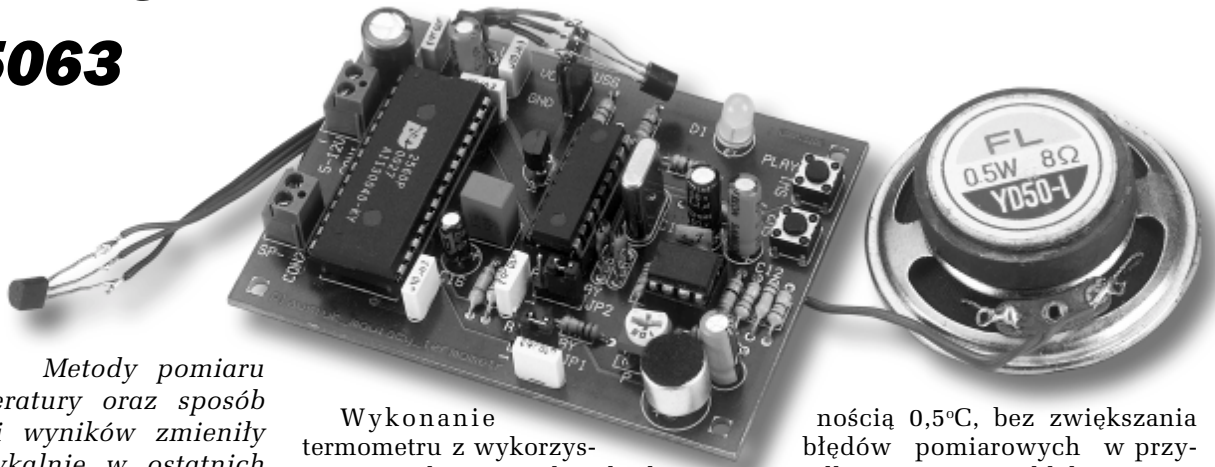


Mówiący termometr

AVT-5063



Metody pomiaru temperatury oraz sposób prezentacji wyników zmieniły się radykalnie w ostatnich latach. Niektórzy zapewne pamiętają czasy, w których samodzielne wykonanie termometru elektronicznego było - obok zegara największym wyzwaniem dla początkującego elektronika.

Wykonanie termometru z wykorzystaniem jako czujnika diody półprzewodnikowej i jego wyskalowanie odstraszało nawet najbardziej zapalonych majsterkowiczów. Również pomiar temperatury za pomocą uniwersalnych multimetrów nie dostarczał dokładnych wyników. Dopiero pojawienie się scalonych czujników temperatury, na przykład układów typu LM35, zrewolucjonizowało także pomiary. Otrzymane na wyjściu czujnika napięcie wprost proporcjonalne do mierzonej temperatury i przeliczone na °C całkowicie uwolniło konstruktorów od żmudnej procedury skalowania miernika i jednocześnie zwiększyło dokładność pomiarów.

Znane zapewne Czytelnikom EP układy DS18B20, dzięki komunikacji w standardzie szeregowym 1-Wire, umożliwiają zdalny pomiar temperatury przy wykorzystaniu tylko jednego wyprowadzenia portu procesora. Przy zastosowaniu odpowiedniego sposobu sterowania magistralą 1-Wire, czujnik może być oddalony od procesora sterującego nawet o 500 metrów. Poza tym, do magistrali może być dołączonych nawet kilkadziesiąt układów.

W przedstawionym w artykule termometrze połączono technikę analogową z cyfrową. Zrezygnowano z typowego wyświetlacza wartości temperatury, na rzecz głosowego przedstawiania jej wartości. Termometr umożliwia pomiar temperatury w dwóch punktach. Dzięki zastosowaniu scalonych czujników temperatury typu DS18B20 możliwy jest pomiar w zakresie -55°C do 125°C z dokład-

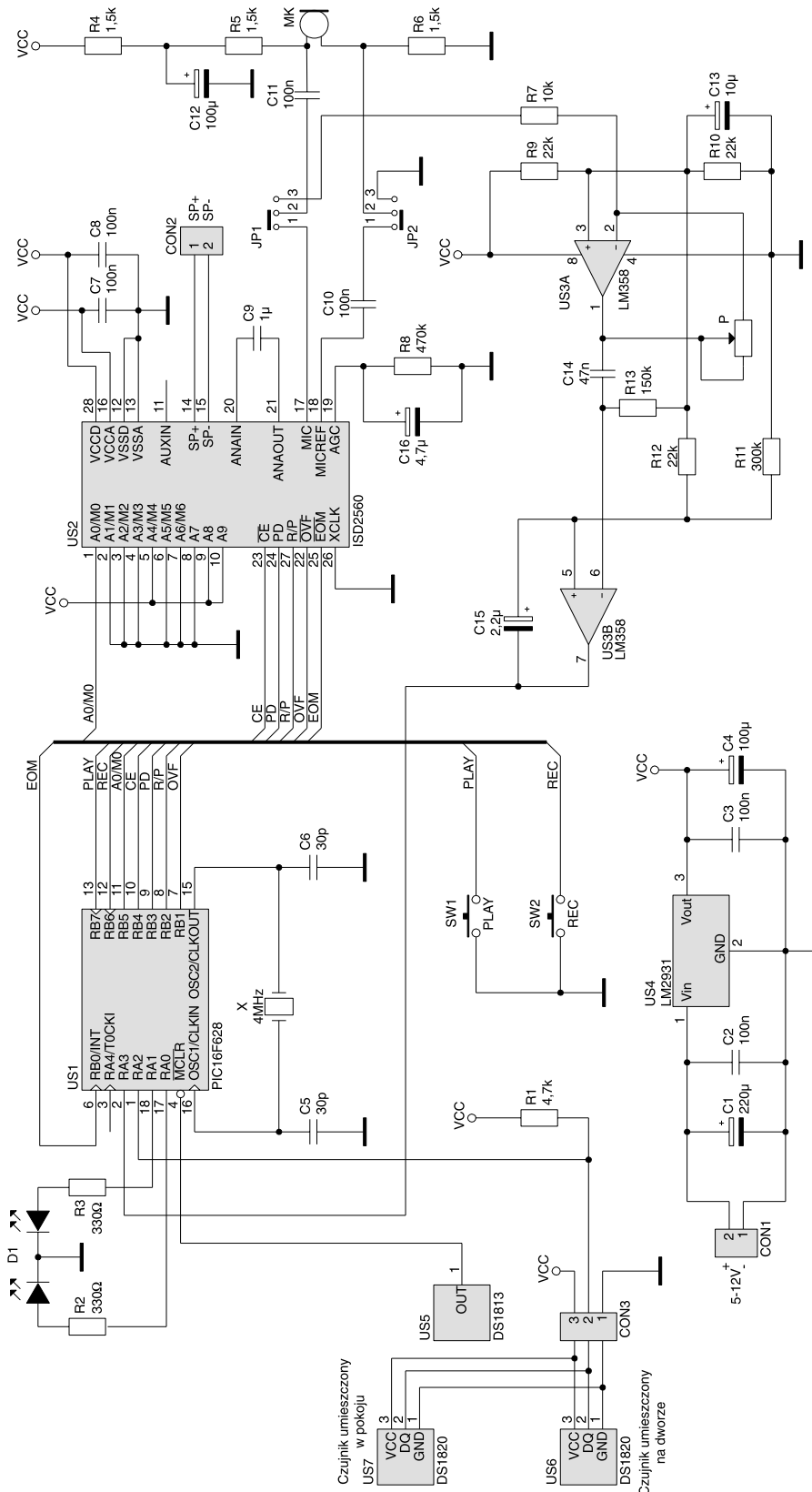
nością 0,5°C, bez zwiększania błędów pomiarowych w przypadku znacznego oddalenia czujników od płytki termometru.

