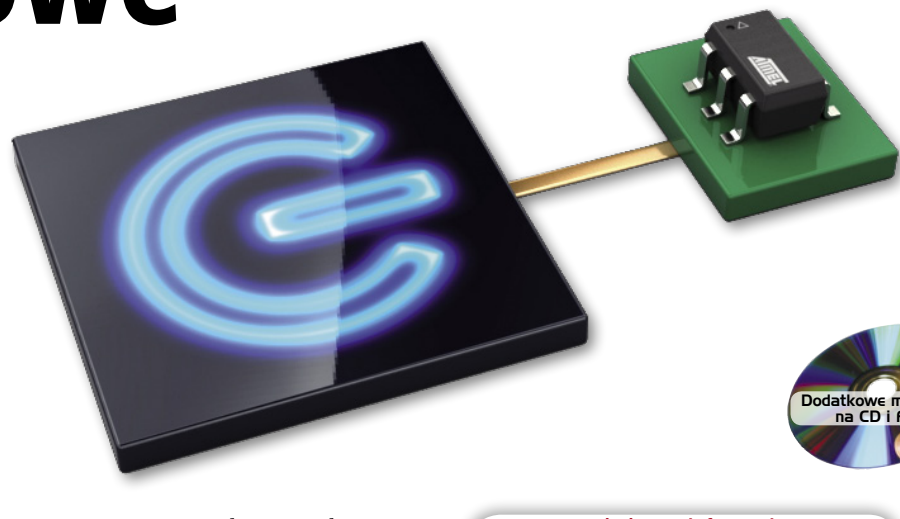


QTouch czyli Atmela dwa sposoby na klawiatury bezstykowe

Atmel nie przegapił współczesnych trendów „klawiaturowych” i konsekwentnie poszerza ofertę produkowanych przez siebie scalonych kontrolerów klawiatur i nastawników bezstykowych, udoskonala także biblioteki programowe, dzięki którym niektóre mikrokontrolery produkowane przez tę firmę można wykorzystać do realizacji takich zadań, bez konieczności doposażania ich w dodatkowe elementy sprzętowe.

Współczesne podzespoły elektroniczne zastępują coraz większą liczbę podzespołów elektromechanicznych. W wielu dziedzinach zostały już całkowicie wyeliminowane przełączniki, styczniki, niegdyś bardzo popularne mierniki wychyłowe, wskaźniki i „wyświetlacze” elektromechaniczne, w większości współczesnych urządzeń zastąpiono mechaniczne włączniki ich zelektronizowanymi wersjami. Podobne rozwiązania zdominowały aplikacje audio i wideo, w których mechanicznego przełącznika kanałów nie mamy szansy spotkać od wielu już lat. Zastępowanie przełączników mechanicznych ich elektronicznymi odpowiednikami pozwala zmniejszyć gabaryty urządzeń, ich trwałość i niezawodność, zwiększa możliwości projektantów obudów, którzy nie muszą się liczyć z ograniczeniami wynikającymi z wy-



magań rozwiązań mechanicznych, zmniejsza także ryzyko występowania zakłóceń elektromagnetycznych oraz pozwala obniżyć ceny urządzeń.

Jak już kilkakrotnie wspominaliśmy na łamach EP, producenci urządzeń elektronicznych opracowali wiele różnych sposobów „elektronicznego” zastąpienia tradycyjnych włączników. Krótkie charakterystyki alternatywnych rozwiązań przedstawiono w **tabeli 1**. Najkrótsze ich podsumowanie – żadne nie jest doskonałe – nie jest dla praktyków zachęcające, ale wieloletnie eksperymenty prowadzone przez wiele firm doprowadziły do tego, że cechy użytkowe przełączników elektronicznych z sensorami dotykowymi są wystarczające dla wielu otaczających nas aplikacji.

