



Podstawowe parametry:

- pomiar temperatury w zakresie -55...+125°C z rozdzielczością 0,1°C,
- trzy wyświetlacze wskazujące temperatury: aktualną, minimalną i maksymalną,
- duże, czytelne wyświetlacze 7-segmentowe LED,
- czujnik temperatury z wyjściem cyfrowym, niewymagający kalibracji,
- wyniki przechowywane w nieulotnej pamięci EEPROM,
- przycisk do zerowania zapamiętanych wskazań, również z zewnętrznym wejściem,
- zasilanie napięciem stałym 8...35 V,
- pobór prądu do 50 mA.

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

- AVT5986 Termometr różnicowy (EP 6/2023)
- Termometr RGB (EP 4/2023)
- AVT5952 eT – wielokanałowy, bezprzewodowy system pomiaru temperatury (EP 9/2022)
- AVT5949 Energooszczędny termometr LED (EP 8/2022)
- AVT5892 Energooszczędny termometr z kalibracją (EP 10/2021)
- AVT5635 Bezprzewodowy, energooszczędny system pomiaru temperatury (EP 8-9/2018)
- AVT1999 2-kanałowy termometr MIN-MAX z alarmem (EP 8/2018)
- AVT5623 4-kanałowy termometr z interfejsem Wi-Fi (EP 4/2018)
- AVT5566 THPStation – rozbudowany termometr z Wi-Fi (EP 1/2017)
- AVT5535 Termometr 2-kanałowy z interfejsem Bluetooth (EP 4/2016)
- AVT5518 Termometr bezprzewodowy (EP 11/2015)
- AVT1863 Termometr z interfejsem Bluetooth (EP 8/2015)

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB),
 - wersja [A] – płytką drukowaną bez elementów i dokumentacją.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacją,
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

W ofercie AVT*
AVT6018

Termometr z pamięcią wartości skrajnych

Klasyczny termometr, nawet cyfrowy, pokazuje aktualną wartość temperatury nadzorowanego obiektu. Opóźnienie w wyświetlaniu wyniku pomiaru z reguły nie przekracza kilku sekund. Ale co zrobić w sytuacji, kiedy interesuje nas dalsza przeszłość, a dokładniej: uzyskana wartość minimalna oraz maksymalna? Wtedy można sięgnąć po układ opisany w tym artykule.

Do czego może się przydać taki układ? Chociażby do nadzoru węglowego pieca centralnego ogrzewania. Zapamiętana temperatura maksymalna wskaże użytkownikowi, czy woda w instalacji nie zbliża się do temperatury grożącej zagotowaniem – może czas palić nieco oszczędniej? Z kolei temperatura minimalna będzie dobrym sygnałem, czy spaliny przekraczają tak zwany punkt rosy, czyli temperatury, poniżej której woda ze spalin skrapla się wewnątrz komina, przyspieszając jego korozję. Zaś temperatura aktualna przyda się do śledzenia bieżącej sytuacji.

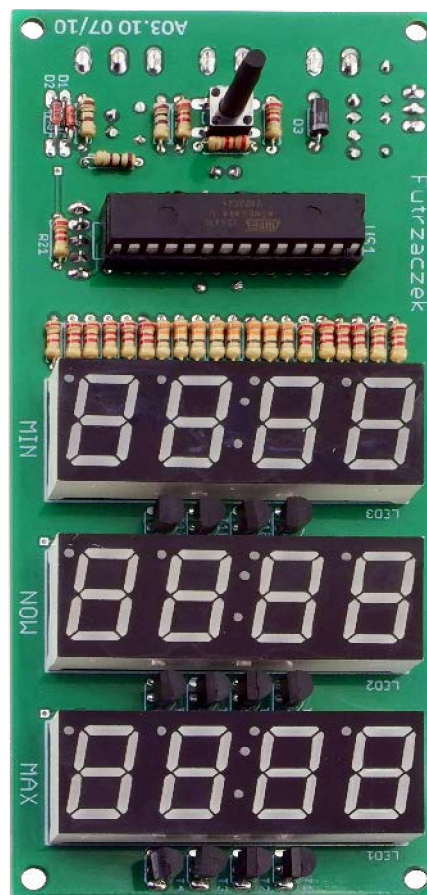
Nie tylko piece mogą być nadzorowane w taki sposób. Również temperatura w pomieszczeniach biurowych (czy nad ranem nie wychładzają się za bardzo?) lub w szklarniach z warzywami – możliwości jest całe mnóstwo! Układ został tak zaprojektowany, że jego obsługa sprowadza się do wciśnięcia zaledwie jednego przycisku. A nawet i to nie zawsze jest konieczne. Wystarczy prawidłowo podłączyć zasilanie, reszta wydarzy się automatycznie.

Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Najistotniejszym elementem jest układ ATmega8A-PU. Ten mikrokontroler można znaleźć w wielu projektach opublikowanych na łamach

„Elektroniki Praktycznej”, jego popularność nie słabnie mimo upływu lat. Liczba jego wyprowadzeń (możliwych do programowego skonfigurowania) oraz ilość pamięci są całkowicie wystarczające do realizacji tego zadania. Kondensatory C1... C3 filtrują napięcie zasilające mikrokontroler i zmniejszają tętnienia napięcia obsługującego go źródła zasilania. Nie zastosowano zewnętrznego rezonatora kwarcowego do stabilizacji częstotliwości sygnału zegarowego, gdyż układ niemal w ogóle nie realizuje zadań krytycznych czasowo – ponadto liczba wyprowadzeń okazałaby się zbyt mała. Wewnętrzny oscylator RC wytwarzający sygnał zegarowy o częstotliwości 8 MHz jest całkowicie wystarczający. Za pomocą złącza J1 można go zaprogramować w systemie, nie trzeba wyjmować tego układu z płytki drukowanej.

Aktualny wynik pomiaru jest pokazywany przy użyciu wyświetlacza LED2. Zapamiętaną wartość maksymalną można zobaczyć na LED1, natomiast minimalną na LED3. Każdy z tych wyświetlaczy ma po cztery cyfry, aby można było pokazywać na nich temperaturę z rozdzielczością 0,1°C i ewentualnym znakiem „-” dla temperatury niższej od 0°C. Wspólne anody każdej z cyfr (a jest ich dwanaście!) są załączane przez tranzystory bipolarne PNP, które pojedynczo wchodzą



w stan nasycenia. Prąd segmentów cyfr oraz kropek ograniczają rezystory 330 Ω, przez co ich jasność jest dostatecznie wysoka, zaś pobór prądu na tyle niski, że można je zasilać wprost z wyjść mikrokontrolera.

