

Warszawa, 25.01.2023 r.

Uczestnicy grupy 103

Konrad Krupski, 310729

Julia Polak, 310965

Jakub Stankiewicz, 297333

Konrad Tęgowski, 311132

Aleksander Małkowski, 310818

Mateusz Krojec, 310726

Piotr Szewczyk, 311105

Paweł Murdzek, 310850

Adam Pawłowski, 310935

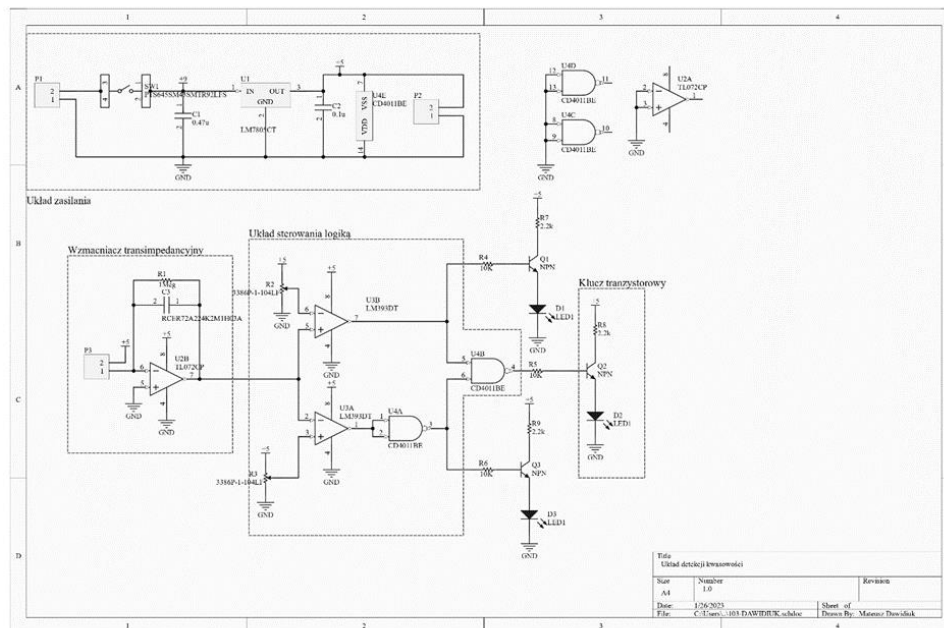
Ivan Lisovyi, 317361

Mateusz Dawidiuk 297238

PROJEKT 5

MAKO – MATERIAŁY I KONSTRUKCJE

SCHEMAT ELEKTRYCZNY



Rysunek 1 Schemat Ideowy układu

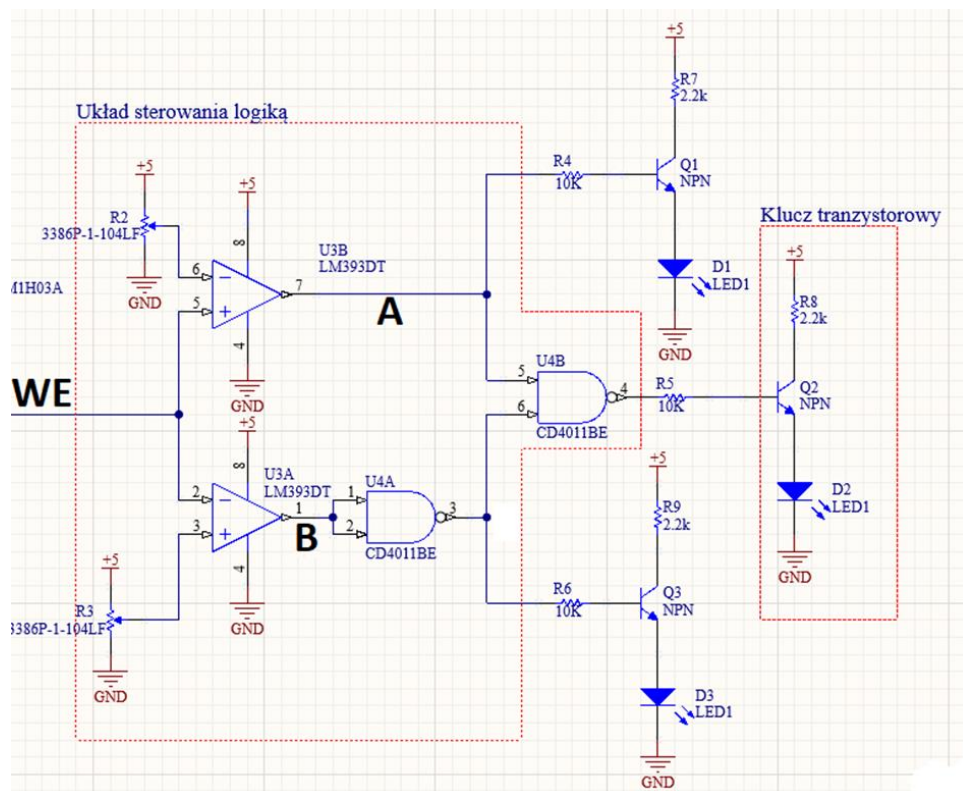
W naszym układzie można wyróżnić 3 najważniejsze bloki, są to

