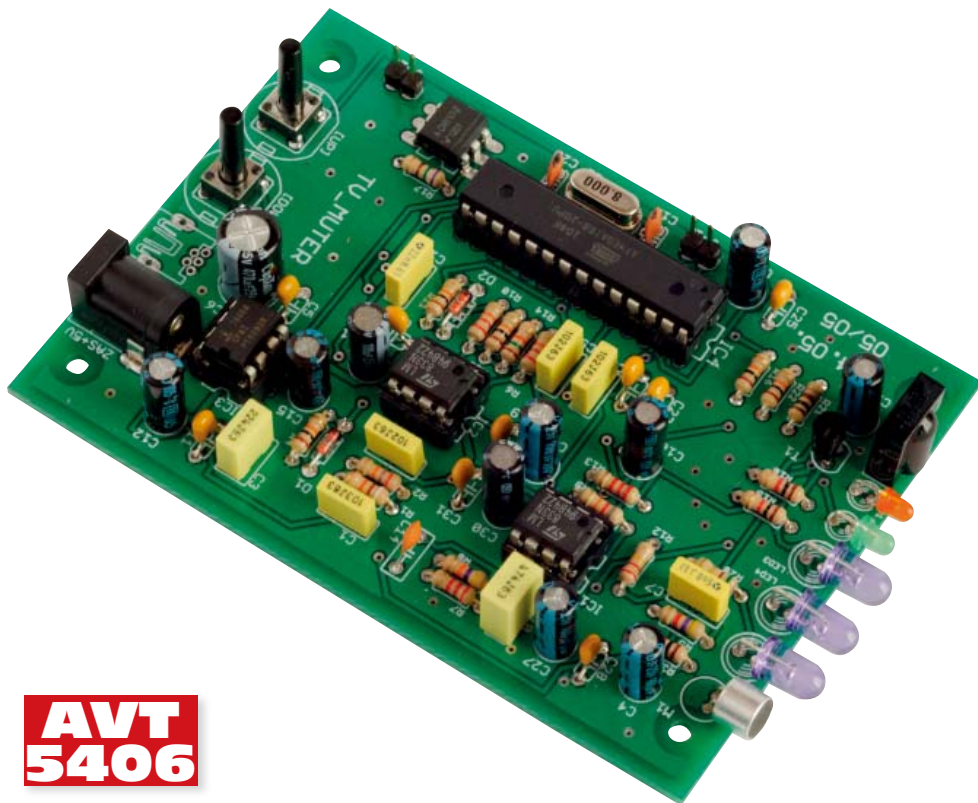


Wyciszacz odbiornika TV

Sterowany akustycznie nadajnik podczerwieni

Rola reklam emitowanych w kanałach telewizyjnych jest oczywista. Aby spełnić oczekiwania reklamodawców stacje telewizyjne zmuszone są do stosowania szeregu zabiegów technicznych, zwiększających ich skuteczność. Reklamy stały się głośnie i natarczywe. Ten projekt powstał jako odpowiedź na potrzebę znalezienia najprostszego z możliwych sposobów wyciszania odbiornika TV w czasie emisji reklam.

Rekomendacje: prezentowane urządzenie jest dedykowane również osobom, które chcą zdalnie sterować urządzeniami bez użycia jakichkolwiek podręcznych gadżetów.



**AVT
5406**

Zbudowanie niezawodnie działającego urządzenia automatycznie rozpoznającego moment rozpoczęcia i zakończenia emisji reklamy telewizyjnej jest trudne. W prezentowanym rozwiązaniu zostało zastosowane „uproszczone” podejście. Włączenie i wyłączenie głosu w odbiorniku TV jest inicjowane podwójnym kłaśnięciem w dłoń. W fazie określania założeń i realizacji projektu szczególny nacisk położono na stworzenie rozwiązania o dużej skuteczności działania. Urządzenie ma dużą czułość i reaguje na klask o umiarkowanej głośności. Równocześnie skutecznie ignoruje wszelkie sygnały akustyczne niezgodne z charakterystyczną czasową i częstotliwościową klasku, takie jak: śmiech, krzyk, gwizd, głośna rozmowa, muzyka. W bardzo dobrym stopniu odrzuca dźwięki o charakterystyce zbliżonej do klasku takie jak upadek przedmiotu, stuknięcia o talerz, aplauz. Od strony funkcjonalnej omawiane urządzenie jest sterownikiem łączącym funkcję selektywnego detektora dwuklasku z funkcją uniwersalnego pilota emitującego pojedynczy, wzorcowy kod podczerwieni. Sterownik współpracuje teoretycznie ze wszystkimi odbiornikami telewizyjnymi obsługiwany pilotem.

Montaż

Schemat ideowy sterownika pokazano na **rysunku 1**, natomiast montażowy na **rysunku 2**. Montaż urządzenia należy wykonać z bardzo dużą starannością, ze szczególnym zwróceniem uwagi na poprawne dopasowanie wartości elementów pasywnych. Montaż należy rozpocząć od wlotowania elementów obwodów zasilania. Poprawność napięć najlepiej jest zmierzyć na nóżkach układu ICL7660. Woltomierz powinien wskazywać +5 V na nóżce 8 oraz około -4,8 V na nóżce 5. Następnie, zgodnie z zasadami montażu, należy wlotować pozostałe elementy (zalecane podstawki pod układy scalone). Urządzenie należy zmontować przy użyciu komponentów wysokiej jakości. Ma to szczególne znaczenie w przypadku zastosowanych filtrów, gdzie dla uzyskania parametrów stałych w czasie zalecane jest użycie elementów biernych wysokiej jakości i jeśli możliwe o tolerancji 5...10%. Ze względu na pracę z pełnym pasmem akustycznym mikrofon powinien być zamontowany w obudowie w takim miejscu, aby żaden z elementów obudowy nie tłumiał docierającego do niego sygnału akustycznego. Należy również pamiętać o jego właściwej polaryzacji. Przed wlotowaniem diód podczerwieni przemyśle-

