



Świat dotyku: półprzewodnikowy sposób na touch panele

**TEMAT
NUMERU**

Rezystancyjne touch panele naklejane na powierzchnię wyświetlaczy przestały onieśmielać konstruktorów urządzeń elektronicznych, tworząc wygodną alternatywę dla klasycznych klawiatur stykowych, potencjometrów, nastawników i przełączników obrotowych. Dostępność coraz tańszych wyświetlaczy wyposażonych w ekrany dotykowe rodzi także problemy, z którymi można sobie wygodnie poradzić stosując nowoczesne, wyspecjalizowane układy scalone.

Spośród wielu sposobów odczytu pozycji palca lub innego wskaźnika przyłożonego do wyświetlacza (pojemnościowe, mikrofalowe, wykorzystujące podczerwień lub falę powierzchniową) największą obecnie popularnością cieszą się metody polegające na pomiarze rezystancji w punkcie przyłożenia przezroczystych nakładek na ekrany (touch panele). Współczesne touch panele rezystancyjne są dostępne w wielu konfiguracjach, różniących się między sobą przede wszystkim liczbą przewodów wyprowadzonych z powierzchni rezystan-

cyjnych. W wyświetlaczach o niewielkich wymiarach (do 8...10 cali) są zazwyczaj stosowane touch-panele 4-przewodowe, których budowę pokazano na **rysunku 1**. W **tabeli 1** zestawiono najważniejsze cechy touch-panele o różnej liczbie przewodów.

Touch-panel jest naklejany lub nakładany na wyświetlacz LCD i jest zbudowany z dwóch rozdzielonych warstw folii z nałożoną na całej powierzchni warstwą rezystancyjną. W chwili naciśnięcia zewnętrznej folii za pomocą palca lub specjalnego piórka folie stykają się ze sobą, tworząc

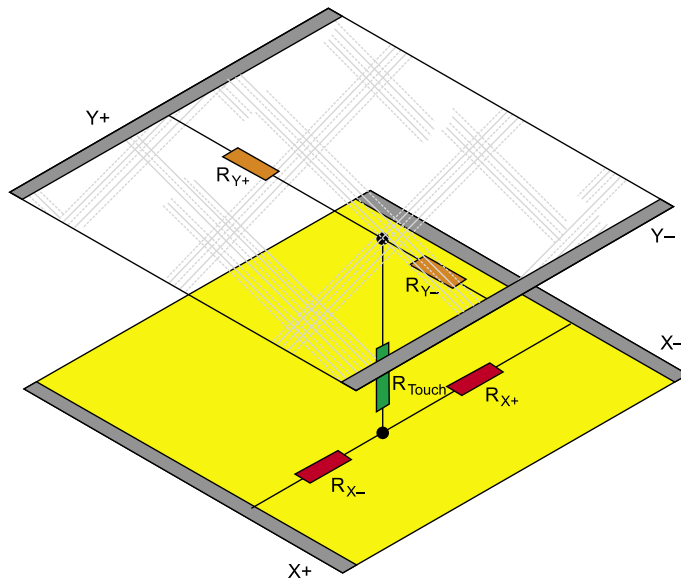
Dodatkowe materiały na CD i FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 17855, pass: 4s406qj2

dwa dzielniki napięcia referencyjnego, zwarte ze sobą poprzez rezystancję styku folii (spora liczba scalonych kontrolerów umożliwia pomiar rezystancji styku, czyli siły naciśnięcia na powierzchnię). Typowe wartości rezystancji liniowo widzianych rezystorów dzielnikowych wynoszą od 180 do ok. 920 Ω , a trwałość mechaniczna touch-panele jest zazwyczaj nie mniejsza niż 1 mln uderzeń piórka, a są producenci obiecujący trwałość do nawet 35 mln uderzeń.

Podczas dobierania touch panelu do projektowanego urządzenia warto wziąć pod uwagę (i wliczyć – co oczywiste – w jego koszt) gwarantowaną przez producenta liniowość rozkładu rezystancji na powierzchni folii oraz stabilność termiczną masy rezystancyjnej, które to cechy

Tab. 1. Zestawienie podstawowych cech touch-paneli o różnej liczbie przewodów (za www.microchip.com)

Cecha	4-przewodowe	5-przewodowe	8-przewodowe
Liniowość	Bardzo dobra	Słaba	Bardzo dobra
Moc zasilania	Mała	Średnia	Mała
Stabilność termiczna	Słaba	Słaba	Możliwa autokompensacja
Trwałość	Średnia	Duża	Średnia
Cena	Niska	Średnia	Średnia
Liczba dostawców	Wielu	Wielu	Bardzo niewielu



Rys. 1. Budowa typowego touch panelu 4-przewodowego



mają fundamentalne znaczenie dla komfortu pisania oprogramowania dla urządzenia i jego późniejszej eksploatacji.