- Układ wzmacniacza transimpedancyjnego
- Układ kluczy tranzystorowych uruchamiających diody
- Układ logiczny realizujący operacje typu nand i nor

Zdecydowaliśmy się zastosować układ wzmacniacza transimpedancyjnego ponieważ potrzebowaliśmy układu, który odpowiednio zamieni natężenie promieniowania padającego na fotodiode na napięcie potrzebne do wysterowania kluczy tranzystorowych.

Klucze tranzystorowe są oparte o elementy tranzystorów bipolarnych typu n. W momencie, gdy na wejściu takiego klucza pojawi się stan wysoki odpowiadający napięciu zasilania to klucz jest uruchamiany i dioda zostaje zapalona. Początkowo planowaliśmy w tym miejscu zastosować klucze wrażliwe na stan niski na wejściu. Niemniej jednak w wyniku problemów z projektem płytki PCB ostatecznie zastosowane zostały tranzystory typu n. Oznacza to, że jeżeli czerwona dioda oznacz substancje o odczynie kwasowym to podczas wykrycia takiej substancji zapala się pozostałe diody i tylko ta jedna pozostanie zgaszona.

Kolejnym ważnym blokiem jest układ realizujący logikę układu. Blok logiczny oparty jest o bramki typu NAND. Dokładna zasadę działania tego bloku możemy opisać następującą tablicą prawdy.



Rysunek 2 Układ sterowania logiką zapalającą diody

A	B	D1	D2	D3
1	1	1	1	0
0	1	-	-	-
1	0	1	0	1
0	0	0	1	1

Rysunek 3 Tablica prawdy układu logicznego

Zakładając, że urządzenie jest odpowiednio wyjustowane, czyli napięcia na wyjściu potencjometrów są ustawione w taki sposób, że w momencie, gdy badaną substancją jest woda to zapalone są wszystkie diody oprócz D3 układ działa zgodnie z przestawioną tablicą prawdy. Możemy zauważyć, że układ działa na zasadzie porównywania napięcia wejściowego (WE), które uzyskiwane jest z wzmacniacza transimpedancyjnego z napięciami ustawionymi na potencjometrach. Potencjometry ustawione są w taki sposób, że jeżeli napięcie WE jest mniejsze niż napięcie na wyjściu potencjometru to komparator na swoje wyjście podaje stan niski, w przeciwnym wypadku stan wysoki.

Należy wspomnieć, że dioda laserowa użyta w układzie jest sterowana napięciem 5V. Z tego powodu wymagane było obniżenie napięcia z baterii o napięciu nominalnym 9V. Zrealizowane to zostało przy użyciu odpowiedniego układu stabilizatora napięcia.

W celu zapewnienia możliwości justowania urządzenia dodaliśmy dwa potencjometry. Pozwalają one ustawiać wartość napięcia doprowadzanego do bramek NAND z którym porównywane jest napięcie z wyjścia wzmacniacza transimpedancyjnego. Podczas pierwszego uruchomienia układu należy tak ustawić urządzenie, aby dla substancji o odczynie obojętnym zaświeciły się wszystkie diody oprócz niebieskiej. Możliwość justowania została dodana, gdyż chcieliśmy mieć opcję uzyskania dokładnych pomiarów niezależnie od środowiska i warunków atmosferycznych w których urządzenie pracuje.

