

**Podstawowe parametry:**

- pomiar dwóch temperatur w zakresie $-55...+125^{\circ}\text{C}$ z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$,
- wyświetlanie różnicy tych temperatur z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$ (1°C dla wartości -100°C i niższych),
- sygnalizowanie błędów w komunikacji z czujnikami,
- trzy wyświetlacze wskazujące temperatury: pierwszą, drugą oraz różnicę między nimi (różnicową),
- duże, czytelne wyświetlacze siedmiosegmentowe LED,
- czujniki temperatury z wyjściami cyfrowymi, niewymagające kalibracji,
- zasilanie napięciem stałym $9...35\text{ V}$, 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 wlutować 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:

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

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

- Termometr RGB (EP 4/2023)
- eT – wielokanałowy, bezprzewodowy system pomiaru temperatury (EP 9/2022)
- Energoozczędny termometr LED (EP 8/2022)
- Energoozczędny termometr z kalibracją (EP 10/2021)
- Bezprzewodowy, energooszczędny system pomiaru temperatury (EP 8–9/2018)
- 2-kanałowy termometr MIN-MAX z alarmem (EP 8/2018)
- 4-kanałowy termometr z interfejsem Wi-Fi (EP 4/2018)
- THPStation – rozbudowany termometr z Wi-Fi (EP 1/2017)
- Termometr 2-kanałowy z interfejsem Bluetooth (EP 4/2016)
- Termometr bezprzewodowy (EP 11/2015)
- Termometr z interfejsem Bluetooth (EP 8/2015)

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*
AVT5986

Termometr różnicowy

Jeden termometr mierzy temperaturę jednego obiektu. Jeżeli interesuje nas różnica temperatur np. pomiędzy dwoma punktami instalacji CO, to należy użyć dwóch przyrządów i wynik obliczać. Na szczęście istnieje lepsze rozwiązanie – można zastosować termometr różnicowy, który zmierzy temperaturę z dwóch czujników jednocześnie, wyświetli ich wartości oraz wartość różnicy tych temperatur.

Na pewno każdy potrafi sobie wyobrazić taką sytuację – najpierw muszę podejść do jednego termometru i odczytać z niego, że w szklarni mamy $22,3^{\circ}\text{C}$. Potem przenieść do drugiego przyrządu, aby sprawdzić, że na zewnątrz temperatura powietrza osiągnęła $15,6^{\circ}\text{C}$. Czy mogę otworzyć okna w szklarni, żeby ją przewietrzyć bez obawy o uszkodzenie roślin? Jaka właściwie jest różnica temperatur?

Zaprezentowany układ w przejrzysty sposób pokazuje nam trzy wartości temperatur: pierwszą TEMP1, drugą TEMP2 i różnicę między nimi TEMP1 – TEMP2. Jeżeli TEMP1 > TEMP2, to wynik jest dodatni, w sytuacji odwrotnej, staje się ujemny. Czy to może uprościć życie? Tak, jeżeli kluczowa jest dla nas wiedza o różnicy wartości między temperaturami, nie zaś o samych ich wartościach – choć tę wiedzę też warto mieć pod ręką, stąd trzy wyświetlacze.

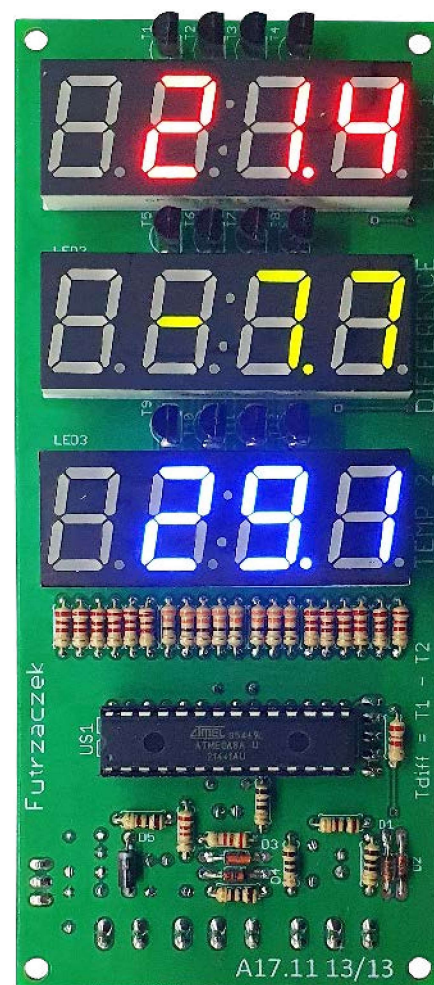
Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na rysunku 1. Najistotniejszym elementem jest układ scalony typu ATmega8 A-PU. Ten mikrokontroler można znaleźć w wielu projektach opublikowanych na łamach „Elektroniki Praktycznej”, jego popularność nie słabnie mimo upływu lat i pojawiania się coraz nowocześniejszych podzespołów. Liczba jego wyprowadzeń, które można programowo obsłużyć, jak również ilość pamięci Flash i RAM, są w 100% wystarczające do realizacji tego zadania.