Obsługa 4-przewodowych *touch-paneli* nie jest skomplikowana, polega bowiem na pomiarze napięć na przemiennie zasilanych rezystorach w osiach X i Y, do czego w zupełności wystarczy układ pokazany na **rysunku 2**. Napięcia można mierzyć za

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



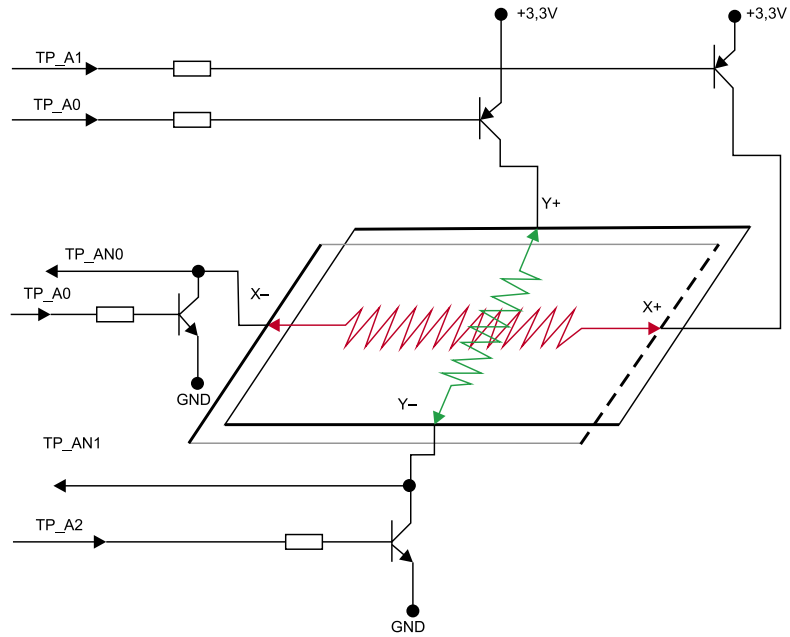
01-013 Warszawa, ul. Kacza 6A
tel. (022) 862 75 00, fax (022) 862 75 01
e-mail: info@gamma.pl

www.gamma.pl

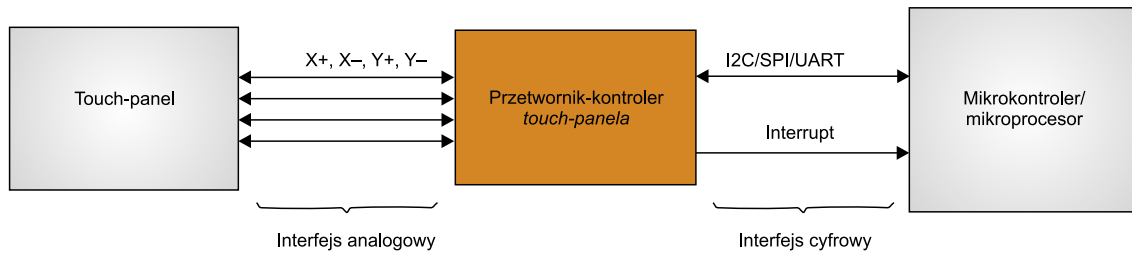
AMPIRE

pomocą przetwornika wbudowanego w mikrokontroler obsługujący *touch-panel* lub zastosować wyspecjalizowany, wielokanałowy przetwornik A/C o dużej rozdzielczości (do 12 bitów), który zajmie się nie tylko odpowiednim sterowaniem rezystorów i odczytem wyników pomiarów, ale może także wykrywać pęknięcia piórka w ekran, obliczać współrzędne naciśniętego punktu, kompensować wpływ zmian temperatury otoczenia na wyniki odczytów, wspomagać procedury kalibrowania *touch-panelu* z matrycą LCD, a także sterować elektromagnetycznym lub piezoelektrycznym wibratorem, który realizuje funkcję mechanicznego sprzężenia zwrotnego dla ręki użytkownika (tzw. *haptic driver*).

Ponieważ zastosowanie wyspecjalizowanych przetworników obsługujących *touch-panele* (kontrolerów) jest rozwiązaniem zdecydowanie najprostszym i najmniej pracochłonnym, w dalszej części artykułu przedstawiamy przegląd wybra-



Rys. 2. Jeden z najprostszych systemów zasilania 4-przewodowego *touch-panelu* w konfiguracji pomiarowej

