ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2001
Seria: ELEKTRYKA z. 178 Nr kol. 1498

Jerzy KOŁŁĄTAJ
Katedra Telekomunikacji i Aparatury Elektronicznej
Politechnika Białostocka

Robert KOŁŁĄTAJ
AMEX Research Corporation Technologies
Elektroniczne Techniki Kontrolno-Pomiarowe
Białystok

RADIOWY SYSTEM AKWIZYCJI DANYCH Z ROZPROSZONYCH CZUJNIKÓW TEMPERATURY NOWEJ GENERACJI

Streszczenie. W referacie przedstawiono radiowy, wielokanałowy system akwizycji danych z cyfrowych czujników temperatury nowej generacji firmy Dallas. Skonstruowane przez autorów moduły pomiarowe pracują w układzie inteligentnej, radiowej sieci pomiarowej. Zastosowanie tego systemu m.in. w badaniach klimatologicznych, geologicznych, ocenie stanu naprężeń termicznych obiektów budowlanych itd. Może ułatwić archiwizację wyników pomiarów w długich okresach czasu.

RADIO SYSTEM FOR ACQUISITION OF DATA FROM DISSIPATED NEW GENERATION TEMPERATURE SENSORS

Summary. The paper presents a new wireless, multichannel aquisition system for the temperature measurement using a new generation Dallas temperature sensors. The intelligent radio net allows to measure temperature for climatology and geological purposes and for thermal evaluation of the building objects.

1. WSTĘP

Prowadzenie długoterminowych, wielokanałowych pomiarów temperatur w dużych i rozproszonych terytorialnie obiektach budowlanych (np. silosy o dużej pojemności przeznaczone do przechowywania materiałów sypkich) stwarza wiele problemów natury technicznej i organizacyjnej. Problemy oddziaływania sprzężonych obciążeń od parcia ośrodków sypkich i pól temperatur były często pomijane w pracach naukowych i badawczych

z powodu trudności technicznych. Wzajemny wpływ oddziaływania temperatur zewnętrznych i temperatur składowanych materiałów sypkich na stany obciążeniowe w konstrukcjach silosów był przyczyną wielu głośnych katastrof [3, 4]. Zróżnicowane warunki meteorologiczne (dzienne i sezonowe zmiany temperatur) stanowią często przeszkodę nie do pokonania w sytuacjach, w których wymagane jest instalowanie sieci długich połączeń kablowych między poszczególnymi punktami pomiarowymi. Ze względów mechanicznych wytrzymałość kabli pomiarowych na ujemne temperatury otoczenia narzuca stosowanie odpowiedniego rodzaju izolacji. Dodatkowym niebezpieczeństwem stosowania połączeń kablowych jest ryzyko uszkodzenia (lub całkowitego zniszczenia) systemu pomiarowego wskutek wyładowań atmosferycznych. Było to powodem opracowania radiowego systemu akwizycji danych z cyfrowych czujników nowej generacji typu DS18B20 firmy Dallas [1]. Czujniki te wyposażone są w cechy umożliwiające ich łatwe stosowanie w pomiarach wielopunktowych. Zasilane są one z linii sygnałowej i nie wymagają stosowania jakichkolwiek zewnętrznych elementów do korekcji i kalibracji sygnału wyjściowego. Cyfrowa transmisja sygnału bezpośrednio z każdego czujnika w jednoprzewodowym interfejsie wymaga użycia tylko jednego portu. Ułatwia to stosowanie dowolnej liczby czujników, ponieważ każdy zawiera indywidualny numer seryjny w wewnętrznej 64-bitowej pamięci ROM. Wymienione, unikalne cechy wspomnianych czujników sprawiają, iż można je zaliczyć do nowej generacji. Gwarantowana dokładność pomiaru (bez stosowania dodatkowych procedur kalibracyjnych) wynosząca $\pm 0{,}5°C$ nie jest oferowana w innych półprzewodnikowych czujnikach temperatury z wyjściem analogowym. W opisywanym własnym systemie akwizycji danych czujniki te pracują w układzie radiowej sieci pomiarowej przy użyciu skonstruowanych przez autorów wyspecjalizowanych stacji pomiarowych. Rozwiązanie takie pozwala na zastosowanie znacznej ilości czujników zainstalowanych w różnych, odległych od siebie miejscach. Zastosowanie tego systemu również w badaniach klimatologicznych, geologicznych itd. może znacznie ułatwić archiwizację wyników pomiarów w długich okresach czasu dzięki pamięci wbudowanej w każdym module pomiarowym.