Producenci podzespołów – w tym także Atmel – działają dwutorowo, dostarczając na rynek (**rysunek 1**):

- zintegrowane kontrolery pojemnościowych klawiatur i nastawników różnego typu, które mogą się komunikować z oto-

Dodatkowe informacje:
o bibliotekach QTouch można znaleźć pod adresem: www.atmel.com/touch

Dodatkowe materiały na CD i FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 16195, pass: 4k17u606

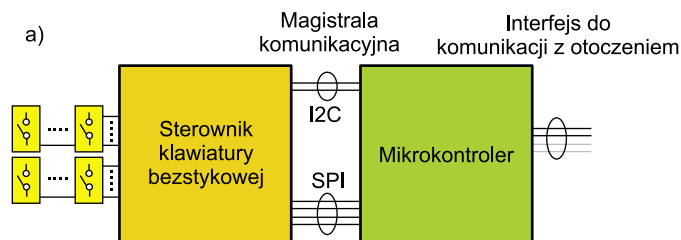
czaniem za pomocą interfejsów komunikacyjnych SPI/I²C, mogą także pracować jako kontrolery z bezpośrednimi wyjściami binarnymi,

- biblioteki programowe dla produkowanych przez siebie mikrokontrolerów (w przypadku firmy Atmel są to: tiny-AVR, megaAVR, XMEGA oraz podrzeczy AVR32: UC3A i UC3B), w których w sprytny sposób wykorzystano standardowe linie I/O, które spełniają funkcję czujników zbliżeniowych.

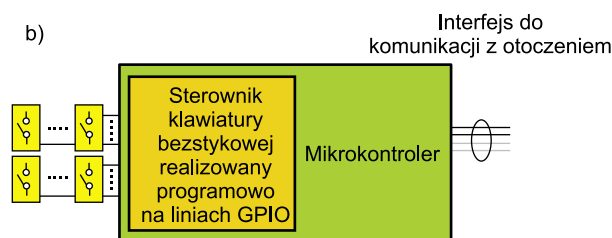
Największą popularnością wśród producentów podzespołów cieszą się różne warianty technologii pojemnościowej detekcji zbliżania palców, co wynika z dość dobrych parametrów detekcji uzyskiwanych przy niewielkim koszcie implementacji kontrolera.

Tabela 1. Zestawienie podstawowych cech systemów detekcji dotyku/zbliżenia, stosowane m.in. w klawiaturach (źródło: EE Times)

Cecha/parametr	Podczerwień	Mikrofale	RF	Stała dielektryczna	Rezystancja	Pojemność
Zasięg do...	...kilku metrów	...kilku metrów	...kilku centymetrów	...kilku milimetrów	...kilku milimetrów	...kilku milimetrów
Obudowa urządzenia	Przeźroczysta	Nieprzewodząca	Nieprzewodząca	Nieprzewodząca	Przewodząca	Nieprzewodząca
Koszt	Średni	Bardzo wysoki	Wysoki	Wysoki	Niski	Niski
Odporność na zakłócenia środowiskowe	Średnia	Bardzo dobra	Bardzo dobra	Bardzo dobra	Średnia	Dobra
Niezawodność	Średnia	Dobra	Dobra	Dobra	Średnia	Dobra
Najważniejsze zalety	Duży zasięg	Wysoka niezawodność	Wysoka niezawodność	Wysoka precyzja	Niska cena, prostota wykonania	Niska cena, prostota wykonania
Najważniejsze wady	Ograniczenia konstrukcyjne obudowy	Wysoka cena	Wysoka cena	Wysoka cena	Niska trwałość	Konieczność stosowania prekalibracji



Kontroler QT + dowolny mikrokontroler



AVR lub AVR32 + biblioteka Qtouch

Rysunek 1. Oferta Atmela pozwala na budowę kontrolerów klawiatur bezstykowych na dwa sposoby: sprzętowy i programowy

Krótkie charakterystyki alternatywnych metod detekcji przedstawiono w tabeli 1.

Dobierając do aplikacji konkretny typ sterownika, trzeba pamiętać, że sposoby detekcji dotyku stosowane przez producentów są różne (przynajmniej w większości przypadków), co może objawiać się nieco innymi cechami użytkowymi. Niestety, producenci układów dbają o zachowanie tajemnic „kuchni” dla siebie, czego jedną z (ukrywanych) przyczyn jest fakt, że w większości przypadków oferują technologie kupione od wyspecjalizowanych firm badawczych. Z praktycznego punktu widzenia nie ma to dla nas specjalnego znaczenia, bowiem oferowane obecnie rozwiązania są bliskie technicznej doskonałości – niektóre technicznie „dojrzejają” ponad 13 lat!

