

Podotykać sobie: 2010

Czujniki zbliżeniowe i kontrolery klawiatur pojemnościowych – realizacje programowe



W poprzednim wydaniu EP przedstawiliśmy przegląd dostępnych na rynku scalonych kontrolerów klawiatur pojemnościowych. W tym miesiącu dokończymy prezentację, skupiając się na alternatywnym sposobie obsługi klawiatur bezstykowych – za pomocą odpowiednio zaprogramowanych standardowych mikrokontrolerów.

Dodatkowe informacje o mikrokontrolerach firmy SiLabs wyposażonych w blok CDC i oprogramowaniu QuickSense można znaleźć pod adresem: www.silabs.com/quicksense

Pierwsze dobrze udokumentowane rozwiązania klawiatur pojemnościowych opublikowała ok. 1995 roku firma National Semiconductor, angażując do tego celu klasyczne układy CMOS z serii 4000B oraz 74HC. Nieco później pojawiły się opisy pierwszych prób z rozwiązaniami opartymi na mikrokontrolerach, których stopniowe udoskonalanie zaowocowało wprowadzeniem – przez firmę Microchip jako pierwszą na rynku, do tego bezpłatnie – pakietu bibliotek pozwalających zastosowanie linii GPIO mikrokontrolerów jako sensorów klawiatur bezstykowych. Przełom spowodowany przez Microchips spowodował, że konstruktorzy mają obecnie do dyspozycji całą gamę rozwiązań tego typu, które pokrótce – w porządku alfabetycznym – przedstawimy w artykule. Skupimy się wyłącznie na rozwiązaniach łatwo dostępnych dla większości konstruktorów, pomijając rozwiązania oferowane przez (ciągle i niesłusznie) egzotyczne na naszym rynku firmy jak Holtek czy EM Microelectronic.

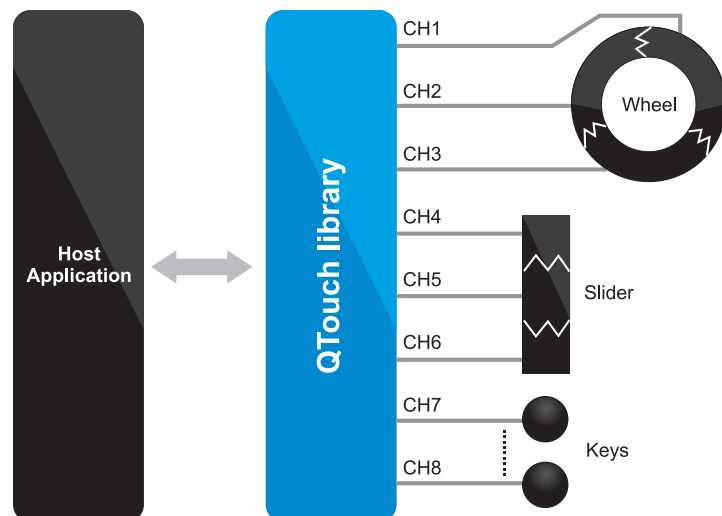
Atmel: QTouch Library

Atmel przygotował pakiet prekompilowanych bibliotek (w aktualnej wersji jest ich ponad 300 w różnych wariantach dla mikrokontrolerów AVR, w tym tinyAVR, megaAVR oraz XMEGA oraz 24 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

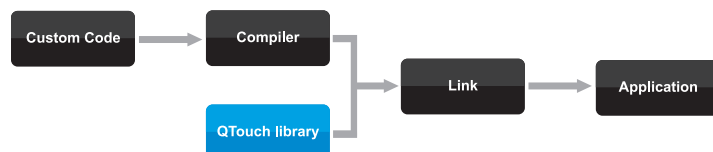
lub suwakowe (QMatrix, z możliwością różniczenia do 256 wartości z wykorzystaniem 3 linii mikrokontrolera), a także łączyć różne elementy bezstykowe tworząc wygodny panel użytkownika (rys. 1). Pomimo implementacji programowej w klasycznych mikrokontrolerach, technologia detekcji zbliżenia palców jest 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 4.1 producent zawarł także pliki



