

Dokumentace projekt

NE555

Úvod	3
Vnitřní struktura NE555	4
Tři rezistory	4
Dva komparátory	4
RS flip-flop	4
Výstupní tranzistor	4
Režimy provozu NE555	5
Monostabilní režim	5
Astabilní režim	6
Bistabilní režim	7
Schéma	7
DPS	8
Návrh Autodesk Fusion 360	8
Strana spojů	8
Strana součástek	9
Rozpiska součástek	10
Technické specifikace součástek	10
Postup práce	11
Zjištění funkce obvodu NE555	11
Návrh schématu	11
Testování na nepájivém poli	11
Návrh desky plošných spojů (DPS)	12
Modelování zvětšeného NE555	12
Příprava modelu pro tisk a tisk	14
Montáž	17
Osazení a testování DPS	18
Kompletace	21
Mechanické uspořádání	22
Závěr	22
Hodnocení	23
Zdroje	23

Úvod

Časovač NE555 patří mezi nejznámější a nejpoužívanější integrované obvody v oblasti elektroniky. Tato ročníková práce se zaměřuje na vytvoření zvětšeného modelu tohoto obvodu, který umožňuje lépe pochopit jeho vnitřní strukturu a fungování.

Zvětšený model NE555 je realizován pomocí tranzistorů a dalších elektronických součástek, což usnadňuje detailní vizuální a praktické zkoumání jednotlivých částí obvodu. Cílem této práce bylo nejen vytvořit funkční repliku NE555, ale také demonstrovat jeho principy fungování a jejich aplikaci v praxi.

Popis práce

Tato práce se zabývá návrhem, realizací a testováním zvětšeného modelu časovače NE555. Realizace obvodu byla provedena rozdělením na jednotlivé funkční bloky, které byly následně sestaveny pomocí tranzistorů a dalších součástek. Práce zahrnuje návrh desky plošných spojů (DPS), konstrukci jednotlivých bloků a jejich integraci do funkčního celku.

Proč je tato práce dobrá na pochopení a demonstraci funkčnosti:

1. **Pochopení základních principů:** Model poskytuje praktický způsob, jak pochopit principy fungování časovače NE555, což je klíčové pro mnoho oblastí elektroniky.
2. **Demonstrace funkcí:** Jednotlivé bloky, jako komparátory, flip-flop a výstupní stupeň, jsou realizovány odděleně, což umožňuje detailní zkoumání každé části.
3. **Vizuální prezentace:** Díky zvětšenému měřítku je možné lépe vidět a pochopit propojení mezi jednotlivými součástkami.
4. **Praktická aplikace:** Model lze použít jako vzdělávací pomůcku při výuce elektroniky nebo pro demonstraci fungování časovačů na školních seminářích.

Vnitřní struktura NE555

Tři rezistory

Uvnitř obvodu NE555 jsou tři rezistory stejné hodnoty, které tvoří dělič napětí. Tyto rezistory jsou uspořádány tak, aby vytvářely dvě referenční napětí: jedno na hodnotě $1/3$ a druhé na hodnotě $2/3$ napájecího napětí. Tato konfigurace je klíčová pro stabilitu a předvídatelnost chování obvodu. Dělič napětí zajišťuje, že komparátory mají správné referenční úrovně pro porovnání vstupních signálů, což umožňuje přesné spouštění a resetování obvodu NE555.

Dva komparátory

NE555 obsahuje dva komparátory, které hrají důležitou roli v jeho funkci:

- **První komparátor (TRIG):** Tento komparátor porovnává napětí na spouštěcím pinu (TRIG) s referenční hodnotou $1/3$ napájecího napětí. Když napětí na TRIG klesne pod tuto referenční hodnotu, komparátor generuje výstupní signál, který přepne výstupní pin (OUT) na logickou „1“. Tento mechanismus je klíčový pro spouštění generátorů pulzů nebo pro aktivaci různých funkcí v elektronických obvodech.
- **Druhý komparátor (THRES):** Tento komparátor má na starosti porovnání napětí na prahovém pinu (THRES) s referenční hodnotou $2/3$ napájecího napětí. Pokud napětí na THRES překročí tuto hodnotu, výstupní pin (OUT) přepne na logickou „0“. Tento proces zajišťuje, že výstupní signál zůstane stabilní, dokud nedojde k určité změně v napětí na THRES.

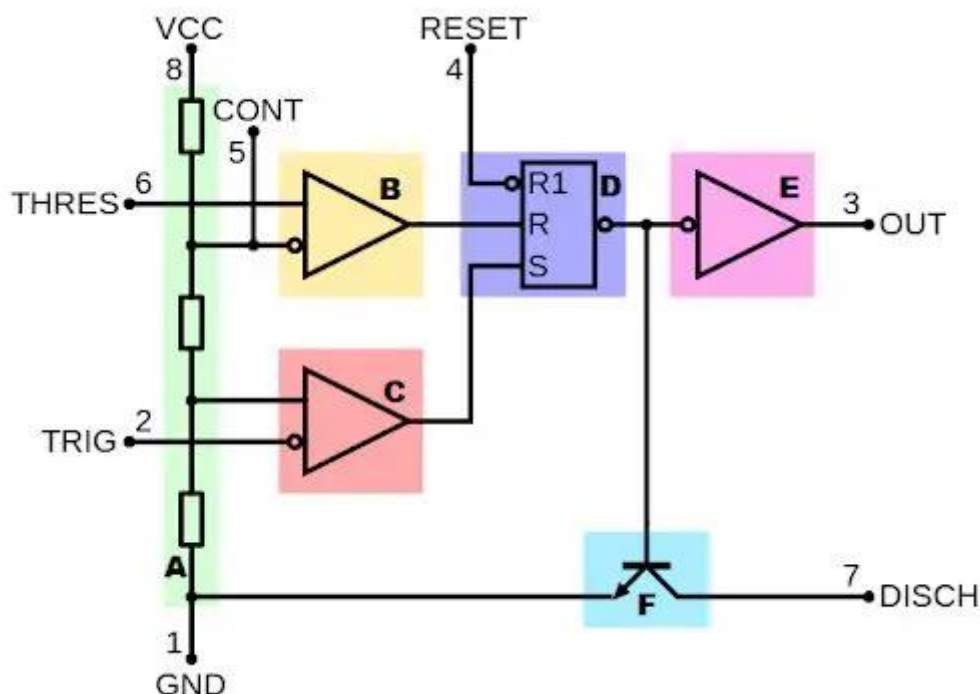
RS flip-flop

Výstupy obou komparátorů jsou připojeny k RS flip-flopu, což je základní typ klopného obvodu. Flip-flop zajišťuje stabilní výstupní stav na základě kombinace signálů z komparátorů. Když je aktivována spouštěcí podmínka, RS flip-flop nastaví výstupní pin (OUT) na „1“ nebo „0“ v závislosti na signálech z komparátorů. Tento klopný obvod uchovává výstupní stav, dokud není znovu spuštěn nebo resetován. To umožňuje NE555 fungovat jako časovač nebo generátor pulzů, protože výstup zůstane stabilní, dokud není potřeba změnit stav.

