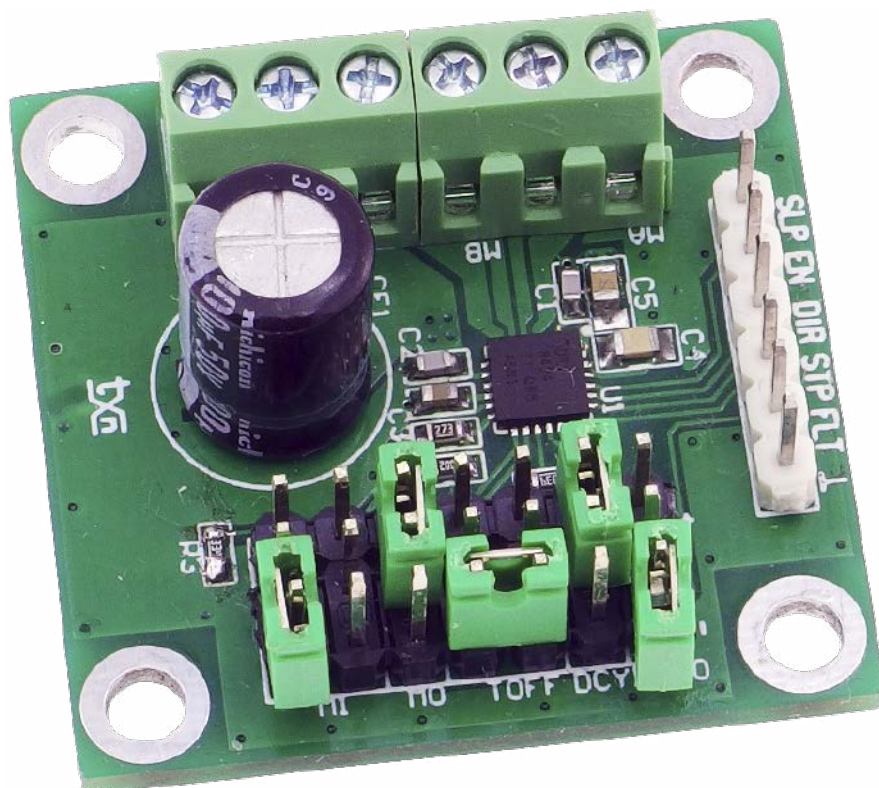
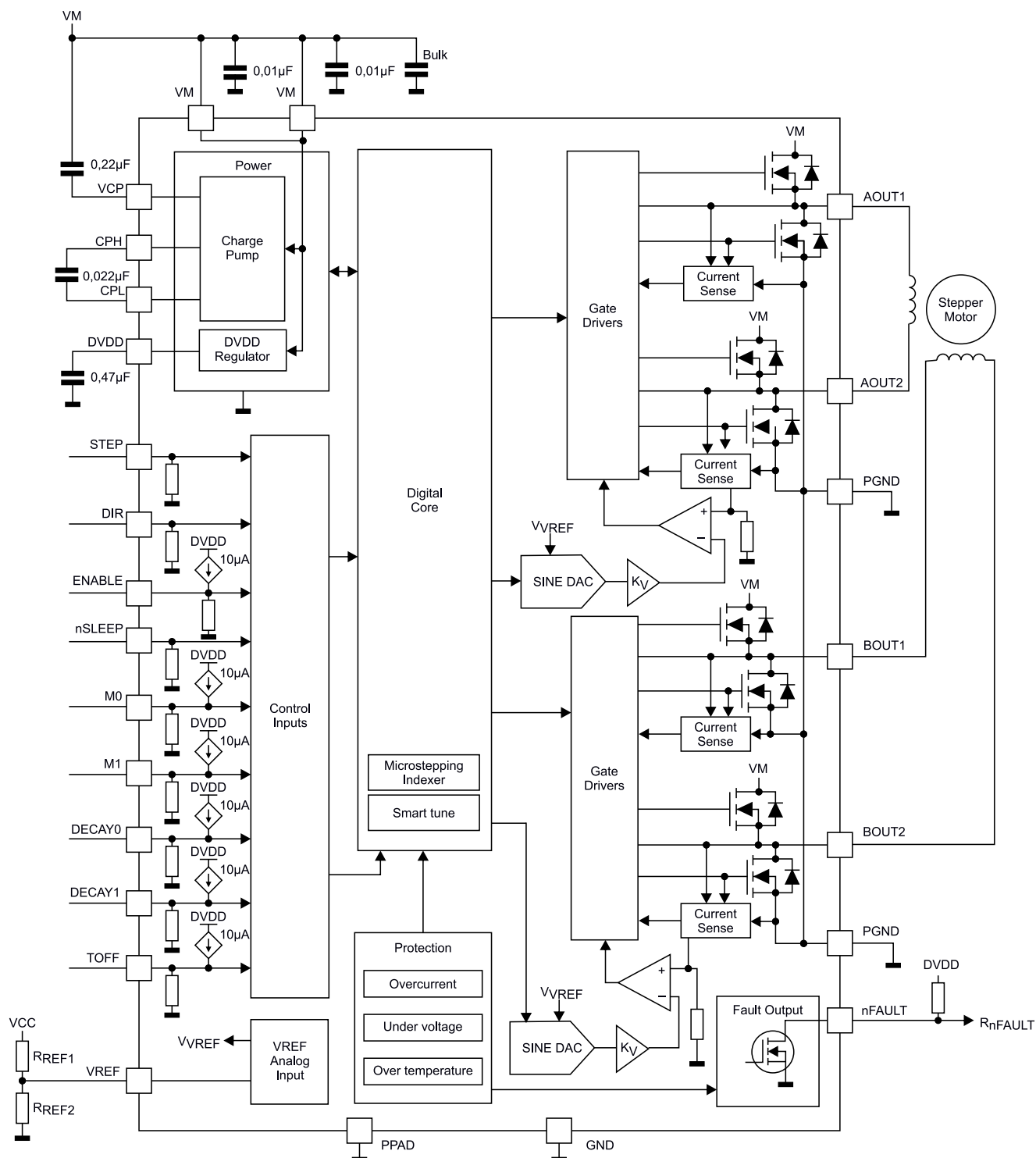


