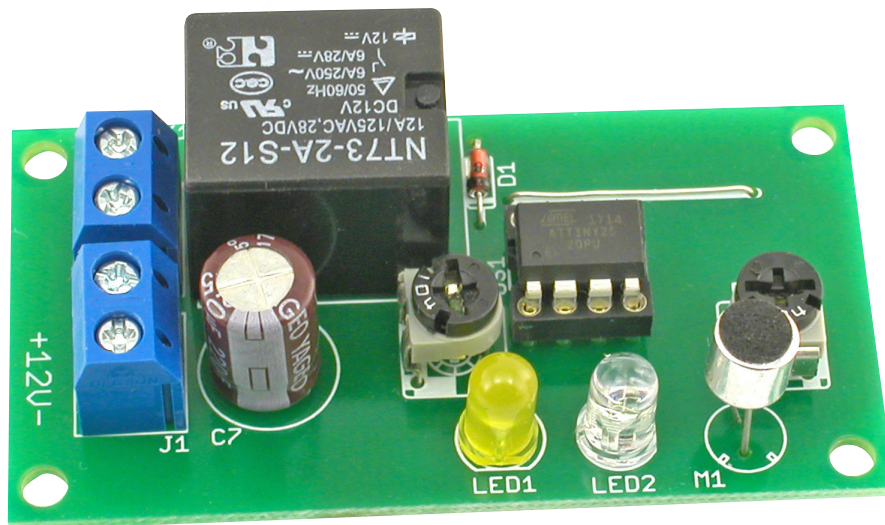


Inteligentny „klaskacz”

Wiele rozwiązań wyłączników akustycznych, potocznie zwanych „klaskaczami”, bazuje na przełączeniu wyjścia po jednokrotnym zarejestrowaniu dźwięku. To rozwiązanie ma wadę: reaguje na przypadkowe odgłosy trzaśnień lub uderzeń pochodzące z otoczenia. W artykule opisano projekt urządzenia, które do zadziałania wymaga dwóch dźwięków, przez co jego działanie jest bardziej przewidywalne.

Rekomendacje: włącznik przyda się np. do załączania oświetlenia.



Wyłącznik dźwiękowy ma wiele potencjalnych zastosowań. Przykładowo, może służyć do załączania oświetlenia nocnego, które można wyłączyć, leżąc wygodnie w łóżku. Włącznik jest bistabilny, co oznacza, że dowolnie długo może pozostawać w stanie wyłączenia lub załączenia. Do zmiany stanu potrzebne są dwa klaśniecia (lub inne dźwięki, np. pstryknięcia palcami) zadane w odpowiednio krótkim, regulowanym odstępie czasu.

Schemat ideowy „klaskacza” zamieszczono na **rysunku 1**. Najistotniejszy w tym urządzeniu jest niewątpliwie tor wzmacniająco-kształtujący małej częstotliwości. Jego zadanie polega na przetworzeniu słabego sygnału z mikrofonu na postać zero-jedynkową, zrozumiałą dla mikrokontrolera. Wykonano go w całości na elementach dyskretnych. Jest względnie nieskomplikowany, ponieważ wykonano go jedynie z trzech tranzystorów.

W urządzeniu zastosowano mikrofon elektretowy typu KPCM6B-P. Jego wybór był podyktowany niewielką ceną oraz dużą czułością. Pracuje w typowej dla tego rodzaju mikrofonów konfiguracji, z zasilaniem dostarczonym poprzez rezystor. Zmiana wypadkowej rezystancji potencjometrem P1 pozwala na zmianę czułości układu.

Pierwszy człon wzmacniający wykonano na tranzystorze PNP, wstępnie spolaryzowanym w kierunku przewodzenia przez rezystor R2. Kondensator C1 oddziela składową stałą na obładkach mikrofonu od bazy tego tranzystora, przez co zmiana rezystancji obciążającej mikrofon nie wpływa na punkt pracy tranzystora. Zarejestrowanie przez mikrofon impulsu dźwiękowego powoduje „ściągnięcie” na jego obładki ładunku. Ów ładunek częściowo zostanie pobrany

z rezystora obciążającego, a częściowo z kondensatora C1, co skutkuje gwałtownym obniżeniem potencjału bazy T1. To przełoży się na większy prąd jego kolektora, co podniesie potencjał górnego wyprowadzenia rezystora R3. W analogiczny sposób działa drugi człon wzmacniający, z tą różnicą, że został wykonany na tranzystorze NPN. Polaryzacja impulsów przychodzących z poprzedniego stopnia jest dodatnia, zatem ten rodzaj tranzystora w konfiguracji WE będzie zachowywał się prawidłowo. Punkt pracy ustalają rezystory o tych samych wartościach, co w poprzednim stopniu.

