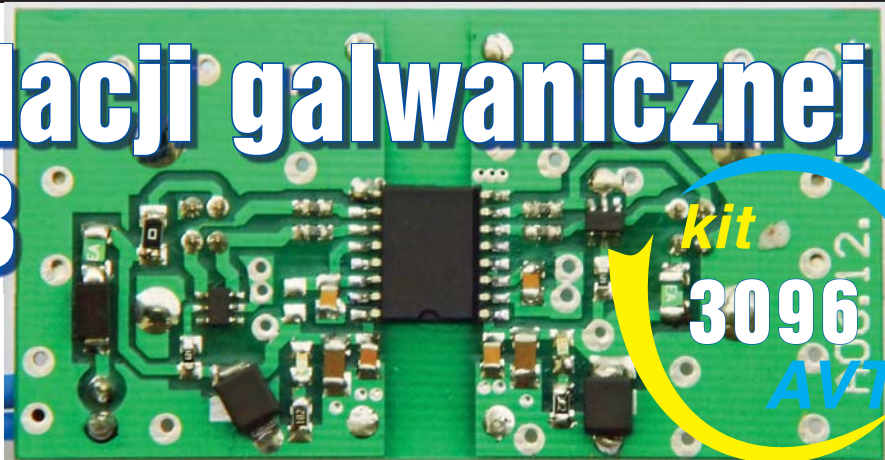




# Układ izolacji galwanicznej portu USB

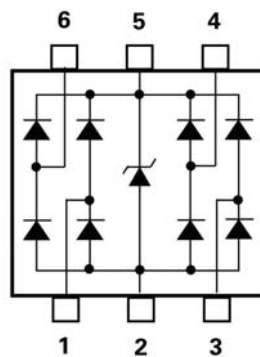
Opisany w artykule układ zapewnia izolację galwaniczną portu USB oraz zabezpiecza go przed elektrycznością statyczną i obciążeniem zbyt dużym prądem. Zastosowanie tego układu w ogromnym stopniu zmniejsza możliwość uszkodzenia portu USB komputera. Układ jest szczególnie przydatny dla elektroników i osób, które podłączają różne urządzenia zewnętrzne do komputera. Jest to bardzo ważne, gdyż niestety duża część dostępnych urządzeń na rynku jest co najmniej nie najlepszej jakości...



## Opis układu

Schemat ideowy układu pokazany jest na rysunku 1. Sercem urządzenia jest specjalizowany układ scalony firmy Analog Devices ADUM4160, można również zamiennie użyć ADUM3160, bez żadnych zmian schematu i płytki drukowanej. ADUM3160 ma jednak mniejszą „odporność” na różnice potencjałów. Do zapewnienia izolacji galwanicznej omawiane układy wykorzystują sprzężenia magnetyczne. Układ ADUM ma w swojej obudowie niezależne tory nadawczo-odbiorcze z układami pomocniczymi i stabilizatory napięcia 3,3 V. Od strony komputera układ zasilany jest napięciem 5V ze złącza USB przez bezpiecznik polimerowy (popularny polyswitch) o prądzie znamionowym 100 mA. Element ten zachowuje się jak bezpiecznik, który po ustaniu zwarcia z powrotem powraca do pracy. Układ ADUM przed wzrostem napięcia zasilania od strony portu USB zabezpieczony jest przez jednokierunkową diodę transil. Ten element zachowuje się podobnie jak zwykła dioda Zenera, może jednak rozpraszać znacznie większe moce. Obie strony układu ADUM (i przy okazji porty USB) zabezpieczone są układami SP3050. Schemat wewnętrzny tego układu pokazano na rysunku 2. Jest to matryca diod, składa się z jednokierunkowej diody transil i ośmiu diod o małej pojemności złącza. Układy tego typu, o identycznym rozkładzie wyprowadzeń i takiej samej obudowie, produkuje wielu producentów. Spolaryzowanie napięciem dodatnim wyprowadzenia 5 matrycy zabezpieczają-