Mikrokrokowy sterownik silnika

Silniki krokowe są jednymi z powszechniej stosowanych elementów elektromechanicznych. Ich prosta konstrukcja i osiągane parametry niestety okupione są dość skomplikowanym układem sterowania, szczególnie gdy wymagana jest praca z dokładnym pozycjonowaniem położenia wirnika tzw. mikrokrokiem.

W ofertach producentów dostępnych jest wiele kompleksowych rozwiązań driverów silników krokowych. Jednym z najnowszych opracowań jest układ TI o oznaczeniu DRV8424, którego strukturę wewnętrzną pokazano na **rysunku 1**. Zawiera on kompletny sterownik silnika krokowego z obsługą mikrokroku, aż do 1/256 oraz stopień mocy z dwoma mostkami H na tranzystorach MOSFET. Charakteryzuje się niewielkim napięciem nasycenia i jest zdolny do dostarczenia ciągłego prądu 2,5 A na każdy mostek (w szczycie 4 A), przy napięciu zasilania w zakresie 4,5...33 V.





Rysunek 1. Schemat wewnętrzny DRV8424

Układ uzupełniono o sygnalizację stanów awaryjnych, takich jak przegrzanie, przeciążenie, zwarcie i blokadę podnapięciową, sygnalizowane na wyjściu nFAULT. Wbudowane układy pomiaru prądu uzwojeń eliminują konieczność stosowania niskoomowych rezystorów pomiarowych. Prosta i typowa aplikacja wykorzystująca sygnały STEP/DIR ułatwia zastosowanie modułu w układach elektromechanicznych, a w szczególności w robotyce amatorskiej, także podczas modernizacji, gdzie sterowanie mikro krokiem może podnieść dokładność pozycjonowania.

Budowa i działanie

Schemat modułu został pokazany na **rysunku 2**. Aplikacja układu DRV8424 jest bardzo prosta, moduł zasilany jest poprzez złącze PWR napięciem VM z zakresu 4,5...33 V, dobranym w zależności od zastosowanego silnika. Zasilanie odsprzęgnięte jest przez kondensatory CE1, C1 i C2. Należy pamiętać o odpowiedniej zewnętrznej pojemności filtrującej, zdolnej odebrać prądy hamowania z uzwojeń w docelowej aplikacji.

Z napięcia VM, poprzez wewnętrzną przetwornicę, generowane jest napięcie VCP potrzebne do zasilania drivera tranzystorów

MOSFET mostka H oraz napięcie pomocnicze DVDD. Kondensatory C4 i C5 są kondensatorami pompy ładunkowej VCP.

