

# Światła bezpieczeństwa dziecka na drodze

## kit AVT-111

Nadszedł wrzesień. Dzieci wędrują do szkół. Znowu wzrośnie liczba wypadków na drogach. Bez troski dzieci, nieuwagi kierowców, słabe światła samochodów czy wreszcie brak jakichkolwiek elementów odblaskowych staną się bezpośrednimi przyczynami wielu nieszczęść.

Chcemy zaproponować rodzicom, bądź starszemu rodzeństwu, wykonanie znakomitych światełek ostrzegawczych dla naszych maluchów, wędrujących do i ze szkoły o zmroku. Prezentowane układy mogą mieć również szerokie zastosowanie sygnalizacyjne lub rozrywkowe - ten efekt świetlny robi w nocy duże wrażenie.



Wiele szkolnych tornistrów jest wyposażonych w elementy odblaskowe, także niektóre buty zawierają takie elementy. W wielu sytuacjach jest to wystarczające - osoba jest widoczna w świetle nadjeżdżającego samochodu. Z pełną świadomością tego faktu przystąpiliśmy jednak do opracowania światła ostrzegawczego, przydatnego dzieciom w ich jesiennych wędrowkach do szkoły. Powodów jest kilka. Po pierwsze - nie wszyscy noszą tornistry czy plecaki z elementami odblaskowymi. Po drugie - bardzo wiele samochodów na naszych drogach (np. poczciwe 126p, lecz nie tylko one) mają krótkie światła tak słabe, że elementy odblaskowe nie spełniają swojej roli. Po trzecie, można zostać potrąconym nawet przez jadącego bez świateł rowerzystę. Po czwarte, mamy nadzieję, że dzieci chętnie będą nosić kolorowy, mrużący „bajer“ nie tylko dla bezpieczeństwa.

### Elementy układu

#### Bateria zasilająca

Trudno obciążać dziecko czterema ogniwami R20. W zasięgu zainteresowań pozostaje więc bateria 6F22 z napięciem 9V oraz ogniwa tzw. guzikowe, stosowane w kalkulatorach, np. LR44 (oznaczane też G13). W niektórych zastosowaniach można użyć dwóch paluszków R6. Oczywiście, istnieje także wiele innych przydatnych ogniw, lecz te

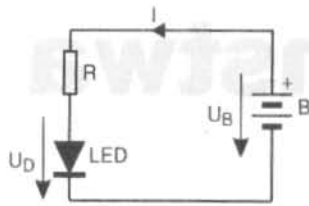
wymienione mają najkorzystniejszy stosunek ceny do możliwości i są powszechnie dostępne.

W przypadku, gdy światełka będą często używane (np. w sezonie jesiennie-zimowym), dużo bardziej ekonomiczne jest użycie akumulatorów kadmowo-niklowych. Żywotność akumulatorów wynosi przeważnie ponad 500 cykli ładowanie-rozładowanie.

#### Źródło światła

Oczywistym jest, że ze względu na sprawność i niezawodność, użyjemy diod LED. Lecz... dioda diodzie nie równa. Typowe dostępne LEDy o światłości rzędu 1mcd (mcd - milikandela, jednostka światłości) nie wchodzi w grę. Po przebadaniu szeregu diod (pod względem parametrów elektrycznych i optycznych, niezawodności, dostępności na rynku oraz ceny) okazało się, że najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie diod firmy Hewlett Packard, typu HLMP-3750, 3850, 3950, w trzech podstawowych kolorach.

Ta grupa diod świecących ma średnicę 5mm, przezroczystą obudowę, kąt promieniowania 24° i światłość typową 125mcd przy prądzie 20mA. Dopuszczalny prąd pracy wynosi 30mA (dla diod żółtych 20mA), prąd szczytowy przy pracy impulsowej - 90mA (dla żółtych 60mA). Skuteczność świetlna wynosi od 145lm/W dla diody czerwonej do 595lm/W dla zielonej.



