

# Clap<sup>2</sup>

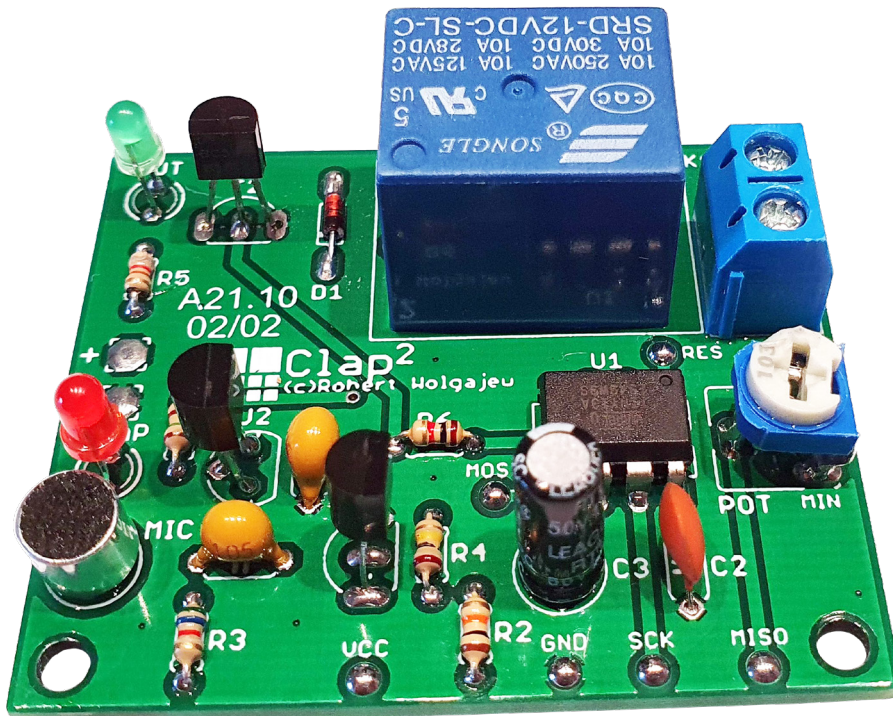
Prezentowane urządzenie jest fajnym gadżetem, o którym słyszał chyba każdy, ale zawiera bardzo ciekawe rozwiązanie układowe. Choć nie jest szczególnie ambitnym przedsięwzięciem, które musi być przysłowiowym „must have”, to nie powstydzą się go żaden z elektroników, niezależnie od poziomu zaawansowania.

Zaprezentowany układ umożliwia sterowanie pracą urządzeń elektrycznych za pomocą dźwięku, a dokładniej za pomocą klaśnień w dłonie. Było już wiele takich urządzeń, ale to zostało zaimplementowane w zupełnie nowy, a zarazem prosty sposób, dzięki doświadczeniom techniki mikroprocesorowej.

## Budowa i działanie

Schemat urządzenia nazwanego clap<sup>2</sup> został pokazany na **rysunku 1**. Jest to bardzo prosty system mikroprocesorowy, którego pracą steruje miniaturowy mikrokontroler ATtiny13 firmy Microchip (dawniej Atmel). Taktowany jest wewnętrznym, wysokostabilnym generatorem RC o częstotliwości 128 kHz.

W obwodzie wejściowym sygnału audio zaprojektowano prosty wzmacniacz z użyciem tranzystora T1 oraz kilku elementów biernych, do którego jest dołączony mikrofon



elektretowy. Wzmocniony sygnał audio trafia do wejścia nieodwracającego komparatora analogowego wbudowanego w strukturę mikrokontrolera, dla którego drugim poziomem odniesienia jest napięcie doprowadzane do wejścia odwracającego pozyskane z prostego dzielnika napięcia z użyciem potencjometru POT. W ten prosty sposób sygnał audio, którego poziom przekracza próg ustawiony za pomocą dzielnika POT, powoduje zmianę stanu wyjścia (ustawienie) wbudowanego komparatora analogowego.

