

Regulator obrotów silnika

Do czego to służy?

Opisywany układ jest dodatkowym modułem dołączanym do zdalnie sterowanego modelu RC. Pozwala on na regulację prędkości obrotów silnika oraz na zmianę ich kierunku. Dodatkowo zawiera wskaźnik napięcia akumulatora w zakresie 3,9V–5V. Kiedy napięcie spadnie poniżej dolnej granicy, układ automatycznie przechodzi w tryb oszczędności energii, w celu przedłużenia żywotności baterii.

Jak to działa?

Na rysunku 1 zaprezentowany został schemat ideowy. Głównymi elementami są procesor ATtiny 2313 oraz dobrze znany LM3914. Wskaźnik napięcia oparty jest o ww. LM3914, który pracuje w standardowej aplikacji. Pin 9 (mode) zwarty jest do plusa zasilania, przez co wynik wyświetlany jest w postaci słupka świetlnego. Wyjście L1 dołączone jest nie tyl-

ko do LED-a, ale również do transoptora Q1. Kiedy napięcie zasilania spadnie poniżej 3,9V, tranzystor wewnętrzny Q1 przestanie przewodzić, dlatego wejście D5 (U2) zostanie odłączone od masy – co będzie sygnałem, aby procesor przeszedł w tryb uśpienia.

Procesor cały czas bada, czy wejście D5 jest dołączone do masy. Gdy napięcie spadnie poniżej dolnego progu, zostaną wykonane operacje widoczne na listingu 1.

```
Disable Timer0
Pwmla = 0
Disable Timer1
Portb. 7 = 1
Wait 1
Portb. 7 = 0
Portb. 3 = 0
Powerdown
```

Na początku zostaje wyłączony timer0 po to, aby nie generował przerwań. Następnie wartość pwmla ustalana jest na 0, a timer1 zostaje wyłączony. Kolejno zostaje wyłączony przekaźnik, a na B3 podana masa. Na końcu procesor przechodzi w tryb *power-down*. Niepotrzebne może się wydawać wyłączenie timer1 oraz późniejsze ustawienie 0 na B3, ale podczas wykonywane prób układu pozba-

wionego tych komend działały się różne dziwne rzeczy, np. gdy napięcie spadło poniżej 3,9V silnik kręcił się z maksymalną prędkością.

Rezystory R1 i R2 tworzą dzielnik napięcia, który dokonuje podziału przez 4, więc gdy dołączyliśmy 4 akumulatory po 1,2V, na jego wyjściu otrzymujemy 1,2V lub trochę więcej, ponieważ występują małe rozbieżności między danymi podanymi na etykiecie akumulatorów a ich rzeczywistymi parametrami.

Na pinie 7 U1 utrzymuje się ciągle napięcie 1,28V i ustala ono górny próg zakresu napięcia – wyjście REFO dołączone jest do wejścia RHI.

Dolny próg ustalony jest przez dzielnik z rezystorów R3 i R4. Według wzoru napięcie na wyjściu wynosi:

$$U_{wy} = (1,28 * 3,9) / (3,9 + 1,5)$$

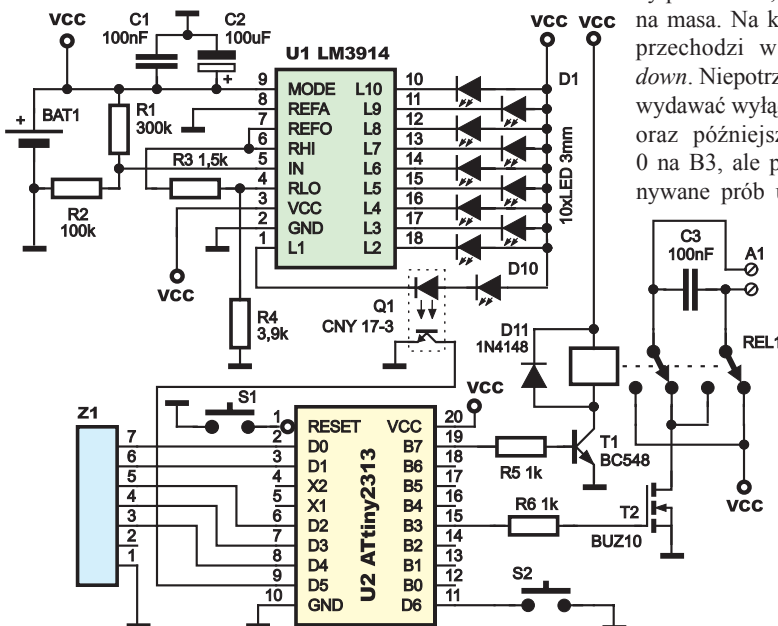
$$U_{wy} = 4,492 / 5,4$$

$$U_{wy} = 0,92V \text{ na akumulatorach}$$

W sumie na paczkę dolny zakres wynosi ok. 3,7 – w rzeczywistości ok. 3,9.

Za pozostałe czynności odpowiedzialny jest procesor. Regulacja prędkości oparta jest na generatorze PWM, natomiast zmianę kierunku obrotów uzyskujemy dzięki zastosowaniu przekaźnika. Wykorzystane elementy wykonawcze (BUZ 10 i przekaźnik) pozwalają na dołączenie silników pobierających duży prąd.