Rys. 1.

Warto to porównać ze skutecznością żarówek z Tab. 1 z artykułu „Nie-zawodne światła rowerowe”. Diody te są opisane w katalogu jako Ultra Bright, czyli bardzo jasne.

**Obudowa i zabezpieczenie przed wilgocią**

Krajowi producenci zdołali już uruchomić produkcję różnych typów obudów. Asortyment nie jest jednak zadawalający. Autor wypróbował kilka typów małych obudów, pierwotnie przeznaczonych do układu zdalnego sterowania za pomocą podczerwieni alarmem samochodowym. Efekt można zobaczyć na fot. 2.

Z założenia, urządzenie będzie pracować na wolnym powietrzu. Narażone będzie więc na działanie wilgoci i deszczu. Zastosowane obudowy nie zapewniają doskonałej wodoszczelności, zatem trzeba będzie zabezpieczyć gotową płytkę lakierem izolacyjnym lub, ostatecznie, roztworem kalafonii w spirytusie.

**Wyłącznik zasilania**

O ile w wersjach uproszczonych można go pominąć (włożenie baterii oznacza ciągłą pracę), w większości przypadków powinien być jednak stosowany. Generalnie chodzi o to, aby dziecko nie zapomniało włączyć zasilania. Bo jeśli nie włączy - to po co było nam się tyle trudzić.

**Rozwiązania układowe**

Najprostszym rozwiązaniem jest dołączenie diody do baterii o napięciu minimum 3V, z zastosowaniem rezystora (rys. 1).

Jak wiadomo, napięcie na świecącej diodzie wynosi 1,6..2,2V, w zależności od materiału struktury i barwy. Prąd w tym układzie wynosi:  $I = (U_B - U_D)/R$ . Zauważmy, że przy napięciu baterii niewiele przekraczającym napięcie pracy diody (np. dwa akumulatorki CdNi dają minimalnie 2,4V), dla uzyskania przyzwoitego prądu należy zastosować rezystor o bardzo małej wartości. Przy wyladowaniu, niewielki spadek napięcia baterii spowoduje znaczne zmniejszenie prądu, aż do jego całkowitego zaniku. Uwaga ta ma szczególne znaczenie zimą, gdyż w temperaturach ujemnych napięcie pracy diody nieco wzrasta (ujemny współczynnik temperaturowy, podobnie jak w zwykłych diodach), natomiast parametry akumulatora się pogarszają.

Drugą, nieco lepszą wersją jest zastosowanie „migających” diod.

Niektórzy producenci oferują diody LED z wbudowaną strukturą generatora. Jest to bardzo proste rozwiązanie, posiada jednak wiele wad. Mianowicie, wiele tego typu diod wymaga zasilania powyżej 5V (zwykle mogą pracować do 12V), niektóre sprawiają kłopoty w eksploatacji przy zmianach temperatury. Przebadane przez autora egzemplarze miały bardzo małą skuteczność oraz zbyt wysoką częstotliwość impulsowania. Nie udało się dotrzeć do diod migających o podwyższonej jasności.

Czynniki te sprawiły, że diody migające okazały się nieprzydatne do

opisywanego zastosowania.

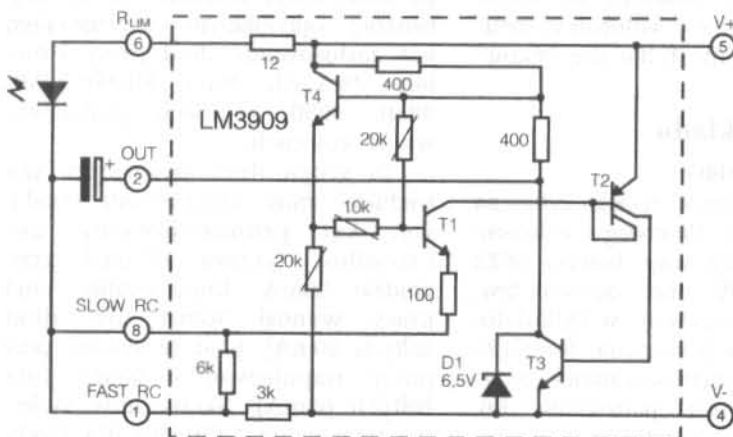
Można jednak zastosować oddzielne generatory. Opracowano rozwiązania dla trzech rodzajów zasilania.

