

może pozostać dowolnie długo, bez ryzyka uszkodzenia czy wzbudzenia się.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 65x60 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.

Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów i diod. Pod układ US4 proponuję zastosować podstawkę, aby ułatwić jego wymianę w razie uszkodzenia. Stabilizatory LM317 i LM337 można wlotować na dłuższych nóżkach, by łatwo dało się je przykręcić do radiatora. Zmontowany układ można zobaczyć na fotografii tytułowej.

Zasilanie dla układu powinno się zawierać w następujących granicach: +7...30 V oraz -4...27 V. Dla gałęzi dodatniej owe ograniczenia wynikają z konieczności zapewnienia prawidłowych warunków pracy dla stabilizatora US3 (*dropout* 2 V i maksymalne napięcie wejściowe wynoszące 30 V). Z kolei gałąź ujemna jest ograniczona przez *dropout* układu LM337 (około 3 V) i maksymalne napięcie zasilające wzmacniacz operacyjny

LM358. Jego dodatnie wyprowadzenie zasilania jest na potencjał +5 V, więc ujemny może mieć potencjał nie niższy niż -27 V, aby różnica nie przekraczała 32 V. Można założyć, że maksymalne napięcie wyjściowe, jakie ten układ jest w stanie osiągnąć, wynosi ± 22 V, a jeżeli napięcie zasilające będzie niższe niż ± 25 V, to *dropout* tego układu wynosi tyle samo, co *dropout* układów LM317 i LM337, czyli około 3 V – czyli maksymalne napięcie wyjściowe będzie o 3 V niższe od wejściowego.

Pobór prądu przez układ bez obciążonego wyjścia wynosi około 25 mA z dodatniej linii zasilającej i około 15 mA z ujemnej. Jest to wartość stała, niezależna zarówno od napięcia wejściowego, jak i wyjściowego. Maksymalny prąd wyjściowy jest ograniczony przez użyte stabilizatory liniowe i wynosi około 1,5 A.

Z zasady działania układu wynika, że ujemne napięcie wyjściowe próbuje odwzorować potencjał dodatniego zacisku w złączu wyjściowym (J2). Ale ta relacja nie zachodzi w drugą stronę. Oznacza to, że zwiększając obciążenie na linii dodatniej, kiedy napięcie wyjściowe nieco zmaleje wskutek niezerowej rezystancji wewnętrznej, zmaleje również (dokładniej: zbliży się do zera) potencjał zacisku

ujemnego. Jeżeli zaś wzrośnie obciążenie linii ujemnej, to potencjał linii dodatniej nie dostosuje się do niego. Ten brak wzajemności jest konsekwencją stosunkowo prostej zasady działania układu, lecz w zdecydowanej większości praktycznych przypadków nie będzie ona miała realnego znaczenia.

Moduł stabilizatora nie zda się na zbyt wiele, jeżeli jego elementy wykonawcze, a takimi są LM317 i LM337, nie będą miały zapewnionego odpowiedniego chłodzenia. Odległość między nimi wynosi 25 mm. Jest to o tyle istotne, że planowany radiator powinien mieć taką samą (lub zbliżoną) odległość między żeberkami. Chodzi o to, by wierząc w nim otwór na śrubę M3 dociskającą metalową wkładkę do aluminiowej powierzchni, nie trafić w żeberko. Przykładem takiego profilu jest A4291 (na przykład gotowy radiator RADA4291L5 z oferty AVT), w którym żeberka znajdują się w odległości około 11,8 mm od siebie. Można więc między nimi przewiercić otwory na wylot i wygodnie przytwierdzić stabilizatory, nie zapominając o tulejkach izolacyjnych i odpowiednich podkładkach.

Michał Kurzela, EP



Podstawowe parametry:

- wymaga zamontowania gotowych sterowników zgodny z StepStick,
- dostosowana do modułów z układami: A4988, DRV8825, TMC2208, TMC2226,
- płytka o wymiarach zgodnych z Raspberry Pi Zero,
- konfiguracja poprzez magistralę I²C.

