



# Magiczny potencjometr

Reguluj głośność przez unoszenie dłoni! Artykuł przedstawia szczegóły implementacji tej oryginalnej, niespotykanej i wygodnej metody regulacji głośności.

## Do czego to służy?

Prezentowane urządzenie jest stereo-fonicznym cyfrowym potencjometrem, wyposażonym w podczerwieniowy czujnik zbliżeniowy. Wystarczy wsunąć dłoń nad urządzenie, lekko ją unieść lub opuścić, aby odpowiednio zwiększyć lub zmniejszyć poziom głośności muzyki, a później odsunąć rękę w bok. Do naszej dyspozycji jest 9 poziomów głośności (łącznie z wyciszeniem). Dodatkową możliwością jest chwilowe wyciszenie, polegające na szybkim wsunięciu ręki bardzo blisko przy czujnikach. Głośność zostanie ustawiona na 0, dopóki nie uniesiemy lub nie odsuniemy ręki – wówczas urządzenie wraca do poprzedniego stanu. Dodatkowo poziom głośności jest ukazany na wyświetlaczu 7-segmentowym, który włączony jest tylko wtedy, gdy sensor wykryje obecność dłoni. Działanie regulatora można zobaczyć na filmiku dostępnym w serwisie YouTube: [www.youtube.com/watch?v=5TTHQXp3xP0](http://www.youtube.com/watch?v=5TTHQXp3xP0).