**Wersja**

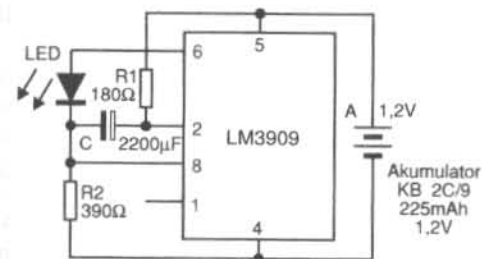
**z układem scalonym LM3909**

Dla tego typu zasilania dostępne jest co najwyżej napięcie 1,5V lub 1,2V, zmniejszające się przy rozładowaniu do 1V. Aby zaświecić diodę tak małym napięciem, użyto układu scalonego LM3909 firmy National Semiconductors. Rysunek 2 przedstawia schemat wewnętrzny i typową aplikację tego układu. Do zbudowania układu w podstawowej wersji wystarczy bateria, dioda LED i jeden kondensator. Niestety, błyski są bardzo krótkie, z długim czasem przerwy. Za to średni prąd pobierany z baterii wynosi ok. 0,5mA. Może to być bardzo interesujące rozwiązanie sygnalizacji świetlnej - bateria typu R20 dobrej firmy wystarczy na prawie dwa lata ciągłej pracy.

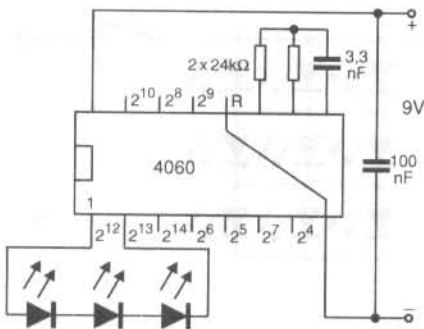
Do naszego celu podstawowa aplikacja jest jednak nieprzydatna. W celu zwiększenia siły błysku zastosowano układ przedstawiony na rys. 3. Z porównania schematów z rys. 2 i 3 wynika, że dodane rezystory R1 i R2 są dołączone równoległe do istniejących już rezystorów układu scalonego i w efekcie zmniejszają czas ładowania kondensatora C. Duża pojemność kondensatora C, wynosząca 2000µF, zapewnia dużą energię błysku, a rezystory zmniejszają czas przerwy do ok. 1,5s. W modelu zastosowano diodę LED φ 8mm z soczewką dyfuzyjną, o szerokim kącie promieniowania. Jednak ogólny efekt wizualny jest gorszy niż w układach przedstawionych w dalszej części artykułu. Zaletami tego rozwiązania są: niskie napięcie zasilania, mały prąd poboru, prosta aplikacja. Wadą jest krótki czas błysku oraz wysoka cena



Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.

układu scalonego.

Układ z rys. 3 jest zmontowany w obudowie pokazanej na fot. 2, przy czym układ scalony „leży na plecach”. Wyprowadzenia są odgięte o 90°, otrzymujemy płaski układ scalony, do którego wyprowadzeń są lutowane bezpośrednio pozostałe elementy. Zamiast kondensatorów na napięcie 10V można zastosować małe, na napięcie 3V. Można spróbować użyć, zamiast jednej, dwóch połączonych równolegle diod LED.

Jeśli użyjemy miniaturowej baterji zegarkowej, układ może mieć naprawdę małe rozmiary.