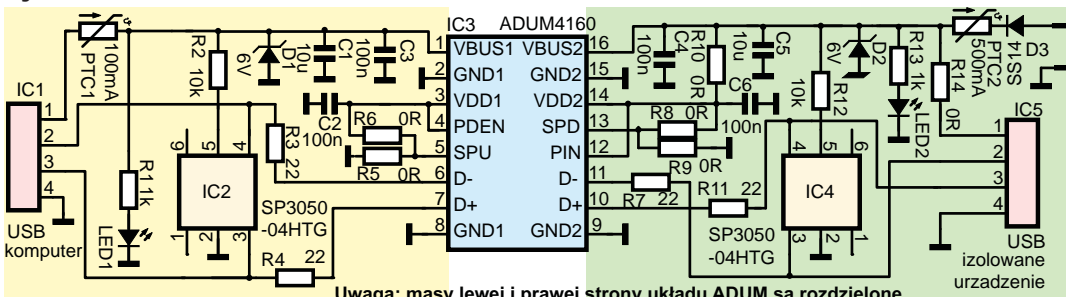
cej zmniejsza pojemność złącza diod. Niewykorzystane wyjścia układu SP3050 nie są podłączone do żadnego potencjału, co w przypadku tego układu nie jest błędem i jest zalecane przez producentów. Takie układy powszechnie stosuje się do zabezpieczania nie tylko złącza USB, ale także wszelkich linii transmisji cyfrowych. Wejście PDEN układu ADUM ustawione jest w stanie wysokim, co jest niezbędne do prawidłowej pracy urządzenia. Układ po stronie przyłączonego urządzenia może być zasilany zarówno z 3,3V, jak i 5V, działa w tym wypadku jako konwerter poziomów logicznych. Aby układ pracował z napięciem 3,3V, należy zamontować zworę (opornik R10 o wartości 0 omów), powodujący ominięcie stabilizatora napięcia 3,3V. Kondensatory na wyjściu stabilizatora 3,3V zintegrowanego z układem ADUM zapobiegają jego wzbudzeniu. Układ po stronie przyłączonego urządzenia może być zasilany z portu USB lub z zewnętrznego zasilacza stabilizowanego, co jest szczególnie przydatne w przypadku podłączania wszelkiego rodzaju urządzeń, które „normalnie” czerpią zasilanie z portu USB, zasilacz ten zasila wtedy izolowane urządzenie. Najlepiej w tym wypadku zastosować zasilacz ze stabilizatorem ciągłym (nie impulsowym) ze względu



Rys. 2

Autor używał tego układu do podłączania wszelkiego rodzaju programatorów, kart rejestrujących, oscyloskopu cyfrowego (w tym wypadku izolacja galwaniczna jest wręcz obowiązkowa, a układ powinien być podłączony na stałe) czy karty dźwiękowej z wyjściem USB (np. dla odbiorników i TRX-ów SDR, do których jest przyłączona antena zewnętrzna). Zastosowanie układu izolacji galwanicznej w ostatniej z wymienionych sytuacji praktycznie usuwa wpływ zakłóceń, generowanych przez komputer, przedostających się na wejście audio karty dźwiękowej. Autor wykorzystywał opisany układ również do podłączania odbiornika VLF z zewnętrzną kartą dźwiękową USB w obudowie „pendrive” (dongle). Takie rozwiązanie sprawdza się wręcz doskonale i rozwiązuje całkowicie problem tzw. pętli masy oraz w olbrzymim stopniu zmniejsza ryzyko uszkodzenia komputera. Pewną wadą opisanego układu jest to, że obsługuje tylko szybkości 12Mbit/s (Full Speed, 1,5MB/s) i 1,5Mbit/s (Low Speed, 0,1875MB/s). Z opisanym układem izolacji galwanicznej nie będą zatem poprawnie działać urządzenia pracujące w trybie Hi-Speed (maksymalna szybkość 480Mbit/s, czyli 60MB/s), np. dyski twarde, pendrive’y itp. W takich przypadkach nie ma jednak zbyt dużego ryzyka wystąpienia dużych różnic potencjałów, więc stosowanie izolacji galwanicznej zazwyczaj nie jest wymagane. Układ jest na tyle prosty, że może być wykonany nawet przez początkującego elektronika.

