



W ofercie AVT*

AVT5886

Podstawowe parametry:

- zawiera kontroler typu PCA9685 sterowany przez magistralę I²C,
- 16 niezależnych kanałów PWM o rozdzielczości 12 bitów,
- wydajność prądowa wyjść pozwala na sterowanie prądem do 25 mA,
- możliwość wyboru konfiguracji wyjść (open-drain lub totem-pole).

* 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 wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje

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

AVT-5752 Rozgątnik dla serwomechanizmów (EP 3/2020)
 AVT-5731 Radiowy sterownik serwomechanizmów (EP 12/2019)
 AVT-1632 Tester serwomechanizmów modelarskich (EP 8/2011)
 AVT-5290 3-kanałowa aparatura do zdalnego sterowania modeli (EP 5/2011)

AVT-1605 Dwustanowy sterownik serwomechanizmu (EP 2/2011)
 AVT-1570 Spawalniacz serwomechanizmu (EP 5/2010)

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 wzlutowane w płytkę PCB)
 • wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
 • wersja [A*] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 • wersja [UK] – zaprogramowany układ
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas

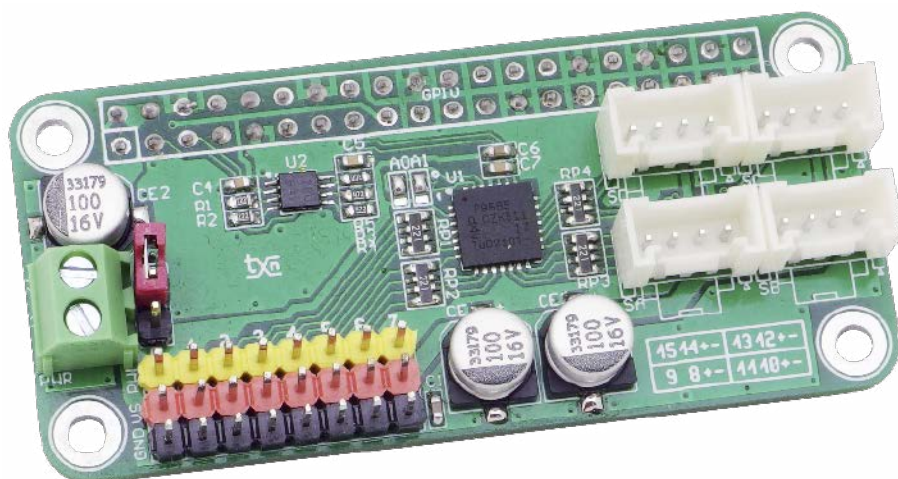
składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz – <http://sklep.avt.pl>.

