



Zintegrowane kontrolery klawiatur pojemnościowych firmy STMicroelectronics



O tym, że czeka nas zmiana „klawiaturowych” przyzwyczajęń, przeglądowo pisaliśmy już w EP6/2008 i EP2/2009. Nadeszła bowiem era klawiatur dotykowych, które bezlitośnie wyeliminują w większości aplikacje klasyczne przełączniki, mikroswitche i różnego typu klawiatury mechaniczne. Zaczęła się era dotyku i częstych zbliżeń...*

Współczesne podzespoły półprzewodnikowe coraz lepiej zastępują coraz większą liczbę tradycyjnych podzespołów elektromechanicznych. Zastąpienie klasycznych przełączników układami scalonymi pozwala zmniejszyć gabaryty urządzeń, zwiększyć ich trwałość i niezawodność (nic się w nich przecież nie zużywa, nie koroduje i nie ku-

rzy). Takie rozwiązania zwiększają także możliwości 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 kosztu wyprodukowania i przez to cen urządzeń.

STMicroelectronics jest firmą, która jako jedna z pierwszych zaangażowała się w opracowanie i produkcję podzespołów przeznaczonych do budowy bezstykowych klawiatur pojemnościowych. Obecnie firma skupia się na rozwoju technologii detekcji zbliżenia palca o nazwie S-Touch, którą opracowała koreańska firma ATLab (www.atlab.co.kr). Jej zaletami, w stosunku do innych rozwiązań dostępnych na rynku, jest bardzo mały pobór mocy, mający szczególne duże znaczenie w urządzeniach przenośnych oraz system kalibracji czujników wejściowych kontrolerów, dzięki któremu

*) Mam – oczywiście – na myśli zbliżenia palców do pól „przyciskowych” na panelach frontowych użytkowników urządzeń

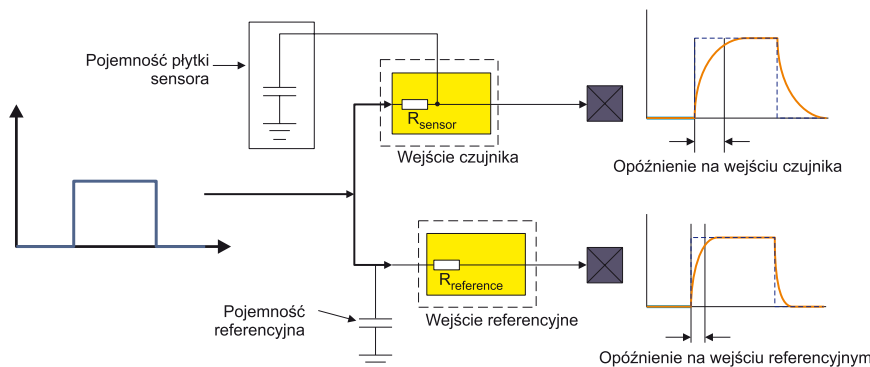


Zalety detekcji pojemnościowej
 Pojemnościowe czujniki dotyku mają ogromną zaletę: czujnik klawiatury („przycisk”) może być ukryty pod izolatorem (np. płytą czołową obudowy), a klawiatura i tak będzie działać! Do tego maskownica klawiatury może być jednolita (pozbawiona otworów), co znacznie upraszcza 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. Przykładowe kształty pól czujnikowych „przycisków” dotykowych

wpływ negatywnych zjawisk środowiskowych (wilgotność, zmiany temperatury, zabrudzenia, zakłócenia EM itp.) występujących w otoczeniu klawiatury jest minimalizowany. Dzięki systemowi kalibracji kształt pól czujnikowych może być w znacznym stopniu dostosowywany do wymogów użytkownika, bez konieczności ścisłego kopiowania standardowych wzorców. Na rys. 1 pokazano typowe pola czujnikowe „przycisków”, nastawnika suwakowego oraz dotykowego „potencjometru”.