Wynik pomiaru temperatury jest przedstawiany w postaci komunikatu głosowego dzięki zastosowaniu układu ISD2560. Wyzwolenie pomiaru jest możliwe dwoma sposobami: za pomocą przycisków umieszczonych na płytce termometru oraz zdalnie za pomocą dźwięku. Naciśnięcie klawisza SW1 spowoduje pomiar temperatury w pomieszczeniu, zaś naciśnięcie przycisku SW2 na dworze. Zdalny pomiar można wyzwolić poprzez klaśnięcie. Dwukrotne klaśnięcie uruchomi pomiar temperatury w pomieszczeniu, a trzykrotne na dworze.

Opis układu

Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny termometru. Składa się on z czterech głównych bloków: sterowania, odtwarzania dźwięku, przetwornika dźwięku na impulsy o poziomach 0...5V oraz bloku zasilania. Blok sterowania został wykonany w oparciu o mikroprocesor firmy Microchip PIC16F628. Mikrokontroler, pod względem funkcjonalnym i rozmieszczenia wyprowadzeń, jest kompatybilny ze znanym już układem PIC16F84A. Poświęcimy mu trochę więcej uwagi.

Na rys. 2 przedstawiono rozmieszczenie wyprowadzeń układu PIC16F628. Niemal każde z wyprowadzeń może pełnić kilka funkcji. Mikrokontroler ten, zamontowany w niewielkiej 18-nóżkowej obudowie, posiada pamięć programu typu Flash o pojemności 2k słów 14-bitowych. Zastosowanie pamięci programu o słowie 14-bitowym



Rys. 1. Schemat elektryczny mówiącego termometru

umożliwiło wykonywanie każdej instrukcji w jednym cyklu maszynowym, a każdy rozkaz - za wyjątkiem skoków - zajmuje tylko jedno słowo pamięci programu. Ma to znaczący wpływ na zmniejszenie

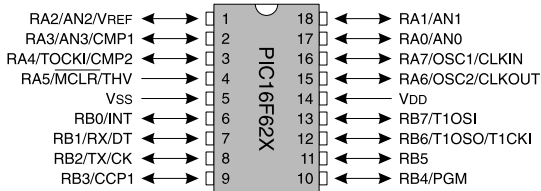
rozmiaru kodu wynikowego oraz na szybkość wykonywania instrukcji. Procesor posiada 128 bajtów wewnętrznej pamięci EEPROM oraz 224 bajty pamięci operacyjnej RAM.

Jak już wcześniej wspominałem, wyprowadzenia mogą być konfigurowane na różne sposoby, dzięki temu w układzie 18-nóżkowym można uzyskać 16 wyprowadzeń wejścia-wyjścia. Nawet wyprowadzenia oscylatora czy zerowania mogą pełnić funkcje sterujące, jednakże z jednym ograniczeniem - wyprowadzenie zerowania (gdy jest skonfigurowane jako cyfrowe) może być użyte tylko jako wejście. W takim przypadku sygnał zerowania jest generowany przez wewnętrzny generator zerowania.

Jeżeli wyprowadzenia oscylatora chcemy wykorzystać jako cyfrowe wejście-wyjście, to do generowania sygnału zegarowego należy wykorzystać wewnętrzny generator, który może pracować z jedną z dwóch częstotliwości: 4MHz lub 37kHz. Częstotliwość pracy wewnętrznego generatora może być zmieniana programowo podczas aktywnej pracy procesora. Umożliwia to zmniejszenie częstotliwości pracy generatora, a co za tym idzie zmniejszenie poboru prądu w czasie, gdy procesor nie wykonuje skomplikowanych operacji, a tylko monitoruje przebieg jakiegoś procesu oraz automatyczne przyspieszenie w momencie pojawienia się jakiegś nieprawidłowości w monitorowanym procesie.

