

# Podotykaj sobie Klawiatury nowej generacji



Znowu czeka nas zmiana przyzwyczajeń. Mikroswitche i różnego typu klawiatury mechaniczne w niedługim czasie trafią do muzeów, a my wszyscy zamiast naciskać będziemy dotykać, chociaż i to niekoniecznie. W wielu przypadkach wystarczy pewnie zbliżenie palca do fragmentu panelu lub obudowy. Nadeszła bowiem era klawiatur dotykowych...



Przejawy ekspansji klawiatur dotykowych jako jedno z pierwszych mogli zaobserwować użytkownicy telefonów komórkowych produkowanych przez LG Electronics. W ofercie tej firmy pojawiły się telefony

KG800 (o słodkim przydomku *Chocolate*, fot. 1), które wyposażono w klawiaturę dotykową wykonaną w technologii CapSense firmy Cypress. Była to jedna z pierwszych masowych aplikacji klawiatur tego

R E K L A M A

## WYŚWIETLACZE LCD



### Moduły LCD

- alfanumeryczne
- graficzne (TFT, TN, STN, FSTN)
- panele LCD na zamówienie (wg własnego projektu)

### Touch panele

- analogowe
- cyfrowe

Rodzaje podświetleń:  
LED, EL, CCFL



01-013 Warszawa, ul. Kacza 6A  
tel. (022) 862 75 00, fax (022) 862 75 01  
e-mail: info@gamma.pl

[www.gamma.pl](http://www.gamma.pl)

AMPIRE



Fot. 1. Telefon firmy LG Electronics z dotykowymi „przyciskami”

typu, która spowodowała w krótkim czasie prawdziwą inwazję rozwiązań oferowanych przez inne firmy.

Pokrótko przedstawimy dostępne obecnie rozwiązania.

### Czemu zastępujemy mikroprzełączniki?

Możliwości współczesnej elektroniki pozwalają zastępować coraz większą liczbę tradycyjnych podzespołów elektromechanicznych półprzewodnikami. W wielu dziedzinach zostały już całkowicie wyeliminowane przekaźniki styczniki, niegdyś bardzo popularne wychyłowe mierniki, wskaźniki i wyświetlacze elektromechaniczne, w większości współczesnych urządzeń zastąpiono mechaniczne włączniki ich zelektronizowanymi wersjami (sterowanymi – jak na razie – mikroswitchami),

### 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.

podobne rozwiązania podbiły także sprzęt audio i wideo, w których na przykład mechanicznego przełącznika kanałów nie ma szansy spotkać od wielu lat.

Zastępowanie przełączników mechanicznych ich wersjami elektronicznymi pozwala zmniejszyć gabaryty urządzeń, ich trwałość i niezawodność (nic się w nich przecież nie zużywa i nie kurzy!), zwiększa 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), pozwala także obniżyć ceny urządzeń – bo, jak widać dookoła, krzem przestał kosztować.

### Czemu pojemność?

Producenci urządzeń elektronicznych opracowali dotychczas wiele różnych sposobów zastąpienia tradycyjnych włączników, których krótkie charakterystyki przedstawiono w **tab. 1**. Najkrótsze ich podsumowanie – żadne nie jest doskonałe – nie jest zachęcające, ale wieloletnie eksperymenty prowadzone przez bardzo wiele firm doprowadziły do tego, że ich cechy użytkowe są co najmniej wystarczające dla wielu otaczających nas aplikacji. Ze względu na swoje walory użytkowe i ni-

ską cenę implementacji w ostatnich ilunastu miesiącach 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 UART, SPI itp.

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 tajemnicy „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 „dojrzewają” ponad 12 lat!

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

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

Źródło: Cypress Semiconductor, Omron Components, Microchip.

