

Obsługa rezystancyjnych paneli dotykowych w systemach mikroprocesorowych

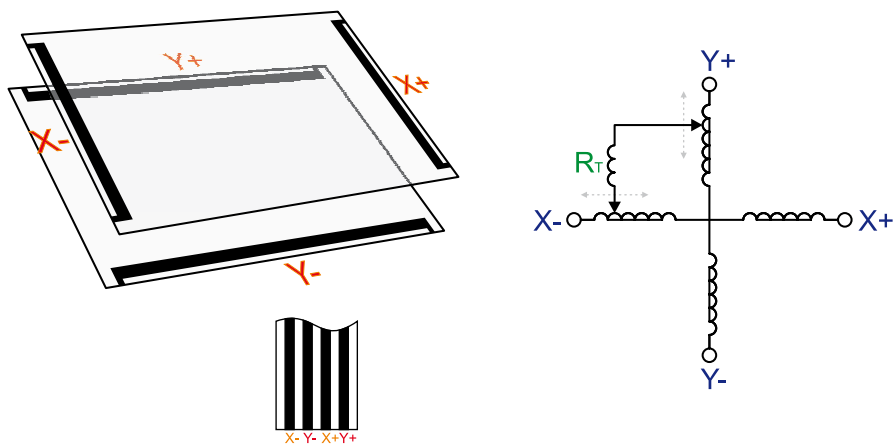
Panele dotykowe to przyszłość. Dziś, chyba już nikt nie ma wątpliwości, co do słuszności tego stwierdzenia, wszak stawiają one na zupełnie nowej płaszczyźnie interakcję urządzenia z użytkownikiem. W tej chwili trudno już sobie wyobrazić nowoczesny system nawigacji satelitarnej, współczesny telefon komórkowy czy też mały, przenośny komputer bez tego cennego wynalazku, a skoro taki jest kierunek rozwoju współczesnej elektroniki użytkowej, czemu nie skorzystać z możliwości, jakie daje nam ten prosty a zarazem genialny element, tym bardziej, iż jest on w zasięgu możliwości finansowych i technicznych także elektroników amatorów.

Generalnie, pomijając dość egzotyczne rozwiązania, panele dotykowe wykonane są jako panele rezystancyjne lub pojemnościowe, co determinuje sposób ich obsługi. W tym artykule opiszę najprostszy a zarazem najtańszy, 4-przewodowy panel rezystancyjny. Dla porządku należy wspomnieć, iż nawet panele rezystancyjne produkowane są w kilku wykonaniach, różniących się sposobem ich obsługi, gdyż można spotkać panele rezystancyjne 5-, 6-, 7- oraz 8-przewodowe, które różnią się przede wszystkim możliwością do osiągnięcia rozdzielczością odczytu.

Wybór 4-przewodowego panelu rezystancyjnego podyktowany był łatwością obsługi, dostępnością, a także ceną. Oczywiście, istnieją gotowe układy scalonych kontrolerów paneli dotykowych (choćby w ofercie firmy Texas Instruments), lecz rezystancyjny panel dotykowy może być obsługiwany za pomocą pierwszego, lepszego mikrokontrolera wyposażonego w przetwornik A/C.

W dużym uproszczeniu, panel dotykowy zbudowany jest z dwóch, przezroczystych folii rezystancyjnych (jako medium rezystancyjne używany jest tlenek cynkowo-indowy) umieszczonych jedna nad drugą, przedzielonych odpowiednio przygotowanym dielektrykiem i naklejonych na płytce szklanej niewielkiej grubości, którą to najczęściej umieszcza się na wyświetlaczu LCD. Każda

