

Sygnet otwierający sejf

W znanej bajce, po wypowiedzeniu słów: „sezamie otwórz się”, otwierał się skarbiec pełen kosztowności. My (elektronicy) możemy otwierać sejf (drzwi, bramę) pokazując noszony na palcu sygnet.

Urządzenie składa się z dwóch części: sygnetu i zamka. Sygnet zawiera diodę LED wysyłającą kod odbierany przez czujnik światła umieszczony w zamku. Transmisja jest dwukierunkowa. Zamek stale wysyła zapytanie o kod, a w odpowiedzi sygnet przesyła swój unikatowy kod. Zamek odbiera go i sprawdza czy jest zgodny z zapisanym w pamięci. W przypadku zgodności, podawany jest sygnał elektryczny do elektromagnesu lub silnika, co powoduje odsunięcie rygla zamka.

Tak pomyślane urządzenie jest niezwykle oszczędne pod względem użytych do budowy elementów. Zawiera dwa miniaturowe mikrokontrolery, dwie diody LED, diodę Zenera, tranzystor i kilka elementów biernych SMD. Jeszcze skrawek jednostronnego laminatu i to prawie wszystko!

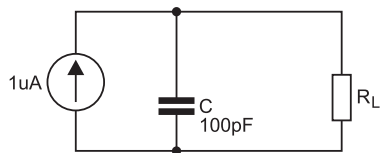
Dioda LED

Z diodami LED każdy spotkał się i potrafi dobrać odpowiednie do zamierzonego celu rozmiary obudowy diody i właściwy kolor świecenia. Barwa emitowanego światła związana jest ze składem chemicznym użytego materiału półprzewodnikowego, co z kolei ma wpływ na spadek napięcia na diodzie.

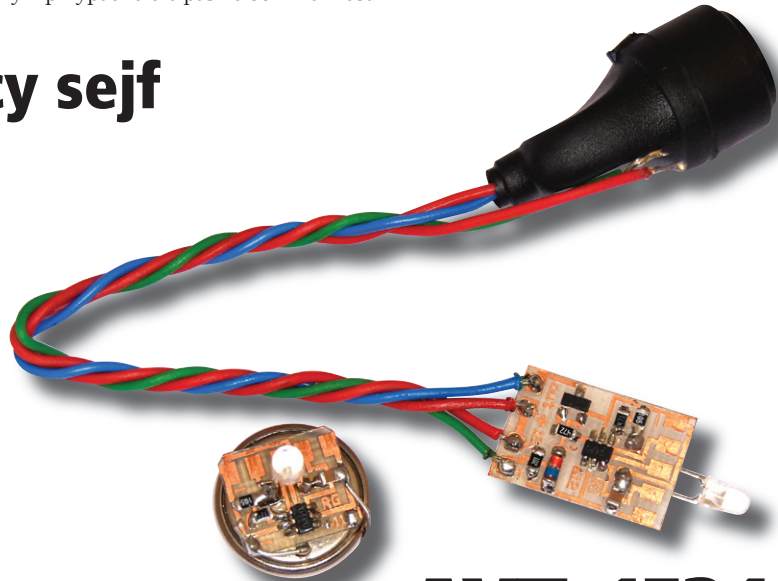
Jasność świecenia jest w dość dobrym przybliżeniu wprost proporcjonalna do przepływającego przez diodę prądu. Na obserwowaną jasność ma wpływ sposób wykonania

obudowy zamykającej strukturę półprzewodnikową diody. Obudowa może rozpraszать światło, względnie je ukierunkowywać, tak by było emitowane w określonym kącie brylowym, np. 30°. Do opisywanego zastosowania najbardziej przydatne wydają się być diody określane w katalogach terminem: *extra bright* lub *super bright*.