Programowo: QTouch Library

Atmel przygotował pakiet prekompilowanych bibliotek (w aktualnej wersji jest ich ponad 320 w różnych wariantach dla mikrokontrolerów AVR, w tym tinyAVR, megaAVR oraz XMEGA oraz 29 dla mikrokontrolerów AVR32: UC3A, UC3B), zapewniających obsługę klawiatur i nastawników bezstykowych wykorzystujących opatentowaną technologię transferu i porównywania ładunków, pozwalającą obsłużyć do 64 pól czujnikowych. W zależności od potrzeb, w projektach można wykorzystać pola „przyciskowe” (QTouch) lub nastawniki obrotowe albo suwakowe (QMatrix, z możliwością rozróżnienia do 256 wartości z wykorzystaniem 3 linii mikrokontrolera), a także łączyć różne elementy bezstykowe, tworząc wygodny panel użytkownika. Pomimo implementacji programowej w klasycznych mikrokontrolerach, technologia detekcji zbliżenia palców jest taka sama jak w wyspecjalizowanych kontrolerach – nosi ona nazwę AKS (*Adjacent Key Suppression*), została opracowana przez firmę Quantum Research

Group, która od stosunkowo niedawna jest własnością Atmela.

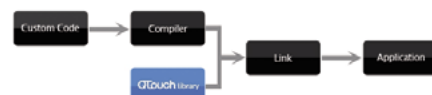
W archiwum z bibliotekami nie ma ich plików źródłowych, ale użytkownik ma możliwość ich parametryzowania, wpływając m.in. na czułość pól czujnikowych. W zależności od rodzaju obsługiwanego pola czujnikowego biblioteki QTouch wymagają na swoje potrzeby od 3 do 5 kB pamięci Flash oraz od 73 B do ok. 1 kB. W archiwum QTouch Libraries 4.3 producent zawarł także pliki przykładowe dla kompilatora AVR-GCC oraz kompilatora C firmy IAR, w tym kompletne pliki projektów. Na rysunku 2 pokazano lokalizację plików bibliotecznych w typowym projekcie programistycznym, a na rysunku 3 schemat funkcjonalny bibliotek QTouch Libraries.

Biblioteki QTouch mają ujednoczone API, co minimalizuje konieczny nakład pracy ze strony użytkownika podczas nauki ich stosowania i ułatwia przenoszenie aplikacji pomiędzy różnymi mikrokontrolerami. Ze względu na dużą liczbę prekompilowanych plików o niezbyt czytelnych dla początkujących nazwach, Atmel przygotował wygodny w stosowaniu „przewodnik” w postaci arkusza XLS (rysunek 4) z dokładnym opisem funkcjonalnym poszczególnych bibliotek i ich wymogów w stosunku do mikrokontrolera.

Sprzętowo: kontrolery z rodziny AT/QT

Scalone kontrolery klawiatur bezstykowych produkowane przez firmę Atmel opierają zasadę działania na technologii AKS (*Adjacent Key Suppression*), która powstała w laboratoriach angielskiej firmy Quantum Research Group. Po latach intensywnych badań opracowała i wprowadziła ona do sprzedaży (ok. 2004 roku) kilka rodzin scalonych kontrolerów klawiatur pojemnościowych (tabela 2):

- QTouch – do obsługi pojedynczych „przycisków”,



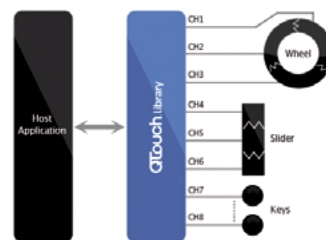
Rysunek 2. Lokalizacja bibliotek QTouch w projekcie programistycznym

- QMatrix – obsługujących matryce „przycisków”,
- QWheel/QSlide – do obsługi nastawników obrotowych i suwakowych.

Niektóre z układów opracowanych przez Quantum Research Group są nadal produkowane przez Atmela (wyróżniają się

Zalety detekcji pojemnościowej

Pojemnościowe czujniki dotyku mają ogromną zaletę: czujnik klawiatury („przycisk”) może być ukryty pod izolatorem (np. płytą czołową obudowy), a klawiatura i tak będzie działać! Do tego maskownica klawiatury może być jednolita (pozbawiona otworów), co znacznie upraszcza budowę urządzeń z wymaganym wysokim stopniem ochrony. Dodatkowe zalety takich klawiatur to m.in.: odporność na ładunki elektrostatyczne i zmiany temperatur, możliwość zastępowania klawiatur membranowych oraz mikroprzełącznikowych, bez konieczności dokonywania zmian w pozostałej części aplikacji. Jest to więc rewolucyjne, zwłaszcza że dzięki stosunkowo dużej rozdzielczości detekcji można na ich bazie tworzyć nastawniki obsługiwane jak dotykowe potencjometry.