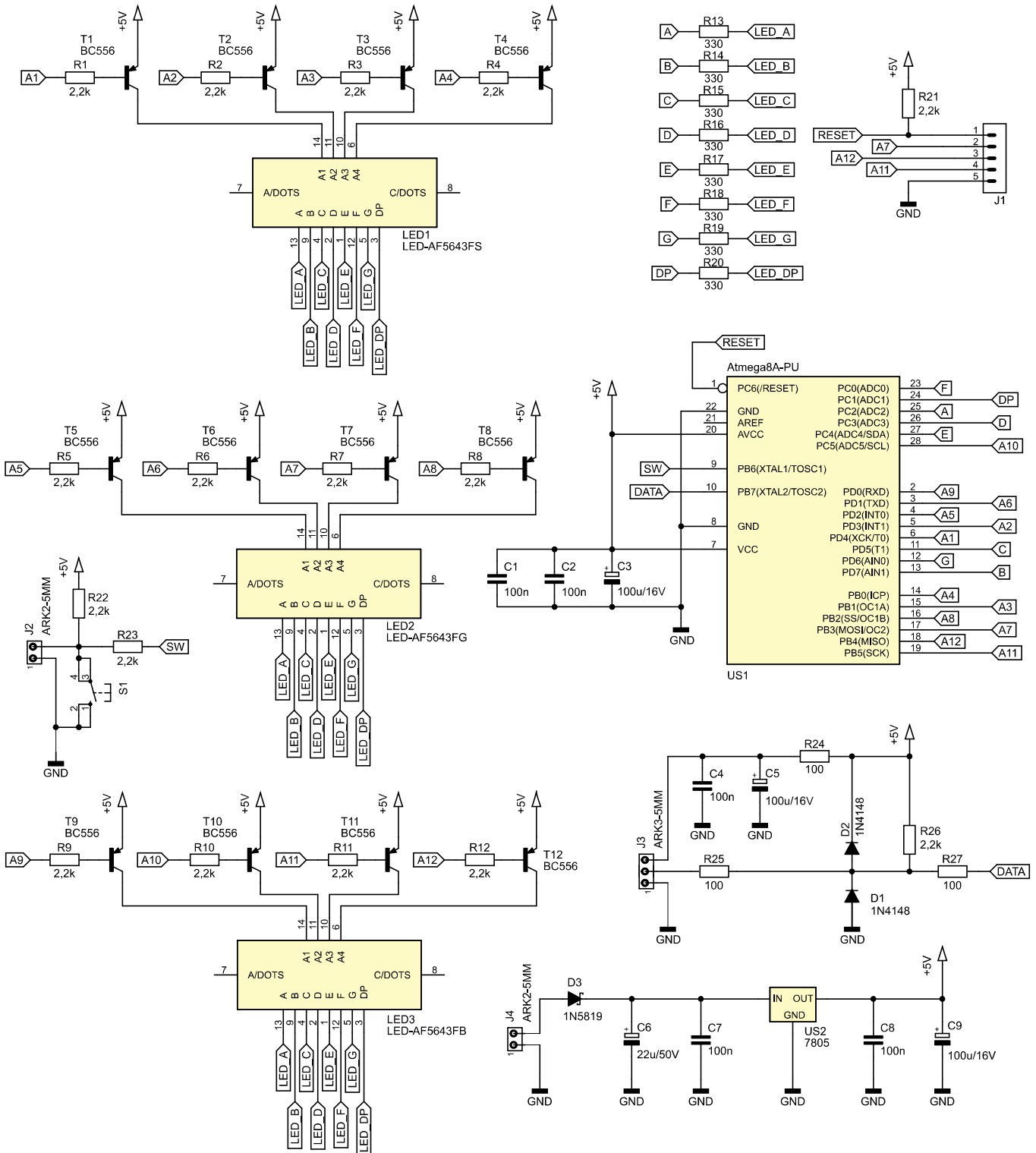
Cyfrowy czujnik temperatury typu DS18B20 należy podłączyć do zacisków złącza J3. Napięcie zasilające ten czujnik jest filtrowane przez prosty filtr RC składający się

z rezystora R24 i kondensatorów C4 oraz C5, co poprawia stabilność działania tego czujnika. Dla ochrony wejścia mikrokontrolera przed zniszczeniem, do którego mogłyby doprowadzić indukujące się w przewodzie zakłócenia oraz wyładowania elektrostatyczne, zostały dodane diody ograniczające napięcie do zakresu $-0,7...+5,7$ V. Rezystor R25 ogranicza prąd tych diod. Z kolei rezystor R27 ogranicza prąd diod zabezpieczających wbudowanych w mikrokontroler, gdyż ich napięcie przewodzenia może okazać się

nieco niższe. Rezystor R26 jest wymagany do prawidłowego działania magistrali komunikującej się z czujnikiem, ponieważ podciąga ją do potencjału +5 V. Jednocześnie wartości R25 i R27 zostały tak dobrane, że wprowadzane przez nie spadki napięcia i wydłużenie czasu trwania zbocza opadającego nie mają wpływu na działanie magistrali.

Wyczyszczenie zapamiętanych wartości jest możliwe po skasowaniu zawartości pamięci EEPROM mikrokontrolera lub – zdecydowanie prościej – po wciśnięciu przycisku

S1. Gdyby ktoś chciał podłączyć inny przycisk zwierny, może to bez obaw zrobić, używając do tego zacisków złącza J2. Rezystor R22 wymusza wysoki stan logiczny na wejściu mikrokontrolera, zaś R23 ogranicza prąd diod zabezpieczających wbudowanych w US1, gdyby w przewodach połączeniowych pojawiło się napięcie wyższe od zasilającego ten układ. Warto zauważyć, że ta bardzo prosta sztuczka nie mogła zostać użyta do zabezpieczenia magistrali 1-Wire, ponieważ w niej niski stan logiczny na linii wymusza zarówno