Przy okazji trzeba nadmienić, że jeśli zastosujemy kondensatory o małej pojemności, częstotliwość błysków będzie na tyle duża, aby oko odbierało je jako światło ciągłe, otrzymamy układ zaświecający diodę LED już od napięcia 1V.

**Wersja**

**z układem scalonym 4060**

Można zastosować także generatory na układach CMOS. Do wersji z baterią 6F22-9V skonstruowano dwa układy. Pierwszy z nich jest oparty na układzie scalonym 4060. Układ 4060 zawiera oscylator i 16-stopniowy dzielnik. Sens dołączenia dzielnika polega na możliwości zastosowania elementów oscylatora na większą częstotliwość, czyli o mniejszej wartości i wymiarach. Drugą korzyścią jest łatwość uzyskania impulsów o współczynniku wypełnienia 0,25. W praktyce okazuje się, że najlepszy efekt ostrzegawczy dają błyski o częstotliwości około 1Hz. Ponadto konieczne jest, aby błyski nie były zbyt krótkie. Nie ma jednak potrzeby stosować błysków o stosunku czasów błysku do przerwy 1:1, czyli o współczynniku wypełnienia 0,5. Z powodzeniem wystarczą błyski o wypełnieniu 0,25. Przy okazji zyskujemy na żywotności baterji, gdyż prąd średni wynosi tylko 0,25

x prąd diod.

Schemat tego układu przedstawia rys. 4.

Oczywiście, diody można dołączyć do dwóch dowolnych kolejnych wyjść tego układu scalonego, zmieniając wartości elementów oscylatora. Co ciekawe, w tak prostym układzie uzyskuje się zupełnie przyzwoite parametry. Przy dołączeniu trzech diod prąd średni wynosi 3mA, co daje 12mA w impulsie.

**Wersja**

**z układem scalonym 4046**

Do konstrukcji następnej wersji, przedstawionej na rys. 5, użyto układu scalonego 4046. Układ 4046 jest układem pętli synchronizacji fazowej. Zawiera generator sterowany napięciem i dwa detektory fazy. Elementy C1, R1 i napięcie na końcówce 9 decydują o częstotliwości powtarzania. Elementy R2, C2 określają czas błysku. Rezystor R3 oraz wartość wzmocnienia prądowego tranzystora T1 ustalają prąd płynący przez diody LED. Wykorzystuje się tu fakt, że prąd kolektora zależy od prądu bazy, a pozostałe czynniki: temperatura czy napięcie na kolektorze, nie mają znaczącego wpływu. Rezystor R3 należy więc dobrać indywidualnie do egzemplarza zastosowanego tranzystora.

Można zrezygnować z tranzystora T1 i rezystora R3, a diody włączyć między minus zasilania i końcówkę 2 układu scalonego. Prąd wyjściowy będzie wówczas zależny tylko od rezystancji wewnętrznej tego wyjścia.

Wartość kondensatora C1 zależy będzie od warunków pracy końcówki 9. Końcówkę tę można dołączyć

