

# Odnajdywanie i naprawa błędów konstrukcyjnych w zestawach omówionych w ramach cyklu EdW Junior w numerze EdW 12/2024

Jeżeli któryś z zestawów omówionych w ramach cyklu EdW Junior w numerze EdW 12/2024 nie zadziałał Tobie poprawnie, lub też bardzo ciekawi Cię, jakiego rodzaju usterki można było nawet w tak prostych układach popęlnić, zapraszam Cię do przeczytania bonusowego materiału poniżej. Jakby nie było, świątecznych prezentów nigdy za wiele, a zatem materiału z Twojego ulubionego cyklu EdW Junior na święta też może być nieco więcej.

Błędy montażowe mogą dotyczyć trzech aspektów: błędna polaryzacja, zwarcie lub przerwa w obwodzie. O ile przerwa w obwodzie nie będzie niosła ze sobą ryzyka wtórnych uszkodzeń, o tyle błędna polaryzacja może spowodować uszkodzenie diod świecących a zwarcie doprowadziłoby do szybkiego rozładowania baterii. Z tego też powodu, sugerowałem, by po zauważeniu usterki pospiesznie ustawić przełącznik SW1 w pozycji „OFF” (wyłączony) i na czas diagnostyki zdemontować baterie.

Proste układy elektroniczne w porównaniu z tymi bardziej skomplikowanymi kryją w sobie olbrzymi potencjał do samodzielnego nabywania wiedzy i rozwijania umiejętności przez najmłodszych adeptów elektroniki.

Omówione w ramach bieżącego spotkania zestawy wydają się do takiej samodzielnej aktywności rozwojowej wręcz idealne, dlatego z czystym sumieniem postanowiłem dziś dać młodemu Czytelnikowi „wędkę zamiast ryby”, wierząc jednocześnie, że samodzielne odnalezienie usterki sprawi mu o wiele więcej frajdy, niż wykonanie całej pracy za niego. Oczywiście można kupić swojemu dziecku na prezent kolejkę elektryczną, by samemu się później nią bawić, ale pewnie nie o to w tym wszystkim chodzi.

Poniżej rzeczona „wędka”. O „rybę” trzeba będzie zadbać samemu. Powodzenia!

## Możliwe pomyłki montażowe

- **Pomyłka biegunowości podczas wkładania baterii do koszyczka** – po ustawieniu przełącznika SW1 w pozycji „ON” żadna z poprawnie zamontowanych diod LED nie zaświeci się

ponieważ na diody LED zostanie podane napięcie o odwrotnej polaryzacji. Diody LED RGB ulegną uszkodzeniu już w kilka sekund po podaniu zasilania o odwrotnej polaryzacji (patrz akapit Diody LED RGB zachowują się inaczej). Zwykle diody LED powinny przeżyć taką sytuację ponieważ napięcie przebicia typowej diody LED jest zazwyczaj nieco wyższe niż zastosowane w omawianych zestawach napięcie zasilania o wartości 3 V (patrz akapit Co się stanie gdy diodę LED podłączę odwrotnie?)