**TCT firmy Tyco Electronics**

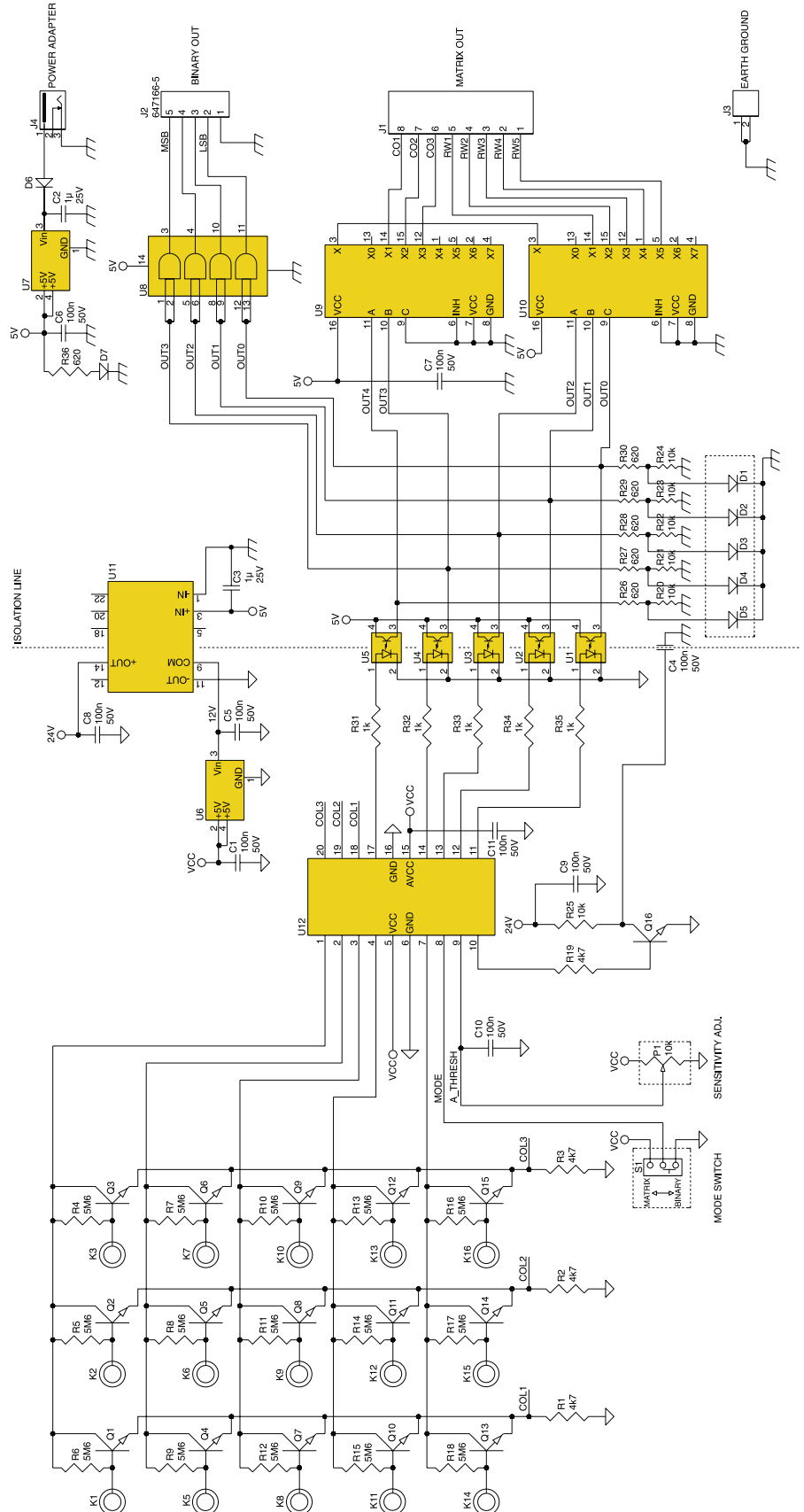
O sterownikach firmy Tyco Electronics pisaliśmy już w ubiegłym roku (EP9/2007), teraz pokrótce przypomnimy układy oferowane przez tę firmę.

Obecnie Tyco oferuje sterowniki przystosowane do obsługi klawiatur składających się maksymalnie z 10, 15, 24, 36 lub 56 „przycisków” (wszystkie są dostępne w obudowach TQFP32). Dostępne są warianty z wyjściem równoległym lub szeregowym (UART), ciągle jest planowane wdrożenie wersji z interfejsami SPI i I<sup>2</sup>C. Producent zapowiada także wdrożenie produkcji mikrokontrolerów obsługujących bezstykowe enkodery, co zwiększy liczbę możliwych aplikacji tych układów. Firma Tyco Electronics stosuje swój system oznaczania oferowanych podzespołów – opisywane układy oznaczono numerami katalogowymi 171040x-y (gdzie x=1...4, y=1 lub 2). Szczegółowe informacje są dostępne w danych katalogowych.

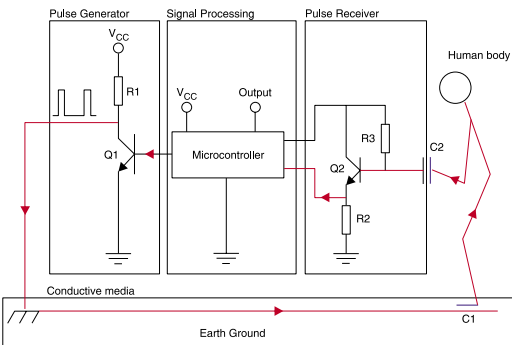
Zasadę działania czujników TCT przedstawiono na rys. 2. Mikrokontroler spełniający rolę sterownika klawiatury generuje prostokątne impulsy o ściśle określonych parametrach czasowych, które – w przypadku połączenia zewnętrznych okładzin kondensatorów C1 i C2 przewodnikiem w postaci użytkownika – wracają do mikrokontrolera za pośrednictwem wtórnika napięciowego, zapewniającego dopasowanie impedancji. Mikrokontroler mierząc parametry impulsów wejściowych (detekcja „naciśnięcia” jest częściowo oparta na analizie kształtu odbieranego impulsu, do analizy stosowane są więc proste algorytmy DSP) może ocenić nie tylko sam fakt „naciśnięcia” przycisku, ale także siłę nacisku.