Kondensatory C1...C3 filtrują napięcie zasilające mikrokontroler i zmniejszają impedancję obsługującego go źródła zasilania. Nie zastosowano zewnętrznego rezonatora kwarcowego do stabilizacji częstotliwości sygnału zegarowego, gdyż układ niemal w ogóle nie realizuje zadań krytycznych czasowo. Wewnętrzny oscylator RC, wytwarzający sygnał zegarowy o częstotliwości 8 MHz , jest całkowicie wystarczający. Ponadto wtedy liczba wyprowadzeń okazałaby się zbyt mała.

Wyniki pomiarów i obliczeń są pokazywane przy użyciu czterocyfrowych wyświetlaczy siedmiosegmentowych LED. Aktualna wartość temperatury pierwszej (TEMP1) znajduje się na wyświetlaczu LED1, temperatury drugiej (TEMP2) na LED3, zaś LED2 wyświetla różnicę między nimi. Każdy z tym wyświetlaczy ma po cztery cyfry, aby można było pokazywać na nich temperaturę z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$ i ewentualnym znakiem minus dla temperatury niższej od 0°C – jedynie na wyświetlaczu LED2 rozdzielczość wskazań może się zmienić na 1°C , jeżeli temperatura różnicowa jest niższa niż -100°C . Wspólne anody każdej z dwunastu cyfr są załączane przez tranzystory bipolarne PNP, które po kolei wchodzi w stan nasycenia. Prąd segmentów cyfr oraz kropki ograniczają rezystory $330\ \Omega$, przez co ich jasność jest dostatecznie duża, zaś pobór prądu na tyle niski, że można je zasilać wprost z wyjść mikrokontrolera.