Rys. 1



Uwaga: masy lewej i prawej strony układu ADUM są rozdzielone

na większą niezawodność tego typu układów. W przypadku gdy izolowany układ ma własne źródło zasilania, opornik R14 należy zastąpić polyswitchem o prądzie zadziałania równym kilkadziesiąt mA; oczywiście w tym wypadku zasilacza stabilizowanego nie podłączamy do układu. Warto jest zapatrzeć zasilacz w nietypową wtyczkę, tak by nie było możliwości podłączenia innego zasilacza niż 5V. Wejście 5V zasilacza zabezpieczone jest bezpiecznikiem polimerowym o wymaganym prądzie znamionowym – w moim wypadku 500 mA (zasila urządzenia podłączone do niego). Dioda Schottky'ego zabezpiecza przed odwrotnym podłączeniem zasilania, a tranzil wraz z bezpiecznikiem polimerowym przed jego nadmiernym wzrostem. Wyprowadzenia 5 (SPU) i 13 (SPD) układu ADUM służą do wyboru prędkości pracy urządzenia. Wybrane stany logiczne na obu pinach muszą być takie same. Podłączenie wymienionych pinów do masy powoduje, że układ pracuje w trybie low speed, podłączenie ich do napięcia 3,3 V powoduje, że układ pracuje w trybie full speed. Nie można wybrać na stałe trybu full speed, gdyż urządzenia pracujące w trybie low speed będą wykrywane przez komputer, ale nie będą prawidłowo identyfikowane. Stany logiczne na wejściach ustawia się za pomocą oporników o wartości 0 omów (zwór) lub kropelek cyny. Oczywiście nie można montować jednocześnie wszystkich oporników ustawiających tryb pracy układu, gdyż powoduje to zwarcie zasilania stabilizatora 3,3V do masy. Najlepiej wykonać jest obie wersje układu i wykorzystywać je zależnie od potrzeb. Autor zrezygnował z przełącznika mechanicznego trybów low speed / full speed, gdyż przełącznik o odpowiedniej wytrzymałości napięciowej izolacji miałby bardzo duże wymiary mechaniczne. Ważną funkcję w układzie pełnią diody świecące. Sygnalizują one, czy obie strony interfejsu USB są poprawnie zasilane. Jest to szczególnie ważne w przypadku urządzeń, które normalnie zasilane są z portu USB – od razu możemy wtedy zidentyfikować, że układ nie ma własnego zasilania. Autor, w układzie pracującym w trybie low speed, wykorzystał diody świecące w kolorze zielonym, zaś w trybie full speed – w kolorze czerwonym. Dzięki temu od razu wiadomo, jaki interfejs jest wykorzystywany. Płytkę drukowaną wykonaną została tak, aby zapewnić odpowiednią izolację elektryczną. Ma dużą przerwę w warstwie miedzi pomiędzy obiema stronami układu ADUM. Jeszcze większą odporność można uzyskać, frezując otwór pod układem scalonym tak, by pod układem scalonym nie było laminatu. W opisywanym układzie

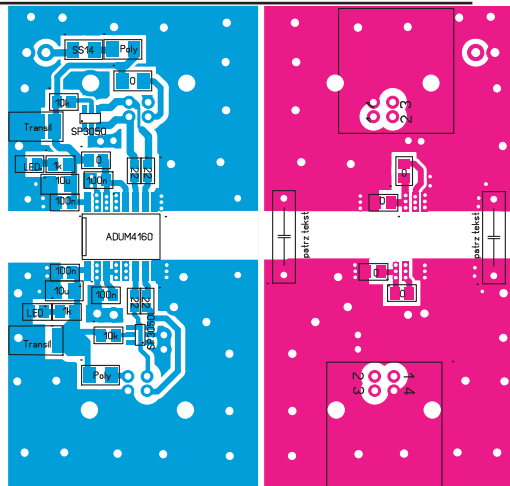
nie jest to konieczne. Cały układ został zaprojektowany z wykorzystaniem reguł w.cz. Jest to niezbędne dla prawidłowej pracy układu.

## Montaż i uruchomienie

W układzie wykorzystano elementy SMD. Schemat montażowy pokazany jest na **rysunku 3**. Model z fotografii nieco różni się od płytki, ponieważ zaszła konieczność poprawienia błędów w układzie połączeń płytki. Błąd ten ujawniał się tylko w momencie, gdy opornik po stronie komputera ustawiał układ ADUM w trybie full speed (opornik R6, R8 podłączony był do 5V, a nie do wyjścia stabilizatora 3,3V. Błąd ten występuje też w kilku konstrukcjach dostępnych w Internecie). Powodował on, że przez wewnętrzną diodę układu ADUM zabezpieczającą wejście wyboru prędkości pracy płynął prąd do wyjścia stabilizatora 3,3V, czego efektem było zawyżone napięcie na jego wyjściu, nie powodujące jednak nieprawidłowej pracy układu. Wzór płytki dostępny w Elportalu wraz z materiałami uzupełniającymi do tego artykułu ma ten błąd poprawiony.