Schemat przykładowej klawiatury z separatorem galwanicznym pokazano na rys. 3. Przewidziano możli-

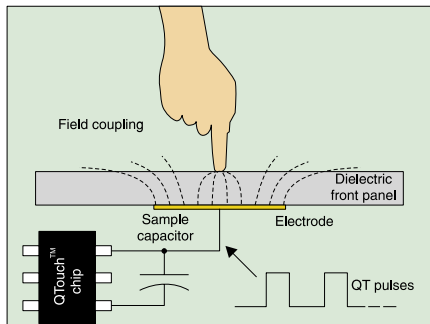
wość regulacji czułości „przycisków” klawiatury, co pozwala między innymi na korzystanie z niej także



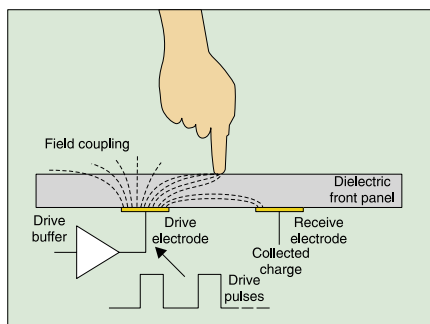
Rys. 3. Schemat klawiatury TCT z separatorem galwanicznym



Rys. 2. Zasada działania czujników TCT



Rys. 4. Działanie jednokanałowych układów QTouch



Rys. 5. Działanie wielokanałowych układów QTouch

w rękawiczkach, co ma ogromne znaczenie w aplikacjach medycznych i przemysłowych.

### AtmelTouch firmy Atmel

Historia technologii AtmelTouch jest dość sensacyjna: jej twórcą jest angielska firma Quantum Research Group, która po latach intensywnych badań wprowadziła do sprzedaży kilka rodzin scalonych kontrolerów: QTouch (do obsługi pojedynczych „przycisków” – rys. 4), QMatrix (obsługują matryce „przycisków” – rys. 5) oraz QWheel/QSlide (nastawniki obrotowe i suwakowe). Dość szybko rozwiązaniami firmy Quantum Research Group zaintereso-

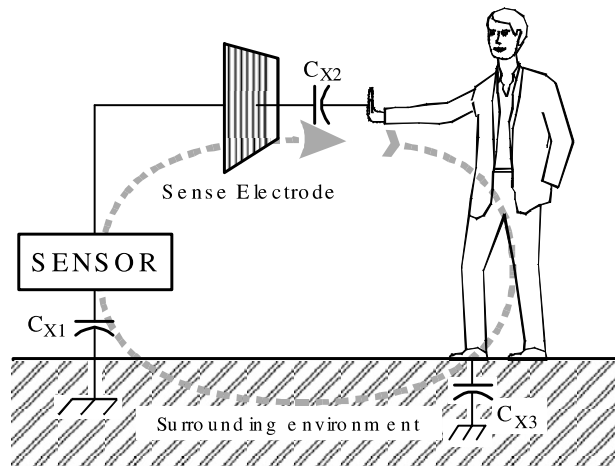
sowali się m.in. producenci sprzętu AGD (na fot. 6 pokazano panel użytkownika nowoczesnej pralki automatycznej firmy Bosch z panelem dotykowym QTouch) oraz urządzeń mobilnych, zastosowaniem technologii opracowanej przez tę firmę zainteresowało się także kilka dużych firm. Dzięki zakupowi w roku 2007 od Quantum licencji, na początku tego w ofercie STMicroelectronics znalazły się układy z rodziny QProx (trzy typy: QST104, QST108 i QST608), które – niestety nie doczekały się rynkowej premiery. Cze-

mu? Otóż 6.02.2008 Atmel ogłosił przejęcie firmy Quantum, co spowodowało, że STMicroelectronics nadało już produkowanym układom status NRND (*Not Recommended for New Design*) i z zapowiadanych na koniec roku 2007 dziesięciu typów układów nic nie wyszło...

Zasada działania czujników opracowanych przez firmę Quantum jest prosta (rys. 7): układ obsługujący klawiaturę ładuje czujnik (płytkę stanowiącą okładzinę kondensatora) o nieznannej pojemności do znanego potencjału, następnie zgromadzony ładunek jest mierzony. Zbliżenie palca do elektrody powoduje zmianę pojemności czujnika, co zmienia zgromadzony w nim ładunek i umożliwia wykrycie „wciśnięcia” przycisku.

