



Najważniejsze parametry:

- konstrukcja oparta na scalonym przetworniku EMC1046/7,
- interfejs: I²C,
- cztery kanały pomiarowe do podłączenia czujników tranzystorowych,
- rozdzielczość pomiaru: 0,125°C,
- dokładność: ±2%,
- zakres pomiarowy: -40...+127°C,
- częstotliwość odczytów: 4 Hz,
- napięcie zasilania: 3,3 V,
- poziom logiczny na liniach SDA/SCL: 3,3...5 V (wbudowany translator),
- wbudowany dodatkowy, piąty czujnik na PCB.

* **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

- AVT6018 Termometr z pamięcią wartości skrajnych (EP 12/2023)
- AVT5986 Termometr różnicowy (EP 6/2022)
- AVT5952 eT – wielokanałowy, bezprzewodowy system pomiaru temperatury (EP 9/2022)
- AVT5949 Energooszczędny termometr z pomiaru LED (EP 8/2022)
- AVT5892 Energooszczędny termometr z kalibracją (EP 10/2021)
- 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)

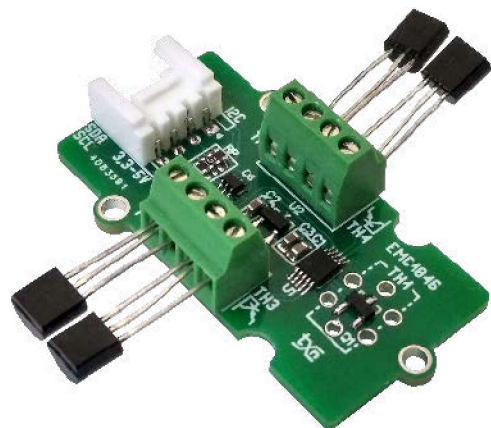
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

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*
AVT6037

Pięciokanałowy termometr I²C

W niektórych sytuacjach przydatny okazuje się pomiar temperatury w kilku niezależnych punktach urządzenia. Na rynku dostępne są oczywiście termometry 1-Wire czy I²C, ułatwiające prostą realizację małej sieci niezależnych termometrów, problematyczny jest jednak ich koszt oraz, niestety, ryzyko natrafienia na podróbkę. Prezentowany układ używa jako czujników najwycyżniejszych tranzystorów krzemowych NPN typu 2N3904 – dzięki czemu nawet kilka kanałów pomiaru można wykonać niewielkim kosztem i to praktycznie z elementów zalegających w szufladach.



W module zastosowano gotowe rozwiązanie przetwornika temperatury na magistrali I²C oparte o układ EMC1046/7 firmy Microchip. Strukturę wewnętrzną układu pokazano na **rysunku 1** – jest on kompletnym sześciokanałowym przetwornikiem temperatury, który obsługuje pięć czujników zewnętrznych i jeden czujnik wbudowany w strukturę. Każdy z kanałów ma obwód obróbki sygnału z filtracją, dzięki któremu z rejestrów danych można odczytać wartość temperatury niewymagającą już dalszej obróbki matematycznej. Odczyt możliwy jest z rozdzielczością 0,125°C i dokładnością nie gorszą niż ±2% w zakresie temperatur -40...+127°C. Przy konwersji 4×/sekundę pobór prądu nie przekracza 1 mA. Dostępny jest bliźniaczy układ EMC1047, zgodny

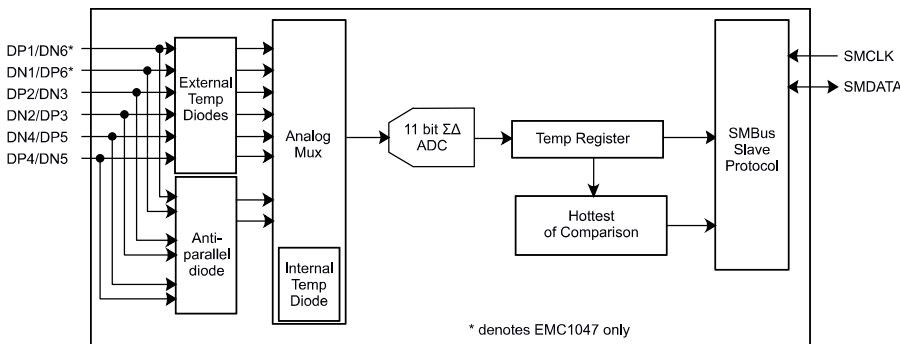
wyprowadzeniami z EMC1046, ale wyposażony w dodatkowy, szósty kanał pomiaru temperatury zewnętrznej, który w module można stosować zamiennie.