Impulsy pobierane z kolektora, mające polaryzację ujemną, służą do otwierania tranzystora T3, stanowiącego układ formujący. Zasilanie tego stopnia odbywa się napięciem 5 V, czyli takim jak mikrokontroler. Służy to dopasowaniu poziomów napięcia. Otwarcie tego tranzystora powoduje szybkie wtłoczenie ładunku w rezystor R7 i kondensator C5. Potencjał tego węzła podnosi się, po czym powoli zanika po ustaniu sygnałów. Ma to na celu przełożenie serii pojedynczych dźwięków na jeden, wyraźny impuls. Przykład pokazano na **rysunku 2**.

Za „inteligencję” układu odpowiada mikrokontroler ATtiny13, którego skromne możliwości są całkowicie wystarczające do tego zastosowania. Jest taktowany wewnętrznym generatorem RC, ponieważ zależności czasowe w tym układzie nie są krytyczne. Do regulacji maksymalnego czasu pomiędzy klaśnięciami służy potencjometr P2. Napięcie z jego ślizgacza jest mierzone przez wbudowany przetwornik analogowo-cyfrowy, którego referencja jest brana z linii zasilającej mikrokontroler. Dzięki temu skrajne położenia ślizgacza zawsze będą odpowiadały

DODATKOWE MATERIAŁY DO POBRANIA ZE STRONY:

www.media.avt.pl

W ofercie AVT*

AVT-5626

Podstawowe informacje:

- Reakcja na odgłos dwóch klaśnień.
- Jednostronna płytka drukowana o wymiarach 64 mm×34 mm.
- Mikrokontroler ATtiny13A.
- Wyjście przełącznikowe.
- Załączanie/wyłączanie obciążenia do 230 V AC/10 A (zależnie od przełącznika). Styki NO.
- Zasilanie 12 V DC, maksymalny pobór prądu ok. 0,05 A.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-3144	Dwufunkcyjny włącznik akustyczny (EdW 4/2016)
AVT-1835	Mikroklaskacz – mikroprocesorowy włącznik akustyczny (EP 10/2014)
AVT-3088	Klaskacz 230 V (EdW 12/2013)
AVT-721	Klaskacz – akustyczne zdalne sterowanie (EdW 5/2004)
AVT-2405	Przełącznik akustyczny (EdW 2/2000)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie Kitem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym UKC – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
 ■ wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
 ■ wersja [A] płytka drukowana bez elementów i dokumentacja Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 ■ wersja [A+] płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UKC] i dokumentacja
 ■ wersja [UKC] zaprogramowany układ
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://shlep.avt.pl>

minimum i maksimum, niezależnie od aktualnej wartości napięcia zasilania.

Układ jest przystosowany do zasilania napięciem 12 V DC, co oznacza, że spadkiem napięcia na stabilizatorze 78M05 wyniesie ok. 7 V. Płynący przez niego prąd

to 10...15 mA, zależnie od stanu przełącznika i diod świecących. Dlatego montowana powierzchniowo wersja tego popularnego stabilizatora jest tutaj w zupełności wystarczająca, bez konieczności

stosowania jakichkolwiek dodatkowych elementów chłodzących.