Sposób działania układów czujnikowych 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 „wciśnięć” lub braku reakcji sterownika na zbliżenie palca do czujnika.

Na rys. 8 pokazano schemat aplikacyjny najprostszego czujnika QT110, obsługującego pojedynczy przycisk. W ofercie produkcyj-



Rys. 7. Zasada działania czujników firmy Quantum Research Group

nej firmy Quantum (Atmel) są także układy przystosowane do obsługi wielu „przycisków” (obecnie do 48 – QT60486) oraz układy obsługujące nastawniki suwakowe i obrotowe (QT411, QT511 i QT1106). Sterowniki obsługujące większą liczbę „przycisków” są wyposażone w interfejsy SPI (np. QT60168, QT60248), I<sup>2</sup>C (m.in. QT60240, QT60160), a nawet UART (np. QT60326, QT60486) – schemat aplikacyjny pokazano na rys. 9.

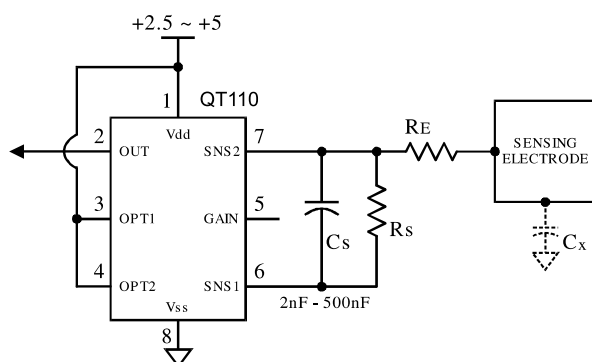
### STouch firmy STMicroelectronics

Niezbyt udany alians z firmą Quantum Research Group spowodował, że firma STMicroelectronics intensywnie zajęła się wdrażaniem nowej rodziny układów interfejsowych, w których zastosowano technologię DigiSensor opracowaną przez koreańską firmę ATLab.

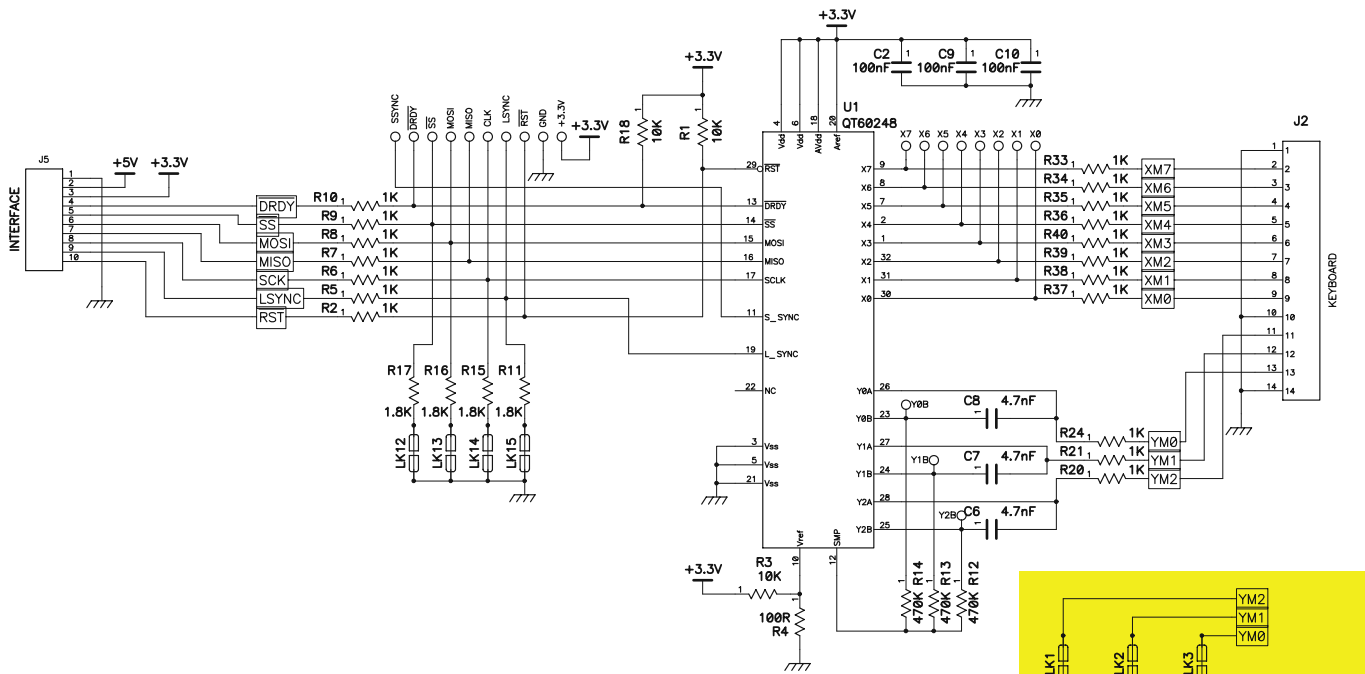
Dostępne są obecnie dwa typy układów: STMPE821 i STMPE1208S. Pierwszy z wymienionych umożliwia obsługę do 8 pojedynczych „przycisków”, drugi – 12. Obydwa układy wyposażono w interfejsy komunikacyjne I<sup>2</sup>C, za pomocą których mi-