Zastosowanie transmisji radiowej w sieci pomiarowej miało na celu radykalne usunięcie problemów występujących w przypadku użycia tradycyjnej sieci kablowej. Powoduje to oczywiście skomplikowanie całego układu elektrycznego stacji pomiarowej, stacji głównej oraz sposobu obsługi komunikacji w sieci, jednakże korzyści, jakie daje sieć bezprzewodowa, są niewspółmiernie większe od ceny płaconej za złożoność całego systemu.

Rozproszenie czujników narzuca całemu systemowi pomiarowemu znaczne wymagania dotyczące zapewnienia długotrwałej pracy całej sieci pomiarowej przy stosowaniu zasilania bateryjnego w każdym module pomiarowym. Niewielka moc wyjściowa zastosowanych nadajników w radiomodemach (w celu wydłużenia żywotności zastosowanych baterii litowych) sprawia, że uzyskany zasięg nie przekracza praktycznie 120 metrów w otwartej przestrzeni. W tej sytuacji zwiększenie zasięgu wymaga stosowania stacji przekaźnikowych, co narzuca dodatkowe wymagania dotyczące automatycznej konfiguracji sieci pomiarowej. Wiąże się to z bardziej skomplikowanym oprogramowaniem całego systemu pomiarowego.

2. ZAŁOŻENIA TECHNICZNE DOTYCZĄCE SIECI POMIAROWEJ

Jednym z założeń przy projektowaniu systemu akwizycji danych była możliwość łatwej rozbudowy sieci pomiarowej poprzez dodawanie nowych stacji pomiarowych lub jej modyfikacji, polegającej na przykład na zmianie usytuowania poszczególnych stacji. Z tego założenia wynikają dwa podstawowe problemy: maksymalny zasięg oraz sposób przesyłu danych. Zwiększanie mocy nadajników w celu wzrostu zasięgu wiąże się z uzyskaniem odpowiednich zezwoleń oraz wymaga zastosowania bardziej wydajnych źródeł zasilania. Takie rozwiązanie w proponowanym systemie nie jest korzystne ze względów prawnych oraz technicznych. Biorąc pod uwagę przedstawione we wstępie uwagi, poniżej przedstawiono zestawienie założeń technicznych dotyczących sieci:

- system pomiarowy: bezprzewodowy (radiowy) system modułowy,
- zasięg między pojedynczymi modułami: minimum 30 metrów (dla całej sieci: 100-300 m),
- moduły pomiarowe (stacje pomiarowe) powinny pełnić jednocześnie rolę układu pomiarowego i stacji przekaźnikowej,
- maksymalna liczba stacji pomiarowych: 30,
- ilość czujników temperatury możliwa do podłączenia w jednym module: do 32,
- możliwość długotrwałej pracy modułów bez konieczności wymiany zasilania bateryjnego (minimum 12 miesięcy),
- dokładność pomiaru: 0,3°C – 0,5°C w zakresie od -20°C do +85°C,
- brak jakichkolwiek mechanicznych elementów regulacyjnych, (wszystkie nastawy powinny być dokonywane zdalnie drogą radiową),
- możliwość odczytywania wyników pomiarów (w dowolnym czasie) za pomocą przenośnego komputera klasy notebook lub palmtop, praktycznie z dowolnego miejsca,
- praca pomiarowych modułów radiowych w zakresie częstotliwości i mocy nie wymagających specjalnych zezwoleń ani licencji.

Spełnienie wymienionych wymagań jest sprawą trudną od strony sprzętowej, programowej oraz technologicznej. Jednoczesne spełnienie tych wymogów wiąże się z koniecznością pogodzenia doświadczeń w zakresie konstruowania i oprogramowania sprzętu elektronicznego. Autorzy podjęli się tego zadania w nadziei, że wykonany system spotka się z życzliwym przyjęciem potencjalnych przyszłych użytkowników.