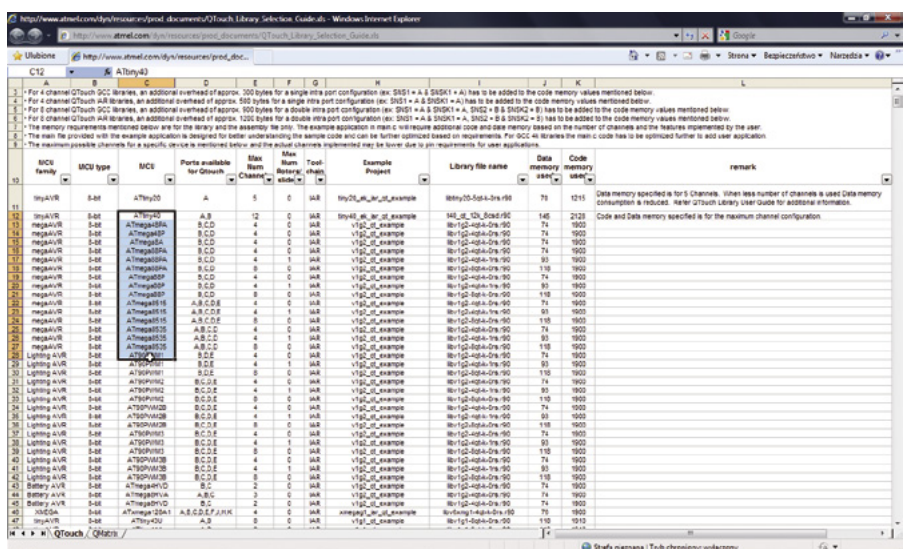
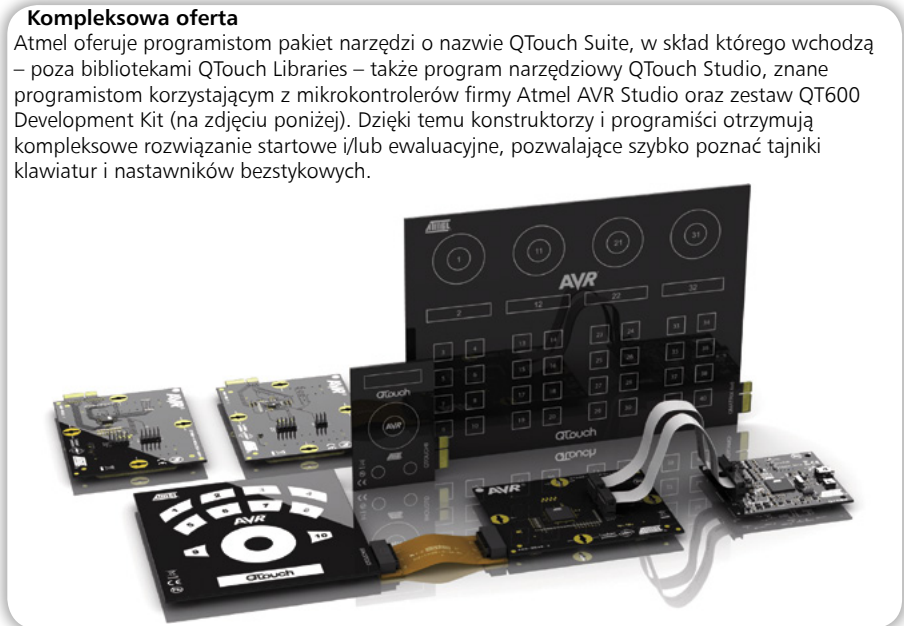
Rysunek 3. Schemat funkcjonalny bibliotek QTouch firmy Atmel

sufiksem QT w nazwie), w ostatnich latach Atmel wprowadził do produkcji także kilka nowych, udoskonalonych w stosunku do pierwowzorów opracowań, dostosowanych

do wymagań współczesnych aplikacji (sufiks AT w nazwie).