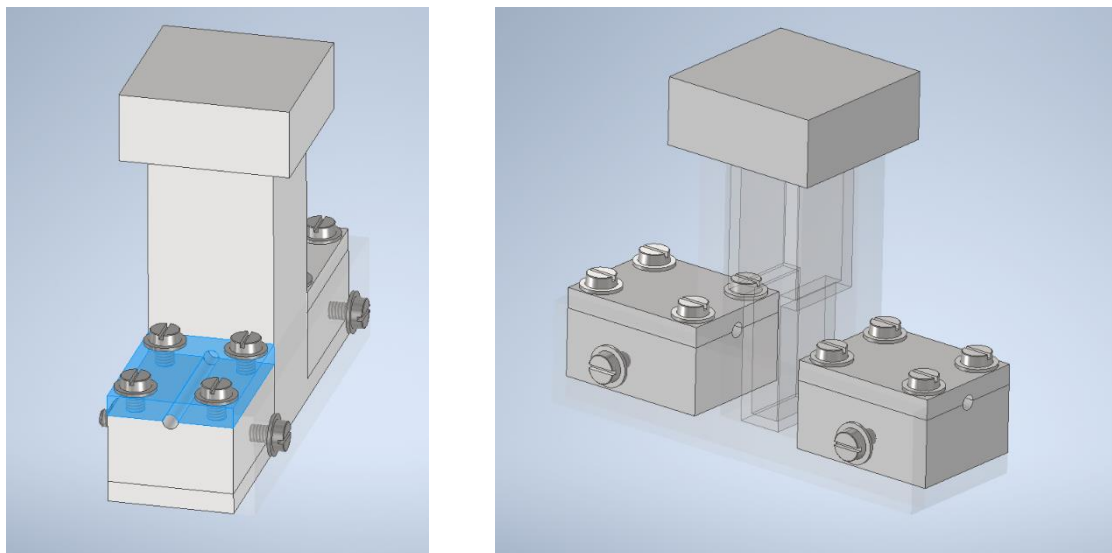
- Na podstawie schematu, każdy z grupy wykonał projekt PCB, z których został wybrany przez prowadzącego jeden z nich.
- Wymiary płytki są tak dobrane, aby jego dłuższa krawędź zgadzała się z krótszym wymiarem opakowania w której się znajduje, a drugi wymiar jest najmniejszy jak to się udało projektantowi.
- Stabilizator napięcia został ustawiony metalowym elementem do krawędzi płytki, w razie gdyby zaszła potrzeba, domontować radiator do tego elementu.
- Zostały dodane dwa otwory o rozstawie 41mm, po to, aby można było ją przymocować do podstawy.
- Zapewnione jest na płytce rozdzielenie między elementami analogowymi i cyfrowymi, poprzez położenie elementów jak i rozdzielenie masy układu między dwa bloki.
- Problemem okazuje się fakt, że na płytce, wybranej przez prowadzącego, dwa elementy były przewidziane do montażu powierzchniowego, podczas gdy nie ma takiego elementu przewidzianego w projekcie oraz mimo niewielkich wymiarów płytki, zahacza ona o kolumnę po środku pudełka. Wymagało to od nas usunięcia tej kolumny.

PROJEKT ELEMENTÓW 3D

Każdy z uczestników grupy zaprojektował swój pomysł na chwytak na kuwetę, światłowód i pozostałe elementy. Zdecydowaliśmy się wybrać projekt Jakuba Stankiewicza, ze względu na dopracowanie takich szczegółów jak uchwyt na baterie i układ do justowania diody świecącej.