EMC1046 odpowiada za obróbkę sygnału ze złączy diodowych czujników temperatury, umożliwia ich kalibrację i kompensację (zarówno rozrzutów parametrów struktur, jak i rezystancji przewodów pomiarowych) oraz raportuje ich uszkodzenia. Dane temperaturowe mogą być uśredniane, a maksymalna częstotliwość pomiaru to 4 Hz, co wystarcza w wielu zastosowaniach. Układ automatycznie wykrywa najwyższą temperaturę i wskazuje kanał pomiarowy, w którym została ona zarejestrowana. Ułatwia to konstrukcję wszelkiego rodzaju termostatów oraz

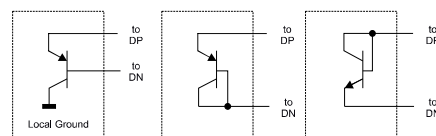
układów sterowania chłodzeniem. Interfejs komunikacyjny stanowi magistrala I²C/SMBus, adres układu to 0x4c. EMC1046 wymaga zasilania 3,3 V. Dzięki zastosowaniu antyrównoległego połączenia elementów pomiarowych w kanałach 2...4 możliwe było zmniejszenie liczby wyprowadzeń i umieszczenie układu w obudowie MSOP10. Obsługiwane topologie podłączenia czujników do EMC1046 pokazano na **rysunku 2**.

Pierwszy od lewej rysunek pokazuje przykładowe podłączenie diody wbudowanej w strukturę układu (np. mikroprocesora), środkowa konfiguracja używa typowego tranzystora PNP (2N3906), natomiast prawy sposób podłączenia korzysta z tranzystora NPN (2N3904). Czujniki tranzystorowe mogą być podłączone antyrównolegle w kanałach 2...5. Każdy kanał wyposażony został w detekcję zwarcia i rozwarcia czujnika oraz kompensację rezystancji przewodów.

Schemat ideowy modułu i sposób podłączenia czujników pokazano na **rysunku 3**.



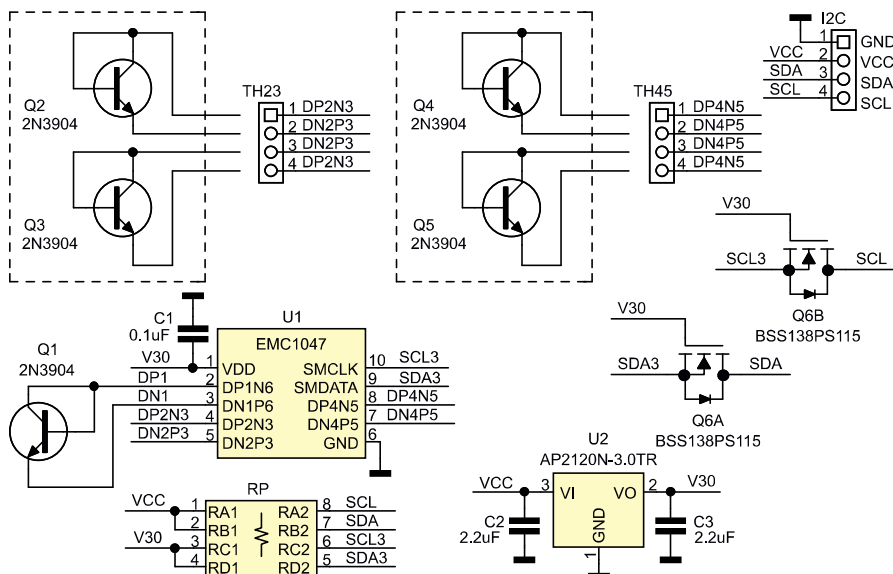
Rysunek 1. Struktura wewnętrzna EMC1046/7 (za notą Microchip)



Rysunek 2. Sposoby podłączenia czujników temperatury (za notą Microchip)

Wykaz elementów:

Rezystory: RP: drabinka 4×10 kΩ (CRA06S08)	C1: 100 nF C2, C3: 2,2 μF Półprzewodniki: Q1: 2N3904 (SOT-23)	Q2...Q5: 2N3904 (TO-92B) Q6: BSS138PS115 (SC88) U1: EMC1047-1 (MSOP10) U2: AP2120N-3.0TRG1 (SOT-23)	Pozostałe: I ² C: złącze Grove kątowe (110990037) TH23, TH45: złącze MPT 2,54 mm 4-pinowe (MPT0.5/4-2.54)
--	---	--	---

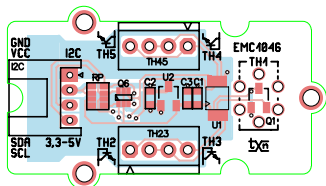


Rysunek 3. Schemat modułu

Jak przystało na rozwiązanie specjalizowane, schemat jest bardzo prosty: poza U1 typu EMC1046/7, układ zawiera jedynie kondensator odsprężający zasilanie C1 oraz konwerter poziomowy na tranzystorze Q6, umożliwiającą współpracę modułu z systemami 3,3...5 V. Stabilizator LDO U2 dostarcza napięcia zasilania 3,0 V do U1. Sygnały zasilania i magistrali wyprowadzone są na złącze I²C zgodne z Grove. Czujniki temperatury Q2...6 typu 2N3904 podłączone są do złączy TH23, TH45. Dodatkowo na płytce do kanału 1 podłączony został tranzystor Q1, który może być użyty do pomiaru temperatury otoczenia lub uśredniania jej z pomiarami czujnika wbudowanego w U1.

