



Termometr DT12

Często tego nie dostrzegamy, ale temperatura ma wpływ na wszystko, co nas otacza, oraz na nas samych. Jest parametrem istotnym dla nas, wpływającym na nasze decyzje i dlatego jednym z najczęściej mierzonych. Odczuwamy zmiany temperatury, a czasami udaje się nam całkiem trafnie określić jej wartość. Zatem można wyciągnąć wniosek, że skonstruowanie termometru nie powinno być zadaniem trudnym.

Rzeczywiście, termometry elektroniczne stanowią chyba najbardziej liczną grupę projektów publikowanych na łamach „Elektroniki Praktycznej”. Jednak skonstruowanie precyzyjnego i wiarygodnego termometru może okazać się zaskakująco trudne. Wszystko zależy od oczekiwanych parametrów.

Konstrukcje termometrów

Jedną z najprostszych zasad działania termometru elektronicznego bazuje na efekcie zmiany napięcia termicznego złącza półprzewodnikowego. Poniższy wzór jest bardzo dobrze znany każdemu elektronikowi:

$$U_t = k T / q$$

Występujące w nim składniki to:

k – stała Boltzmanna ($1,38064852 \times 10^{-23}$ J/K),

q – ładunek elementarny ($1,6 \times 10^{-19}$ C),

T – temperatura (wyrażana w kelwinach).

Przy zapewnieniu stałości prądu płynącego przez element półprzewodnikowy, np. diodę krzemową, napięcie termiczne złącza w temperaturze 21°C jest równe 25,7 mV. Nie należy oczywiście mylić tego napięcia z napięciem złączowym półprzewodnika zależnym od jego rodzaju. Jest to czynnik zmieniający fizycznie mierzone napięcie na diodzie (lub innym elemencie półprzewodnikowym ze złączem p-n) w zależności od temperatury. Dla półprzewodnikowego złącza p-n krzemowego lub germanowego zmiany napięcia wynoszą ok. -2 mV/°C. Zaletą jest dość dobra liniowość tego parametru, również w funkcji temperatury oraz niska cena, natomiast wadą termometru wykorzystującego złącze półprzewodnikowe jest stosunkowo wąski zakres pracy – teoretycznie -200...+200°C, w praktyce od -50°C do +150°C. Ze względu na to, że pomiar wymaga przepływu prądu przez złącze, może występować efekt samopodgrzewania struktury powodujący fałszowanie wyniku. Ograniczenia te są jednak na tyle małe, że czujniki oparte na powyższej zasadzie znajdziemy w ofertach wielu producentów.

W termometrach przeznaczonych do pomiarów przemysłowych, w których istotna jest dokładność i powtarzalność pomiaru oraz szeroki zakres pomiarowy, bardzo często spotykane są czujniki rezystancyjne. Do najbardziej znanych należą czujniki Pt100 i Pt1000, w których elementem rezystancyjnym czułym na temperaturę jest platyna. Czujnik taki, podobnie jak złącze półprzewodnikowe, ma stały współczynnik zmian rezystancji na jednostkę temperatury praktycznie w całym zakresie pomiarowym.

Innym typem czujników stosowanych w pomiarach przemysłowych są termopary. Są to elementy składające się z dwóch przewodów

Więcej informacji:

Termoprodukt

58-260 Bielawa, ul. Tkacka 17

tel. +48 74 833 62 46, info@termoprodukt.com.pl

<https://www.termoprodukt.com.pl>



wykonanych z różnych metali połączonych ze sobą trwale na obu końcach np. metodą spawania. W wyniku różnicy temperatur obu złączy powstaje między nimi różnica potencjałów proporcjonalna do różnicy temperatur. Oznacza to, że jedno złącze należy traktować jako pomiarowe, drugie natomiast pełni funkcję złącza odniesienia i powinno być utrzymywane w stałej i znanej temperaturze. Nie jest to warunek łatwy do spełnienia w praktyce. Bardzo często temperatura złącza odniesienia jest mierzona inną metodą. Jednocześnie mierzone jest napięcie między złączami i na tej podstawie można już określić temperaturę złącza pomiarowego. Jak widać, użycie termopary do pomiarów temperatury wymaga zastosowania specjalnych zabiegów, zalety termopar są jednak na tyle duże, że są to elementy bardzo powszechnie stosowane w profesjonalnych pomiarach przemysłowych. I w tym przypadku do produkcji jest bardzo często używana m.in. platyna. Spotykane są również takie metale jak: molibden, wolfram, miedź, nikiel, chrom i aluminium. W zależności od użytych materiałów termopary podzielono na kilka grup. Ich parametry, takie jak: współczynnik zmian napięcia na jednostkę temperatury, zakres pomiarowy itp., ujęto w normach. Producenci termopar muszą się do nich stosować, aby konstruktorzy termometrów mogli z nich korzystać.