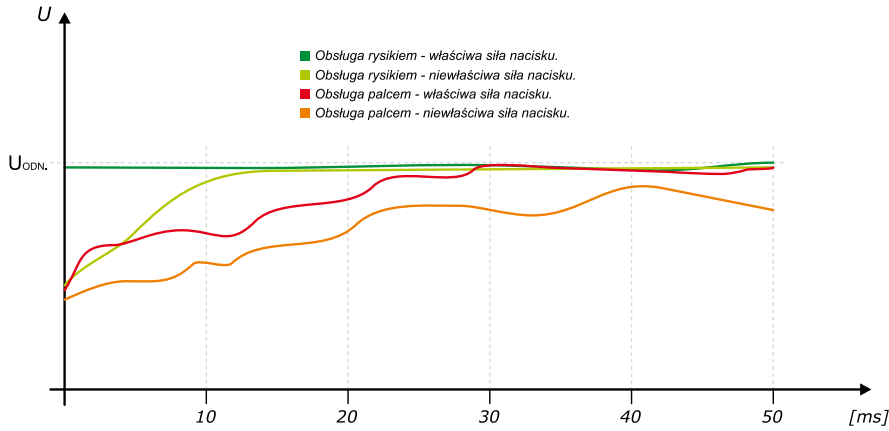
z tych folii ma umieszczone na brzegach elektrody, przy czym na jednej z folii umieszczone są one wzdłuż osi X, a na drugiej wzdłuż osi Y. Wspomniany dielektryk wykonany jest w taki sposób, aby po miejscowym przyścisnięciu panelu nastąpiło elektryczne połączenie warstw obu folii w miejscu nacisku. W ten sposób powstaje prosty dzielnik rezystancyjny, który odpowiednio spolaryzowany pozwala na odczyt położenia miejsca styku. Poglądowy rysunek budowy panelu rezystancyjnego wraz ze schematem funkcjonalnym przedstawiono na rysunku **rys. 1**.



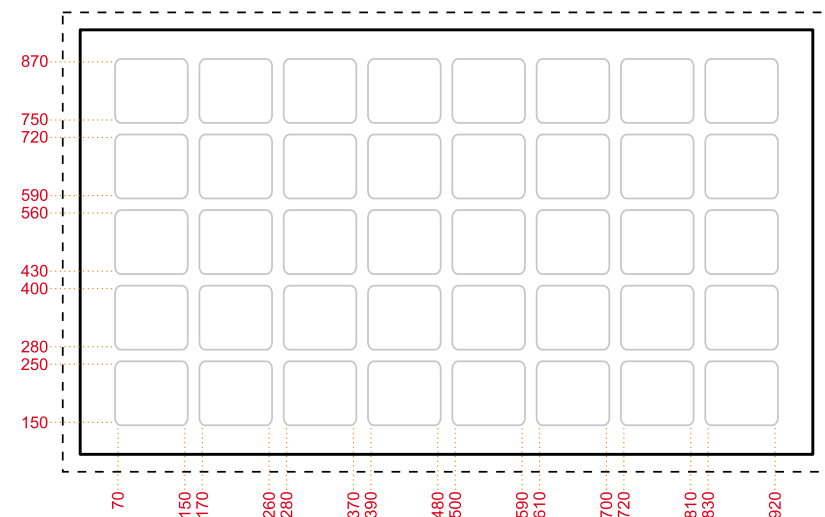
Rys. 1. Poglądowy rysunek budowy panelu rezystancyjnego, widok złącza oraz schemat funkcjonalny

Modelem panelu rezystancyjnego może być układ dwóch potencjometrów, których ślizgacze połączone są ze sobą w miejscu odpowiadającym zwarceniu płaszczyzn (miejscu temu odpowiadają położenia ślizgaczy), z uwzględnieniem niewielkiej rezystancji styku R_T . Z analizy tego schematu ideowego nasuwa się prosta metoda na wyznaczenie szukanych parametrów położenia polegająca na pomiarze spadków napięć na powstałym dzielniku rezystancyjnym, oddzielnie dla osi X i Y. Jest to równoważne położeniu miejsca styku obu folii. Wystarczy jedną z osi spolaryzować napięciem stałym i na jednym z zacisków drugiej osi odczytać zmierzony spadek napięcia, a następnie dokonać takiego samego pomiaru w sytuacji odwrotnej.