Výstupní tranzistor

NE555 je vybaven vnitřním NPN tranzistorem, který hraje klíčovou roli při řízení externích zátěží. Tento tranzistor je navržen tak, aby mohl poskytovat výstupní proud až 200 mA. To umožňuje NE555 připojit a ovládat různé zařízení, jako jsou relé, LED diody nebo další elektronické komponenty. Vnitřní tranzistor usnadňuje integraci NE555 do různých obvodů bez potřeby přídavných komponentů pro ovládání zátěže.

Tato struktura činí NE555 velmi univerzálním obvodem, který se široce používá v různých aplikacích, včetně časovačů, generátorů pulzů a signálních modulátorů.



<https://botland.cz/blog/wp-content/uploads/2022/04/botl-blg-1.jpg>

Režimy provozu NE555

NE555 může pracovat ve třech základních režimech: monostabilní, astabilní a bistabilní.

Monostabilní režim

Funkce:

V monostabilním režimu funguje NE555 jako jednorázový časovač. Po aplikaci spouštěcího signálu (nízká úroveň na pin TRIG) generuje čip výstupní impuls s definovanou délkou.

Délka tohoto impulsu je určena připojeným rezistorem a kondenzátorem pomocí vzorce:

$$T = 1.1 \times R \times C$$

kde T je doba trvání impulsu, R je odpor v ohmech a C je kapacita ve faradech.

Použití:

Tento režim je vhodný pro aplikace, kde je potřeba generovat časově specifikované impulsy, například:

- Řízení spínačů a relé.
- Ochrana obvodů před přetížením.
- Vytváření signálů pro synchronizaci.

Výhody:

- Snadné použití a konfigurace.
- Přesná doba trvání impulsu.
- Možnost jednoduchého nastavení doby pomocí externích komponent.

Astabilní režim**Funkce:**

V astabilním režimu NE555 funguje jako oscilátor, který generuje pravidelné obdélníkové signály. Nemá stabilní stav, neustále přepíná mezi vysokou a nízkou úrovní.

Frekvence oscilace a pracovní cyklus (duty cycle-) jsou určeny hodnotami rezistorů R1, R2 a kondenzátoru C pomocí vzorců:

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2 \cdot R_2) \cdot C}$$
$$D = \frac{R_2}{R_1 + 2 \cdot R_2}$$

kde f je frekvence, D je pracovní cyklus.

Použití:

Astabilní režim se často používá k výrobě oscilátorů a pulzních generátorů, například:

- Generování zvukových signálů v pípacích obvodech.
- Vytváření signálů pro modulační techniky.
- Řízení blikání LED diod.

Výhody:

- Schopnost generovat stabilní a opakující se signály.
- Flexibilita při nastavování frekvence a pracovního cyklu.
- Možnost použití v širokém spektru aplikací.

Bistabilní režim

Funkce:

- V bistabilním režimu NE555 funguje jako flip-flop, který uchovává dva stabilní stavy. Tento režim je aktivován externími signály na pinech TRIG a RESET.
- Přepínání mezi stavy nastává na základě příchozího signálu, který způsobí, že výstupní pin (OUT) přepne mezi logickými úrovněmi.

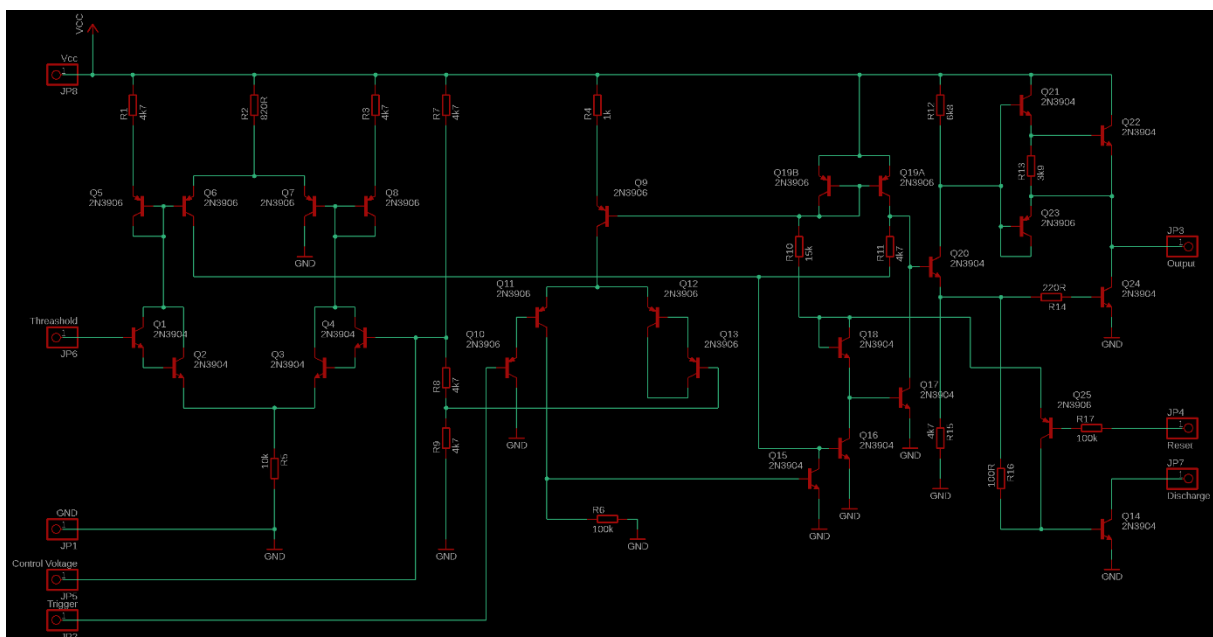
Použití:

- Tento režim se využívá v aplikacích, kde je potřeba uchovávat informace, například:
 - Vytváření jednoduchých pamětí.
 - Ovládání zařízení s logickými úrovněmi (např. přepínače).
 - Implementace základních logických funkcí.
 -

Výhody:

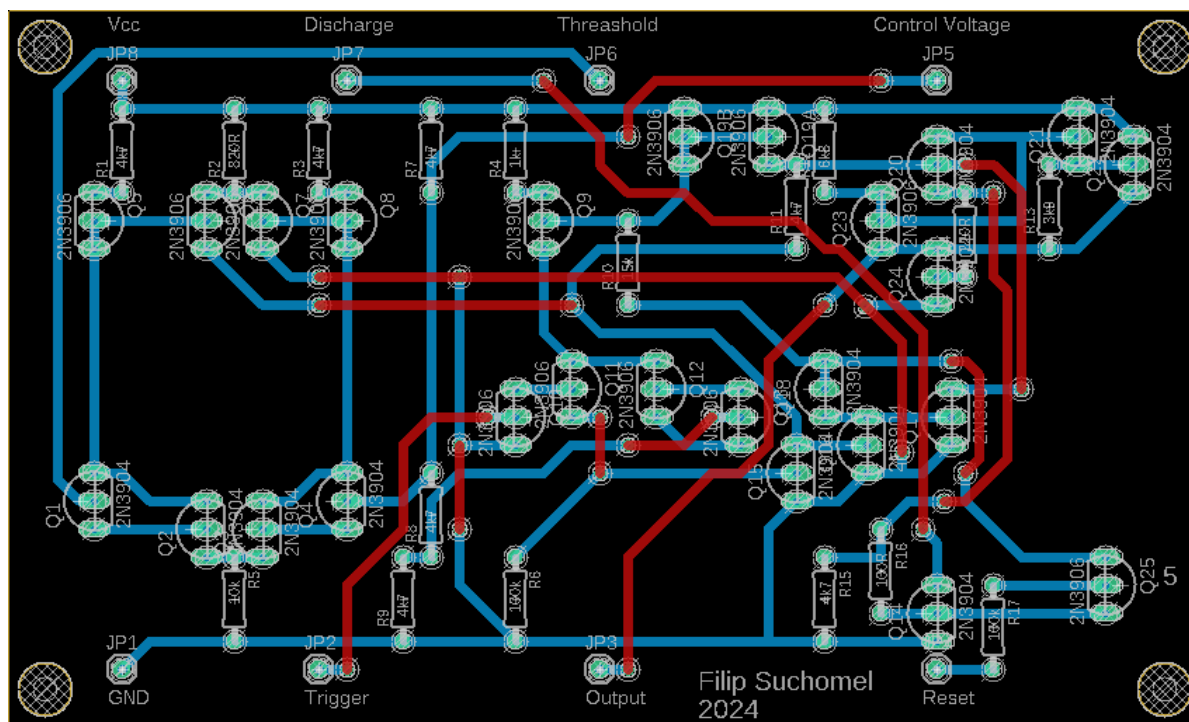
- Možnost uchovávat informace mezi přepínáními.
- Stabilní a spolehlivé přepínání.
- Flexibilita v použití pro různé aplikace.