Zadziałanie komparatora generuje przerwania systemowe, a w podprogramie obsługi sprawdzany jest stan licznika układu czasowo-licznikowego Timer0. Licznik jest taktowany przebiegiem zegarowym o częstotliwości 125 Hz pozyskany z podzielenia częstotliwości taktującej mikrokontroler przez dzielnik równy 1024. Dzięki takiemu rozwiązaniu każde zdarzenie – klaśnięcie, powoduje przechwycenie stanu licznika układu czasowo-licznikowego Timer0. To pozwala określić odstęp pomiędzy kolejnymi tego typu zdarzeniami i w efekcie selektywne sterowanie przekaźnikiem wyjściowym REL (wyjście PB3 mikrokontrolera).

Schemat blokowy kompletnego systemu akwizycji zdarzeń urządzenia clap<sup>2</sup> został pokazany na **rysunku 2**. Zaimplementowany system akwizycji zdarzeń korzysta w pełni z zasobów sprzętowych mikrokontrolera z wyjątkiem dwóch, bardzo krótkich funkcji obsługi przerwań systemowych: funkcji

obsługi przerwania komparatora analogowego (*ANA\_COMP\_vect*) oraz funkcji obsługi przerwania od przepełnienia licznika Timer0 (*TIMO\_OVF\_vect*). Pierwsza z funkcji odpowiada za pomiar czasu pomiędzy kolejnymi klaśnięciami odebranymi przez układ wejściowy mikrofonu elektretowego, zaś druga z nich jest niezbędna dla mechanizmu detekcji podwójnego klaśnięcia.

Mechanizm jest prosty – pierwsze podwójne klaśnięcie w dłonie włącza przekaźnik, drugie podwójne klaśnięcie powoduje wyłączenie, ale powinno nastąpić nie wcześniej niż po 2 sekundach od pierwszej serii.

### Wykaz elementów:

**Rezystory:** (miniaturowe 1/4 W)

- R1: 150 Ω
- R2: 10 kΩ
- R3: 5,6 kΩ
- R4: 100 kΩ
- R5: 820 Ω
- R6: 1 kΩ

### Kondensatory:

- C1, C4: 1 μF ceramiczny MLCC
- C2: 100 nF ceramiczny
- C3: 10 μF/16 V (Ø 5 mm) elektrolityczny

### Półprzewodniki:

- U1: ATtiny13 (DIP-08)
- U2: 78L05 (T0-92)
- T1, T2: BC546B (T0-92)
- D1: 1N4148 (DO-35)
- CLAP: dioda LED 3 mm zielona
- OUT: dioda LED 3 mm czerwona

### Pozostałe:

- K1: przekaźnik G5LE-14-9
- MIC: mikrofon LD-MC-6035P
- POT: potencjometr montażowy leżący 10 kΩ
- AC: złącze śrubowe AK500/2

**Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl)**

**W ofercie AVT\* AVT-5845**

### Podstawowe parametry:

- zmiana stanu wyjścia następuje po podwójnym klaśnięciu,
- napięcie zasilania: 9 V,
- prąd obciążenia (przełącznik wyłączony/załączony): 10/60 mA,
- maksymalne napięcie styków przekaźnika: 240V AC,
- maksymalny prąd styków przekaźnika: 10 A.

### Projekty pokrewne na [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl):

- AVT-5764 Bezprzewodowy włącznik oświetlenia (EP 5/2020)
- AVT-5630 Bezprzewodowy przedłużacz sygnalizatora (EP 7/2018)

### Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawowa wersja zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcji), 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] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – 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://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytki drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

## Program sterujący

Kod odpowiedzialny za inicjalizację układu czasowo-licznikowego Timer0 został pokazany na **listingu 1**. Dalej, na **listingu 2** pokazano kod obu funkcji obsługi przerwań systemowych: komparatora analogowego i układu czasowo-licznikowego Timer0, odpowiedzialnych za mechanizm detekcji podwójnego klaśnięcia i sterowanie przełącznikiem wyjściowym. Tyle w kwestiach programowych. Urządzenie jest niezmiernie proste, w związku z tym kod aplikacji nie jest zbyt obszerny. Prostotę tę uzyskano w dużej mierze dzięki użyciu zasobów sprzętowych mikrokontrolera, przez co skomplikowany kod aplikacji zajmujący niecałe 200 bajtów.