Uzwojenia silnika podłączone są do wyjść mostków U1 poprzez złącza MA i MB. Dzielnik R1, R2 określa napięcie odniesienia VREF dla układu regulacji prądu uzwojeń. Maksymalne dopuszczalne napięcie VREF wynosi 3,3 V. Prąd uzwojeń określony jest wzorem:

$$I_{fs} = V_{ref} / 1,32 \text{ [A]}$$

Podczas doboru dzielnika należy uwzględnić prąd wyprowadzenia Vref wynoszący ok. 8,25 µA. W modelu R1=27 kΩ, R2=10 kΩ, co ustala prąd uzwojeń na ok. 675 mA.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT----

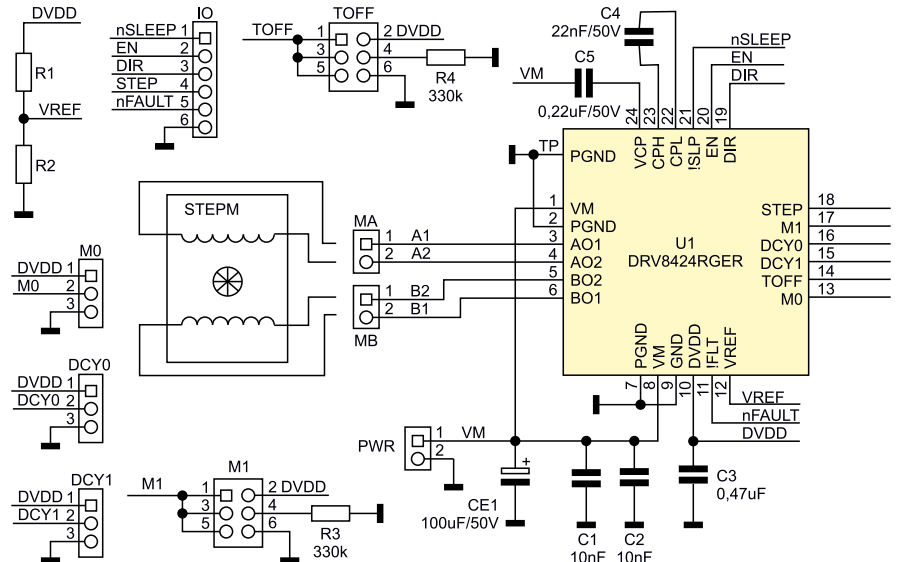
Podstawowe parametry:

- sterowanie standardowymi sygnałami STEP i DIR,
- obsługa mikrokoła aż do 1/256,
- dostarcza ciągłego prądu 2,5 A na każdej fazę (w szczycie 4 A),
- napięcie zasilania w zakresie 4,5...33 V.

Wykaz elementów:

- C1, C2: 10 nF SMD0603
- C3: 0,47 µF SMD0603
- C4: 22 nF SMD0805
- C5: 0,22 µF/50 V SMD0805 ceramiczny
- CE1: 100 µF/50 V kondensator Low ESR 10 mm
- U1: DRV8424RGER (VQFN24)
- DCY0, DCY1, M0, M1, TOFF: złącze SIP3 2,54 mm + zwory
- IO CONN: złącze SIP6 2,54 mm
- MA MB, PWR CONN: złącze DG381-3.5-2

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętności lutownicza!
 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 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 <http://sklep.avt.pl> osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu DRV8824

Tabela 1. Konfiguracja trybu sterowania mostka

DCY0	DCY1	Zwora DCY0	Zwora DCY1	INCREASING STEPS	DECREASING STEPS
0	0	2-3	2-3	Smart tune Dynamic Decay	Smart tune Dynamic Decay
0	1	2-3	1-2	Smart tune Ripple Control	Smart tune Ripple Control
1	0	1-2	2-3	Mixed decay: 30% fast	Mixed decay: 30% fast
1	1	1-2	1-2	Slow decay	Mixed decay: 30% fast
Hi-Z	0	NC	2-3	Mixed decay: 60% fast	Mixed decay: 60% fast
Hi-Z	1	NC	1-2	Slow decay	Slow decay

Podczas doboru prądu należy pamiętać, że maksymalny osiągnięty rzeczywisty prąd może zostać ograniczony dopuszczalną mocą strat i temperaturą struktury DRV8424.