Schéma

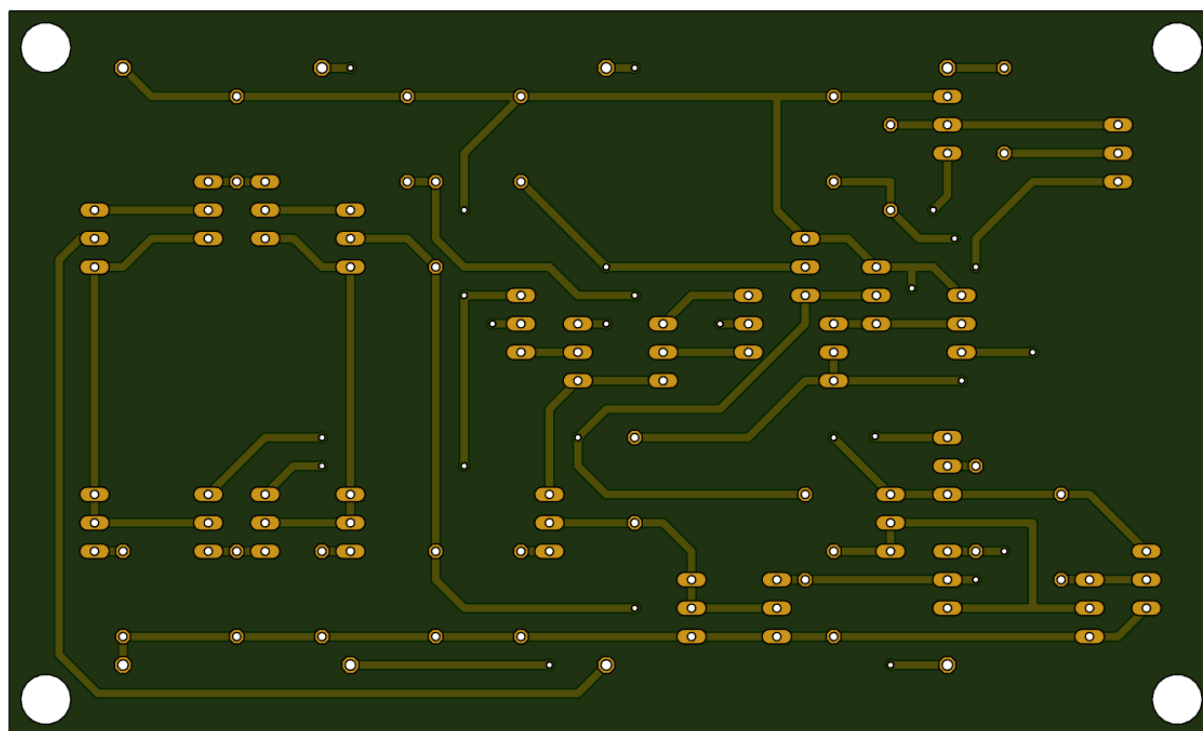


DPS

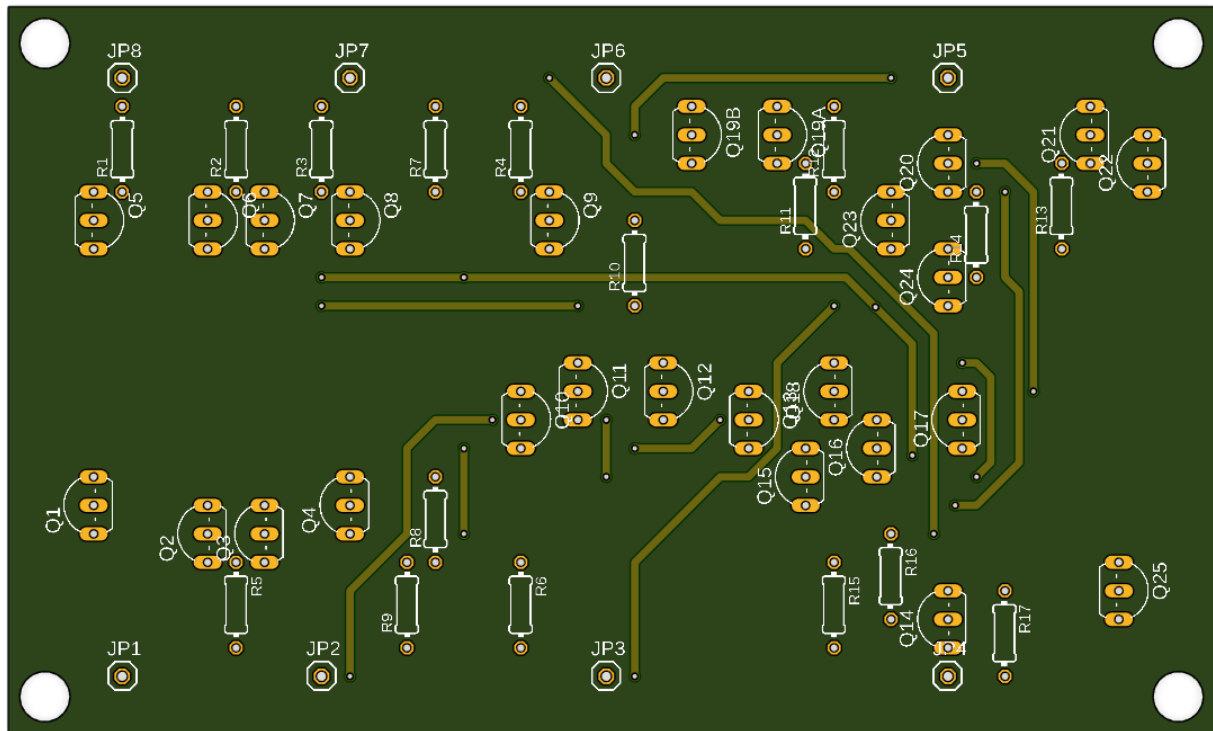
Návrh Autodesk Fusion 360



Strana spojů



Strana součástek



Rozpiska součástek

Qty	Value	Device	Footprint Name	Parts
1	100R	R-EU_0204/7	0204/7	R16
2	100k	R-EU_0204/7	0204/7	R6, R17
1	10k	R-EU_0204/7	0204/7	R5
1	15k	R-EU_0204/7	0204/7	R10
1	1k	R-EU_0204/7	0204/7	R4
1	220R	R-EU_0204/7	0204/7	R14
13	2N3904	2N3904-NPN-TO92-EBC	TO92-EBC	Q1, Q2, Q3, Q4, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q20, Q21, Q22, Q24
13	2N3906	2N3906-PNP-TO92-EBC	TO92-EBC	Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13, Q19A, Q19B, Q23, Q25
1	3k9	R-EU_0204/7	0204/7	R13
7	4k7	R-EU_0204/7	0204/7	R1, R3, R7, R8, R9, R11, R15
1	6k8	R-EU_0204/7	0204/7	R12
1	820R	R-EU_0204/7	0204/7	R2
1	Control Voltage	PINHD-1X1	1X01	JP5
1	Discharge	PINHD-1X1	1X01	JP7
1	GND	PINHD-1X1	1X01	JP1
1	Output	PINHD-1X1	1X01	JP3
1	Reset	PINHD-1X1	1X01	JP4
1	Threshold	PINHD-1X1	1X01	JP6
1	Trigger	PINHD-1X1	1X01	JP2
1	Vcc	PINHD-1X1	1X01	JP8

Technické specifikace součástek

BC557	https://cz.mouser.com/datasheet/2/308/BC556BTA_D-1802030.pdf
BC547	https://cz.mouser.com/datasheet/2/308/BC550_D-1802078.pdf
2N3904	https://cz.mouser.com/datasheet/2/308/1/2N3904_D-1801586.pdf
2N3906	https://cz.mouser.com/datasheet/2/308/2N3906_D-1801672.pdf

Postup práce

Zjištění funkce obvodu NE555

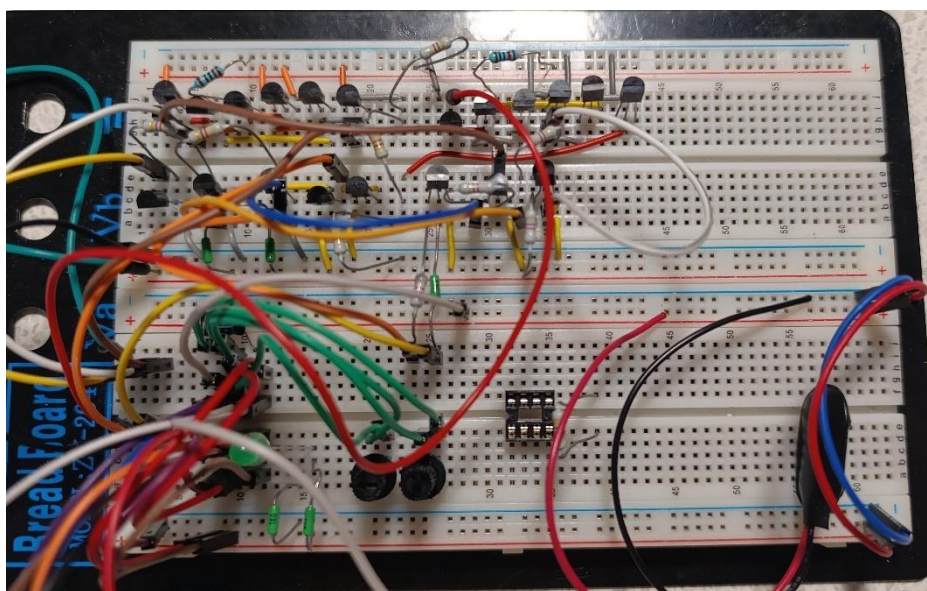
Práce začala detailním zkoumáním funkce obvodu NE555. Nejprve jsem se seznámil s jeho strukturou a principy fungování, jako jsou jednotlivé bloky uvnitř (komparátory, klopné obvody, výstupní část) a základní režimy práce (astabilní, monostabilní, bistabilní). Tento krok mi umožnil pochopit, jak se tento univerzální obvod chová a jak lze jeho funkčnost demonstrovat.

Návrh schématu

Následně jsem hledal existující schémata NE555, která by mi poskytla výchozí bod. Po nalezení vhodného schématu jsem ho překreslil do programu Autodesk Fusion 360, kde jsem provedl drobné úpravy a přizpůsobil ho tak, aby odpovídal požadovaným parametrům. To zahrnovalo úpravy zapojení i přidání vylepšení, která zajistila lepší stabilitu a spolehlivost obvodu.

Testování na nepájivém poli

Překreslené schéma jsem realizoval na nepájivém poli, kde jsem postupně zapojil všechny součástky. Na nepájivém poli jsem ověřil funkčnost obvodu a jeho spolehlivost. Během tohoto testování se ukázaly některé nedostatky nepájivého pole, jako například problémy s vodivostí nebo špatné spojování součástek. Tyto potíže mě vedly k výměně několika nepájivých polí, abych mohl eliminovat chyby způsobené špatnými kontakty.

