



**Podstawowe parametry:**

- niewielkie wymiary i zwarta konstrukcja,
- atrakcyjna wizualnie, bardzo trwała obudowa o wysokiej jakości wykonania,
- energooszczędność,
- obsługa dwóch najpopularniejszych na rynku systemów fotograficznych: Nikon (standard pilotów ML-L1 i ML-L3) i Canona (standard pilotów RC-1, RC-6).

**\* Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – 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:

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

- AVT5968 Regulator jasności podświetleń do fotografii produktowej i makro (EP 1/2023)
- AVT5935 Zdalnie sterowany potencjometr (EP 6/2022)
- AVT3222 Sterowany dowolnym pilotem potencjometr audio z przekaźnikiem (EdW 5/2018)
- AVT5460 Zdalnie sterowany potencjometr – sterowany pilotem potencjometr audio z przekaźnikiem (EP 7/2014)
- AVT5237 Cyfrowy potencjometr audio z impulsatorem (EP 6/2010)
- AVT594 Zdalnie sterowany potencjometr do aplikacji audio

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB),
  - wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [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 stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

W ofercie AVT\*

**AVT5985**

# rShutter – zdalna migawka

*Tym razem wychodzę naprzeciw osobom, których jednym z hobby jest fotografia, co znaczy ni mniej, ni więcej, że wychodzę również naprzeciw... samemu sobie. Wykonując sporo zdjęć produktowych (ale nie tylko), dość często korzystam z samowyzwalacza. Muszę przyznać, że nie jest to ani nazbyt nowoczesne, ani wygodne rozwiązanie, w związku z czym zacząłem poszukiwania rozwiązania alternatywnego. Od razu pomyślałem sobie o wyzwaniu zdalnym, gdyż większość lustrzanek (ale nie tylko, także bezlusterkowce) ma taką funkcjonalność, która jest niczym innym, jak możliwością zdalnego wyzwania migawki za pomocą pilota zdalnego sterowania na podczerwień.*

Dość szybko okazało się, że oryginalne urządzenia tego typu mają absurdalną, jak na swoje możliwości i stopień komplikacji, cenę, zaś dostępne na rynku zamienniki, mimo że bardzo tanie, nie odznaczają się zbyt wysoką jakością wykonania, a z pewnością daleko im do 10 razy droższych oryginałów. Jako że urządzenia tego typu są banalne w swojej konstrukcji, postanowiłem zbudować projekt tego rodzaju, ale że lubię robić wszystko po swojemu, zdecydowałem, że będzie się on odznaczał następującymi cechami użytkowymi:

- niewielkie wymiary i zwarta konstrukcja,
- atrakcyjna wizualnie, bardzo trwała obudowa o wysokiej jakości wykonania,
- energooszczędność,

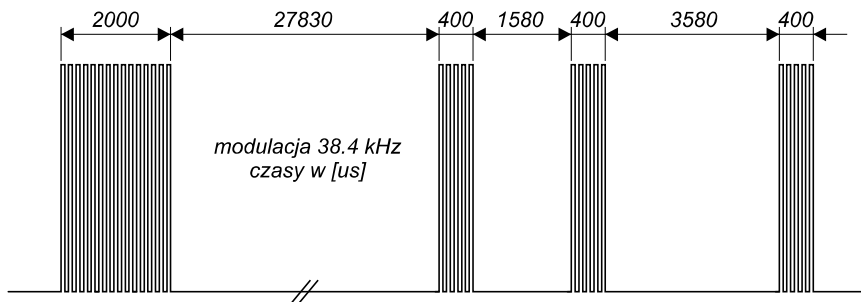


- obsługa dwóch najpopularniejszych na rynku systemów fotograficznych: Nikon (standard pilotów ML-L1 i ML-L3) i Canona (standard pilotów RC-1, RC-6).
- Ostatni parametr to nie jest błąd. Skoro podjąłem próbę własnoręcznej konstrukcji tego rodzaju urządzenia, to chciałem, aby było ono na tyle uniwersalne, że można byłoby za jego pomocą obsługiwać sprzęt dwóch głównych graczy na rynku fotograficznym. Oczywiście wprowadzając stosowne zmiany do oprogramowania, można obsługiwać sprzęt innych producentów.