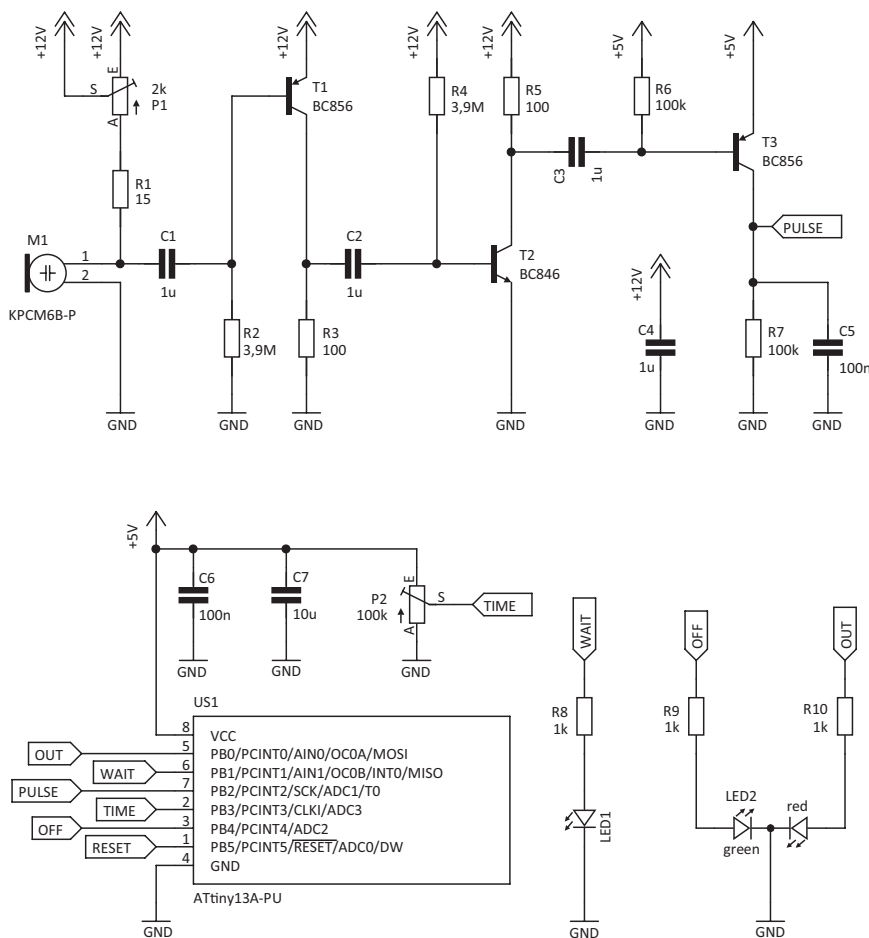
Wyjście jest zrealizowane w postaci styków przekaźnika, które są normalnie otwarte (NO). Załączenie cewki tego elementu

odbywa się poprzez nasycenie tranzystora T4, które jest wywołane prądem wypływającym z odpowiedniego wyjścia mikrokontrolera. Rezystor R12 utrzymuje ten tranzystor w stanie wyłączenia na wypadek wystąpienia na tym wyjściu stanu np. wysokiej impedancji.

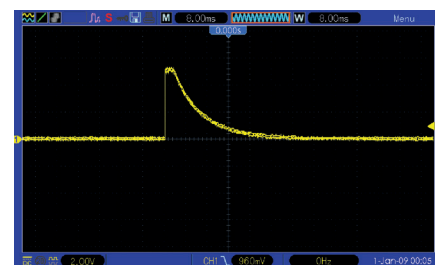
Montaż i uruchomienie

Układ wyłącznika dźwiękowego zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 64 mm×34 mm. Jej schemat montażowy zamieszczono na **rysunku 3**. Z kolei, na **fotografii 4** pokazano zmontowaną płytkę w widoku od spodu.

Podczas lutowania kolejnych elementów w płytkę nie wolno zapomnieć o zworze z cienkiego drutu, np. srebrzanki. Sam montaż należy przeprowadzić typowo, zaczynając od elementów powierzchniowych po przewlekane, o coraz większych wysokościach obudów. Pod mikrokontroler warto zastosować podstawkę. Programowanie mikrokontrolera powinno odbyć się przy fabrycznym ustawieniu bitów zabezpieczających. Po włożeniu go w podstawkę i włączeniu zasilania układ jest gotowy do działania.