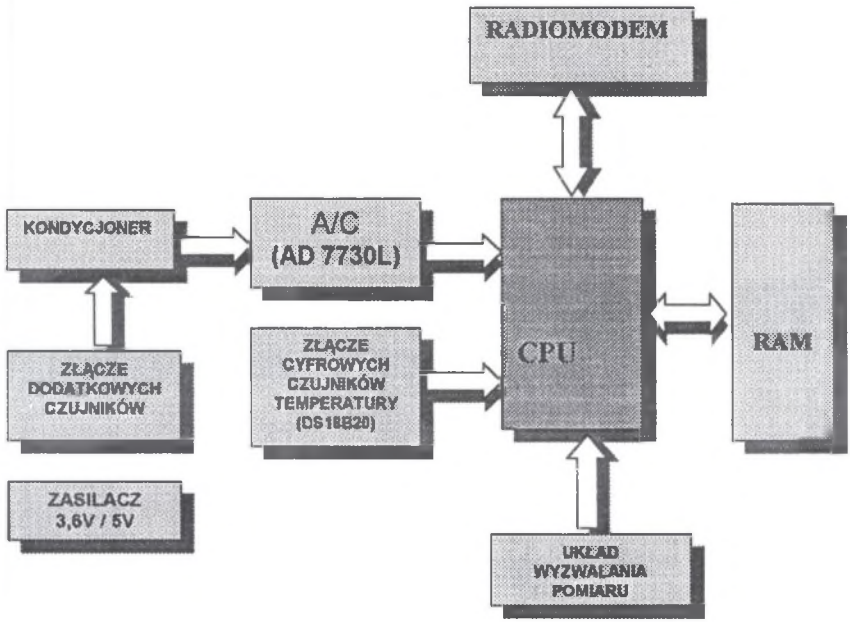
3. KONCEPCJA TELEMETRYCZNEJ SIECI POMIAROWEJ

Przy projektowaniu systemu brano pod uwagę możliwość łatwej rozbudowy sieci pomiarowej poprzez dodawanie nowych stacji pomiarowych lub jej modyfikację polegającą np. na zmianie usytuowania poszczególnych stacji. Z tego założenia wynikają dwa podstawowe problemy: maksymalny zasięg oraz sposób przesyłu danych. Jednym z najbardziej oczywistych sposobów zwiększenia zasięgu jest zastosowanie nadajników

o większej mocy. Powoduje to jednak komplikacje związane z koniecznością uzyskania odpowiednich zezwoleń oraz wymaga zastosowania bardziej wydajnych źródeł energii, co jest kłopotliwe ze względu na bateryjne zasilanie wszystkich stacji pomiarowych (wymagany jest bardzo długi okres pracy każdej ze stacji bez wymiany baterii, wynoszący 9-12 miesięcy). Istnieje jednak dość prosty sposób zwiększenia zasięgu, a mianowicie polegający na zastosowaniu stacji przekaźnikowych. Takie rozwiązanie zapewnia praktycznie nieograniczone możliwości zwiększania zasięgu do wymaganych potrzeb. Jedynym warunkiem przy zastosowaniu takiego rozwiązania jest takie rozmieszczenie stacji pomiarowych i przekaźnikowych, aby każda z nich była w zasięgu co najmniej jednej z pozostałych. Ponieważ sposób rozmieszczenia stacji w terenie może być dowolny i co jakiś czas zmieniany, tak więc należy zastosować odpowiedni protokół transmisji, zapewniający rozpoznanie rozmieszczenia stacji w sieci i najkrótszą drogę przesyłu danych.

W wykonanym systemie pomiarowym został zastosowany specjalny algorytm przesyłu danych, zapewniający rozpoznawanie sposobu rozmieszczenia stacji pomiarowych i przekaźnikowych w terenie, ich ilości, odszukiwanie najkrótszej drogi przesyłu danych oraz automatyczne wyszukiwanie alternatywnej drogi przesyłu informacji w przypadku np. uszkodzenia którejś ze stacji. Jakakolwiek wymiana danych odbywa się w trybie *master-slave*, co oznacza, że transmisja jest zawsze inicjowana przez stację główną, zarządzającą całym systemem pomiarowym.

