

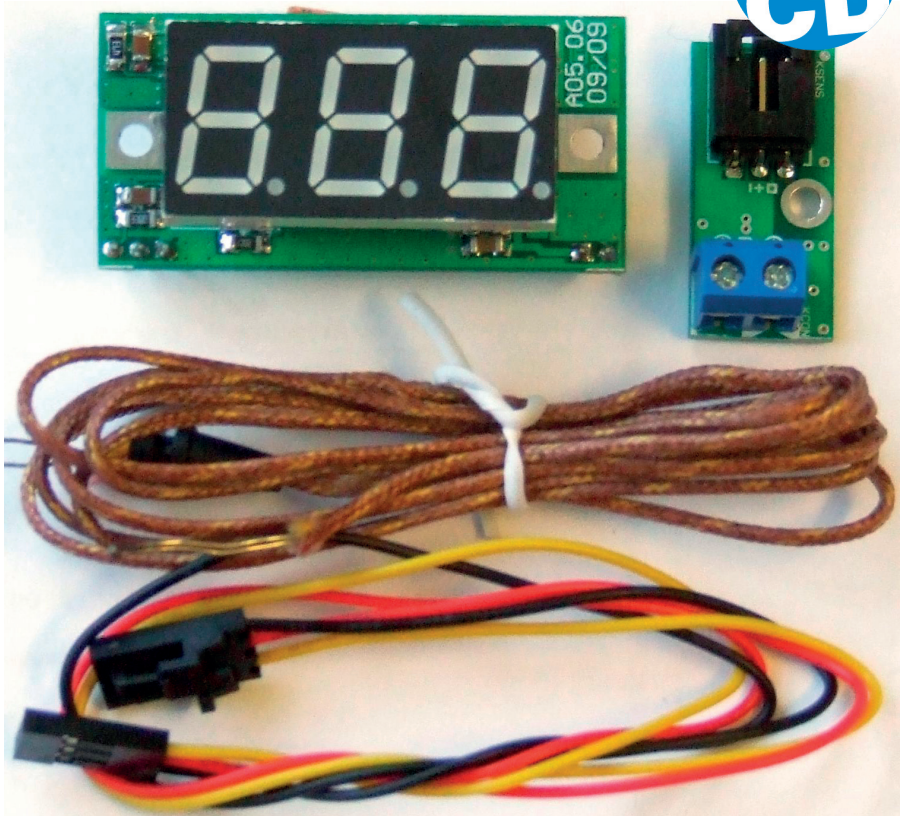
Thermo_K

Wskaźnik temperatury z termoparą

**AVT
5427**


Temperatura jest jedną z częściej mierzonych wielkości fizycznych. O ile jej pomiar w zakresie 0...100°C nie jest problematyczny i dostępne są gotowe rozwiązania półprzewodnikowe o zróżnicowanej dokładności, to jeśli temperatura przekracza ten zakres, metody i czujniki nie są już tak powszechne. Najczęściej stosowane są różne termoelementy rezystancyjne, pirometry lub termopary. W przedstawionym rozwiązaniu wykorzystano typową termoparę typu K (chromel-alumel), taką jaka jest najczęściej stosowana w multimetrach.

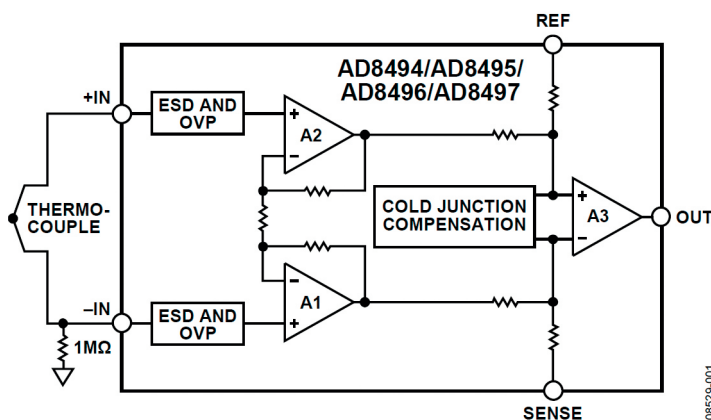
Rekomendacje: urządzenie ma wiele potencjalnych zastosowań, a model zastosowano do pomiaru rzeczywistej temperatury laminatu obwodów drukowanych.