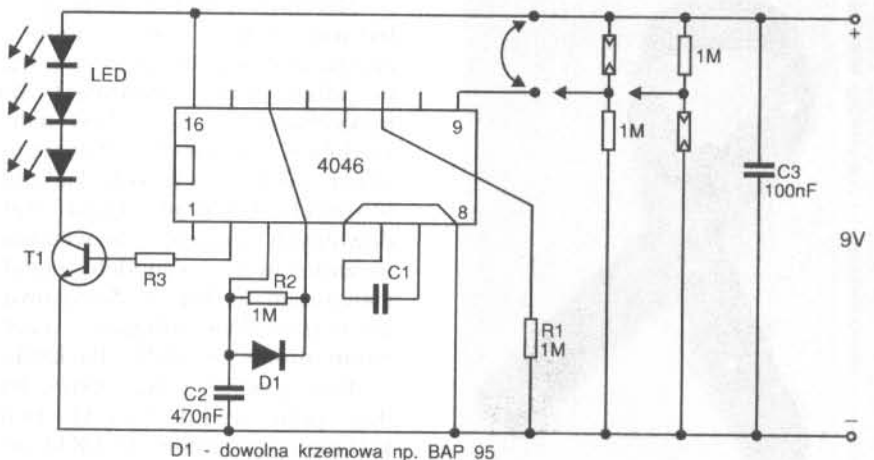
do plusa zasilania, ale można także zastosować fotorezystor, który, właściwie umieszczony, będzie reagował na światło zewnętrzne, zwiększając lub zmniejszając częstotliwość błysków przy zmianach oświetlenia. Podanie masy na tę końcówkę zmniejszy częstotliwość generacji do zera. Może to być automatyczny wyłącznik zmierzchowy, ale być może, lepiej jest włączyć fotorezystor odwrotnie, aby zwiększał częstotliwość błysków, gdy z tyłu idącego dziecka pojawią się światła nadjeżdżającego samochodu.

**Wersja**

**z układem scalonym 4047**

Następne rozwiązanie, które okazało się optymalne, przedstawiono na rys. 6. Zaprojektowaną do niego płytkę drukowaną przedstawia rysunek na wkładce, a rozmieszczenie elementów na tej płytce pokazano na rys. 7.

Zastosowany układ scalony 4047 jest uniwersalnym układem czasowym, posiadającym prócz typowego wyjścia oscylatora (wyprowadzenie 13), także wewnętrzny dzielnik przez 2 z wyprowadzonymi wyjściami komplementarnymi (końcówki 10, 11). Umożliwia to, analogicznie jak w układzie 4060, proste uzyskanie współczynnika wypełnienia 0,25. Służy temu tranzystor T1 z rezystorem R2. Przez rezystor R2 prąd płynie jedynie wtedy, gdy na końcówce 13 jest stan wysoki, a na końcówce 10 niski - ma to miejsce tylko przez 0,25 całego cyklu pracy. Rezystor R3, podobnie jak w poprzedniej wersji, wraz z tranzystorem T2 ustala prąd pracy diod LED. Należy go dobrać indywidualnie do egzem-

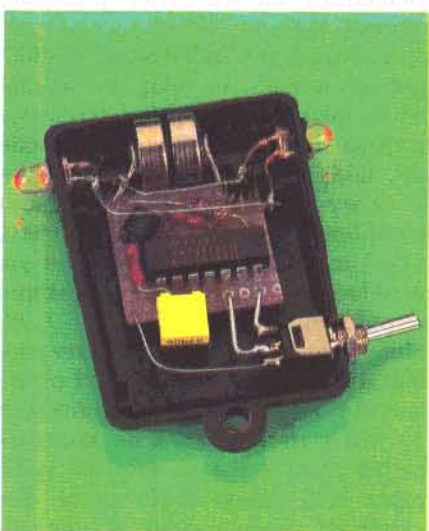


D1 - dowolna krzemowa np. BAP 95

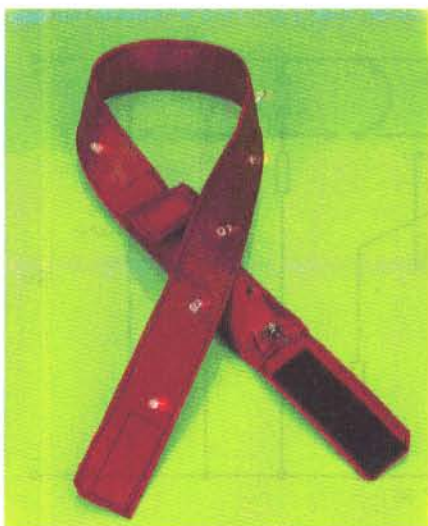
Rys. 5.