Ze względu na konieczność maksymalnego zmniejszenia poboru energii przez pojedynczą stację pomiarową lub przekaźnikową zastosowany radiomodem musi pracować w trybie pracy przerywanej. Polega ona na cyklicznym włączaniu i wyłączaniu odbiornika w radiomodemie. Typowy czas włączenia wynosi 3...5 ms, a czas wyłączenia ok. 1,5 s. Oznacza to, że maksymalny czas dostępu do stacji jest równy czasowi wyłączenia. Dłuższy czas wyłączenia powoduje zmniejszenie poboru prądu przez radiomodem, ale jednocześnie wydłuża czas dostępu do stacji. Z tego powodu automatyczne rozpoznawanie sposobu rozmieszczenia poszczególnych stacji i ich liczby nie może odbywać się na bieżąco (jednocześnie z wykonywaniem pomiarów) ze względu na długi czas nawiązywania łączności między poszczególnymi punktami sieci. Czas ten jest oczywiście tym dłuższy, im więcej zainstalowanych jest stacji pomiarowych i przekaźnikowych. Konfiguracja sieci dokonywana jest automatycznie po jej zainstalowaniu, jeszcze przed rozpoczęciem pomiarów. Konfiguracja sieci odbywa się po wydaniu odpowiedniego polecenia ze stacji głównej. Dokonuje ona sprawdzenia, ile stacji znajduje się bezpośrednio w jej zasięgu. Znalezione stacje otrzymają polecenia znalezienia kolejnych itd. Każda stacja przesyła listę stacji sąsiednich. Mając tę informację, można ustalić najkrótszą drogę przesyłu danych od stacji głównej do dowolnej stacji pomiarowej lub przekaźnikowej. Stacja główna może być umieszczona w dowolnym miejscu sieci. Schemat blokowy stacji do pomiaru temperatur przedstawiono na rys.1.

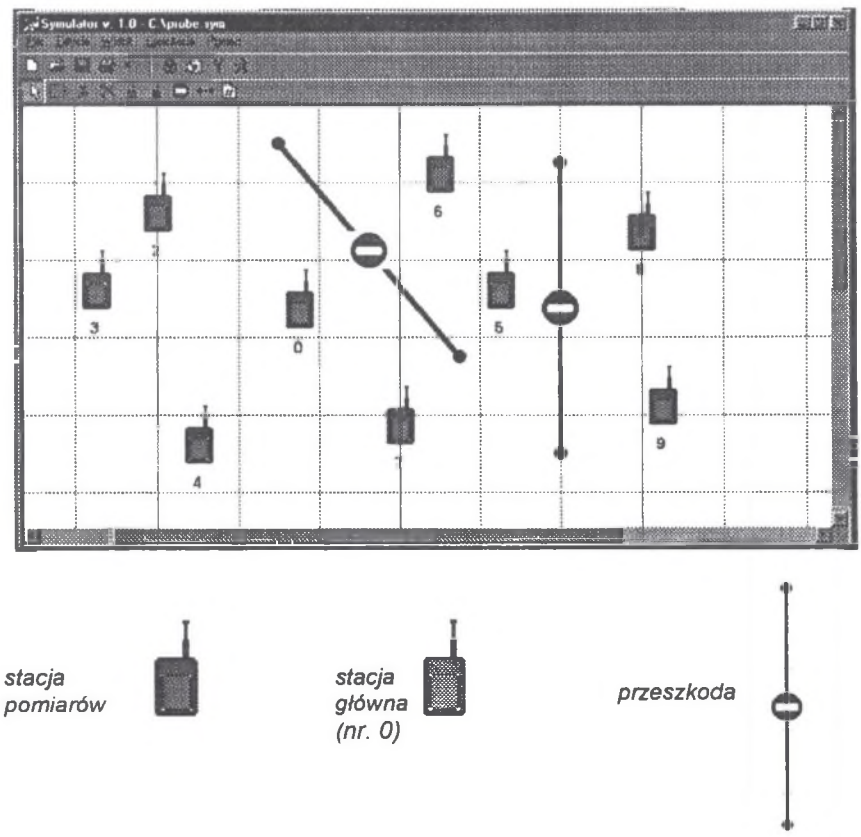


Rys.1. Schemat blokowy stacji pomiarowej do pomiaru temperatury
Fig.1. Block diagram of the measurement station