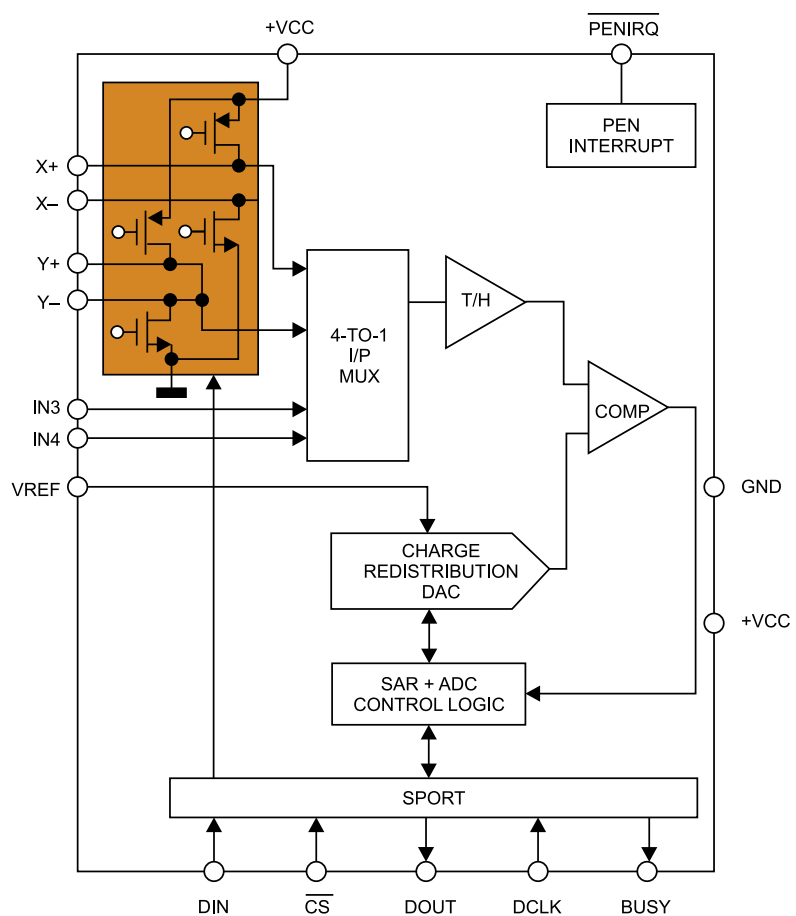


Rys. 3. Schemat blokowy systemu obsługującego *touch-panel* w konfiguracji z zastosowaniem wyspecjalizowanego kontrolera

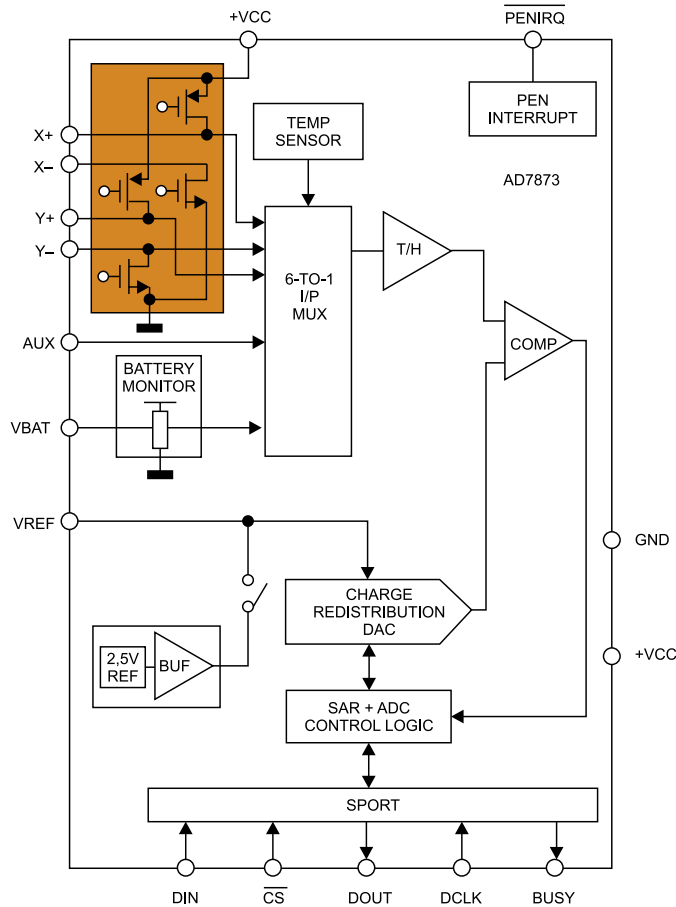
nych typów takich układów. Na **rysunku 3** pokazano schemat kompletnego systemu obsługującego *touch-panel* w konfiguracji z zastosowaniem wyspecjalizowanego kontrolera.

Przegląd wybranych typów kontrolerów *touch-panele*

Podstawową i najczęściej spotykaną na rynku grupą scalonych kontrolerów *touch-panele* są wielokanałowe przetworniki A/C, wyposażone w specyficzne obwody wejściowe dostosowane (poprzez użycie źródeł prądowych lub włączanych rezystorów) do zasilania rezystorów pomiarowych współpracującego *touch-panelu*, jak pokazano na **rysunku 4** (AD7843 produkowany przez Analog Devices). Układy tego typu – ze względu na prostotę budowy – są często nazywane *digitizerami*, ich dodatkowym wyposażeniem jest tylko detektor dotknięcia ekranu. Układy tego typu produkuje wielu producentów (m.in. Maxim – MXB7843, TI – ADS7843 itp.), podobnie dużą popularnością cieszą się nieco bardziej zaawansowane wersje tych układów wyposażone w wewnętrzne precyzyjne źródła napięć odniesienia, czujniki temperatury otoczenia czy system pomiaru napięcia zasilającego – jak na przykład AD7873



Rys. 4. Schemat blokowy układu AD7843 firmy Analog Devices



Rys. 5. Schemat blokowy układu AD7873 firmy Analog Devices



(rysunek 5) i układy do niego funkcjonalnie podobne (AK4182, ADS7846, TSC2000, MXB7846).