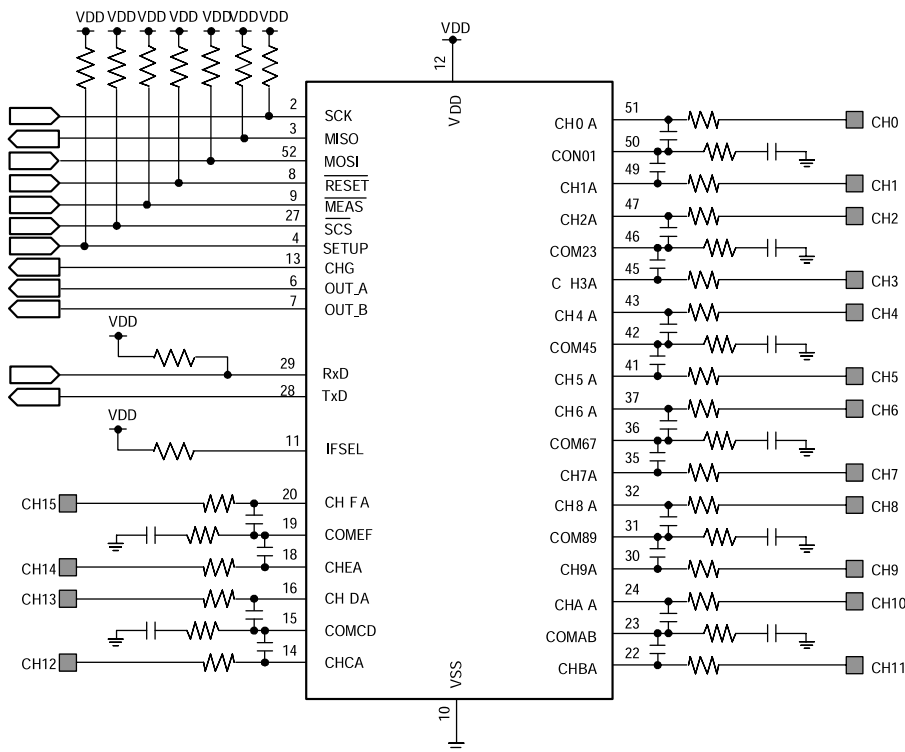
Fot. 6. Panel dotykowy pralki firmy Bosch



Rys. 8. Schemat aplikacyjny czujnika QT110



Rys. 9. Schemat aplikacyjny 24-kanalowego sterownika firmy QRG



Rys. 10. Schemat aplikacyjny układu B6TS-16

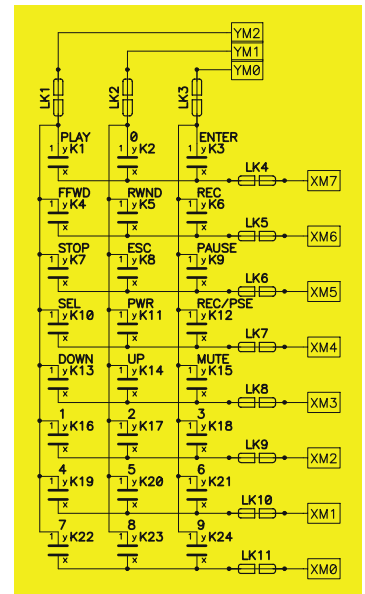
krokonترلer-host może skonfigurować układy w oczekiwany sposób, mogą one bowiem pracować także jako bardzo funkcjonalne ekspandery cyfrowych linii I/O.

### Capacitive Touch firmy Freescale

Samodzielne kontrolery klawiatur pojemnościowych oferuje także

firma Freescale, są to układy z serii MPR08x. Z otoczeniem współpracują one dzięki wbudowanemu interfejsowi I<sup>2</sup>C i mogą obsługiwać:

- nastawniki obrotowe: MPR081 (16 pozycji), MPR083 (8 pozycji),
- klawiatury: MPR082 (do 20 „przycisków”), MPR084 (do 20 „przycisków”).