Większość prostych stacji do lutowania i/lub rozlutowywania nie ma zaimplementowanego pomiaru temperatury laminatu, notabene najważniejszego – moim zdaniem – dla procesu lutowania, a ogranicza się jedynie do pomiaru temperatury promiennika, co ma się nijak do rzeczywistej temperatury płytki oddalonej o kilkanaście mm i powoduje poważne problemy z prawidłowym montażem lub demontażem komponentów elektronicznych.

Wskaźnik podzielono na dwie części: moduł przetwornika temperatury i moduł

wskaźnika. Umożliwia to oddzielne użycie modułów lub budowę wielokanałowych urządzeń do pomiaru temperatury. Sygnał z termopary jest sygnałem napięciowym o stosunkowo niedużej amplitudzie, wymagającym wzmocnienia i kompensacji „zimnego” złącza. Realizację tej funkcji najlepiej wykonać za pomocą specjalizowanego układu scalonego. Z niezbyt obszernej oferty wybrałem AD8495, produkowany przez firmę Analog Devices, dostępny w ofercie kilku dystrybutorów. Schemat blokowy AD8495



Rysunek 1. Schemat blokowy układu AD8495 (za notą AD).

W ofercie AVT* AVT-5427 A

Podstawowe informacje:

- Zasilanie: wskaźnik +5...9 V/50 mA, moduł termopary: 2,7...36 V/6 mA.
- Termopara typu „K”, kompensacja zimnego końca.
- Wskazywanie temperatury z zakresu 5...405°C.
- Mikrokontroler MSP430G2412.
- Sygnalizacja błędów po przekroczeniu zakresu pomiarowego.

Dodatkowe materiały na CD lub FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 28585, pass: 410ugxs3

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

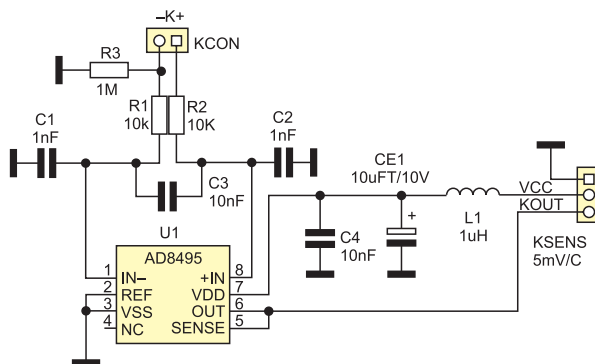
- AVT-5489 8-kanałowy termometr z alarmem i wyświetlaczem LCD (EP 11/2013)
- AVT-5420 Wielopunktowy termometr z rejestracją (EP 10/2013)
- AVT-1734 Termometr do wędzarni (EP 4/2013)
- AVT-5373 Tlogger – rejestrator temperatury (EP 12/2012)

* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ, tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

pokazano na **rysunku 1**, a przetwornik oparty o jego aplikację na **rysunku 2**.

Sygnal z termopary, przez złącze KCON i po przejściu przez filtr złożony z rezystorów R1 i R2 oraz kondensatorów C1, C2 i C3, jest doprowadzony do wewnętrznego wzmacniacza pomiarowego układu U1. Wzmocniony i skompensowany sygnał wyjściowy jest dostępny na wyprowadzeniu 7 układu U1, z łatwiejszym do wykorzystania napięciem o nachyleniu charakterystyki wyjściowej 5 mV/°C. Aplikację uzupełniają dławik L1 i kondensatory C4 oraz CE1 – odprężają one zasilanie. Zasilanie i sygnał wyjściowy dostępne są na złączu KSENS.