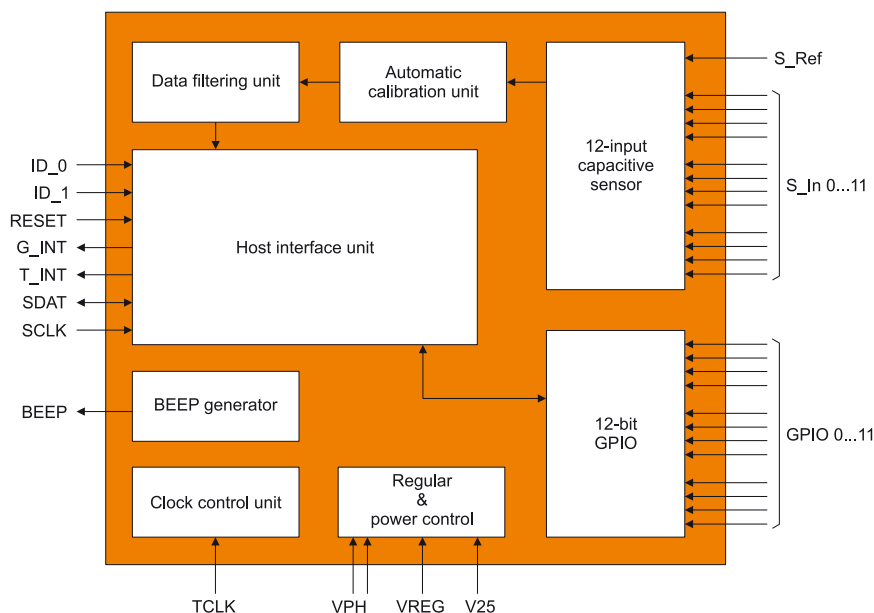
Rys. 2. Zasada działania czujników zastosowanych w układach S-Touch

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. 40 fF przy pełnym zakresie pomiarowym do 4,2...6 pF (rozdzielonych jest co najmniej 120 wartości pojemności). Zasadę działania czujników zastosowanych w układach S-Touch przedstawiono na rys. 2.

Rozwiązanie wdrożone przez STMicroelectronics – przy sprzętowym wsparciu logiki obrabiającej sygnały wyjściowe z czujników dotyku – jest odporne na zalania pól czujnikowych i 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.


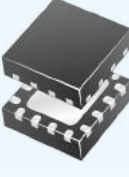
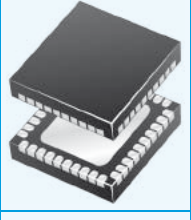
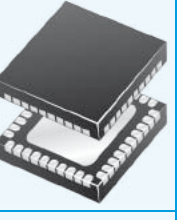
Obecnie w ofercie STMicroelectronics są dostępne cztery układy spełniających rolę wielowyjściowych kontrolerów klawiatur bezstykowych zintegrowanych z ekspanderami I/O: produkowane od dłuższego czasu STMPE821 i STMPE1208S (schemat blokowy układu pokazano na rys. 3) oraz nowe na rynku: STMPE321 (schemat aplikacyjny pokazano na rys. 4) i STMPE1218. Zestawienie ich podstawowych możliwości znajduje się w tab. 1. Układy STMPE12xx wyposażono w 12 linii GPIO z możliwością wykorzystania ich jako wejść dotykowych, układ STMPE821 ma 8 takich linii, a STMPE321 – trzy.

Wszystkie 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 oraz STMPE1218 wyposażono w programowane, 4-kanalowe generatory PWM, których sygnały są dostępne na liniach GPIO0...3. Sygnały wyjściowe tych ge-



Rys. 3. Schemat blokowy układu STMPE1208S

Tab. 1. Zestawienie podstawowych cech i parametrów układów S-Touch

| | STMPE321 | STMPE821 | STMPE1208S | STMPE1218 |
|---|---|---|---|---|
| Liczba GPIO | 3 | 8 | 12 | 12 |
| Kanały PWM | – | 4 | – | 4 |
| Obudowa |  |  |  |  |
| Wymiary [mm] | 2,2×1,5 | 2,6×1,8 | 5×5 | 5×5 |
| Liczba wejść pojemnościowych/współdzielonych z GPIO | 3/3 | 8/8 | 12/0 | 12/0 |
| Inne | AFS, ETC, TVR, EVR, 1 INT, GPIO 4 mA | AFS, ETC, TVR, EVR, 1 INT, GPIO 8 mA | AFS, ETC, TVR, EVR, GPIO 10 mA | AFS, ETC, TVR, EVR, 2 INT, GPIO 8 mA |
| Zasilanie | 1,6...1,9 V/470 mA (active 100%) | 2,7...3,6 V/650 mA (active 100%) | 3...5,5 V/160 mA | 2,7...5,5 V/1 mA (active 100%) |

Uwagi:
 AFS – Advanced Data Filtering
 ETC – Environment Tracking Calibration
 TVR – Touch Variance
 EVR – Environmental Variance
 1 INT – jedno wyjście przerwania
 2 INT – dwa wyjścia przerwania
 GPIO xx mA – wydajność prądowa wyjść GPIO w stanie niskim

Czemu pojemność?