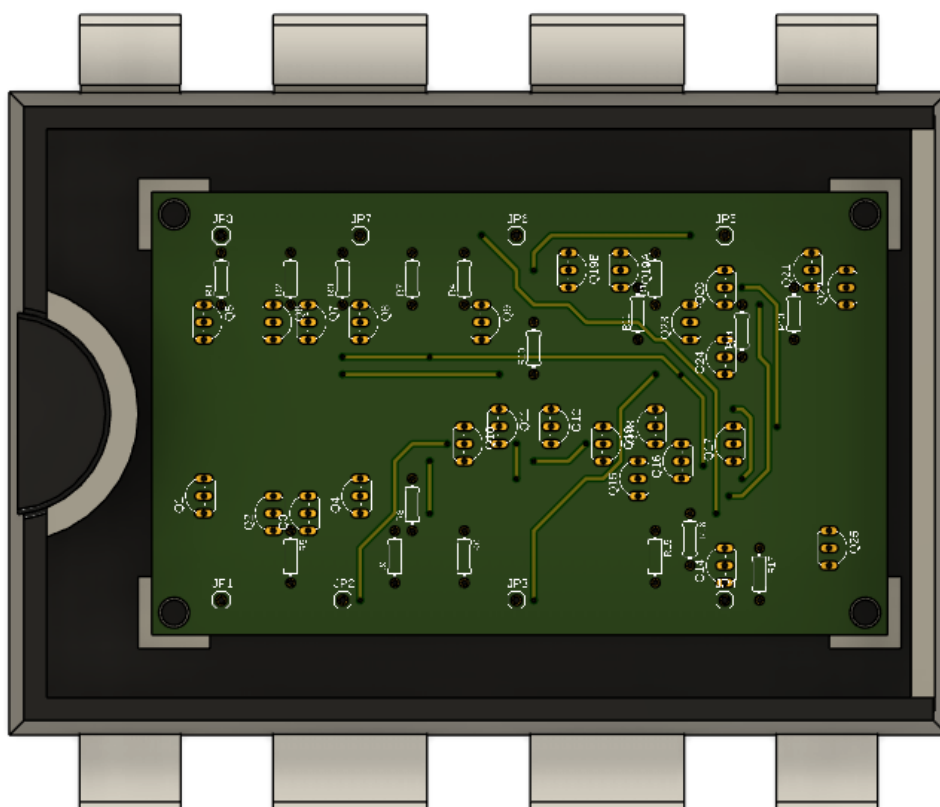


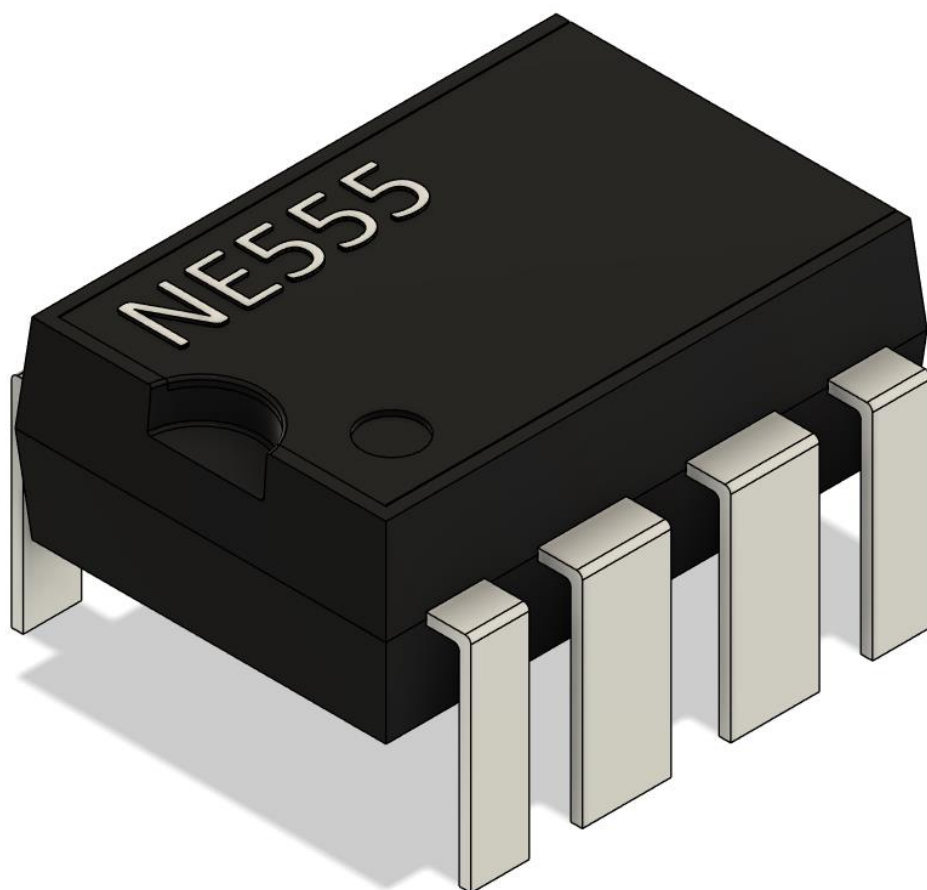
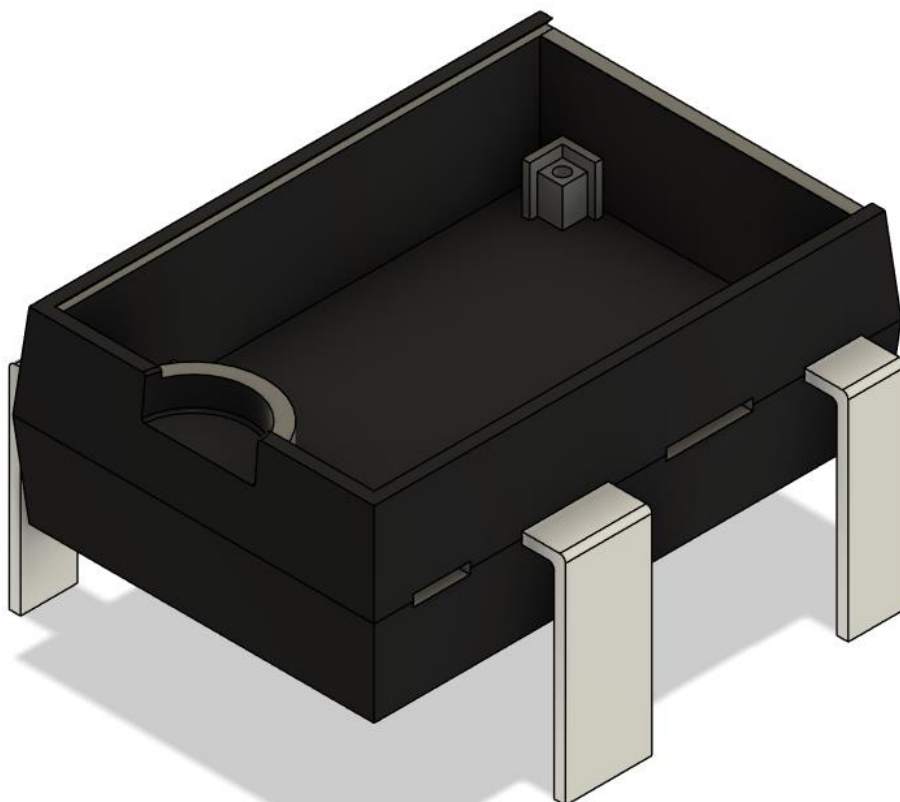
Návrh desky plošných spojů (DPS)

Po úspěšném ověření funkčnosti obvodu jsem navrhl DPS. S ohledem na složitost obvodu a potřebu přesného propojení jsem se rozhodl pro výrobu DPS na zakázku u firmy [JLCPCB](#). Důvodem bylo, že deska byla dvoustranná a vyžadovala prokovy mezi vrstvami, což by při ruční výrobě mohlo způsobit problémy s vodivostí nebo přesností. Tímto krokem jsem zajistil kvalitní provedení DPS, což má zásadní vliv na spolehlivost a stabilitu obvodu.