Rysunek 1. Schemat ideowy układu termometru

Wykaz elementów:

Rezystory: (THT o mocy 0,25 W)

R1...R12, R21...R23, R26: 2,2 kΩ
R13...R20: 100 Ω
R24, R25, R27: 100 Ω

Kondensatory:

C1, C2, C4, C7, C8: 100 nF raster 5 mm MKT
C3, C5, C9: 100 μF 16 V raster 2,5 mm
C6: 22 μF 50 V raster 2,5 mm

Półprzewodniki:

D1, D2: 1N4148
D3: 1N5819
LED1: LED-AF5643FG
LED2: LED-AF5643FG
LED3: LED-AF5643FG
T1...T12: BC556
US1: ATmega8A-PU (DIP28)
US2: 7805 (TO220)

Czujnik temperatury DS18B20

Pozostałe:

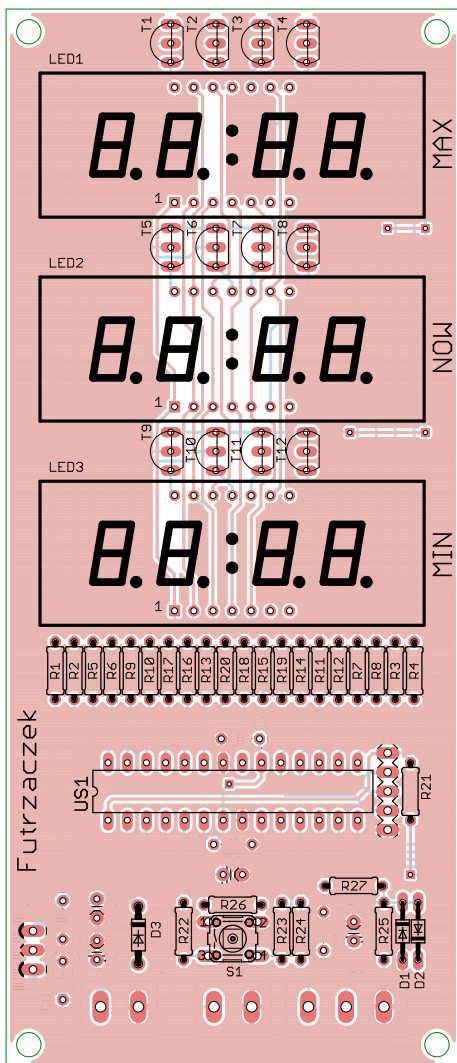
J1: goldpin 5 pin męski 2,54 mm THT
J2, J4: ARK2/500
J3: ARK3/500
S1: microswitch 6×6 13,5 mm
jedna podstawka DIP28 wąska

czujnik, jak i mikrokontroler. Użycie rezystora o tak znacznej wartości spowodowałoby, że logiczne „0” wymuszane przez mikrokontroler na wejściu czujnika temperatury byłoby przez niego interpretowane nieprawidłowo – byłoby to około 50% napięcia zasilającego.

Napięcie zasilające układ podłącza się do zacisków złącza J4. Dioda D3 odcina zasilanie w przypadku pomylenia polaryzacji przy podłączaniu owego napięcia. Stabilizator liniowy typu 7805 dostarcza napięcia 5 V dla układów cyfrowych: mikrokontrolera i czujnika temperatury.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 140×60 mm. Jej schemat został pokazany



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm. Aby wykonanie obudowy było łatwiejsze, **rysunek 3** prezentuje położenie przycisku zerującego oraz trzech wyświetlaczy na powierzchni laminatu.

Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów i diod na wierzchniej stronie płytki. Potem można wlotować podstawkę pod mikrokontroler US1, której zastosowanie szczerze polecam z uwagi na łatwość wymiany mikrokontrolera w razie jego uszkodzenia. Potem można wlotować wyświetlacze LED i tranzystory, na końcu zaś przycisk S1. Na tym etapie montażu płytka będzie wyglądała podobnie, jak na fotografii tytułowej. Na drugiej (spodniej) stronie płytki jest miejsce dla elementów o wyższych obudowach: kondensatorów MKT, kondensatorów elektrolitycznych, złączy J1...J4 i stabilizatora US2. Te podzespoły, osadzone w odpowiednich miejscach, pokazuje **fotografia 1**.