Cyfrowe czujniki temperatury typu DS18B20 należy podłączyć do zacisków

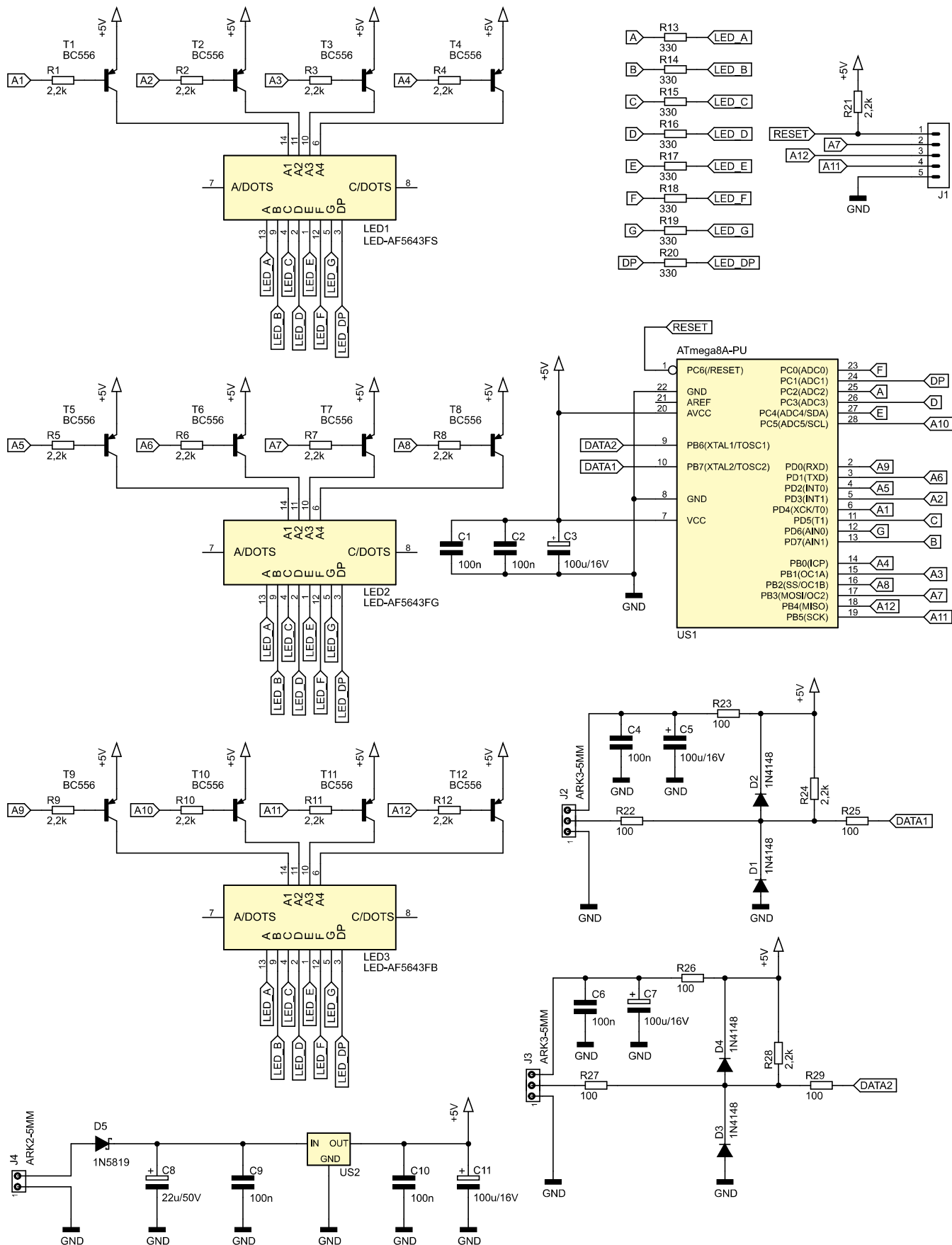


złączy J2 i J3. Napięcie zasilające te czujniki jest filtrowane przez proste filtry RC składające się z rezystora $100\ \Omega$ i kondensatorów 100 nF oraz $100\ \mu\text{F}$, co poprawia stabilność działania tychże podzespołów. Dla ochrony wejść mikrokontrolera przed uszkodzeniem, do którego mogłyby doprowadzić indukujące się w przewodach zakłócenia oraz wyładowania elektrostatyczne, zostały dodane diody D1...D4. Ich zadaniem

jest ograniczenie wartości chwilowej napięcia na linii danych do zakresu $-0,7...+5,7$ V. Rezystory R22 i R27 ograniczają prąd tych diod. Z kolei rezystory R25 i R29 ograniczają prąd diod zabezpieczających

wbudowanych w mikrokontroler, gdyż ich napięcie przewodzenia może okazać się nieco niższe niż użytych 1N4148. Rezystory R24 i R28 są wymagane do prawidłowego działania magistrali 1-Wire.

Wprowadź czujniki mają wbudowane adresy, dzięki którym da się je podłączyć na jednym przewodzie i wywoływać po unikalnym adresie, lecz to rozwiązanie jest mniej wygodne we wdrożeniu niż dwa odrębne



Rysunek 1. Schemat ideowy układu termometru

złącza, do których podłącza się po jednym czujniku. Poznawanie ich adresów staje się wtedy niepotrzebne.

Napięcie zasilające układ podłącza się do zacisków złącza J4. Dioda D5 odcina zasilanie w przypadku pomylenia polaryzacji owego napięcia. Scalony stabilizator liniowy typu 7805 dostarcza napięcia 5 V dla układów cyfrowych, czyli mikrokontrolera i czujników temperatury.