Modelování zvětšeného NE555

Součástí práce bylo také vytvoření zvětšeného 3D modelu NE555. Vzal jsem originální integrovaný obvod NE555 a přesně překreslil jeho pouzdro do 3D programu Autodesk Fusion 360. Poté jsem model poměrově zvětšil, přičemž jsem vytvořil vnitřní prostor pro upevnění DPS a navrhl posuvné víčko pro snadný přístup k obvodu. Na víčko jsem přidal označení obvodu, aby vizuálně odpovídalo reálnému integrovanému obvodu.





Příprava modelu pro tisk a tisk

Model jsem rozdělil na tři části: víčko, tělo a nožičky. Každá část byla navržena tak, aby byla snadno tisknutelná na 3D tiskárně Prusa i3 MK3S+. Tělo bylo vytištěno z černého PLA, víčko bylo zpracováno s výměnou barvy při tisku (černá pro základ, bílá pro text označení), a nožičky byly vytištěny ze stříbrného PLA pro imitaci kovu.

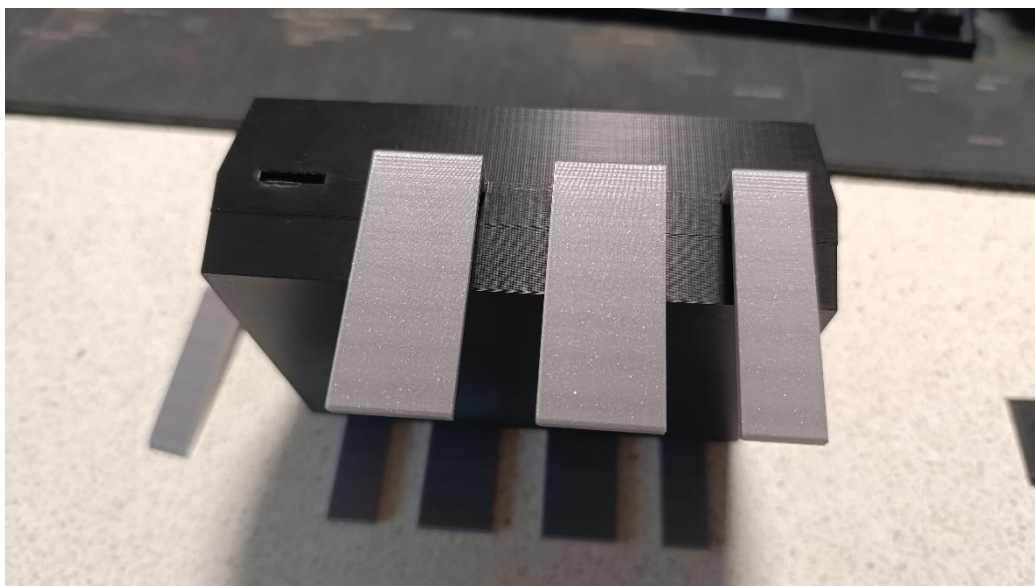


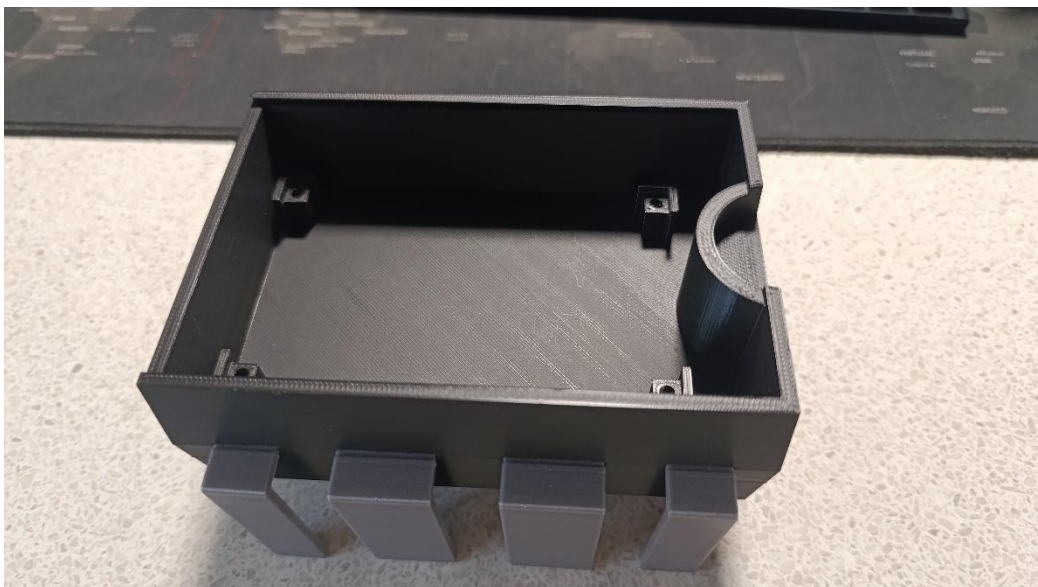




Montáž

Po dokončení tisku jsem nožičky přilepil k tělu pomocí sekundového lepidla. Lepidlo sloužilo pouze k zajištění nožiček v drážkách, kde byly zastrčené, a zajišťovalo dostatečnou pevnost spojení.