Rys. 1 Schemat ideowy



Wykaz elementów

D11	.....	1N4148
R1	.....	300kΩ
R2	.....	100kΩ
R3	.....	1,5kΩ
R4	.....	3,9kΩ
R5, R6	.....	1kΩ
C1, C3	.....	100nF
C2	.....	100μF
D1-D10	.....	LED 3mm
T1	.....	BC548
T2	.....	BUZ10
U1	.....	LM3914
U2	.....	ATtiny2313
Q1	.....	CNY17-3
S1, S2	.....	μswitch
Rel1	.....	przekaźnik 5V,
		2-obwodowy, przelączny

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2839.

Podczas testów układu pojawił się pewien problem: kiedy silnik jest zatrzymany, nie można wprowadzić go w powolne obroty (próby z wieloma silnikami wykazały, że każdy z nich zaczyna pracować przy różnych ustawieniach PWM). Dlatego okazało się niezbędne dodanie podprogramu nauki – mikroprocesor zapisuje do pamięci EEPROM minimalną wartość PWM1a, dla której silnik zaczyna pracę.

Układ zostaje wprowadzony do trybu kalibracji podczas naciśnięcia przycisku S2, a następnie dołączenia zasilania. Podprogram (listing 2) nauki wygląda następująco:

Uczszie:

```
Disable Timer0
Pwm1a = 0
Waitms 300
Do
If Pind. 0 = 0 Then
Incr Pwm1a
Waitms 10
End If
If Pind. 6 = 0 Then
Temp = Pwm1a
Writeeprom Temp, 1
Exit Do
End If
Loop
Return
```

Na samym początku wartość pwm1a, jest równa 0. Gdy naciśniemy przycisk dołączony do wejścia D0, wartość ta będzie rosła. Przytrzymanie przycisku powoduje ciągłe zwiększanie wartości współczynnika pwm.

Naciśnięcie przycisku dołączonego do D6 sprawi, że zmienna temp zawierająca wartość

współczynnika wypełnienia zostanie zapisana w nieulotnej pamięci EEPROM.

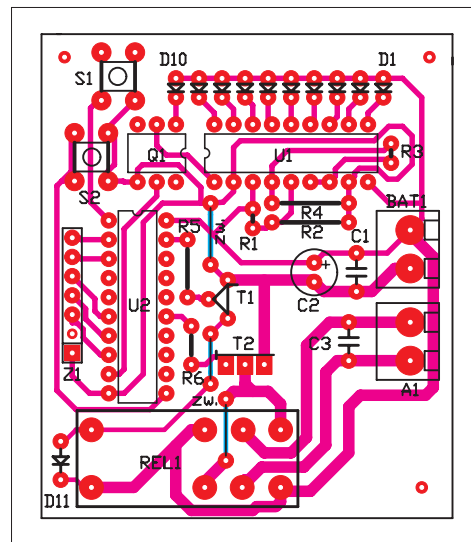
Następnie program przechodzi do pętli głównej.

Regulacja prędkości polega na zmianie współczynnika wypełnienia fali prostokątnej podanej na tranzystor T2.

Montaż i uruchomienie

Wszystkie elementy montujemy na płytce drukowanej pokazanej na rysunku 2. Montaż zaczynamy od zwór i rezystorów, kończąc na tranzystorach i układach scalonych. Do złącza BAT dołączamy paczkę akumulatorów, nato-

Rys. 2 Schemat montażowy



miast do A1 silnik. Styki złącza Z1 dołączamy do modułu zdalnego sterowania znajdującego się w pojeździe RC.

Funkcje, za które odpowiedzialne są poszczególne wyprowadzenia Z1 (urządzenie reaguje na zwarcie pinów do masy):

- 1 – masa,
- 2 – n. c.,
- 3 – zmiana kierunku obrotów (działa na zasadzie przerzutnika T),
- 4 – stop,
- 5 – maksymalna prędkość,
- 6 – zmniejsz prędkość (V-),
- 7 – zwiększ prędkość (V+).

Konfigurację zaczynamy od dołączenia układu do źródła napięcia, jednocześnie trzymając przycisk S2. Po dołączeniu zasilania zwalnimy go. Następnie naciskamy *zwiększ prędkość* (Pin 7 Z1), dopóki oś silnika nie będzie się kręcić. Gdy to nastąpi, ponownie naciskamy S2. Układ jest gotowy do pracy. Oś silnika zacznie się poruszać z prędkością ustaloną podczas konfiguracji, gdy naciśniemy V+ (kiedy silnik nie pracuje) bądź ww. oś kręci się z prędkością mniejszą od tej, która została ustawiona podczas kalibracji układu. W innych przypadkach jego naciśnięcie spowoduje wzrost prędkości o jeden stopień.

Kiedy napięcie spadnie poniżej 3,9V, mikroprocesor przechodzi w tryb *power-down*. Aby wyprowadzić go z tego stanu, należy nacisnąć przycisk S1 na płytce drukowanej.

Radosław Krawczyk