Timer TMR1, zawarty w procesorze, umożliwia zliczanie impulsów z zewnętrznego generatora zbudowanego w oparciu o rezonator kwarcowy oraz kondensatory podłączone bezpośrednio do wyprowadzeń portu RB6 i RB7. Wykorzystanie timera z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym (o częstotliwości 32,768kHz) może być bardzo przydatne przy budowie wszelkiego rodzaju urządzeń odmierzających czas, gdyż procesor może pracować z częstotliwością równą 4MHz, niekoniecznie o dużej stabilności, np. z wewnętrznego generatora RC, a timer TMR1 będzie zliczał impulsy ze stabilnego generatora kwarcowego podłączonego do wyprowadzeń portu PB6 i PB7.

Dla rezonatora o częstotliwości 32,768kHz przerwanie od TMR1 może być generowane dokładnie co 1 sekundę. Znacznie upraszcza to procedurę odliczania czasu, gdyż wystarczy jedynie zliczać impulsy



Rys. 2. Opis wyprowadzeń układu PIC16F628

jednosekundowe, a nie - jak to ma miejsce przy rezonatorze 4MHz - gdy przerwanie występuje co kilkadziesiąt czy kilkaset milisekund. Rzadsze przerwania od timera pozwalają na mniejsze zaangażowanie procesora w odmierzenie czasu, a tym samym ma on więcej czasu na wykonywanie bieżących zadań. Schemat wewnętrzny timera TMR1 jest przedstawiony na rys. 3. Konstruktorzy procesora włożyli dużo pracy, aby stał się on bardzo uniwersalny i jednocześnie prosty w programowaniu.

Do komunikacji użytkownika z termometrem służą klawisze SW1 i SW2, zaś dwukolorowa dioda świecąca D1 sygnalizuje stan pracy termometru. Dioda świecąca została podłączona bezpośrednio do portów procesora, gdyż możliwe jest ich obciążenie prądem 20mA, zarówno w stanie niskim jak i wysokim. Do portu RB zostały dołączone klawisze SW1 i SW2 bez rezystorów podciągających, ponieważ port ten posiada możliwość dołączania wewnętrznych rezystorów podciągających „pull-up”.

Kolejnym blokiem termometru jest układ nagrywania oraz odtwarzania wiadomości. Do tego celu zastosowano specjalizowany układ typu ISD2560. Układ ten umożliwia zapis wiadomości słownych o łącznym czasie 60 sekund i maksymalnej częstotliwości sygnału wejściowego ograniczonej do 3,4kHz. Takie pasmo sygnału umożliwia wykonanie nagrań głosowych o dosyć dobrej jakości, porównywalnej do rozmowy telefonicznej. Układ ten zawiera kompletny tor zapisu i odczytu dźwięku wraz ze wzmacniaczem wejściowym, do którego można bezpośrednio dołączyć mikrofon, oraz wyjściowym mogącym bezpośrednioysterować głośnik. Tak więc liczba elementów zewnętrznych jest ograniczona do minimum. Układ ISD2560 może być sterowany ręcznie, za pomocą przycis-

ków, jak również przez mikroprocesor.

Moduł przetwornika dźwięku na sygnał cyfrowy wykonany jest w oparciu o dwa wzmacniacze operacyjne zawarte w strukturze układu US3. Wzmacniacze służą do wzmocnienia sygnału z mikrofonu i przetworzenia go do postaci cyfrowej akceptowanej przez procesor. Obydwa układy, zarówno zapisu i odtwarzania dźwięku, jak również detektora kłaniania „potrzebują” do pracy mikrofonu. Ponieważ układ ISD2560 „potrzebuje” mikrofonu tylko w czasie zapisywania komunikatów, a układ detektora tylko w czasie normalnej pracy (czyli odtwarzania), stosowanie dwóch mikrofonów stało się zbędne. Zależnie od tego czy termometr jest w stanie nagrywania komunikatów, czy w stanie normalnej pracy, mikrofon jest dołączany poprzez zwory JP1 i JP2 do jednego lub drugiego układu.

W bloku zasilania zastosowano stabilizator LM2931. Umożliwia on stabilizację napięcia przy spadku napięcia na stabilizatorze równym około 0,2V. Jest to więc znacznie mniej niż spadki napięcia występujące w stabilizatorach typu LM78L05, w których wynoszą około 3V. Tak niski spadek napięcia umożliwia poprawną pracę termometru już od napięcia zasilającego nieco większego niż 5V, a jednocześnie przy obciążeniu wyjścia stabilizatora prądem około 100mA nie odczuwa się znacznego wzrostu temperatury obudowy.

Zasada działania

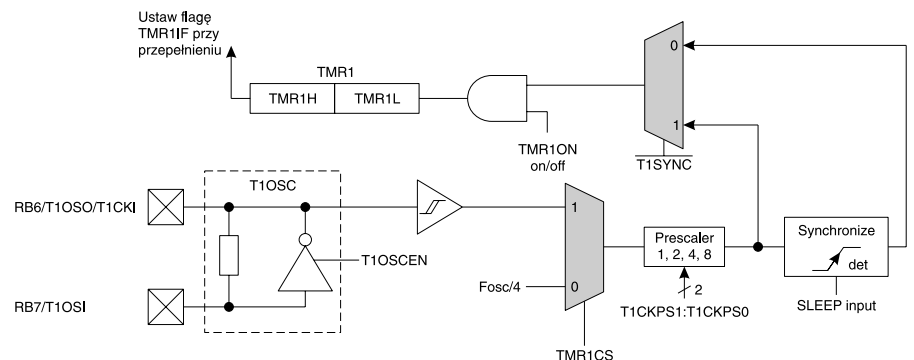
Wszystkimi funkcjami termometru steruje procesor US1. Odpowiada on za komunikację z czujnikami temperatury, układem ISD2560 oraz klawiaturą.