W ofercie AVT*

AVT-5406 A

Podstawowe informacje:

- Zasilanie z zasilacza wtyczkowego 5 V DC.
- Tryb nauki kodu „mute” dowolnego odbiornika TV.
- Nadawanie kodu „mute” po odebraniu dwóch kłaśnięć.
- Rozbudowany algorytm analizy dźwięku.
- Oprogramowanie w języku Bascom AVR, mikrokontroler ATmega168

Dodatkowe materiały na CD lub FTP:

[ftp://ep.com.pl](http://ep.com.pl), user: 62828, pass: 18ofqn10

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

AVT-582 Dręczyciel sprzętu TV-AV

EP 9/2004

AVT-721 Klaskacz – akustyczne zdalne

sterowanie EdW 5/2004

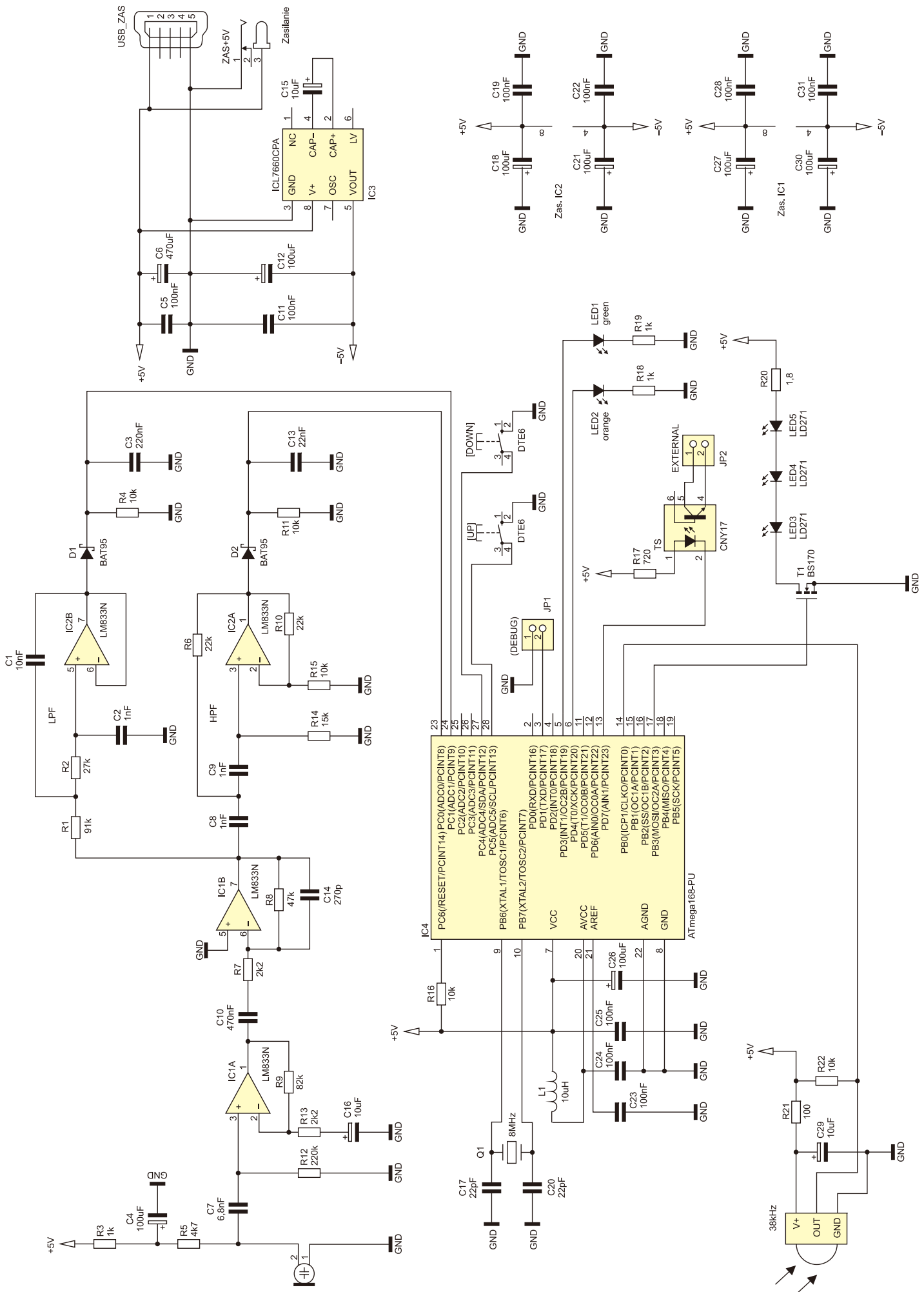
AVT-2405 Przełącznik akustyczny

EdW 2/2000

* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlotowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>



Rysunek 1. Schemat ideowy wyciszacza odbiornika TV

Eksploatacja

Od momentu zaprogramowania (opis w ramce) urządzenie jest gotowe do pracy. Każdorazowe zaświecenie zielonej diody sygnalizuje reakcję urządzenia na dźwięk i rozpoczęcie jego analizy. Jeśli sterownik poprawnie zidentyfikuje podwójne klaśnięcie w dłoni następuje transmisja zapamiętanego kodu pilota. Moment rozpoczęcia i czas trwania transmisji sygnalizuje pomarańczowa dioda.