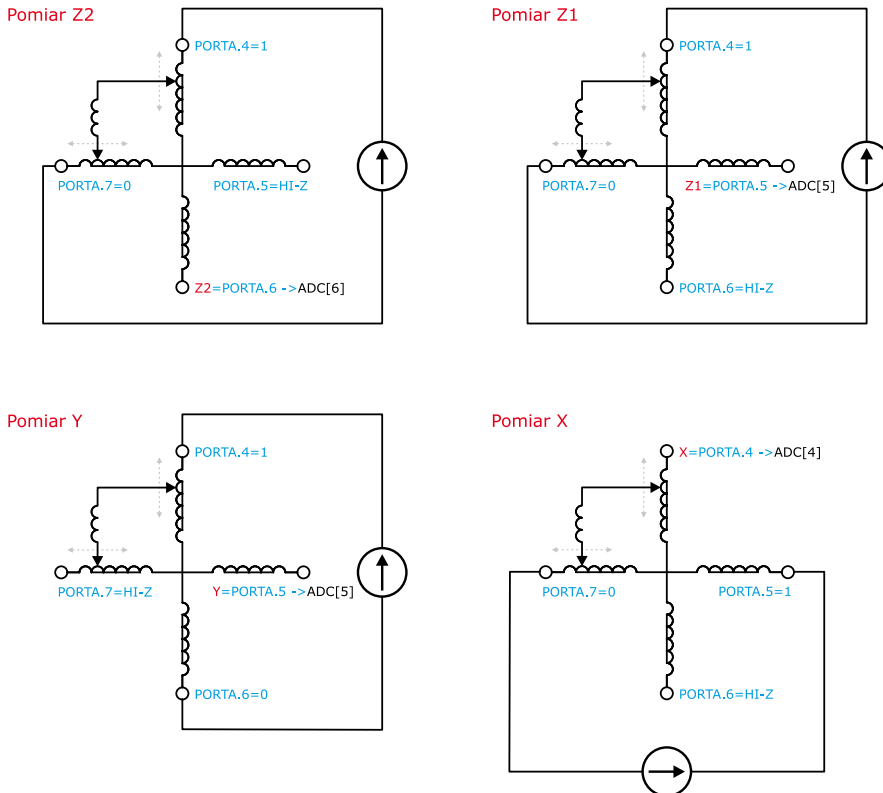
W tym przykładzie, do polaryzacji obu osi (warstw folii rezystancyjnej) użyjemy portów GPIO, ustawiając na nich przeciwne stany logiczne, zaś do odczytu poziomu napięcia, wbudowanego w mikrokontroler Atmega32 10-bitowego przetwornika analogowo-cyfrowego pracującego w trybie pojedynczego pomiaru. Pomiar dokonywany jest dla każdej z osi naprzemiennie z użyciem alternatywnych funkcji portu PORTA mi-



Rys. 2. Przykładowe przebiegi stanów przejściowych przy obsłudze panelu dotykowego



Rys. 3. Przykładowy wygląd panelu dotykowego z podziałem na aktywne pola programowe (zaznaczono bezwzględne wartości otrzymane z przetwornika A/C)



Rys. 4. Konfiguracja pomiarowa panelu dotykowego dla każdego z czterech kroków pomiarowych

krokonrolera. W przypadku tego typu polaryzacji należy pamiętać o tym, aby nie przekroczyć maksymalnego prądu poszczególnych wyprowadzeń portu, a także mieć na uwadze zalecenie producenta, by w czasie konwersji pomiaru realizowanej przez przetwornik ADC nie dokonywać zmiany stanów portu PORTA. Oczywiście przetwornik ADC przed pierwszym użyciem musi zostać skonfigurowany i włączony, co sprowadza się do ustawienia odpowiednich rejestrów konfiguracyjnych.