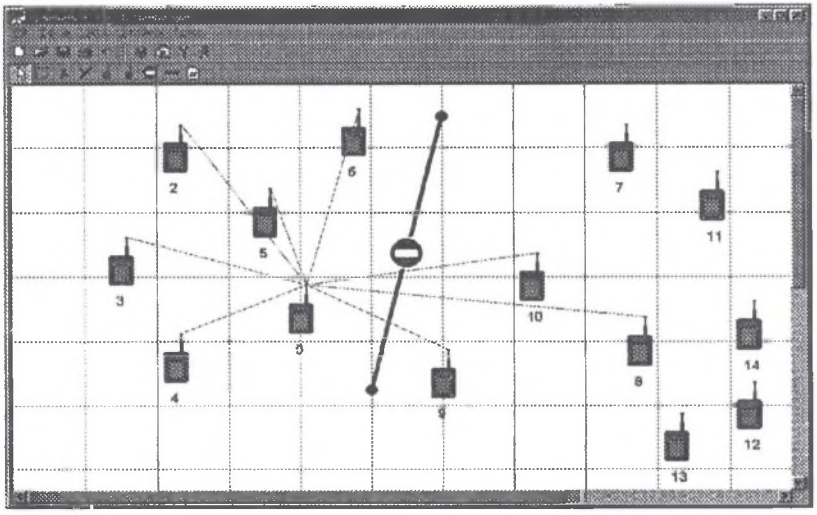
Programowa implementacja opisanego sposobu komunikacji w mikrokontrolerze zastosowanym w stacji głównej i w stacjach pomiarowych jest dość złożona. Testowanie poprawności działania opisanego protokołu transmisji poprzez zainstalowanie prototypowego systemu pomiarowego wymagałoby przeprowadzenia żmudnych i uciążliwych prób usuwania wszelkich usterek zarówno programowych, jak i sprzętowych. W związku z tym postanowiono przeprowadzić symulację komputerową przez stworzenie specjalnego programu, ułatwiającego autorom wprowadzanie kolejnych poprawek i wyjaśniającego jednocześnie dokładną zasadę funkcjonowania tworzonego protokołu transmisji w przypadku zmian w konfiguracji sieci. Szczegóły dotyczące tego oprogramowania można znaleźć w pracy [2].

Na rys. 2, 3 i 4 przedstawiono wizualizację przykładowego rozmieszczenia stacji pomiarowych. Program pozwala na symulację nadawania i odbioru sygnału przy zmianach położenia poszczególnych stacji i uzyskiwanie maksymalnego zasięgu przy wprowadzaniu przeszkód utrudniających łączność radiową. Przedstawione rysunki pokazują jedynie pewną wybraną sytuację statyczną, natomiast w trakcie pracy programu uwidocznione jest powstawanie drogi przesyłu między poszczególnymi stacjami z określeniem tzw. „zielonej linii", która jest ustaloną trasą transmisji dla danej konfiguracji terytorialnej. Przy zmianie tej

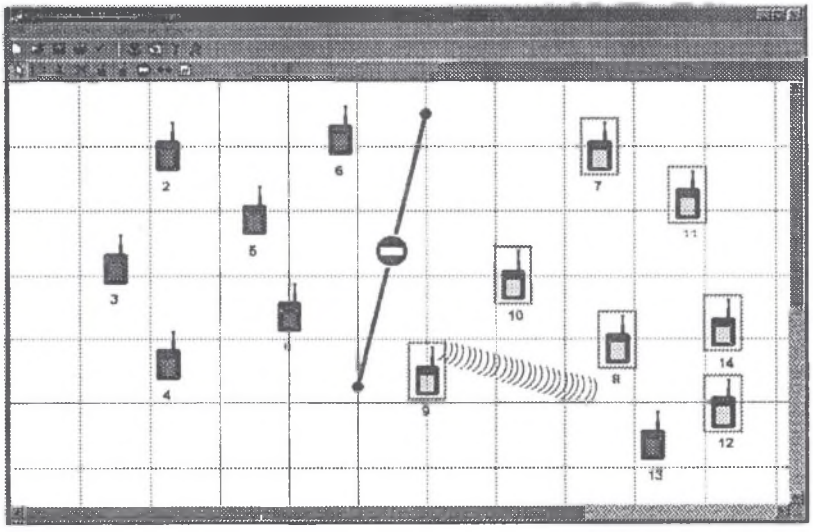
konfiguracji lub uszkodzeniu jakiejś ze stacji program automatycznie ustala nową trasę przesyłu określając nową „zieloną linię". Napisanie takiego programu w języku niskiego poziomu dla mikroprocesora zastosowanego w stacjach jest sprawą skomplikowaną, dlatego też przeprowadzenie symulacji w języku wysokiego poziomu okazało się sprawą prostszą. Implementacja programu symulacyjnego na język asemblera mikroprocesora była bardziej efektywna.