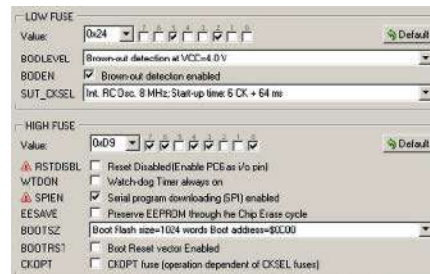
Na etapie uruchamiania konieczne jest zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera dostarczonym wsadem zabezpieczających na takie wartości:

Low Fuse = 0x24

High Fuse = 0xD9

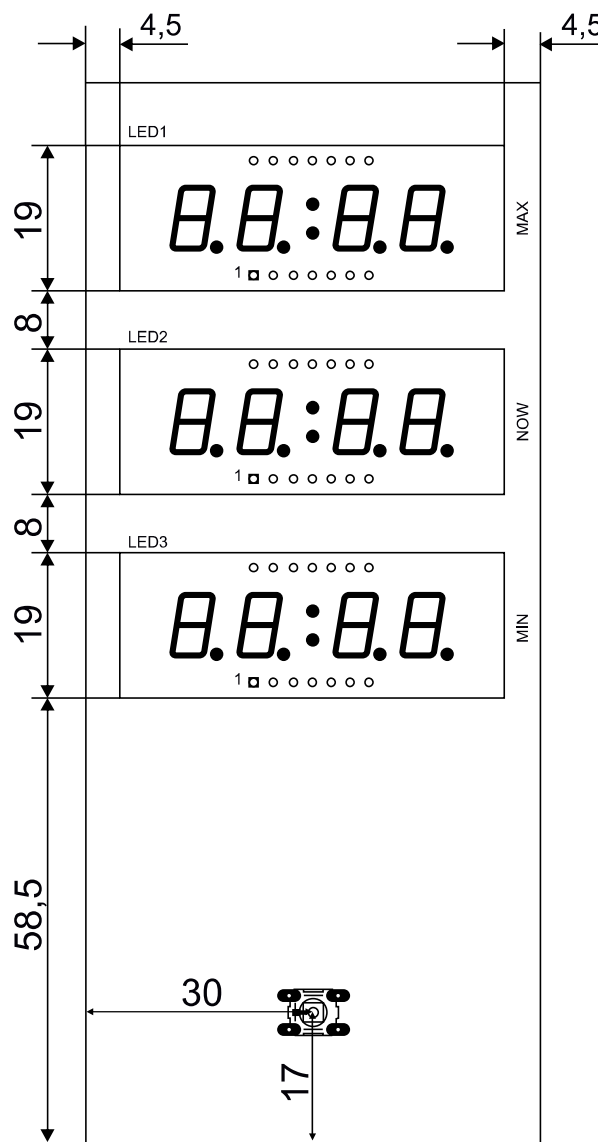
Szczegóły są widoczne na **rysunku 4**, który pokazuje okno konfiguracji tych bitów w programie BitBurner. W ten sposób zostanie uruchomiony wewnętrzny generator RC o częstotliwości oscylacji 8 MHz oraz Brown-Out Detector, który wprowadzi mikrokontroler w stan zerowania, jeżeli jego napięcie zasilające spadnie poniżej 4 V. To znacznie zmniejsza ryzyko zawieszenia się mikrokontrolera podczas uruchamiania.