Rys. 1. Biblioteki QTouch zapewniają wygodną pojedynczych „przycisków” oraz nastawników różnego rodzaju



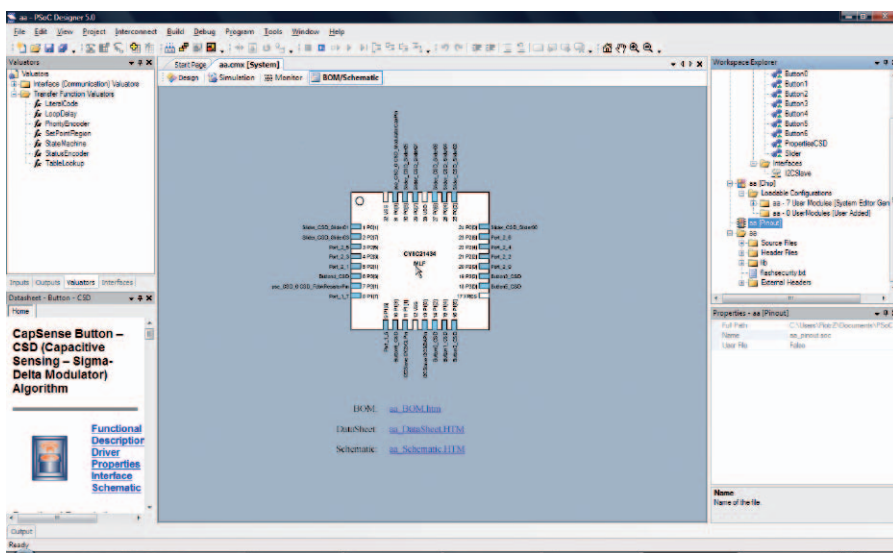
Rys. 2. Lokalizacja bibliotek QTouch w projekcie programistycznym

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

Rys. 3. Atmel przygotował wygodną ściągawkę dla programistów korzystających z bibliotek QTouchLibrary

przykładowe dla kompilatora AVR-GCC oraz kompilatora C firmy IAR, w tym kompletne pliki projektów. Na rys. 2 pokazano lokalizację pliku bibliotecznego w typowym projekcie programistycznym.

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 (rys. 3) z dokładnym opisem funkcjonalnym poszczególnych bibliotek i ich wymogów w stosunku do mikrokontrolera.