Rysunek 1. Schemat ideowy inteligentnego „klaskacza”



Rysunek 2. Przebieg napięcia na kolektorze T3 po zarejestrowaniu przez układ dźwięku

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 0805)

- R1: 15 Ω
- R2, R4: 3,9 MΩ
- R3, R5: 100 Ω
- R6, R7, R12: 100 kΩ
- R8...R11, R13: 1 kΩ
- P1: 2 kΩ (pot. montażowy, leżący)
- P2: 100 kΩ (pot. montażowy, leżący)

Kondensatory: (SMD 0805)

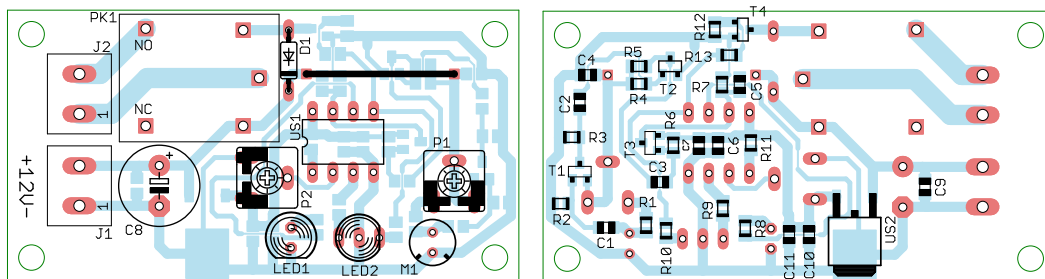
- C1...C4: 1 μF
- C5, C6, C9, C10: 100 nF
- C7, C11: 10 μF/10 V
- C8: 220 μF/25 V (THT)

Półprzewodniki:

- D1: 1N4148
- LED1: LED 5 mm, żółta
- LED2: LED 5 mm, zielono-czerwona, wspólna katoda
- T1, T3: BC856
- T2, T4: BC846
- US1: ATtiny13A-PU
- US2: 78M05

Inne:

- J1, J2: ARK2/5 mm
- M1: mikrofon KPCM6B-P
- PK1: przekaźnik JQC3FF/12V
- Podstawka DIP8



Rysunek 3. Schemat montażowy inteligentnego „klaskacza”

Zasilanie powinno odbywać się napięciem stałym 12 V DC, najlepiej stabilizowanym, dobrze filtrowanym. Pozwala to na zasilanie go ze współczesnej instalacji oświetlenia diodowego, w której zasilacze impulsowe dają na swoim wyjściu prąd stały o znanej polaryzacji. Pobór prądu wynosi ok. 11 mA w stanie czuwania i ok. 43 mA po załączeniu przełącznika.

Mikrofon układu należy umieścić w takim miejscu, aby nie działały na niego silne podmuchy powietrza oraz uderzenia w jego obudowę, gdyż takie drgania również mogą zostać zinterpretowane jako dźwięk klaśnięcia.

Po załączeniu zasilania dioda LED2 świeci się na zielono. Kiedy zostanie wykryty dźwięk, załącza się dioda LED1 na czas określony położeniem potencjometru P2

– maksymalnie 2 sekundy. W tym czasie musi zostać odebrany drugi dźwięk, aby przełącznik zmienił swój stan, co jest dodatkowo sygnalizowane zmianą koloru świecenia diody LED2 na czerwony. Jeżeli tak się nie stanie, dioda LED1 gaśnie i układ powraca do stanu czuwania.

Dla ciekawskich

Przykładowy program, napisany na potrzeby tego artykułu, zajmuje około 25% dostępnej pamięci, co pozwala na samodzielne eksperymentowanie z nim przy użyciu gotowego sprzętu w postaci płytki z mikrofonem, przełącznikiem i diodami sygnalizacyjnymi. Kod źródłowy został napisany w języku C, w środowisku WinAVR, pokazano go na **listingu 1**. Obsługa wejścia impulsów z mikrofonu jest

jedynym zadaniem mikrokontrolera, toteż bez obaw można było napisać ten program bez użycia przerw oraz z zastosowaniem instrukcji opóźniających.