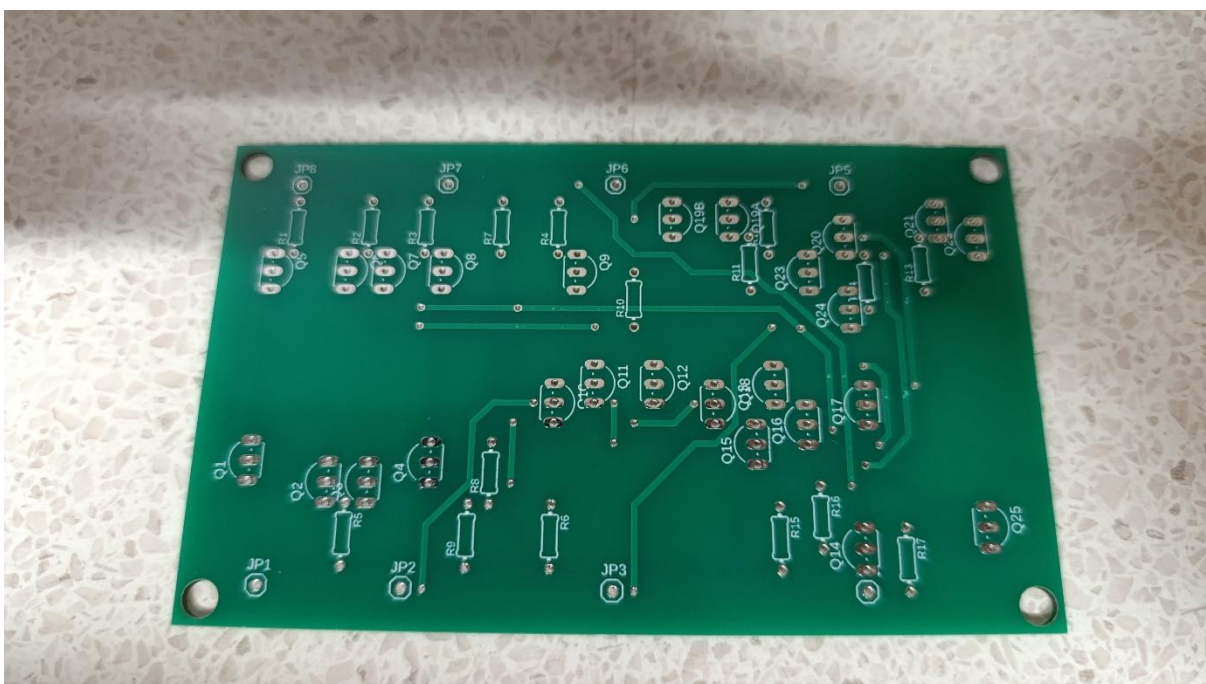


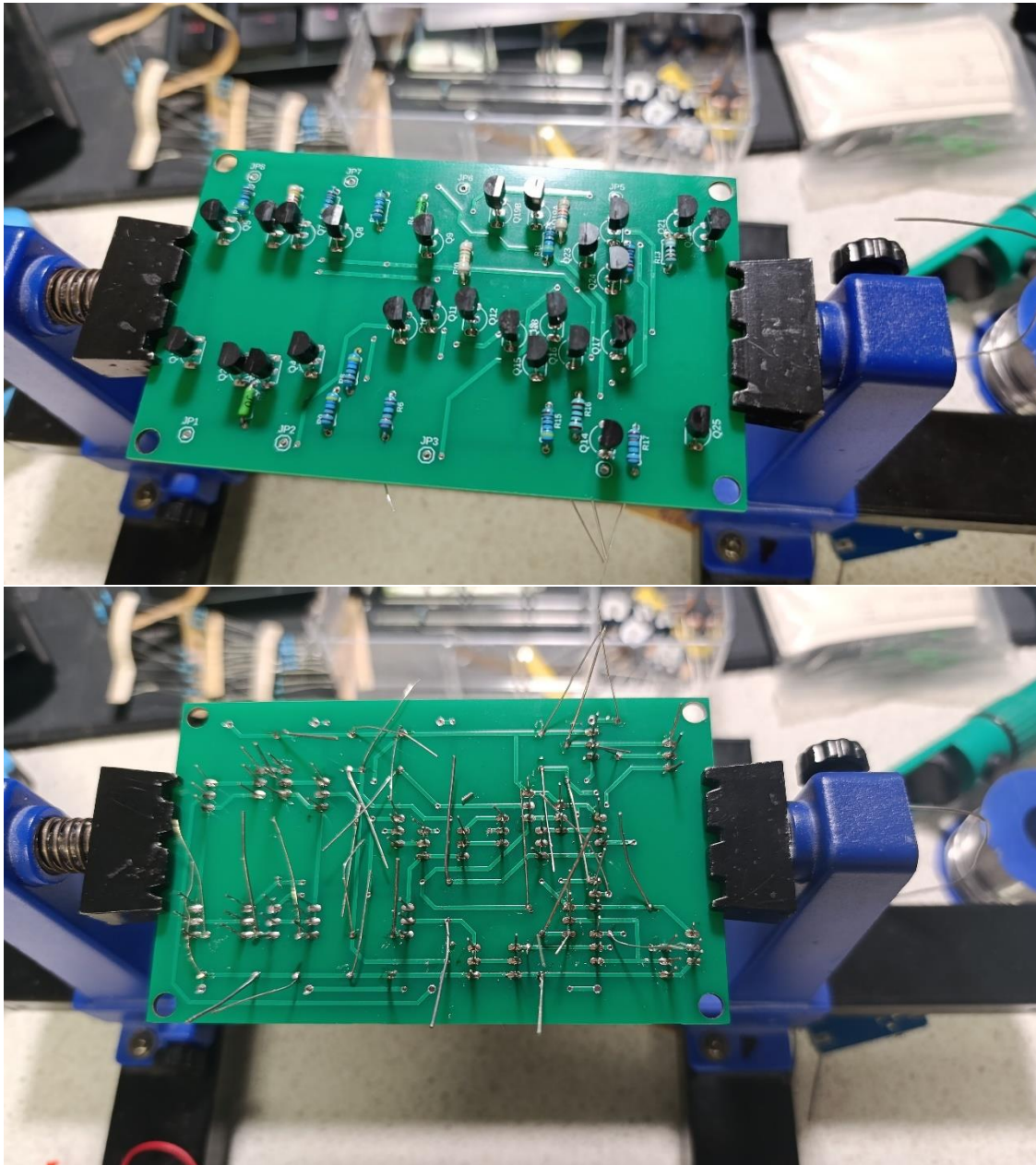


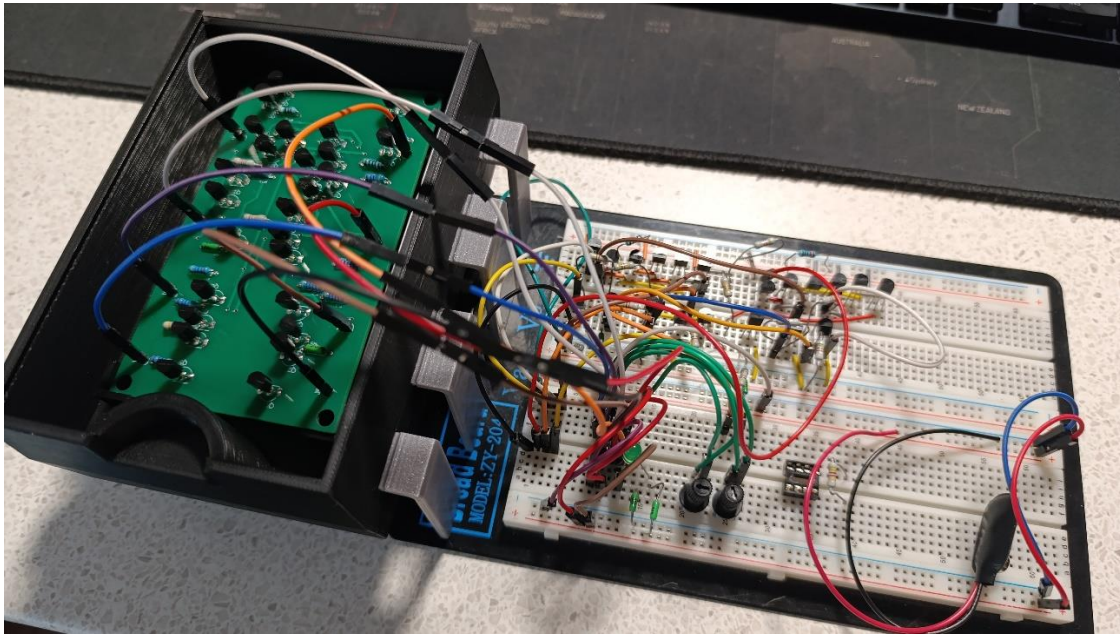
Osazení a testování DPS

Po doručení vyrobené DPS jsem ji osadil součástkami. Začal jsem od nejmenších součástek, jako jsou rezistory, a postupně přidával další. Z důvodu dostupnosti jsem použil tranzistory BC547 a BC557 namísto původně plánovaných 2N3904 a 2N3906. Tyto tranzistory jsou podobné svými vlastnostmi, ale mají opačné pořadí vývodů, což vyžadovalo jejich otočení oproti potisku na DPS. Tato změna však neměla vliv na funkčnost obvodu.