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

16 kanałowy kontroler PWM – sterownik serwomechanizmów dla RPi Zero

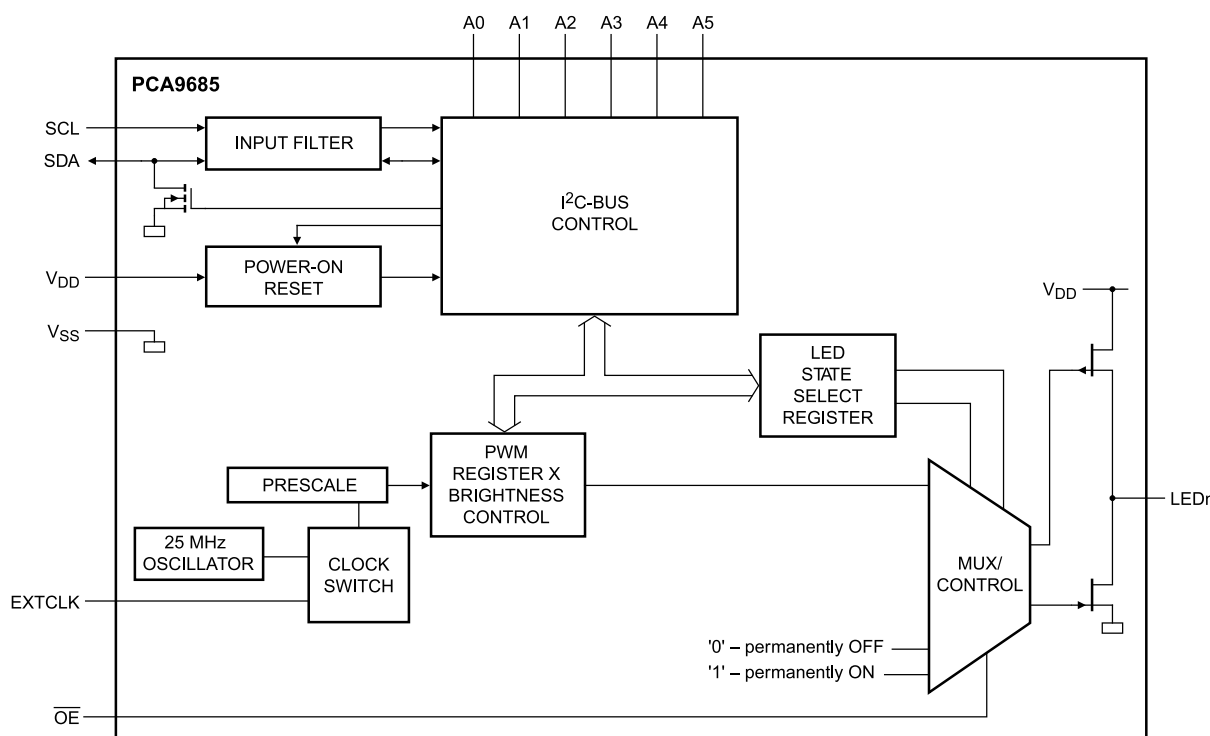
Prezentowany moduł to 16-kanałowy kontroler PWM, pozwalający rozszerzyć możliwości niejednego komputerka o sterowanie serwomechanizmami, regulację jasności LED lub, po zastosowaniu stopni mocy, regulację prędkości silników prądu stałego. Będzie przydatny w robotyce amatorskiej czy automatyce.

Moduł bazuje na specjalizowanym generatorsie PWM typu PCA9685 sterowanym poprzez magistralę I²C. Ma on 16 niezależnych kanałów o rozdzielczości 12 bitów. Wydajność prądowa wyjść pozwala na sterowanie prądem do 25 mA (otwarty dren OD), co umożliwia bezpośrednie zasilanie np. diod RGB. Częstotliwość PWM może zostać



wybrana z zakresu od 24 do 1526 Hz poprzez zmianę podziału częstotliwości wbudowanego oscylatora. Wyjścia Ln mają możliwość wyboru konfiguracji pomiędzy *open drain*

lub *totem pole* przydatnej przy współpracy z zewnętrznymi driverami. Schemat wewnętrzny układu PCA9685 został pokazany na **rysunku 1**.



Rysunek 1. Schemat wewnętrzny układu PCA9685

WYKAZ ELEMENTÓW, które możesz zamówić w sklepie AVT na stronie sklep.avt.pl lub bezpośrednio (ul. Leszczyńska 11, 03-197 Warszawa, tel. 48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl):

Rezystory:

R1, R2: 2,2 kΩ SMD0603
 R3, R4: 4,7 kΩ SMD0603
 R5: 200 kΩ SMD0603
 RP1...RP4: 220 Ω drabinka rezystorowa

Kondensatory:

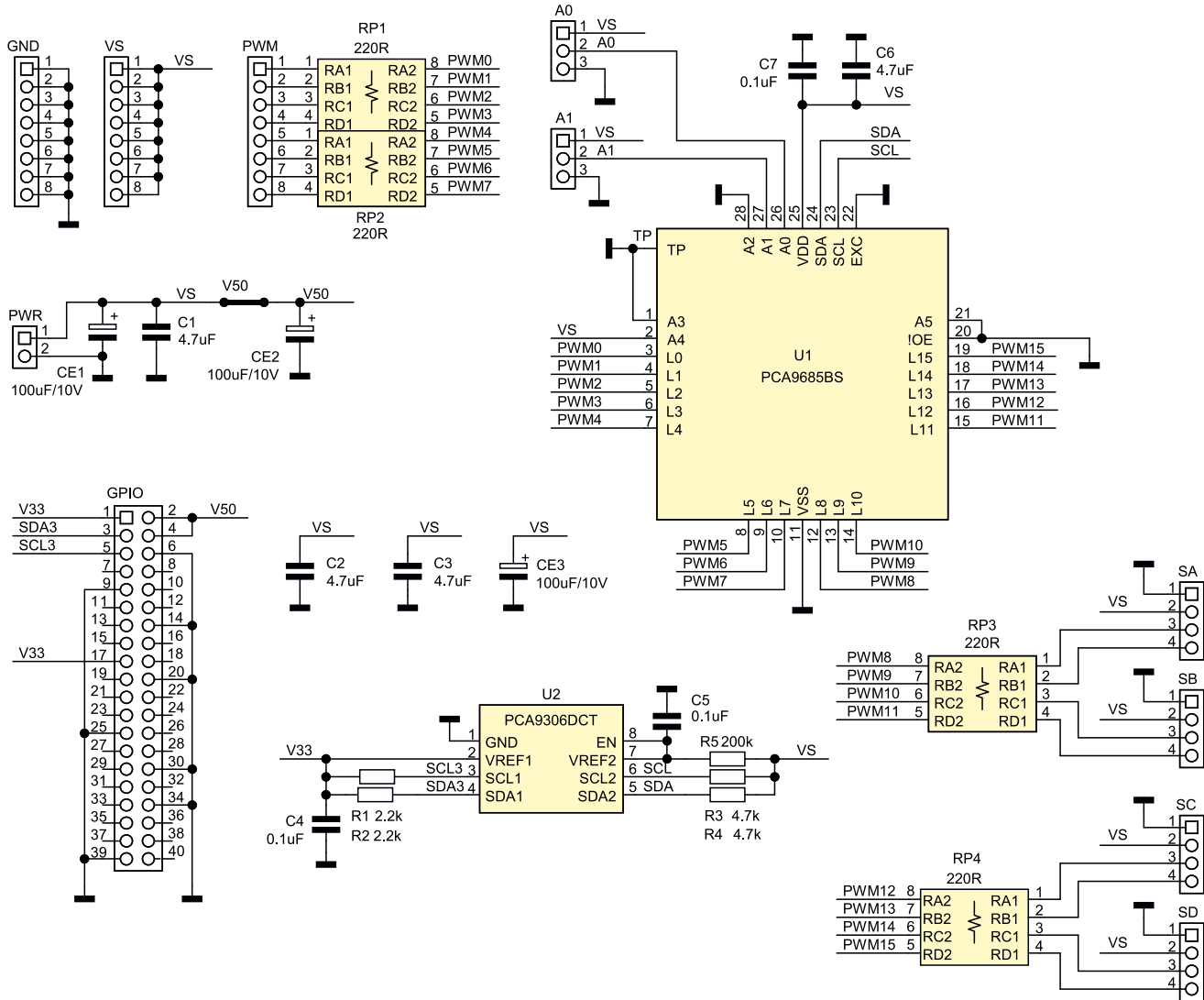
C1...C3, C6: 4,7 μF SMD0603
 C4, C5, C7: 0,1 μF SMD0603
 CE1...CE3: 100 μF/10 V elektrolityczny SMD 6,3 mm

Półprzewodniki:

U1: PCA9685BS (QFN28)
 U2: PCA9306DCT (SSOP8)

Pozostałe:

GND, PWM, VS: złącze SIP8 (1×8 pinów) 2,54 mm
 GPIO: złącze IDC40 żeńskie (2×20 pinów) 2,54 mm
 PWR: złącze śrubowe DG381-3,5-2
 V50: złącze SIP2 (1×2 piny) 2,54 mm



Rysunek 2. Schemat modułu

Budowa i działanie

Schemat modułu został pokazany na **rysunku 2**. Układ zasilany jest zewnętrznym napięciem 5 V doprowadzonym do złącza PWR. Zwora V50 umożliwia zasilanie Raspberry Pi napięciem zasilającym moduł. W przypadku współpracy z serwo mechanizmami należy zapewnić odpowiednią jakość i wydajność źródła zasilania, aby Raspberry Pi pracowało niezawodnie. Napięcie 5 V doprowadzone jest do złącza VS oraz SA...SD, gdzie służy do zasilania podłączonych elementów wykonawczych.