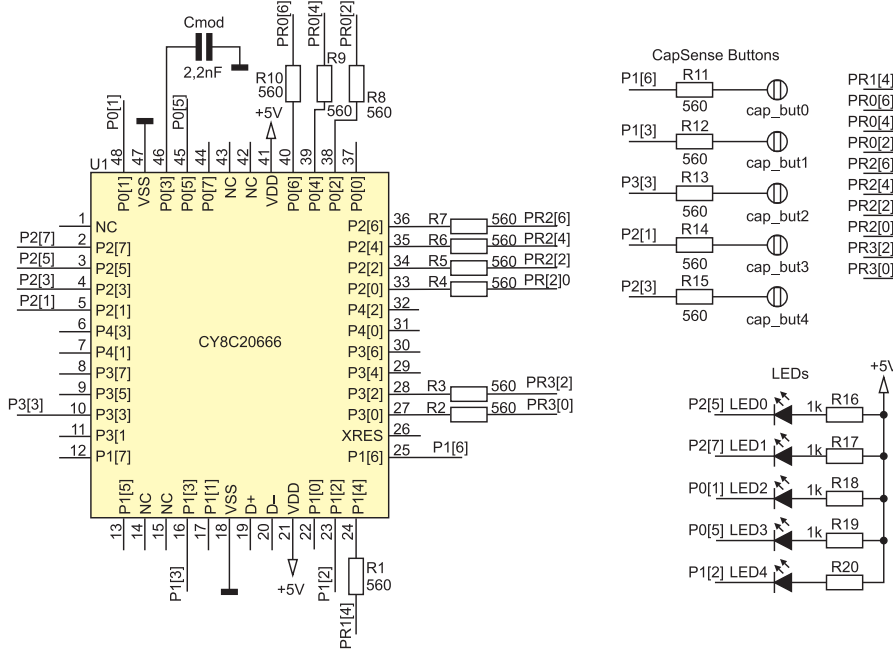


Rys. 4. Programem narzędziowym do implementacji czujników CapSense w mikrokontrolerach PSoC firmy Cypress jest dostępny bezpłatnie PSoC Designer

Cypress: CapSense + PSoC Designer

Jednym z niedocenianych w naszym kraju liderów rynku klawiatur i nastawników bezstykowych jest firma Cypress, w ofercie której znajdują się dwie rodziny mikrokontrolerów PSoC zoptymalizowanych konstrukcyjnie do stosowania w bezstykowych panelach użytkownika: CapSense Controllers (rodziny: CY8C20x34, CY8C20xx6A, CY8C20x36A) oraz CapSensePlus Controllers (rodziny: CY8C21x34, CY8C24x94, CY8C20xx6A).

Obydwie rodziny mikrokontrolerów wyposażone w wewnętrzne, konfigurowalne zasoby sprzętowe, które – za pomocą oprogramowania PSoC Designer (rys. 4) są konfigurowane do pracy jako czujniki pojemnościowe. Implementacja w mikrokontrolerach CapSense nie wymaga więc konieczności stosowania bibliotek programowych – interfejsy dotykowe są „budowane” w sprzęcie mikrokontrolerów.



Rys. 5. Schemat elektryczny interfejsu bezstykowego użytkownika (pojedyncze przyciski, nastawnik suwakowy i sterownik LED) z mikrokontrolerem CapSense firmy Cypress

Mikrokontrolery CapSense (wyposażone w natywny rdzeń M8C firmy Cypress) wyposażono w konfigurowalne bloki detekcji zbliżenia palca wykorzystujące techniki CSA (CapSense Successive Approximation) i CSD (CapSense Sigma Delta), które pozwalają obsłużyć od 10 do 31 pól czujnikowych. Charakteryzują się one bogatym wyposażeniem w interfejsy peryferyjne (klasyczne: I²C, SPI i UART, a także USB), dostępne są w obudowach od QFN16 do QFN68, mogą być zasilane napięciami od 1,7 do 5,5 V.

Rodzina CapSensePlus to mikrokontrolery PSoC (także z rdzeniem M8C) wyposażone w pamięć

Dodatkowe informacje o mikrokontrolerach CapSense można znaleźć pod adresem: www.cypress.com/capsense

Flash o pojemności od 8 do 32 kB, szeroką gamę interfejsów komunikacyjnych (I2C, SPI, USB, UART) i bloków peryferyjnych (np. PWM, przetworniki A/C i C/A), dostępne w obudowach od SOIC8 do QFN56. Wbudowane w mikrokontrolery CapSense interfejsy bezstykowe wykorzystują technikę detekcji CSD, można je skonfigurować do obsługi klawiatur i różnego rodzaju nastawników (o liczbie pól czujnikowych od 8 do 44), a także „mieszanych” paneli użytkownika. Interfejsy bezstykowe wyposażono w procedury zaawansowanej autokalibracji (*SmartSense*), dzięki której dostosowują się one do niedoskonałości czujników pojemnościowych, potrafią skompensować zmiany ich parametrów, zapewniają odporność czujników na skutki zalania, minimalizują także podatność na zakłócenia EMI.

Rozwiązania proponowane przez Cypress umożliwiają zbudowanie niezwykle prostych układowo bezstykowych paneli użytkownika, czego przykład pokazano na rys. 5.

