



Podotykać sobie. Reaktywacja

Kontrolery klawiatur pojemnościowych firmy STMicroelectronics



O tym, że czeka nas zmiana „klawiaturowych” przyzwyczajęń pisaliśmy w EP6/2008. Nadeszła bowiem era klawiatur dotykowych, więc klasyczne przełączniki, mikroswitche i różnego typu klawiatury mechaniczne w niedługim czasie trafią do muzeów, a my wszyscy zamiast naciskać będziemy dotykać...

Jedną z firm, która dość wcześnie zaangażowała się w produkcję scalonych kontrolerów klawiatur bezstykowych jest STMicroelectronics. Jak już pisaliśmy w EP, firma ta poszła nieco na skróty kupując technologię detekcji dotyku od angielskiej firmy Quantum Research, dzięki temu bardzo szybko znalazły się w jej ofercie scalone kontrolery klawiatur z serii QST. Zakup licencji skrócił niebagatelnie czas opracowywania technologii detekcji dotyku: technologia opracowana przez Quantum Research dojrzewała w laboratoriach przez ponad 12 lat!

Reguły biznesowe są jednak bezlitosne: na początku ubiegłego roku firma Quantum Research została kupiona przez Atmel, co w oczywisty sposób tworzyło konfliktową sytuację. Żeby nie uzależniać się od Atmela firma STMicroelectronics wycofała z produkcji układy z serii QST jednocześnie inwestując w alternatywną technologię detekcji dotyku, opracowaną przez koreańską firmę ATLab (www.atlab.co.kr). Technologia o nazwie S-Touch, ma tę przewagę nad rozwiązaniami opartymi na pomysły Quantum Research, że umożliwia radykalne zmniejszenie

poboru mocy (według materiałów producentów do 100 μ A przy ok. 3,5 mA w układach QST), ponadto układy wykorzystujące technologię S-Touch są wyposażone w prosty system kalibracji, dzięki któremu kształty i rozmiary „przycisków” można zmieniać w dość szerokim zakresie.

Dlaczego rezygnujemy z mikroprzełączników?

Możliwości współczesnej elektroniki pozwalają zastępować coraz większą liczbę tradycyjnych podzespołów elektromechanicznych rozwiązaniami krzemowymi. Zastąpienie klasycznych przełączników układami elektronicznymi pozwala zmniejszyć gabaryty urządzeń, zwiększyć ich trwałość i niezawodność (nic się w nich przecież nie zużywa, nie koroduje i nie kurzy). Takie rozwiązania zwiększają także moż-



Słynne przypadki...

...aczkolwiek nie jedynym zastosowaniem klawiatur pojemnościowych to multimedialny odtwarzacz audio iPod oraz telefon komórkowy iPhone.

liwości projektantów obudów, którzy nie muszą się liczyć z ograniczeniami wynikającymi z wymagań rozwiązań mechanicznych, zmniejsza ponadto ryzyko występowania zakłóceń elektromagnetycznych (nie występuje zjawisko drgań styków). Niebagatelnym atutem rozwiązań elektronicznych jest ponadto obniżenie cen urządzeń – krzem przestał kosztować.

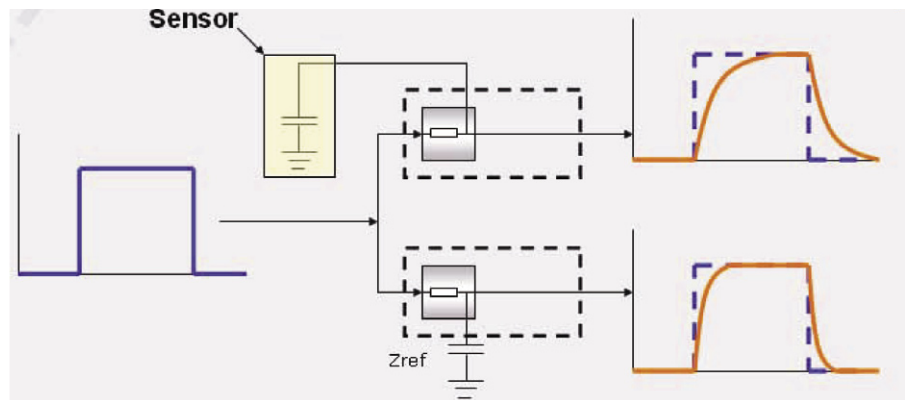
Czemu pojemność?

