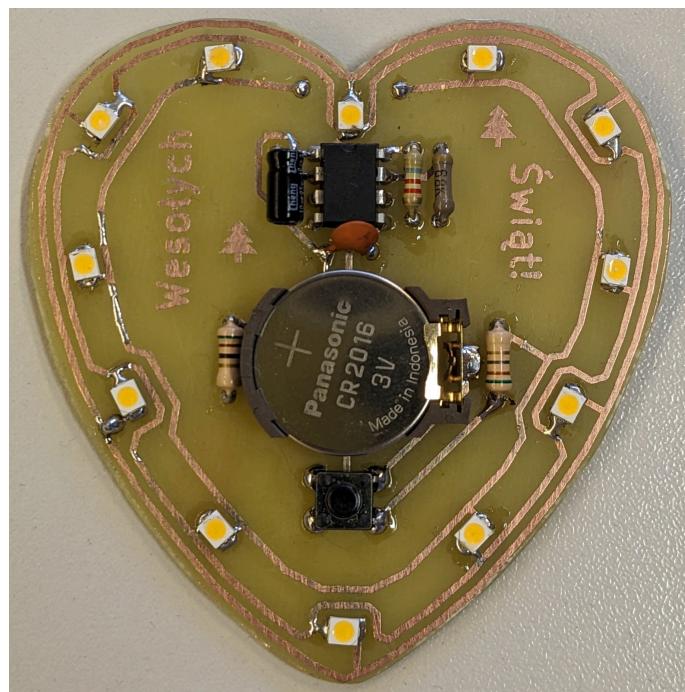


Mateusz Soszyński, 282935
Grupa 3 (czwartek 12:30 - 14:45)
12.01.2026

Komputerowe wspomaganie projektowania układów elektronicznych

Projekt własny - mrugające serce



Rys 1: Finalny efekt

1. Wstęp

Celem projektu jest stworzenie płytki w kształcie serca, które przy przytrzymaniu przycisku będzie mrugać naprzemiennie diodami LED. Jego funkcja jest czysto ozdobna, co czyni je świetnym pomysłem na prezent dla bliskiej osoby :)

Sercem układu będzie NE555 - układ ten jest łatwo dostępny w zasobach każdego elektronika, dzięki czemu projekt będzie prosty w realizacji, oraz nie wymaga dodatkowych umiejętności jak np. programowanie mikroprocesorów.

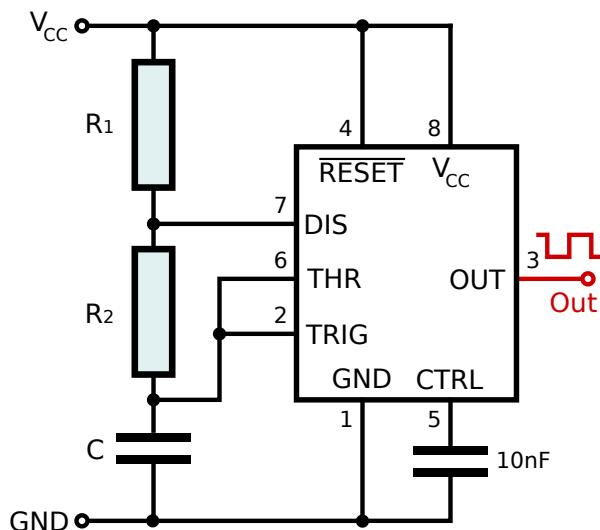
Schemat układu, jego symulacje oraz płytę PCB zaprojektowałem w całości w programie KiCad. Następnie z pomocą Pana mgr Grzegorza Klubińskiego, z sukcesem wytrawiłem i obrobiłem płytę PCB, na której następnie zamontowałem wszystkie elementy. Finalnie więc projekt zakończył się sukcesem, gotowym efektem w dloni, i dużą ilością satysfakcji.