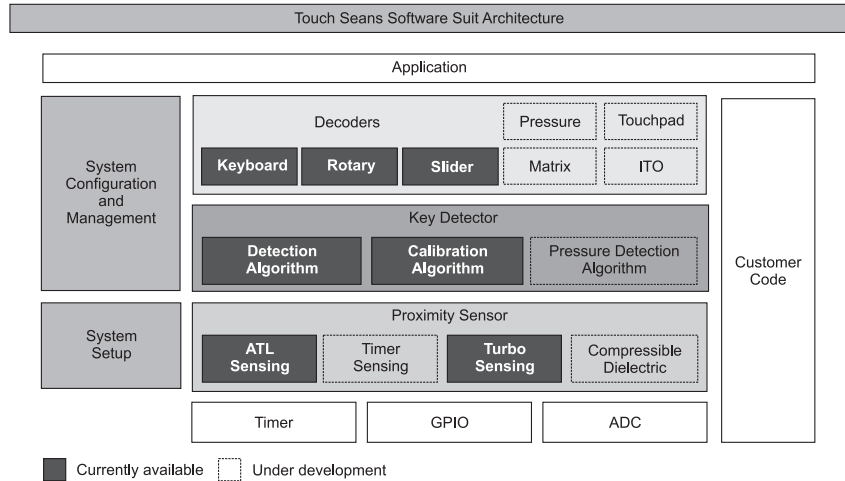
Freescal: TSS

Firma Freescal poszła tą samą drogą co Atmel i oferuje pakiet bezpłatnych bibliotek (*Touch Sensing Software – TSS*) „konwertujących” mikrokontrolery z rodziny S08 w inteligentne interfejsy klawiatur i nastawników bezstykowych. Biblioteki te są dostarczane w postaci prekompilowanej z dobrze opisanym API, program instalacyjny integruje je automatycznie ze środowiskiem programistycznym *CodeWarrior Development Studio Special Edition Microcontrollers Version*, począwszy od wersji 6.2.

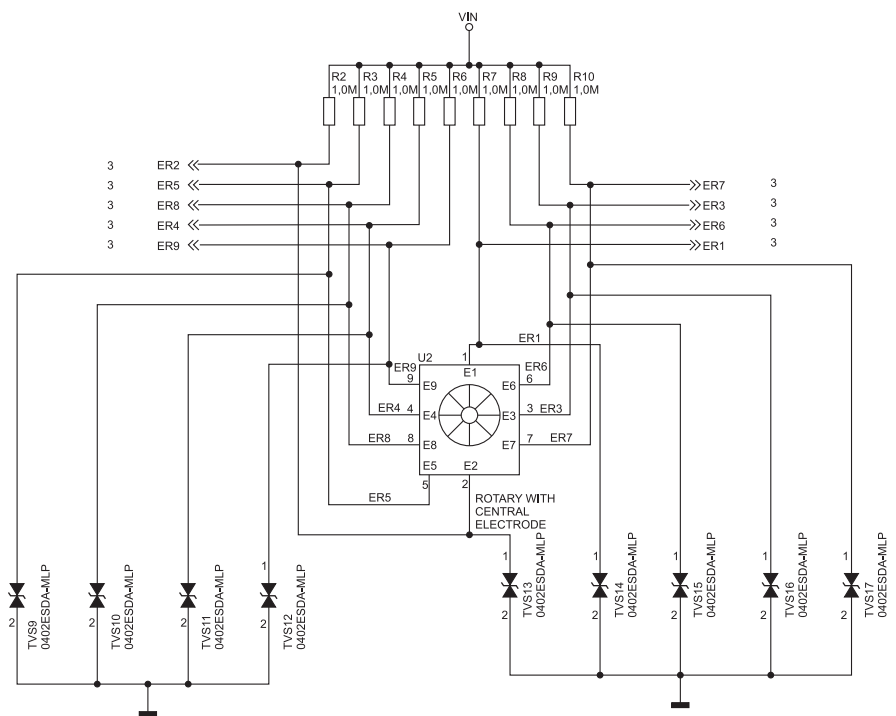
Na rys. 6 pokazano strukturę bibliotek TSS, znajdują się tam także fragmenty funkcjonalne planowane do wdrożenia w kolejnych wersjach bibliotek. Biblioteki TSS obsługują do 64 pól czujnikowych (w zależności od możliwości mikrokontrolera) skonfigurowanych w dowolny sposób, umożliwiają programową regulację czułości detekcji, wyposażono je także w mechanizmy wykrywania zalania lub zabrudzenia elektrody, a także konfigurowalne filtry przeciwwzakłóceń. W zależności od wybranego przez użytkownika algorytmu detekcji (ATL – *Advance Touch Logic* lub CTS – *Capacitive Turbo Sensing*), wykorzystywane są różne zasoby mikrokontrolera:

- w przypadku ATL: timer TPM lub MTIM
- + jedna linia GPIO dla każdej elektrody,

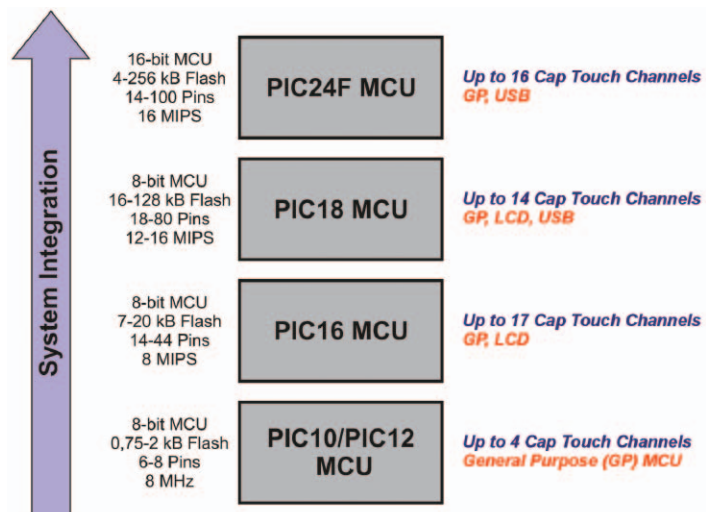
Dodatkowe informacje o bibliotekach TSS można znaleźć pod adresem: www.freescale.com/touchsensing



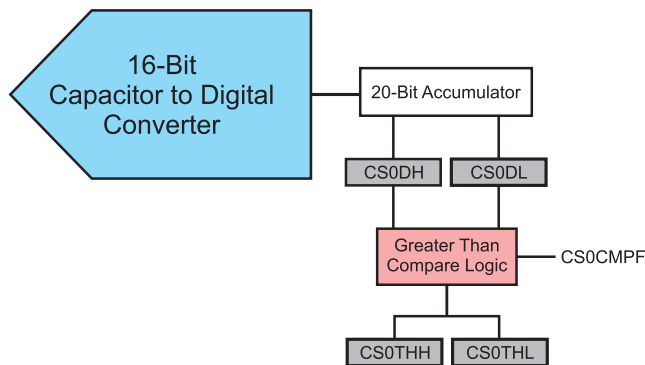
Rys. 6. Schemat blokowy ilustrujący budowę udostępnionej przez firmę Freescal biblioteki TSS dla mikrokontrolerów S08



Rys. 7. Schemat elektryczny pola czujnikowego bezstykowego nastawnika obrotowego z mikrokontrolerem z rodziny MC9S08



Rys. 8. Rodziny mikrokontrolerów firmy Microchip, dla których dostępne są biblioteki mTouch



Rys. 9. Istotnymi elementami bloków CDC jest 16-bitowy przetwornik A/C oraz 20-bitowy akumulator

– w przypadku CTS: jedna linia GPIO dla każdej elektrody, do tego ok. 5 kB pamięci Flash oraz ok. 140 B pamięci SRAM.