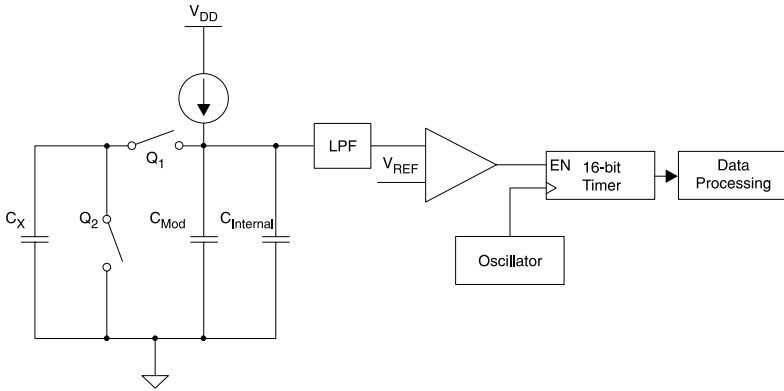
Firma Freescale zapowiada także udostępnienie specjalnych procedur programowych dla wybranych mikrokontrolerów z rodzin HCS08 i ColdFire, które będą realizować funkcję czujników pojemnościowych na standardowych liniach I/O.

### iSensors firmy Omron Components

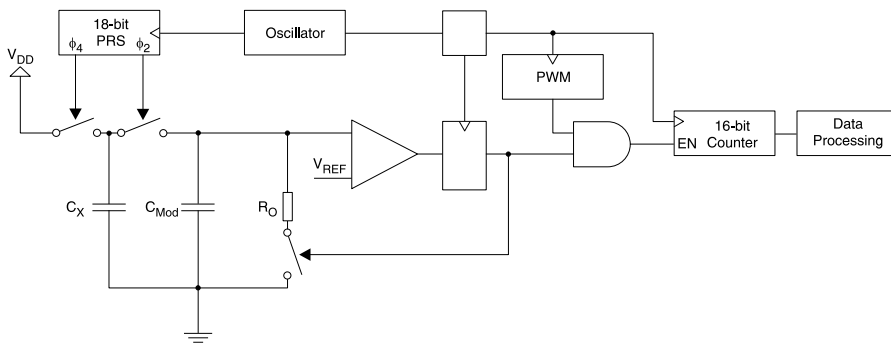
Firma Omron Components opracowała własną rodzinę sterowników klawiatur, przystosowanych do obsługi pojedynczych przycisków w liczbie:

- 4 (układ B6TS-04, obudowa SSOP20),
- 8 (układ B6TS-08, obudowa TQFP32),
- 16 (układ B6TS-16, obudowa TQFP52).

Wszystkie układy z serii B6TS wyposażono w interfejs komunikacyj-



Rys. 11. Schemat blokowy interfejsu CSA stosowanego w mikrokontrolerach PSoC



Rys. 12. Schemat blokowy interfejsu CSD stosowanego w niektórych rodzinach mikrokontrolerów PSoC

ny SPI, układ B6TS-16 wyposażono także w UART umożliwiający dwukierunkową komunikację (alternatywnie do SPI) poprzez interfejs RS232 lub RS485/422.

Producent przewidział możliwość samodzielnego modyfikowania parametrów detekcji „przyciśnięcia”, które są przechowywane w nieulotnej pamięci EEPROM, w jaką wyposażono wszystkie układy.

Zalecany przez producenta schemat aplikacyjny układu B6TS-16 przedstawiono na rys. 10. Aplikacje pozostałych układów B6TS oferowanych przez firmę Obtron są zbliżone.

### CapSense firmy Cypress

Alternatywną drogą w stosunku do dotychczas przedstawionych poszli konstruktorzy firmy Cypress. Zrezygnowali oni z opracowywania samodzielných kontrolerów klawiatur dotykowych, w specjalne interfejsy wyposażyli natomiast mikrokontrolery PSoC (*Programmable System on Chip*). Propozycja spotkała się z dobrym przyjęciem, bowiem w ciągu niecałych dwóch lat producent sprzedał ponad 2,3 mld szt. mikrokontrolerów z rodziny PSoC CapSense!

Firma oferuje dwie główne rodziny mikrokontrolerów:

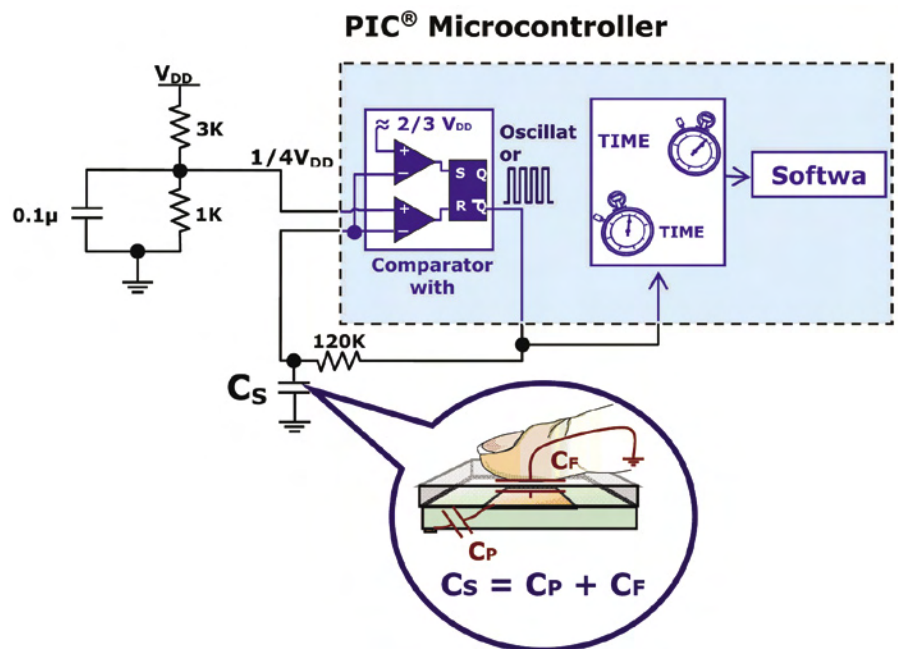
- CY8C20x34 oraz CY8C201xx, które wyposażono w system pomiarowy CSA (*Capacitance, Successive Approximation*) – rys. 11,

- CY8C21x34 oraz CY8C24x94, które wyposażono w bardziej zaawansowany system pomiarowy CSD (*Capacitance, Sigma-Delta*), który umożliwia programową kompensację zmian warunków środowiskowych – rys. 12. Producent zapewnił specjalne wsparcie programowe (także w graficznym narzędziu projektowym PSoC Express, publikujemy je na płycie CD-EP6/2008A) umożliwiające wykorzystanie możliwości oferowanych przez CSD (znane także jako CapSense Plus).

Interfejsy wbudowane w mikrokontrolery PSoC można skonfigurować do obsługi pojedynczych przycisków, nastawników suwakowych oraz obrotowych. Możliwości interfejsów CapSense mikrokontrolerów PSoC można przetestować m.in. dzięki dostępnym tanim narzędziom ewaluacyjnym (jak np. prezentowany na łamach EP PSoC FirstTouch, dostępny za około 120 zł w sklepie [http://www.kamami.pl/?id\\_prod=11620](http://www.kamami.pl/?id_prod=11620)).

### TouchSense (mTouch) firmy Microchip

Specjalizacja postępuje w elektronice bardzo szybko, ale okazuje się, że nadal są producenci stawiający na inteligentne wykorzystywanie standardowych podzespołów.



Rys. 13. Ilustracja zasady działania czujników pojemnościowych mTouch firmy Microchip



Fot. 14. Zestaw uruchomieniowy PICDEM TouchSense 1

Microchip zaferował bowiem bezpłatne oprogramowanie, które zamienia linie I/O mikrokontrolerów w czujniki pojemnościowe. Ideę funkcjonowania interfejsu pokazano na rys. 13.

Producent przygotował zestaw uruchomieniowy (PICDEM TouchSense 1, fot. 14) wykonany na mikrokontrolerach: PIC16F677 (obsługuje kursory) oraz PIC16F877 (obsługuje klawiaturę matrycową i suwak), ale udostępnione oprogramowanie funkcjonuje poprawnie na wszystkich innych mikrokontrolerach wyposażonych w timer oraz komparator analogowy (czyli począwszy od ultraminiatury mikrokontrolerów PIC10F204/206).

### CapTouchPad firmy ELAN

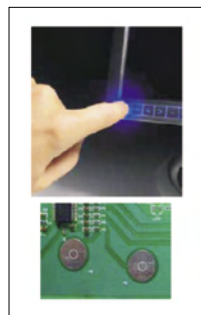
Elan Microelectronics jest firmą stosunkowo mało znaną na rynku popularnym, ale dobrze zorientowaną w rynkowych trendach. Dlatego w ubiegłym roku w jej ofercie produkcyjnej znalazły się kontrolery klawiatur pojemnościowych przystosowanych do obsługi:

- pojedynczych „przycisków”, „suwaków” i nastawników obrotowych (eKT8120/30, eKT8122, eKT8150), obsługujące od 13 do 31 pól,
- dwuwymiarowych pól czujnikowych, przypominających ekrany dotykowe przystosowane do detekcji dwóch jednoczesnych „przyciśnięć” (eBT8210),



Rozwiązania techniczne Masters, w zakresie dotykowych czujników pojemnościowych, docelowo umożliwiają zastąpienie, zewnętrznych klawiatur membranowych, gumowych i innych przycisków dotykowych, dedykowanym elementem półprzewodnikowym.