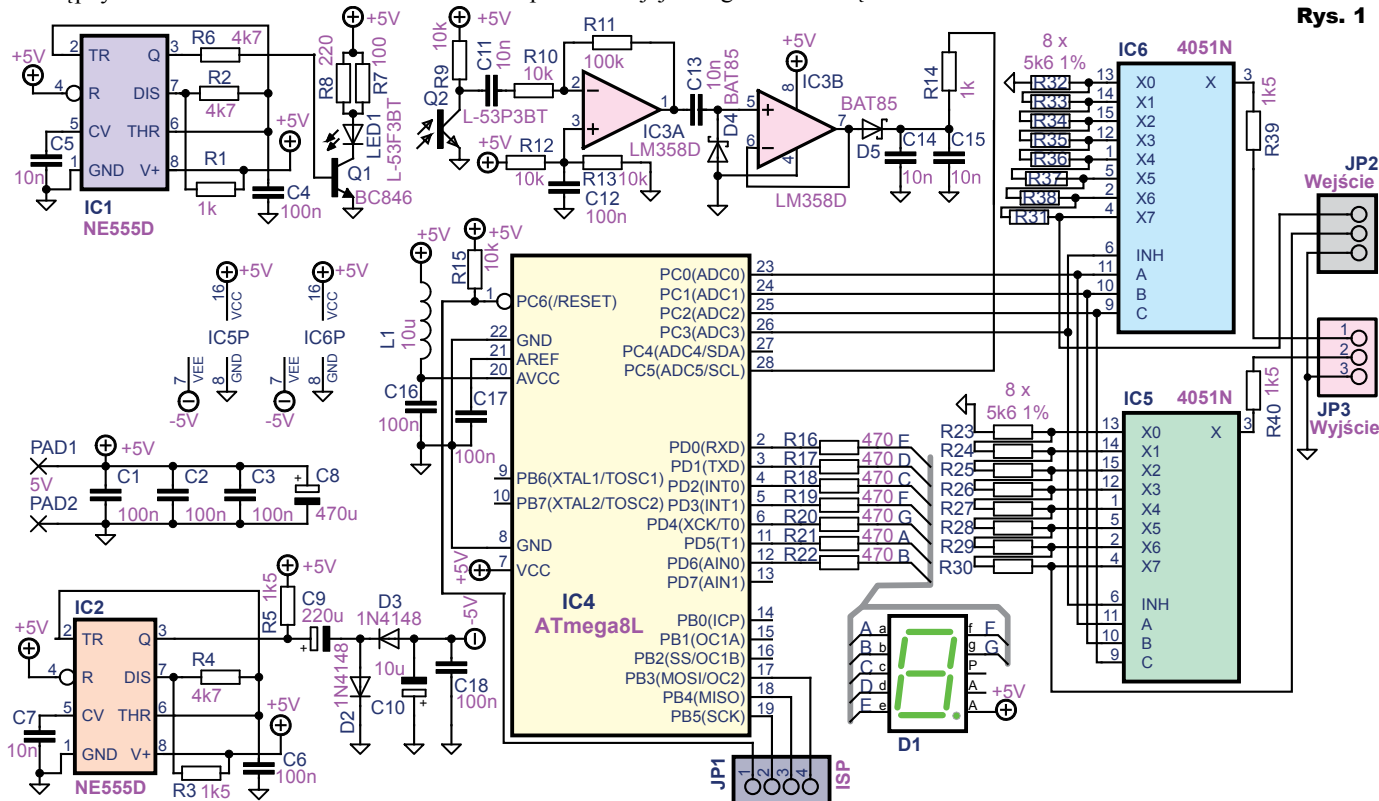


[youtube.com/watch?v=5TTHQXp3xP0](http://youtube.com/watch?v=5TTHQXp3xP0). Urządzenie jest zasilane napięciem o wartości 5V, które możemy pobrać np. z portu USB, co znacznie ułatwia jego zastosowanie na biurku do pracy przed komputerem. Pobór prądu podczas pracy wynosi ok. 80mA.

## Jak to działa?

Schemat ideowy urządzenia jest pokazany na rysunku 1. Chyba najciekawszą częścią całości jest czujnik zbliżeniowy, wykorzystujący podczerwień, który ma nie tylko wykrywać obecność dłoni, ale i rozpoznawać jej odległość od urządze-

nia. Został on zrealizowany w oparciu na diodzie IR oraz fototranzystorze – oba o pokrywających się charakterystykach widmowych. Aby zapewnić odpowiednio dużą czułość (ok. 30–40cm) i niewrażliwość na światło padające z zewnątrz, konieczne okazało się sterowanie impulsowe diody. Funkcję tę spełnia obwód z układem IC1 – jest to znany wszystkim generator astabilny zbudowany na NE555, generujący przebieg prostokątny o częstotliwości ok. 1 kHz. Przebieg ten steruje diodą podczerwoną za pośrednictwem tranzystora Q1.



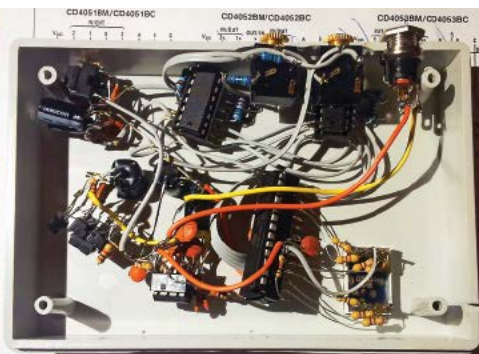
Rys. 1

Odbite od pobliskich obiektów impulsy podczerwieni (np. od ręki) są rejestrowane przez fototranzystor T1. Kondensator C11 różniczkuje sygnał, dzięki czemu układ może zareagować tylko na strumień światła zmienny w czasie (właśnie te impulsy, które wysyła dioda). Następnie sygnał ten jest wzmacniany ok. 10x, a jego faza odwracana względem połowy napięcia zasilania. Wzmocniony i odwrócony sygnał jest ponownie różniczkowany, a dzięki obecności diody Schottky'ego D4, kondensator C13 może się rozładowywać. Tak obrobiony sygnał jest buforowany przez wtórnik IC3B. Za nim znajduje się przetwornik wartości szczytowej, oparty na diodzie Schottky'ego D5 i dwóch kondensatorach. Teraz sygnał jest gotowy do próbkowania go przez przetwornik analogowo-cyfrowy wbudowany w mikrokontroler. Rezystor R14 pełni funkcję zabezpieczającą, m. in. w przypadku błędnie skonfigurowanego portu PC5, poza tym nie wpływa na pomiar i działanie urządzenia.

Do tego portu trafia analogowy sygnał z zakresu od 0V (nie zarejestrowano odbitej wiązki) do ok. 5V (bardzo silna wiązka – obiekt przy samym czujniku).