Układ U1 jest odpowiedzialny za generowanie sygnałów PWM, które doprowadzone są do dwóch grup złączy: PWM typu SIP2,54 (sygnały PWM0...7) umożliwiających podłączenie

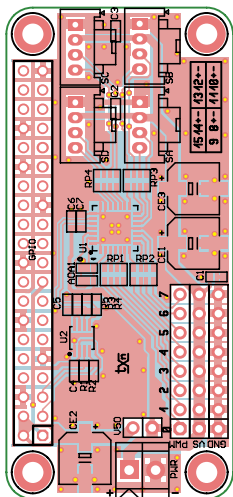
standardowych serwo mechanizmów z przewodem 3-żyłowym oraz do złączy SA...SD (sygnały PWM8...15) w standardzie Grove. Do złączy Grove doprowadzone są po dwa sygnały PWM, standardowy serwo mechanizm w wersji mini wykorzystuje tylko jeden sygnał, aby wykorzystać oba wyprowadzone PWM, należy użyć kabla rozdzielającego.

Każdy z sygnałów PWM0...15 ma rezystor szeregowy 220 Ω, co nie zakłóca sterowania serwo mechanizmem, a upraszcza bezpośrednie sterowanie LED i stanowi także podstawowe zabezpieczenie wyjść PCA9685. Układ U2 typu PCA9306 jest konwerterem poziomów logicznych pomiędzy PCA9685 zasilanym z 5 V, a magistralą I²C Raspberry Pi pracującą w standardzie 3,3 V. Układ uzupełniają

zwory A0, A1 umożliwiające ustawienie czterech adresów bazowych modułu, co umożliwia generowanie do 64 kanałów PWM.

Montaż i uruchomienie

Moduł został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach zgodnych z Raspberry Pi Zero, ale oczywiście może być stosowany także w pozostałych wersjach. Schemat płytki wraz z rozmieszczeniem elementów został pokazany na **rysunku 3**. Montaż jest typowy, należy tylko zwrócić uwagę na przyłutowanie padu termicznego układu U1, który zapewnia prawidłowe odprowadzanie ciepła. Na koniec należy ustawić adres układu na magistrali I²C za pomocą zworek A1, A0.



Rysunek 3. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

Sterowanie wyjściami Ln odbywa się poprzez odpowiednią konfigurację generatorów PWM układu PCA9685. W sieci można znaleźć wiele bibliotek ułatwiających sterowanie układem, ale do sprawdzenia działania wystarczy odpowiednia konfiguracja rejestrów układu. Strukturę rejestrów konfiguracyjnych układu zestawiono w tabeli 1. W zależności od potrzeb możliwa jest komunikacja z poszczególnymi rejestrami poprzez adresowanie indywidualne, zgodnie z rysunkiem 4 lub adresowanie grupowe, co zostało pokazane na rysunku 5. Odczyt odbywa się podobnie. Dokładniejsze informacje i dodatkowe tryby adresowania zamieszczone są w nocie katalogowej. Podstawowe rejestry konfiguracyjne dla zastosowanego w module trybu pracy zostały umieszczone w tabeli 2.

Po włączeniu zasilania i uruchomieniu systemu obecność układu na magistrali sprawdzamy poleceniem:

```
i2cdetect -y 1
```

Powinien zostać wskazany adres PCA9685 z zakresu 0x50...0x53 odpowiadający ustawieniu zwór A1, A0. Dla sprawdzenia działania modułu do złącza PWM0 oraz VS podłączamy diodę LED. Poleceniem:

```
i2cset -y 1 0x50 0x00 0x90
```

ustawiamy tryb *sleep*. Teraz możemy skonfigurować prescaler na 1562 Hz poleceniem:

```
i2cset -y 1 0x50 0xFE 0x03
```

Następnie wracamy do normalnego trybu pracy układu, wpisując:

```
i2cset -y 1 0x50 0x00 0x00
```

Ustawiamy wyjścia zanegowane (bezsrednie sterowanie LED) oraz konfigurację wyjścia typu otwarty dren:

```
i2cset -y 1 0x50 0x01 0x10
```

Inicjujemy rejestry cykli PWM:

```
i2cset -y 1 0x50 0x06 0x00
```

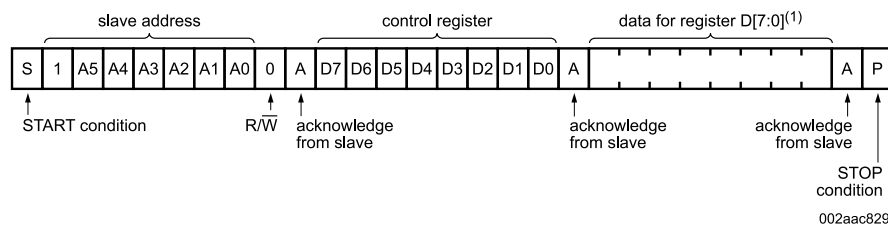
```
i2cset -y 1 0x50 0x07 0x00
```

```
i2cset -y 1 0x50 0x08 0x00
```