Pomniejsze elementy składają się na 3 główne bloki urządzenia:

Urządzenie stabilizujące dla światłowodów i kuwety:

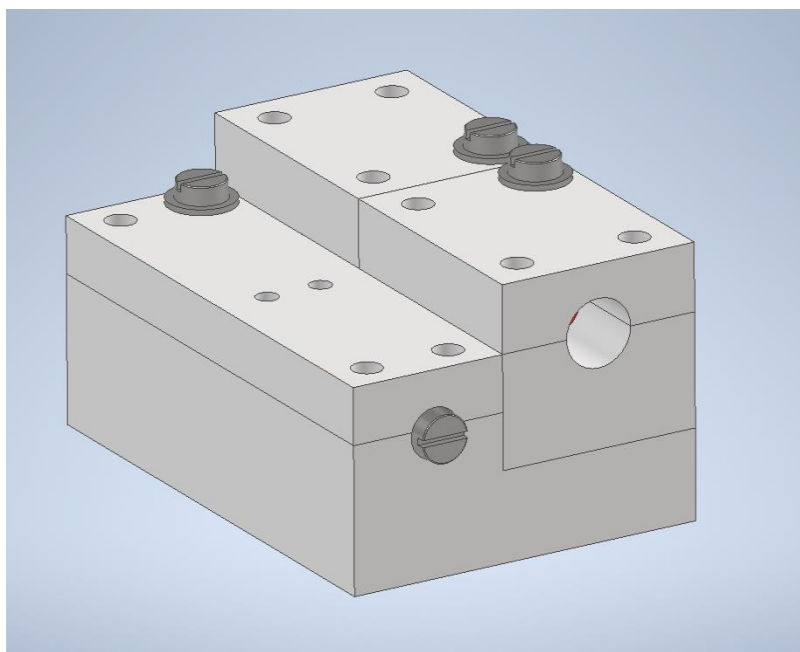


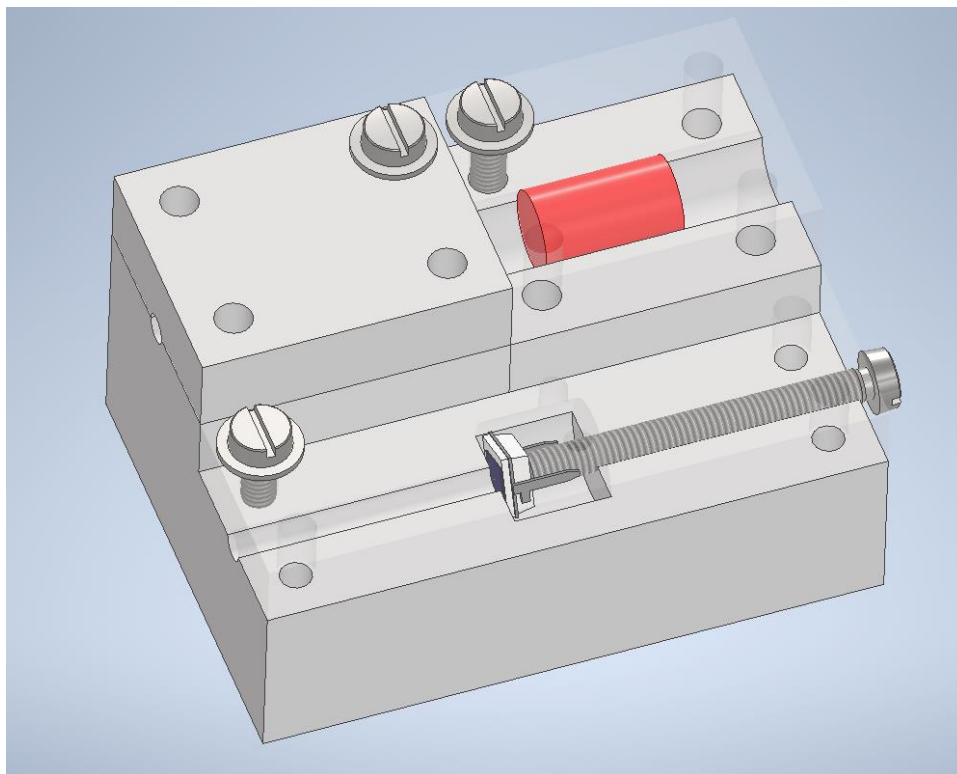
Za pomocą 8 śrub górnych oraz 2 bocznych mocujemy holdery na światłowody, które z kolei są przymocowane do ścianki mocującej do holdera dla kuwety. Na drugim zdjęciu(po prawej) widać dwie możliwe orientacje optyczne kuwety - szerszą i węższą. Holder dla kuwety ma możliwość bycia zakrytym nakładką.

