

Elektroniczne pokrętko, czyli dekodery enkodera impulsowego



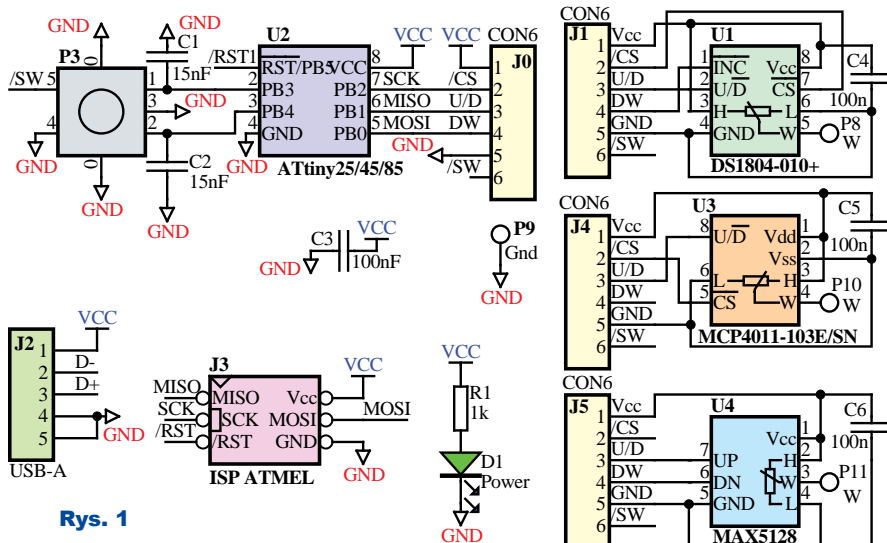
Do czego to służy?

W ostatnim czasie enkodery impulsowe wraz z potencjometrami elektronicznymi wyparły klasyczne potencjometry. Istotną zaletą takiego rozwiązania jest ich długa żywotność i brak trzasków podczas regulacji. Pewien problem stanowi sterowanie potencjometru elektronicznego enkoderm – pokrętkiem. Bezpośrednie podłączenie jest w zasadzie niemożliwe. Zauważyła to firma ELM Electronics, udostępniając układ ELM402. Niestety jest on mało popularny w naszym kraju, a przez to drogi. Przedstawione w projekcie rozwiązanie oparte na popularnym i tanim mikrokontrolerze, oferuje większe możliwości i to za niewielką część ceny pierwowzoru.

Aby w pełni wykorzystać możliwości układu, zaprojektowano uniwersalną płytkę, w której można umieścić różne typy potencjometrów cyfrowych. W docelowym rozwiązaniu można użyć mikrokontrolera w obudowie SMD.

Jak to działa?

Budowa układu, którego schemat pokazany jest na rysunku 1, jest banalnie prosta. Zasilanie zapewnia port USB. P3 to enkoder – elektroniczne pokrętko. Kondensatory C1 i C2 wraz z wewnętrznymi rezystorami podciągającymi tworzą filtr RC eliminujący zakłócenia, spowodowane drżeniem styków. W przerwanii wywołanym przez jedno z wyprowadzeń enkodera sprawdzany jest stan drugiego wyprowadzenia. Zależnie od tego, w jakim stanie logicznym jest linia B enkodera w chwili



Rys. 1

opadającego zbocza linii A, można sprawdzić kierunek obrotu osi enkodera. Z rysunku 2 łatwo wnioskować, że nie jest ważne, czy analizujemy zbocze narastające, czy opadające i którego wejścia – zawsze na podanej zasadzie można określić kierunek obracania osi enkodera.

Mikrokontroler bada stan wyjść pokrętkła – enkodera i wytwarza impulsy sterujące dla współpracującego potencjometru. Dostępne są różne scalone potencjometry elektroniczne różnych producentów, wy-