### warianty zastosowań



QTouch



Qmatrix



QSlide/QWheel

### przykładowe zastosowania w aplikacjach:

<b>QTouch</b>	piloty tv/ monitory, odtwarzacze MP3/PMP, urządzenia audio, komputery, telefony
<b>Qmatrix</b>	kontrolery urządzeń, ekrany dotykowe, telefony komórkowe, odtwarzacze MP3/PMP
<b>QSlide/QWheel</b>	kontrolery urządzeń, regulacja oświetlenia, telefony komórkowe, odtwarzacze MP3/PMP

### Rodzina produktów QST



### MASTERS SPÓŁKA Z O.O.

#### ODDZIAŁ KATOWICE

ul. Modelarska 12  
40-142 Katowice  
tel. +32-258-33-21,  
tel. +32-258-33-23  
tel. +32-258-35-77  
fax +32-258-35-77

#### CENTRALA

ul. Objazdowa 5b  
83-010 Straszyn k. Gdańska  
tel. +58-691-0-691  
fax +58-69- 0-692  
e-mail: masters@masters.com.pl  
[www.masters.com.pl](http://www.masters.com.pl)

- ekranów dotykowych, przystosowanych do detekcji wielu jednoczesnych „przyciśnieć” (eBI8231/8250/51/56 - przystosowane do różnych przekątnych pól czujnikowych o rozdzielczości od 256x576 do 896x448 punktów).

Wymienione układy, w zależności od wersji, są wyposażone w interfejsy komunikacyjne: PS/2, USB, UART, SPI, I<sup>2</sup>C, a także standardowe linie I/O.

Układy „dwuwymiarowe” mogą raportować zmiany w skali względnej lub bezwzględnej, co ułatwia programową obsługę różnych aplikacji. Układy eKT8120/30, eKT8122 oraz eKT8150 są dostępne w obudowach QFN40 i (eKT8130AQ) LQFP64, informacje o pozostałych nie są obecnie dostępne.



**Podsumowanie**

Układy przedstawione w artykule należą do dzisiejszej czołówki i są na tyle sprawdzone, że - przy założeniu stosowania zaleceń aplikacyjnych producentów - gwarantują stabilną pracę. Układy przedstawione w artykule są dostępne w firmach

dystrybucyjnych w naszym kraju, z ich dostępnością nie powinno być problemu.

Warto wziąć pod uwagę, że jest to dopiero początek „dotykowej” rewolucji, można się więc spodziewać, że nowe generacje sterowników klawiatur dotykowych będą oferowały coraz więcej i oczywiście za... coraz mniej. Nie powinniśmy jednak czekać: technologia nie stoi w miejscu, a doświadczenia warto zbierać na bieżąco.

Moment startu jest wprost wymarzony!

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

R E K L A M M A

**x3 CD**  
 Wydanie specjalne 1/2008  
 Programy narzędziowe | Przykładowe aplikacje | Dokumentacje | Katalogi | Oferty i Prezentacje

**ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA plus**  
 Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów

**MicroSmart Pentra - PLC otwarty na przyszłość** sprzęt

**Kinco - generacja Jutra** sprzęt

**Nowoczesne struktury i pamięci danych ze „Światła” IT w przemysłowych PLC** programowanie

**CP1L - nowy miniaturowy sterownik firmy Omron** sprzęt

**Sterowniki PLC do małych systemów sterowania** sprzęt

**Komunikacja sterownika Simatic S7-200 z wykorzystaniem protokołu Modbus RTU** aplikacje

**System Bus Terminal firmy Beckhoff** sprzęt

**Panel operatorski HMI Vision350** sprzęt

**MiniPLC - przegląd oferty rynkowej** sprzęt

**Need - mamy coś do powiedzenia** sprzęt

Cena 26,00 zł (w tym 0% vat)  
 Nakład: 14 000 egz.

9 771896 268087

**ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA plus**

Oto piąte już wydanie Elektroniki Praktycznej Plus - nieregularnika, którego każdy numer poświęcony jest w całości konkretnej tematyce (poprzednie dotyczyły mikrokontrolerów ARM, technologii M2M, wyświetlaczy i paneli HMI oraz diod PowerLED). EP+ MiniPLC jest poświęcona urządzeniom automatyki - sterownikom logicznym. Przedstawiamy możliwości małych i średnich urządzeń tego typu, dostępnych na rynku, osprzęt ułatwiający ich aplikowanie, oprogramowanie narzędziowe, a także stosowane w praktyce moduły rozszerzeń. W magazynie MiniPLC znajdują się trzy płyty CD, na których - poza materiałami technicznymi, związanymi z tematyką wydania, przygotowanymi przez redakcję - są także materiały nadesłane przez firmy, np. oprogramowanie, katalogi, filmy, prezentacje.

**JUŻ W SPRZEDAŻY**

**www.sklep.avt.pl**