

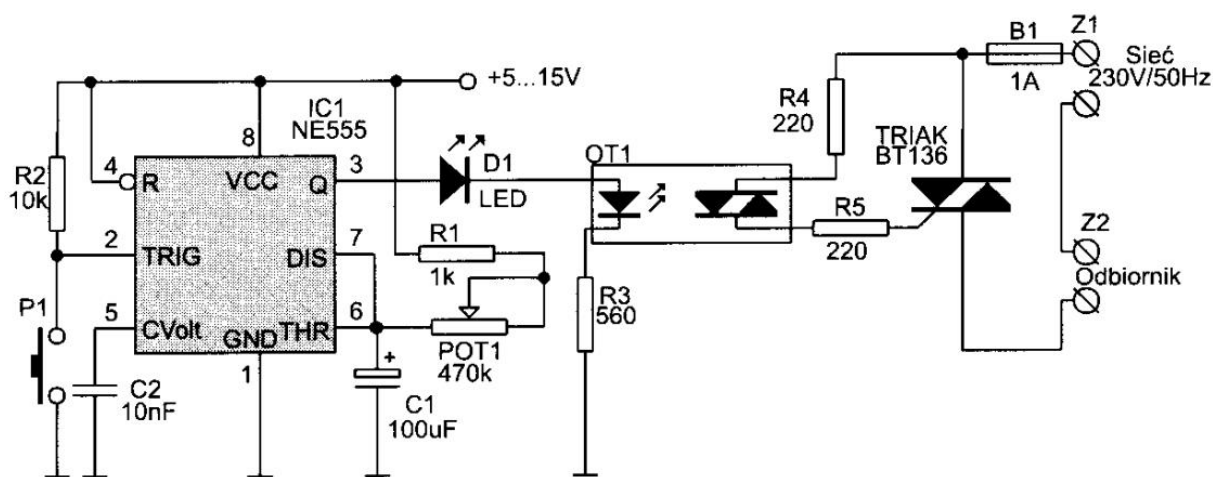
LABORATORIUM – ELEKTRONIKA
Projektowanie płytek drukowanych

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się studenta z metodyką projektowania płytek drukowanych (PCB).