Rys. 2



Rys. 3

Tryb pracy	Sposób sterowania			Sygnał UP /#DOWN	Uwagi
	UP	DOWN	CS / STB		
MAX5128	dodatni 2us	dodatni 2us			Pracuje podobnie jak ELM402 (impulsy 2us a nie 3ms), dodatkowo generuje sekwencję zapisu pozycji potencjometru w jego pamięci EEPROM
MCP4011			+	+	EEPROM w CPU
DS1804			ujemny 4us	+	Niezweryfikowane z rzeczywistym układem
U/#D & #STB			ujemny 4us	+	Jak MCP4011, 256 kroków, EEPROM w CPU
U/#D & STB			dodatni 4us		Jak wyżej
UP & DOWN	dodatni 2us	dodatni 2us			Jak tryb „MAX5128”, 256 kroków, EEPROM w CPU
#UP & #DOWN	ujemny 2us	ujemny 2us			256 kroków, EEPROM w CPU
ELM402	dodatni 3ms	dodatni 3ms			Funkcjonalna emulacja układu ELM402 jak „MAX5128”, impulsy 3ms, bez zapisu do EEPROM
ELM402#	ujemny 3ms	ujemny 3ms			Jak wyżej, ujemne impulsy UP/DOWN

Tabela 1

magające odmiennych impulsów sterujących. Niektóre



Rys. 4

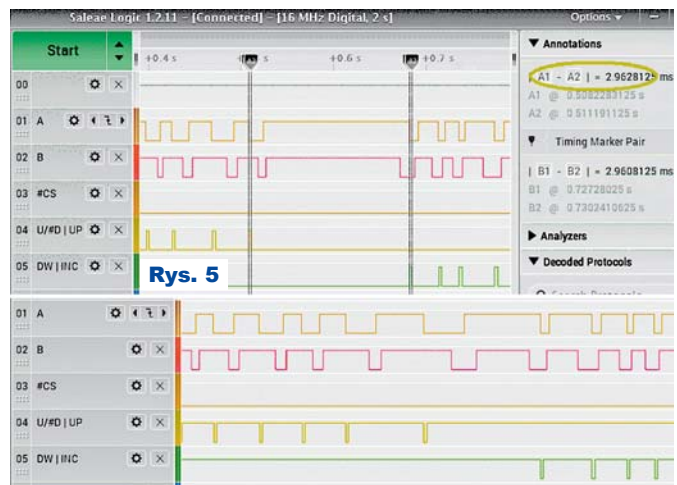
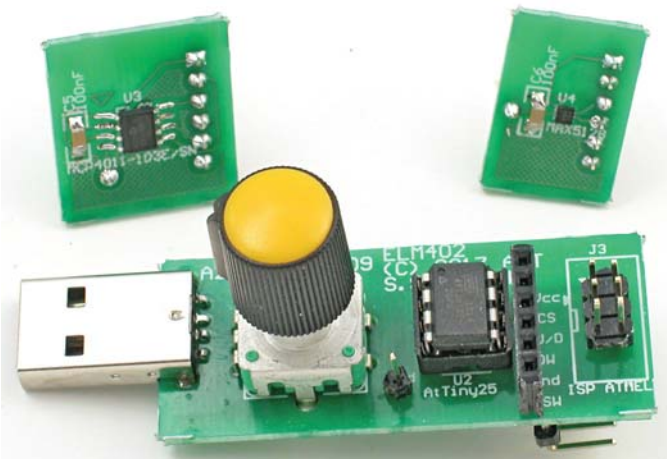
mają wbudowaną pamięć EEPROM, gdzie można trwale zapisać „stan suwaka” potencjometru, czyli wartość nastawianej rezystancji lub współczynnik podziału dzielnika potencjometru. Inne scalone potencjometry nie mają pamięci i po wyłączeniu zasilania suwak zostaje ustawiony w położeniu „spoczynkowym”.

W omawianym układzie zmiana pozycji pokrętki enkodera P3 powoduje wygenerowanie odpowiedniego impulsu (zestawu impulsów) zmieniającego stan dołączonego scalonego elektronicznego potencjometru. W tym celu przewidziano trzy „wyjścia impulsowe” oznaczone /CS (Chip Select), U/D (Up/Down) oraz DW. Zależnie od typu współpracującego układu potencjometru wytwarzana jest potrzebna sekwencja, zwykle na dwóch liniach. Rysunek 3 pokazuje przykładowe przebiegi zmieniające stan potencjometru MAX5128.