- **Pomyłka biegunowości podczas lutowania wyprowadzeń koszyczka lub uchwytu baterii do płytki PCB** – sytuacja analogiczna do tej opisanej powyżej
- **Pomyłka w kierunku montażu jednej lub kilku diod LED** – po zamontowaniu baterii oraz ustawieniu przełącznika SW1 w pozycji „ON” błędnie zamontowane diody LED nie zaświecą się ponieważ na takie diody LED zostanie podane napięcie o odwrotnej polaryzacji. Pozostałe, poprawnie zamontowane diody LED będą świeciły poprawnie. Diody LED RGB, które zostały zamontowane na odwrot, ulegną uszkodzeniu już w kilka sekund po podaniu zasilania o odwrotnej polaryzacji (patrz akapit Diody LED RGB zachowują się inaczej). Zwykle diody LED powinny przeżyć taką sytuację ponieważ napięcie przebicia typowej diody LED jest zazwyczaj nieco wyższe niż zastosowane w omawianych zestawach napięcie zasilania o wartości 3 V (patrz akapit Co się stanie gdy diodę LED podłączę odwrotnie?)
- **Zwarcie ze sobą obu wyprowadzeń dowolnej diody LED** – po zamontowaniu baterii oraz ustawieniu przełącznika SW1 w pozycji „ON” żadna z diod LED zamontowanych na płytce nie zaświeci się ponieważ prąd popłynie bezpośrednio pomiędzy biegunami baterii z pominięciem diod LED. Sytuacja doprowadzi do szybkiego rozładowania baterii.
- **Zwarcie na przełączających bądź wszystkich wyprowadzeniach przełącznika** – przełącznik zwiiera dwa sąsiednie pola lutownicze a pozycja jego hebelka decyduje o tym które

to będą pola. Równoległe zwarcie tych pól, na przykład kroplą cyny podczas nieuważnego montażu, spowoduje trwałe załączenie zbudowanego układu, nie będzie się go dało wyłączyć za pomocą przełącznika.

- **Brak połączenia elektrycznego (na przykład zimny lut) na przynajmniej jednym ze styków przełącznika, załączających obwód** – spowoduje, że zbudowanego układu nie będzie można załączyć.
- **Brak połączenia elektrycznego (na przykład zimny lut) na przynajmniej jednym z wyprowadzeń dowolnej diody LED** – spowoduje, że prąd przez daną diodę LED nie popłynie więc nie będzie ona świeciła.

## Możliwe objawy błędnego montażu

- **Nie świeci żadna dioda LED** – potencjalne przyczyny:
  - brak baterii w koszyczku
  - baterie zamontowane w odwrotnym kierunku
  - pomyłka biegunowości podczas montażu koszyczka do płytki
  - przycisk SW1 w pozycji „OFF”
  - zimny lut na przynajmniej jednym wyprowadzeniu przycisku SW1
  - brak lutu na przynajmniej jednym wyprowadzeniu przycisku SW1
  - podczas nieostrożnego lub długotrwałego lutowania przycisku SW1 do płytki zerwano przynajmniej jeden pad lutowniczy
  - wszystkie diody LED zamontowane w odwrotnym kierunku
  - zwarcie pomiędzy anodą i katodą dowolnej diody LED
- **Niektóre spośród diod LED nie świecą** – potencjalne przyczyny:
  - dioda LED została zamontowana na odwrot
  - dioda LED posiada zimny lut na przynajmniej jednym z wyprowadzeń
  - nie przylutowano do płytki któregoś z wyprowadzeń diody LED (lub obu)
  - poprawnie zamontowana dioda LED posiada wadę fabryczną
  - dioda LED została przegrzana podczas długotrwałego lutowania

- podczas nieostrożnego lub długotrwałego lutowania diody LED do płytki zerwano pad lutowniczy
- **Brak reakcji na przełączanie przełącznika SW1, diody świecą** – potencjalne przyczyny:
  - zwarcie kropłą cyny podczas nieostrożnego montażu dwóch sąsiednich pól przełącznika
  - fabrycznie wadliwy przełącznik
- **Brak reakcji na przełączanie przełącznika SW1, diody nie świecą**
  - patrz podpunkt: Nie świeci żadna dioda LED.



### Jak działa klasyczna żarówka?

Żarówka działa na zasadzie **rozgrzewania się włókna** do bardzo wysokiej temperatury, co powoduje emisję światła widzialnego. Kluczowym elementem żarówki jest cienkie włókno wykonane najczęściej z wolframu, materiału o wysokiej temperaturze topnienia. Aby zapobiec szybkiemu spaleniu włókna, bańka żarówki jest wypełniona gazem obojętnym, takim jak argon lub krypton, lub czasami tworzy się próżnię. Obecność gazu obojętnego spowalnia proces spalania wolframu i wydłuża żywotność żarówki.