Procesor, w zależności od stanu klawiatury oraz wejścia ze wzmacniacza operacyjnego US3B, wykonuje odpowiednie funkcje, które zostaną omówione poniżej. Taktowany jest zewnętrznym sygnałem zegarowym stabilizowanym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4MHz. Do zerowania przy włączaniu zasilania zastosowano scalony układ generujący sygnał zerujący (DS1813).

Czujniki temperatury zostały zbudowane w oparciu o specjalizowane układy termometrów cyfrowych DS1820. Pozwalają one na zdalny pomiar temperatury z rozdzielczością do 0,5°C. Rozdzielczość pomiarów można zwiększyć do 0,1°C (więcej informacji na temat układu DS1820 można znaleźć na stronie producenta układu lub w biuletynie USKA „Mikroprocesory i pamięci” 5/1996). Dzięki cyfrowej komunikacji czujników z procesorem przy wykorzystaniu standardu magistrali 1-Wire, stało się możliwe równoległe połączenie obydwu czujników oraz znaczne oddalenie czujników od procesora bez pogorszenia parametrów pomiaru temperatury. Wszystkie układy pracujące z magistralą 1-Wire posiadają niepowtarzalny numer seryjny umożliwiający identyfikację układu przez procesor sterujący. Numer seryjny składa się z ośmiu bajtów. Znaczenie poszczególnych bitów przedstawiono poniżej:

8-bitowy kod CRC (bajt kontrolny), 48-bitowy numer seryjny, 8-bitowy kod rodziny.

O ile komunikacja z dołączonym jednym układem jest bardzo prosta, gdyż nie ma potrzeby odczytywania numeru seryjnego układu, o tyle już w przypadku dwóch czujników sprawa się komplikuje. Aby procesor mógł komu-



Rys. 3. Budowa wewnętrzna timera TMR1

nikować się z dwoma układami musi najpierw znać ich numery seryjne.

Jeżeli procesor chce nawiązać komunikację z dowolnym układem na magistrali 1-Wire musi najpierw wysłać do wszystkich układów odpowiedni numer seryjny. Jeśli na magistrali znajduje się układ o takim numerze seryjnym, to zgłasza swoją obecność i dalsze komendy sterujące wysyłane przez procesor są akceptowane tylko przez ten układ - inne układy czekają na sygnał zerowania, który pojawi się dopiero, gdy procesor będzie chciał nawiązać komunikację z innym układem. Tak więc podanie numeru seryjnego jednego układu powoduje blokowanie pozostałych układów podłączonych do magistrali 1-Wire. W **tab. 1** przedstawiono algorytm komunikacji mikroprocesora z dołączonym jednym układem DS1820.

Jak widać, w czasie komunikacji pomijany jest numer seryjny układu dołączonego do magistrali 1-Wire. Taki sposób komunikacji jest możliwy tylko i wyłącznie, gdy do magistrali jest podłączony jeden układ. Gdyby zostały podłączone dwa układy powstałby konflikt, gdyż obydwa w tym samym czasie odpowiadałyby na komendy wysyłane przez układ sterujący.

W celu umożliwienia komunikacji z kilkoma układami należy wykorzystać ich numery seryjne. W **tab. 2** przedstawiono algorytm komunikacji z dowolnym układem DS1820, jeżeli do magistrali podłączonych jest więcej układów.

Wykorzystanie adresowania poszczególnych układów dołączonych do magistrali 1-Wire umożliwia więc bezkonfliktową komunikację z dowolnym układem, lecz przed tą operacją należy odczytać numery seryjne wszystkich układów.

Układ odtwarzania komunikatów ISD2560 pozwala na swobodne nagrywanie dowolnej liczby komunikatów oraz szybką ich weryfikację. Tryby pracy oraz realizowane funkcje zależne są od stanu wyprowadzeń sterujących M0...M6 przedstawiono w **tab. 3**. Układ ISD może być skonfigurowany w zależności od potrzeb, zarówno przy sterowaniu za pomocą klawiszy jak i mikroprocesora. W naszym układzie zostaną wykorzystane funkcje: kolejnego nagry-

Tab. 1. Algorytm komunikacji mikroprocesora z dołączonym jednym układem DS1820

Tryb pracy procesora	Wysyłane komendy	Opis komend
Nadajnik	Reset	Wystawienie przez procesor impulsu zerującego, inicjuje transmisję z DS1820
Odbiornik	Impuls obecności	Oczekiwanie na wystawienie impulsu obecności przez układ DS1820
Nadajnik	Komenda CCH	Komenda przeskocz ROM - pomija sprawdzanie wewnętrznego numeru seryjnego
Nadajnik	Komenda 44H	Komenda ROM - rozpocznij pomiar temperatury
Nadajnik	Stan wysoki na linii danych	Utrzymanie stanu wysokiego na linii danych magistrali 1-Wire przez minimum 200ms (przy zasilaniu zewnętrznym układu DS1820) w celu wykonania pomiaru temperatury
Nadajnik	Reset	Wystawienie przez procesor impulsu zerującego, inicjuje transmisję z DS1820
Odbiornik	Impuls obecności	Oczekiwanie na wystawienie impulsu obecności przez układ DS1820
Nadajnik	Komenda BEH	Komenda ROM - odczytaj pamięć podręczną
Odbiornik	Dziewięć bajtów danych	Odczytanie pamięci układu DS1820, w tym temperatury
Nadajnik	Reset	Wystawienie przez procesor impulsu zerującego, inicjuje transmisję z DS1820
Odbiornik	Impuls obecności	Oczekiwanie na wystawienie impulsu obecności przez układ DS1820, koniec transmisji

wania komunikatów, przeszukiwania komunikatów i normalnego odtwarzania komunikatów.