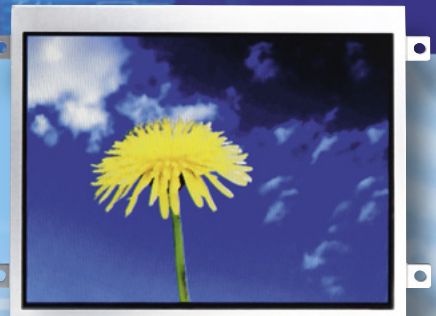
Podobne do przedstawionych – pod względem budowy blokowej – układy TSC2003, TSC2004...6, TSC2008, TSC2014, TSC2017, TSC2046, AK4183 (mało u nas znanej firmy Asahi Kasei), MAX11800...803 – wyposażono z kolei w system pomiaru siły nacisku na *touch-panel*, co jest szczególnie przydatne w bardziej zaawansowanych urządzeniach.

Kolejną podgrupą funkcjonalną wśród dostępnych na rynku kontrolerów *touch-paneli* są układy, w których zintegrowano dodatkowo ekspandy portów GPIO, jak np. STMPE610 (rysunek 6), STMPE811 czy

R E K L A M A

UNI SYSTEM

IMPORTER CZĘŚCI ELEKTRONICZNYCH



Oferta firmy UNISYSTEM zawiera m.in.:

- pełną gamę wyświetlaczy LCD
- wyświetlacze TFT kolorowe
- wyświetlacze OLED
- wyświetlacze pod projekt klienta
- panele dotykowe

Duży wybór LCD – magazyn

www.unisystem.pl

UNISYSTEM - dystrybutor firmy WINSTAR w Polsce

ul. Grunwaldzka 212, 80-266 Gdańsk, tel. (+48 58) 76 15 420, fax (+48 58) 553 29 68, biuro@unisystem.pl

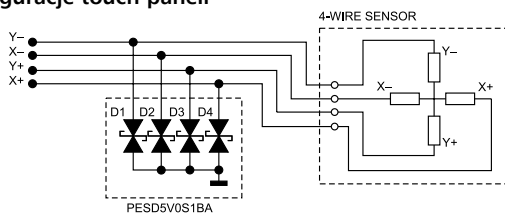
Tab. 2. Zestawienie podstawowych cech funkcjonalnych wybranych scalonych kontrolerów touch-paneli

Typ	Producent	4-/5-/8-w	SPI/I2C/UART	Rozdzielczość A/C [b/kHz]	PWM	C/A	GPIO	Obsługa gestur	Detektor dotknięcia TP	Kontroler klawiatury	Czujnik temperatury	Pomiar napięcia baterii	Steerownik haptic	Kompletne tory audio	Pomiar siły nacisku na TP
AD7843	Analog Devices	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
AD7873	Analog Devices	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
AD7877	Analog Devices	+/-/-	+/-/-	12/125	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+
AD7879	Analog Devices	+/-/-	+/-/+	12/105	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+
AD7889	Analog Devices	+/-/-	+/-/+	12/105	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+
ADS7843	TI	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
ADS7845	TI	-/+/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
ADS7846	TI	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-
AK4181	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
AK4182	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
AK4183	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	-/+/-	12/125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
AK4184	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	+/-/-	12/125	+	-	+(8)	-	+	+(6x5)	-	-	-	-	+
AK4185	Akashi Kasei (AKM)	+/-/+	+/-/-	12/300	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
AK4186	Akashi Kasei (AKM)	+/-/+	-/+/-	12/22,2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
AK4187	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	-/+/-	12/22,2	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
AK4650	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	+/-/-	12/105	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
AK4673	Akashi Kasei (AKM)	+/-/-	-/+/-	12/105	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
AR1010	Microchip	+/-/+	-/+	10/b.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AR1020	Microchip	+/-/+	+/-/+	10/b.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LM8300	National Semiconductor	+/-/-	-/+	10/b.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LM8500	National Semiconductor	+/-/-	-/+	10/b.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAX11800	Maxim	+/-/-	+/-/-	12/34,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MAX11801	Maxim	+/-/-	-/+/-	12/34,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MAX11802	Maxim	+/-/-	+/-/-	12/34,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MAX11803	Maxim	+/-/-	-/+/-	12/34,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MAX11811	Maxim	+/-/-	-/+/-	12/b.d.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MAX1233	Maxim	+/-/-	+/-/-	12/50	-	+	+	-	+	+(4x4)	+	+	-	-	+
MAX1234	Maxim	+/-/-	+/-/-	12/50	-	+	+	-	+	+(4x4)	+	+	-	-	+
MXB7843	Maxim	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
MXB7846	Maxim	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
STM32TS60	ST	Matrycowe TP	+/-/+/-/+ USB	12/0,125	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+