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

- Eliminatory drgań styków mechanicznych (EP 1/2023)
- Moduł redundancji zasilania do komputerów SBC (EP 1/2023)
- Sterownik mikrosilnika krokowego dla Pi Pico (EP 12/2022)
- Radiomodem ISM do Raspberry Pi Zero (EP 11/2022)
- Moduł LoRa dla RPi Pico (EP 9/2022)
- Moduł z wyświetlaczami numitron (EP 8/2022)
- Sterownik mikrosilników prądu stałego do RPi Pico (EP 7/2022)
- Moduł przełączników półprzewodnikowych do RPi Zero i nie tylko (EP 7/2022)
- Ekspander 16xPWM (EP 6/2022)
- Moduł BLE4.1 dla RPi Pico (EP 6/2022)

* **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 wlotować 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 wlotowane 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] : dokumentacja,
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ.

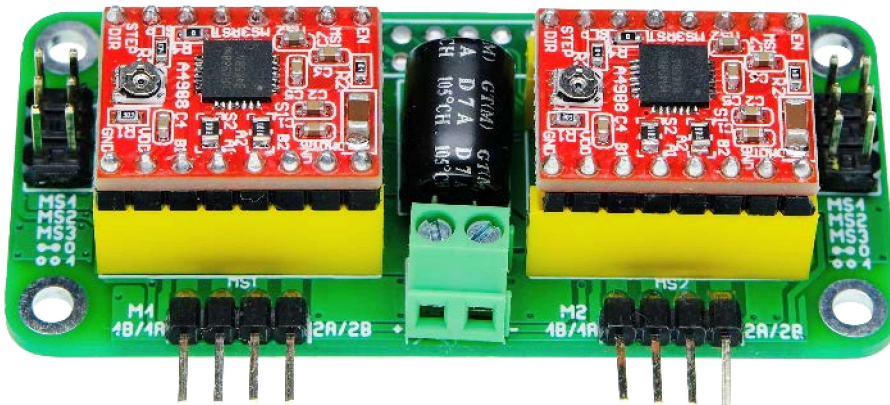
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

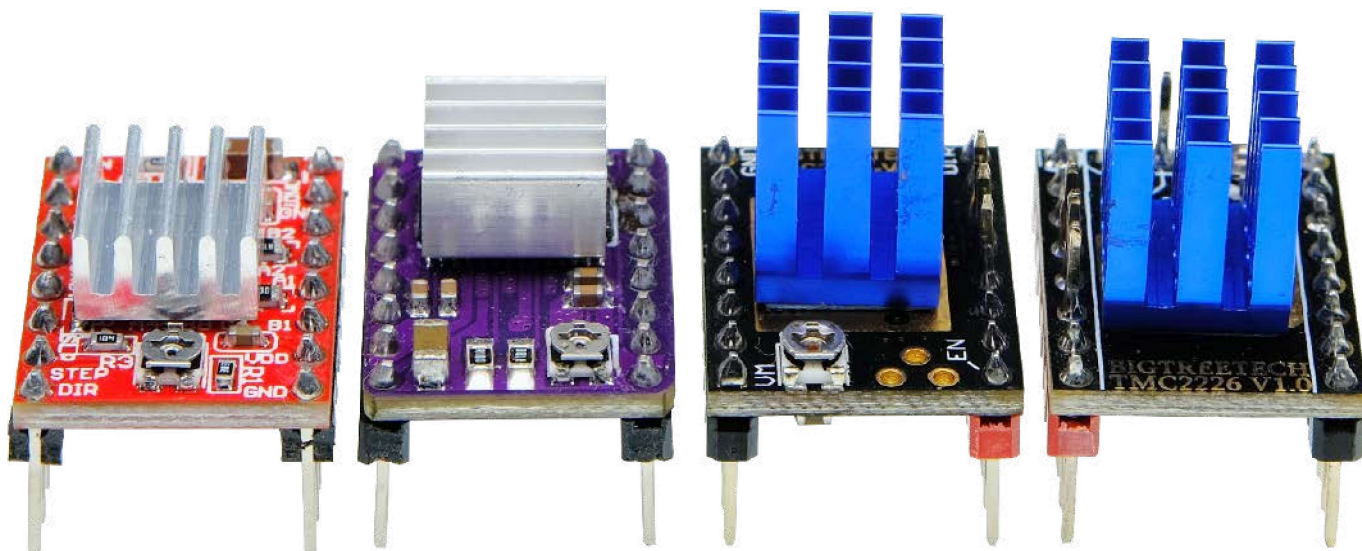
W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

W ofercie AVT*
AVT5978

Sterownik dwóch mikrosilników krokowych do Pi Zero

Zaprezentowany projekt to nakładka ze sterownikiem dwóch mikrosilników krokowych dla Raspberry Pi. Zrezygnowano z zastosowania specjalizowanych driverów silników krokowych w postaci układów scalonych na rzecz gotowych modułów zgodnych ze standardem StepStick stosowanych np. w drukarkach 3D.