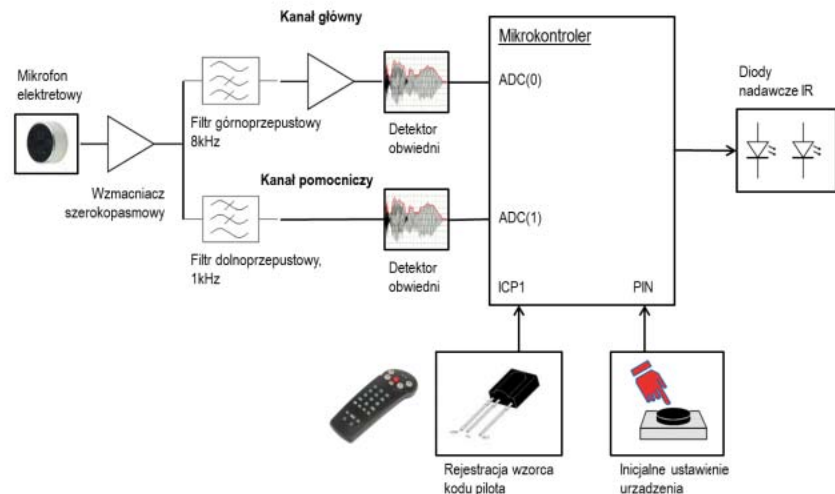
Urządzenie najskuteczniej reaguje na klask pełny, kiedy złączone palce jednej ręki uderzają w środek dłoni drugiej ręki. Brzmienie klasku należy dobrać eksperymentalnie. Ważną rzeczą jest, aby oba klaśnięcia były do siebie podobne co do sposobu wydobywania i natężenia dźwięku. Podyktowane jest to zastosowanym algorytmem, który porównuje stopień podobieństwa obu klaśnięć i na tej podstawie eliminuje dźwięki obce. Klask niekoniecznie musi być bardzo głośny gdyż może nastąpić przesterowanie sygnału i urządzenie nie zidentyfikuje dwuklasku.

Wskazówki eksploatacyjne

W przypadku odbiorników telewizyjnych pracujących w oparciu o protokół wykorzystujący *toggle bit* przy naprzemiennym posługiwaniu się pilotem i sterownikiem mogą wystąpić tzw. przebiegi jałowe. Może oznaczać to konieczność ponownego naciśnięcia przycisku MUTE albo ponownego dwuklasku. Zjawisko trudne do rozwiązania na drodze technicznej nie jest w rzeczywistości uciążliwe, przez co nie zmniejsza walorów użytkowych urządzenia.

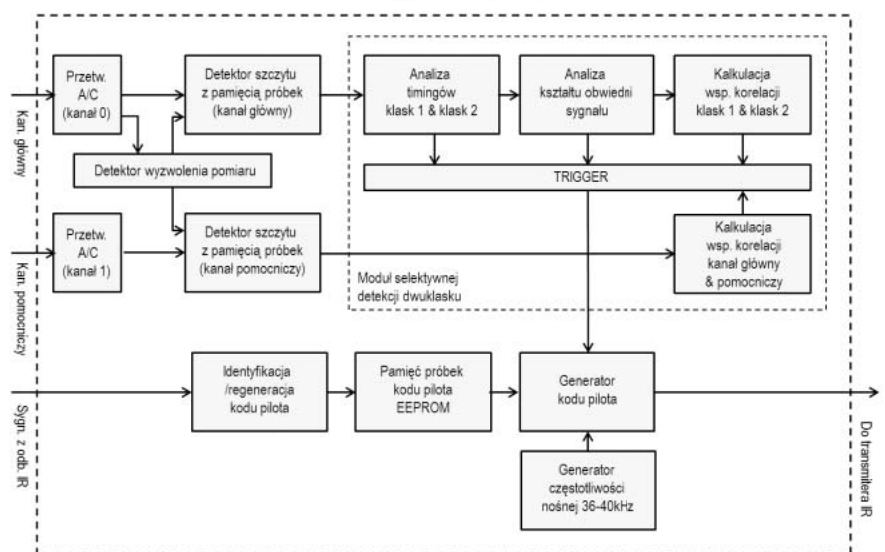
Z myślą o nietypowych przypadkach została przygotowana procedura niezależnej dezaktywacji jednego z dwóch testów rozpoznania dwuklasku. Przytrzymanie przycisku [down] przez minimum 8 sekund wyłącza test badający monotoniczność obwiedni sygnału. Opcję tę stosuje się wyjątkowo, jeśli jest taka potrzeba w pomieszczeniach o dużym pogłosie (>20...30 ms). Aktywacja trybu sygnalizowana jest przez ponowne zaświecenie się diody pomarańczowej bezpośrednio po restarcie urządzenia. Analogicznie przytrzymanie przez 8 sekund przycisku [up] wyłącza analizę niskich harmonicznych sygnału. Urządzenie staje się wtedy bardziej wrażliwe na klaśnięcia w dłoni, ale równocześnie na podwójne stuki i trzaski o charakterystyce podobnej do klasku. Aktywacja trybu sygnalizowana jest krótkim włączeniem zielonej diody bezpośrednio po restarcie urządzenia. Uruchamianie powyższego trybu należy czynić również z pełną rozważą wyłącznie tylko wtedy, gdy jest to konieczne. Powrót do ustawień domyślnych, zgodnie z opisem w ramce, dokonuje się przez równoczesne naciśnięcie i przytrzymanie przez 8 sekund przycisków [up] i [down].

Bloki funkcjonalne urządzenia



Rysunek 3. Schemat blokowy wyciszacza odbiornika TV

Bloki funkcjonalne programu



Rysunek 4. Bloki funkcjonalne programu

Debug port procesora służy wyłącznie celom diagnostycznym. Wysyłane są na niego w standardzie RS232/TTL (38400 bit/s, 8,N,1) podstawowe komunikaty związane ze stanami pracy urządzenia.

Oczywiście działanie sterownika nie musi być wyłącznie ograniczone do wyciszania reklam w odbiorniku telewizyjnym. Z powodzeniem można go używać do sterowania dowolnie wybraną funkcją każdego urządzenia, które współpracuje z pilotem podczerwieni. Dodatkowo na płycie drukowanej jest miejsce na umieszczenie transoptora. Za jego pośrednictwem można sterować dowolnym urządzeniem z pominięciem transmisji IR. Dwuklask przełącza stan diody nadawczej transoptora na przeciwny.