Producenci urządzeń elektronicznych opracowali wiele różnych sposobów zastąpienia tradycyjnych włączników ich wersjami elektronicznymi – krótkie charakterystyki dostępnych rozwiązań przedstawiono w tab. 1. Ich najkrótsze podsumowanie brzmi zatrważająco: żadne nie jest doskonałe, ale ich cechy użytkowe są już co najmniej wystarczające dla wielu otaczających nas aplikacji. Ze względu na walory użytkowe i niską cenę implementacji, w ostatnich dwóch latach nastąpiła eksplozja zainteresowania rozwiązaniami „pojemnościowymi”, bazującymi na wykrywaniu zmian pojemności obciążającej pole udające przycisk przełącznika. Producenci układów oferują obecnie zarówno dyskretne kontrolery pojemnościowych klawiatur i nastawników różnego typu, ale kilka firm wybrało inną drogę: wyposażają oferowane przez siebie mikrokontrolery w wewnętrzne kontrolery klawiatur pojemnościowych, których użycie jest równie proste jak popularnych interfejsów typu I²C, SPI itp.

Dobierając do aplikacji konkretny typ sterownika trzeba pamiętać, że sposoby detekcji

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 rozwiązanie rewolucyjne zwłaszcza, że dzięki stosunkowo dużej rozdzielczości detekcji można na ich bazie tworzyć nastawniki obsługiwane jak dotykowe potencjometry.



Rys. 1. Uproszczony schemat ilustrujący zasadę działania czujników dotykowych w układach S-Touch

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 co powoduje, że w niektórych przypadkach konstruktorzy do dobrych wyników muszą dochodzić eksperymentalnie.

S-Touch firmy STMicroelectronics

Nieudany alians z firmą Quantum Research Group spowodował, że firma STMicroelectronics intensywnie zajęła się wdrażaniem nowej rodziny układów interfejsowych, w których zastosowano technologię DigiSensor (w nomenklaturze STM nosi ona nazwę S-Touch) opracowaną przez koreańską firmę ATLab. Czujniki pojemnościowe stosowane w technologii S-Touch wykorzystują opatentowane przez firmę ATLab rozwiązanie o nazwie *Impedance Change-Detection Engine* (ICDE). Rozdzielczość pomiaru pojemności uzyskana przez twórców rozwiązania wynosi ok. 60 fF przy pełnym zakresie pomiarowym do 6 pF (rozdzielczym jest co najmniej 100 wartości pojemności). Zasadę działania czujników zastosowanych w tych układach przedstawiono na rys. 1.

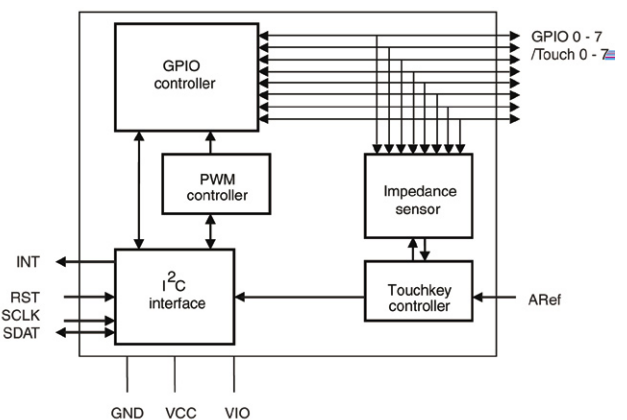
Rozwiązanie wdrożone przez STMicroelectronics – przy sprzętowym wsparciu logiki obrabiającej sygnały wyjściowe z czujników dotyku – jest odporne na zalednia pól czujnikowych, zakłócenia elektromagnetyczne, można je łatwo dostosować do zmieniających się kształtów i powierzchni pól czujnikowych. Kalibracja czujników odbywa się na drodze programowej (jest do tego potrzebny zewnętrzny mikrokontroler, nie ma konieczności stosowania zewnętrznych elementów RC tworzących obwód odniesienia dla pól czujnikowych).