Moduł jest uniwersalny, można go zastosować we własnych aplikacjach. Należy jedynie zapewnić zasilanie – zależnie od zakresu pomiarowego – z przedziału 2,7...36 V. Pobór mocy jest niewielki i wynosi około 1 mW przy zasilaniu +5 V. Układ może dostarczyć do obciążenia prąd o natężeniu 5 mA. Kompensacja zimnego końca zapewnia dokładny pomiar w zakresie temperatury otoczenia 0...50°C (dla wersji AD8497: 25...100°C). Bez zmian sprzętowych moduł



Rysunek 2. Schemat ideowy przetwornika temperatury

może być użyty do akwizycji sygnałów z termopary J – należy tylko zmienić typ U1 na AD8494/8496. Szczegóły zawarte są w karcie katalogowej AD849x. Jest bardzo ważne, aby przewody z termopary były możliwie krótkie, a sam moduł znajdował się w tej samej temperaturze, co końce przewodów termopary. Inaczej kompensacja będzie niedokładna i wprowadzi dodatkowe błędy pomiarowe.

Sygnal z przetwornika jest doprowadzony do modułu wskaźnika, którego schemat pokazano na **rysunku 3**. Zbudowano go w oparciu o mikrokontroler MSP430G2412 serii Value-Line TI. Jest to okrojona o przetwornik A/C wersja popularnego MSP430G2452. Układ U1 obsługuje 3-cyfrowy, multipleksowany wyświetlacz LED o niskim poborze mocy.

Wykaz elementów

Płytką modułu termopary Thermo_K_AD8495

Rezystory: (SMD 1206)

R1, R2: 10 kΩ

R3: 1 MΩ

Kondensatory:

C1, C2: 1 nF (SMD 1206)

C3, C4: 10 nF (SMD 1206)

CE1: 10 µF/10 V (SMD „A”)

Półprzewodniki:

U1: AD8495ARMZ (MSOP8)

Inne:

KCON: złącze ARK2/5 mm

KSENS: złącze EH3 kątowe

L1: 1 µH/50 mA SMD 1206

Płytką wskaźnika Thermo_K_UCP

Rezystory: (SMD 1206)

R1...R7, R12, R15: 330 Ω

R8...R10: 1 kΩ

R11: 47 kΩ

R13, R14: 10 kΩ

Kondensatory: (SMD 1206)

C1, C4: 1 nF

C2, C3: 10 µF

C5, C6: 100 nF

Półprzewodniki:

U1: MSP430G2412 (SSOP20)

U2: LM1117-3.3 (SOT-223)

U3: MCP3425A0 (SOT-23-6)

Q1...Q3: BC857 (SOT-23)

Inne:

DISP: AT-05636BMR-B (wyświetlacz potrójny, WA, bardzo jasny)

ISP: złącze męskie SIP4 2,54

L1: 1 µH/50 mA (SMD 1206)

PWR: złącze męskie SIP2 2,54

TK: złącze męskie SIP3 2,54

REKLAMA

COMPUTER CONTROLS

Components
Instruments
Software

Autoryzowany dystrybutor Altium w Polsce

Altium Designer 14

Altium Designer 14 oferuje udoskonalone narzędzia projektowe PCB, opracowane na podstawie sugestii użytkowników, w tym:

- projektowanie płyt drukowanych Flex i Rigid-Flex
- obsługa komponentów wbudowanych w PCB
- lepsze wsparcie dla projektów high-speed
- nowy, ulepszony Altium Vault
- dostęp do bazy komponentów TME