Układ justujący dla diody oraz trzymający dla fotodiody (zabudowany w black boxie):

Układ zamknięty:

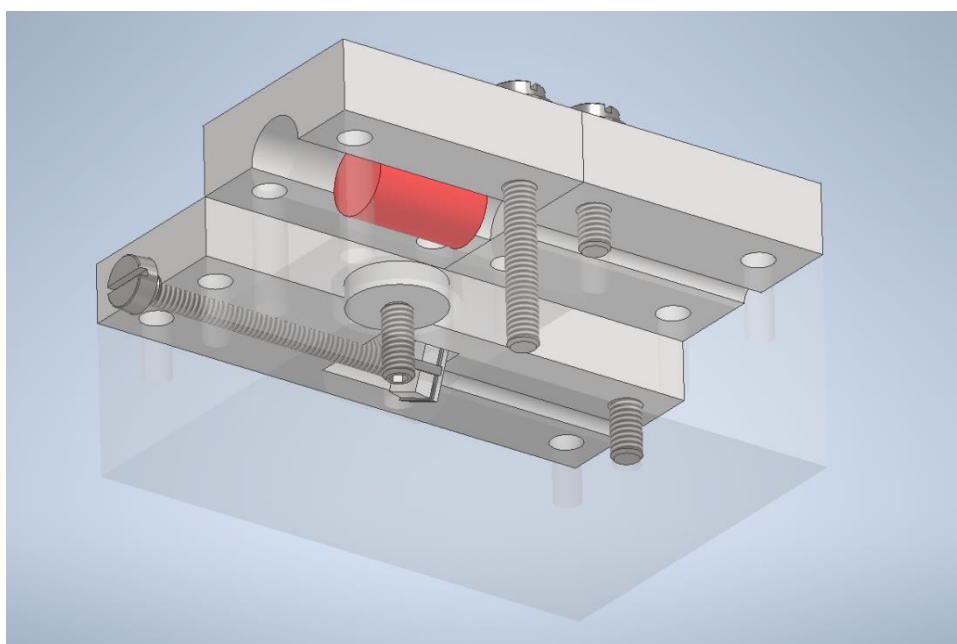
Rzut otwarty z widoczną diodą świecącą (czerwoną) i fotodiodą (niebieską):





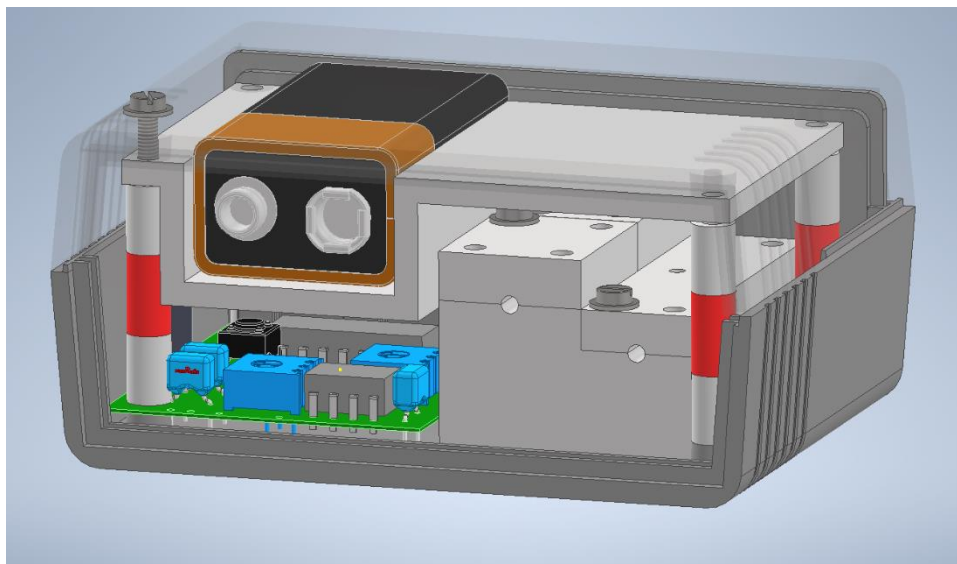
Fotodioda jest dociśniętą śrubą do wyprowadzenia światłowodu, tak aby optymalnie pobierała z niego moc.