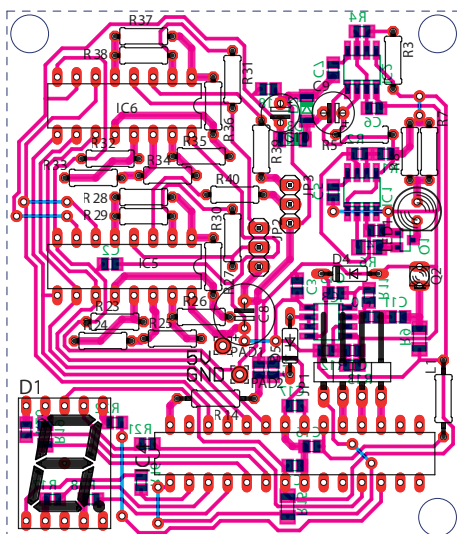
Mikrokontroler ATmega8 (IC4) jest głównym elementem całego układu. Wbudowany w niego przetwornik ADC (oraz wszystkie inne analogowe bloki), jest zasilany przez filtr L1, C16. Jest to również źródło 5-woltowego napięcia odniesienia. Na podstawie wartości napięcia odczytywanej na nóżce PC5 steruje on położeniem ośki wirtualnego potencjometru. Do jego realizacji wykorzystałem dwa multipleksery-demultipleksery 4051 (jeden na kanał stereo), zbudowane z kluczy bilateralnych, dzięki czemu świetnie nadają się do sterowania sygnałami audio. Każdy z tych układów może łączyć nóżkę „wspólną” z jedną z ośmiu pozostałych lub nie połączyć żadnej z nich. Z rezystorów R23-R38 został zbudowany dzielnik napięcia, który zachowuje się jak potencjometr o skokowym ruchu ośki. Są to oporniki metalizowane 1% o wartości 5,6kΩ, przez co układ możemy traktować jak potencjometr o wartości 50kΩ – z tą różnicą, że w momencie wyciszenia między wyjściem a wejściem panuje rozwarcie. Rezystory R39, R40 skutecznie zabezpieczają obwody multiplexerów przed dużym obciążeniem z zewnątrz na wypadek, gdyby ktoś przez pomyłkę próbował włączyć układ między np. wzmacniacz a słuchawki.

Jak wiadomo, sygnał audio składa się zarówno z dodatnich, jak i ujemnych wartości napięcia. Aby można było go



Fot. 1

Fot. 2



Rys. 2

sprawnie przełączać bez zniekształceń, trzeba poszerzyć zakres napięcia zasilania układów 4051 w dół. Mają one trzy nóżki zasilające: Vcc(16) – dodatni biegun zasilania całości, GND(8) – masa części cyfrowej i Vee(7) – ujemny biegun zasilania części analogowej. Do tego ostatniego musimy doprowadzić napięcie o ujemnej wartości względem masy sygnału (która jest wspólna z GND). Chcąc uniknąć konieczności zastosowania zasilania symetrycznego, postanowiłem zbudować tzw. negator napięcia. Jest to obwód z układem IC2 – NE555 w aplikacji generatora astabilnego. Sygnał prostokątny ładuje i rozładowuje kondensator C9. Kiedy jest on ładowany, prąd płynie przez diodę D2, a dioda D3 jest spolaryzowana zaporowo. Natomiast kiedy jest on rozładowywany, jest sytuacja odwrotna – D2 nie przewodzi, natomiast prąd przepływa przez D3, co powoduje ładowanie C10 do napięcia ujemnego względem masy. Jest to proste źródło o bardzo małej wydajności prądowej. Bez obciążenia przez 4051, po kilku-kilkunastu sekundach pracy, napięcie na kondensatorze C10 ustaliło się na ok. -4,4V, co równa się wartości symetrycznej do napięcia zasilania, pomniejszone o spadek napięcia na

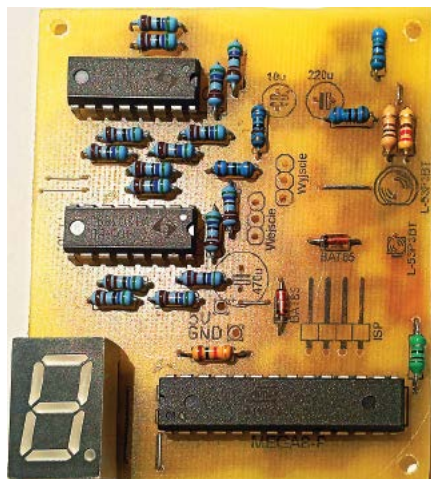


diodzie D3. Po podłączeniu tego źródła do nóżek Vee układów IC5 i IC6 napięcie to podczas normalnej pracy praktycznie się nie zmienia – obciążenie jest znikome, więc ten negator doskonale się tutaj sprawdza.