2. Założenia projektowe

Płytkę będzie zasilana jednorazową baterią CR2032, oraz będzie mieścić się w dloni. Wykonana będzie jednorazowo, ręcznie, dlatego problemem nie jest niestandardowy kształt płytki, natomiast problemami mogą okazać się:

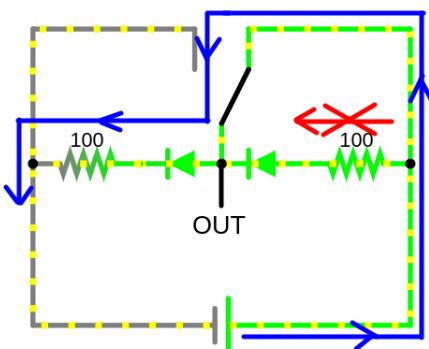
- marginesy i grubości ścieżek - oba te parametry ustaliłem na 0,8 mm, dla bezpieczeństwa
- grubość płytki - gotowe serce będzie samą płytą, bez żadnej obudowy - płytka nie może być zbyt cienka, żeby się nie połamać - wybrałem więc najgrubszą, jaka była dostępna w OpenLabie - 2 mm
- montaż - całość montażu chciałbym przeprowadzić samą lutownicą - musze więc dobierać odpowiednio duże footprinty elementów, żeby było to możliwe ułatwione
- złożoność ścieżek - ręczne wytrawianie płytek dwu-stronnych jest bardzo podatne na błędy, będę więc musiał utrzymać cały schemat na jednej stronie

Diody led poukładane będą wzdłuż krawędzi, a po naciśnięciu przycisku będą naprzemiennie mrugać - kolejno co sekunde będą zapalać się wszystkie parzyste, lub nieparzyste diody. Do takiego działania świetnie nadaje się konfiguracja astabilna NE555. Zdecydowałem się na częstotliwość 1Hz, i pozytykując się artykułem na Wikipedii[1] ustaliłem, że układ będzie tak pracował w konfiguracji: $R_1 = 8,2 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 68 \text{ k}\Omega$ $C_1 = 10 \mu\text{F}$

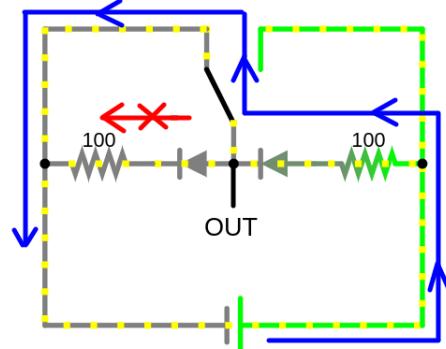


Rys 2: NE555 w trybie astabilnym, Wikipedia[1]

Zasada przełączania par łańcuchów LED jest następująca: diody są połączone szerogowo, od V_{CC} do GND - tak pozostałe, świeciłyby wszystkie na raz, jednak pomiędzy nimi podłączone jest wyjście NE555 - gdy $U_{OUT} = V_{CC}$, jeden łańcuch świeci, a drugi ma zarówno na katodzie jak i anodzie V_{CC} - prąd więc nie płynie. Analogicznie przy $U_{OUT} = \text{GND}$:

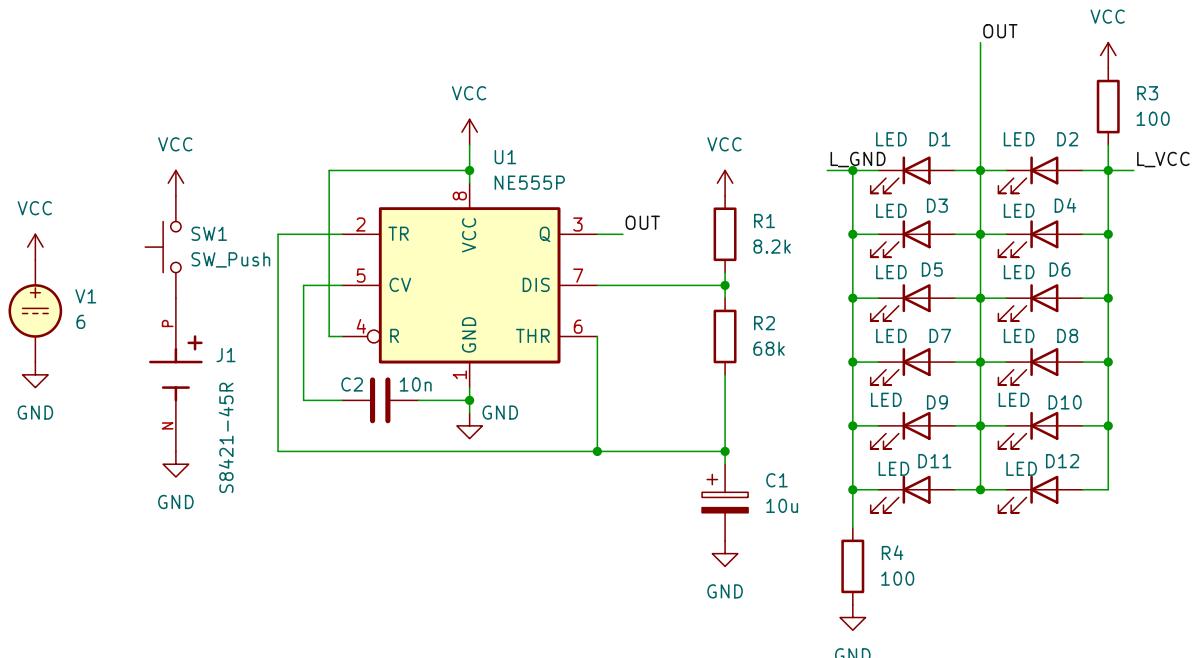


Rys 3: Przepływ prądu przy $U_{OUT} = V_{CC}$



Rys 4: Przepływ prądu przy $U_{OUT} = \text{GND}$

3. Schemat układu



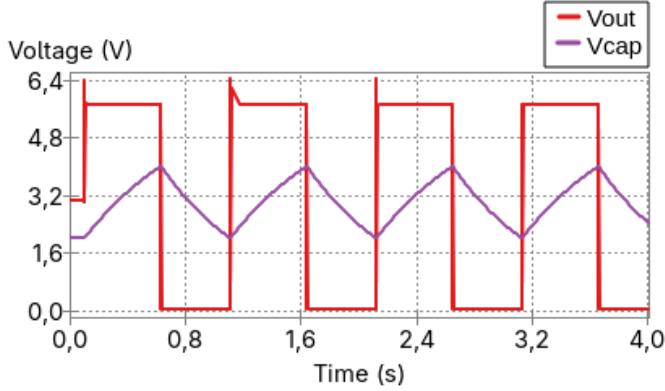
Rys 5: Schemat układu w KiCad'zie

4. Symulacja

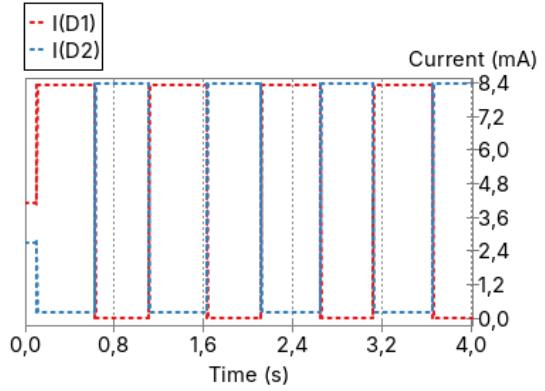
Wykonałem symulacje pracy układu przez pierwsze 4 sekundy - widać jak kondensator cyklicznie ładuje i rozładowuje się, a diody nieparzyste i parzyste naprzemiennie przełączają się.

