

# DS1921G – najprostszy rejestrator temperatury

*Pomiary temperatury, to jeden z ulubionych tematów naszych autorów. Tym razem będziemy mogli zapoznać się z tym, jak prostymi metodami można wykonać urządzenie do profesjonalnych pomiarów i rejestracji temperatury. Zagadnienie to jest szczególnie istotne w przemyśle spożywczym.*

**Rekomendacje:** rejestrator polecany szczególnie tym osobom, które w codziennej pracy zawodowej spotykają się z pomiarami i rejestracją temperatury.

Użyte w tytule słowo „najprostszy” oznacza w tym wypadku prostotę zastosowania opisywanego poniżej rejestratora, nie zaś prostotą samego urządzenia. Autor tego artykułu zajmuje się od ponad dziesięciu lat projektowaniem różnych urządzeń związanych w ten czy inny sposób z temperaturą i jej pomiarami i chce przybliżyć Czytelnikom EP praktyczną stronę realizacji systemów do rejestracji temperatury.

W ramach wprowadzenia do tematu zostaną omówione różne aspekty rejestracji temperatury, następnie będzie przedstawiona przykładowa realizacja rejestratora temperatury opartego na układzie DS1921G. W kolejnych częściach zostanie przedstawiona realizacja rejestratora wielokanałowego, wielokanałowego z alarmowaniem za pomocą SMS-ów i komunikatów głosowych oraz jako ostatni w cyklu – rejestrator radiowy o zasięgu rzędu 600 m i nieograniczonej liczbie punktów pomiarowych. Wszystkie projekty opisywane w tym cyklu są praktycznymi, w pełni dopracowanymi rozwiązaniami stosowanymi przez autora w codziennej działalności zawodowej.

## Wprowadzenie

Wymagania unijne w zakresie HACCP nakładają na wiele przedsiębiorstw przemysłu spożywczego konieczność rejestracji temperatury. W Polsce obowiązek taki istnieje już od dwóch lat i stopniowo obejmuje coraz większą grupę podmiotów gospodarczych. Pozornie mogłoby się wydawać, że nie ma nic prostszego, jak rejestrowanie temperatury. Wystarczy do tego komputer i podłączony do niego czujnik temperatury, ot chociażby DS1980. Do tego program – najlepiej darmowy – i gotowe. Do jednego komputera można podłączyć wiele układów DS1980 i w ten sposób stworzyć system rejestracji temperatury dla całej firmy. Pozornie jest to doskonale rozwiązanie, diabeł natomiast jak zawsze tkwi w szczegółach. Po pierwsze – taki system doskonale działa podczas prezentacji „na biurku”, natomiast nie zawsze chce działać stabilnie po podłączeniu w miejscu eksploatacji. Nawet jeśli już zadziała, to okazuje się, że rejestrowana temperatura ma od czasu do czasu niewiele wspólnego z rzeczywistą temperaturą panującą w miejscu pomiaru. Po drugie, stosowanie do celów komercyjnych (czytaj: związanych w jakikolwiek sposób z zarabkowaniem) słynnego programu „Lämpömittari”, napisanego przez fińskiego programistę, jest całkowicie nielegalne i może się przykro skończyć dla nieświadomych użytkowników. Program ten został napisany w darmowej, ewaluacyjnej wersji Delphi firmy Borland i zgodnie z warunkami licencyjnymi może być stosowany jedynie do celów ewaluacyjnych. Może się zdarzyć, że kontrola BSA w firmie wykaze naruszenie praw licencyjnych właśnie przez ten program i co wtedy?

Po trzecie, taki system nawet jeżeli zadziała i świadomie

### Co znaczy skrót HACCP?

**HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points, czyli Analiza Zagrożeń i Krytyczne Punkty Kontroli. Oznacza system organizacji pracy w firmach mających do czynienia z żywnością. HACCP ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego tej żywności. System ten jest uznawany za najskuteczniejsze narzędzie pozwalające zagwarantować, że żywność nie ulegnie skażeniu lub zanieczyszczeniu i będzie bezpieczna dla konsumenta.**

podejmiemy ryzyko związane z nielegalnością oprogramowania, to tworzy pliki danych niemające żadnej wartości dokumentacyjnej z punktu widzenia wymogów normy ISO! Przepisy jasno określają, że zarejestrowane dane nie mogą być podatne na manipulacje z zewnątrz. Ma to głęboki sens, bo co warty jest rejestrator, którego zapisy można edytować w dowolnym edytorze tekstu, nawet zwykłym notatniku? Jest wielu polskich dostawców oferujących całą gamę rejestratorów temperatury, zarówno importowanych, jak i własnej produkcji. Istnieje szeroka gama rozwiązań, którą można podzielić na następujące grupy:

- rejestratory indywidualne – są to urządzenia niewielkich rozmiarów, zasilane z wbudowanej baterii, posiadają niekiedy wyświetlacz, praktycznie wszystkie modele mają możliwość przesyłania zebranych danych do komputera PC, są rozwiązaniem najtańszym, ich ceny wahają się w granicach kilkuset złotych, doskonale spełniają postawione przed nimi zadanie i nie wymagają czynności instalacyjnych. Są chętnie stosowane w niewielkich firmach w liczbie od kilku do kilkunastu sztuk.
- rejestratory wielopunktowe – są to rozwiązania, w których jednostka centralna posiada wiele wejść do podłączenia czujników temperatury i niekiedy wilgotności. Rejestrator posiada własne zasilanie i stosunkowo dużą pamięć na dane, a niekiedy nawet wbudowany twardy dysk. W większości przypadków oprócz rejestrowania temperatury pełnią również rolę alarmów temperaturowych. W przypadku przekroczenia progu alarmowego uruchamiają syreny, wysyłają SMS-y, dzwonią pod określone numery telefonów itp. Są

to rozwiązania o największej skuteczności działania, ale niestety niepozbawione wad. Ich podstawową wadą jest konieczność wykonania okablowania obiektu, w którym mają być dokonywane pomiary. Cena takich systemów jest bardzo wysoka i zaczyna się od kilku tysięcy złotych. Pewną odmianą wielopunktowych systemów rejestracji temperatury są systemy z czujnikami wyposażonymi w transceivery radiowe, co eliminuje konieczność wykonywania okablowania. Aby przybliżyć Czytelnikom problem okablowania, można podać przykład pewnej, niewielkiej ubojni trzody, gdzie instalowano system, w skład którego wchodziło 10 czujników temperatury i 8 czujników wilgotności. W obiekcie tym położono ok. 1 km kabla ekranowanego. Dodatkowym problemem był fakt, że kable musiały być ukryte pod kafelkami lub blachami stanowiącymi pokrycie ścian, gdyż tego wymagają przepisy sanitarne.

Niekiedy na instalowane rejestratory nakładany jest wymóg posiadania stosownego atestu i wtedy sprawy się komplikują. Okazuje się, że wiele oferowanych rozwiązań charakteryzuje się parametrami znacznie odbiegającymi od tego, co mówią sprzedawcy – jednym słowem, nie spełniają wymagań stawianych przed rejestratorem temperatury.

### Praktyczny system rejestracji temperatury

Po tym wstępie chciałbym przedstawić proste i skuteczne rozwiązanie problemu rejestracji temperatury, możliwe do wykonania nawet przez początkującego elektronika. Prezentowany rejestrator spełnia wszystkie wymagania stawiane urządzeniom profesjonalnym, począwszy od stabilności pracy, bezpieczeństwa danych, odporności na warunki środowiskowe, a na możliwości atestacji skończywszy. Aby wykonać rejestrator, potrzebne są jedynie trzy elementy składowe: element firmy Dallas o symbolu DS1921G, interfejs do podłączenia rejestratora do komputera oraz program wykonywany na kompu-

terze PC, realizujący funkcje wymagane przepisami. Taki program można ściągnąć z Internetu spod adresu [www.patron.net.pl/dallas/ds1921G.zip](http://www.patron.net.pl/dallas/ds1921G.zip). Jest to program przeznaczony zarówno do zastosowań komercyjnych, jak i ewaluacyjnych. Do celów niezarobkowych jest on bezpłatny.

Rejestratory DS1921G są od pewnego czasu importowane do Polski i nie powinno być z ich nabyciem większego problemu. Tak więc pozostaje jedynie samodzielnie wykonać odpowiedni interfejs... i gotowe.