Oferta firmy Termoprodukt

Firma Termoprodukt specjalizuje się w produkcji profesjonalnych termometrów przeznaczonych do różnych zastosowań. W swoich wyrobach stosuje czujniki różnych rodzajów. Termometry podzielono na kilka kategorii i grup.

Termometry przemysłowe:

- DT11 – kieszonkowy termometr przemysłowy z wodoszczelnością IP65,
- DT12 – opisany szerzej w dalszej części artykułu kieszonkowy model przemysłowy (IP65) polecany do zastosowań w systemie HACCAP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*),
- ST-80 – precyzyjny termometr przemysłowy (IP66),
- ST-90 – przemysłowy termometr termoparowy do pracy w ciężkich warunkach,
- DT-34 – termometr przemysłowy do pracy w ciężkich warunkach (IP66),
- DT-20 – termometr do wędzarni.

Termometry laboratoryjne:

- 100-TP – precyzyjny termometr laboratoryjny o dokładności lepszej niż 0,03°C,
- TERMIO-2 – rejestrator temperatury z wyświetlaczem LCD,
- TERMIO-1 – termometr rejestrujący o rozdzielczości 0,01°C,
- TERMIK – termometr przeznaczony do pomiarów w lodówkach,

- DT-2 – termometr z czujnikiem zewnętrznym przeznaczony do pomiarów w lodówkach,
- DT-2-P – termometr farmaceutyczny,
- DT-1 – kieszonkowy termometr do stosowania w przemyśle spożywczym,
- ST-80.

Lodówkowe:

- TERMIO-1 z powiadamianiem SMS,
- TERMIK,
- DT-2,
- DT-2-P,
- TERMIO-2,
- TERMIO-15 – rejestrator temperatury z wyświetlaczem,
- TERMIO – rejestrator do lodówek aptecznych i zamrażarek.

Do mrożonek:

- DT-34,
- ST-80,
- DT-1,
- DT8380H – laserowy miernik temperatury,
- DT8381H – laserowy miernik temperatury.

Do produktów spożywczych:

- DT11,
- DT12,
- DT-34,
- ST-80,
- DT-1.

Do cieczy:

- DT-34,
- ST-80,
- DT-1,
- DT-2.

Do niskich i wysokich temperatur:

- TERMIO-1 – rejestrator temperatury z wyświetlaczem LCD,
- ST-90.

Kuchenne:

- DT11,

- DT12,
- wskazówkowy termometr 0...300°C do piekarnika,
- wskazówkowy termometr 50...300°C do piekarnika.

Do powierzchni:

- TERMIO-31 – rejestrator temperatury,
- ST-90.

Do powietrza:

- TERMIO-31,
- ST-90.

Wzorcowe:

- DT11,
- TERMIO-2,
- 100-TP,
- ST-80,
- DT-1.

Do wędzarni:

- DT-1,
- DT-34,
- DT12,
- DT-20,
- czujnik temperatury ST-03.

Charakterystyka termometru DT12

Termometr ten jest kolejną wersją opisanego w numerze EP 2/2019 termometru DT11. Czujnikiem temperatury jest termopara typu T, natomiast temperatura złącza odniesienia jest mierzona za pomocą czujnika PT100. W nowej konstrukcji położono nacisk na skrócenie czasu pomiaru przy zachowaniu dużej liniowości wskazań. Termometr jest wzorcowany dla temperatury 0°C i 100°C przez własne laboratorium wzorcujące. Laboratorium to świadczy również usługi dla firm zewnętrznych, zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005.

Konstrukcja termometru DT12 jest bardzo podobna do DT11. Czujnik temperatury jest umieszczony w ruchomym grocie, który w pozycji transportowej jest chowany w zagłębieniu obudowy (**fotografia 1**), a w pozycji pomiarowej jest przekręcany o dowolny kąt, maksymalnie 180°, jak na fotografii tytułowej. Położenie grota w pozycji transportowej nie uniemożliwia prowadzenia pomiarów. Można tak mierzyć np. temperaturę otoczenia.