Poważnym atutem bibliotek TSS jest ich zgodność ze standardem MISRA (opracowany przez *Motor Industry Software Reliability Association*), który powstał w celu zapewnienia przejrzystości i przenośności kodów źródłowych programów napisanych w C.

Na rys. 7 pokazano przykładowy schemat elektryczny pola czujnikowego bezstykowego nastawnika obrotowego z mikrokontrolerem z rodziny MC9S08, obsługiwane przez biblioteki TSS.

Microchip: mTouch Capacitive Touch

Firma Microchip przygotowała dla produkowanych przez siebie mikrokontrolerów (rys. 8) biblioteki programowe o nazwie *mTouch Capacitive Touch*, umożliwiające implementację do 17 czujników bezstykowych wykorzystujących do detekcji „naciśnięcia” peryferia uniwersalne (jak komparator analogowy lub przetwornik A/C) lub wyspecjalizowane (jak *Charge Time Measurement Unit* –CTMU lub *Cap Sensing Module* – CSM).

Biblioteka *mTouch Capacitive Touch* jest od niedawna integralną częścią pakietu MAL (*Microchip Application Library* – <http://www.microchip.com/mal>) i w wersji 1.01 obsługuje moduły

CTMU w mikrokontrolerach PIC18F i PIC24F zapewniając wygodną obsługę pojedynczych „przycisków”, klawiatur matrycowych oraz 2- i 4-kanalowych nastawników suwakowych. Dla mikrokontrolerów z innych rodzin dostępne są osobne biblioteki (także nazywane *mTouch*), których API nie jest zgodne z bibliotekami zintegrowanymi w pakiecie MAL.

SiLabs: QuickSense CDC

Firma SiLabs jest popularnym w naszym kraju producentem nowoczesnych wersji mikrokontrolerów z rdzeniem 8051. Dwie produkowane przez tę firmę podrodziny (C8051F7xx i C8051F8xx) są przystosowane do aplikowania jako kontrolery czujników bezstykowych o maksymalnej liczbie monitorowanych pól czujnikowych wynoszącej (odpowiednio) 32 i 16.

Technika detekcji „naciśnięcia” przycisku zastosowana przez SiLabs opiera się na wyposażeniu mikrokontrolerów w specjalny blok sprzętowy CDC (*Charge-Timing Capacitance to Digital Converter*), w którym zastosowano m.in. 16-bitowy przetwornik A/C oraz 20-bitowy akumulator (rys. 9), który uśrednia wyniki kolejnych pomiarów, spełniając rolę filtru zapobiegającego błędnym odczytom stanów pól czujnikowych. Wbudowany w mikrokontrolery interfejs można programować „na piechotę” lub wykorzystując dostępny bez-

REKLAMA

Sterowanie w automatyce portal branżowy

- Aktualności z branży • Pliki • Giełda
- Katalog firm • Baza wiedzy • Praca
- Kalendarz imprez • Kursy • Forum

ul. Grabiszyńska 240
53-235 Wrocław

tel. (0-71) 339 00 29
339 00 30

faks (0-71) 339 05 01
lemibis@lemi.pl

złącza HDC

złączki listwowe

przyciski sterownicze

przełączniki elektromagnetyczne

SSR

przełączniki czasowe

czujniki indukcyjne i pojemnościowe

czujniki fotoelektryczne

regulatory temperatury PID

impulsowe zasilacze przemysłowe

www.lemi.pl

SKLEP INTERNETOWY 24h

❖ POSZUKUJEMY DYSTRYBUTORÓW LOKALNYCH

❖ DOSKONAŁE WARUNKI HANDLOWE

❖ DUŻE RABATY

SPRZEDAŻ PEŁNEGO ASORTYMENTU Z MAGAZYNU ❖ NAJLEPSZE CENY NA RYNKU

Dodatkowe informacje o bibliotekach mTouch można znaleźć pod adresem: www.microchip.com/mtouch