Po wykryciu impulsu, rozumianego jako poziom logiczny wysoki, układ czeka na jego zakończenie. Ponieważ w dużym pomieszczeniu mogą zdarzyć się silne odbicia od ścian,

dodano zabezpieczenie przed nimi w postaci kolejnego oczekiwania wynoszącego 20 ms. Jeżeli odbicia nie było, program „idzie” dalej. Mikrokontroler załącza diodę LED1, sygnalizującą oczekiwanie na drugi dźwięk, po czym odlicza czas zadany potencjometrem P2. Jeżeli odliczanie doszło do zera, układ przechodzi ponownie w stan czuwania. Gdyby jednak odliczanie zostało przerwane przez nadejście drugiego impulsu, stan przełącznika zmienia się. Ten program jest na tyle nieskomplikowany, że można go rozbudować np. do obsługi trzech klaśnięć lub ustalenia minimalnego (zamiast maksymalnego) czasu pomiędzy klaśnięciami.

Michał Kurzela, EP

Listing 1. Kod źródłowy programu inteligentnego „klaskacza”.

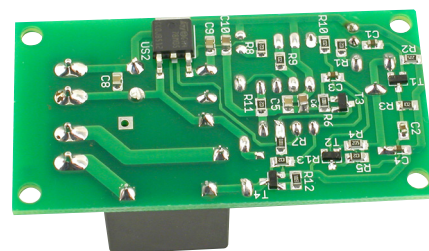
```
// Program do inteligentnego "klaskacza"
// ATTiny13, fusebity "fabryczne"
// Michał Kurzela @ 2018

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#define OUT_ON PORTB |= 0b00000001
#define OUT_OFF PORTB &= 0b11111110
#define WAIT_ON PORTB |= 0b00000001
#define WAIT_OFF PORTB &= 0b11111101
#define PULSE_1 bit_is_set(PINB, PINB2)
#define PULSE_0 bit_is_clear(PINB, PINB2)
#define OFF_ON PORTB |= 0b00010000
#define OFF_OFF PORTB &= 0b11011111
#define MNOZNIK_CZASU 2 //liczba ms odpowiadająca jednej działce ADC

volatile uint16_t time; //tyle ms czekaj na drugie klaśnięcie
volatile uint8_t stan_pk = 0; //0 wyłączony, 1 załączony

int main(void){
    DDRB = (1 << DDB5) | (1 << DDB4) | (1 << DDB1) | (1 << DDB0); //konfiguracja we/wy
    PORTB = (1 << PORTB5); //zawartość początkowa rejestru wyjść
    ADMUX = (1 << MUX1) | (1 << MUX0); //wejście ADC3, referencja z VCC
    ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADSC) | (1 << ADIF); //preskalaer przez 2, tryb Free Running
    _delay_ms(100); //odczekaj 100ms na ustabilizowanie się toru m.cz.

    while(1)
    {
        if(PULSE_1)
        { //jeżeli nadszedł impuls od mikrofonu
            time = (ADCL | (ADCH << 8)) * MNOZNIK_CZASU; //pobierz długość odcinka czasu do odczekania
            while(PULSE_1); //czekaj, aż impuls się zakończy
            _delay_ms(20); //czekaj jeszcze 20ms - mogły przyjąć np. odbicia
            while(PULSE_1); //czekaj, aż się zakończy ewentualne odbicie
            WAIT_ON; //załącz diodkę sygnalizującą oczekiwanie na drugie klaśnięcie
            while(time > 0 && PULSE_0) //odliczaj czas do drugiego klaśnięcia
            {
                time--;
                _delay_ms(1);
            }
            if(time == 0) WAIT_OFF; //czas przekroczony = zakończenie oczekiwania
            if(time > 0) //czas nieprzekroczony = przełącz wyjście
            {
                WAIT_OFF;
                stan_pk ^= 1;
            }
            if(stan_pk == 0) //logika sterująca przełącznikiem i diodą OFF - wywołana natychmiast, aby wystąpiło przełączenie
            {
                OUT_OFF;
                OFF_ON;
            }
            else {
                OUT_ON;
                OFF_OFF;
            }
            _delay_ms(50); //odczekaj po przełączeniu przełącznika, aby nie odebrał drugiego sygnał
        }
        if(stan_pk == 0){OUT_OFF; OFF_ON;} else {OUT_ON; OFF_OFF;} //logika sterująca przełącznikiem i diodą OFF, powtarzana w pętli głównej
    }
}
```



Fotografia 4. Widok zamontowanej płytki drukowanej od spodu