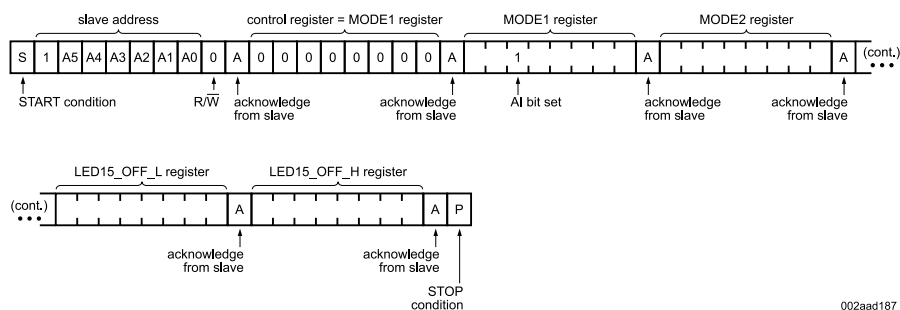
```
i2cset -y 1 0x50 0x09 0x00
```

Sprawdzamy załączenie LED0, bez generatora PWM:

Tabela 1. Rejestry konfiguracyjne układu PCA9685		
Adres	Nazwa	Funkcja
0x00	MODE1	Rejestr konfiguracji układu
0x01	MODE2	Rejestr konfiguracji buforów
0x02	SUBADR1	Konfiguracja podadresu globalnego grupa 1
0x03	SUBADR2	Konfiguracja podadresu globalnego grupa 2
0x04	SUBADR3	Konfiguracja podadresu globalnego grupa 3
0x05	ALLCALLADR	Konfiguracja adresu globalnego ALL CALL LED
0x06	LED0_ON_L	Rejestr PWM LED0 bajt 0
0x07	LED0_ON_H	Rejestr PWM LED0 bajt 1
0x08	LED0_OFF_L	Rejestr PWM LED0 bajt 2
0x09	LED0_OFF_H	Rejestr PWM LED0 bajt 3
...		Rejestry PWM LED1...14 bajt 0...3
0x42	LED15_ON_L	Rejestr PWM LED15 bajt 0
0x43	LED15_ON_H	Rejestr PWM LED15 bajt 1
0x44	LED15_OFF_L	Rejestr PWM LED15 bajt 2
0x45	LED15_OFF_H	Rejestr PWM LED15 bajt 3
...		Zarezerwowane
0xFA	ALL_LED_ON_L	Zapis globalny LEDn_ON bajt 0
0xFB	ALL_LED_ON_H	Zapis globalny LEDn_ON bajt 1
0xFC	ALL_LED_OFF_L	Zapis globalny LEDn_OFF bajt 0
0xFD	ALL_LED_OFF_H	Zapis globalny LEDn_OFF bajt 1
0xFE	PRE_SCALE	Prescaler PWM
0xFF	TEST	Rejestr testu



Rysunek 4. Adresowanie indywidualne rejestrów



Rysunek 5. Adresowanie grupowe rejestrów

```
i2cset -y 1 0x50 0x07 0x10
```

```
i2cset -y 1 0x50 0x07 0x00
```

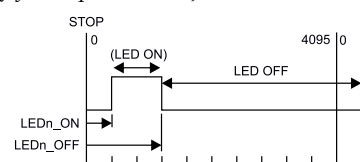
Sprawdzamy wyłączenie LED0, bez generatora PWM:

```
i2cset -y 1 0x50 0x09 0x10
```

```
i2cset -y 1 0x50 0x09 0x00
```

Sterowanie sygnałem PWM odbywa się przez dwa 12-bitowe rejestry. Pierwszy – LEDn_ON określa czas załączenia, drugi – LEDn_OFF czas wyłączenia wyjścia Ln. Długości cyklu ustawione w rejestrach są porównywane z 12-bitowym licznikiem,

co umożliwia elastyczne sterowanie wyjściem (rysunek 6). Wygenerowanie sygnału PWM z wypełnieniem 50%, bez początkowego przesunięcia cyklu wymaga następujących zapisów do rejestrów:



Rysunek 6. Zasada sterowania wyjściem Ln

Tabela 2. Rejestry konfiguracyjne układu dla zastosowanego w module trybu pracy

Adres	Nazwa rejestru	Funkcja Bitu
0x00	MODE1	B7, 0/1 – restart układu: wyłączony/załączony B6, 0/1 – wybór oscylatora: wbudowany/zewnętrzny B5, 0/1 – autoinkrementacja rejestrów: wyłączona/załączona B4, 0/1 – praca/uśpienie B3, 2, 1, 0/1 – wyłączenie podadresu globalnego 1, 2, 3 B0 0/1 – wyłączenie adresacji globalnej
0x01	MODE2	B4, 0/1 – wyjście: proste/zanegowane B3, 0/1 – zmiana stanu wyjść po: I ² C STOP/ACK B2, 0/1 – wyjścia: open-drain/totem-pole B1, 0 – 00 LEDn=0, 10 LEDn=1 (totem-pole, HiZ open-drain), 10,11 – HiZ
0x06...0x09 – 0x42...0x45	LEDn_ON_L LEDn_ON_H LEDn_OFF_L LEDn_OFF_H	LEDn_ON_L – cykl aktywny ON, 8LSB LEDn_ON_H – cykl aktywny ON, 7...5 – nieużywane, 4 – LED załączona, 3...0 – 4MSB LEDn_OFF_L – cykl nieaktywny OFF, 8LSB LEDn_ON_H – cykl nieaktywny OFF, 7...5 – nieużywane, 4 – LED wyłączona, 3...0 – 4MSB (Maksymalny cykl ON + OFF = 4096)
0xFE	PRE-SCALE	Wartość jest wyznaczana ze wzoru: $\text{prescale value} = \text{round}\left(\frac{\text{osc clock}}{4096 \cdot \text{update_rate}}\right) - 1$ Częstotliwość wbudowanego oscylatora = 25 MHz, 0x03 = 1526 Hz ... 0xFF = 24 Hz Zmiana częstotliwości preskalera jest możliwa tylko w trybie uśpienia układu – MODE1 B4 = 1

cykl załączenia ON: 2048,
cykl wyłączenia OFF: 2047 (2048 – 1).

Po rozbiciu na wartości 8-bitowe wpisujemy do rejestrów odpowiednio:

LED0_ON_H = 0x00,
LED0_ON_L = 0x00,
LED0_OFF_H = 0x07,
LED0_OFF_L = 0xFF.

Realizujemy to poleceniami:

```
i2cset -y 1 0x50 0x06 0x00
i2cset -y 1 0x50 0x07 0x00
i2cset -y 1 0x50 0x08 0xFF
i2cset -y 1 0x50 0x09 0x07
```

Dobierając odpowiednio ustawienia preskalera i generatorów PWM, tak aby okres przebiegu wynosił 20 ms, a czas załączenia

wyjścia zależnie od kąta obrotu 1...2 ms oraz ustawiając wyjścia jako *totem pole* otrzymujemy możliwość precyzyjnego sterowania do 16 serwomechanizmów.

Adam Tatuś, EP

REKLAMA



Jeśli posiadasz pismo naszego wydawnictwa, już teraz możesz bezpłatnie pobrać do niego multimedialne dodatki (pliki MP3, filmy, itp.).

ZALOGUJ SIĘ



Jak odblokować i pobrać multimedialne dodatki?



Kupiłeś magazyn Digital Camera Polska, Elektronika Praktyczna, Estrada i Studio, Gitarzysta lub Perkusista w Ulubionym Kiosku lub masz prenumeratę któregoś tytułu? Multimedialne dodatki będą odblokowane automatycznie!



Zakupiłeś to czasopismo u zewnętrznego dystrybutora? Odblokuj bibliotekę multimedialną samodzielnie – szczegóły znajdziesz w magazynie.



Zarejestruj się lub zaloguj



W panelu klienta przejdź do zakładki Biblioteka Mediów



Pobierz multimedia lub odblokuj ich dostęp

Wszystkie materiały dodatkowe do wydania znajdziesz w jednym miejscu ▶ ulubionykiosk.pl/media