Fotografia 1. Przykładowe moduły driverów silników zgodne z StepStick

Użycie gotowego, wymiennego modułu, oprócz niższej ceny spowodowanej popularnością rozwiązania, umożliwia wybór optymalnych parametrów sterownika dla dołączonego silnika oraz sposobu sterowania mikro krokowego. Takie rozwiązanie ułatwia też ewentualną wymianę uszkodzonego modułu, a jak wiemy, takie rzeczy się niestety zdarzają...

Przykładowe sterowniki zgodne z StepStick zostały pokazane na fotografii 1. W kolejności od lewej znajdują się moduły z układami: A4988, DRV8825, TMC2208, TMC2226. Moduły są zgodne mechanicznie, mają ujednolicony sposób sterowania sygnałami EN/DIR/STEP, różnią się dostępną liczbą mikro kroków wbudowanego indeksera oraz możliwością konfiguracji poprzez interfejs

szeregowy w przypadku modułów TMC22xx. Przyporządkowanie wyprowadzeń zestawiono w tabeli 1. Moduły są wzajemnie zamienne, ale należy zwrócić uwagę na wyprowadzenie 10, którym DRV8825 sygnalizuje usterkę, a dla pozostałych modułów jest to wyprowadzenie zasilania logiki.

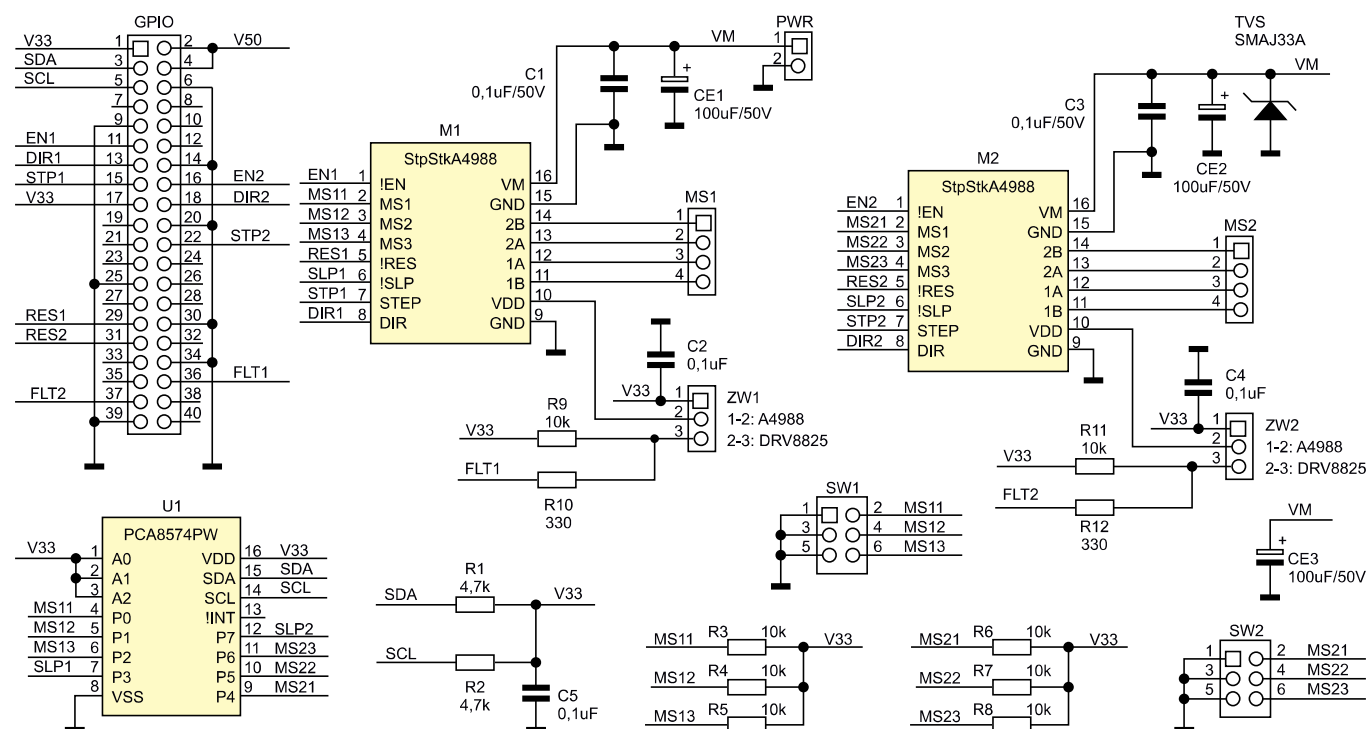
Wyprowadzenia 2...6 należy sterować w różny sposób, ale odbywa się to już programowo. Dotyczy to sygnałów wyboru mikro kroku lub obniżonego poboru mocy. Moduły TMC22xx mają możliwość konfiguracji przez port szeregowy, ale nie jest ona stosowana w zaprezentowanym rozwiązaniu.