Autor rozwiązania dołożył wszelkich starań, aby urządzenie pracowało niezawodnie praktycznie w każdych typowych warunkach

akustycznych. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że statystyczny współczynnik skuteczności plasuje się na poziomie 90%. Oznacza to, że przeciętnie 9 na 10 dwuklasków zostanie poprawnie zinterpretowane oraz 1 na

REKLAMA

Wykaz elementów

Rezystory:

- R1: 91 kΩ
- R2: 27 kΩ
- R3, R18, R19: 1 kΩ
- R4, R11, R15, R16, R22: 10 kΩ
- R5: 4,7 kΩ
- R6, R10: 22 kΩ
- R7, R13: 2,2 kΩ
- R8: 47 kΩ
- R9: 82 kΩ
- R12: 220 kΩ
- R14: 15 kΩ
- R17: 720 Ω
- R20: 1,8 Ω
- R21: 100 Ω

Kondensatory:

- C2, C8, C9: 1 nF (MKT)
- C7: 6,8 nF (MKT)
- C15, C16, C29: 10 μF
- C1: 10 nF (MKT)
- C13: 22 nF (MKT)
- C17, C20: 22 pF
- C5, C11, C19, C22...C25, C28, C31: 100 nF
- C4, C12, C18, C21, C26, C27, C30: 100 μF/16 V
- C3: 220 nF (MKT)
- C14: 270 pF
- C10: 470 nF (MKT)
- C6: 470 μF/16 V

Półprzewodniki:

- D1, D2: BAT95
- LED1: dioda LED, zielona
- LED2: dioda LED, pomarańczowa
- LED3, LED4, LED5: diody podczerwone, np. LD271
- IC1, IC2: LM833N
- IC3: ICL7660CPA
- IC4: ATmega168-PU
- T1: BS170
- TS: CNY17
- U\$1: TSOP31328

Inne:

- JP1: goldpin 10×2
- Q1: 8 MHz
- L1: 10 μH
- [DOWN], [UP]: DTE6 (switch, wysoki)
- JP2: goldpin
- M1: 6,0 mm×5,2 mm (mikrofon elektretowy np. KPCM6B-P)
- USB-ZAS: Mini USB

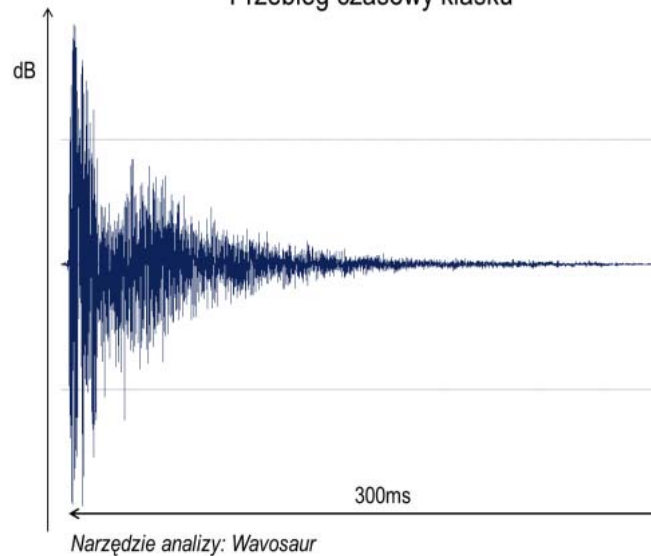
10 przypadków dźwięków zbliżonych do dwuklasku zostanie zinterpretowane jako podwójne klaśnięcie w dłonie. Dbałość o poprawną artykulację klasku oraz brak silnych dźwięków otoczenia dodatkowo podnoszą skuteczność urządzenia.

W tabeli 1 podano opis funkcjonalny poszczególnych przycisków.

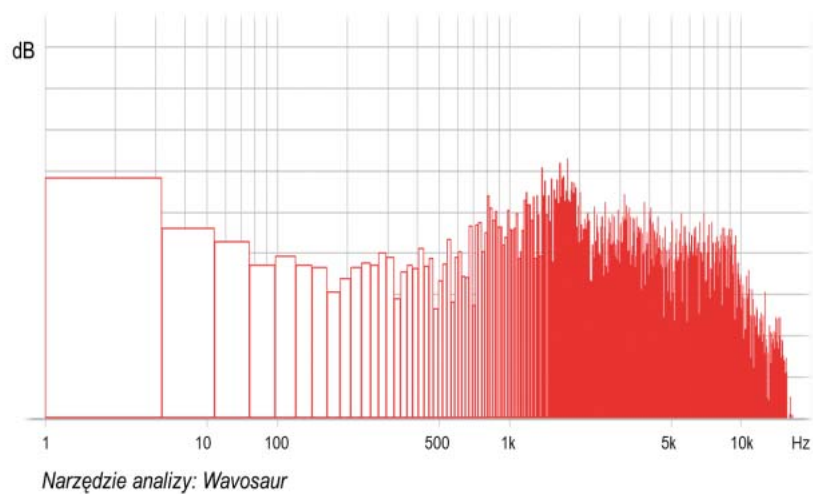
Dla dociekliwych

Na rysunku 3 pokazano schemat blokowy urządzenia, natomiast na rysunku 4 bloki funkcjonalne programu. Detekcja dwuklasku jest realizowana na drodze sprzętowo-programowej. Sygnał akustyczny odebrany przez mikrofon jest wzmacniany, a następnie transmitowany dwoma niezależnymi kanałami do wejść przetwornika analogowo-cyfrowego mikrokontrolera. Kanał główny zawiera w swoim torze filtr