W związku z tym, że zjawiska fizyczne są odwracalne, to można użyć diody LED również jako czujnika światła, ponieważ oświetlone złącze półprzewodnikowe generuje napięcie. Praktyczne wykorzystanie LED jako czujnika światła wymaga mniej lub bardziej dokładnego zdefiniowania parametrów takiego czujnika. Na podstawie pomiarów dla określonego typu LED w warunkach centymetrowej odległości między diodami i przy kilku miliamperach prądu



Rys. 1. Przyjęty schemat zastępczy diody LED pracującej jako czujnik światła



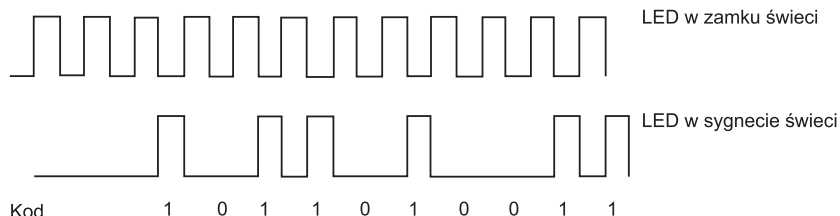
AVT-1524

W ofercie AVT:
AVT-1524A – płytką drukowaną
AVT-1524B – płytką + elementy

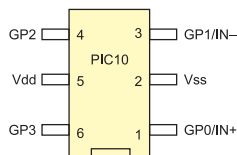
diody nadawczej, przyjęto że oświetloną diodę LED można zastąpić źródłem prądowym o wydajności 1 μA . Przy analizie własności częstotliwościowych czujnika światła należy uwzględnić pojemność złącza p-n. Taki, mocno uproszczony, schemat zastępczy przedstawiony na rys. 1, umożliwia oszacowanie spodziewanej amplitudy sygnału występującego na rezystancji obciążenia RL. Przyjmując, że rezystancja obciążenia ma wartość 1 M Ω należy spodziewać się sygnału o amplitudzie 1 V.

Sygnał z czujnika oświetlenia może być większy lub mniejszy, zależnie od odległości między diodami i od kąta pomiędzy osiami diod. Aby uzyskać sygnał cyfrowy, sygnał z diody podawany jest na komparator o poziomie detekcji ustalonym na 0,6 V. Przebieg z wyjścia komparatora analizowany jest przez mikrokontroler.

nixie.ep.com.pl



Rys. 2. Format transmisji sygnałów między zamkiem a sygnetem



Rys. 3. Rozkład i oznaczenie wyprowadzeń mikrokontrolera PIC10F204

Format i parametry transmisji

Dioda w zamku pracuje nieprzerwanie, wysyłając impulsy świetlne synchronizujące z ustaloną częstotliwością. Przez pierwszą część okresu świeci, a w czasie drugiej części przełączana jest na odbiór światła (rys. 2). Obserwator, wskutek bezwładności oka, odnosi wrażenie, że dioda jest ciągle zapalona.

Dioda w sygnecie jest normalnie ustawiona na odbiór – obserwator określi ją jako zgaszoną. Gdy wykryje ona impulsy synchronizujące mające odpowiednią częstotliwość, to przełączana jest w tryb nadawania kodu. Jeśli bit kodu jest jedynką, to świeci pomiędzy impulsami synchronizującymi, lub pozostaje wygaszona, jeśli wysyłany bit kodu jest zerem. Pierwszym znakiem kodu musi być jedynka. Podczas transmisji kodu obserwator zauważy krótki błysk.

Tabela 2. Pojemność elektryczna baterii litowych

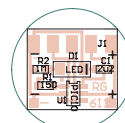
typ baterii	pojemność [mAh]
CR1025	30
CR1216	25
CR1220	35
CR1225	50
CR1616	55
CR1620	70
CR1632	120
CR2016	90
CR2025	170

Dioda w zamku, po odebraniu poprawnego kodu, przestaje na pewien czas świecić, tym samym nie wymuszając powtórnej transmisji kodu.

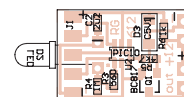
W opisywanym urządzeniu przyjęto częstotliwość impulsów synchronizujących równą 2 kHz. Założono, że do świecenia diody w sygnecie wystarczający będzie prąd około 6 mA. Długość kodu ustalono na 24 bity, co zapewnia 8 mln kombinacji. Przy tych założeniach, czas przesłania kodu wynosi 12 ms. Jeśli sygnet będzie używany co godzinę, to średni prąd potrzebny do transmisji kodu jest nie większy od 0,01 μ A!