Obecnie w ofercie STMicroelectronics są dostępne dwa typy układów spełniających rolę wielojęzycznych kontrolerów



klawiatyr bezstykowych zintegrowanych z ekspanderami I/O: STMPE821 i STMPE1208S. Pierwszy z wymienionych układów umożliwia obsługę do 8 pojedynczych „przycisków” (alternatywnie z uniwersalnymi liniami I/O – rys. 2), drugi – 12 (do tego użytkownik ma w dyspozycji 12 linii I/O – rys. 3).

Obydwa układy wyposażono w interfejsy komunikacyjne I²C, za pomocą których mikrokontroler-host może skonfigurować układy w oczekiwany sposób, poprzez ten interfejs ma także dostęp do linii I/O ekspanderów wbudowanych w te układy. Układy STMPE821 wyposażono w programowalny, 4-kanalowy generator PWM, którego sygnały są dostępne na liniach GPIO...3.



Rys. 2. Schemat blokowy układu STMPE821

Tab. 1. Zestawienie podstawowych cech systemów detekcji dotyku/zbliżenia, stosowane m.in. w klawiaturach

Cecha/parametr	Podczerwień	Mikrofałe	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

Sygnaly wyjściowe tych generatorów można programować w szerokim zakresie: oprócz oczywistej wartości współczynnika wypełnienia użytkownik może ustalić także częstotliwość generowanego sygnału, czas narastania i opadania wartości współczynnika PWM oraz czasu włączenia i wyłączenia sterowanych obciążeń.

Układy STMPE1208S mają linie czujników dotykowych oddzielone od linii GPIO, w odróżnieniu od układu STMPE821 pozbawiono go wewnętrznego, programowanego generatora PWM. Wyposażono je natomiast w programowany generator sygnału akustycznego (*beep*), który można wykorzystać np. do potwierdzania naciśnięcia przycisku.

Obydwa prezentowane układy wyposażono w mechanizmy oszczędzania energii, w tym możliwość kontrolowanego przechodzenia w tryb *idle*, charakteryzujący się niską wewnętrzną częstotliwością taktowania oraz tryb *sleep* (*hibernate* w STMPE821). Wyjście z trybu *idle* odbywa się automatycznie po wykryciu przez układy dotknięcia pola czujnikowego lub po odebraniu polecenia przesłanego magistralą I²C. Wybudzenie układu STMPE821 z trybu *hibernate* jest możliwe programowo lub przez dotknięcie pola czujnikowego. W przypadku układu STMPE1208S wybudzenie z trybu *sleep* jest możliwe tylko programowo.

Zgodnie z informacjami zawartymi w notach katalogowych układy w poszczególnych trybach pracy pobierają:

- STMPE821 (odpowiednio: *active/sleep/hibernate*): 40...350 μ A/25 μ A/4 μ A,
- STMPE1208S (odpowiednio: *active/idle/sleep*): 100 μ A/60 μ A/0,1 μ A.