Na złącze IO wyprowadzone są sygnały sterujące pracą układu U1:

- nSLEEP – stan niski wprowadza układ w tryb uśpienia i kasuje błędy;
- EN – stan wysoki aktywuje wyjścia układu;
- DIR – określa kierunek obrotów silnika;
- STEP – wejście impulsów kroków aktywne zboczem narastającym. Maksymalna częstotliwość taktowania to 500 kHz. Maksymalna wartość rzeczywista częstotliwości określona jest parametrami silnika i obciążenia;
- nFAULT – wyjście typu OD sygnalizuje błąd układu.

Układ sterowania układu DRV8424 konfigurowany jest zworami:

- DCY0/1 – określającymi tryb sterowania mostkiem H wpływającym na szybkość zaniku prądu uzwojeń w trybie Smart/Fast/Slow/Mixed lub w trybie kontroli tętnień, zgodnie z **tabelą 1**. Odpowiednie sterowanie tranzystorami mostka H umożliwia zanik prądu uzwojeń w trybie przeciwprądu (Fast – reverse), recyrkulacji (Slow – brake) lub mieszanym (30/60% Fast);
- M0/M1 – określającymi tryb pracy indeksera, zgodnie z **tabelą 2**;
- TOFF – określającą tryb kontroli tętnień prądu uzwojeń, zgodnie z **tabelą 3**.

Tabela 2. Konfiguracja indeksera

M0	M1	Zwora M0	Zwora M1	Tryb mikrokoła
0	0	2-3	5-6	1/1 100% lfs
0	330 kΩ GND	2-3	3-4	1/1 71% lfs
1	0	1-2	5-6	1/2 Non-circular (high torque at high RPM)
HiZ	0	NC	5-6	1/2
0	1	2-3	1-2	1/4
1	1	1-2	1-2	1/8
HiZ	1	NC	1-2	1/16
0	HiZ	2-3	NC	1/32
HiZ	330 kΩ GND	NC	3-4	1/64
HiZ	HiZ	NC	NC	1/128
1	HiZ	1-2	NC	1/256

Tabela 3. Konfiguracja układu kontroli tętnień

TOFF	Zwora TOFF	Current Ripple at a specific microstep
0	5-6	19 mA + 1% of ITRIP
1	1-2	19 mA + 2% of ITRIP
Hi-Z	NC	19 mA + 4% of ITRIP
330 kΩ GND	3-4	19 mA + 6% of ITRIP

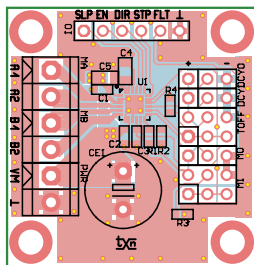
Układ DRV8424 akceptuje zmiany nastaw indeksera i trybu pracy w locie, co ułatwia elastyczne sterowanie silnikiem.

Montaż i uruchomienie

Minimoduł zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej, której schemat wraz

z rozmieszczeniem elementów został pokazany na **rysunku 3**. Sposób montażu jest klasyczny i nie wymaga opisu, należy tylko pamiętać, aby poprawnie przylutować pad termiczny.

Sprawdzenie układu po doborze dzielnika R1, R2 odpowiadającego



Rysunek 3. Schemat płytki PCB z rozmieszczeniem elementów

znamionowemu prądowi uzwojeń silnika i zapewnieniu odpowiednio wydajnego zasilania sprowadza się do ustawienia zwór DCY0/1, M0/M1, TOFF określających tryb pracy indeksera i układu sterowania mostkiem H. Po doprowadzeniu do złącza IO sygnału STEP z regulowanego generatora sygnału prostokątnego (3,3...5 V), określeniu kierunku obrotów DIR, aktywacji układu poprzez ustalenie stanu wysokiego EN i nSLEEP silnik powinien zacząć się

obracać, o ile częstotliwość sygnału STEP i ustawianie indeksera nie przekraczają maksymalnej prędkości obrotowej silnika.

Pomimo prostego sterowania układem sterownika polecam zapoznanie się z kartą katalogową DRV8424 oraz notami aplikacyjnymi, gdzie w najdrobniejszych szczegółach opisane są tryby sterowania, które w artykule z oczywistych przyczyn opisane są w sposób skrócony.

Adam Tatuś, EP