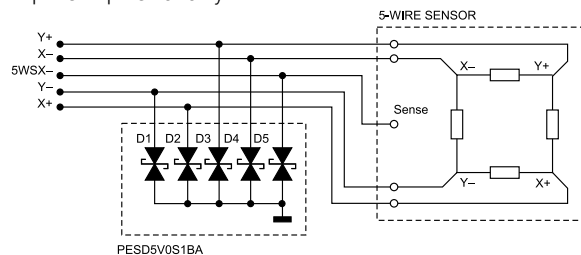
Tab. 2. cd.

Typ	Producent	4-/5-/8-w	SPI/I2C/UART	Rozdzielczość A/C [b/kHz]	PWM	C/A	GPIO	Obsługa gestur	Detektor dotknięcia TP	Kontroler klawiatury	Czujnik temperatury	Pomiar napięcia baterii	Steerownik haptic	Kompletne tory audio	Pomiary nacisku na TP
STMPE610	ST	+/-/-	+/-/-	12/b.d.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
STMPE811	ST	+/-/-	+/-/-	12/b.d.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
STMPE812	ST	+/-/-	+/-/-	12/b.d.	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+
TSC2000	TI	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
TSC2003	TI	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
TSC2004	TI	+/-/-	+/-/-	12/8,2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
TSC2005	TI	+/-/-	+/-/-	12/8,2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
TSC2006	TI	+/-/-	+/-/-	12/8,2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
TSC2008	TI	+/-/-	+/-/-	12/8,2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
TSC2014	TI	+/-/-	+/-/-	12/8,2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
TSC2017	TI	+/-/-	+/-/-	12/8,2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
TSC2020	TI	+/-/-	+/-/-	12/100	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	+	b.d.	+	+	-	-	+
TSC2046	TI	+/-/-	+/-/-	12/125	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+

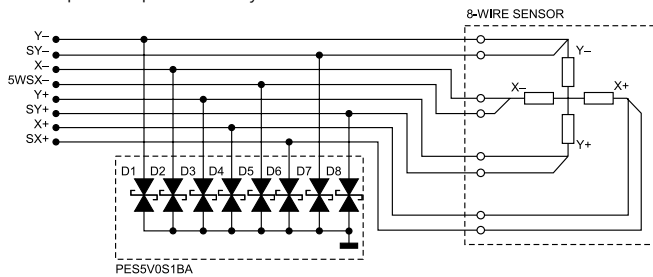
Konfiguracje touch-panele



Touch-panel 4-przewodowy



Touch-panel 5-przewodowy



Touch-panel 8-przewodowy

podobny konstrukcyjnie STMPE812, który dodatkowo wyposażono w konfigurowany generator PWM. Opracowany przez firmę Asahi Kasei układ AK4184 (rysunek 7) oprócz standardowych linii GPIO wyposażono w kompletny kontroler klawiatury matrycowej o organizacji 5x6 (obsługuje łącznie do 30 przycisków). Spotykane są także kontrolery wyposażone w przetworniki C/A z wyjściami napięciowymi, za pomocą których można regulować kontrast LCD lub używać ich do innych celów. Przykładem kontrolerów wyposażonych w wewnętrzne przetworniki C/A są opracowane przez firmę Maxim układy MAX1233 i MX1234 (rysunek 8) czy AD7877, wyposażony dodatkowo w sekwencer automatyzujący wykonywane pomiary w trybie autonomicznym.

R E K L A M A

kompleksowe rozwiązania dla elektroniki

klawiatury • idealnie dopasowane

technologie • dodatkowa funkcjonalność

obudowy • katalogowe, indywidualne

www.lcel.com.pl

LC Elektronik ul. Pułkowska 58, 01-969 Warszawa
tel.(22) 569 53 00 fax (22) 569 53 10 e-mail: lcel@lcel.com.pl

- SPeDO
- ffc
- backlight
- silicon
- stk
- membrane
- pcb
- emi/rfi
- duraswitch
- touch panel