Interfejs jest najprostszą wersją z możliwych – jest to układ kompatybilny z aplikacją firmową, znaną jako 9097E. Interfejs składa się z czterech diod i rezystora. Dla wygody posługiwania się nim warto go zamontować we wtyczce DSUB9 wkładanej do portu COM komputera. Do interfejsu należy dołączyć przewód ekranowany, o odpowiedniej długości, tak aby po podłączeniu go do komputera obsługa była wygodna. Należy zastosować przewód typu LIY-CY. Często na listach dyskusyjnych poruszane są problemy z transmisją danych w systemie 1-Wire. W większości przypadków są one spowodowane niewłaściwymi przewodami zastosowanymi do przesyłu danych. W praktyce sprawa przewodów wygląda następująco. Zastosowanie cienkiego przewodu ekranowanego, np. typu audio (takiego jak do mikrofonów), spowoduje, że oczekiwany zasięg transmisji będzie wynosił od 20 cm do 3 m. Zastosowanie typowego kabla od lampki nocnej, czyli nieekranowanego przewodu 2x0,75 mm<sup>2</sup>, powoduje wzrost zasięgu do około 50 m, ale pojawiają się problemy z zakłóceniami. Zastosowanie typowej skrętki komputerowej kategorii 5 sprawia, że można uzyskać zasięg w granicach od 15 do 20 m. Wynik ten można nieco poprawić, stosując skręconą parę przewodów skrętki jako pojedynczą żyłę – wtedy zasięg wzrasta do około 40-50 m. Jeżeli zostanie zastosowany przewód LIY-CY, to na pewno możliwe jest uzyskanie zasięgu transmisji równego 150 metrom, a dla niektórych egzemplarzy nawet 200m.

**BSA – Business Software Alliance (Organizacja Producentów Oprogramowania Biznesowego) – organizacja, której celem jest promocja bezpiecznego i zgodnego z prawem korzystania z oprogramowania.**

Dlaczego tak się dzieje? Odpowiedź jest bardzo prosta – transmisja w standardzie 1-Wire nie jest transmisją symetryczną (jak RS485 czy Ethernet), a zwykłą transmisją napięciową (jak RS232), do tego bardzo szybką. Pojemności pasożytnicze kabla powodują, że kształt impulsów wraz ze wzrostem długości kabla coraz bardziej oddala się od prostokątnego, aby w końcu całkowicie zaniknąć. Z tego względu należy stosować kable o jak najmniejszej pojemności własnej. Ideałem pod względem pojemności własnej byłby stary kabel telewizyjny – płaski symetryczny. Niestety, jest on w dzisiejszych czasach raczej trudno osiągalny, a dodatkowo nie gwarantuje ekranowania przed zakłóceniami. Jedynym skutecznym rozwiązaniem jest zastosowanie kabla LIY-CY z ekranem podłączonym do przyzwoitego uziemienia. Jako przykład skuteczności tego kabla mogę podać rozwiązanie, w którym kabel jest poprowadzony wspólnie w jednej wiązce z kablami energetycznymi, zasilającymi wentylatory sterowane fazowo. Wiązka ma długość 130 m i transmisje przebiegają bezbłędnie, pomimo że kabel jest opleciony na całej długości kablami generującymi zakłócenia z trzech faz 230 V sterowanych triakami.

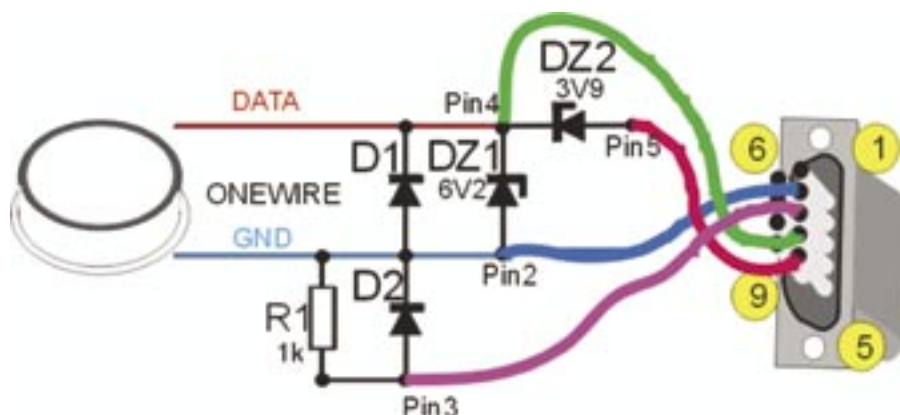
Interfejs można zmontować według schematu z rys. 1 – całkowicie „na drutach”, bez żadnej płytki drukowanej. Mieści się doskonale we wtyczce DSUB9 i co najważniejsze, nie wymaga zewnętrznego zasilania. Parametry elementów nie są krytyczne. Równie dobrze działa z diodami Zenera o napięciach 5,1 V oraz 2,7 V. Ważne jedynie jest, aby