Termometr umożliwia słowną prezentację mierzonej temperatury za pomocą 40 komunikatów zawartych w pamięci układu ISD2560. Ponieważ pomiar temperatury w zakresie od -55°C do 125°C z rozdzielczością 0,1°C wymagałoby o wiele większej liczby komunikatów, z pewnością nie wystarczyłoby 60 sekund na ich zapis, dlatego w przedstawionym układzie poszczególne wyniki pomiaru są składane z kilku komunikatów w jedną całość. Zrozumienie sposobu łączenia komunikatów ułatwi opis i umiejscowienie poszczególnych komunikatów w pamięci układu ISD2560.

Proces zapisu składa się z następujących kroków:

1. Na wejście M0 należy podać poziom niski.
2. Na wejście PD należy podać poziom niski i odczekać około 50ms (następuje przełączenie układu w stan aktywny i zerowanie wewnętrznego licznika adresującego pamięć).
3. Na wejście R/P podać poziom niski (następuje przełączenie w tryb zapisu).
4. Aby rozpocząć pierwsze nagranie należy na wejście CE podać poziom niski. Układ będzie w stanie nagrywania do czasu, gdy na wejściu CE występuje poziom niski. Aby zakończyć zapis, należy na wejście CE

podać poziom wysoki. Po tej operacji proces nagrywania zostanie zatrzymany, a na koniec komunikatu zostanie automatycznie dołączony znacznik końca komunikatu EOM.

5. Gdy komunikat został nagrany, aby nagrać kolejne komunikaty należy powtarzać krok 4. Następne nagrania będą dołączane do poprzedniego, lecz wszystkie komunikaty są nagrywane jeden za drugim (rozdzielone znacznikami EOM) co umożliwi procesorowi „dotarcie” do dowolnego komunikatu podczas odtwarzania.
6. Jeżeli w czasie nagrywania zostanie przekroczony maksymalny czas nagrania dla danego układu, to wyjście OVF zmieni swój stan na niski, sygnalizując przepełnienie wewnętrznej pamięci.
7. Po nagraniu wszystkich komunikatów, na wejście PD należy podać poziom wysoki. Spowoduje to wyzerowanie wewnętrznego licznika adresowego i przejście układu w stan czuwania. Proces nagrywania został zakończony.

Ponieważ komunikaty są zapisane w dowolnym miejscu pamięci układu, a obliczanie adresu kolejnego nagrania na podstawie czasu jego trwania jest bardzo kłopotliwe oraz dlatego, że komunikaty podczas nagrywania mogą być wypowiedziane szybciej lub wolniej, a tym samym mogą znajdować się w innym miejscu pamięci, układ ISD2560 umożliwia odtwarzanie

Tab. 2. Algorytm komunikacji procesora z kilkoma układami DS1820 dołączonymi do magistrali 1-Wire

Tryb pracy procesora	Wysłane komendy	Opis komend
Nadajnik	Reset	Wystawienie przez procesor impulsu zerującego, inicjuje transmisję z DS1820
Odbiornik	Impuls obecności	Oczekiwanie na wystawienie impulsu obecności przez układ DS1820, zgłaszają się wszystkie układy dołączone do magistrali
Nadajnik	Komenda 55H	Komenda dopasuj ROM - wybór konkretnego układu dołączonego do magistrali
Nadajnik	Dane 64-bitowy kod układu	Wysłanie adresu układu, po tej operacji tylko układ o podanym adresie reaguje na kolejne komendy, pozostałe układy czekają na reset
Nadajnik	Komenda 44H	Komenda ROM rozpocznij pomiar temperatury
Nadajnik	Stan wysoki na linii danych	Utrzymanie stanu wysokiego na linii danych magistrali 1-Wire przez minimum 200ms (przy zasilaniu zewnętrznym układu DS1820) w celu wykonania pomiaru temperatury
Nadajnik	Reset	Wystawienie przez procesor impulsu zerującego, inicjuje transmisję z DS1820
Odbiornik	Impuls obecności	Oczekiwanie na wystawienie impulsu obecności przez układ DS1820, zgłaszają się wszystkie układy dołączone do magistrali
Nadajnik	Komenda 55H	Komenda dopasuj ROM - wybór konkretnego układu dołączonego do magistrali
Nadajnik	Dane 64-bitowy kod układu	Wysłanie adresu układu, po tej operacji tylko układ o podanym adresie reaguje na kolejne komendy, pozostałe układy czekają na reset
Nadajnik	Komenda BEH	Komenda ROM - odczytaj pamięć podręczną
Odbiornik	Dziewięć bajtów danych	Odczytanie pamięci wybranego układu DS1820, w tym temperatury
Nadajnik	Reset	Wystawienie przez procesor impulsu zerującego, inicjuje transmisję z DS1820
Odbiornik	Impuls obecności	Oczekiwanie na wystawienie impulsu obecności przez układ DS1820, zgłaszają się wszystkie układy dołączone do magistrali, koniec transmisji

ich kolejno bez znajomości faktycznego miejsca w pamięci. Aby odtworzyć dowolny komunikat układ oferuje funkcję „szybko naprzód”. Umożliwia ona odtwarzanie komunikatów z prędkością 800 razy większą niż w trybie normalnym. Daje to możliwość dotarcia do dowolnego komunikatu w pamięci układu w czasie zaledwie kilkudziesięciu milisekund.

Aby odtworzyć dowolny komunikat należy wykonać następujące czynności:

1. Zmienić poziom wejścia PD na niski i odczekać około 30ms.
2. Zmienić poziom na linii R/P na wysoki.
3. Jeśli ma być odtworzony pierwszy komunikat ($N=1$), to na wejście M0 podajemy poziom niski, a następnie na wejście

CE również poziom niski. Po odtworzeniu komunikatu dalsze odtwarzanie zostanie automatycznie wstrzymane (zostanie wykryty wskaźnik końca wiadomości EOM).