Poprawnie zaprogramowany układ jest gotowy

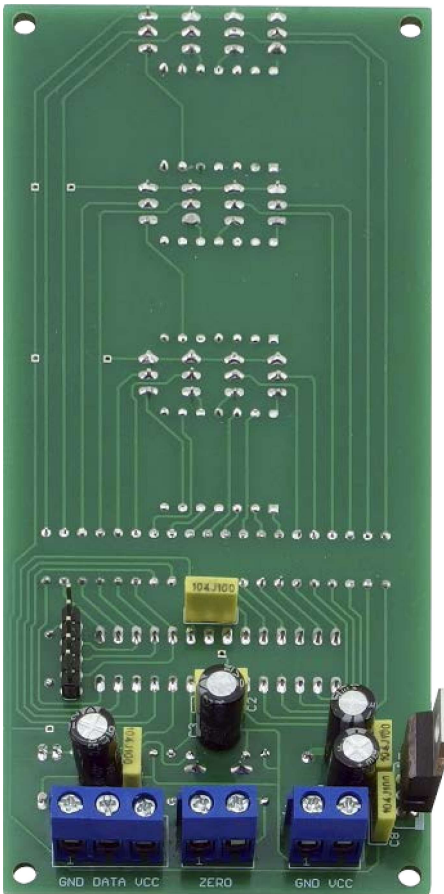


Rysunek 4. Szczegóły ustawienia bitów zabezpieczających

do działania po podłączeniu cyfrowego czujnika temperatury typu DS128B20, zgodnie z opisami na płytce, do zacisków złącza J3.



Rysunek 3. Rozmieszczenie wyświetlaczy i przycisku na powierzchni płytki



Fotografia 1. Wygląd zmontowanego układu od strony spodniej (Bottom)

Może to być gotowy moduł: z podwójnie izolowanymi przewodami, z samym czujnikiem hermetycznie zaciśniętym w metalowej rurce.

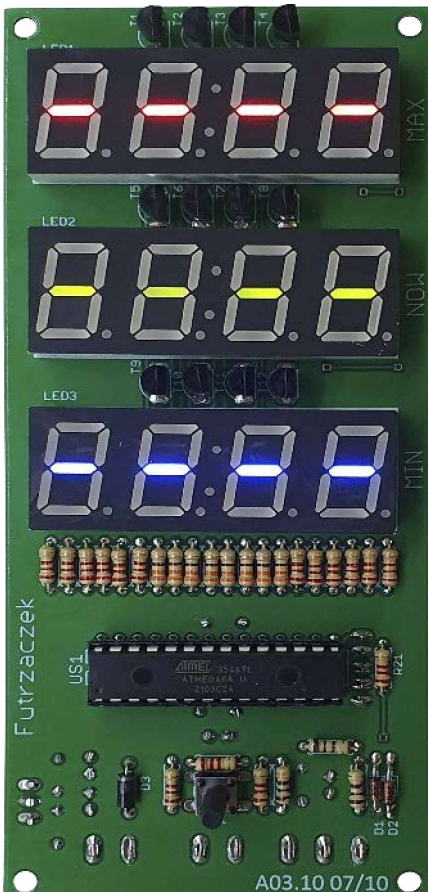
Napięcie zasilające układ może zawierać się w przedziale 8...35 V. Zarówno dolna, jak i górna granica tego przedziału wynikają z konieczności zapewnienia prawidłowych warunków pracy stabilizatora typu 7805. Pobór prądu przez układ może wynosić nie więcej niż 50 mA i jest zależna od treści przedstawianych na wyświetlaczach. Z tego względu nie jest konieczne stosowanie radiatora na stabilizator, o ile napięcie zasilania nie przekracza około 15 V – dla wyższej wartości proponuję przykręcić do stabilizatora niewielki element odprowadzający ciepło.

W układzie prototypowym zastosowano trzy wyświetlacze LED o różnych barwach świecenia: czerwony dla temperatury maksymalnej, niebieski dla minimalnej i zielony dla aktualnej. W czasie testów okazało się, że wyświetlacz z zielonymi diodami LED (o symbolu LED-AF5643FG) świeci zdecydowanie ciemniej od pozostałych dwóch, mimo że pochodzi od tego samego producenta i ma zapewniony taki sam prąd segmentów. Nic nie stoi na przeszkodzie, by bez jakichkolwiek modyfikacji w układzie zastosować inne kolory lub wręcz wlutować trzy identyczne wyświetlacze. W ofercie AVT można znaleźć jeszcze LED-AF5643FY – świecący na żółto.