Zestawienie nie uwzględnia wszystkich dostępnych modułów, przed wybraniem konkretnego modelu należy sprawdzić zgodność sprzętową i uwzględnić zmiany programowe.

Poszczególne płytki różnią się zakresem zasilania i maksymalnym prądem drivera, liczbą i zakresem dostępnych mikro kroków sekwencera, co w skrócie pokazuje tabela 2. Z praktycznych uwag warto sprawdzić szczegółowo dokumentację StepSticków z TMC22xx ze względu na pewną liczbę dostępnych wersji sprzętowych.

Budowa i działanie

Schemat nakładki został pokazany na rysunku 1. Możliwe jest zastosowanie dwóch niezależnych modułów StepStick. Sygnały sterujące bezpośrednio silnikami: $EN_x(ENABLE)$, $STP_x(STEP)$, $DIR_x(DIR)$, $RES_x(RESET)$ oraz $FLT_x(FAULT)$, podłączone są do wyprowadzeń GPIO Pi Zero, co umożliwia ich szybkie generowanie. Zwory ZW1,



Rysunek 1. Schemat ideowy nakładki sterownika silników

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

Rezystory: (SMD0603)
R1, R2: 4,7 kΩ
R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R11: 10 kΩ
R10, R12: 330 Ω

CE1, CE2, CE3: 100 μF/50 V elektrolityczny
C2, C4, C5: 0,1 μF ceramiczny 16 V (SMD0603)

Pozostałe:
GPIO: złącze IDC40 żeńskie 2×20
MS1, MS2: listwa goldpin kątowna 1×4
SW1, SW2: listwa goldpin 2×3
PWR: złącze śrubowe DG381-3.5-2

Kondensatory:
C1, C3: 0,1 μF/50 V ceramiczny 50 V (SMD0805)

Półprzewodniki:
TSV: tranzystor SMAJ33A (SMB_D)
U1: PCA8574PW (TSSOP16)
M1, M2: moduł StepStick4988 + gniazdo goldpin 1×8

Tabela 1. Układ wyprowadzeń popularnych modułów StepStick

TMC2226	TMC2208	DRV8825	A4988	PIN		A4988	DRV8825	TMC2208	TMC2226
!EN	!EN	!EN	!EN	1	16	VMOT	VMOT	VMOT	VMOT
MS1	MS1	MS1	MS1	2	15	GND	GND	GND	GND
MS2	MS2	MS2	MS2	3	14	2B	2B	A2	A2
PDN	UART	MS3	MS3	4	13	2A	2A	A1	A1
STBY	PD	!RESET	!RESET	5	12	1A	1A	B1	B1
CLK	CLK	!SLEEP	!SLEEP	6	11	1B	1B	B2	B2
STEP	STEP	STEP	STEP	7	10	VIO	!FLT	VIO	VIO
DIR	DIR	DIR	DIR	8	9	GND	GND	GND	GND