Okres cyklu jest nieco inny niż idealna 1s, ale to akceptowalne. Jak widać układ pracuje w 6V, a nie 3 z pojedynczej baterii tak jak oryginalnie zakładałem (o czym poniżej w: Sekcja 6.3).

KiCad nie posiada wbudowanego modelu symulacji NE555, jednak znalazłem odpowiedni plik .lib w internecie[2].



Rys 6: Napięcie wyjściowe oraz naładowanie kondensatora



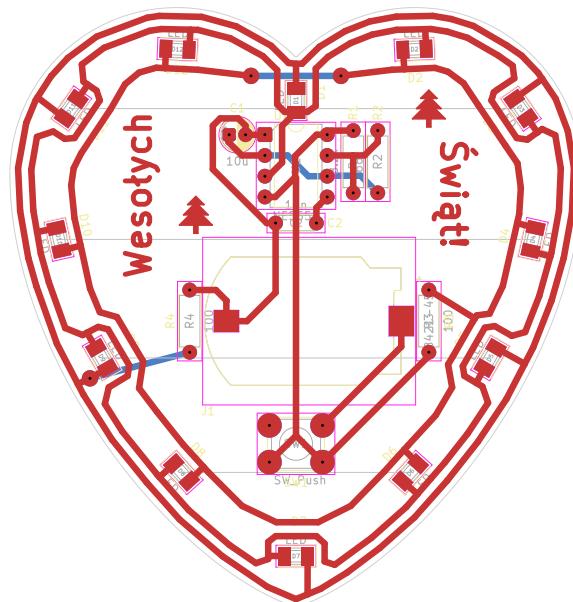
Rys 7: Prąd płynący przed diode parzystą i nieparzystą

5. Projekt płytki PCB

Posiadając gotowy schemat, ułożyłem komponenty na projekcie płytki PCB.

Z racji oryginalnego kształtu płytki i ozdobnego charakteru, ułożenie ścieżek w odpowiednim kształcie zajęło wyjątkowo dużo czasu. Nie udało mi się uniknąć czterech połączeń na drugiej warstwie, ale nie oznacza to że będę musiał użyć płytki dwuwarstwowej - ograniczyłem ich długość do minimum, i w tamtych miejscach po prostu przeciągnę kawałek srebrzanki po drugiej stronie.

Footprint koszyczka na baterie który posiadałem nie był wbudowany w bibliotece KiCada, ale znalazłem go w internecie[3]. Footprinty LEDów dobrąłem natomiast możliwie jak największe. Po wszystkim na płytce zostało sporo miejsca, więc umieściłem tam ozdobne napisy.