Mikrokontroler wyświetla bieżący poziom głośności (w skali 0–8) na wyświetlaczu 7-segmentowym, ale włącza go tylko wtedy, gdy sensor wykryje obecność dłoni (sprawia to fajne wrażenia podczas użytkowania gadżetu). Segmenty wyświetlacza są sterowane przez ATmega8 za pośrednictwem rezystorów ograniczających prąd. Zaprogramowanie mikrokontrolera w systemie ISP ułatwia rząd goldpinów JP1.

## Montaż i uruchomienie

Urządzenie można zmontować na płycie drukowanej zamieszczonej na rysunku 2, choć można się pokusić o montaż przestrzenny (w pająku) – ja zbudowałem obie wersje, co pokazują fotografie 1 i 2. Każda działa tak samo dobrze. Zastosowałem białe obudowy KM-39, które (na mój gust) wyglądają świetnie i mają idealne gabaryty. Jeśli zdecydujemy się na montaż w pająku, najlepiej zbudować wszystkie segmenty osobno (np. nadajnik IC1, potem detektor IC3, dzielniki na 4051 itp.), a na koniec połączyć je w jedną całość. Koniecznie stosujemy podstawki pod układy scalone. Po zakończeniu warto usztywnić konstrukcję, przytwierdzając pająka klejem z pistoletu do obudowy. Absolutnie nie rezygu-



Fot. 3

nujemy z kondensatora filtrującego C8 – bez niego dźwięk może być zniekształcony, a czujnik zbliżeniowy nie działać jak powinien.

Jeśli nie chcemy kombinować ze „stawonogiem” i wolimy działać w dwóch wymiarach, wytrawiamy jednostronną płytkę (lub kupujemy w AVT), a następnie przeprowadzamy klasyczny montaż – zaczynamy od układów scalonych SMD (IC1-3), a po nich pozostałe elementy powierzchniowe. Po uporaniu się z nimi, bierzemy się do elementów przewlekane – kilka zworek, diody, rezystory. Kondensatory elektrolityczne lutujemy poziomo z drugiej strony płytki. Nie montujemy na płytce diody nadawczej IR oraz fototranzystora, doprowadzamy je później przewodami. Układy scalone przewlekane wyjątkowo montujemy bez podstawek z uwagi na ich wysokość. Wyświetlacz 7-segmentowy musi mieć wspólną anodę, mnie zdecydowanie najbardziej pasuje tutaj kolor niebieski – można wziąć dowolny inny kolor wedle gustu, ale pamiętajmy, żeby odpowiednio dobrać rezystory R16-R22. Pamiętajmy o zaprogramowaniu mikrokontrolera!

W montażu możemy się też wspomagać **fotografią 3**. Po zakończeniu lutowania wykonujemy w pobliżu dolnego lewego rogu otwór na wyświetlacz, uważając, aby nie uszkodzić tulejki (ośki) na wkręt. Blżej prawej strony wykonujemy otwory na diodę i fototranzystor. Muszą one zostać zamontowane we wklęsłych oprawkach na 5-milimetrowe diody LED, aby zaizolować je od siebie optycznie. Myślę, że najlepiej wywiercić na nie otwory na jednym z podłużnych ozdoba-

nych żeber na szczycie obudowy, zaraz obok płytki drukowanej (krótsze przewody – większa niezawodność). Na tylnej pionowej ścianie trzeba jeszcze wykonać otwory na gniazdo zasilania i dwa gniazda jack 3.5mm stereo (wejście i wyjście). Warto przyjrzeć się dobrze fotografiom. Uważamy, aby wszelkie gniazda i elementy nie kolidowały z płytką drukowaną i tulejką na wkręty. Zwracamy też uwagę, aby nie pokrzyżować ze sobą kanałów stereo.