R E K L A M A

LCD-TFT Z PANELEM DOTYKOWYM I KONTROLEREM PAMIĘCI OBRAZU

LCD W TECHNOLOGII Chip On Glass SUPER KONTRAST

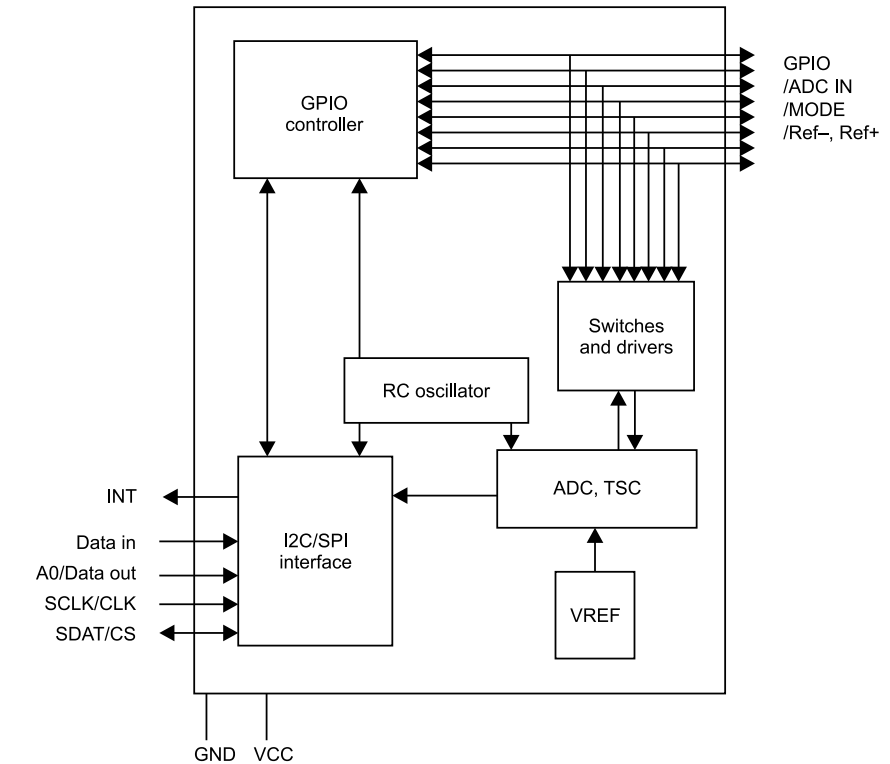
240x128 FFSTN 60-90Hz
WHITE BACKLIGHT
EXTENDED TEMPERATURE
DOUBLE FSTN TECHNOLOGY
UC1698

AV-DISPLAY biuro@artronic.pl 58 668 57 83...84

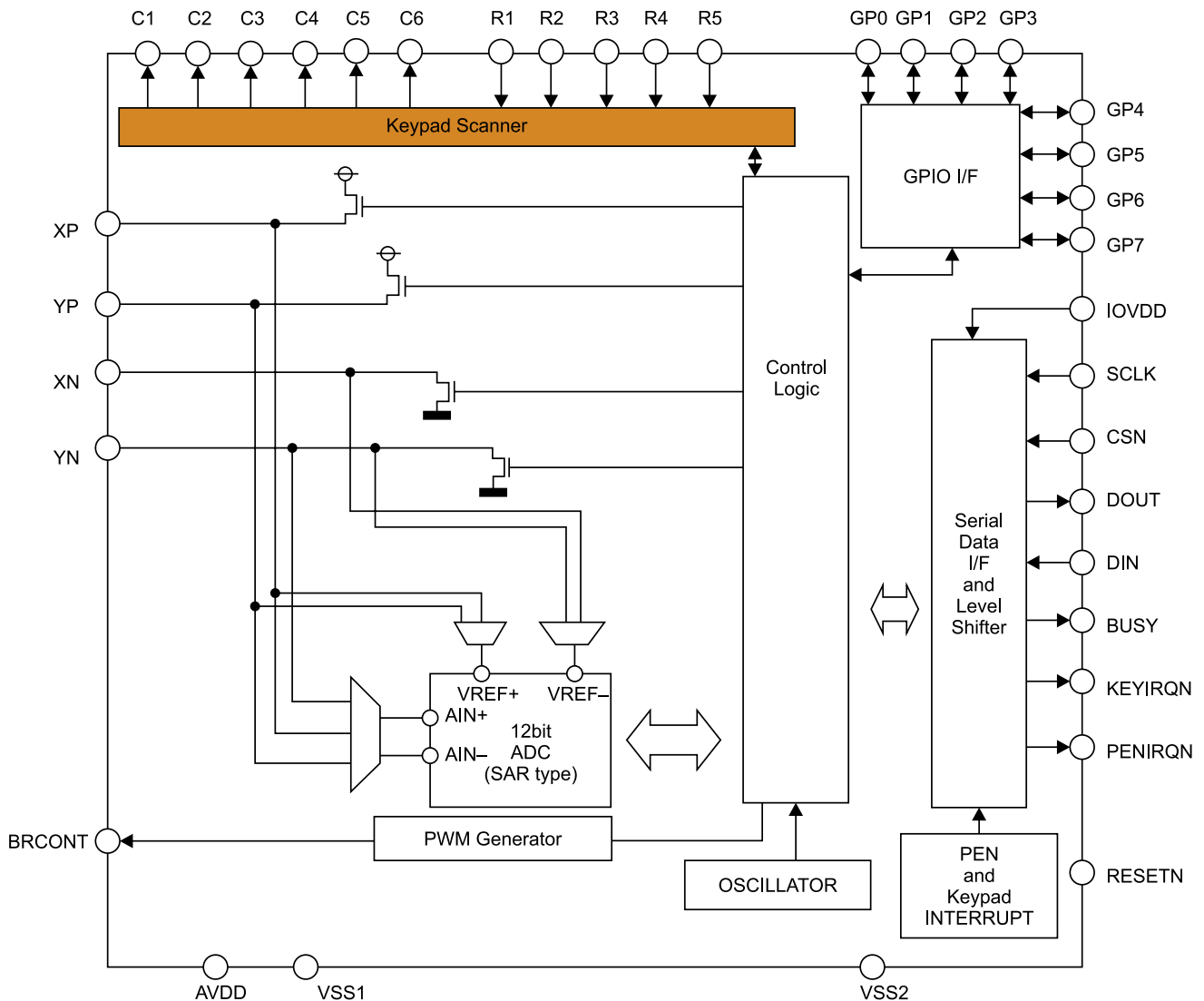
Ze względu na dużą popularność *touch-paneli* 4-przewodowych większość scalonych kontrolerów jest przystosowana do obsługi wyłącznie takich konfiguracji. Są jednak wyjątki – na przykład układ ADS7845 ma tor wejściowy przystosowany do obsługi *touch-paneli* 5-przewodowych, układy AK4185, AK4186 są przystosowane do obsługi paneli 4- i 5-przewodowych, a najbardziej uniwersalne układy AR1010 i AR1020 są przystosowane do współpracy z *touch-panelami* 4-/5- i 8-przewodowymi.

