyjętej długości linii transmisyjnej 100 metrów. Przykładowe rozwiązanie takiego drivera przedstawiamy na rys. 8.

Szybkość i zasięg transmisji

Wszystkie układy pracujące w standardzie 1-Wire mogą przesyłać dane z maksymalną szybkością 16,3kb/s. Ze względu na warunki propagacji sygnału w skrętce stanowiącej medium transmisyjne, specyfikacja MicroLAN zaleca ograniczenie maksymalnej przepływności do 14,4kb/s.

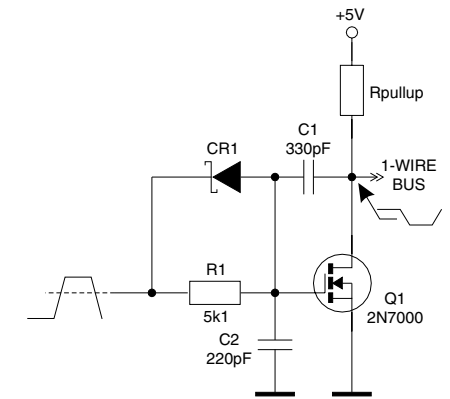
Na szybkość przesyłania danych mają także wpływ:

- ✘ Maksymalna długość skrętki. Każde 100 metrów powoduje obciążenie linii danych kondensatorem o pojemności 5nF, co wzięwszy pod uwagę wymagania narzucone rezystorowi pull-up (rezystancja nie mniejsza niż 1,5kΩ) wymusza ograniczenie maksymalnej długości kabla do 240 metrów.
- ✘ Liczba dołączonych do linii układów. Biorąc po uwagę warunki najgorsze z możliwych, nie powinno być ich więcej niż 100. W warunkach optymalnych (dotyczy to zwłaszcza temperatury otoczenia) może ich być nawet 500.

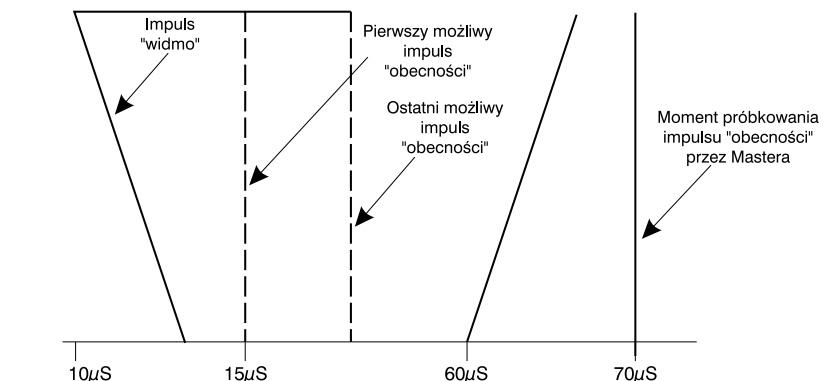
Producent układów 1-Wire przewidział możliwość stosowania zamiast rezystora pull-up układów aktywnych, które znacznie lepiej radzą sobie z zapewnieniem zasilania układom dołączonym do linii danych i jednocześnie zapewniają znacznie sprawniejsze „podciąganie“ linii o dużej pojemności.

Reasumując można stwierdzić, że zmniejszając szybkość transmisji do ok. 5kb/s, bez trudu można uzyskać poprawną transmisję na odległość do ok. 400 metrów, przy obciążeniu linii jednocześnie 30 układami 1-Wire (próby przeprowadzone w laboratorium EP).