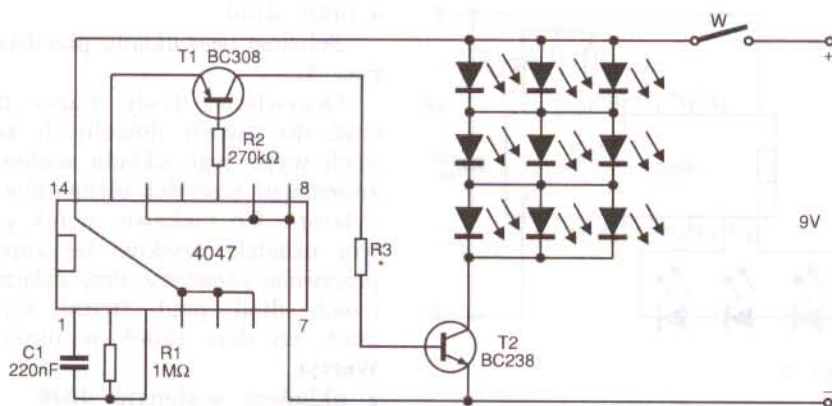
Fot. 2.



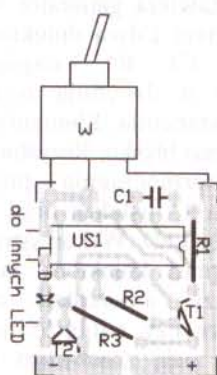
Fot. 3.



Fot. 4.



Rys. 6.



Rys. 7.

plarza tranzystora i napięcia zasilającego. Poprzednie dwa układy pracowały poprawnie przy napięciach wyższych - powyżej 4V. Opisywane obecnie urządzenie pracowało już od napięcia 1,5V, przy zastosowaniu dostępnych autorowi egzemplarzy układu scalonego 4047. Można go więc zastosować przy dwóch ogniwach baterii, czyli przy napięciu powyżej 2V.

Naturalnie, układ może wysterować tylko jedną diodę - można jednak połączyć równolegle kilka diod. Stosownie do maksymalnego prądu diod należy dobrać rezystor R3. Otrzymamy układ zasilany z dwóch kalkulatorowych baterijek LR44 (lub dowolnych innych). Rozwiązanie to zastosowano w modelu przedstawionym na fot. 3. Zastosowano w nim dwie ultrajadne, czerwone diody Hewletta Packarda.

Przy prądzie pracy 30mA (co daje prąd średni 7,5mA) dwie kalkulatorowe baterijki LR44 powinny wystarczyć na ok. 12 godzin, a dobra bateria w pasku na ok. 30 godzin.

Widoczny na fot. 3 układ przystosowano do umocowania na ramieniu przy użyciu opaski z kolorowej gumki pasmanteryjnej. Jedna z diod świeci do przodu, druga do tyłu. Układ z fot. 2 można umocować z tyłu, ma on jedną diodę umieszczoną prostopadle do płaszczyzny obudowy.

Rozwiązaniem dającym znakomity efekt wizualny jest pasek zawierający 9 diod, jedną z przodu i osiem z tyłu (fot. 4). W pasek weszła płytka przedstawiona na rys. 7 oraz kieszonka na baterię 6F22. Zamontowany wraz z płytką wyłącznik umożliwia prostą obsługę. Dioda z przodu, prócz funkcji ostrzegawczej, informuje posiadacza o poprawnej pracy całości. Zastosowanie ultrajadnych diod o małym kącie promieniowania (24°) powoduje dodatkowy efekt - przy naturalnych ruchach w czasie chodzenia diody zachowują się jak ruchome reflektorki, dając iskrzący się obraz kolorowych światełek pośród ciemnej nocy.

**Piotr Górecki, AVT**

Układ w wersji z rys. 6 z paskiem o długości 90cm, jest dostępny w ofercie AVT jako kit AVT-111.