płatnie pakiet QuickSense Studio (rys. 10), za pomocą którego generowane są pliki konfiguracyjne, a komunikacja aplikacji użytkownika z interfejsem bezstykowym odbywa się za pomocą API bibliotek dostarczanych przez producenta wraz ze środowiskiem projektowym. Pakiet QuickSense Studio zawiera także oprogramowanie umożliwiające prowadzenie analiz i kalibracji procedur obsługujących czujniki bezstykowe, komunikujące się bezpośrednio z mikrokontrolerem (poprzez wybrany interfejs komunikacyjny), na którym jest uruchamiana aplikacja.

ST: STMTouch

Firma STMicroelectronics udostępniła własną bibliotekę do obsługi „przycisków” i nastawników bezstykowych (rys. 11), umożliwiającą zaimplementowanie w mikrokontrolerach z rodziny STM8 do 24 pojedynczych pól czujnikowych oraz 2 nastawniki liniowe lub obrotowe. W bibliotece STMTouch jej twórcy zastosowali procedury kalibracyjne oraz filtrujące, których zadaniem jest minimalizacja nakładu pracy podczas uruchamiania urządzeń wyposażonych w bezstykowe panele użytkownika. Techniczne szczegóły związane z implementacją bibliotek STMTouch przedstawiamy w artykule na str. 59.

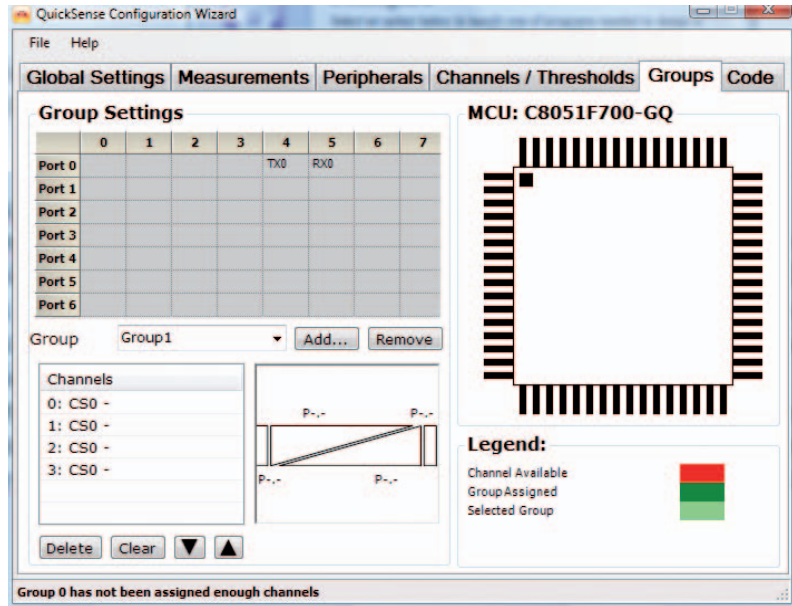
Warte wspomnienia są przykłady wykorzystania tej biblioteki na niezwykle taniej płytce ewaluacyjnej o nazwie STM8-DISCOVERY (fot. 12). Jej cena brutto nie przekracza 35 zł, a oprócz prostej części ewaluacyjnej, na płytce znajduje się także programator-debugger z USB!