Sposób działania układów czujnikowych AKS ma zaletę polegającą na ich automatycznej adaptacji do zmieniających się warunków otoczenia (np. wilgotności, zmiany parametrów dielektryka wywołane starzeniem lub zmianami temperatury itp.), co minimalizuje ryzyko fałszywych „wciśnień” lub braku reakcji sterownika na zbliżenie palca do czujnika.

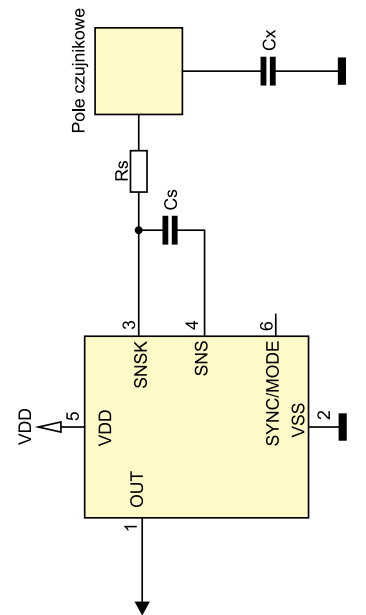
Na rysunku 5 pokazano schemat aplikacyjny czujnika z rodziny AT42QT101x, obsługującego pojedynczy przycisk. W zależności od wymagań, układy z tej serii mogą pracować jako przełącznik z ograniczeniem maksymalnego czasu „naciśnięcia” (AT42QT1010), bez takiego ograniczenia (AT42QT1011) oraz przełącznik bistabilny (AT42QT1012).



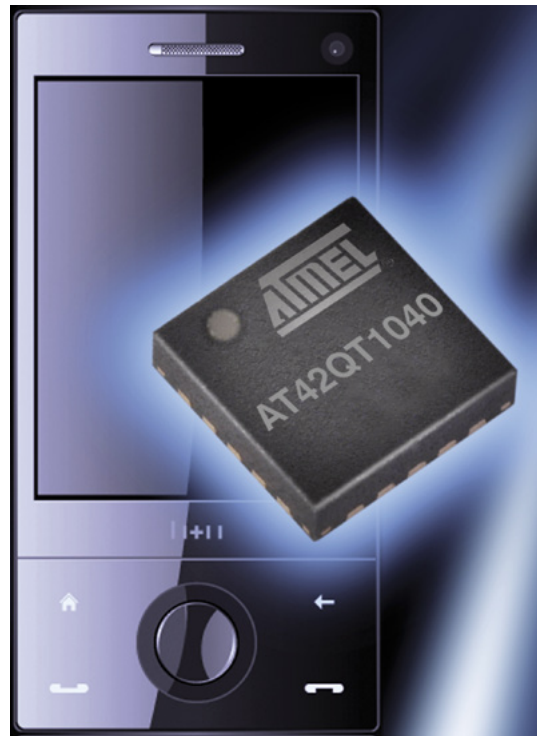
Rysunek 4. Atmel przygotował ściągawkę dla programistów korzystających z bibliotek QTouchLibrary, pozwalającą zorientować się, które pliki są przydatne dla jakich mikrokontrolerów i jakie zasoby mikrokontrolera będą potrzebne do ich implementacji