W tym miejscu działania swoje skierowałem na stronę poszukiwania informacji na temat stosowanych standardów transmisji przez poszczególnych producentów. Jak można się było domyślić, na próżno szukać oficjalnych informacji w tym zakresie ze strony producentów tego rodzaju

urządzeń, jako że są to rozwiązania autorские i przez to zamknięte. Pozostały rozwiązania z zakresu inżynierii wstecznej. Sygnał z dowolnego pilota zdalnego sterowania bardzo łatwo przechwycić, a jako że wszystkie rozwiązania tego typu bazują na prostych implementacjach, to nietrudno będzie je skopiować i powielić w swoim urządzeniu. Ale zaraz, zaraz, po co kupować oryginalne urządzenie, by implementować własne rozwiązanie? No i tutaj, jak zwykle, z pomocą przychodzi Internet.

Bardzo szybko znalazłem stosowne informacje i mimo że w wielu amatorskich rozwiązaniach widać było drobne różnice w implementacji protokołów, to były one na tyle nieistotne i zapewne wynikały z wprowadzenia jakiejś tolerancji czasów, że implementacja własnego urządzenia stała się wręcz banalna.

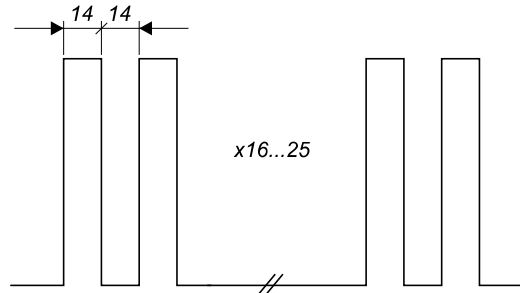


Rysunek 1. Ramka sygnału zdalnego wyzwalacza migawki dla systemu Nikon

## Protokoły komunikacyjne

Przejdźmy zatem do szczegółów dotyczących protokołów komunikacyjnych, zaczynając od systemu firmy Nikon. Piloty zdalnego sterowania tej firmy generują prostą ramkę transmisji z modulacją o częstotliwości 38,4 kHz, jak to ma miejsce w przypadku pilotów zdalnego sterowania w sprzęcie RTV, co w istocie służyć ma minimalizacji ryzyka potencjalnych zakłóceń sygnału i wymaga prostej demodulacji po stronie odbiornika.

Ramka sygnału zdalnego wyzwalacza migawki dla systemu Nikon została pokazana na **rysunku 1**. Jak widać, zastosowano serię 4 impulsów (modulowanych sygnałem nośnej) i 3 przerwy o określonym czasie trwania, których transmisja powtarzana jest dwukrotnie po czasie 63,2 ms. Oczywiście czasy, o których mowa, mogą być zaimplementowane z pewną tolerancją. Jaką dokładnie? Tego nie udało mi się ustalić, ale myślę,



Rysunek 2. Ramka sygnału zdalnego wyzwalacza migawki dla systemu Canona

że jej wielkość z powodzeniem można przyjąć na wartość co najmniej 5%, gdyż powątpiewam, by w oryginalnych rozwiązaniach stosowane były rezonatory kwarcowe. Podobnie ma się sprawa z częstotliwością modulacji. Tutaj zostało ustalone, że częstotliwość modulacji można zmieniać w dość szerokim zakresie z przedziału 36...40 kHz i wynika to zapewne z dużej czułości demodulatora po stronie odbiornika aparatu fotograficznego (zwykle stosowane są scalone odbiorniki IR). Niemniej jednak pomiary wykonane przy użyciu oryginalnego pilota wskazały wartość

### Ustawienia Fuse-bitów:

CKOUT: 1  
WDTON: 1  
RSTDISBL: 1

38,4 kHz jako użytą przez producenta urządzenia. Prawda, ale proste? W porównaniu do niektórych specyfikacji standardów transmisji w podczerwieni, stosowanych przez producentów sprzętu RTV, to wręcz banalne rozwiązanie.