4. Jeśli numer komunikatu N jest większy od jedynki, należy wykonać N-1 cykli trybu M0 (wskazywania komunikatu) w poniższy sposób:
 - a. zmienić poziom wejścia M0 na wysoki
 - b. podać na wejście CE impuls o niskim poziomie, krótszy niż 10ms,
 - c. czekać na impuls o niskim poziomie na wyjściu EOM,
 - d. za każdym razem, gdy wystąpi impuls na wyjściu EOM, oznacza to, że został osiągnięty koniec kolejnego komunikatu

e. należy od N odjąć 1, jeśli wynik odejmowania jest większy od 1, należy przejść do punktu „a” i ponownie wykonać kolejne kroki.

5. Jeśli N jest równe 1, to poziom wejścia M0 należy zmienić na niski i na wejście CE podać impuls o niskim poziomie. N-ty komunikat zostanie odtworzony z normalną prędkością.

W omawianym termometrze wynik pomiaru temperatury jest składany z kilku pojedynczych komunikatów i dla każdego trzeba wykonać przeszukiwanie pamięci. Jednak dzięki szybkiej pracy układu ISD2560 połączone komunikaty stanowią jedną całość bez słyszalnych przerw pomiędzy odtwarzanymi fragmentami.

Do przetworzenia sygnałów dźwiękowych (kłaśnień) do postaci cyfrowej zastosowany został podwójny wzmacniacz operacyjny typu LM358. Sygnał wejściowy z mikrofonu jest kierowany poprzez kondensator C11 oraz zworunki JP1 i JP2 (są w pozycji „PLAY”) na wejście wzmacniacza US3A, a następnie z wyjścia tego wzmacniacza jest podawany na wejście komparatora utworzonego ze wzmacniacza operacyjnego US3B. Tak utworzony komparator wraz z kondensatorem C15 i rezystorami R11...R13 powoduje wydłużenie każdego pojawiającego się na wejściu komparatora impulsu o około 300 milisekund. Wydłużenie czasu trwania sygnałów wejściowych ma na celu likwidację pojawiających się na wyjściu paczek impulsów, które procesor odbierałby jako kilka kłaśnień i z każdym następowałoby uruchamianie pomiaru temperatury. Z wyjścia wzmacniacza US3B uzyskujemy sygnał cyfrowy, który jest podawany na wejście procesora. Procesor na podstawie odebranych sygnałów nadal realizuje dalsze kroki. Czułość wzmacniacza można regulować za pomocą potencjometru P.

Układ zasilania zrealizowany jest za pomocą stabilizatora typu LM2931. Do filtracji napięcia zastosowano kondensatory C1...C4. Wygładzone i pozbawione zakłóceń napięcie zasilania jest bardzo istotne dla pracy układu odtwarzania dźwięku, dlatego przy samym układzie ISD2560 zastosowano do-

Tab. 3. Tryby pracy układu ISD2560

Tryb	Funkcja	Zastosowanie
M0	Odtwarzanie komunikatów	Szybkie lub normalne odtwarzanie komunikatów
M1	Kasowanie znaczników EOM	Łączenie kilku komunikatów w jeden
M2	Nie wykorzystany	-
M3	Zapętlenie	Ciągłe odtwarzanie wszystkich komunikatów
M4	Kolejne adresowanie	Zapis/odtwarzanie kolejnych komunikatów
M5	Wyzwalanie poziomem CE	Realizacja funkcji pauzy
M6	Sterowanie klawiszami	Sterowanie układem przy pomocy klawiszy

datkowo kondensatory odsprężające C7 i C8. Również napięcie zasilające mikrofon pojemnościowy zostało odfiltrowane poprzez kondensator C12. Takie środki ostrożności są konieczne, aby w czasie nagrywania komunikatów zakłócenia pochodzące z zasilania nie przenosiły się do nagrywania.

Montaż i uruchomienie

Montaż termometru rozpoczyna się od wlutowania rezystorów (schemat montażowy na rys. 4), następnie wlutowujemy podstawki pod układy scalone i na końcu kondensatory oraz złącza CON1...CON3. Układy US6 i US7 są montowane poza płytką na kablu o długości zależnej od sposobu umieszczenia czujników. W modelowym układzie jeden czujnik był umieszczony tuż przy płytce termometru, a drugi na zakończeniu kabła telefonicznego 2x2 (4 żyły) o długości 30m.

Po dokładnym sprawdzeniu poprawności montażu, do złącza CON1 dołączamy napięcie zasilające o wartości z zakresu 5 do 12V (bez montażu układów scalonych). Sprawdzamy woltomierzem, czy w odpowiednich punktach układu występują odpowiednie napięcia (zgodnie ze schematem). Należy przede wszystkim sprawdzić napięcia zasilające poszczególne układy scalone - powinny mieć wartość około 5V. Mikroprocesor ma dodat-

nie wyprowadzenie napięcia zasilania na pinie 12, a masy na 5.

Jeżeli napięcia są prawidłowe, to wyłączamy zasilanie i montujemy układy scalone w podstawkach. Jeśli płytką została prawidłowo zmontowana ze sprawnych elementów, to po włączeniu dioda świecąca powinna zaświecić się na zielono na około 1 s, a następnie na czerwono również na 1 s i zgasnąć. Zaświecenie diody sygnalizuje poprawną pracę procesora, można więc przejść do jego programowania.

Programowanie i obsługa

Po prawidłowym zmontowaniu i wstępnym uruchomieniu termometru należy ustawić wszystkie początkowe parametry. Na początek należy nauczyć termometr mówić. Wszystkie komunikaty składają się z pojedynczych słów, które podczas odtwarzania są układane w zdania. Spis wszystkich potrzebnych słów znajduje się w tab. 4.