Producenci urządzeń elektronicznych opracowali wiele różnych sposobów zastąpienia tradycyjnych włączników ich wersjami elektronicznymi – krótkie charakterystyki dostępnych rozwiązań przedstawiono w tablicy poniżej. Ich najkrótsze podsumowanie brzmi: 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 trzech latach nastąpiła eksplozja zainteresowania rozwiązaniami „pojemnościowymi”, bazującymi na wykrywaniu zmian pojemności obciążającej pole udające przycisk przełącznika. Producenci układów oferują obecnie 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 kontrolera, trzeba pamiętać, że sposoby detekcji dotyku stosowane przez producentów są różne (przynajmniej w większości przypadków), co może objawiać się nieco innymi cechami użytkowymi.

Podstawowe cechy systemów detekcji dotyku/zbliżenia

| 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 | Przezroczysta | 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 |

neratorów 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 czasy włączania i wyłączania sterowanych obciążeń. Linie GPIO kontrolerów są zabezpieczone przed wyładowaniami ESD, dzięki czemu minimalizowane jest ryzyko uszkodzenia kontrolera podczas dotykania pól czujnikowych lub zbliżenia do nich palców.

Prezentowane kontrolery wyposażono w zaawansowane systemy kalibracji i kompensacji zmian parametrów otoczenia, które umożliwiają m.in. indywidualną konfigurację poszczególnych kanałów czujnikowych, co ułatwia dostosowanie ich czułości do wymagań aplikacji. Są to cztery konfigurowalne mechanizmy:

- AFS – *Advanced Data Filtering*,
- ETC – *Environment Tracking Calibration*,
- TVR – *Touch Variance*,
- EVR – *Environmental Variance*.

Układy STMPE1208S i STMPE1218 mają – w odróżnieniu od układów STMPE321 i STMPE821 – linie czujników dotykowych oddzielone od linii GPIO, wyposażono je także w programowane generatory sygnałów akustycznych, służących do zasilania przetworników piezoceramicznych. Generatory te można wykorzystać np. do akustycznego potwierdzenia lub sygnalizacji naciśnięcia przycisku. Obydwa „duże” układy (STMPE12xx) wyposażono w wejścia adresowe, za pomocą których można modyfikować ich adresy bazowe na magistrali I²C, co pozwala na wygodne tworzenie klawiatur/nastawników o dużej liczbie pól czujnikowych.

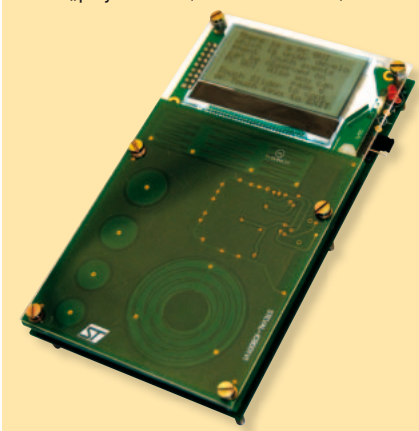
Układy prezentowane w artykule wyposażono w mechanizmy oszczędzania energii, w tym możliwość kontrolowanego przechodzenia w tryb *idle*, charakteryzujący się niską wewnętrzną częstotliwością taktowania, oraz tryb *sleep* (lub *hibernate* – w STMPE321/821). Wyjście z trybu *idle* odbywa się automatycznie po wykryciu przez układy dotknięcia pola czujnikowego lub po odebraniu polecenia przesłanego magistralą I²C. Wybudzenie układów STMPE321/821 z trybu *hibernate* jest możliwe programowo lub przez dotknięcie pola czujnikowego. W przypadku układów STMPE1208S i STMPE1218 wybudzenie z trybu *sleep* jest możliwe tylko programowo.