Ale jeśli to jest banalne rozwiązanie, to przyjrzyjcie się implementacji firmy Canon, dla którego ramkę transmisji pokazano na **rysunku 2**. W zasadzie nie można tego nawet nazwać ramką transmisji. To zwyczajnie 16 do 25 impulsów o czasie trwania 28 µs (okres) i wypełnieniu 50%. Nic więcej. Banalne i trochę... prowizoryczne, ale jak widać, działa. Z informacji znalezionych w Internecie wynika, że częstotliwość tych impulsów można dobrać w zakresie od 29,8 do 35,5 kHz. Podobnie jak w przypadku standardu Nikon, tak i tutaj ramka jest transmitowana dwukrotnie po czasie 7,33 lub 5,36 ms.

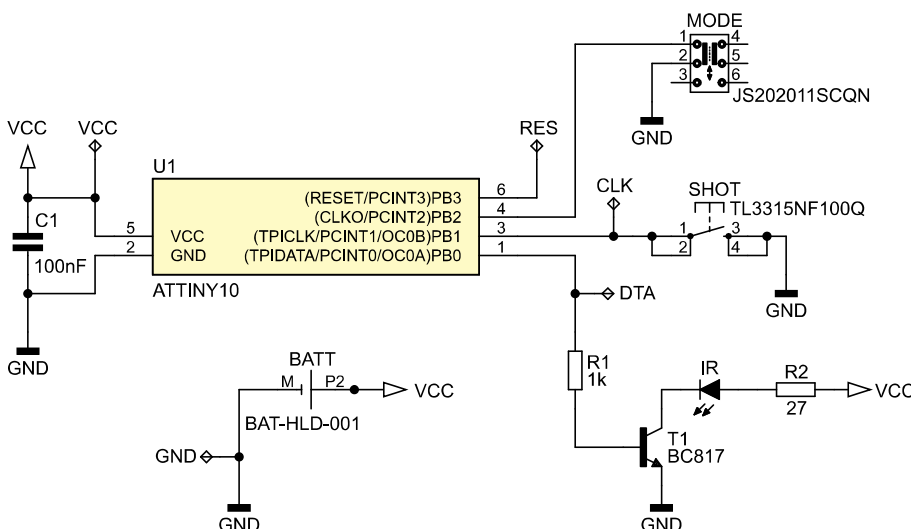
Skąd wzięły się 2 różne czasy przerwy w transmisji? Wynikają one z implementacji 2 trybów zdalnego wyzwalania w przypadku systemów Canona. Natychmiastowy i z opóźnieniem 2 s (w lustrzankach Nikona stosowany tryb ustawiamy w menu urządzenia). W naszej implementacji wykorzystamy wyłącznie tryb natychmiastowy.

Przynajmniej, że jest to nad wymiar (za)proste rozwiązanie, no ale działa. Oczywiście w praktyce okazać się może, że Wasz egzemplarz wymaga pewnej parametryzacji czasów ramki transmisji, ale że udostępniłem pełny kod programu obsługi aplikacji (de facto banalnie prosty), to w rzeczywistości będziecie mogli we własnym zakresie doprecyzować konieczne wartości lub... wprowadzić obsługę systemów innych producentów. Tyle w kwestii standardów transmisji, jeśli tak w ogóle można mówić w tym przypadku.

## Budowa i działanie

Przejdźmy zatem do schematu ideowego urządzenia, który pokazano na **rysunku 3**.

Jak widać, zbudowano bardzo prosty, wręcz banalny, system mikroprocesorowy, którego sercem jest najmniejszy mikrokontroler firmy Microchip (dawniej Atmel) o oznaczeniu ATtiny10 (lub opcjonalnie ATtiny4/5/9) taktowany wewnętrznym oscylatorem RC o częstotliwości 1 MHz odpowiedzialny



Rysunek 3. Schemat ideowy urządzenia rShutter

**Wykaz elementów**, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

**Rezystory:** (SMD0805)  
R1: 1 kΩ  
R2: 27 Ω

#### Półprzewodniki:

U1: ATtiny4/ATtiny5/ATtiny9/ATtiny10 (SOT-23-6)  
T1: BC817 (SOT-23)

IR: dioda LED IR (prąd minimum 60 mA, średnica 3 mm)

#### Pozostałe:

BATT: koszyk baterii CR2032 SMD typu BAT-HLD-001  
SHOT: mikroprzełącznik SMD typu TL3315NF100Q  
E-SWITCH (obudowa 4,5x4,5x0,55 mm)