w miejsca, gdzie na schemacie znajdują się symbole diod D1 i D2, zastosować diody Schottky'ego. Zwykle diody prostownicze się nie nadają, gdyż są zbyt wolne. Należy pamiętać, że częstotliwość przebiegu prostokątnego przy transmisjach w standardzie 1-Wire dochodzi do 1 MHz. Zmontowany układ działa od razu i nie wymaga żadnych regulacji.

Mając zmontowany powyższy układ oraz program i rejestrator DS1921G, można rozpocząć rejestrację temperatury w zupełnie dowolnym miejscu. W praktyce, oprócz tak trywialnych zastosowań, jak pomiar temperatury w pomieszczeniach czy samochodach chłodniczych, pastylka DS1921G doskonale sprawdziła się również w tak dziwnych miejscach, jak rejestracja temperatury wewnątrz polci boczków podczas wędzenia – co pozwoliło zoptymalizować proces, a tym samym ograniczyć zużycie energii, rejestracja temperatury wewnątrz zamkniętej konserwy podczas jej pasteryzacji, rejestracja rozkładu temperatur w stawie hodowlanym – rejestratory serii DS1920G doskonale znoszą zanurzenie w wodzie.

Rejestrator DS1921G charakteryzuje się następującymi parametrami:

- zakres mierzonych temperatur: -30 do +70° Celsjusza,
- rozdzielczość pomiarowa: 0,5° Celsjusza,
- dokładność bezwzględna: 1° Celsjusza,
- wbudowany zegar o dokładności  $\pm 2$  minuty na miesiąc,
- interwał pomiędzy pomiarami temperatury: od 1 do 255 minut,
- czas obejmowany rejestracją: od 34 godzin do 362 dni.



Rys. 1. Schemat interfejsu rejestratora temperatury

Rejestrator posiada indywidualny, niepowtarzalny numer seryjny. Wbudowana bateria umożliwi nieprzerwaną, 10-letnią pracę rejestratora.

### Jak to działa?

O ile implementacja DS1921G jest niesłychanie prosta, to jego budowa wewnętrzna jest już nieco bardziej skomplikowana. Na schemacie blokowym (rys. 3) można wyróżnić dwa zasadnicze bloki: blok transmisji 1-Wire oraz specjalizowany blok rejestratora temperatury.

Blok 1-Wire jest taki sam, jak we wszystkich innych produktach Dallas, jego zadaniem jest komunikacja z otoczeniem. Blok ten nie jest zasilany z wewnętrznej baterii, ponieważ ma on działać jedynie podczas transmisji danych i może być wtedy zasilany z linii transmisyjnej.

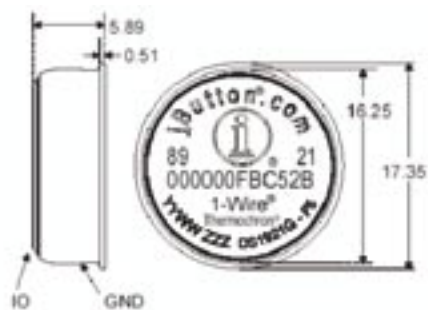
W wypadku wyczerpania wewnętrznej baterii, co wedle zapewnień producenta nastąpi dopiero po około 10 latach użytkowania, dane zapisane w pamięci SRAM zostaną utracone, natomiast numer seryjny będzie można odczytać, stosując zewnętrzne zasilanie poprzez magistralę (*Parasite Power*). Również podczas normalnej pracy, jeżeli rejestrator DS1921G jest podłączony na stałe do magistrali 1-Wire, to potrafi z niej czerpać zasilanie, oszczędzając tym samym baterię litową.