Przebieg czasowy klasku

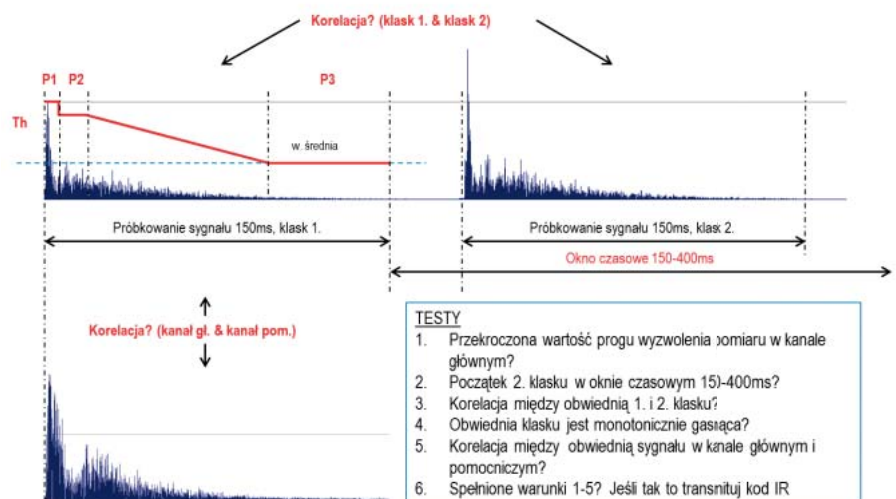


Rozkład widmowy klasku



Rysunek 5. Przebieg czasowy klasku oraz jego rozkład widmowy

Analiza programowa dwuklasku



Rysunek 6. Procedura detekcji dwuklasku

górnoprzepustowy drugiego stopnia o częstotliwości charakterystycznej 8 kHz oraz detektor wartości szczytowych sygnału. Zadaniem toru

jest odcięcie z odebranego sygnału tych częstotliwości, które dominują typowo w dźwiękach otoczenia, a następnie wyekstrahowanie ob-

Listing 1. Uproszczona procedura zapamiętywania kodu pilota

```

,--- konfiguracja TIMER1 (na potrzeby proc. Learn IR) -----
,Timer1 w konfiguracji learn IR pełni rolę „linijki czasowej” w procesie rejestracji sygnału.
,Mierzy długość impulsów i odstępów między impulsami.
,Wartość dobrana tak, aby uzyskać rozdzielczość czasową na poziomie 1 mikrosekundy
,oraz tak aby pomieścił długość przerwy między ramkami protokołów IR
Config Timer1 = Timer , Prescale = 8 , Noise Cancel = 0 , Configuration = T_learn_ir
On Icp1 Ir_event_isr Nosave
[... ]
Sub Learn_ir
,----- procedura rejestracji kodu pilota -----
,Procedura wykrywa pierwsze zbocze impulsu i rejestruje w postaci sygnatur czasowych
,zmiany zbocza sygnału. Sygnatury zapamiętywane są w tablicy Ir_width(nn)
Disable OVf1 ,procedura nie korzysta z przerwań generowanych przez TIMER1
Set TIFR1.TOV1 ,wyczyszczenie flagi od potencjalnego wcześniejszego wpisu przerwania
,--- wykrycie zbocza „pierwszego” impulsu
TIMER1 = 0 ,wyzeruj timer1 (w celu poprawnego zliczenia czasu trwania pierwszego impulsu)
Reset TCCR1B.ICES1 ,inicjalnie ustaw zbocze opadające (czyli pierwszy sygnał IR)
Enable ICP1 ,włącz przechwytywanie impulsów Capture1
Start TIMER1 , T_learn_ir ,uruchom Timer1 w celu rozpoczęcia odmierzenia czasu poszczególnych impulsów
Start Watchdog ,uruchom Watchdog w celu realizacji „sprzętowego” timeout’u na programowanie kodu z pilota
Reset Cap_f ,flaga jest ustawiana w przerwaniu Capture1
Bitwait Cap_f , Set ,oczekiwanie na pierwszy impuls
Reset Watchdog ,jeśli została wykryta transmisja podczerwieni wyzeruj watchdog
Reset Cap_f
Set TCCR1B.ICES1 ,ustaw reakcję na zbocze rosnące
Ir_last = Ir_cap ,zapamiętaj inicjalną wartość CAPTURE1 (długość trwania pierwszego odebranego impulsu)
,--- wykrycie kolejnych zboczy w pętli-----
Bitwait Cap_f , Set ,CZEKAJ na przerwanie CAPTURE1
Reset Cap_f
Toggle TCCR1B.ICES1 ,zmień zbocze przy który ma wystąpić przerwanie
Ir_width(nn) = Ir_cap - Ir_last ,wylicz długość impulsu jako różnicę czasów pomiaru
Ir_last = Ir_cap
Stop Watchdog ,zatrzymaj watchdog
Reset Led_o ,zgaś pomarańczową diodę
Disable ICP1 ,wyłącz tryb przechwytywania Capture1

,----- Przerwanie pochodzące od Capture Timera 1 -----
,przechwycenie wartości i ustawienie flagi zdarzenia
Ir_event_isr:
Ir_cap = Capture1 ,przechwyć aktualną wartość capture1
Set Cap_f
Return

```

Listing 2. Uproszczona procedura transmisji zapamiętanego kodu pilota

```

,--- konfiguracja TIMER1 (na potrzeby transmisji IR) -----
,Rekonfiguracja Timer1 pod kątem transmisji sygnału IR w/g odebranych sygnatur
Config TIMER1 = Timer , Prescale = 8 , Configuration = Transmisja_ir
Disable Ov1
On Ov1 Ir_event_isr
,--- konfiguracja TIMER2 (na potrzeby generacji nośnej IR) -----
,Timer2 służy do generacji częstotliwości nośnej dla sygnału IR
,Nośna w ciele programu będzie włączana i wyłączana w takt trwania impulsów i przerw
,Częstotliwość będzie dobiezana (OCR2) do częstotliwości nośnej danego protokołu
Config TIMER2 = Timer , Async = Off , Prescale = 1 , Compare_a = Toggle , Clear Timer = 1
Reset TCCR2A.COM2A0 : Set TCCR2A.COM2A1
[... ]
Transmit_ir:
Set TIFR1.TOV1 ,wyczyszczenie flagi od potencjalnego wcześniejszego wpisu przerwania
Enable OVf2
Set TCCR2A.COM2A0 : Reset TCCR2A.COM2A1 ,aktywacja nośnej sygnału IR
TIMER1 = 0
Enable OVf1 ,aktywuj przerwanie
Start TIMER1 , Transmisja_ir
For Nn = R1 To R2 ,tTransmituj sygnał na podstawie skorygowanych sygnatur z tablicy IR_width
Load TIMER1 , Ir_width(nn) ,załaduj wartość sygnatury czasowej
Reset Cap_f
Bitwait Cap_f , Set
Toggle TCCR2A.COM2A0 : Toggle TCCR2A.COM2A1 'aktywuj nośną generowaną przez Timer2

Next Nn
Reset TCCR2A.COM2A0 : Set TCCR2A.COM2A1 'dezaktywuj nośną generowaną przez Timer2
Disable OVf1
Disable OVf2
Return ,from Transmit_IR