Rozmieszczenie elementów zobrazowano na **rysunku 4**, zmontowany moduł – na **fotografii otwierającej**.

Wszystkie konfiguracje i odczyty EMC1428 odbywają się pod adresem 0x4C magistrali I²C. Wymiana danych i konfiguracja przebiega z wykorzystaniem rejestrów, których pełna mapa znajduje się w dokumentacji. Minimalny zestaw niezbędny do pomiaru temperatury opisano w **tabeli 1**.



Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów na PCB modułu

```
pi@PI4:~$ i2cdetect -y 1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f
00: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
pi@PI4:~$
```

Rysunek 5. Detekcja układu EMC1046

Pierwszy odczytywany rejestr to FDh, w którym przechowywana jest wartość 0x1A identyfikująca EMC1046 – lub 0x1C wskazująca EMC1047. Prawidłowy odczyt rejestru może być uznany za detekcję układu na I²C. W rejestrach FEh=5Dh, FFh=01h przechowywane są odpowiednio: ID producenta i wersja układu. Każdy odczyt temperatury (10 bitów + znak) zajmuje dwa rejestry, przy czym należy zwrócić uwagę,

```
pi@PI4:~$ i2cdump 1 0x4c
No size specified (using byte-data access)
WARNING! This program can confuse your I2C bus, cause data loss and worse!
I will probe file /dev/i2c-1, address 0x4c, mode byte
Continue? [Y/n] y
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f 0123456789abcdef
00: 18 18 80 00 06 55 00 00 06 55 00 00 06 55 00 00 00 00 00 00 00 00
10: 20 00 00 00 00 00 55 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
20: 00 00 00 18 20 0f 0f 00 00 00 00 00 18 40 55 00 00 00 00 00 00 00
30: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 06 00 00 00 00 00 00 00 00
40: 00 18 60 18 80 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
50: 55 00 00 00 55 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
60: 0e 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
70: 00 0f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
80: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
90: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
a0: 00 00 00 00 57 e0 00 00 03 80 00 13 2f 03 20 02 00 00 00 00 00 00 00
b0: 20 00 00 00 20 00 20 00 00 00 00 00 00 12 00 00 00 00 00 00 00 00
c0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
d0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
e0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
f0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 1a 5d 01
pi@PI4:~$
```

Rysunek 6. Wynik działania polecenia i2cdump

Tabela 1. Podstawowe rejestry EMC1046/7

Lp	Adres rejestru	R/W	Wartość	Opis
1	0xFD	R	0x1A	ID produktu (1C dla EMC1047)
2	0xFE	R	0x5D	ID producenta
3	0xFF	R	0x01	Wersja układu
4	0x3B	W	0x07	Aktywacja funkcji Dual Sensor dla kanałów 2...5
5	0x40	W	0x7E	Aktywacja uśredniania
6	0x04	W	0x06	Częstotliwość konwersji 4 Hz (domyślnie, zależna od liczby aktywnych kanałów)
7	0x00/0x29	R	Znak+temperatura	Pomiar temperatury wewnętrznej EMC1047
8	0x01/0x10	R	Znak+temperatura	Kanał 1
9	0x23/0x24	R	Znak+temperatura	Kanał 2
10	0x2A/0x2B	R	Znak+temperatura	Kanał 3
11	0x41/0x42	R	Znak+temperatura	Kanał 4
12	0x43/0x44	R	Znak+temperatura	Kanał 5
13	0x45/0x46	R	Znak+temperatura	Kanał 6 (tylko EMC1047)

Tabela 2. Przykładowe rejestry temperatury (czujnik wbudowany)

ADDR	R/W	REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	DEFAULT
00h	R	Internal Diode High Byte	Sign	64	32	16	8	4	2	1	00h
29h	R	Internal Diode Low Byte	0,5	0,25	0,125	-	-	-	-	-	00h

że nie wszystkie są umieszczone pod kolejnymi adresami. Znaczenie bitów w parze rejestrów temperatury zaprezentowano w **tabeli 2**.

Szybkiego sprawdzenia działania układu można dokonać po podłączeniu go do Raspberry Pi. Poleceniem `i2cdetect -y 1`, sprawdzamy obecność układu na magistrali (**rysunek 5**).

Poleceniem `i2cset -y 1 0x4c 0x3b 0x06` aktywujemy obsługę czujników w połączeniu antyrównoległym.

Poleceniem `i2cdump 1 0x4c` możemy odczytać zawartość rejestrów dostępnych pod adresem 0x4c i sprawdzić poprawność konwersji (**rysunek 6**).

Pod adresami 0x00/29, 0x01/10, 0x23/24, 0x2A/2B, 0x41/42, 0x43/44 dostępne są odczyty temperatur. Jeżeli testowanie przebiegło pomyślnie, można moduł zastosować we własnej aplikacji, aby uzyskać więcej niż podstawowy pomiar temperatury.

Adam Tatuś, EP