W urządzeniu wykorzystano gniazda USB typu B (drukarkowe). Po zmontowaniu cały układ należy umyć np. alkoholem, aby usunąć wszelkie ślady zabrudzeń i topnika, które pogarszają izolację obwodu drukowanego. Warto się zapatrzeć w przejściówkę: wtyk USB B złącze USB A gniazdo żeńskie i wtyk USB B – USB A wtyk męski, przejściówki takie można również wykonać samodzielnie na płycie drukowanej, a jako „obudowy” użyć rurki termokurczliwej. Układ należy koniecznie obudować, gdyż nawet zabrudzenia pogarszają izolację układu. Autor umieścił opisany układ w przezroczystej koszulce termokurczliwej, którą następnie podgrzał ciepłym powietrzem, a nadmiar tworzywa usunął ostrym nożem. „Obudowany” układ pokazany jest na **fotografii 4**.

Bardzo rzadko, ale zdarzają się sytuacje, że układ nie chce poprawnie pracować, mimo prawidłowo ustawionego trybu pracy (*low speed*, *full speed*). Winne takiej sytuacji są niektóre przetwornice z izolacją galwaniczną zasilające układ. Taka sytuacja występuje, gdy przetwornica przetwarza napięcie od strony komputera i przekazuje je na drugą stronę układu izolacji galwanicznej, znajdując się w pobliżu układu ADUM. Zjawisko to można usunąć, zapewniając wyrów-



**Rys. 3** nanie potencjałów dla sygnałów

w.cz. przez zastosowanie kondensatorów przewlekanych o pojemności kilkuset pF „zwierających” dla składowych w.cz. obie masy układu separacji galwanicznej, normalnie elementy te nie są montowane, miejsce na płycie jest dla nich przewidziane. Zastosowane kondensatory powinny mieć napięcie pracy około 5kV (lub dwa o 2x większej pojemności 2,5kV połączone w szereg). Zastosowanie oddzielnych napięć zasilających obie strony układu ADUM zapobiega wystąpieniu tego niepożądanego efektu i taki tryb pracy urządzenia jest preferowany. Niekiedy może się zdarzyć, że układ podłączony do przednich gniazd USB w komputerze nie działa, a podłączony do gniazd tylnych działa prawidłowo. Sytuacja taka występuje w przypadku urządzeń pobierających duży prąd, a winny jest temu spadek napięcia na przewodach doprowadzających napięcia i sygnały do przednich gniazd komputera. Sytuacja taka może występować również w przypadku kabli USB gorszej jakości.

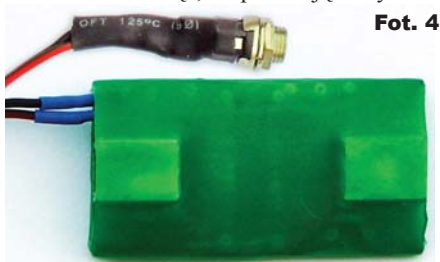
Na zakończenie chciałbym podziękować **Waldkowi 3Z6AEF** za cenne uwagi do tego tekstu.

**Rafał Orodziński**  
sq4avs@gmail.com

## Wykaz elementów

R5,R6,R8,R9,R10	.....0Ω SMD 0805 (patrz tekst)
R14	.....OR SMD 1206 lub polyswitch (patrz tekst)
R1,R13	.....1kΩ SMD 0805
R2,R12	.....10kΩ SMD 0805
R3,R4,R7,R11	.....22Ω SMD 0603
PTC1	.....100mA SMD1206
PTC2	.....500mA SMD1206
C1,C5	.....10u/10V ceramiczny SMD1206
C2,C3,C4,C6	.....100nF ceramiczny SMD0805
IC3	.....ADUM4160
IC2,IC4	.....SP3050-04HTG
D3	.....SS14
D1,D2	.....transil jednokierunkowy 6V SMD
LED1,LED2	.....LED SMD 0805
IC1,IC5	.....gniazdo USB typu B

**Płytkę drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3096.**



**Fot. 4**