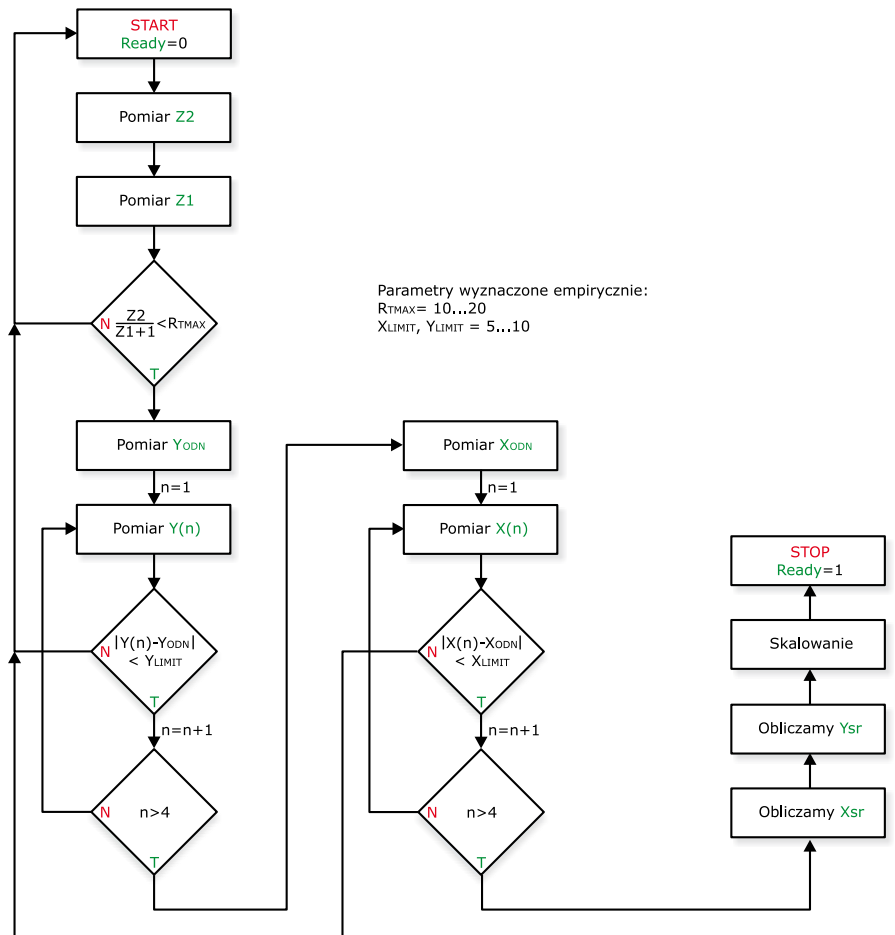
Ta najprostsza metoda jest wystarczająca jeśli planowana, programowa rozdzielczość naszego panelu ma być niewielka (tzn. przewidziano niewielką liczbę aktywnych pól o sporych rozmiarach) lecz zwykle zawodzi, gdy chcemy wykorzystać pełną rozdzielczość wyświetlacza LCD jaki ma być obsługiwany przez nasz panel. Niekorzystnym zjawiskiem, które komplikuje obsługę panelu są zakłócenia komutacji charakterystyczne dla obsługi przycisków w systemach mikroprocesorowych. Dodatkowym problemem jaki może się pojawić jest dopuszczalna wielkość elementu, za pomocą którego chcemy obsługiwać taki panel, która to determinuje zarówno maksymalną, możliwą do osiągnięcia rozdzielczość panelu jak i kształt programu obsługi (jego złożoność). Na rysunku **rys. 2** przedstawiono przebiegi stanów przejściowych przy obsłudze panelu za pomocą dedykowanego rysika jak i palca – wykonano pomiary dla przypadku właściwej i niewłaściwej siły nacisku na powierzchnię panelu.

Należy także pamiętać, iż pole panelu obsługi jest z reguły większe aniżeli aktywny obszar wyświetlacza LCD, stąd skrajnym położeniom obrazu nie odpowiadają skrajne (0 i max) wartości spadków napięć, co należy uwzględnić w procedurze skalowania. Procedura ta powinna ponadto uwzględniać odpowiedni margines bezpieczeństwa pomiędzy poszczególnymi polami odwzorowywanymi położenia wirtualnych przycisków, tak by nie dochodziło do niepotrzebnych detekcji naciśnięcia elementów znajdujących się w pobliżu miejsca styku. Przykładowy wygląd panelu dotykowego z podziałem na aktywne, programowe pola pokazano na rysunku **rys. 3** (zaznaczono bezwzględne wartości otrzymane z przetwornika A/C).