Aby przełączyć termometr w tryb nagrywania komunikatów należy zworki JP1 i JP2 ustawić w pozycji REC, w ten sposób dołączamy mikrofon do wejścia układu ISD2560. Następnie naciskamy przycisk REC (SW2) i włączamy zasilanie. Dioda błysnie w kolorze zielonym oraz czerwonym i zaświeci się na czerwono (po zwolnieniu przycisku REC - SW2 - dioda będzie świeciła w kolorze zielonym). Teraz termometr jest w trybie zapisu komunikatów. Należy po kolei nagrywać komunikaty podane w tab. 4. Naciśnięcie klawisza REC (SW2) powoduje rozpoczęcie nagrywania komunikatu (nagrywanie jest kontynuowane, gdy przycisk REC jest naciśnięty). Zwolnienie przycisku kończy nagrywanie komunikatu i dioda ponownie świeci w kolorze zielonym. Czynności te należy powtórzyć dla wszystkich komunikatów, czyli 40 razy. W przypadku przekroczenia dopuszczalnego czasu nagrania, czyli 60 sekund, dioda zacznie błyskać naprzemiennie w kolorze zielonym i czerwonym. Komunikaty przedstawione w tab. 4 nie powinny spowodować przekroczenia tego czasu, gdyż ich całkowity czas trwania wynosi około 40 sekund.

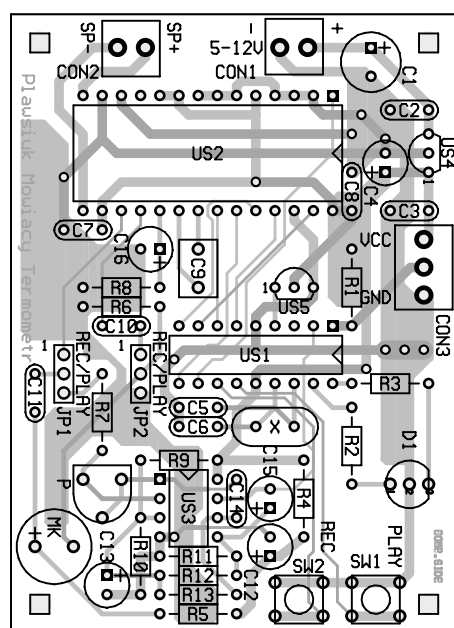
Podczas nagrywania komunikatów w modelowym układzie okazało się, że naciskanie i zwalnia-

nie przycisku zostało również zarejestrowane w nagrywanych komunikatach, dlatego w czasie nagrywania najlepiej jest umieścić mikrofon poza płytką na dłuższym odcinku kabla. Uniknie się w ten sposób nieprzyjemnych „stuków” w odtwarzanych komunikatach.

Sprawdzenia poprawności nagranych komunikatów można dokonać poprzez wyłączenie zasilania, naciśnięcie przycisku PLAY (SW1) i ponowne włączenie zasilania. Dioda błysnie w kolorze zielonym, następnie czerwonym i zaświeci się na zielono. Gdy zwolnimy przycisk PLAY, dioda zaświeci się na czerwono, od tej pory termometr jest w trybie odtwarzania komunikatów. Każde naciśnięcie klawisza PLAY spowoduje odtworzenie kolejnego komunikatu zapisanego w pamięci układu ISD2560. W czasie odtwarzania komunikatu dioda świeci w kolorze zielonym, a po skończeniu odtwarzania świeci na czerwono. Po odtworzeniu ostatniego komunikatu dioda będzie błyskała na przemian w kolorze zielonym i czerwonym. Jeżeli wszystkie nagrane komunikaty są zgodne z komunikatami zapisanymi w tab. 4, to nagrywanie zostało zakończone. Jeśli komunikaty zostały zapisane błędnie, cały proces nagrywania należy powtórzyć.

Jeżeli wszystkie komunikaty zostały nagrane prawidłowo, przystępujemy do rejestracji czujników temperatury. W tym celu wyłączamy zasilanie termometru, wciskamy obydwa przyciski SW1 i SW2, a następnie włączamy zasilanie. Dioda błysnie na zielono, następnie na czerwono i zacznie błyskać w kolorze zielonym, wówczas zwalniamy przyciski.

Do złącza CON3 dołączamy pierwszy czujnik temperatury, układ DS1820, który będzie mierzył temperaturę w pokoju. Po dołączeniu czujnika dioda zaświeci się na zielono sygnalizując, że numer identyfikacyjny pierwszego układu został odczytany. Podprogram zawarty w pamięci procesora oczekuje teraz na odłączenie czujnika, bo dopiero po odłączeniu pierwszego czujnika, jest możliwe odczytanie numeru seryjnego drugiego czujnika. Jest to zabezpieczenie przed dwukrotnym odczytaniem numeru tego samego czujnika. Po odłączeniu pierwszego czujnika, dioda



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

błyska w kolorze czerwonym sygnalizując, że należy dołączyć drugi czujnik (ten który będzie znajdował się na dworze). Po dołączeniu drugiego czujnika dioda zaświeci się w kolorze czerwonym sygnalizując odczytanie numeru seryjnego drugiego czujnika. Następnie odłączamy czujnik. Dioda zaczyna błyskać naprzemiennie na zielono i czerwono, co oznacza, że proces rejestracji został zakończony. Obydwa numery seryjne zostały zapisane w pamięci EEPROM i będą odtwarzane przy każdorazowym włączeniu zasilania. Tak więc raz zaprogramowane numery czujników będą pamiętane nawet po wyłączeniu zasilania. Jeżeli z jakiś powodów chcemy dołączyć inny egzemplarz układu DS1820, to należy go ponownie zarejestrować. Numer poprzedniego czujnika zostanie zastąpiony nowym numerem.

Po rejestracji czujników wyłączamy zasilanie, zworki JP1 i JP2 przełączamy w pozycję PLAY. Po ponownym włączeniu zasilania, termometr jest gotowy do pracy.