```

wiedni dla dalszej analizy przez program mikrokontrolera. Analogicznie jest zbudowany tor pomocniczy, z tą różnicą, że pracuje w nim filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości charakterystycznej 1 kHz. Kanał niskich częstotliwości będzie wykorzystany przy wykrywaniu koincydencji zdarzeń dźwiękowych w obu kanałach. Nazwy kanałów wywodzą się z roli, którą pełnią przy dalszej analizie sygnału realizowanej przez mikroprocesor.

Drugim zasadniczym elementem urządzenia jest podzespół odpowiedzialny za zapamiętywanie wzorca kodu oraz jego transmisję. Funkcja również jest realizowana na drodze sprzętowo-programowej. W skład podzespołu

wchodzi zintegrowany odbiornik podczerwieni, zespół diód nadawczych IR oraz fragment kodu procesora odpowiedzialnego za zapamiętywanie wzorca, generację częstotliwości nośnej IR oraz transmisję IR. Liczba diód nadawczych została podyktowana zapewnieniem wystarczającej mocy dla różnych warunków środowiskowych pracy urządzenia. Znakończona większość standardów transmisji IR wykorzystuje częstotliwość nośną z przedziału 36...40 kHz. Odbiornik podczerwieni został tak dobrany, aby obsługiwać możliwie szeroką gamę protokołów IR. Jego częstotliwość charakterystyczna wynosi 38 kHz. Generator częstotliwości nośnej, zrealizowany na drodze

REKLAMA

Listing 3. Uproszczona procedura analizy dźwięku i wykrywania dwuklasku

```

,--- konfiguracja TIMER1 (na potrzeby wykrywania klasku)-----
Config TIMER1 = Timer , Prescale = 256 , Configuration = T_dce , stan licznika timera zwiększany co 32 us
,[...]
Sub Dce engine:
  Disable OVFl , procedura nie wykorzystuje przerwań a jedynie kontroluje stan licznika Timer1
  Start TIMER1 , T_dce , uruchom odmierzenie czasu timera i procedurę wykrycia dwuklasku
,---oczekiwanie na pierwszy klask-----
Do
  Debounce Przycisk up , Is_pressed , Pressed_przycisk , Sub ,procedura obsługi przycisku [UP]
  Debounce Przycisk_down , Is_pressed , Pressed_przycisk , Sub ,procedura obsługi przycisku [DOWN]
  Toph = Getadc(0) ,zapamiętaj aktualną wartość szczytową sygnału
  Loop Until Toph >= Trigger ,wykryj moment przekroczenia wielkości ustawionego progu wartości sygnału dźwiękowego
(klask)
,---gromadzenie próbek pierwszego klasku-----
Tt = T1
TIMER1 = 0
For Ii = 1 To Ns
  Toph = 0
  Topl = 0
  While TIMER1 < Tt
    Ww = Getadc(0) ,odczytaj wartość sygnału w kanale głównym
    Vv = Getadc(1) ,odczytaj wartość sygnału w kanale pomocniczym
    If Ww > Toph Then Toph = Ww ,zapamiętaj wartość maksymalną Top w kanale głównym w oknie
czasowym <T1,T2>
    If Vv > Topl Then Topl = Vv ,zapamiętaj wartość maksymalną Top w kanale pomocniczym
w oknie czasowym <T1,T2>
  Wend
  Sh1(i) = Toph
  Sl1(i) = Topl
  Tt = Tt + T1
Next Ii
,---oczekiwanie na drugi klask-----
Ww = Sec_trig_ratio * Trigger : Shift Ww , Right , 4 ,eksperymentalnie dobrany offset progu Threshold dla
drugiego klasku
Do
  Toph = Getadc(0) ,zapamiętaj aktualną wartość szczytową impulsu
  If TIMER1 > Tpr Then Exit Sub ,jeśli przekroczony limit czasowy (400ms) to opuść
procedurę
  Loop Until Toph >= Ww ,wykryj moment przekroczenia wielkości sygnału dźwiękowego
(klask)
,---gromadzenie próbek drugiego klasku-----
TIMER1 = 0
Tt = T1
For Ii = 1 To Ns
  Toph = 0
  Topl = 0
  While TIMER1 < Tt
    Ww = Getadc(0)
    Vv = Getadc(1)
    If Ww > Toph Then Toph = Ww ,zapamiętaj wartość maksymalną Top w oknie czasowym <T1,T2>
    If Vv > Topl Then Topl = Vv
  Wend
  Sh2(i) = Toph
  Sl2(i) = Topl
  Tt = Tt + T1
Next Ii
,---wyliczenie wartości średniej dla pierwszego klasku w kanale głównym
Ww = 0
For Ii = 1 To Ns : Ww = Ww + Sh1(i) : Next Ii
Sh1_avg = Ww / Ns
,---wyliczenie wartości średniej dla drugiego klasku w kanale głównym
Ww = 0
For Ii = 1 To Ns : Ww = Ww + Sh2(i) : Next Ii
Sh2_avg = Ww / Ns
,---wyliczenie współczynnika kowariancji
Cov = 0
For Ii = 1 To Ns
  Ee = Sh1(i) - Sh1_avg : Ff = Sh2(i) - Sh2_avg : Ll = Ee * Ff
  Cov = Cov + Ll
Next Ii
,---wyliczenie odchylenia standardowego pierwszego klasku
Ll = 0
For Ii = 1 To Ns : Ee = Sh1(i) - Sh1_avg : Dd = Ee * Ee : Ll = Ll + Dd : Next Ii
Ll = Sqr(l1)
Sig_h1 = Ll
,---wyliczenie odchylenia standardowego drugiego klasku----
Ll = 0
For Ii = 1 To Ns : Ee = Sh2(i) - Sh2_avg : Dd = Ee * Ee : Ll = Ll + Dd : Next Ii
Ll = Sqr(l1)
Sig_h2 = Ll
,---wyliczenie iloczynu odchyłeń standardowych oraz korelacji funkcji obu klasków---
Ll = Sig_h1 * Sig_h2
Corr_hh = Cov / Ll ,wyliczenie współczynnika korelacji Pearsona
,---zapamiętaj wartość pierwszego współczynnika miar
P1 = Sh1(1)
,---wylicz średnią dla drugiego współczynnika miar-----
P2 = 0
For Ii = 2 To 5 : P2 = P2 + Sh1(i) : Next Ii
P2 = P2 \ 4