Oszczędzaniu energii sprzyjają także niskie napięcia zasilania obydwu układów oraz wbudowane w nie stabilizatory LDO: 1,8 V w układzie STMPE821 oraz 2,5 V w STMPE1208S. W przypadku wykorzystania wewnętrznych stabilizatorów napięcia obydwie układy mogą pracować z napięciami zasilającymi o wartości z przedziału od 3 do 5,5 V. W przypadku aplikowania tych układów w urządzeniach niskonapięciowych

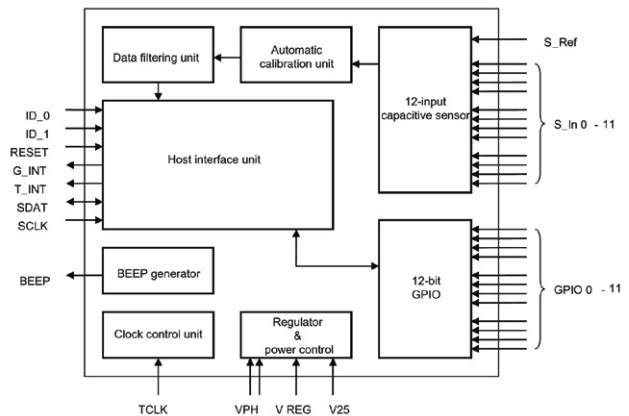
zasilanych z pominięciem wewnętrznych stabilizatorów napięcia, dopuszczalne zakresy napięć zasilających wynoszą:

- STMPE821 (linie GPIO/logika): 1,65...5,5 V / 1,65...1,95 V,
- STMPE1208S (linie GPIO/logika): 3...5,5 V/2,25...2,75 V.

Jak widać, konstruktorzy prezentowanych układów zapewnili nie tylko ich dużą elastyczność (pod względem konfiguracji zasilania), ale zoptymalizowali je także pod kątem minimalizacji start energii. Całość wygląda niezwykle zachęcająco, z jednym kłopotliwym „drobiazgiem”: obydwie układy są oferowane w obudowach QFN z wyprowadzeniami rozmieszczonymi co 0,4 mm, czyli mogą być kłopotliwe w montażu, z drugiej jednak strony zajmują bardzo mało miejsca na powierzchni PCB (i dzięki niewielkim wysokościom swoich obudów – 0,45 mm/0,85 mm – w wewnętrznej objętości obudów urządzeń).

Zestaw ewaluacyjny STEVAL-ICB001V1

Do testów otrzymaliśmy zestaw ewaluacyjny wyposażony w układ STMPE1208S, obsługujący panel użytkownika składający się z jednego „suwaka”, jednego nastawnika „obrotowego” oraz czterech „przycisków” (fot. 4). Układ STMPE1208S współpracuje z mikrokontrolerem z rodziny ST72 (ST72F63BK6M1), którego zadaniem jest nie tylko interpretacja wydarzeń na poszczególnych polach „klawiatur” i lokalna obsługa LED, ale także komunikacja z PC za pomocą interfejsu USB. Płytkę zestawu jest widziana w systemie Windows jako urządzenie HID, a prosta aplikacja sterująca pozwala m.in. modyfikować parametry działania kontrolera STMPE1208S. Zestaw wyposażono w monochromatyczny wyświetlacz LCD z podświetleniem LED, na którym są pokazywane bieżące stany poszczególnych „przycisków”, dzięki czemu nie we wszystkich przypadkach konieczne jest instalowanie oprogramowania dla PC.



Rys. 3. Schemat blokowy układu STMPE1208S

Perspektywy

Dotykowe interfejsy użytkownika szturmem zdobywają świat, czego przykłady możemy znaleźć w wielu urządzeniach codziennego użytku: telefonach komórkowych, sprzęcie AGD, notebookach, odtwarzaczach MP3/MP4 itp. Zintegrowane interfejsy klawiatur dotykowych będą stopniowo poszerzać swoje obszary aplikacyjne, a dzięki coraz łatwiejszej dostępności układów takich jak prezentowane w artykule, stopniowo dostaną się także pod konstruktorskie „strzechy”, również w typowych dla naszego rynku aplikacjach niskonapięciowych.

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



Fot. 4. Wygląd zestawu STEVAL-ICB001V1

Można zapytać
Pod adresem:
<http://www.st.com/mcu/forumsid-24.html>
znajduje się techniczne forum dyskusyjne przeznaczone dla konstruktorów korzystających z układów QST firmy STMicroelectronics.