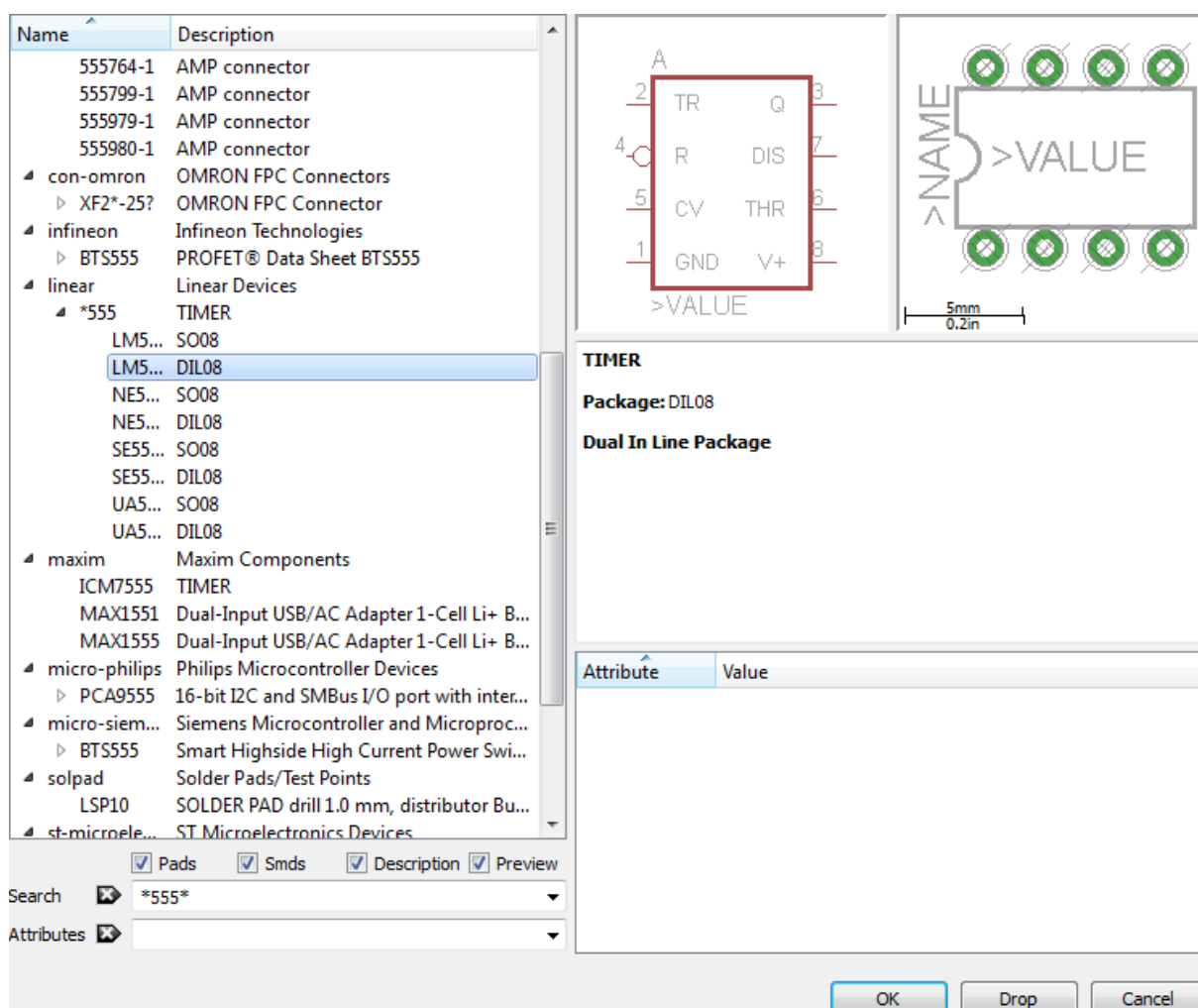
2. Wykonanie ćwiczenia

W ramach ćwiczenia zaprojektowany zostanie poniższy układ. W projekcie wykorzystane zostanie oprogramowanie Eagle (CadSoft). Wersja freeware pozwala projektować dwuwarstwowe płytki nie większe niż 100x80 mm, co jest aż nadto wystarczające do większości projektów.