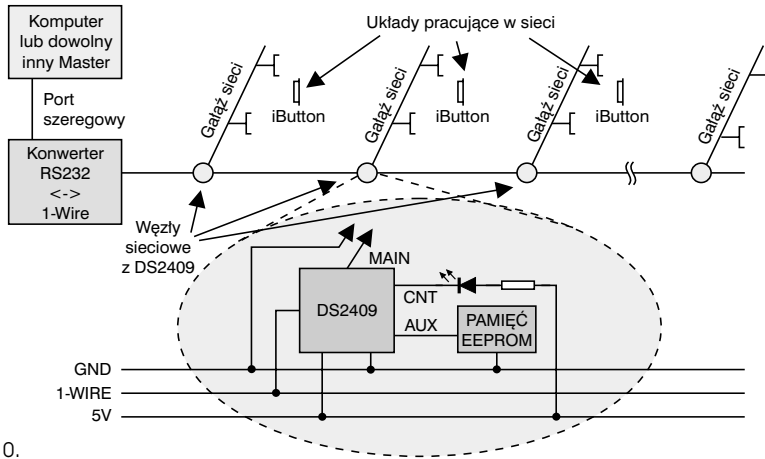
Innym rozwiązaniem zapewniającym stabilną transmisję danych jest maskowanie przez Mastera możliwych zakłóceń, poprzez generację impulsu „widma“ (ang. Phantom Presence Pulse), który wymusza logiczne „0“ w linii danych w chwili, kiedy zgodnie z czasową specyfikacją standardu mogą pojawić się impulsy obecności od układów dołączonych do linii danych (rys. 9). Rozwiązanie to doskonale się sprawdza w systemach o stałej konfiguracji. W przypadku dołączenia do linii nowych układów mogą one być nie wykryte przez Mastera.



Rys. 8.



Rys. 9.



Rys. 10.

Wszystkie przedstawione dotychczas zastrzeżenia co do zasięgu i liczby urządzeń, które można jednocześnie zastosować w systemie sieciowym, wywołują pytanie: po co Dallas promuje sieć o tak istotnych ograniczeniach? Otóż, aby złagodzić te ograniczenia, Dallas proponuje układ DS2409, który spełnia rolę sprzętowego i logicznego separatora sieci lokalnych, które można dołączyć do linii danych obsługiwanej bezpośrednio przez *Mastera* lub zapewnić dostęp do systemu sieciowego kilku *Masterom*.

Na rys. 10 pokazano przykład dużego systemu sieciowego, który został podzielony na niezależne gałęzie, z których każda ma własny adres przechowywany w pamięci EPROM dołączonej do linii AUX. Każda z gałęzi sieci podlega ograniczeniom, o których wcześniej wspominaliśmy, ale dzięki zastosowaniu układów sprzegających DS2409 ich liczba może być bardzo duża, co ułatwia niemal nieograniczoną (w mikroskali) rozbudowę sieci.

Inne, bardzo oryginalne zastosowanie układów DS2409 przedstawiamy na rys. 11. Jest to system sieciowy z dwoma *Masterami*. Ze względu na konstrukcję sieci, tylko jeden z *Masterów* może mieć dostęp do linii danych w danej chwili, co wymaga zastosowania procedur arbitrażu dostępu.

Elementy sieci

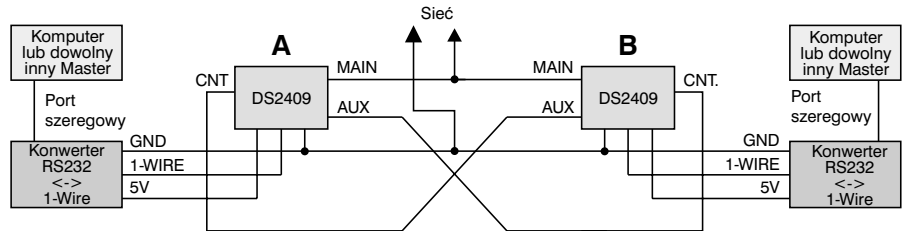
Jak wcześniej wspomniano, praktycznie każdy układ 1-Wire można wykorzystywać w sieci MicroLAN. Dallas nieustannie rozwija gamę dostępnych układów z tej rodziny, co zaowocowało wprowadzeniem w 1999 roku 18 nowych, bardzo oryginalnych opracowań. Zestawienie dostępnych w styczniu 2000 układów wraz z ich krótką charakterystyką przedstawiamy w tab. 1.

Oprócz wielu układów peryferyjnych, Dallas w ramach serii 1-Wire opracował także specjalizowane układy interfejsowe, które ułatwiają stosowanie układów 1-Wire w standardowych aplikacjach.