Rys.2. Przykładowe rozmieszczenie stacji pomiarowych w sieci
Fig.2. The example for distribution of station in the net



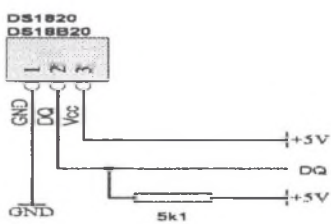
Rys.3. Symulacja maksymalnego zasięgu w linii prostej
Fig.3. Maximum range simulation



Rys.4. Symulacja nadawania sygnału z jednej stacji do drugiej
Fig.4. Transmission simulation between two stations

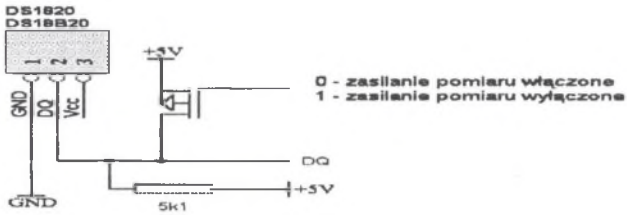
4. CYFROWE CZUJNIKI TEMPERATURY

Przy wykonywaniu pomiarów temperatury zastosowano cyfrowe czujniki typu DS1820 lub DS18B20 firmy Dallas Semiconductor sterowane interfejsem jednoprzewodowym (*1-Wire*). Oba czujniki charakteryzują się dokładnością pomiaru 0,5°C. Standardowo czujnik DS18B20 mierzy temperaturę z dokładnością 0,5 °C (wynik pomiaru jest w postaci słowa 9-bitowego). Po odczytaniu dodatkowych współczynników z pamięci czujnika wynik pomiaru można przeliczyć na rozdzielczość 0,1 °C. Z kolei układ DS18B20 umożliwia odczyt wyniku pomiaru w postaci słowa 12-bitowego przy rozdzielczości 0,0625 °C. Taka rozdzielczość nie jest w praktyce wymagana, w związku z czym wynik jest zaokrąglany (w programie komputerowym) i podawany z rozdzielczością 0,1 °C. Typowy czas pomiaru temperatury w przypadku czujnika DS1820 wynosi maks. 200 ms, a dla czujnika DS18B20 – maks. 750 ms. Oba typy czujników nie wymagają stosowania dodatkowego analogowego układu pomiarowego. Przy projektowaniu stacji pomiarowej założono, że można podłączyć do niej 30 takich czujników. Ograniczenie liczby czujników jest podyktowane względami użytkowymi; rzadko bowiem zachodzi potrzeba pomiaru temperatury z tak wielu punktów, w otoczeniu których jest zainstalowana stacja pomiarowa. Dodatkowymi ograniczeniami są maksymalna pojemność linii danych interfejsu (podobnie jak w interfejsie I^2C) oraz jej długość. Wszystkie czujniki są połączone równolegle i dołączone do linii DQ. Układy DS18B20 i DS1820 mogą pracować w dwóch konfiguracjach: z zasilaniem z linii danych (wspomniana linia interfejsu jednościeżkowego DQ) tzw. *parasite power* lub z zasilaniem oddzielnym. W stacji pomiarowej czujniki pracują z oddzielnym zasilaniem, w związku z tym cały interfejs składa się z trzech przewodów: linii danych DQ, masy i zasilania + 5V. Do zasilania z linii danych (*parasite power*) wymagany jest dodatkowy tranzystor (najlepiej MOSFET) zwierający linię danych DQ z zasilaniem +5V na czas pomiaru. W trakcie pomiaru jeden czujnik pobiera prąd ok. 1,5 mA. Ponieważ w jednym momencie pomiar może być dokonywany przez wiele czujników jednocześnie, tak więc całkowity prąd pobierany przez nie jest wielokrotnie większy. Taki prąd nie może płynąć przez rezystor dołączony do linii DQ o wartości 5,1 kΩ. (linia DQ jest typu otwarty dren). Stąd wynika konieczność zastosowania dodatkowego tranzystora. Tranzystor ten (sterowany jedną linią portu I/O) musi być włączony w czasie maks. 10 μs od momentu wydania komendy pomiaru temperatury do czujników. Ze względu na niewystarczającą ilość portów I/O zastosowano konfigurację oddzielnego zasilania czujników (trójprzewodową).