Klasyczne żarówki wolframowe zaczęły być powszechnie używane na początku XX wieku, choć ich historia sięga lat 70. XIX wieku. Największym przełomem było udoskonalenie żarówki przez Thomasa Edisona w 1879 roku. W tym czasie Edison stworzył model z włóknem węglowym zamkniętym w próżniowej bańce, co znacząco wydłużyło jej żywotność i sprawiło, że mogła być stosowana na dużą skalę. Żarówki z wolframowym włóknem pojawiły

się na rynku w 1904 roku i szybko wyparły wcześniejsze rozwiązania. Wolframowe włókno miało wyższą temperaturę topnienia i wytrzymało większe obciążenia, co zapewniało dłuższy czas pracy i lepszą wydajność świetlną. Te klasyczne żarówki były dominującym źródłem światła sztucznego aż do końca XX wieku. Kres żarówek wolframowych datuje się na początek XXI wieku, kiedy to zaczęły je wypierać energooszczędne źródła światła: najpierw świetlówki kompaktowe, a później żarówki LED. W wielu krajach Unii Europejskiej oraz w USA wprowadzono przepisy stopniowo wycofujące sprzedaż tradycyjnych żarówek. W Europie proces ten rozpoczął się w 2009 roku i trwał do 2012 roku, kiedy wycofano z rynku większość klasycznych żarówek o mocy powyżej 25 W. Od tego czasu żarówki wolframowe są trudniejsze do zdobycia, a ich produkcja została znacznie ograniczona na rzecz bardziej efektywnych źródeł światła, takich jak LED, które zużywają znacznie mniej energii i mają dłuższą żywotność.

W przypadku klasycznej żarówki (jeszcze niedawno masowo stosowano je w oświetleniu domowym, latarkach a także ozdobach świątecznych, w tym w łańcuchach choinkowych) kierunek przepływu prądu przez żarówkę nie miał żadnego znaczenia. Niezależnie od tego, w którą stronę prąd płynął przez włókno żarówki, rozgrzewało się ono do czerwoności, stając się tym samym źródłem widzialnego światła. W przypadku klasycznych żarówek nie dało się zmienić koloru światła emitowanego przez rozgrzane włókno, ponieważ zależało ono od temperatury włókna, a ta ograniczała się do żółtawego odcienia. Dlatego kolorowe światło z żarówek można było uzyskać jedynie poprzez malowanie ich szklanej bańki. Bańka żarówki była w tym celu pokrywana kolorową powłoką, która przepuszczała tylko określone długości fal świetlnych. Bańka zabarwiona na czerwono przepuszczała światło czerwone, blokując inne długości fal. W ten sposób uzyskiwano kolory takie jak czerwony, zielony, żółty, niebieski itp.

### Jak działa dioda LED?

W przeciwieństwie do żarówek, w diodach LED próżno byłoby szukać włókna wolframowego. Nie nagrzewają się one, jak miało to miejsce w przypadku żarówek, przez co do generowania światła zużywają one o wiele mniej energii. Jak to możliwe?

Dioda LED (Light Emitting Diode) działa na zasadzie zjawiska elektroluminescencji,



które polega na emisji światła w wyniku przepływu prądu przez specjalnie skonstruowane złącze półprzewodnikowe. W diodach LED wykorzystuje się półprzewodniki, takie jak krzem lub arsenek galu, w których materiał przewodzący jest domieszkowany, by stworzyć obszary typu n (nadmiar elektronów) i p (niedobór elektronów, czyli „dziury”). Tym samym dioda LED jest zbudowana z dwóch warstw półprzewodnika – warstwy typu p i typu n. Kiedy do diody LED zostanie podłączone stałe napięcie o odpowiedniej polaryzacji (tzw. polaryzacja przewodzenia, gdzie dodatnia strona zasilania jest połączona z warstwą typu p, a ujemny do katody, elektrony przemieszczają się z warstwy n do warstwy p, a „dziury” przesuwają się w przeciwnym kierunku, w stronę warstwy n. W obszarze złącza elektrony spotykają się z „dziurami”. W wyniku rekombinacji (łączenia się elektronów i dziur) energia jest uwalniana w postaci światła. Kolor światła zależy od rodzaju półprzewodnika oraz użytych domieszek, które określają energie fotonów emitowanych przy rekombinacji. Na przykład diody LED emitujące światło czerwone są zwykle wykonane z arsenku galu (GaAs), a te emitujące światło niebieskie – z azotku galu (GaN).