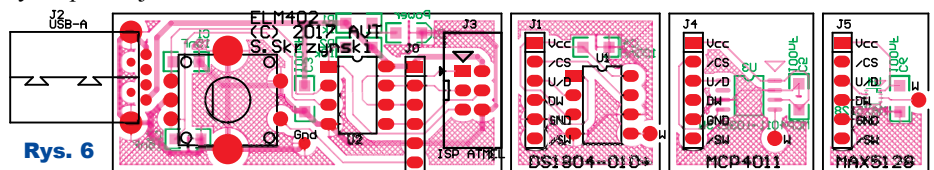
Po wykryciu ruchu pokrętki uruchomiony jest także timer odliczający czas: 10 sekund. Jeśli w tym czasie nie będzie zmiany położenia enkodera, wtedy pozycja „ślizgacza” zostanie zapamiętania w wewnętrznej pamięci potencjometru – rysunek 4 pokazuje sekwencję zapisu stanu kostki MAX5128.

Jeśli dołączony potencjometr nie ma pamięci EEPROM, informacja o pozycji jego suwaka zostanie zapisana w pamięci mikrokontrolera i odtworzona po jego zresetowaniu (ostatnie ustawienie potencjometru z pamięcią EEPROM jest odtwarzane przez niego po włączeniu zasilania). Ponieważ po resecie mikrokontrolera nie jest znane położenie „ośki” potencjometru (potencjometry po włączeniu zasilania przyjmują 1/2 wartości rezystancji lub pozycję zero), program najpierw generuje 256 impulsów DOWN, po czym tyle impulsów UP, ile było zapamiętane w EEPROM. Dla niektórych potencjometrów liczba impulsów DOWN może być mniejsza (128, 100 lub 64). Aktualne oprogramowanie obsługuje tryby pracy (potencjometry) opisane w tabeli 1.

Działanie w dwóch ostatnich wymienionych w tabeli trybach emulacji



Rys. 5



Rys. 6

EML402 pokazane są na rysunku 5. W górnej części rysunku kursorami zaznaczono impulsy, które mają czas trwania 3ms (2,963ms).

Timer odliczający timeout 10 sekund jest obsługiwany w przerwanach. Pomędzy przerwaniami mikrokontroler jest wprowadzany w tryb obniżonego poboru mocy. Tu widać zaletę obsługi enkodera w przerwanach INT. Dzięki niemu mikrokontroler jest wybudzany z przerwania i program główny nie ma problemu z obsługą potencjometru. Można by jeszcze bardziej

oszczędzać energię. Należałoby po odliczeniu timeout ustawić przerwania INT wyzwalane poziomem i wyłączyć WDG. W przerwaniu INT ustawić ponownie IRQ od zbrocza, natomiast w programie głównym, po wybudzeniu, włączyć WDG. Aby głębokie uśpienie działało, przerwanie musiałyby być doprowadzone do linii INT0 (PB2), bo tylko ona w tym procesorze AVR może generować IRQ wyzwalane poziomem. Przerwanie takie musi być typu SIGNAL, a nie INTERRUPT, bo nastąpi przepelnienie stosu. W przerwaniu należy przestawić je z wyzwalania poziomem na wyzwalanie zboczem opadającym.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płycie drukowanej, pokazanej na **rysunku 6**. Montaż jest standardowy i nie wymaga omawiania. Pomocą może być fotografia tytułowa oraz druga fotografia w artykule. Urządzenia nie trzeba uruchamiać, trzeba tylko wgrać odpowiednią wersję oprogramowania. Ustawienie bitów konfiguracyjnych jest standardowe (zegar 1MHz). Można ewentualnie zaznaczyć WDGON.

Kody źródłowe i wynikowe znajdują się w Elportalu w materiałach dodatkowych.

SaS

sas@elportal.pl

Wykaz elementów

R1	.....	1kΩ	SMD	1206
R2	.....	10kΩ	SMD	1206
C1,C2	.....	15nF	SMD	1206
C3,C4,C5,C6	.....	100nF	SMD	1206
U1	.....	DS1804-010+	pot. cyfr.	100 pozycji.
U2	.....	ATtiny25 (ATtiny13/25/45/85)	DIP8	
U3	.....	MCP4011-103E/SN	pot. cyfr.	64 poz.SOIC-8
U4	.....	MAX5128	pot. cyfr.	uDFN-8
D1	.....	LED	SMD	1206
J0	.....	gniazdo	goldpin	1x6
J1,J4,J5	.....	listwa	kątowa	goldpin 1x4
J2	.....	USB-A	kątowy	USBa THT
J3	.....	ZL201-06G	gniazdo	„wannowe” 6 pin
P3	.....	enkoder	impulsowy	
P8,P9,P10,P11	.....	kołki	miarowe	

Płytką drukowaną jest dostępna
w Sklepie AVT jako AVT3234