Układ DS1481 jest konwerterem danych, który pozwala na dostęp do interfejsu 1-Wire z poziomu standardowego portu równoległego. Układ DS2480 ułatwia dostęp do 1-Wire z poziomu portu szeregowego RS232 (rys. 12). Najbardziej zaawansowanym interfejsem jest układ DS2490 - spełnia on rolę konwertera pomiędzy 1-Wire a najno-

wocześniejszym interfejsem szeregowym stosowanym we współczesnych komputerach, tj. USB. Układ DS2490 ma możliwość regulowania szybkości narastania sygnału na wyjściu i jest wyposażony w aktywne pull-up, dzięki któremu może samodzielnie obsługiwać stosunkowo rozległe sieci. Zaletą tego układu jest także zintegrowany w jego wnętrzu moduł programowania pamięci EPROM.

Na schemacie, znajdującym się na rys. 12, na wyjściach konwertera DS2480 widoczne są diody zabezpieczające przed przepięciami



Rys. 11.

powstającymi w linii danych. Są to specjalne diody o charakterystyce zaporowej zbliżonej do diod Zenera, o znacznie większej zdolności do ograniczania szybkich skoków napięcia. W laboratoriach firmy Dallas opracowano dwa typy diod zabezpieczających, które są idealnie dostosowane do systemu MicroLAN. Element DS9502 to samodzielna dioda o napięciu progowym 8,2V, natomiast DS9503 to dioda zintegrowana z rezystorami ograniczającymi prąd.

Aplikacje

System sieciowy MicroLAN nadaje się do stosowania we wszelkiego typu lokalnych systemach kontroli dostępu, sterowania pracą klimatyzacji i ogrzewania, zdalnego sterowania i nadzoru, w systemach alarmowych, przeciwpożarowych itp. Jednym z najbardziej spektakularnych zastosowań jest stacja pogodowa, którą opisaliśmy w EP6/99.

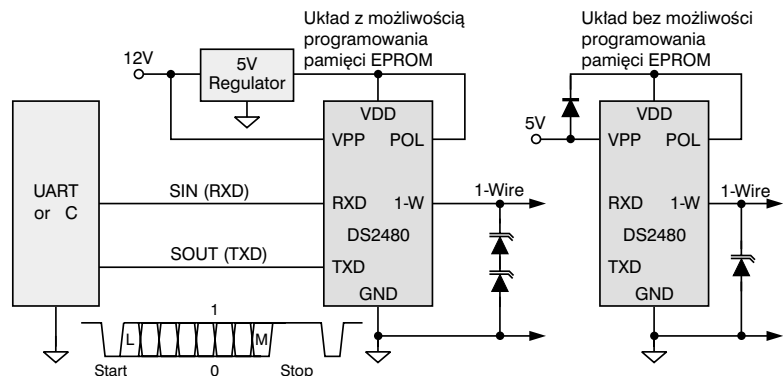
Jednym z najszybciej rozwijających się obecnie rynków jest rynek systemów alarmowych, w których MicroLAN wykorzystywany jest m.in. do łączenia czujników z centralą alarmową, gdzie w miejsce 4-6 przewodów wystarczą tylko 3. MicroLAN w takim zastosowaniu zapobiega możliwości „oszukania” systemu alarmowego przez zwarcie lub przecięcie linii i jednocześnie zapewnia łatwość automatycznej konfiguracji i rekonfiguracji systemu alarmowego podczas pracy. Znacznie łatwiejsze niż w rozwiązaniach standardowych jest także prowadzenie procedur testowych, które pomagają wyeliminować niesprawne elementy systemu.

W jednym z kolejnych numerów EP pokażemy, jak łatwo można wykonać kompletny system alarmowy w oparciu o MicroLAN.

Piotr Zbysiński, AVT
 piotr.zbysinski@ep.com.pl
Cezary Subda
 csubda@wg.com.pl

Materiały katalogowe wszystkich układów przedstawionych w tab. 1 znajdują się na płycie CD-EP02/2000 oraz w Internecie pod adresem: <http://www.dalsemi.com/DocControl/PDFs/pdfindex.html>.

Narzędzia programowe do obsługi sieci MicroLAN i układów 1-Wire dostępne są w Internecie pod adresem: <http://www.ibutton.com/software/index.html>.



Rys. 12.