Naciśnięcie przycisku PLAY spowoduje wyzwolenie pomiaru i głosowe przedstawienie temperatury w pokoju w formacie: TEMPERATURA W POKOJU WYNOŚI DWADZIEŚCIA JEDEN PRZECINEK TRZY STOPNIA CELSJUSZA.

Naciśnięcie przycisku REC spowoduje pomiar temperatury na dworze i zapowiedź słowną w for-

macie: TEMPERATURA NA DWORZE WYNOŚI MINUS TRZY PRZECINEK DZIEWIĘĆ STOPNIA CELSJUSZA. Oprócz wyzwalania pomiaru temperatury tymi przyciskami, można także wyzwolić pomiar poprzez klaśnięcie. Jeżeli chcemy dowiedzieć się jaka jest temperatura w pokoju, to należy klasnąć dwa razy, jeśli na dworze to trzy razy. Takie wywoływanie pomiaru jest podyktowane tym, żeby detektor klaśnięcia był niewrażliwy na dźwięki z otoczenia. Gdyby termometr reagował na jedno klaśnięcie, to mógłby być przypadkowo wyzwalany np. przez trzaśnięcie drzwiami. Eliminacja zakłóceń jest również realizowana przez oprogramowanie procesora. Sygnał pochodzący z mikrofonu zostanie uznany za ważny, jeżeli w czasie około 600ms od pierwszego klaśnięcia nastąpi drugie i cisza około 1 sekundy. Wówczas zostanie zmierzona temperatura w pokoju. Jeśli jednak około 600ms od drugiego klaśnięcia nastąpi trzecie i cisza trwająca około 1 sekundy, to zostanie zmierzona temperatura na dworze. Jeżeli po pierwszym klaśnięciu w czasie około 600ms wystąpi więcej niż trzy impulsy, np. z powodu zbyt głośnej muzyki, to podprogram odpowiedzialny za dekodowanie sygnałów z mikrofonu przestanie zliczać impulsy wejściowe i będzie oczekiwał na ciszę. Jeżeli cisza będzie trwała dłużej niż 600ms, to następny dźwięk wyzwoli proces oczekiwania na prawidłową liczbę klaśnień. Jeżeli zaś po pierwszym klaśnięciu nie nastąpi drugie, (w czasie około 600 milisekund) to procesor powraca do pętli głównej programu i ponownie oczekuje na klaśnięcie lub naciśnięcie klawiszy. Takie zabezpieczenie jest skuteczne w przypadku głośnej muzyki, ale, niestety, jest łamane przez pisk dziecka i żadnym sposobem nie da się wyeliminować takiego zakłócenia. Można jedynie zmniejszyć czułość wzmacniaczy potencjometrem P.

Wynik pomiaru temperatury jest oznajmiany po połączeniu kilku komunikatów. W czasie odtwarzania poszczególnych fragmentów dioda D1 będzie świeciła kolorem zielonym, a w przerwach będzie wygaszona. Na tej podstawie można stwierdzić z ilu komunikatów składa się dana wypo-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 4,7kΩ
- R2, R3: 330Ω
- R4...R6: 1,5kΩ
- R7: 10kΩ
- R8: 470kΩ
- R9, R10: 22kΩ
- R11: 300kΩ
- R12: 22kΩ
- R13: 150kΩ
- P: 470kΩ potencjometr miniaturowy

Kondensatory

- C1: 220μF/16V
- C2, C3, C7, C8, C10, C11: 100nF
- C4, C12: 100μF/16V
- C5, C6: 30pF
- C9: 1μF polipropylenowy
- C13: 10μF/16V
- C14: 4,7nF
- C15: 2,2μF/16V
- C16: 4,7μF/16V

Półprzewodniki

- D1: dioda LED dwukolorowa
- US1: PIC16F628 (zaprogramowany)
- US2: ISD 2560
- US3: LM358
- US4: LM2931 (78L05)
- US5: DS1813
- US6, US7: DS1820

Różne

- CON1, CON2: ARK2(3,5mm)
- CON3: ARK3(3,5mm)
- JP1, JP2: Goldpin 1x2 + Jumper
- SW1, SW2: mikrowłazczniki
- MK: mikrofon pojemnościowy
- Głośnik 1W/8Ω

wieź. Liczba połączonych komunikatów jest zależna od wartości mierzonej temperatury. Termometr w swoich wypowiedziach potrafi również odpowiednio „odmieniać“ wyrazy. Dla przykładu, gdy temperatura zmierzona wynosi: 0°C - wypowiedź będzie miała postać: ZERO STOPNI, 1°C - JEDEN STOPIEŃ, 1,2°C - JEDEN PRZECINEK DWA STOPNIA, -15,3°C - MINUS PIĘTNAŚCIE PRZECINEK TRZY STOPNIA, 23°C - DWADZIEŚCIA TRZY STOPNIE

Krzysztof Pławiuk, AVT

krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/maj02.htm> oraz na płycie CD-EP05/2002B w katalogu PCB.

Tab. 4. Spis komunikatów zawartych w układzie ISD2560

Lp.	Komunikat	Lp.	Komunikat
1	Zero	21	Dwadzieścia
2	Jeden	22	Trzydzieści
3	Dwa	23	Czterdzieści
4	Trzy	24	Pięćdziesiąt
5	Cztery	25	Sześćdziesiąt
6	Pięć	26	Siedemdziesiąt
7	Sześć	27	Osiemdziesiąt
8	Siedem	28	Dziewięćdziesiąt
9	Osiem	29	Sto
10	Dziewięć	30	Przecinek
11	Dziesięć	31	Stopnia
12	Jedenaście	32	Stopnie
13	Dwanaście	33	Stopni
14	Trzynaście	34	Stopień
15	Czternaście	35	Celsjusza
16	Piętnaście	36	Minus
17	Szesnaście	37	Temperatura
18	Siedemnaście	38	W pokoju
19	Osiemnaście	39	Na dworze
20	Dziewiętnaście	40	Wynosi