MODE: przełącznik SMD typu JS202011SCQN C&K  
OBUDOWA: obudowa plastikowa do pilota typu 13121.44 TEKO (opcjonalnie 13121.30, 13121.47, 13121.23)

**Kondensatory:** (SMD0805)  
C1: 100 nF ceramiczny X7R

za realizację całej, założonej funkcjonalności. Mikrokontroler ten realizuje 3 zadania:

1. obsługuje przełącznik MODE wybierający tryb pracy urządzenia (Nikon/Canon),
2. obsługuje microswitch SHOT odpowiedzialny za wybudzanie mikrokontrolera i przesyłanie ramki danych w podczerwieni,
3. steruje (poprzez tranzystor T1) diodą LED IR.

Jak widać, do zasilania mikrokontrolera przewidziano niewielką baterię pastylkową typu CR2032, w związku z czym kluczowe stało się minimalizowanie zużycia energii przez system mikroprocesorowy. W związku z tym, mikrokontroler nasz pozostaje większość czasu swojej pracy w trybie Power Down i wybudzany jest wyłącznie na skutek przyciśnięcia przycisku SHOT. Po wybudzeniu transmituje ramkę danych i ponownie przechodzi w stan uśpienia. Ponadto, by dodatkowo ograniczyć pobór mocy, ze źródła napięcia zasilającego wyłączane są nieużywane peryferia mikrokontrolera, a mianowicie przetwornik ADC oraz komparator analogowy AC.

Do oszacowania, jak długo urządzenie będzie pracowało na pojedynczej baterii CR2032 o pojemności w granicach 240 mAh, należy zastanowić się, z jakich etapów składa się jego praca i jakie są wtedy prądy pobierane ze źródła napięcia zasilającego. Przystępując do obliczeń, przyjąłem następujący podział cyklu pracy urządzenia:

- czas trybu Power Down mikrokontrolera, który trwa z dużym przybliżeniem 24 h/dobę i podczas którego pobierany jest prąd rzędu 0,15  $\mu$ A,
- czas trybu Active mikrokontrolera, który trwa maksymalnie 205 ms (dla systemu Nikona) i podczas którego pobierany jest prąd rzędu 0,35 mA,
- czas załączenia diody LED IR, który trwa maksymalnie 3,2 ms (dla systemu Nikona) i podczas którego pobierany jest prąd rzędu 60 mA.

Założono, że wybudzanie urządzenia następuje 100 razy na dobę. Ponadto przyjęto 20% ubytek pojemności baterii zasilającej na skutek obciążania dość dużym prądem (przy spadku napięcia baterii do 2,2 V). Przy tych założeniach otrzymano teoretycznie, prawie 49 lat pracy na pojedynczej baterii CR2032, co znacznie przekracza deklarowane przez producenta 10 lat życia samej baterii zasilającej.

Tematyka rozładowania baterii tego typu na skutek obciążania jej dość dużymi (i de facto zbyt dużymi, jak na jej parametry katalogowe) prądami jest naprawdę ciekawa. Zainteresowanym Czytelnikom polecam lekturę dokumentu pod tytułem „High pulse drain impact on CR2032 coin cell battery capacity”, gdzie inżynierowie firmy Energizer i Nordic Semiconductor bardzo drobiazgowo przedstawili ten interesujący