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

- STMPE321 (odpowiednio: *active/sleep/hibernate*): 280 μA/27 μA/1,8 μA,
- STMPE821 (odpowiednio: *active/sleep/hibernate*): 40...350 μA/25 μA/4 μA,
- STMPE1208S (odpowiednio: *active/idle/sleep*): 100 μA/60 μA/0,1 μA,

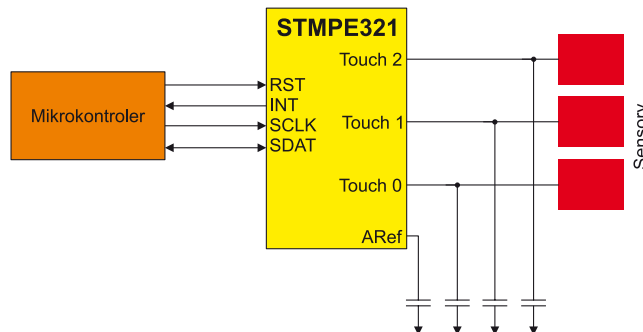
Zestawy ewaluacyjne S-Touch

Z myślą o konstruktorach chcących poznać możliwości kontrolerów S-Touch produkowanych przez STMicroelectronics producent opracował dwa zestawy ewaluacyjne, obydwa wyposażone w układy STMPE1208S. Pokazano w nich bezdotykową obsługę panelu użytkownika, składającego się z jednego „suwaka”, jednego nastawnika „obrotowego” oraz czterech „przycisków” (STEVAL-ICB001V1) lub ośmiu „przycisków” (STEVAL-ICB003V1).



– STMPE1218 (odpowiednio: *active/sleep/hibernate*): 1 µA/27 µA/1,8 µA.

Oszczędzaniu energii sprzyjają także niskie napięcia zasilania obydwa układy oraz wbudowane w nie stabilizatory LDO: 1,8 V w układach STMPE821 i STMPE1218 oraz 2,5 V w STMPE1208S. W przypadku



Rys. 4. Schemat aplikacyjny układu STMPE321

wykorzystania wewnętrznych stabilizatorów napięcia obydwa układy mogą pracować z napięciami zasilającymi o wartości z przedziału od 3 do 5,5 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”: obydwa układy są oferowane w obudowach QFN w wyprowadzeniach rozmieszczonych 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 od 0,25 mm do 0,85 mm – w wewnętrznej objętości obudów urządzeń).

Perspektywy

Nie trzeba nikogo przekonywać, że bezdotykowe interfejsy użytkownika zdobywają świat, czego przykłady możemy znaleźć w wielu urządzeniach codziennego użytku: telefonach komórkowych, sprzęcie AGD, notebookach, odtwarzaczach MP3/MP4 itp. Półprzewodnikowe kontrolery klawiatur dotykowych będą stopniowo poszerzać swoje obszary aplikacyjne, w czym drobną przeszkodą – w realiach małych firm działających w naszym kraju – są nie najłatwiejsze w montażu (w przeciętnych warunkach) miniaturowe obudowy (QFN). Nie zmienia to faktu, że stopniowo trafiają one także pod konstruktorские strzechy, również w typowych dla naszego rynku aplikacjach niskonakładowych.

Andrzej Gawryluk

R E K L A M A

TECHNIKA LUTOWNICZA



Stacje lutownicze

- inteligentne
- do produkcji i serwisu
- grzanie w.c.z.
- groty zintegrowane z czujnikiem temp.
- systemy z nadzorem LAN

Stacje "HOT AIR"

- programowalne
- duża moc, szeroka reg. przepływu i temperatury

Systemy BGA, SMD

- "Hot Air" + IR
- IR uniwersalne
- IR do notebooków

Pochłaniacze oparów, tygły, testery, jonizatory

BIALL Sp. z o.o.

Autoryzowany dystrybutor
 PPHU TELSON, 91-134 Łódź, Rojna 69B
 tel.+42 656 09 99
 e-mail: biuro@telson.com.pl

Regionalne Biuro Handlowe
 03-450 Warszawa, Ratuszowa 11
 tel. +48 505 107 957
 e-mail: warszawa@biall.com.pl

Siedziba firmy, sprzedaż
 80-174 Gdańsk, Otomin, Słoneczna 43
 tel. +48 58 322 11 91,92, 93(fax)
 e-mail: biall@biall.com.pl