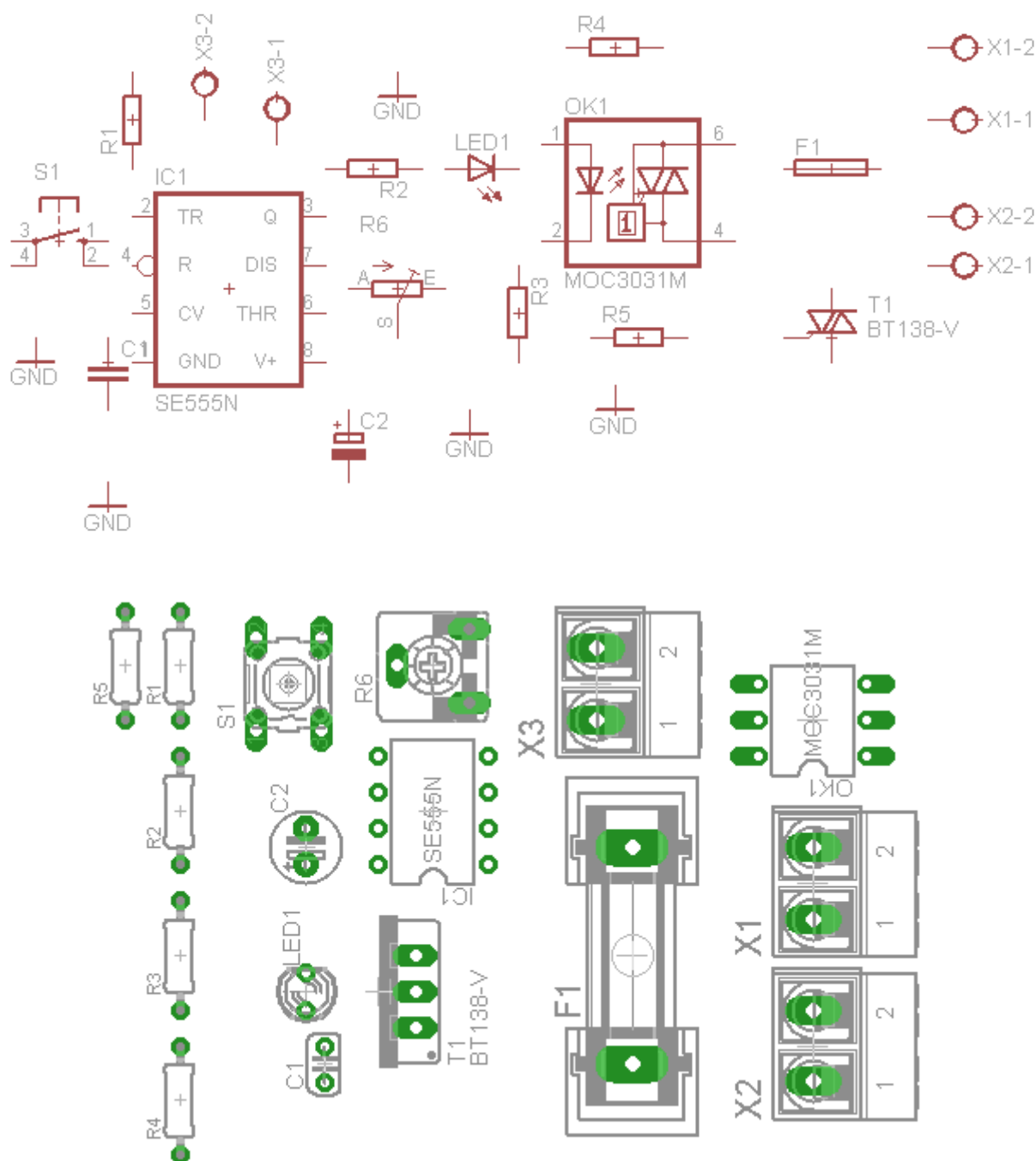


Rysunek 1. Wyłącznik czasowy z triakiem na wyjściu.

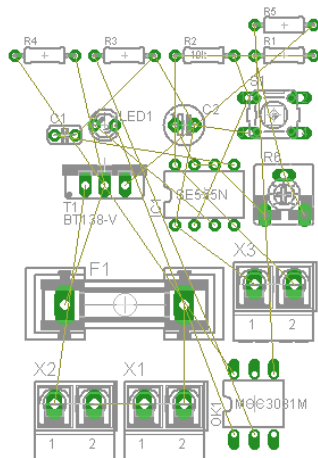
- 2.1. Uruchomić program Eagle i stworzyć nowy projekt (**File -> New -> Project**).
- 2.2. W celu realizacji projektu należy najpierw utworzyć plik ze schematem układu (odpowiednik **Rys. 1**). W tym celu należy kliknąć PPM na utworzony w p. 2.1 folder i wybrać **New -> Schematic**.
- 2.3. W utworzonym w p. 2.2 oknie należy umieścić wszystkie elementy tworzące układ. Elementy najlepiej jest wyszukiwać po nazwach, czyli po kliknięciu w **Edit -> Add** w polu **Search** należy np. wpisać „resistor” by odnaleźć i wstawić rezystory. Warto pamiętać, że symbol * zastępuje inne znaki, co bywa przydatne zwłaszcza przy wyszukiwaniu układów scalonych, ponieważ np. wpisanie po prostu „555” nie pozwoli odnaleźć potrzebnego w schemacie timera, ale już wpisanie „*555*” pozwoli z wyników wyszukiwania wybrać właściwy element. Istotną sprawą jest też to, że już na etapie tworzenia schematu musimy zdecydować się na konkretny układ/element, co jest związane z tym, jaka obudowa (dla układu scalonego) lub rozstaw nóżek (np. dla elementów dyskretnych typu rezystor) zostanie później umieszczona w projekcie płytki. Załóżmy, że nasz projekt ma być wykonany w montażu przewlekany, a zatem układ timera 555 powinien być z listy wybrany jako ten w obudowie DIL-8. Wybór ten pokazano na rysunku danym na następnej stronie. Jak widać, niezwykle przydatną funkcją jest podgląd elementu wraz z wymiarami, co pozwala sobie „wyobrazić” to, co wstawiamy. Podobnie należy postąpić wybierając pozostałe elementy układy, tzn. poza wyborem właściwego układu należy też zadbać o to, czy jego wygląd/obudowa są właściwe. Przydatną funkcją jest kolorowanie nóżek na podglądzie obudowy – te fioletowo-niebieskie są montowane powierzchniowo, te na zielono, są przeznaczone do montażu przewlekane, czyli to ich będziemy używać.