Montaż i uruchomienie

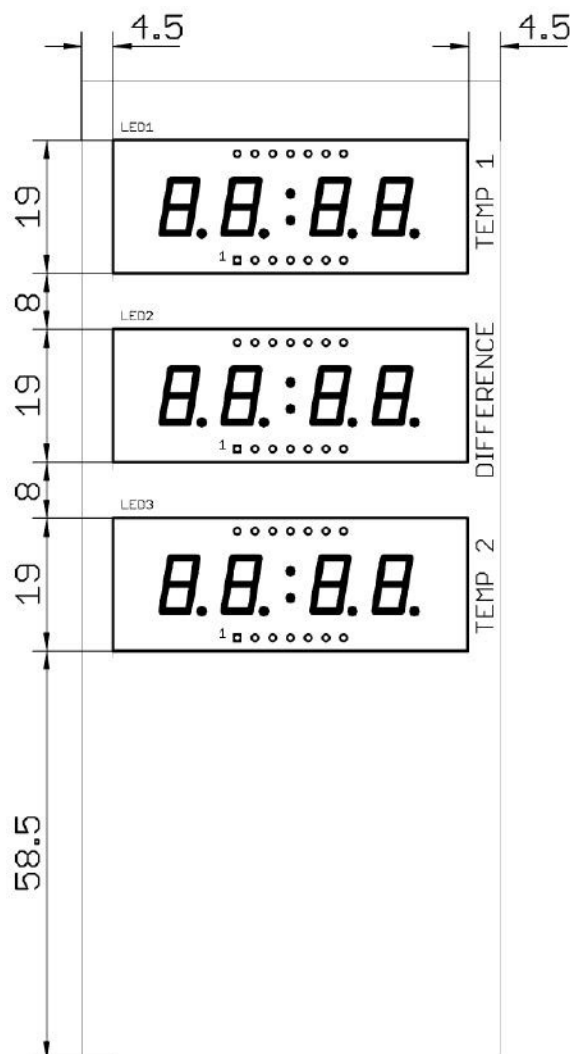
Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 140×60 mm, której schemat został pokazany na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm. Aby wykonanie otworów w obudowie było łatwiejsze, można posłużyć się **rysunkiem 3**, który pokazuje położenie 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. Następnie warto zamontować wyświetlacze LED i tranzystory. 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 na swoich miejscach, można zobaczyć na **fotografii 1**.

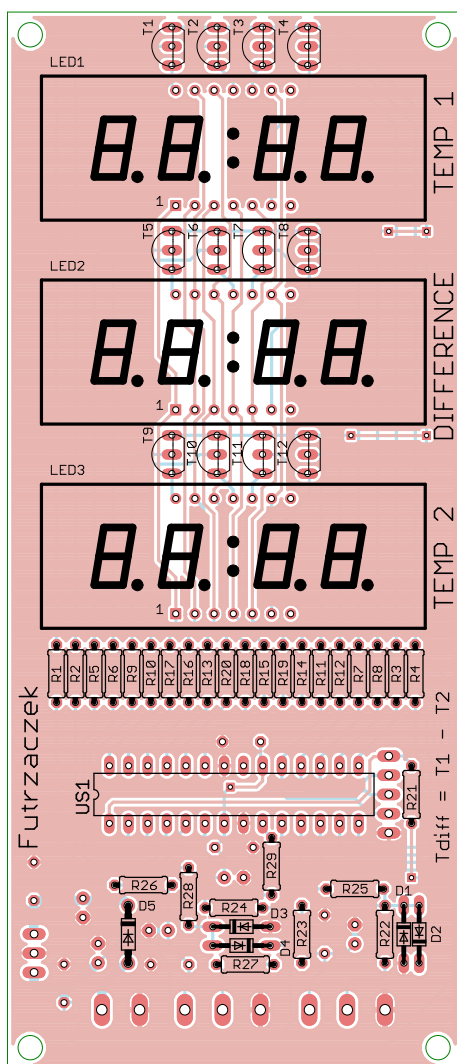
Na etapie uruchamiania jest konieczne zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera dostarczonym wsadem oraz zmiana jego bitów zabezpieczających. Oto ich nowe wartości: Low Fuse = 0x24, High Fuse = 0xD9. Szczegóły są widoczne na **rysunku 4**, który zawiera widok okna konfiguracji tychże bitów z programu 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 wystąpienia problemów podczas uruchamiania mikrokontrolera.

Poprawnie zaprogramowany układ jest gotowy do działania po podłączeniu dwóch cyfrowych czujników temperatury typu DS128B20, zgodnie z opisami na płytce, do zacisków złącza J2 i J3. Może to być gotowy moduł z podwójnie izolowanymi przewodami, gdzie sam czujnik został hermetycznie zaciśnięty w metalowej rurce.



Rysunek 3. Rozmieszczenie wyświetlaczy na powierzchni płytki

Napięcie zasilające układ może zawierać się w przedziale 9...35 V. Zarówno dolna, jak i górna granica tego przedziału wynika 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.