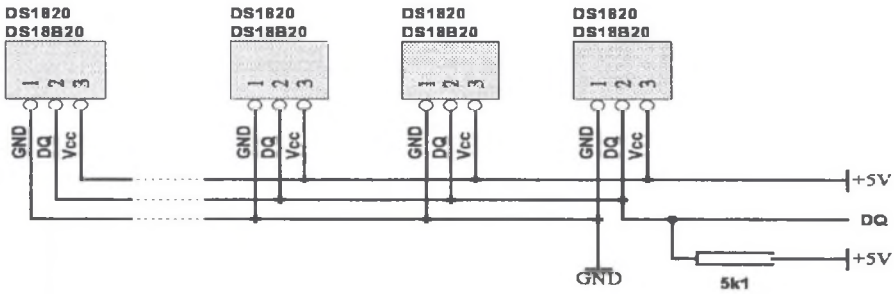


Rys.5. Podłączenie czujnika w konfiguracji z oddzielnym zasilaniem
Fig.5. Sensor with external supply

Podłączenie cyfrowych czujników temperatury w różnych konfiguracjach przedstawiono na rys. 5, 6 i 7.



Rys.6. Podłączenie czujnika z zasilaniem z linii danych
Fig.6. Sensor with supply obtained from data bus



Rys.7. Podłączenie wielu czujników w konfiguracji z oddzielnym zasilaniem
Fig.7. Multi-sensor system with external supply

Zastosowanie opisanych czujników radykalnie upraszcza sposób ich podłączenia do stacji pomiarowej. Instalacja kablowa składa się bowiem tylko z dwóch lub z trzech przewodów (w zależności od konfiguracji), do których wszystkie czujniki połączone są równolegle. Nie występuje również problem błędu pomiaru spowodowany np. dostaniem się wilgoci między przewody interfejsu, gdyż występują w nim tylko sygnały cyfrowe. W kablowym systemie pomiarowym (wykonanym wcześniej przez autorów) zastosowano analogowe czujniki temperatury typu AD22100 (Analog Devices). Sygnał wyjściowy w tych czujnikach wynosi 22,5 mV/°C. W innych konstrukcjach stosowane były czujniki typu LM35 o sygnale wyjściowym 10 mV/°C. Okablowanie zespołu tych czujników było bardzo kłopotliwe – liczba przewodów łączących je z układem pomiarowym jest równa liczbie czujników plus dwa przewody zasilające. Dodatkowym problemem była konieczność stosowania kabli ekranowanych ze względu na niski poziom przesyłanych sygnałów i możliwość zakłócania ich np. przez tętnienia sieci elektroenergetycznej. W niektórych zastosowaniach czujniki analogowe mogą być niezastąpione, np. w przypadku pomiaru temperatury radiatorów w układach wzmacniaczy mocy, zasilaczy czy w układach energoelektronicznych, gdzie potrzebny jest analogowy sygnał informujący o mierzonej temperaturze i wykorzystywany do odpowiedniej korekcji parametrów układu.

Ponieważ do stacji pomiarowej użytkownik może dołączyć różną ilość czujników temperatury, których numery seryjne nie są znane, stąd też w celu znalezienia ich ilości do odczytania numerów seryjnych zastosowano specjalny algorytm identyfikacji opisany szczegółowo w [2]. Każdy czujnik może być uaktywniony tylko po podaniu jego numeru seryjnego. Można również podać wiele numerów seryjnych w celu uaktywnienia wielu czujników jednocześnie. Komunikacja w interfejsie jednościeżkowym rozpoczyna się zawsze od wysłania impulsu zerującego (*reset pulse*). Układy odpowiadają wówczas impulsem obecności (*presence pulse*). Dopiero po stwierdzeniu impulsu obecności można przeprowadzać dalsze transmisje danych. Każdy transfer danych może być przerwany w dowolnym momencie przez podanie na linię DQ impulsu zerującego. Algorytm przeszukiwania jest wykonywany za każdym razem po przejściu stacji pomiarowej z trybu czuwania (*standby)* do trybu aktywnego oraz w momencie wydania przez użytkownika polecenia konfiguracji czujników temperatury. Każdemu znalezionemu numerowi seryjnemu przyporządkowany jest numer w zakresie od 1 do N, gdzie N jest liczbą znalezionych numerów (czujników).

5. TEST DZIAŁANIA SIECI POMIAROWEJ

Test całego systemu pomiarowego składał się z kilku następujących etapów:

- test działania każdej stacji pomiarowej i stacji głównej po uruchomieniu,
- test komunikacji radiowej (sprawdzenie zasięgu, sprawności transmisji),
- przeprowadzenie przykładowych pomiarów.