W ofercie firmy Maxim pojawiły się z kolei układy obsługujące wraz z *touch-panelem* coraz bardziej popularne siłowniki (elektromagnetyczne lub piezoelektryczne) wytwarzające drgania mechaniczne spełniające rolę sprzężenia zwrotnego dla użytkownika, który może poczuć ręką reakcję obsługiwanego urządzenia. Mechanizm ten jest określany mianem *haptic driver*, wyposażono w niego układy MAX11811 (i MAX11810, które producent szybko wycofał ze swojej oferty).

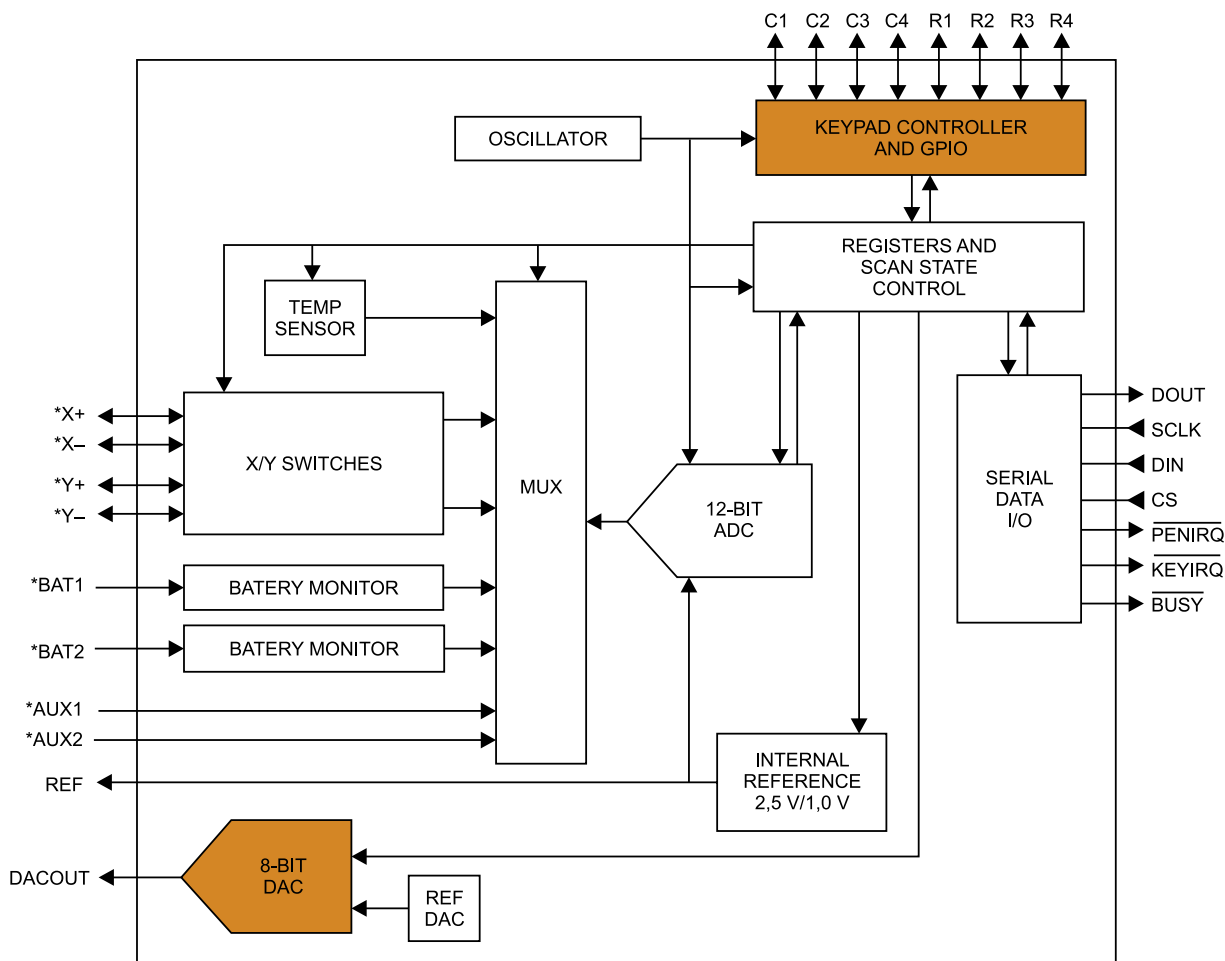
Skrajnym pod względem wyposażenia przykładem kontrolera *touch-panelu* są układy AK4650 i AK4673, w których sam