Zanim zbliżymy się z lutownicą do nadajnika IR i fototranzystora, **musimy jeszcze udoskonalić między nimi izolację optyczną wewnątrz obudowy** – używamy do tego celu czarnej taśmy izolacyjnej i zatykamy otwory od spodu oraz owijamy oprawki z boku – **fotografia 4**. Po tych zabiegach możemy połączyć

przewodami wszystkie elementy wewnątrz obudowy. Po przetestowaniu, czy wszystko działa, usztywniamy płytkę wewnątrz klejem z pistoletu, skręcamy obudowę wkrętami i zakładamy/ przyklejamy gumowe nóżki, zapobiegające ślizganiu się konstrukcji po biurku.

Urządzenie nie wymaga uruchamiania i powinno działać od razu po włączeniu zasilania. Po zbliżeniu ręki do sensora na wyświetlaczu powinien pojawić się bieżący poziom głośności. W tym momencie możemy go zwiększyć, unosząc dłoń do góry lub zmniejszyć, opuszczając ją. Jak wcześniej wspominałem,

możemy ustawić głośność w zakresie 0–8. Wsuwając szybko rękę zaraz nad czujnikiem (ok. 2–3cm), natychmiast wyciszamy dźwięk, aż do chwili jej usunięcia lub podniesienia.

Warto wspomnieć też, że po każdej zmianie poziomu głośności jest na bieżąco zapamiętywany w pamięci EEPROM, więc nie musimy się martwić o konieczność ustawiania głośności za każdym uruchomieniem komputera.

Mam nadzieję, że urządzenie wzbudzi zainteresowanie Czytelników, którzy wykonają i przetestują układ. Ja bardzo polubiłem swój egzemplarz, który już od kilku miesięcy stoi na moim biurku obok monitora i sprawdza się znakomicie, sterując małym systemem audio 2.1. Poza tym robi wrażenie na kolegach, którzy przychodzą z wizytą ☺.

Mogę też wspomnieć, że z początku swój układ zasilalem bezpośrednio z USB z komputera, ale nawet kiedy go wyłączyłem, cały czas było tam napięcie i regulator non stop pracował (nie wspominając o zajętej porcie). Świetnym rozwiązaniem okazało się podłączenie gadżetu do... serwisowego portu USB monitora, na którym napięcie występuje tylko gdy ten jest włączony i „coś” wyświetla, tak

więc jak tylko komputer przejdzie do stanu uśpienia, a na ekranie widzę komunikat „Brak sygnału”, czarodziejski regulator jest natychmiast odłączany od zasilania – do momentu aż komputer da znać, że się obudził ☺.

Fot. 4



Michał Pędzimaż  
mpedzimaz@gmail.com

**Wykaz elementów (dla wersji na PCB)**

R1	1kΩ SMD 805
R2, R4	4,7kΩ SMD 805
R3, R5, R39, R40	1,5kΩ przewlekany
R6	4,7kΩ SMD 1206
R7	220Ω SMD 805
R8	100Ω przewlekany
R9, R15	10kΩ SMD 1206
R10, R12, R13	10kΩ SMD 805
R11	100kΩ SMD 805
R14	1kΩ przewlekany
R16-R18, R20-R22	470 SMD 805
R19	470 SMD 1206
R23-R38	5,6kΩ 1% przewlekany metalizowany
C1-C4, C6, C12, C16-C18	100nF SMD 805
C5, C7, C11, C13-C15	10nF SMD 805
C8	kondensator elektrolityczny 470uF/16V
C9	kondensator elektrolityczny 220uF/16V
C10	kondensator elektrolityczny 10uF/16V

D2-D3	1N4148 SMD
D4	BAT85 SMD
D5	BAT85 przewlekana
D1	wyświetlacz 7-seg. niebieski 13mm wsp. anoda
Q1	BC846
Q2	fototranzystor L-53P3BT
LED1	dioda IR L-53F3BT
IC1, IC2	NE555 SMD SO8
IC3	LM358 SMD SO8
IC4	ATmega8 (ATmega8L) DIL28
IC5, IC6	CMOS 4051 DIL16
L1	dławik przewlekany 10uH
JP1	goldpin kątowy 1x4 męski
gniazdo jack 3,5mm stereo	złożony przykręcany - 2 szt.
gniazdo zasilania DC-jack 5,5/2,5mm	przykręcane - 1 szt.
oprawka na diodę LED 5mm wklęsła	- 2 szt.
obudowa KM-39 biała (KM-39J)	- 1 szt.

**Płytkę drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3107.**