Słowa kluczowe, które pomogą znaleźć wszystkie potrzebne elementy to (w nawiasach podano grupę elementów):
 timer 555 - 555, rezystory - resistor (rlc), potencjometr – potentiometer, kondensatory - capacitor (rlc), przycisk –
 omron switch, optotriak i triak – triac, bezpiecznik – fuse, dioda LED – LED (led), uziemienie – GND, złącza - ptr.
 W razie wątpliwości co do symbolu/obudowy, można się posilkować rysunkami z następnej strony.

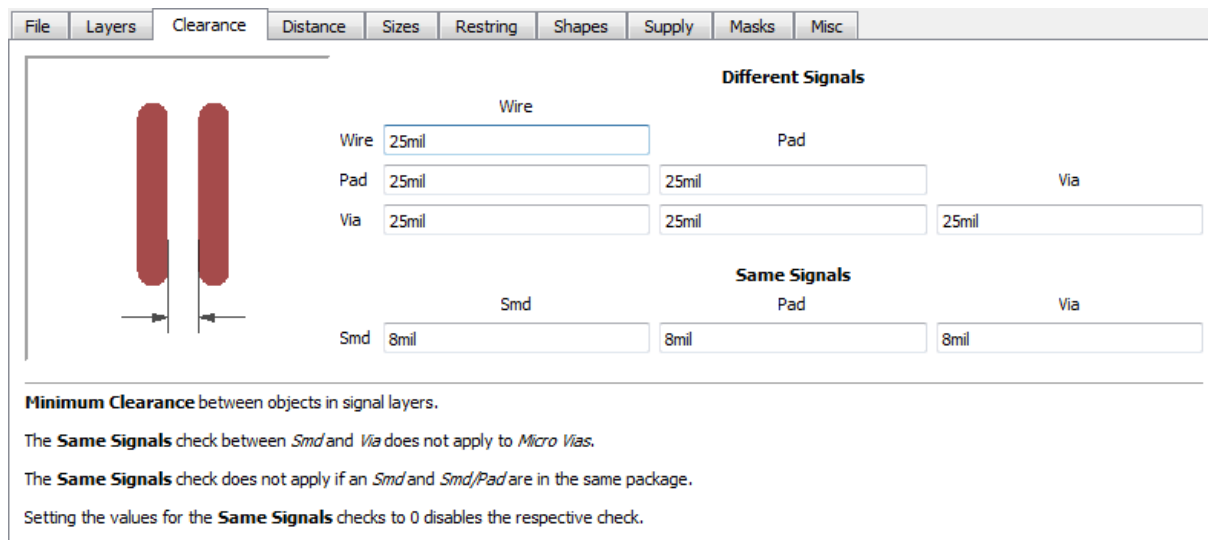


- 2.4. Po wstawieniu wszystkich elementów najsensowniej jest je najpierw poukładać tak, by mniej więcej odpowiadały projektowanemu układowi. Warto też zachować oznaczenia i nadać elementom wartości. Następnie należy połączyć elementy/układy zgodnie z projektem (funkcja „Net”). W razie wątpliwości co do interfejsu programu należy skorzystać z dostępnej na stanowisku dodatkowej instrukcji.
- 2.5. Po zapisaniu gotowego schematu można przejść do projektowania płytki drukowanej. W tym celu należy skorzystać z opcji „Generate/switch to board”.
- 2.6. Po skorzystaniu z tej opcji powinno się pojawić okno (rysunek na następnej stronie), w którym pojawi się zarys płytki drukowanej (po prawej) oraz elementy, tym razem już w wersji „fizycznej”, z zachowaniem wcześniej utworzonych połączeń.