Układ justujący dla diody świecącej:



Realizowany jest za pomocą śruby z podkładką z tworzywa.

Złożenie wszystkich elementów wewnętrznych (holder na baterię 9V oraz układu trzymającego diodę świecącą i fotodiodę)



Bateria jest trzymana na specjalnej podstawie, która jest wkręcona w black boxa.

Podsumowanie etapu konstruowania obudowy:

Projekt obudowy w ogólności udał się. Udało się zmontować uchwyt na kuwetę wraz z najważniejszą częścią - uchwytem na diodę świecącą i fotodiodę (03-00-00). Problemem okazało się wymyślenie w jaki sposób górna i dolna część kupnej obudowy łączyłyby się ze sobą. Ponieważ z obudowy został usunięty słupek należało skorzystać z czterech otworów montażowych znajdujących się w rogach obudowy. Przewidziana konstrukcja mocująca miała składać się z trzech tulei (rysunek poniżej). Dwie czarne tuleje są tulejami dystansowymi. Czerwona tuleja teoretycznie miała zostać nagwintowana od wewnątrz, dzięki czemu urządzenie po skręceniu śrubami z obu stron składałoby się w całość. Na etapie składania okazało się jednak, że dobrana pierwotna średnica wewnętrzna czerwonej tulei była zbyt mała względem gwintu śruby (M2,5), przez co należało użyć bardzo dużego momentu, aby korzystając ze śrubokrętu wkręcić się w element oraz go nagwintować. W rezultacie te śruby ulegały szybkiemu uszkodzeniu, co uniemożliwiało dalszy montaż. Rozwiązaniem problemu byłoby użycie większych śrub (nawet M3, które są o wiele bardziej dostępne względem M2,5, które to można dostać od ręki, najbliżej, w Żabieńcu pod Piasecznem) lub zaopatrzenie się w wiertło 2 mm (wiertła 1,5 mm oraz 2,5 mm, które posiadaliśmy nie nadawały się do powiększenia średnicy czerwonej tulei).



Uwagi

na

przyszłość:

Warto pomyśleć o wcześniejszym terminie ostatnich zajęć. Przez końcówkę semestru wszystko było robione na ostatnią chwilę. Zabrakło nam czasu na ewentualne poprawki typu dodrukowanie elementów lub zakup brakujących części w przypadku uszkodzenia. Grupa projektowa 12 osobowa jest za duża. Grupy powinny być mniejsze, tak aby zaangażowanie poszczególnych uczestników było większe. Dodatkowo zabrakło komunikacji między prowadzącym a grupą, o wyborze schematu PCB, który zawierał widoczne błędy, zostaliśmy poinformowani post-factum kiedy to projekt został już zlecony do wykonania w zewnętrznej firmie. W rezultacie nie udało się polutować działającego układu.

ZMONTOWANA PŁYTKA PCB

Wykaz elementów wraz z osobą, które była odpowiedzialna za montaż

Lp.	Nazwa elementu	Opis	Wartość	Ilość	Osoba lutująca
1	złącze baterii	6F22	BAT.CL.SN-1	1	Konrad Tęgowski
2	mikroprzełącznik			1	Piotr Szewczyk
3	stabilizator	5V	LM78L05	1	Adam Pawowski
4	kondensator	ceramiczny	0.1 μ F	1	Mateusz Dawidiuk
5	kondensator	ceramiczny	1 μ F	1	Ivan Lisovyi
6	kondensator	ceramiczny	470 nF	1	Mateusz Krojec
7	Dioda laserowa	5V DC	~650 nm	1	Alekszander Małkowski
8	Fotodioda	BPW	400~1100 nm	1	Paweł Murdzek
9	układ scalony	wzmacniacz OP	TL072	1	
10	układ scalony	komparator	LM393	1	
11	układ scalony	NAND	CD4011BE	1	
12	potencjometr		1 k Ω	1	Piotr Sioch
13	potencjometr		10 k Ω	1	Konrad Tęgowski
14	dioda	LED	zielona	1	Piotr Sioch
15	dioda	LED	żółta	1	Piotr Szewczyk
16	dioda	LED	czerwona	1	Konrad Krupski
17	tranzystor	NPN	BC557C	3	Paweł Murdzek, Ivan Lisovyi, Mateusz Krojec
18	rezystor		10 k Ω	3	Aleksander Małkowski, Mateusz Dawidiuk
19	rezystor		2.2 k Ω	3	Adam Pawłowski, Jakub Stankiewicz, Julia Polak
20	rezystor		1 Meg	1	Konrad Krupski