Listing 1. Plik nagłówkowy programu obsługi aplikacji urządzenia rShutter

```
//Definicje portów sterujących
#define MODE_PULL_UP_REG PUEB
#define MODE_PIN_REG PINB
#define MODE_NR PB2
#define MODE_IS_NIKON (!(MODE_PIN_REG & (1<<MODE_NR)))
#define MODE_PULL_UP_ON MODE_PULL_UP_REG |= (1<<MODE_NR)
#define MODE_PULL_UP_OFF MODE_PULL_UP_REG &= ~(1<<MODE_NR)

#define SHOT_PULL_UP_REG PUEB
#define SHOT_PIN_REG PINB
#define SHOT_NR PB1
#define SHOT_IS_PRESSED (!(SHOT_PIN_REG & (1<<SHOT_NR)))
#define SHOT_PULL_UP_ON SHOT_PULL_UP_REG |= (1<<SHOT_NR)

#define IR_PORT_REG PORTB
#define IR_DDR_REG DDRB
#define IR_NR PB0
#define IR_AS_OUTPUT IR_DDR_REG |= (1<<IR_NR)
#define IR_ON IR_PORT_REG |= (1<<IR_NR)
#define IR_OFF IR_PORT_REG &= ~(1<<IR_NR)

//Definicje dla Timera0
//Toggle OC0A on Compare Match
#define BURST_FUNCNT_ON TCCR0A = (1<<COM0A0)
#define BURST_FUNCNT_OFF TCCR0A = 0x00
//Tryb CTC, Preskaler = 1
#define BURST_START TCCR0B = (1<<WGM02)|(1<<CS00)
#define BURST_STOP TCCR0B = (1<<WGM02)

//Definicje dla ramki standardu Nikona (ms)
#define START_PULSE 2
#define START_PAUSE 27.83
#define DATA_PULSE 0.4
#define FIRST_PAUSE 1.58
#define SECOND_PAUSE 3.58
#define NIKON_FRAME_PAUSE 63.2

//Definicje dla ramki standardu Canona (us)
//12 zamiast 14 z uwagi na overhead
#define PULSE_LENGTH 12
#define PULSE_NR 20
#define CANON_FRAME_PAUSE 7.33 //ms
```

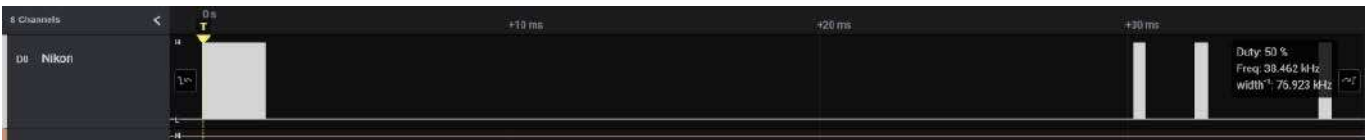
Listing 2. Fragment funkcji main w zakresie podstawowej konfiguracji mikrokontrolera

```
//Redukcja poboru mocy przez wyłączenie komparatora analogowego
ACSR |= (1<<ACD);
//Redukcja poboru mocy przez wyłączenie zasilania przetwornika ADC
PRR = (1<<PRADC);
//Uruchomienie przerwania Pin Change Interrupt
//(wybudzanie procesora w reakcji na naciśnięcie switcha SHOT)
PCICR = (1<<PCIE0);
//Konfiguracja przerwania, jak wyżej.
//Zmiana stanu wyprowadzenia PB1/PCINT1
//wyzwała przerwanie (i wybudza procesor)
PCMSK = (1<<PCINT1);
//Podciągnięcie portu wyzwolenia migawki
//(SHOT -> PB1/PCINT1) pod VCC
SHOT_PULL_UP_ON;
//Port sterujący diodą IR (PB0),
//jako wyjściowy (z domyślnym stanem 0)
IR_AS_OUTPUT;
//Konfiguracja Timera0 odpowiedzialnego za generowanie
//przebiegu 38.4 kHz (częstotliwości nośnej) na wyjściu diody IR
TCCR0B = (1<<WGM02); //Tryb CTC
OCR0A = 12; //38.4 kHz
```

Listing 3. Funkcja odpowiedzialna za emisję ramki transmisji dla systemu Nikona

```
//Czas wykonania: 135ms, w tym załączenie
//diody IR: 3.2ms (przy wypełnieniu 50%)
void sendNikon(void) {
    //Dwukrotne wysłanie ramki z odstępem zdefiniowanym
    //standardem Nikon (generowanie nośnej
    //na wyjściu sterującym diodą IR)
    for(uint8_t i=0; i<2; i++) {
        BURST_FUNCNT_ON;
        BURST_START;
        _delay_ms(START_PULSE);
        BURST_STOP;
        BURST_FUNCNT_OFF;
        _delay_ms(START_PAUSE);
        BURST_FUNCNT_ON;
        BURST_START;
        _delay_ms(DATA_PULSE);
        BURST_STOP;
        BURST_FUNCNT_OFF;
        _delay_ms(FIRST_PAUSE);
        BURST_FUNCNT_ON;
        BURST_START;
        _delay_ms(DATA_PULSE);
        BURST_STOP;
        BURST_FUNCNT_OFF;
        _delay_ms(SECOND_PAUSE);
        BURST_FUNCNT_ON;
        BURST_START;
        _delay_ms(DATA_PULSE);
        BURST_STOP;
        BURST_FUNCNT_OFF;

        if(i == 0) _delay_ms(NIKON_FRAME_PAUSE);
    }
}
```