Listing 1. Skrypt testowy dla PCA9634

```
import RPi.GPIO as GPIO
import smbus
from time import sleep
bus = smbus.SMBus(1)
# SLP & Mx config
bus.write_byte(0x27, 0x88)
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(17, GPIO.OUT) #EN
GPIO.setup(27, GPIO.OUT) #DIR
GPIO.setup(22, GPIO.OUT) #STP
GPIO.setup(5, GPIO.OUT) #RES
GPIO.setup(16, GPIO.IN) #FLT DRV8825
GPIO.output(5, GPIO.LOW) #RES pulse
sleep(0.2)
GPIO.output(5, GPIO.HIGH)
sleep(0.2)
GPIO.output(17, GPIO.LOW) #EN DRV
GPIO.output(27, GPIO.LOW) #DIR set
x=1
while x < 49:
    print("STEP: ", x)
    GPIO.output(22, GPIO.LOW) # STP+
    GPIO.output(22, GPIO.HIGH)
    sleep(0.2)
    x=x+1
GPIO.cleanup()
bus.write_byte(0x27, 0x00)
```

ZW2 umożliwiając zmianę funkcji wyprowadzenia 10. W położeniu 1–2: A4988/TMC22xx doprowadzają do wyprowadzenia 10 zasilanie logiki (V33), w położeniu 2–3: DRV8825 wyprowadzają i polaryzują sygnał FLT_x.

Sygnały konfiguracyjne mikro kroki MS_{xx}(MicroSTEP) oraz sygnały obniżonego poboru mocy SLP_x(SLEEP) podłączone są poprzez ekspander GPIO-FC U1 typu PCA8574 i dostępne są pod adresem 0x27 magistrali. Umożliwia to ich konfigurację programową.

Zwory SW11, SW12 służą do ręcznego ustalenia konfiguracji mikro kroków, która może być odczytana przez ekspander

Tabela 2. Porównanie parametrów modułów

	A4988	DRV8825	TMC2208	TMC2226
V _{MOT}	4,7...29 V	5,5...36 V	8,2...45 V	8...35 V
I _{MOT}	2 A	1,2 A	1,5 A	2 A
uSTEP	1/1...1/16	1/1...1/32	1/2...1/16(256)	1/1...1/16(256)

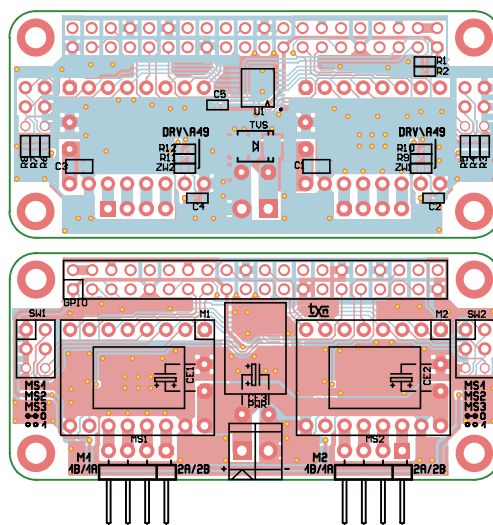
U1. Należy zwrócić uwagę na różną funkcję wyprowadzenia 4 w przypadku układu TMC22xx.

Montaż i uruchomienie

Nakładka została zmontowana na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach zgodnych z Raspberry Pi Zero, ale oczywiście może być stosowana także z innymi wersjami komputerka. Schemat płytki PCB został pokazany na rysunku 2.

Zmontowana nakładka nie wymaga uruchamiania, należy jedynie załutować zwory ZW1, ZW2 w zależności od posiadanych modułów StepStick. Napięcie zasilania silników doprowadzone jest do złącza PWR. Sterowanie silnikami odbywa się po konfiguracji GPIO i rejestrów FC poprzez programowe generowanie impulsów kroku STP.

Prosty skrypt testowy w Pythonie pokazano na listingu 1. Dla sprawdzenia drugiego silnika wystarczy w skrypcie zmienić numery linii sterujących GPIO. Poprzez odpowiednią modyfikację wpisu do rejestru U1 aktywujemy driver (SLP=1) oraz definiujemy liczbę mikro kroków. Niestety każdy



Rysunek 2. Schemat płytki PCB

z modułów obsługuje inną liczbę mikro kroków, które nie pokrywają się, dla A4988 ustawienie wejść MS_{xx}=1 ustawia krok 1/16, a dla DRV8825 ta sama konfiguracja ustawia krok 1/32. W przypadku bardziej zaawansowanych modułów TMC nie wszystkie podziały są dostępne, ze względu na ograniczoną liczbę wyprowadzeń Ms_{xx}.

Adam Tatuś, EP

REKLAMA

Odwiedź stronę z mnóstwem doskonałych projektów