Test zastosowanych czujników temperatury przeprowadzono dla pomiarów dwupunktowych - przy temperaturze 100°C (wrząca woda) oraz w temperaturze 0°C (topniejący lód). W pomiarach wyniki porównywano ze wskazaniami wzorcowego termometru laboratoryjnego o dokładności 0,1°C. Wskazania wszystkich użytych w badaniach 20 czujników w temperaturze 100°C różniły się maksymalnie ±0,1°C, natomiast w temperaturze 0°C wskazania czujników różniły się maksymalnie ±0,3°C. Błędy wskazania mieściły się w granicach dokładności podawanych przez producenta czujników (maks. ± 0,5°C).

6. PODSUMOWANIE

Zastosowanie czujników cyfrowych stwarza zupełnie nowe możliwości w wielopunktowych pomiarach rozkładu temperatur. Dotyczy to ułatwienia w instalowaniu czujników na obiekcie. Wszystkie czujniki mogą być podłączone do tej samej pary przewodów (tzw. skrętki) w ramach tego samej stacji pomiarowej. Pozwala to na rozmieszczenie praktycznie dowolnej ilości czujników przy użyciu tylko dwóch przewodów podłączonych do stacji pomiarowej. Poza tym automatyczne rozpoznanie przez system ilości podłączonych czujników ułatwia obsługę systemu. Inną korzyścią wynikającą ze stosowania

czujników cyfrowych jest możliwość długotrwałej pracy stacji pomiarowych bez konieczności wymiany baterii. Wynika to ze znacznego obniżenia poboru prądu w zastosowanych rozwiązaniach układowych.

Dokładność pomiaru rzędu 0,5°C jest często wystarczająca w większości zastosowań przemysłowych. Osiągnięcie większej dokładności jest również możliwe przy zastosowaniu indywidualnej kalibracji każdego z czujników.

Wykonany przez autorów prototypowy system akwizycji danych będzie dostępny komercyjnie w II kwartale 2001 roku. W wersji komercyjnej zostaną wprowadzone pewne zmiany układowe, programowe i udoskonalenia technologiczne, które na etapie prototypu nie odgrywały większej roli. Przewidziano również opracowanie i wykonanie specjalizowanych sond pomiarowych przeznaczonych do pomiaru rozkładu temperatur w ośrodkach sypkich (w silosach do przechowywania ziaren zbóż, cementu itp.). Sondy takie o długościach od 50 - 200 cm będą umożliwiały dokładny rozkład temperatur ośrodka w odległych od siebie co 2 - 4 cm czujnikach. Liczba czujników zainstalowanych w sondzie pomiarowej może więc wynosić od 25 - 50 szt.

LITERATURA

1. *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, Data Sheet, Dallas Semiconductor, 2000.
2. Kołłątaj R.: System zdalnej akwizycji danych z rozproszonych czujników pomiarowych. Praca magisterska, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, Białystok 2000.
3. Łapko A.: Efekty oddziaływania materiału sypkiego na żelbetowe ściany komór w eksploatowanych silosach na zboże. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, Białystok 1989.
4. Łapko A. i in.: Analiza stanów deformacyjno-naprężeniowych wywołanych parciem materiału sypkiego sprzężonym z polem temperatury w żelbetowych komorach silosowych. Raport końcowy z projektu badawczego (Grant 7.S103.038 07), Politechnika Białostocka, Białystok 1997.

Recenzent: Dr hab. inż. Jerzy Jakubiec
prof. Politechniki Śląskiej

Wpłynęło do Redakcji dnia 15 grudnia 2000 r.

Abstract

The paper presents a new wireless, multichannel acquisition system for the temperature measurement using a new generation of Dallas DS18B20 digital temperature sensors. The intelligent radio net allows measure of temperature for thermal evaluation of the building objects and for climatological and geological purposes using telemetric measurements stations. Fig. 1 shows the block diagram of the measurement station. Long term monitoring of such objects is difficult because of strong requirements for the test equipment. The measurement system was equipped with special algorithm of data transmission. It provides recognition of the measurement and relay stations, their quantity, finding the shortest path of data transmission as well as the automatic finding of the alternative path of data transmission in case of e.g. defect of the station. Fig. 2 shows the example for distribution of stations in the net. The simulation of the maximum range is shown in Fig. 3 whereas the transmission simulation between two station is shown in Fig. 4. The computer program was implemented into the microprocessor system in the transmission modules. Because each DS18B20 digital sensor contains a unique serial number, multiple DS18B20 can exist on the same 1-Wore bus for the same radio module. Figs. 5-7 present some versions for connection of temperature sensors. The prototype system was tested in the laboratory conditions with good results.