Computer Controls Sp. z o.o.
ul. Budowlanych 1 43-300 Bielsko-Biała

tel.: +48 (33) 499 98 70
fax: +48 (33) 472 04 20

e-mail: info@ccontrols.pl
http://www.ccontrols.pl

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Tranzystory Q1...3 załączają zasilanie anod cyfr, rezystory R1...R7 i R15 ograniczają prąd segmentów (uwaga: nie należy zmniejszać wartości rezystorów ograniczających prąd segmentów). Celowo zrezygnowano z mikrokontrolera z wbudowanym przetwornikiem na rzecz uniwersalności modułu. Sygnał i zasilanie modułu przetwornika są doprowadzone do złącza TK. Funkcja przetwarzania analogowego sygnału temperatury na cyfrowy została oparta o 16-bitowy przetwornik sigma-delta typu MCP3425 (U3), który dobrze sprawdza się w aplikacjach wymagających większej dokładności przetwarzania. Bardzo ważną cechą przetwornika jest wbudowane, dokładne źródło napięcia odniesienia 2,048 V, co zdecydowanie upraszcza aplikację. Ze względu na wybór pracy z sygnałem niesymetrycznym, rozdzielczość jest ograniczona do 15-bitów (brak znaku sygnału), a rzeczywista jej wartość zależy od częstotliwości próbkowania A/C (minimalnie 12-bit z prędkością 240 próbek/s). Układ przetwornika U3 uzupełnia filtr wejściowy i zasilania.

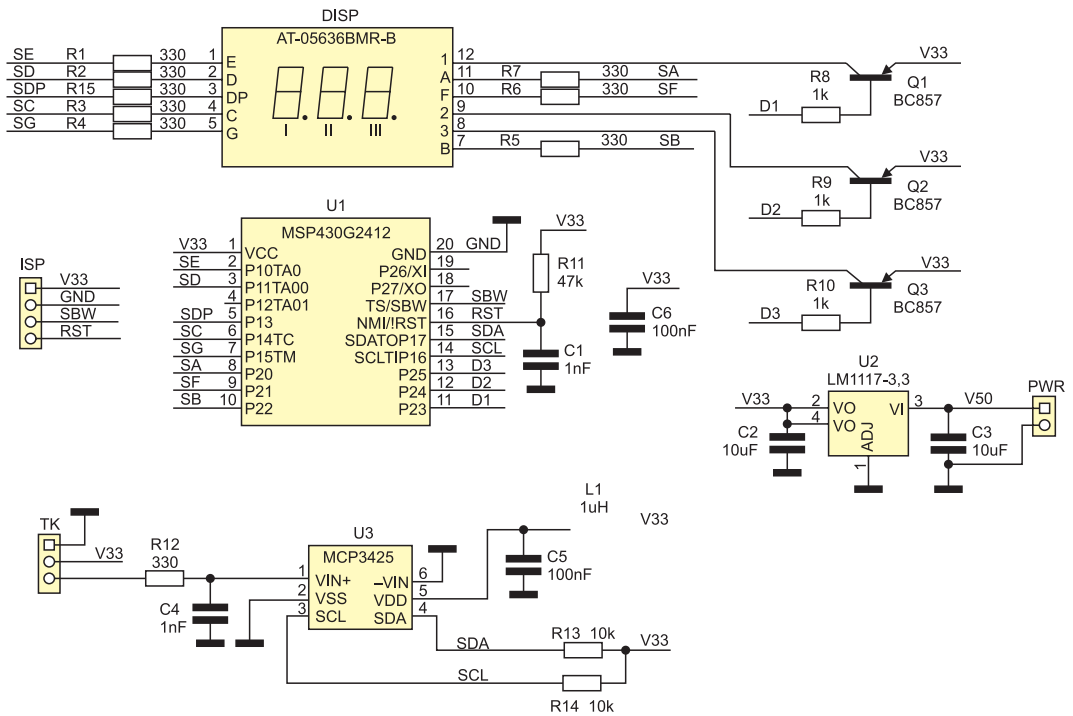
Przetwornik do komunikacji wykorzystuje interfejs I²C. Rezystory R13 i R14 podciągają sygnały magistrali interfejsu. Wskaźnik jest zasilany napięciem 3,3 V ze stabilizatora U2. Pobór prądu przez gotowe urządzenie nie przekracza 50 mA. Złącze ISP umożliwia zaprogramowanie procesora w układzie.