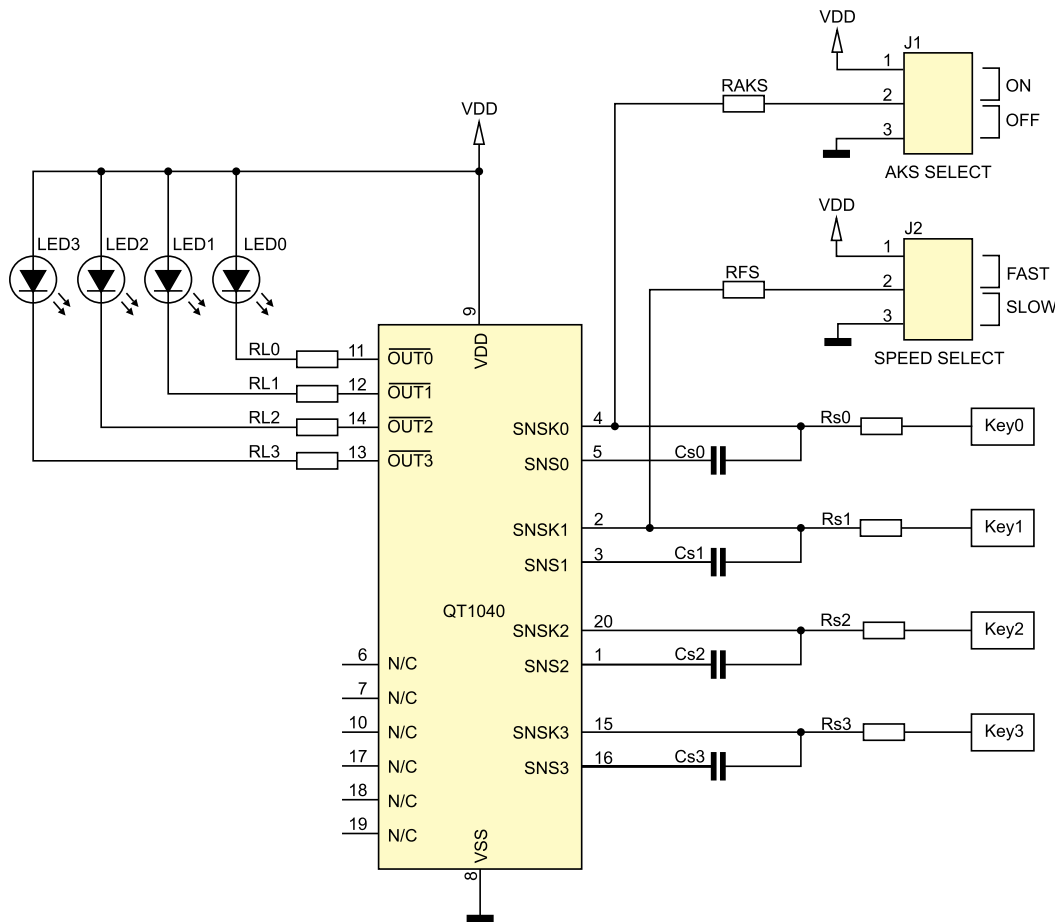
Tabela 2. Zestawienie typów scalonych kontrolerów klawiatur bezstykowych i obsługiwanych przez nie rodzajów interfejsów użytkownika

Typ układu	Pojedyncze przyciski	Do 10 przycisków	Powyżej 10 przycisków	Suwaki, nastawniki
AT42QT1010	+	-	-	-
AT42QT1011	+	-	-	-
AT42QT1012	+	-	-	-
AT42QT113B	+	-	-	-
AT42QT1040	-	+	-	-
AT42QT1060	-	+	-	-
AT42QT1110	-	+	+	+
AT42QT2160	-	-	+	+
QT60160	-	-	+	-
QT60240	-	-	+	-
QT60168	-	-	+	-
QT60248	-	-	+	-
QT60326	-	-	+	-
QT60486	-	-	+	-