```

programowej, dostosowuje jej wartość do rozpoznanego protokołu IR.

Stany pracy urządzenia sygnalizowane są przez dwie diody LED umieszczone na przednim panelu. W trybie normalnej pracy dioda zielona sygnalizuje rozpoczęcie procesu analizy sygnału akustycznego, natomiast dioda pomarańczowa transmisję podczerwieni. W trybie inicjalizacji sterownika sygnalizowane są również inne stany opisane w sekcjach „Uruchomienie” i „Eksploatacja”.

Sterownik wyposażony jest w dwa przyciski sterujące oznaczone jako [up] i [down]. Służą do zmiany stopnia czułości detektora dwuklasku, wyboru trybu jego pracy oraz inicjalizacji procedury zapamiętywania wzorca kodu pilota.

Urządzenie zasilane jest z zewnątrz pojedynczym stabilizowanym napięciem 5 V. Do zasilania najlepiej użyć jednego z popularnych zasilaczy do telefonu komórkowego ze złączem Mini-USB. Wybór opcji zasilania sieciowego zamiast zasilania baterijnego uczynił urządzenie bezobsługowym przez cały okres eksploatacji.

Detekcja klasku

Rysunek 5 przedstawia typowy przebieg czasowy i rozkład widmowy pojedynczego klasku. Cechą charakterystyczną obwiedni sygnału jest gwałtowny wzrost jego wartości w ciągu

pojedynczych milisekund i monotoniczny zanik w przeciągu 200...300 ms. Częstotliwości harmoniczne klasku rozkładają się mniej więcej równomiernie w całym paśmie akustycznym.

W przedstawianym urządzeniu badane są cechy charakterystyczne kształtu obwiedni sygnału oraz powiązania czasowe między obwiedniami pierwszego i drugiego klasku w kanale wysokich i niskich częstotliwości.

Procedura detekcji dwuklasku działa według schematu „wykryj zdarzenie – zapamiętaj próbki – zinterpretuj próbki”. W nieskończonej pętli program mikrokontrolera analizuje wielkość sygnału w kanale głównym. Jeśli sygnał przekroczy ustawioną wartość progową rejestrowany jest strumień wartości szczytowych sygnałów napływających w tym samym czasie niezależnie z kanału głównego i pomocniczego. Przekroczenie progu każdorazowo sygnalizowane jest krótkotrwałym zaświeceniem zielonej diody sygnalizacyjnej.

Odebrany sygnał zostanie zinterpretowany jako podwójny klask w dłonie jeśli przejdzie pozytywnie szereg następujących po sobie testów. Każdy z testów bada spełnienie jednego z kryterium. W pierwszej kolejności sprawdzany jest odstęp czasowy między początkiem pierwszego i drugiego klasku – jeśli oba zdarzenia nie mieszczą się w oknie czasowym

250...400 ms, to procedura testowa jest przerywana. Następnie program analizuje powiązanie między sygnałami. Badany jest stopień podobieństwa sygnałów między pierwszym a drugim klaskiem w oparciu o statystyczną metodę współczynników korelacji Pearsona. Podobna analiza odbywa się dla pierwszego klasku w kanale głównym i pomocniczym. Teraz procedura sprawdza czy obwiednia sygnału ma charakter monotoniczny i gasnący. Cała procedura testowa trwa pojedyncze milisekundy, a więc odbywa się niemal w czasie rzeczywistym, niezauważalnym dla użytkownika. Jeśli wszystkie testy zakończą się pozytywnie, program inicjuje procedurę transmisji sygnału IR. W wypadku niezaliczenia któregośkolwiek z testów, procedura jest przerywana i program ponownie powraca do nasłuchiwanie sygnału w kanale głównym. Procedura detekcji symbolicznie jest przedstawiona na **rysunku 6**.

Dla poprawnej pracy urządzenie musi dysponować zaprogramowanym wzorcem odpowiadającym kodowi 'MUTE' odbiornika TV, którym ma sterować. Wzorzec tworzony jest na podstawie kodu przesłanego z pilota w procedurze uczenia (**listing 1**). Procedura uruchamiania jest w momencie przygotowania urządzenia do pracy. Odbierane z pilota impulsy podczerwieni zamiatywane są w pamięci nie-