W powyższym wyliczeniu pominięto prąd zużywany przez mikrokontroler sterujący pracą sygnetu. Opierając się na danych katalogowych mikrokontrolera typu PIC10F204, pobór nie powinien przekroczyć 300 μ A w stanie aktywnym i 1 μ A w trybie *sleep*. Stan aktywny jest potrzebny do wykrycia impulsów synchronizujących. Wymaga to, co najmniej 2 ms. Jeśli impulsy synchronizujące będą wykrywane w odstępie co 3 sekundy, to średnie zużycie prądu związane ze stanem aktywnym wyniesie 0,2 μ A. Zatem, sumaryczny prąd zasilania sygnetu nie powinien przekroczyć 2 μ A i to oszacowanie umożliwia dobór baterii zasilającej.

Minimalne napięcie zasilające mikrokontroler PIC10F204 to 2 V. Suma spadków napięć na czerwonej diodzie LED i szeregowym oporniku ograniczającym prąd diody, to minimum 2,5 V i co najmniej takie powinno być napięcie zasilania. Baterie litowe typu CR mają nominalne napięcie 3 V. W czasie pracy napięcie baterii litowej jest względnie stałe. Rozmiary tego typu baterii są zawarte



Rys. 5. Płytką drukowaną sygnetu, wymiary: 12×11 mm



Rys. 6. Płytką drukowaną zamka, wymiary: 12×18 mm

w jej oznaczeniu (średnica w mm, grubość w 1/10 mm). Im większe rozmiary ma bateria, tym większą ma pojemność (tab. 1). Pojemność 50 mAh zapewni prawie 3-letni czas funkcjonowania sygnetu. W projekcie zastosowano baterię CR1620.

Sygnet

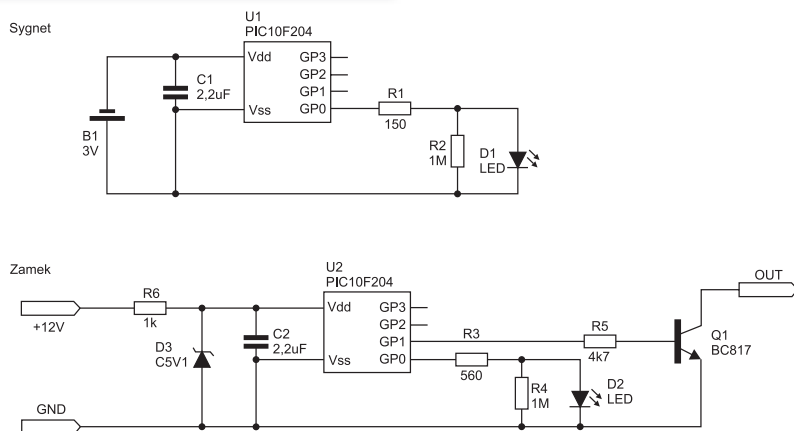
Schemat układu sygnetu jest bardzo prosty (rys. 4). Rezystor R1 ogranicza prąd diody LED pracującej jako nadajnik. Rezystor R2 to obciążenie dla diody LED pracującej jako czujnik światła. Przełączaniem trybu pracy steruje mikrokontroler PIC10F204. Wyprowadzenie GP0 jest wyjściem podczas nadawania. W czasie detekcji impulsów synchronizujących GP0 jest wejściem (IN+) komparatora. Drugie wejście komparatora (IN-) jest w tym czasie wewnątrz mikrokontrolera dołączone do napięcia odniesienia 0,6 V. Układ zasilają baterie litowe zwarta kondensatorem C1 zmniejszającym wpływ rezystancji wewnętrznej baterii.

Zamek

Schemat układu zamka, w stosunku do schematu sygnetu został uzupełniony o wyjście typu otwarty kolektor – tranzystor T1. Tranzystor sterowany jest wyjściem GP1 mikrokontrolera i umożliwia włączenie na ustalony programowo czas elektromagnesu lub silnika przesuwającego rygiel. Na schemacie pominięto diodę tłumiającą przepięcia występujące przy obciążeniach o charakterze indukcyjnym. Układ przystosowany jest do zasilania napięciem 12 V.