- 2.7. Elementy/układy należy przenieść i „poukładać” (można je oczywiście obracać) na zarysie płytki drukowanej. Oczywiście należy dążyć do tego, by połączenia były jak najkrótsze i jak najmniej z nich się przecinało. **Warto na tym etapie często korzystać z opcji „Rastnets”, optymalizującej dłuższe połączenia.** Należy też oczywiście pamiętać, że projekt ma być „sensowny”, co oznacza, że np. złącza (X1, X2 i X3 na rysunku powyżej) powinny być „na brzegu” płytki, itp. Generalnie warto pamiętać o tzw. „złoty” zasadach projektowania płytek drukowanych”, załączonych do instrukcji.
- 2.8. Po wstępnym ułożeniu elementów można przystąpić do prowadzenia ścieżek („Route”). Należy połączyć wszystkie elementy, **ale nie należy łączyć ścieżek masy.** Krzyżujące się ścieżki da się poprowadzić „przez elementy” lub naokoło. Na 100% płytkę wykonywaną w ćwiczeniu da się wykonać na jednej warstwie:) W przypadku, gdy wykonane połączenie okaże się jednak nieoptymalne nie należy go kasować (w takim przypadku pojawiłby się błąd niezgodności ze schematem), ale skorzystać z opcji „Ripup”. Oczywiście na etapie prowadzenie ścieżek nadal można obracać/przesuwać elementy i nadal warto często korzystać z opcji „Rastnets”. Oczywiście jest, że na tym etapie warto też dążyć do minimalizacji obszaru zajmowanego przez elementy, dzięki czemu zaprojektowana płytka będzie mniejsza.
- 2.9. Po połączeniu elementów należy zająć się liniami masy. Najpierw korzystając z funkcji „Polygon” należy obrysować płytkę. Następnie trzeba wykonanemu obrysowi nadać nazwę („Name”) GND i ponownie skorzystać z opcji „Rastnets”. Efektem powinno być „oblanie” płytki miedzią, która będzie z kolei podłączona do masy. Dzięki temu skrócimy czas trawienia, oszczędzimy na wytrawiaczu oraz lepiej odprowadzimy ciepło.
- 2.10. Teoretycznie płytka jest gotowa. Niemniej domyślne ustawienia Eagle’a są nie do końca optymalne w kontekście szerokości ścieżek i ich odległości od masy. Poprawmy to.
- 2.11. Najpierw warto zmienić jednostki z cali na milimetry (opcja „Grid”).
- 2.12. Następnie należy zmienić szerokość ścieżek korzystając z funkcji „Change -> Width ->0.8128” i klikając w poszczególne ścieżki. Będą się one prawdopodobnie zlewać z masą, ale funkcja „Rastnets” pozwala tego uniknąć.

- 2.13. W celu zwiększenia odległości ścieżek od masy należy skorzystać z opcji „Edit -> Design Rules”, i w zakładce „Clearance” wpisać wartości z poniższego rysunku:



Different Signals		
Wire	25mil	
Pad	25mil	25mil
Via	25mil	25mil

Same Signals		
Smd	8mil	8mil
Pad	8mil	8mil
Via	8mil	8mil

Minimum Clearance between objects in signal layers.

The **Same Signals** check between *Smd* and *Via* does not apply to *Micro Vias*.

The **Same Signals** check does not apply if an *Smd* and *Smd/Pad* are in the same package.

Setting the values for the **Same Signals** checks to 0 disables the respective check.

- 2.14. Teraz ponownie korzystamy z „Rastnets”.
- 2.15. Ostatnią rzeczą, którą warto zrobić jest usunięcie oblania masą z obszaru 230 V. W tym celu korzystamy z opcji „Rectangle”. PO kliknięciu w nią, na górze okna zmieniamy warstwę z „16 Bottom” na „42 bRestrict” i po narysowaniu prostokąta obrysowującego ścieżki 230 V (z pewnym zapasem) znów używamy „Rastnets”.
- 2.16. Na tym kończy się ćwiczenie. W elektronicznym protokole, który powinien być dostępny na pulpicie, należy zamieścić zrzuty ekranu ze schematem i wykonaną płytką.

3. Literatura

1. Bajerowski B.: Kurs tworzenia PSB w CadSoft EAGLE
2. Wieczorek H.: Eagle, pierwsze kroki, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2007

Opracowanie ćwiczenia: Seweryn Lipiński