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

REKLAMA

Hurtownia elementów elektronicznych "AKSOTRONIK" zaprasza do swojego sklepu internetowego
Zaloguj się i kupuj ON-LINE na naszej stronie:
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL

Magnesy neodymowe oraz ferrytowe
Ceny od 0.10zł

Przełączniki klawiszowe wodoszczelne-pyłoszczelne
Ceny od 2.40zł

Druty oporowe od 0.16 do 0.81mm
Ceny od 5.76zł

Przewodniki do przewodów
Ceny od 11.00zł

Kostki elektryczne zaciskowe
Ceny od 0.22zł

Szczetki węglowe do elektronarzędzi
Ceny od 2.60zł+kpl

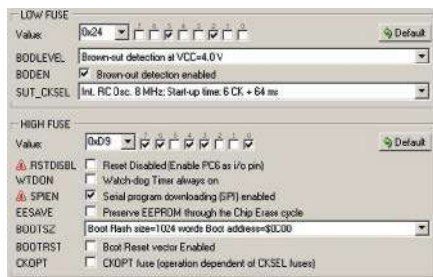
Przełączniki do elektronarzędzi zwykłe i elektromagnetyczne
Ceny od 7.00zł

Złącza hermetyczne Superseal
Ceny od 1.16zł+kpl

Podkładki/organizery
Ceny od 0.95zł

Zestawy śrubek M2, M3 z nakrętkami i podkładkami
Ceny od 2.50zł

Uwaga!!! Powyższe ceny dotyczą zakupów minimalnych ilości hurtowych, poprzez nasz sklep internetowy.
W swojej ofercie posiadamy m.in.: półprzewodniki (diody, układy scalone, tranzystory, triaki, elementy optoelektroniczne), elementy dystansowe, złącza, przełączniki, elementy akustyczne, rezystory, kondensatory, kwarce, podstawki, moduły Arduino
Zapraszamy do kontaktu: **INFO@aksotronik.com.pl, tel: (22) 783-20-51**



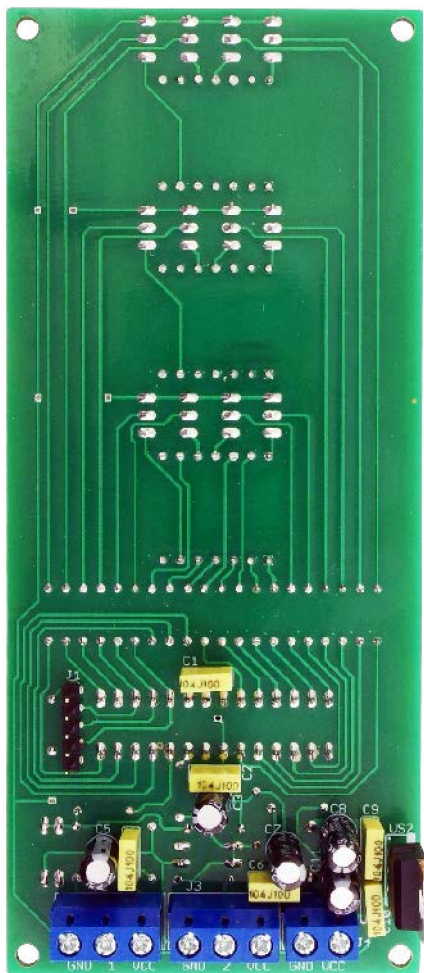
Rysunek 4. Szczegóły ustawienia bitów zabezpieczających

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 radiator, na przykład RAD FK231 SA220 L9 z oferty sklepu AVT.

W układzie prototypowym zastosowano trzy wyświetlacze LED o różnych barwach świecenia: czerwony dla temperatury pierwszej, niebieski dla drugiej i zielony dla różnicowej. W czasie testów okazało się, że wyświetlacz z zielonymi diodami LED (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 wyświetlaczy lub wręcz wlutować trzy identyczne wyświetlacze. W ofercie AVT można znaleźć jeszcze LED-AF5643FY – świecący na żółto.