## Montaż i uruchomienie

Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów został pokazany na **rysunku 3**. Zaprojektowano niewielką, dwustronną płytkę drukowaną z zastosowaniem wyłącznie elementów przewlekanych montowanych po stronie TOP. Montaż urządzenia rozpoczynamy od przylutowania wszystkich rezystorów i diody D1. Następnie lutujemy kondensatory, później wszystkie elementy półprzewodnikowe (w tym diody LED CLAP i OUT), a na samym końcu mikrofon elektretowy MIC (zachowując odpowiednią polaryzację elementu), potencjometr montażowy POT, przełącznik sterujący K1 oraz złącze przyłączeniowe AC.

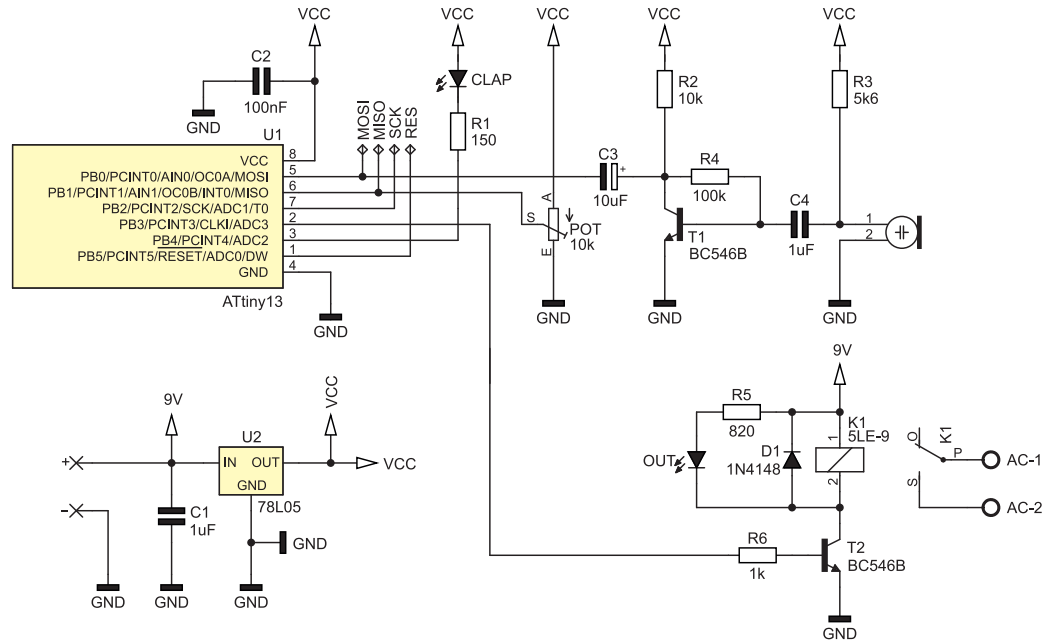
Warto pocynować ścieżki obwodu drukowanego, które będą przewodziły większe prądy (celowo nie zostały pokryte soldermaską). Chodzi o ścieżki pomiędzy stykami wykonawczymi przełącznika K1 a gniazdem przyłączeniowym AC.