Rysunek 4. Zrzut ekranu analizatora stanów logicznych rzeczywistej ramki transmisji standardu Nikon

```
Listing 4. Funkcja odpowiedzialna za emisję ramki transmisji dla systemu Canona
//Czas wykonania: 8.3ms, w tym załączenie diody IR: 0.48 ms (przy wypełnieniu 50%)

void sendCanon(void) {
    //Dwukrotne wysłanie ramki z odstępem
    //zdefiniowanym standardem Canon
    for(uint8_t i=0; i<2; i++){
        for(uint8_t i=0; i<PULSE_NR; i++) {
            IR_ON;
            _delay_us(PULSE_LENGTH);
            IR_OFF;
            _delay_us(PULSE_LENGTH);
        }
        if(i == 0) _delay_ms(CANON_FRAME_PAUSE);
    }
}
}
```

Listing 5. Fragment funkcji main odpowiedzialny za wybudzenie mikrokontrolera i transmisję ramki danych

```
while(1) {
    cli();
    set_sleep_mode(SLEEP_MODE_PWR_DOWN);
    sleep_enable();
    sei();
    sleep_cpu();
    //W tym miejscu śpiemy i czekamy na wybudzenie
    //przez zmianę stanu przycisku SHOT
    sleep_disable();

    //Podciągamy przycisk MODE pod VCC
    MODE_PULL_UP_ON;

    //Sprawdzamy stan przycisku MODE, żeby zdecydować
    //dla jakiego systemu (NIKON/CANON) wysłamy
    //będzie sygnał IR. Następnie wysyłamy stosowną
    //ramkę poprzez diodę IR. Maksymalny czas
    //wykonania (Nikon) 135ms, w tym 3.2ms załączenia diody IR
    if(MODE_IS_NIKON) sendNikon(); else sendCanon();

    //Wyłączamy podciągnięcie przycisku MODE pod VCC,
    //gdyż zwarty do masy (tryb Nikon) pobierałby
    //dodatkowy prąd w trybie Power Down
    MODE_PULL_UP_OFF;

    //Prosta eliminacja drgania styków
    _delay_ms(35);

    //Czekamy na ewentualne zwolnienie przycisku SHOT
    while(SHOT_IS_PRESSED);

    //Prosta eliminacja drgania styków
    _delay_ms(35);

    //Wyczyszczenie flagi przerwania Pin Change Interrupt,
    //żeby bez potrzeby (potencjalne drgania styków)
    //nie zostało od razu wywołane ponownie
    PCIFR = (1<<PCIF0);
    //Uruchomienie przerwania Pin Change Interrupt
    //(wybudzenie procesora w reakcji na naciśnięcie switcha SHOT)
    PCICR = (1<<PCIE0);
}
}
```

Listing 6. Funkcja ISR wywoływana na skutek naciśnięcia przycisku SHOT (i wybudzenia mikrokontrolera

```
//Przerwanie Pin Change Interrupt (wybudzenie procesora
//w reakcji na naciśnięcie switcha SHOT)
ISR(PCINT0_vect) {
    //Tymczasowe wyłączenie przerwania Pin Change Interrupt,
    //by nie zgłaszało się wielokrotnie na skutek drgań styków
    PCICR = 0x00;
}
}
```



Rysunek 5. Zrzut ekranu analizatora stanów logicznych rzeczywistej ramki transmisji standardu Canona

temat. Wspomniany dokument znajduje się pod adresem: <https://bit.ly/3Ol42ZY>.