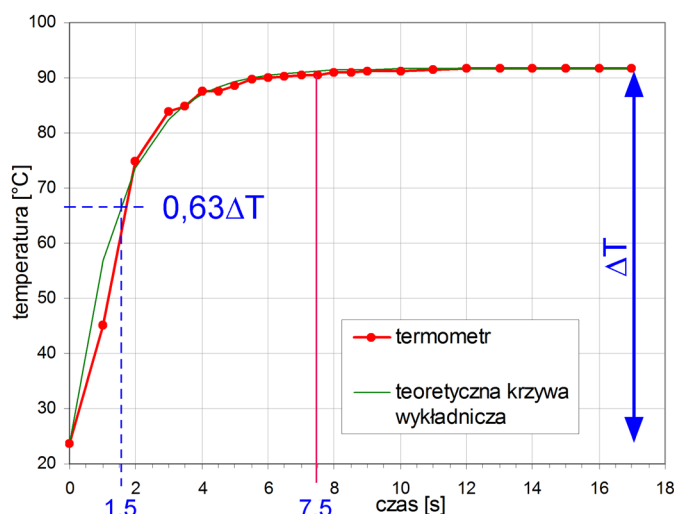
W termometrze DT12 zastosowano podświetlany wyświetlacz LCD o wysokości cyfr 13 mm i 8-milimetrowej cyfry części dziesiętnej wyniku. Podświetlenie jest włączane po naciśnięciu przycisku oznaczonego symbolem słoneczka i gaśnie po ok. 10 sekundach. Producent gwarantuje dokładność $\pm 0,2^\circ\text{C}$ w zakresie od 0...100°C i $\pm 0,3^\circ\text{C}$

Tabela 1. Najważniejsze dane techniczne termometru DT12

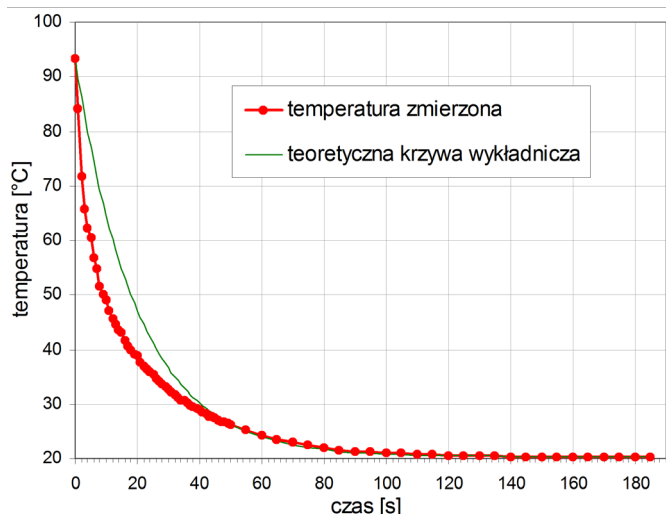
zakres mierzonej temperatury	-50...270°C
zakres temperatury pracy	-30...40°C
temperatura składowania	0...40°C
rozdzielczość	0,1°C w całym zakresie pomiarowym
dokładność w poszczególnych zakresach	$\pm 0,3^\circ\text{C}$ (-50,0...-0,1°C) $\pm 0,2^\circ\text{C}$ (0,0...100,0°C) $\pm 0,2^\circ\text{C}$ (100,1...200,0°C) $\pm 0,3^\circ\text{C}$ (200,1...270,0°C)
czas reakcji (t99)	5 sekund (pomiar w cieczy)
wyświetlacz	LCD
zasilanie	akumulator Li-Ion
czas ładowania	ok. 1,5 godziny
czas pracy ciągłej	ok. 3 miesięcy
wymiary obudowy	154×37×16 mm
średnica elementu pomiarowego sondy	2 mm (stal 321)
długość sondy	110 mm
stopień ochrony obudowy	IP65
waga	70 g



Fotografia 1. Sonda termometru DT12 po złożeniu



Rysunek 1. Wykres wskazań termometru w funkcji czasu podczas pomiaru temperatury wody



Rysunek 2. Wykres stygnięcia sondy po pomiarze temperatury wody

w pozostałym zakresie. Pomiar jest dokonywany z rozdzielczością 0,1°C. Pełne dane techniczne zestawiono w tabeli 1.