Jednym ze sposobów zabezpieczenia się przed problemami zakłóceń komutacji jest ustalenie jakiegoś minimalnego progu, który informuje o tym, że panel został naciśnięty, a następnie wykonanie serii pomiarów dla każdej z osi, odrzucenie pomiarów skrajnych i obliczenie średniej wartości z pozostałych pomiarów. Procedura ta jest dość dobra, lecz nie zawsze okazuje się wystarczająca, gdyż nadal istnieje ryzyko błędnych odczytów. Doświadczenie zebrane na etapie wielu prób z panelami dotykowymi użytymi w kilku aplikacjach układowych pokazało, iż najlep-

szą i niewymagającą żmudnych procesów z zakresu DSP jest procedura z udziałem dwóch, dodatkowych kroków pomiarowych pozwalających na pomiar względnej rezystancji styku R_T (tak naprawdę wzór na rezystancję styku jest bardziej złożony, lecz w naszej procedurze wystarczy stosunek $Z2/Z1$) jak i odpowiedni schemat działania w celu wyeliminowania zakłóceń. W procedurze tej stosuje się dwa, dodatkowe układy polaryzacyjne służące pomiarowi umownych wartości $Z2$ i $Z1$, służących do wyznaczenia względnej rezystancji styku jako wskaźnika jakościowego (prognozy) zdarzenia naciśnięcia panelu. Na rysunku **rys. 4** pokazano konfigurację pomiarową panelu dotykowego dla każdego z 4 kroków pomiarowych ze schematycznym zestawieniem stanu portów używanego mikrokontrolera (w tym przypadku Atmega32) wykorzystywanego zarówno do polaryzacji osi jak i do odczytu spadków napięcia. Natomiast na rysunku **rys. 5** przedstawiono kompletny graf procedury pomiarowej.

Poza pomiarem rezystancji styku R_T stanowiącej próg informujący o przyciśnięciu panelu dotykowego (R_{TMAX}), dla każdej z osi dokonywanych jest pięć pomiarów wartości spadku napięcia (pomiar odniesienia i cztery kolejne pomiary porównawcze), których odchyłka determinuje ustawienie wskaźnika odczytu panelu – Ready (wskaźnik używany jest jako flaga gotowości dla programu głównego aplikacji). Przyjęto rozwiązanie, iż jeśli którykolwiek z pomiarów porównawczych różni się od pomiaru odniesienia (X_{ODN} i Y_{ODN}) więcej aniżeli przyjęte maksimum (X_{LIMIT} i Y_{LIMIT}) to wskaźnik gotowości (Ready) jest zerowany, a procedura pomiarowa rozpoczyna się od nowa. To rozwiązanie, choć z pewnością nie najszybsze, dało najlepsze rezultaty, w praktyce minimalizując ryzyko błędów odczytu i pozwalając wyświeatlać LCD współpracującego z panelem. Na koniec, jeśli cały proces pomiarowy zakończył się sukcesem, otrzymane wartości spadków napięcia dla obu osi należy przeliczyć na współrzędne dla ekranu LCD mając na uwadze założoną roz-



Rys. 5. Kompletny graf optymalnej procedury pomiarowej

dzielczość a co za tym idzie, liczbę aktywnych pól (np. zgodnie z rysunkiem rys. 2). Czasami warto jest także zbocznikować obie osie panelu niewielkimi kondensatorami ceramicznymi w celu zmniejszenia zakłóceń komutacji, lecz krok ten należy przewidzieć jako ostateczny, w pierwszej kolejności dobierając wartości R_{TMAX} , X_{LIMIT} i Y_{LIMIT} .

W tym krótkim artykule opisałem własne doświadczenia wynikające z zastosowań paneli dotykowych. Jednocześnie zdaję sobie sprawę, że nie da się w ten sposób wyczerpać obszernego tematu obsługi paneli dotykowych. Mam jednak nadzieję, że artykuł pozwoli wielu osobom rozpocząć samodzielne stosowanie paneli. Zbudowany w ten sposób

interfejs użytkownika jest elastyczny, nowoczesny i estetyczny, jednocześnie otwiera drogę wyobraźni i daje sporo satysfakcji z wykonanego urządzenia, ponieważ dotychczas jedynie duże i zasobne finansowo koncerny mogły pochwalić się urządzeniami z zaimplementowaną, sprawną obsługą tego typu interfejsu użytkownika.

Robert Wołgajew, EP
 robert.wolgajew@ep.com.pl

Literatura:
<http://www.ti.com/>
<http://mcselec.com/>

R E K L A M M A

OŚWIETLENIE W KABINIE SAMOCHODU

ELEKTRONIKA W TWOIM AUCIE

AVT 1511

www.sklep.avt.pl