Obsługa rejestratora DS1921G od strony programistycznej nie jest bardziej skomplikowana od innych produktów firmy Dallas. Wystarczy poprzez magistralę 1-Wire wysłać kody określonych poleceń, a reszta jak zawsze dzieje się sama. W odróżnieniu od prostszych układów, DS1921G posiada stosunkowo dużą listę wykonywanych poleceń, którą można znaleźć w dokumentacji na stronie producenta. Polecam ją wszystkim zainteresowanym.

Oprócz modelu DS1921G, są produkowane również rejestratory na inne zakresy temperatur i o podwyższonej rozdzielczości pomiarowej. Są to DS1921H – do pomiarów w medycynie oraz DS1921Z – do precyzyjnych pomiarów temperatur w okolicach zera stopni Celsjusza.

Do poszerzenia wiedzy na poruszane w artykule tematy pomogą materiały umieszczone na poniższych stronach internetowych:

## DS1921G – najprostszy rejestrator temperatury

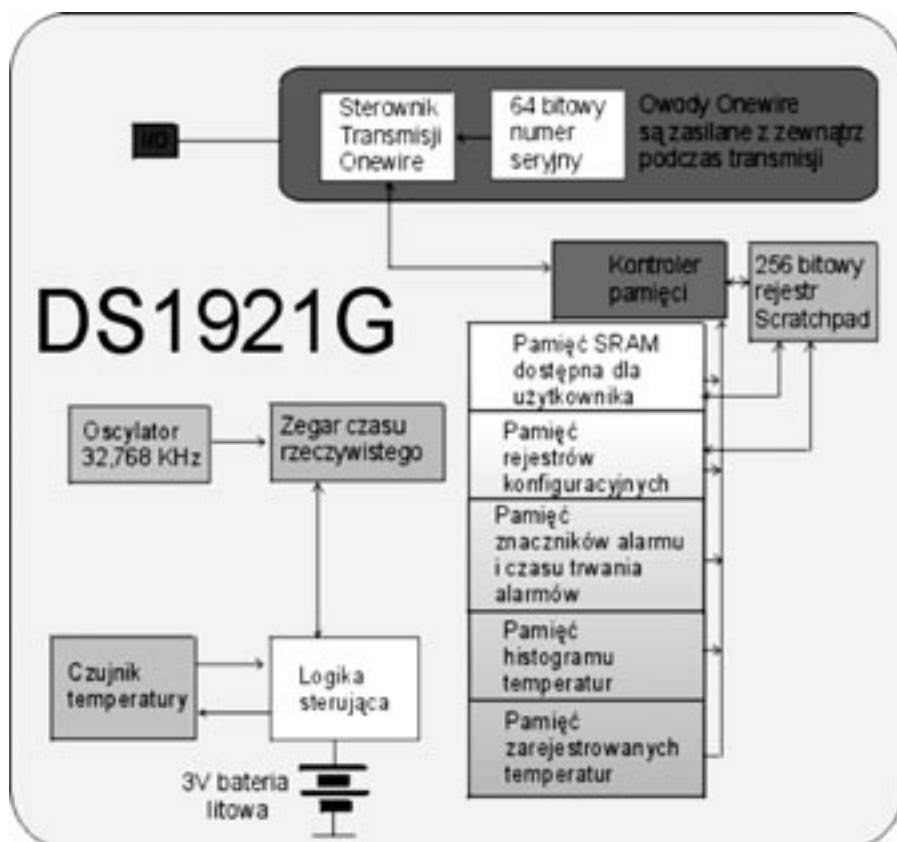


Rys. 2. Rejestrator DS1921G – wymiary w mm

<http://www.ibutton.com/products/ibuttons.html#temperature> – strona firmy Dallas (obecnie Maxim-Dallas) opisująca całą rodzinę rejestratorów o kodowej nazwie TERMOCHRON:

<http://www.patron.net.pl/dallas/PDS1921G.html> – strona firmy PATRON z oprogramowaniem do obsługi rejestratorów DS1921G  
**Teodor Otulak**

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: [pcb.ep.com.pl](http://pcb.ep.com.pl) oraz na płycie CD-EP7/2004B w katalogu PCB.



Rys. 3. Schemat blokowy układu DS1921G