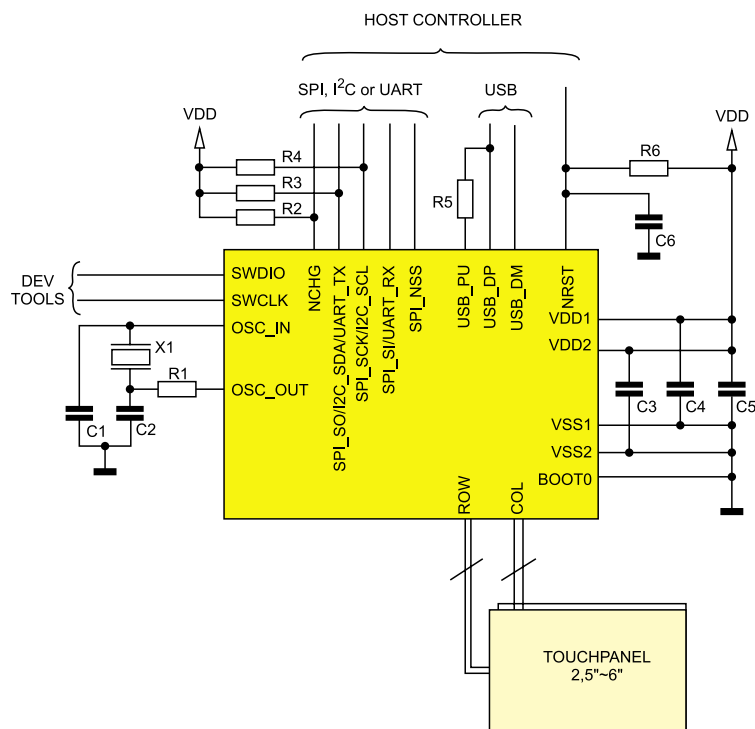
Rys. 6. Schemat blokowy układu STMPE610 firmy STMicroelectronics



Rys. 7. Kontroler touch-panelu AK4184 firmy Asahi Kasei wyposażono m.in. w autonomiczny moduł obsługi 30-przyciskowej klawiatury matrycowej



Rys. 8. Układy MAX1233 i MAX1234 wyposażono m.in. w wewnętrzne przetworniki C/A



Rys. 9. Uproszczony schemat aplikacyjny kontrolera STM32TS60

kontroler jest niewielką „przystawką” do kompletnego systemu cyfrowego audio, co pozwala traktować te układy jako kompleksowe „chipsety” znane dobrze z komputerów PC.

Układy prezentowane w artykule komunikują się z otoczeniem zazwyczaj za pomocą synchronicznych interfejsów szeregowych SPI lub I²C, w niektórych przypadkach użytkownik może samodzielnie wybrać

jeden z tych dwóch interfejsów. Jedynie układy LM8300, LM8500 i AR1010 wyposażono w asynchroniczne interfejsy szeregowy UART, który wraz z dodatkowym USB jest dostępny także w specyficznym kontrolerze *touch-panele* segmentowych STM32TS60 (rysunek 9).

Podsumowanie

Przedstawione w artykule układy ilustrują podstawowe możliwości scalonych kontrolerów *touch-panele* dostępnych na rynku. Szeroki zasób oferowanych przez nie możliwości wyczerpuje w znacznym stopniu wymogi stawiane tego typu układom, w coraz większym stopniu upraszczając pracę programistom i konstruktorom. Warto zwrócić uwagę na fakt, że coraz większa liczba mikroprocesorów dostępnych na rynku jest wyposażana przez producentów w wewnętrzne kontrolery *touch-panele*, których możliwości w wielu przypadkach przewyższają oferowane przez rozwiązania standardowe. Musimy jeszcze poczekać na obniżenie cen wyświetlaczy TFT wyposażonych w TP do „chińskich” poziomów, co umożliwi tak powszechne ich stosowanie jak wyświetlaczy alfanumerycznych.

Andrzej Gawryluk, EP