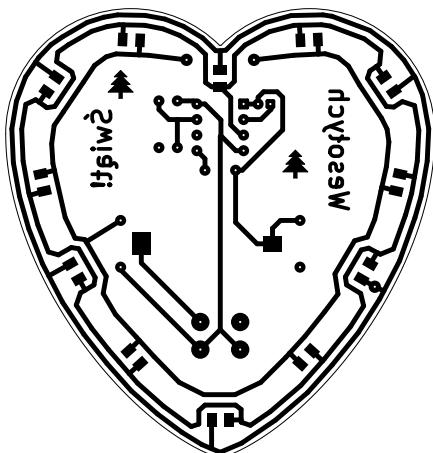
Rys 8: Układ ścieżek PCB w KiCad'zie

6. Wykonanie płytki

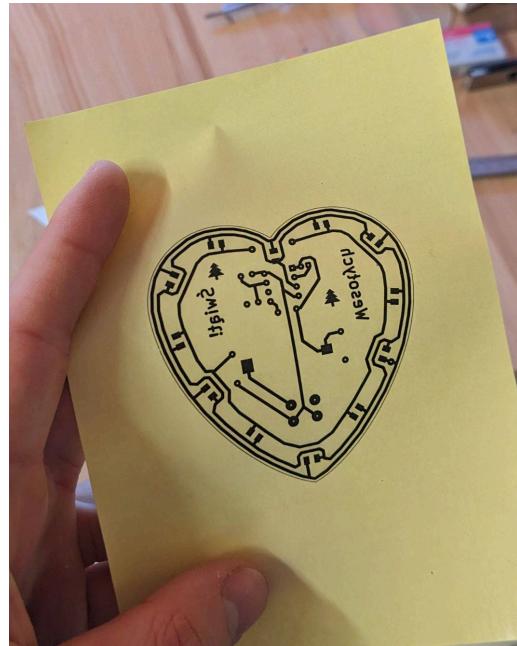
Na całym etapie wykonania płytki w OpenLabie ogromną pomocą wykazał się Pan Grzegorz Klubiński, ale też koledzy z sąsiednich kierunków którzy mieli tam zajęcia.

6.1. Wytrawianie

Do wytrawienia płytka musiało wydrukować odbicie lustrzane samej przedniej warstwy na specjalnym papierze termotransferowym.

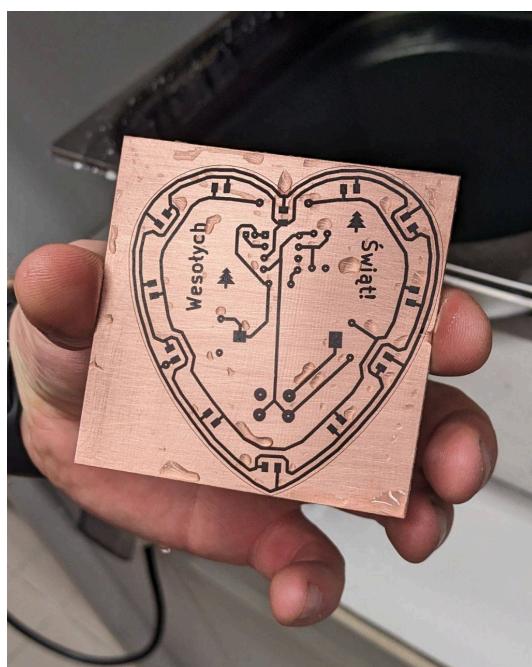


Rys 9: Ścieżki płytka do wydrukowania na papierze termotransferowym



Rys 10: Ścieżki płytka wydrukowane na papierze termotransferowym

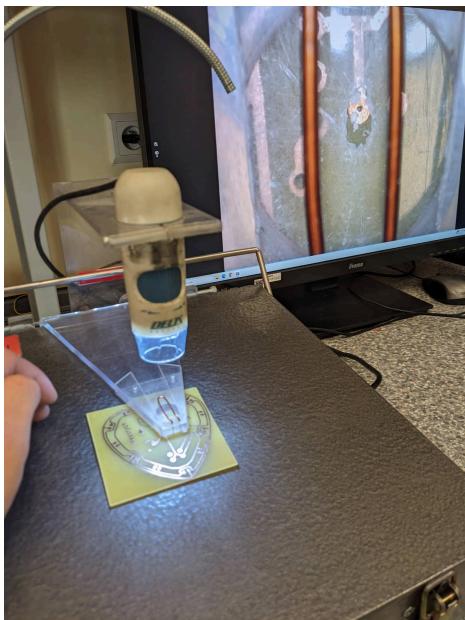
Następnie, wydruk jest odbijany na płytce na płycie grzewczej - ten etap jest bardzo ważny, i wykonanie go niedokładnie może skutkować przerwami w ścieżkach.



Rys 11: Płytnka PCB gotowa do zanurzenia w wytrawiaczu

6.2. Obróbka

Po wytrawieniu płytka pozostało odwiercenie otworów na elementy przewlekane, oraz wycięcie kształtu płytka i oszlifowanie jej z ostrych krawędzi.