Aplikację utworzono w środowisku Energia. Program główny realizuje cykliczne odczytywanie przetwornika A/C, konwersję wyniku i wyświetlenie temperatury z zakresu 5...405°C na wyświetlaczu LED. Sygnalizowane są także dwa błędy:

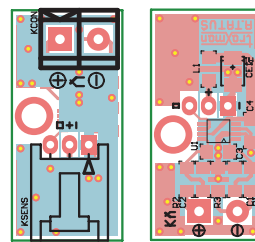
- „ErH”, gdy odczyt jest większy niż 405°C, co może świadczyć o przerwie w obwodzie termopary.
- „ErL”, gdy odczyt jest mniejszy niż 5°C, co może świadczyć o przerwie w połączeniu przetwornika i wyświetlacza.

Schematy montażowe płytek zamieszczono na **rysunku 4** i **rysunku 5**. Montaż jest typowy i nie wymaga opisu. Wyświetlacz jest montowany na listwie kielichowej SIP, aby ułatwić ewentualny szybki dostęp do elementów zamontowanych pod nim.

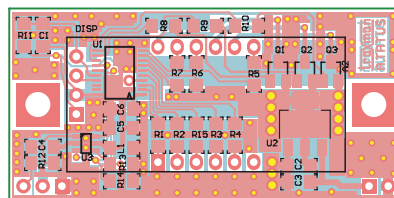
Do zapisu pamięci mikrokontrolera jest konieczny programator np. MSP430UIF lub bardziej nietypowo – zestaw Launchpad, który doskonale pełni funkcje programatora rodziny G2. Programowany mikrokontroler można umieścić w Launchpadzie korzy-



Rysunek 3. Schemat ideowy modułu wskaźnika



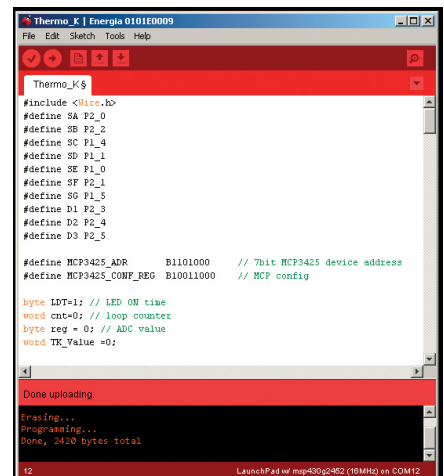
Rysunek 4. Schemat montażowy płytki przetwornika



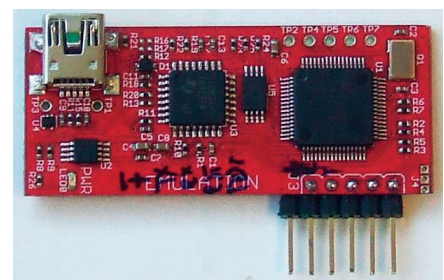
Rysunek 5. Schemat montażowy płytki wskaźnika

stając z adaptera DIP20-SSOP20, ale wygodniej wykorzystać w tym celu interfejs ISP. Z zestawu należy usunąć umieszczony w podstawie procesor, połączyć wyprowadzenia VCC(1), GND(20), TEST(17), RST(16) z opowiadającymi pinami złącza ISP modułu wskaźnika. Przewody połączeniowe nie powinny być dłuższe niż 15 cm. Po uruchomieniu Energii, wczytaniu szkicu *Thermo_K.ino* i wybraniu mikrokontrolera MSP430G2452, można bezproblemowo zaprogramować układ U1 (**rysunek 6**).

Jeżeli w opracowywanych układach ograniczamy się tylko do programowania procesorów G2, warto ze starszych wersji Launchpada wykonać miniaturowy programator ISP poprzez przecięcie płytki wzdłuż linii przerywanej i wyprowadzenie złącza J3 na kołki SIP i dolutowaniu dodatkowe-



Rysunek 6. Programowanie ISP przy użyciu Energii i Launchpada



Fotografia 7. Zmodyfikowany Launchpad w roli programatora ISP

go wyprowadzenia masy. Na skutek takich czynności otrzymujemy zgrabny, niedrogi programator USB, pokazany na **fotografii 7**.

Po zaprogramowaniu, połączeniu płytek wskaźnika i przetwornika kabelkiem SIP3, moduł gotowy jest do pracy i nie wymaga uruchamiania.

Adam Tatuś, EP