Po włączeniu zasilania układ podejmuje dwukrotną próbę komunikacji z czujnikami. W tym czasie wyświetlacze pokazują same kreski. Jeżeli wszystko działa prawidłowo, po około czterech sekundach termometr przechodzi do normalnej pracy. Niekiedy pierwszy odczyt temperatury z DS18B20 po włączeniu zasilania nie uaktualnia jego wewnętrznych rejestrów, pomimo wcześniejszego wymuszenia konwersji. W takiej sytuacji temperatura, którą pokazywałby układ, wynosiłaby 85°C, ponieważ taka jest domyślna zawartość rejestrów układu DS18B20, co mogłoby wprowadzić obsługę w błąd. Te kreski będą pokazywane tak długo, aż nie nastąpią dwa poprawne odczyty temperatury.

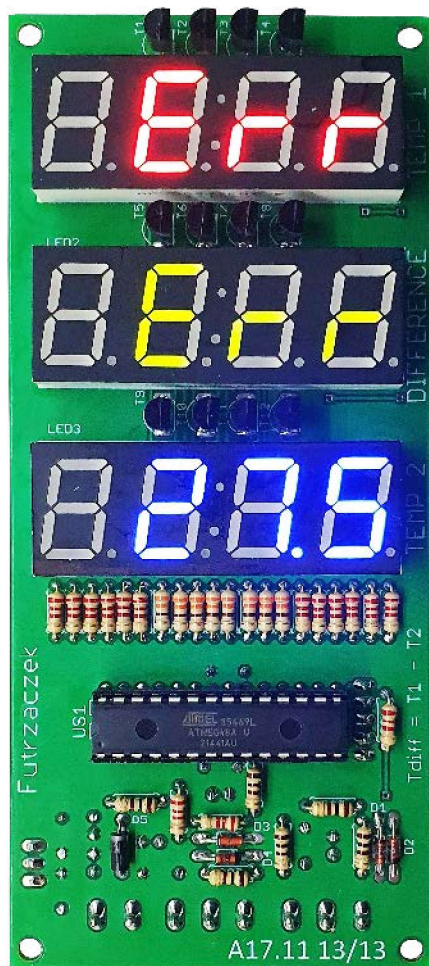
Kiedy ta sztuka już się uda, układ cyklicznie mierzy temperatury TEMP1 i TEMP2 oraz odświeża zawartość wszystkich wyświetlaczy. Dzieje się to co około 1,2 s.



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

Temperatura różnicowa jest pokazywana ze znakiem, czyli stanie się ujemna, jeżeli TEMP2 przewyższy wartością TEMP1. Z uwagi na ograniczoną liczbę cyfr, temperatura -100°C oraz niższa jest pokazywana z rozdzielczością 1°C , w pozostałych przypadkach rozdzielczość wynosi $0,1^{\circ}\text{C}$. Dokładność pomiarów jest taka, jak użytych czujników – szczególnie na ten temat znajdują się w nocie katalogowej czujnika DS18B20. Warto zauważyć, że wyświetlana temperatura różnicowa będzie obciążona dwukrotnie większym błędem bezwzględnym niż każda z temperatur aktualnych (TEMP1 i TEMP2) z osobna.

Z uwagi na cyklicznie występujące przerwy (z częstotliwością 1 kHz), których zadaniem jest odświeżanie zawartości wyświetlaczy, niekiedy w tę wymianę bitów wkradają się błędy, wynikające



Fotografia 2. Wygląd wyświetlacza z komunikatem błęd czujnika

na przykład z opóźnień. 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 pokazywanej przez jeden z wadliwych czujników (LED1 lub LED3) oraz w miejscu wyświetlania temperatury różnicowej (LED2) pojawi się informacja o błędzie – fotografia 2. Przywrócenie poprawności działania czujnika temperatury automatycznie przywraca wskazania temperatury różnicowej i tej, która dotychczas niedomagała.

Michał Kurzela, EP

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

Rezystory: (THT o mocy 0,25 W)

R1...R12, R21, R24, R28: 2,2 kΩ
R13...R20: 330 Ω
R22, R23, R25...R27, R29: 100 Ω

Kondensatory:

C1, C2, C4, C6, C9, C10: 100 nF raster 5 mm MKT
C3, C5, C7, C11: 100 μF 16 V raster 2,5 mm
C8: 22 μF 50 V raster 2,5 mm

Półprzewodniki:

D1...D4: 1N4148
D5: 1N5819
LED1: LED-AF5643FS
LED2: LED-AF5643FG
LED3: LED-AF5643FB
T1...T12: BC556
US1: ATmega8 A-PU (DIP28)
US2: 7805 TO220

dwa czujniki temperatury DS18B20
np. DS18B20-MOD1

Pozostałe:

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