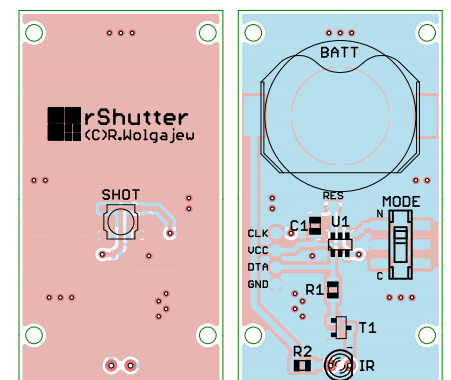
## Program sterujący

Tyle w kwestiach szczegółów konstrukcyjnych. Przejdźmy zatem do zagadnień implementacyjnych, których prezentację rozpocznie od pliku nagłówkowego porządkującego ustawienia sprzętowe. Plik, o którym mowa, pokazano na **listingu 1**. Dalej na **listingu 2** pokazano fragment funkcji main w zakresie podstawowej konfiguracji mikrokontrolera. Z kolei na **listingach 3 i 4** pokazano funkcje odpowiedzialne za emisję ramki transmisji odpowiednio dla systemów Nikon i Canona. Dalej na **listingu 5** pokazano fragment funkcji main odpowiedzialny za wybudzenie mikrokontrolera i transmisję ramki danych. I na koniec, na **listingu 6**, funkcja ISR wywoływana na skutek naciśnięcia przycisku SHOT (i wybudzenia mikrokontrolera).

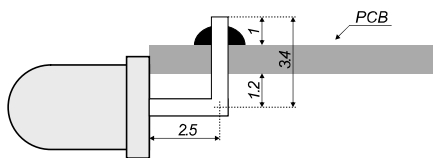
Na **rysunku 4** pokazano zrzut ekranu analizatora stanów logicznych rzeczywistej ramki transmisji standardu Nikon, zaś na **rysunku 5** stosowny zrzut ekranu analizatora stanów logicznych rzeczywistej ramki transmisji standardu Canona.

## Montaż i uruchomienie

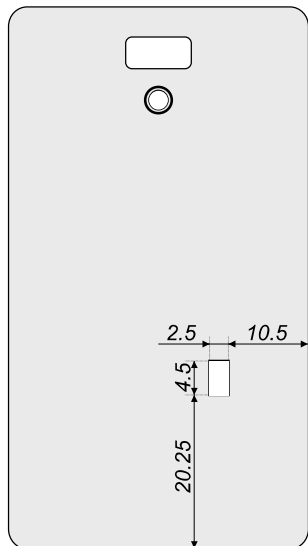
W tym miejscu przejdźmy do zagadnień montażowych. Schemat płytki PCB urządzenia rShutter pokazano na **rysunku 6**. Jak widać, zaprojektowano bardzo niewielki obwód drukowany z wyłącznym montażem elementów SMD po obu stronach laminatu.



Rysunek 6. Schemat płytki PCB urządzenia rShutter



Rysunek 7. Szczegóły dotyczące sposobu montażu diody LED względem obwodu drukowanego



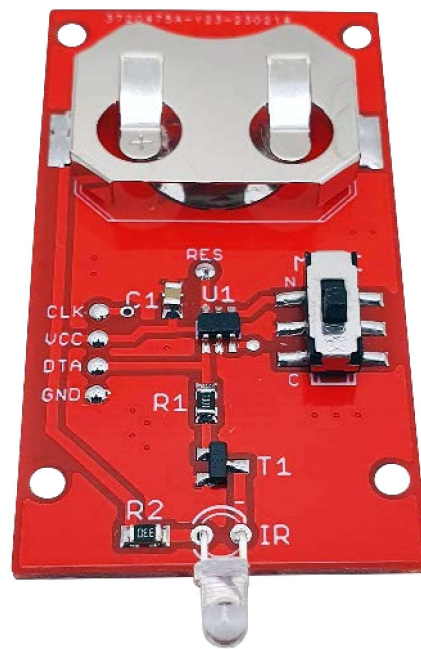
Rysunek 8. Szablon ułatwiający trasowanie otworu pod przelącznik MODE