### Ustawienia Fuse-bitów:

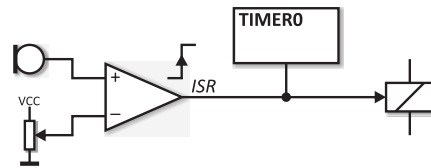
```
SUT1: 1
SUT0: 0
CKSEL1: 1
CKSEL0: 1
CKDIV8: 1
```

### Listing 1. Kod odpowiedzialny za inicjalizację układu czasowo-licznikowego Timer0 oraz komparatora analogowego

```
//Konfiguracja Timera0: tryb Normal,
//preskaler = 1024 (f=125Hz)
TCCR0B = (1<<CS02)|(1<<CS00);
//Włączenie przerwan od przepełnienia Timera0
TIMSK0 = (1<<TOIE0);
//Konfiguracja komparatora analogowego:
//włączenie przerwan od zbocza rosnącego
//na wyjściu komparatora
ACSR = (1<<ACIE)|(1<<ACIS1)|(1<<ACIS0);
//Włączenie cyfrowych buforów wejściowych
//na analogowych wejściach komparatora
DIDR0 = (1<<AIN1D)|(1<<AIN0D);
```

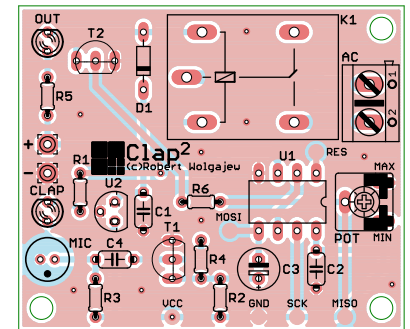


Rysunek 1. Schemat ideowy urządzenia clap<sup>2</sup>



Rysunek 2. Schemat blokowy systemu akwizycji zdarzeń urządzenia clap<sup>2</sup>

Poprawnie zmontowany układ wymaga regulacji progu zadziałania detektora dźwięku (klaśnięć), czego dokonujemy, kręcąc oską potencjometru POT (zaznaczono wartości MAX i MIN). Dioda LED oznaczona CLAP powinna zaświecać się na chwilę (200 ms) przy każdym klaśnięciu w dłoń mającym zmienić stan przełącznika K1. Należy tak ustawić czułość układu, by dioda ta nie zaświecała się przy najgłośniejszych dźwiękach otoczenia, a reagowała na dźwięki klaśnięć w dłoń. Z kolei dioda świecąca OUT zaświeca się w przypadku załączenia przełącznika wyjściowego K1.



Rysunek 3. Schemat montażowy urządzenia clap<sup>2</sup>

Na płytce urządzenia (po stronie TOP) przewidziano specjalne pola lutownicze (MOSI, MISO, SCK, RES, VCC, GND), dzięki którym możliwe jest podłączenie zamontowanego mikrokontrolera do programatora w celu zaprogramowania pamięci Flash.

Robert Wołgajew, EP

### Listing 2. Kod obu funkcji obsługi przerwań systemowych: komparatora analogowego i układu czasowo-licznikowego Timer0

```
//Definicje stałych mechanizmu dekodowania klaśnięć
#define FIRST_RISING_EDGE 0
#define SECOND_RISING_EDGE 1

//Przerwanie wyzwalane zboczem rosnącym
//na wyjściu komparatora analogowego,
//czyli de facto wyzwalane w momencie,
//gdzy napięcie na wejściu nieodwracającym komparatora
//będzie większe niż na wejściu odwracającym komparatora

ISR(ANA_COMP_vect) {
    if(Status == FIRST_RISING_EDGE) {
        TCNT0 = 0;
        Status = SECOND_RISING_EDGE;
    } else {
        //Sprawdzamy, czy od pierwszego do drugiego klaśnięcia
        //upłynął czas 200-700 ms i przełączamy wyjście OUT
        if(TCNT0 > 25 && TCNT0 < 87) OUT_TOGGLE;
        Status = FIRST_RISING_EDGE;
    }
    CLAP_ON;
}

//Przerwanie wyzwalane przepełnieniem Timera0
//po czasie ok. 2 s, jeśli nie odebrano kolejnego "klaśnięcia"
ISR(TIM0_OVF_vect) {
    Status = FIRST_RISING_EDGE;
}
```