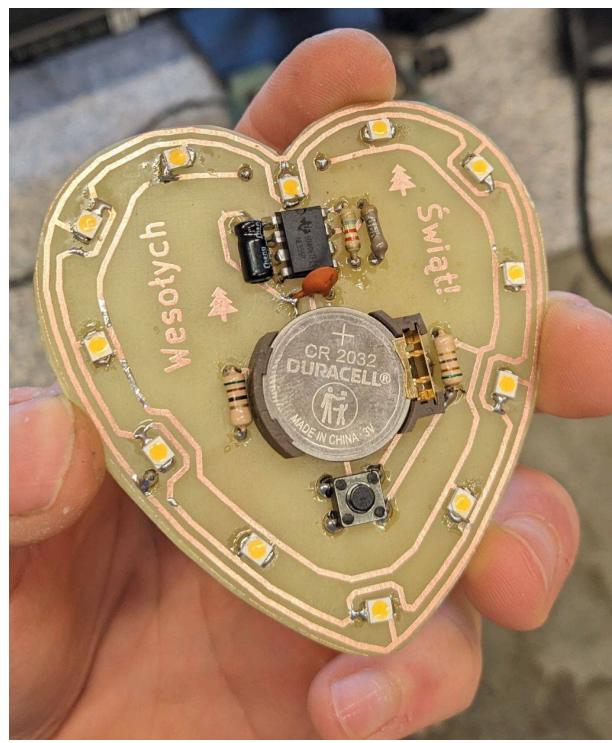
Rys 12: Wiercenie otworów w płytce PCB



Rys 13: Płytki PCB po całej obróbce

6.3. Montaż

Na koniec została chyba najprzyjemniejsza część - montaż elementów na płytce:



Rys 14: Złożony układ

Niestety, po uruchomieniu okazało się, że układ nie daje sobie rady na samych 3V z pojedynczej CR2032 - diody nieparzyste ledwo zauważalnie się świeciły. Pan Grzegorz zasugerował sprytne rozwiązanie - zastąpienie baterii dwoma o połowe cieńszymi CR2016 - nie wymagało to żadnej modyfikacji płytka, a układ działa w ten sposób na 6 V bez zarzutów!

7. Wnioski

Projektowanie ścieżek PCB, które samo w sobie jest sprawą nietrywialną staje się bardziej czasochłonne przy nietypowych kształtach płytka, aczkolwiek nietypowe kształty wynikają zazwyczaj z nietypowych zastosowań, nad którymi z pewnością ciekawiej się pracuje.

Własnoręczne wytrawianie płytka jest też bardzo uczącym, ale podatnym na błędy procesem - wszystkie dotychczasowe schematy i rysunki są tak naprawdę drugą, poprawioną wersją płytka - pierwsza zakładała ścieżki i przerwy między nimi o szerokości 0,4 mm - trawiła się 40 minut, i po tym czasie miały miejsca niedotrawione, jak i przerwane ścieżki. Mogło to być spowodowane kombinacją:

- starego, zużytego wytrawiacza
- niedokładnego oczyszczania płytka przed termotransferem
- niedokładnego termotransfера

W drugiej próbie pogrubiłem więc ścieżki do wyżej ustalonych 0,8 mm, jednak okazało się to potencjalnie zbędne, ponieważ po wymianie wytrawiacza i pomocy opiekunów sali, druga płytka wytrawiła się w zasadzie idealnie!



Rys 15: Pierwsza wersja płytka, zakończona niepowodzeniem

Przypisy

- [1] Wikipedia, „555 timer IC”. [Online]. Dostępne na: https://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC
- [2] cslammy, „spice_models”. [Online]. Dostępne na: https://github.com/cslammy/spice_models/blob/main/NE555.lib
- [3] SnapMagick, „S8421-45R Symbol, Footprint & 3D Model by Harwin”. [Online]. Dostępne na: <https://www.snapeda.com/parts/S8421-45R/Harwin/view-part/>