Listing 3. c.d.

```

,---wylicz średnią dla trzeciego współczynnika miar-----
P3 = 0
For Ii = 10 To 15 : P3 = P3 + Sh1(ii) : Next Ii
P3 = P3 \ 6

,-----
,---wyliczenie wartości średniej dla pierwszego klasku w kanale pomocniczym L-----
Ww = 0
For Ii = 1 To Ns : Ww = Ww + S11(ii) : Next Ii
S11_avg = Ww / Ns

,---wyliczenie wartości średniej dla drugiego klasku w kanale pomocniczym L-----
Ww = 0
For Ii = 1 To Ns : Ww = Ww + S12(ii) : Next Ii
S12_avg = Ww / Ns

,---wyliczenie kowariancji między kanałami głównym H i pomocniczym L dla pierwszego klasku -----
Cov = 0
For Ii = 1 To Ns
  Ee = Sh1(ii) - S11_avg : Ff = S11(ii) - S11_avg : Ll = Ee * Ff
  Cov = Cov + Ll
Next Ii

,---wyliczenie odchylenia standardowego dla pierwszego klasku-----
,Sig_h1 było wyliczone w pierwszej iteracji

,---wyliczenie odchylenia standardowego w kanale pomocniczym dla pierwszego klasku-----
Ll = 0
For Ii = 1 To Ns : Ee = S11(ii) - S11_avg : Dd = Ee * Ee : Ll = Ll + Dd : Next Ii
Ll = Sqr(l1)
Sig_l1 = Ll

,---wyliczenie iloczynu obu odchyłeń standardowych i korelacji funkcji klasku---
Ll = Sig_h1 * Sig_l1
Corr_hl1 = Cov / Ll ,wyliczenie wartości korelacji

,---wyliczenie kowariancji między kanałami głównym H i pomocniczym L dla drugiego klasku -----
Cov = 0
For Ii = 1 To Ns
  Ee = Sh2(ii) - S12_avg : Ff = S12(ii) - S12_avg : Ll = Ee * Ff
  Cov = Cov + Ll
Next Ii

,---wyliczenie odchylenia standardowego dla pierwszego klasku-----
,Sig_h1 było wyliczone w pierwszej iteracji
,---wyliczenie wartości odchylenia standardowego w kanale pomocniczym dla pierwszego klasku-----
Ll = 0
For Ii = 1 To Ns : Ee = S12(ii) - S12_avg : Dd = Ee * Ee : Ll = Ll + Dd : Next Ii
Ll = Sqr(l1)
Sig_l2 = Ll

,---wyliczenie iloczynu obu odchyłeń standardowych---
Ll = Sig_h2 * Sig_l2
Corr_hl2 = Cov / Ll ,wyliczenie wartości korelacji

,---sekcja testów na spełnienie warunków-----
,---TEST1,2: czy sygnał jest monotoniczny
If P2 > P1 Then Exit Sub ,jesli TEST1 niezaliczony □ opuść procedurę analizującą odebrany sygnał
If P3 > Sh1_avg Then Exit Sub ,jesli TEST2 niezaliczony □ opuść procedurę analizującą odebrany sygnał
,---TEST3: czy korelacja sygnału w kanale głównym (test wykonywany przy wszystkich trybach)
If Corr_hh < Corrh_threshold Then Exit Sub ,jesli TEST3 niezaliczony □ opuść procedurę analizującą odebrany sygnał
,---TEST4: korelacja między kanałem głównym i pomocniczym (aktywna przy zgaszonej fladze No_2chn)
If Corr_hl1 < Corrh1_threshold And Corr_hl2 < Corrh2_threshold Then Exit Sub ,jesli dla obu korelacji (tj. H1-
L1 i H2-L2) nie jest spełniony warunek opuść procedurę analizującą odebrany sygnał

,---TEST5: czy odpowiednio wysoki poziom sygnału w kanale pomocniczym
If Corr_hl1 >= Corr_hl2 Then ,weź pod uwagę parę sygnałów L--H o lepszym współczynniku korelacji
  If S11_avg < Sh1_avg Then Exit Sub ,dla oary sygnałów
  Else
    If S12_avg < Sh2_avg Then Exit Sub 'dla pary sygnałów
  End If
,jesli TEST3 niezaliczony □ opuść procedurę analizującą odebrany sygnał
End If

,w to miejsce program dociera po pozytywnym zaliczeniu WSZYTKICH aktywnych testów
Set Led o ,...zaświeć pomarańczową LED
Toggle Transoptor ,zmień stan transoptora
Gosub Transmit_ir ,...<== TRANSMITUJ SYGNAŁ IR
End Sub ' of DCE_engine

```

ulotnej procesora jako ciąg czasowy zdarzeń. Właściwości techniczne odbiornika IR powodują, że odczytany ciąg nie pokrywa się dokładnie z ciągiem wysłanym przez pilota. Dlatego program usiłuje zidentyfikować protokół IR na podstawie charakterystycznych wzorców czasowych zapisanych w pamięci mikrokontrolera odpowiadających popularnym protokołom IR. Jeśli mu się to uda to dokona stosownej korekcji odebranego ciągu. Protokoły niezidentyfikowane nie podlegają korekcji. Ostatecznie odebrane próbki czasowe zapamiętywane są w pamięci nieulotnej mikrokontrolera i stanowią wzorzec dla generacji sygnału. Niektóre protokoły, przy-

kładowo RC5, mają zmienną wartość *toggle bit*. Dlatego procedura uczenia wymaga zapamiętania nie jednego, ale dwóch wzorców przebiegów czasowych.

Transmisja podczerwieni wyzwana jest każdorazowo po rozpoznaniu dwuklasku (listing 2). Zespół diód IR wysyła naprzemiennie jedną z dwóch zapamiętanych serii zapamiętanego kodu pilota. Transmisja sygnalizowana jest zaświeceniem pomarańczowej diody.

Osobną kwestią jest generacja częstotliwości nośnej. Dla zidentyfikowanych protokołów podczerwieni programowo generowana jest właściwa dla protokołu częstotliwość nośna

sygnału IR z przedziału 36...40 kHz. Dla protokołów niezidentyfikowanych przyjmowana jest średnia wartość 38 kHz.

Na listingu 3 pokazano uproszczoną procedurę detekcji dwuklasku. Jest ona opatrzona obszernym komentarzem. Po lekturze artykułu nie powinno być problemu z jej analizą.

Program napisano w języku Bascom. Jego źródło nie jest dołączone do artykułu. W sprawie programu oraz innych, związanych z urządzeniem, można kontaktować się z autorem poprzez e-mail podany na końcu artykułu.

Maciej Rak
maciejkazimierz.rak@gmail.com