Podsumowanie

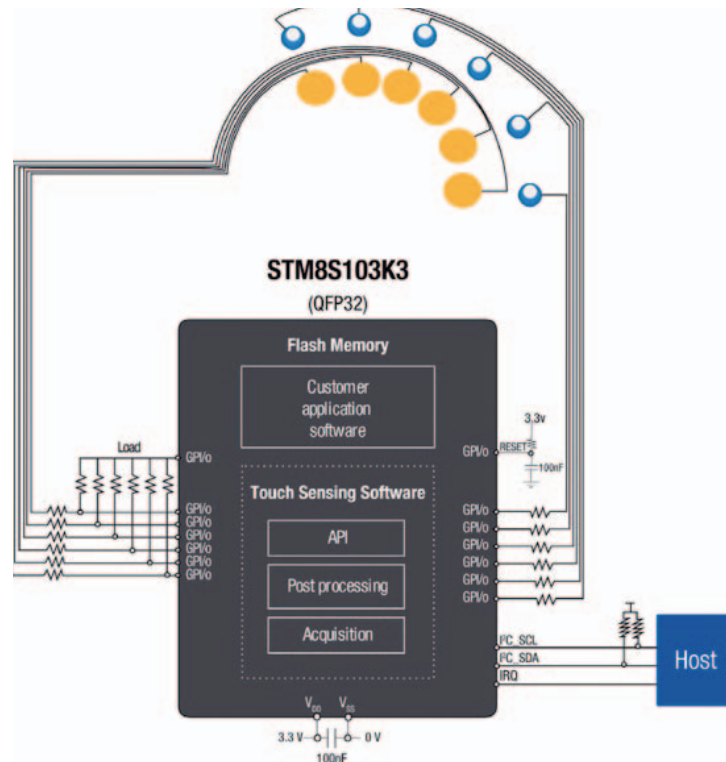
Bogata oferta rynkowa powoduje, że konstruktorzy urządzeń wyposażonych w bezstykowe panele użytkownika mają komfortowe warunki do pracy: mogą wybierać pomiędzy rozwiązaniami czysto sprzętowymi (patrz EP5/2010) lub sprzętowo-programowymi, pozwalającymi zintegrować w niewielkim mikrokontrolerze kompletną aplikację z obsługą „przycisków” i nastawników bezstykowych. Rywalizacja producentów półprzewodników spowodowała, że za wyrafinowane oprogramowanie rozpowszechniane w ramach bibliotek prezentowanych w artykule nie musimy płacić, co jest poważną zachętą do ich stosowania.

Czytelników zainteresowanych prezentowaną tematyką zachęcamy do przejrzania materiałów opublikowanych na CD-EP6/2010A, gdzie publikujemy m.in. noty aplikacyjne objaśniające zasady pomiaru zmian pojemności, będące podstawą funkcjonowania detektorów bezstykowych.

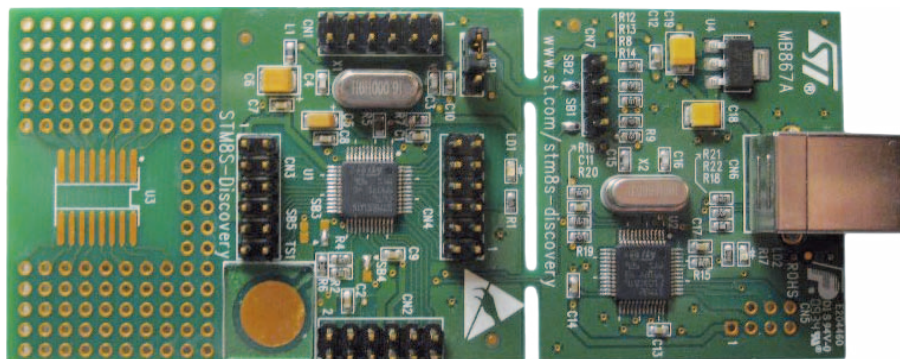
Piotr Zbysiński, EP
piotr.zbysinski@ep.com.pl



Rys. 10. Okno programu QuickSense Studio służącego do konfiguracji, kalibracji i testowania działania czujników bezstykowych



Rys. 11. Biblioteka STMTouch umożliwia implementację w mikrokontrolerach STM8 24 pojedynczych pól czujnikowych oraz 2 nastawniki liniowe lub obrotowe



Fot. 12. Płytkę ewaluacyjną STM8-DISCOVERY kosztuje zaledwie ok. 35 zł, a znajduje się na niej także programator-debugger z interfejsem USB