### Podsumowanie

Ważne jest, by przed podłączeniem baterii i założeniem przycisku SW1 w pozycję „ON”, upewnić się, że płytki wolne są od nieplanowanych zwarć. Jeśli połączenia wyglądają poprawnie można włożyć do koszyczka baterie oraz na chwilę załączyć przycisk SW1 w pozycję „ON”. Jeśli zaświecą się wszystkie diody LED możemy cieszyć się poprawnie uruchomionym zestawem. Jeśli jest inaczej, zapamiętujemy, które diody nie świecą a następnie natychmiast ustawiamy przełącznik SW1 w pozycji „OFF”, a najlepiej dodatkowo wyciągamy baterie z koszyczka, by długotrwałym przepływem prądu nie uszkodzić odwrotnie zamontowanych diod LED, albo żeby niepotrzebnie nie rozładowywać baterii, jeżeli w obwodzie istnieją zwarcia. Po wyłączeniu zasilania należy uważnie prześledzić zmontowany obwód, posilując się listą potencjalnych usterek zamieszczoną powyżej.

Odwrotnie zamontowane diody RGB można uratować poprzez ich wylutowanie i ponowne zamontowanie we właściwym kierunku, pod warunkiem, że prąd wsteczny nie płynął przez nie zbyt długo. Jeśli było inaczej, trzeba będzie wymienić te diody na nowe ponieważ zapewne uległy już uszkodzeniu (da się je zakupić w sklepach elektronicznych, w tym w sklepie AVT SPV). Może się jednak okazać, że w przypadku diod, które nie zaświeciły się, ich kierunek montażu był prawidłowy, ale kiepskie połączenie lutowane spowodowało przerwę w obwodzie. Wówczas poprawa jakości lutu, albo naprawa oderwanej od padu ścieżki na płytce drukowanej uratuje sytuację, i po ponownym włączeniu

zasilania wcześniej nie działająca dioda zacznie świecić poprawnie. Jeśli natomiast po załączeniu przycisku w pozycję „ON” nie zaświeciła się żadna z diod, należy, jak wspomniano, ustawić przełącznik tak w pozycji „OFF” a następnie sprawdzić układ pod kątem zwarcia. Jeśli dysponujemy multimetrem warto ustawić go na funkcję pomiaru napięcia stałego i sprawdzić czy napięcie a na bateriach nie spada do zera w momencie ustawienia przełącznika SW1 w pozycji „ON”. Jeśli tak właśnie się dzieje, możemy być niemal pewni że gdzieś w obwodzie popełniliśmy zwarcie.

Nie chcę „krakać” ale czasem zdarza się że młody adept elektroniki, przyjmując błędną koncepcję montażu diody LED,

konsekwentnie błąd montażowy powtórzy na każdej z pozycji jej występowania. Gdyby się tak właśnie się stało w Twoim przypadku, zamiast wylutowywać i po zmianie kierunku ponownie montować każdą z diod LED (co byłoby zadaniem karkołomnym) dużo prościej będzie zamienić biegunowość kabelków koszyczka albo wyprowadzeń uchwytu baterii. Wówczas prąd popłynie w odwrotnym kierunku, powodując poprawne świecenie odwrotnie zamontowanych diod LED a Ty zaoszczędzisz sobie wielu frustracji.

Powodzenia! ■

**Mariusz Ciszewski**