Jedną z najważniejszych cech termometru DT12, szczególnie podkreślaną przez producenta, jest bardzo krótki czas pomiaru określony w danych technicznych na 5 sekund. Pomiary w redakcyjnym laboratorium w zasadzie potwierdziły krótki czas ustalania się wyniku, jednak jest on w pewnym stopniu zależny od rodzaju mierzonej substancji. Na rysunku 1 pokazano wykres wskazań termometru w funkcji czasu, podczas pomiaru temperatury wody. Sonda była w niej zanurzona niemal całkowicie. Można przyjąć, że zależność wskazań mierzonej temperatury od czasu ma charakter wykładniczy. Pozwala to oszacować stałą czasową – τ ustalania się wyniku. W tym eksperymencie osiągnęła ona wartość ok. 1,5 s, co oznacza, że czas dochodzenia do 99% wartości asymptotycznej (końcowej) jest w przybliżeniu równy 5τ , czyli ok. 7,5 sekundy. Na wykresie z rysunku 1 krzywą pomiarową pokazano razem z teoretyczną krzywą wykładniczą potwierdzającą obliczenie stałej czasowej. Należy ponadto zwrócić uwagę,



Fotografia 2. Grot sondy termometru DT12 z termoparą typu T

że po wyjęciu sondy z wody termometr ponownie pokazał temperaturę otoczenia dopiero po ok. 100 sekundach (rysunek 2). Szybkość reakcji termometru w dużym stopniu zależy od warunków doprowadzania i odprowadzania ciepła od czujnika oraz od powierzchni styku czujnika z mierzoną substancją. W termometrze DT12 zastosowano specjalne rozwiązanie mające na celu zmniejszenie bezwładności. Polega ono na zmniejszeniu średnicy końcowego fragmentu sondy w stosunku do pozostałej jej części. Termoparę typu T umieszczono na samym końcu grota sondy (fotografia 2).

Termometr DT12 jest zasilany z miniaturowego akumulatora Li-Ion o napięciu 3,7 V i pojemności 400 mAh. Po pełnym naładowaniu z gniazda USB zapewnia ciągłą pracę przez ok. 3 miesiące. O konieczności ponownego ładowania informuje wskaźnik widoczny na wyświetlaczu. Wykonana z ABS-u obudowa termometru ma uszczelki chroniące miernik przed wilgocią i zabrudzeniami. Zapewniają one stopień ochrony IP65.

Producent – Termoprojekt, umieścił termometr DT12 w kilku grupach asortymentowych. Są to termometry: przemysłowe, do produktów spożywczych, kuchenne i do wędzarni. Widać wyraźne wskazanie na pomiary żywności. Konstrukcja termometru DT12 pozwala na używanie go w zakładach pracujących w systemie HACCP, a więc takich, w których obowiązują najwyższe wymagania sanitarne i techniczne.

Jarosław Doliński, EP

REKLAMA

Nie przegap majowego wydania Elektroniki dla Wszystkich

W numerze między innymi:

Coronavirus detector

Epidemia koronawirusa daje się we znaki. Nasze życie uległo istotnym zmianom. Prezentowany projekt jest niejako ich pokłosiem. Autor opracował układ, który pozwoli szybko i w względnie tani sposób wykryć osoby z podniesioną temperaturą ciała.

Sterowanie diodami WS2812 przez UART z AVR, Arduino

Sterowanie diodami WS2812 nie jest proste z uwagi na dużą częstotliwość, wynoszącą 800kHz. W artykule przedstawiono interesujące rozwiązanie, umożliwiające sterowanie LED-ami w przerwanach.

Taki zwyczajny zasilacz... Przyrządy do testowania

Do sprawdzenia i optymalizacji właściwości dynamicznych budowanego zasilacza potrzebne są odpowiednie przyrządy. Niezbędne wyposażenie z powodzeniem można zbudować samodzielnie!

MPPT – Shunt controller

czyli sterownik zwarcowy to idea zaskakująca dla wielu elektroników, ponieważ słowo zwarcie z reguły kojarzy się bardzo negatywnie, a wręcz groźnie. Tymczasem kontroler zwarcowy bardzo często jest wykorzystywany w praktyce.

Arduino – Fonty i glcdfont.c

Po zapoznaniu się z wyświetlaniem grafiki zajmujemy się wyświetlaniem napisów z wykorzystaniem podstawowego fontu, zawartego w pliku glcdfont.c.

Ponadto w numerze:

- Filozofia sieci: protokół ARP
- Miniaturowy regulator mocy 12V z „twardym startem”
- Z potrzeby chwili... Wzmacniacz na koronawirusa
- Układ do demontażu elementów SMD
- Porównanie zasilaczy forward i flyback
- Szkoła Konstruktorów – Nietypowy sposób sterowania oświetleniem
- Szkoła Konstruktorów – Zaproponuj układ elektroniczny związany z koronawirusem lub z szeroko pojętą ochroną zdrowia, z profilaktyką prozdrowotną



EdW możesz zamówić na
www.ulubionykiosk.pl.

Do kupienia także
w Empikach
i wszystkich większych
kioskach z prasą.

www.elportal.pl