Projektując obwód drukowany systemu rShutter, chciałem, by docelowe urządzenie wyposażone było w gęstą i niewielką obudowę, przez co etapem wyjściowym w procesie projektowania było znalezienie atrakcyjnej wizualnie i łatwo dostępnej obudowy. Zdecydowałem się na zastosowanie smukłej, plastikowej obudowy do pilota typu 13121,44 firmy TEKO w wersji z jednym przyciskiem sterującym. W związku z powyższym cały projekt laminatu podporządkowany został wymiarom zastosowanej obudowy. Co więcej, z uwagi na fakt, że zastosowany typ obudowy umożliwia zamontowanie w nim płytki z elementami o maksymalnej, sumarycznej grubości ok. 7,2 mm, musiałem zdecydować się na zastosowanie bardzo niskiego switcha SMD, wyjątkowo niskiego koszyczka baterii zasilającej oraz laminatu o grubości 1,2 mm. Osoby, które nie planują zastosowania obudowy, o której mowa powyżej, mogą nie zważać na poniższe ograniczenia.

Przejdźmy zatem do szczegółów montażowych dotyczących obwodu drukowanego. Montaż urządzenia rShutter rozpoczynamy od warstwy TOP, na której przylutowujemy switch SMD o wyjątkowo niskiej obudowie rzędu 0,55 mm. Dalej, przechodzimy na warstwę BOTTOM, gdzie w pierwszej kolejności przylutowujemy miniaturowy mikrokontroler, tranzystor T1, następnie elementy biernie a na końcu elementy mechaniczne w rodzaju koszyczka baterii zasilającej i przycisku MODE. Ostatnim etapem jest przylutowanie diody LED IR o średnicy 3 mm z odpowiednio



Fotografia 1. Widok zmontowanego urządzenia rShutter od strony warstwy TOP



Fotografia 2. Widok zmontowanego urządzenia rShutter od strony warstwy BOTTOM

przygotowanymi końcówkami, gdyż element ten montujemy równolegle i w pewnym odaleniu od płaszczyzny obwodu drukowanego (strony BOTTOM). Szczegóły dotyczące sposobu montażu diody LED względem obwodu drukowanego pokazano na **rysunku 7**.

Jak można się domyślić, obecność diody LED i przycisku MODE wymaga pewnego przygotowania zastosowanej obudowy, aby możliwe stało się umieszczenie w niej zmontowanego obwodu drukowanego urządzenia. W pierwszej kolejności, na środku (w poziomie i pionie) krótszego boku obudowy należy wywiercić otwór o średnicy 3 mm przeznaczony do umieszczenia w nim główki diody LED IR, zaś w spodniej części obudowy (tej po przeciwnej stronie przycisku SHOT) otwór przeznaczony do umieszczenia w nim oski przelącznika MODE, by był dostępny również po złożeniu urządzenia.

Oczywiście otwór ten wykonujemy tylko wtedy, gdy planujemy użycie tego samego pilota dla dwóch różnych systemów (Nikona i Canona). Jeśli urządzenie nasze zamierzamy stosować wyłącznie do sterowania jednym ze wspomnianych systemów, otworu wykonywać nie musimy,

zaś sam przycisk MODE zastąpić możemy zworą w postaci kropelki cyny na odpowiednich padach lutowniczych przeznaczonych do wlotowania przycisku (i niezbędne jest to wyłącznie dla systemu Nikona).

Aby ułatwić trasowanie otworu, na tylnej stronie panelu obudowy przygotowano specjalny, zwymiarowany szablon, który w skali 1:1 pokazano na **rysunku 8**. Szablon ten przykładamy do tylnej części obudowy (zachowując odpowiednią orientację góra/dół) i zaznaczamy miejsce otworu, zaś sam otwór wykonujemy za pomocą ostrego nożyka, posiłkując się dodatkowo, jeśli zajdzie taka potrzeba, cienkim i drobnym pilniczkiem. W tak przygotowaną obudowę montujemy obwód drukowany (z umieszczoną w podstawie baterią zasilającą), po czym skręcamy ją dołączoną śrubą. Poprawnie zmontowany układ nie wymaga żadnego uruchamiania i powinien działać tuż po zasileniu. Widok zmontowanego urządzenia od strony warstwy TOP pokazano na **fotografii 1**, zaś na **fotografii 2** widok tego samego urządzenia od strony warstwy BOTTOM.

Robert Wołgajew, EP

REKLAMA

[www.ep.com.pl/](http://www.ep.com.pl/)  
EP w toku