Rysunek 5. Schemat aplikacyjny czujnika bezstykowego z rodziny AT42QT101x

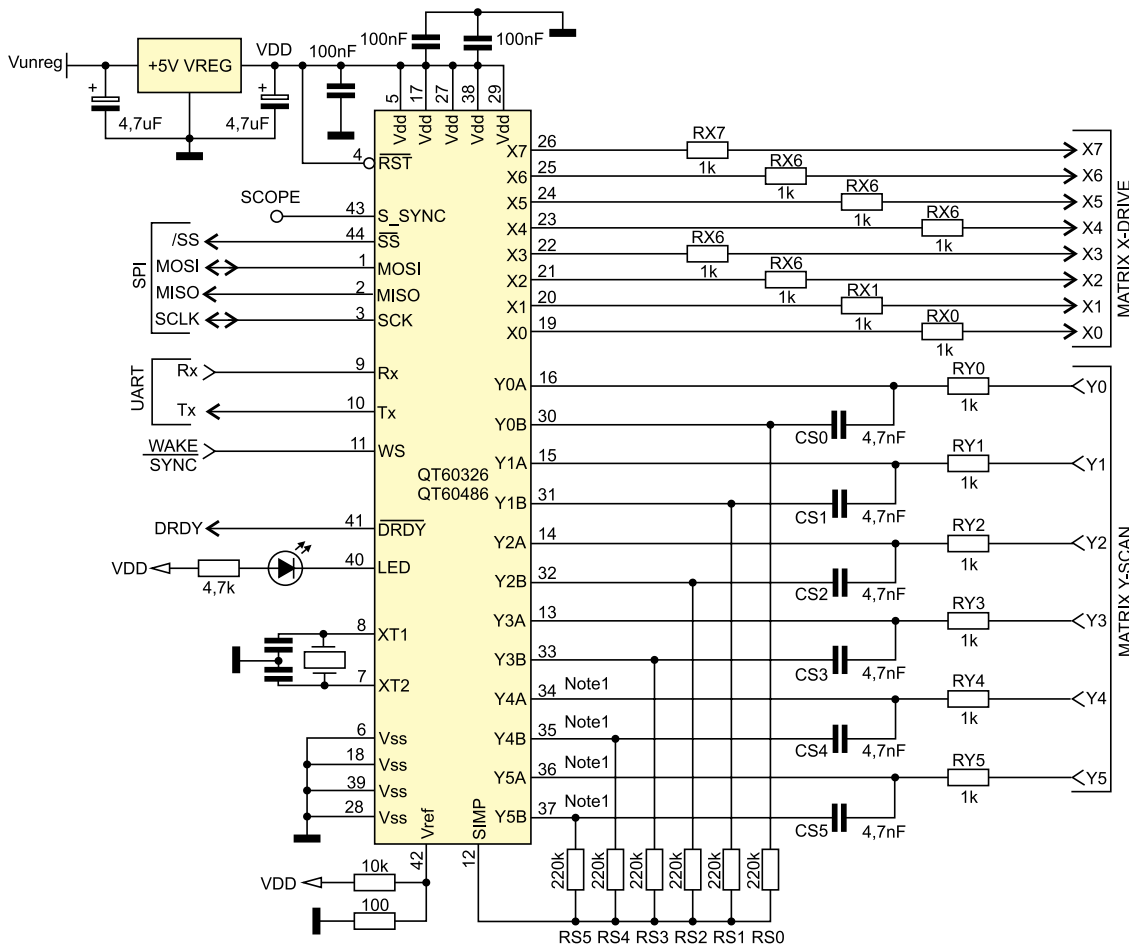




Rysunek 6. Niektóre kontrolery klawiatur bezstykowych mogą także sterować LED dołączone bezpośrednio do wyjść cyfrowych (na schemacie układ AT42QT1040)

W ofercie produkcyjnej firmy Atmel są także układy obsługujące małe klawiatury (poniżej 10 „przycisków” – m.in. AT42QT1040, AT42QT1060, producent wycofał się z dostarczania układów starszej generacji, „spadku” po firmie Quantum: QT1080/1081, QT100A itp.), klawiatury o większej liczbie „przycisków” (do 48 – QT60486/60326, QT60248, QT60240, QT60168 itp.) oraz układy obsługujące nastawniki suwakowe i obrotowe (AT42QT2160 i QT1106). Niektóre z wymienionych układów wyposażono w dodatkowe bufory wyjściowe, umożliwiające sterowanie np. diod LED (rysunek 6).

Sterowniki obsługujące większą liczbę „przycisków” są wyposażone w interfejsy SPI (np. QT60168, QT60248), I²C (m.in. QT60240, QT60160), a nawet UART (np. QT60326, QT60486) – przykładowy schemat aplikacyjny układu QT60326/486 pokazano na rysunku 7.



Rysunek 7. Schemat aplikacyjny układów QT60326 i QT60486

Podsumowanie

Bogata oferta programowo-sprzętowa firmy Atmel powoduje, że konstruktorzy urządzeń wyposażonych w bezstykowe panele użytkownika mają komfortowe warunki do pracy: mogą wybierać pomiędzy rozwiązaniami „czysto” sprzętowymi lub sprzętowo-programowymi, pozwalającymi zintegrować w niewielkim mikrokontrolerze kompletną aplikację z obsługą „przycisków” i nastawników bezstykowych. Każdy konstruktor znajdzie rozwiązanie najdogodniejsze z punktu widzenia wymogów własnej aplikacji.

Piotr Zbysiński, EP
piotr.zbysinski@ep.com.pl