Komentarz:

Niestety jeden układ scalony nie był możliwy do zamontowania. Wynika to z faktu, że na projekcie PCB płytki założono, że ten element jest przeznaczony do montażu powierzchniowego, niemniej jednak w rzeczywistości był on przeznaczony do montażu przewlekane. Z tego powodu, że zabrakło czasu na zamówienie zamiennej części, element nie został przylutowany. Skutkiem tego była niemożność przeprowadzenia testu całego układu.

Wszystkie elementy wymienione w tabeli, były przeznaczone do montażu przewlekane. Operacja montażu została wykonana przy użyciu lutu Sn95, 5Ag3, 8Cu0,7 oraz techniki lutowania ręcznego. Topnik, który został zastosowany był to HS10 2.5% DIN EN 29454 1.1.2.B.

Początkowo podczas projektowania schematu ideowego układu planowaliśmy użyć tranzystorów typu npn. Niemniej jednak w ostatecznym układzie podjęliśmy decyzję o zmianie ich na tranzystory typu npn.

Podczas lutowania elementów, każda osoba mogła wziąć udział i tym samym przyczyniła się do powstania ostatecznego układu. Elementy były lutowane w następującej kolejności

1. Układy scalone
2. Tranzystory
3. Rezystory
4. Pojemności
5. Diody
6. Potencjometry
7. Pozostałe elementy

Problemy, które wystąpiły były związane z procesem lutowania. Podczas montażu kondensatora, jedna z przelotek została zalana lutem przez co uniemożliwiło to odpowiednie przymocowanie elementu. Problem ostatecznie udało się rozwiązać i element został zamocowany.

Kolejnym problem był związany z montażem płytki pcb w obudowie. Niestety w projekcie płytki nie uwzględniono otworu na „słupkę” znajdujący się w obudowie. Problem udało się rozwiązać poprzez usunięcie „słupka”, co niestety spowodowało spadek wytrzymałości obudowy.

WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Dzięki wykonaniu projektu, cała grupa nauczyła się nowych rzeczy i rozwinęliśmy się jako przyszli inżynierowie. Zdobyliśmy umiejętności tworzenia projektów płytek PCB, modelowania obiektów 3D oraz montowania fizycznych układów elektronicznych.

Niestety nie udało stworzyć się nam działającego układu. Spowodowane jest to wysłaniem do produkcji wadliwego schematu PCB. Prowadzący laboratoria przy wyborze kierował się tylko rozmiarami płytki, a nie tym co na niej się znajduje, przez to wybrał płytkę najmniejszą, lecz źle zaprojektowaną. Niestety o trefności płytki dowiedzieliśmy się podczas montażu. Płytką została zaprojektowana przypadkowo pod układy scalone montowane SMD, a takich nie posiadaliśmy. Jednakże dzięki temu błędowi każdy z nas będzie uważał w przyszłości i sprawdzał jaki typ układu wybrał podczas projektowania. Jednakże mimo przeszkód, nauczyliśmy się wielu aspektów pracy inżyniera i najważniejszej pracy w grupie.

Największą wadą naszego projektu jest zastosowanie nieprawidłowej technologii montażu układu CD4011BE, który jest głównym elementem logiki operacyjnej naszego projektu. Pomyłka ta spowodowała bardzo duży problem, który jest możliwy do rozwiązania poprzez zastosowanie innego elementu, jednak ograniczony czas nie pozwolił nam sprostać temu wyzwaniu.

Pomimo tego, że nasz układ nie działa prawidłowo należy zwrócić uwagę na jego mocne strony. Aspekty, które przy produkcji kolejnej wersji tego urządzenia mogą zostać wykorzystane bez zmian. Niewątpliwie takim elementem jest wydruk obudowy, który został opracowany z ogromną dokładnością oraz nietuzinkowymi rozwiązaniami. Nasza obudowa oprócz podstawowych zastosowań umożliwia ona także centrowanie diody.