Eksplatacja

Po włączeniu zasilania układ podejmuje dwukrotną próbę komunikacji z czujnikiem. W tym czasie wyświetlacze wyglądają jak na **fotografii 2**. Jeżeli wszystko działa prawidłowo, po około czterech sekundach termometr przechodzi do normalnej pracy. Jaki jest tego sens? Każdy odczyt temperatury musi być prawidłowy, ponieważ nawet pojedyncze sporadyczne błędy mogą zostać zarejestrowane i uwiecznione na wyświetlaczu MIN lub MAX. Niekiedy pierwszy odczyt temperatury z DS18B20 po włączeniu zasilania nie uaktualnia jego wewnętrznych rejestrów, pomimo wcześniejszego wymuszenia konwersji. W takiej sytuacji temperatura, którą pokazałby układ, wynosiłaby 85°C, bo taka jest domyślna zawartość rejestrów układu DS18B20. Bardzo prawdopodobne, że taka wartość wychodziłaby znacząco poza obsługiwany zakres, więc stanowiłaby niepotrzebne zaburzenie w wynikach dotychczasowych pomiarów. Te kreski będą pokazywane tak długo, aż nie nastąpią dwa poprawne odczyty temperatury.

Kiedy ta sztuka już się uda, układ odczytuje wewnętrzną pamięć EEPROM i podejmuje decyzję: albo zapisane w niej wartości są sensowne (czyli mieszczące się w przedziale -55...+125°C), albo którakolwiek z nich nie ma racji bytu. W pierwszej sytuacji układ wyświetla na LED1 i LED3 to, co wcześniej



Fotografia 2. Wygląd wyświetlacza po załączeniu zasilania



Fotografia 3. Wygląd wyświetlacza podczas pracy



Fotografia 4. Wygląd wyświetlacza z komunikatem błędu czujnika

zapisał, a w przeciwniej przyjmuje, że temperatura minimalna = temperatura maksymalna = temperatura aktualna. Dopiero od tych wartości „startowych” temperatura maksymalna będzie zwiększana, a minimalna zmniejszana. To dosyć logiczne działanie, w przeciwieństwie do ustawienia dwóch stałych wartości, na przykład 0,0°C. Przecież na piecu centralnego ogrzewania lub w pomieszczeniu mieszkalnym taka temperatura minimalna nigdy nie zostanie zarejestrowana, więc ta wartość nigdy się nie zaktualizuje, stałoby się to dopiero po zarejestrowaniu temperatury ujemnej. Widok wyświetlaczy pokazuje **fotografia 3**. Zapis do EEPROM następuje zaraz po każdej zmianie wyświetlanej temperatury maksymalnej bądź minimalnej.

Jak wcześniej wspomniano, dane z czujnika DS18B20 traktowane są w tym układzie bardzo rygorystycznie. Z uwagi na cyklicznie występujące przerwania (z częstotliwością 1 kHz), których zadaniem jest odświeżanie zawartości wyświetlaczy, niekiedy w tę delikatną wymianę bitów wkradają się błędy. Został więc wdrożony mechanizm weryfikacji sumy kontrolnej (CRC), który odrzuca każdy wynik pomiaru, dla którego obliczona suma kontrolna jest niezgodna z odebraną. Pojedyncze błędy nie są raportowane – po prostu wynik pomiaru zostanie zaktualizowany sekundę lub dwie później. Gdyby jednak zdarzyły się przynajmniej cztery takie nieprawidłowości z rzędu, w miejscu temperatury aktualnej pojawi się informacja o błędzie

– **fotografia 4**. Przywrócenie poprawności działania czujnika temperatury automatycznie przywraca wskazania aktualnej temperatury.

Przycisk S1 służy do wyzerowania wskazań wyświetlaczy MIN i MAX, lecz nie jest to wyzerowanie w dosłownym rozumieniu tego zwrotu. Podobnie jak w przypadku niepoprawnego odczytu z EEPROM, temperatura maksymalna oraz minimalna zostaną zrównane z aktualną. Wymagana jest do tego prawidłowa praca czujnika, więc na środkowym wyświetlaczu nie może być napisu Err. Wystarczy krótkotrwałe zwarcie styków S1 lub zacisków złącza J2, by wyczyścić pamięć – również tę nieulotną.

Michał Kurzela, EP

REKLAMA

Sięgnij po archiwalne wydania „ELEKTRONIKI PRAKTYCZNEJ”



Przesyłka **GRATIS**

Zamów wygodnie na www.UlubionyKiosk.pl