Montaż

Elementy elektroniczne urządzenia umieszczamy na płytkach drukowanych wykonanych z jednostronnego szklano-epoksydo-



Rys. 4. Schemat ideowy urządzenia

WYKAZ ELEMENTÓW

- R1: 150 Ω
- R2, R4: 1 M Ω
- R3: 560 Ω
- R5: 4,7 k Ω
- R6: 1 k Ω
- C1, C2: 100 nF
- U1, U2: PIC10F204-I/O
- Q1: BC817B
- D1, D2: L-934SRC-J LED fi 3
- D3: BZV55-B5V1 (minimelf)
- B1: CR1620 bateria



wego laminatu o grubości 0,5 mm. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rys. 5 i rys. 6**.

Po przylutowaniu, mikrokontrolery trzeba zaprogramować. Płytki drukowane mają (nie pokazano tego na schemacie ideowym) kontakty do podłączenia programatora. Do płytek, na czas programowania, najwygodniej dołączyć przejściówkę wykonaną z typowego złącza bezpośredniego 801 (*edge connector Cannon 801*). Po zaprogramowaniu płytkę sygnetu umieszczamy na minusowym biegunie baterii CR 1620 i lutujemy doprowadzenia zasilania.

Aby sprawdzić działanie urządzenia, układ zamka uzupełniamy o buzzer i zasilamy napięciem 12 V. Zbliżamy diodę LED w sygnecie do diody LED zamka i buzzer powinien się odezwać. Jeśli wydaje dźwięk, to urządzenie działa, ale to nie koniec naszej pracy. Pozostaje dopracowanie szczegółów czyli nadanie ostatecznych kształtów sygnetowi (dolutowanie obrączki, wykończenie powierzchni czolowej – może zalanie żywicą epoksydową, itd.), oraz ustalenie jaki ma być element wykonawczy w zamka.

Program sterujący

Do opisu projektu dołączono pliki: SYG.HEX i SEJF.HEX umożliwiające zaprogramowanie mikrokontrolerów (z celowo ograniczoną funkcjonalnością).

Początek programu sygnetu zawiera instrukcje:

```
MOVWF 0x5 ;kalibracja
częstotliwości generatora - nie
zmieniać!
MOVLW 0x3 ;ustala ostatnią cyfrę
kodu, tu 3
MOVWF 0x13 ;ostatnia cyfra kodu
jest zapamiętana w 13 (hex)
rejestrze pamięci
XORLW 0xff ;komórka nie zapro-
gramowana (czysta)
XORLW 0xff ;komórka nie zapro-
gramowana
XORLW 0xff
```

Ostatnią cyfrę kodu można zmienić zmieniając argument drugiej z kolei instrukcji, lub wpisując do czystych komórek odpowiednie rozkazy. Przykładowo, dla sygnetu, który winien mieć na ostatniej pozycji kodu cyfrę 7 należy do czystych komórek wpisać:

```
movlw 0x7 ;ostatnia cyfra
kodu: 7
movwf 0x13 ;pamiętaj
```

Program dla mikrokontrolera w zamku zawiera instrukcję związaną z czasem trwania impulsu uruchamiającego zamek. Początek tego programu jest następujący:

```
MOVWF 0x5 ;kalibracja
częstotliwości generatora - nie
zmieniać!
```

```
MOVLW 0x3 ;ustala ostatnią
cyfrę kodu, tu: 3
MOVWF 0x13 ;ostatnia cyfra
kodu jest zapamiętywana w 13(hex)
rejestrze pamięci RAM
MOVLW 0xc ;czas trwania im-
pulsu wyjściowego (rozdzielczość
0,1s ), tu: 12x0,1s=1,2sek. (bow-
iem hex c = dec 12)
MOVWF 0x12 ;czas trwania im-
pulsu zamka jest umieszczany
w 12(hex) rejestrze pamięci
XORLW 0xff ;komórka nie za-
programowana (czysta)
XORLW 0xff ;komórka nie za-
programowana
XORLW 0xff
```

Jeśli pojawi się potrzeba wydłużeni np. do 3,6 sekund działanie elementu wykonawczego, to w programie, poczynając od pierwszej czystej komórki należy wpisać:

```
MOVLW 0x24 ;weź 3,6 sek. (36
dec = 24 hex)
MOVWF 0x12 ;pamiętaj
```

Wspomniana ograniczona funkcjonalność programu polega na tym, że:

- tylko cztery z 24 bitów kodu można zmienić,
- czas pracy urządzenia jest ograniczony do około miesiąca.