Po osazení jsem obvod testoval, přičemž jsem ho nechal běžet nepřetržitě po dobu tří dnů, aby se ověřila jeho stabilita a spolehlivost. Testování ukázalo, že obvod je dostatečně přesný a stabilní, ačkoli jeho spotřeba energie byla vyšší než u originálního integrovaného obvodu.

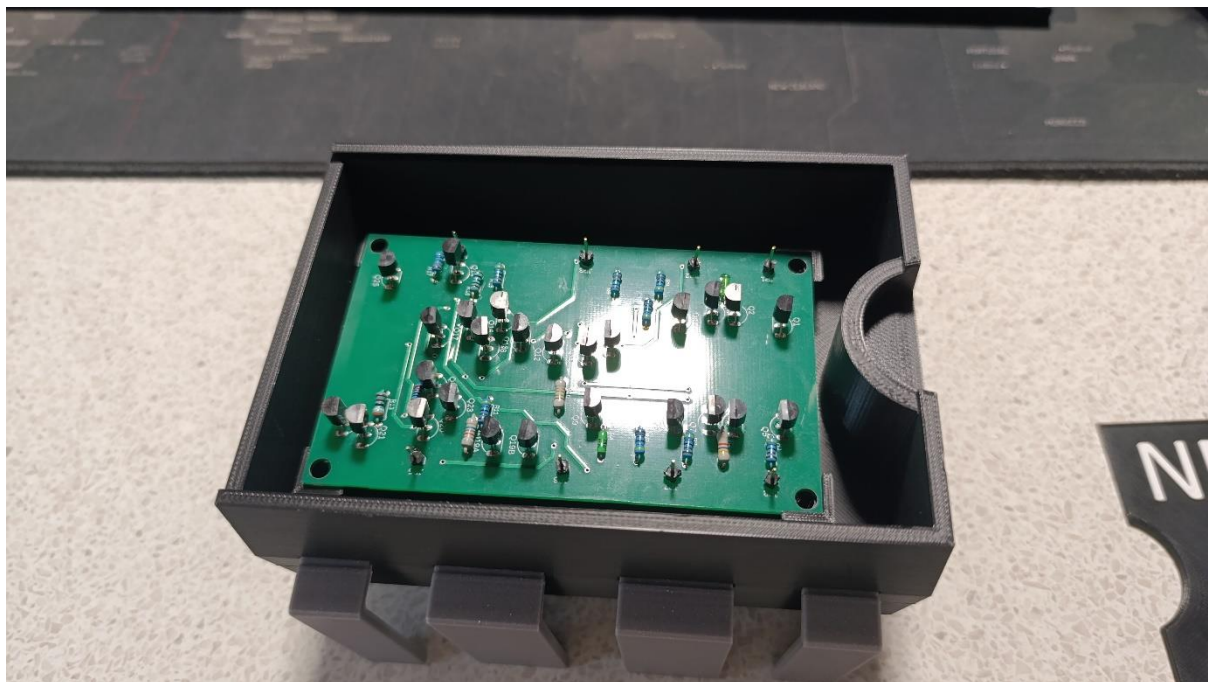




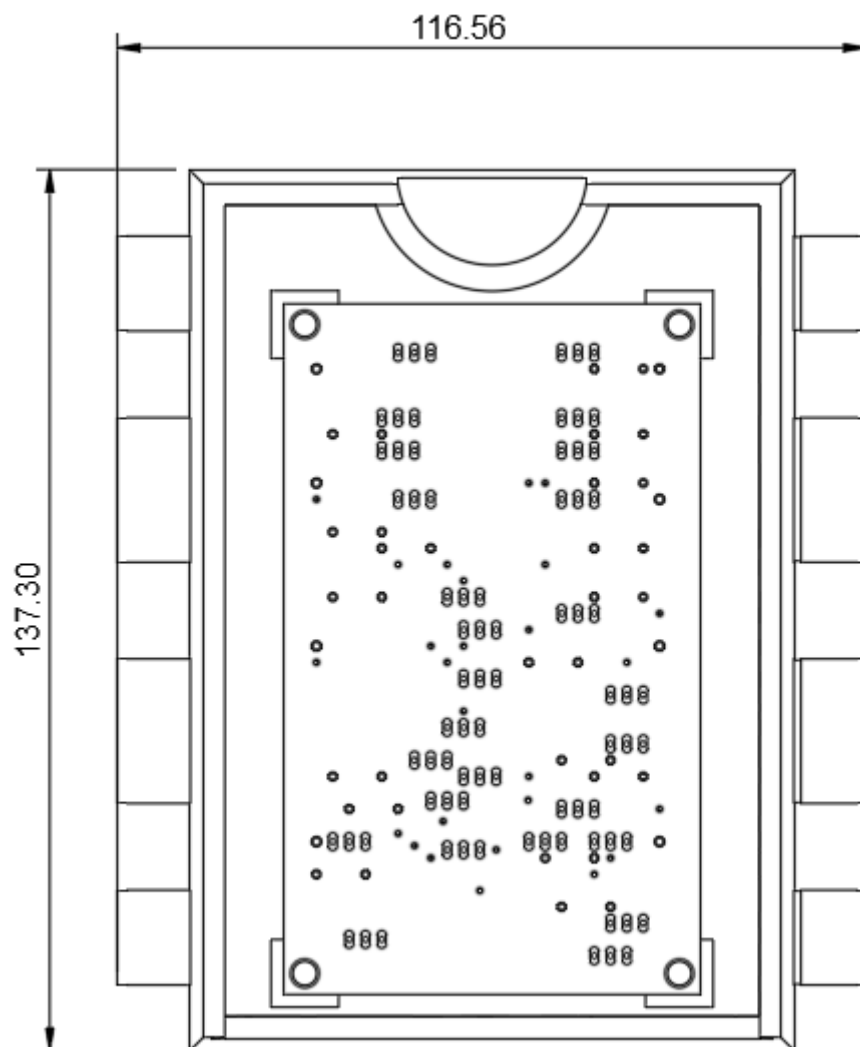


Kompletace

Po dokončení testování jsem DPS umístil do vytištěného modelu pouzdra. Tím byla práce na projektu završena, a výsledný model slouží jako demonstrační pomůcka pro pochopení funkce obvodu NE555.



Mechanické uspořádání



Závěr

Projekt zvětšeného modelu NE555 mi umožnil detailně pochopit principy fungování tohoto klíčového obvodu a prokázat jeho univerzálnost. Celý proces, od zjišťování teoretických poznatků, přes návrh schématu, testování na nepájivém poli, až po návrh a realizaci DPS i 3D modelu, byl velmi přínosný. Výsledný produkt slouží jako efektivní nástroj pro demonstraci funkce NE555 a může být využit jako vzdělávací pomůcka. Projekt ukázal, jak propojit teoretické znalosti s praktickými dovednostmi, a otevřel mi další možnosti pro vývoj podobných projektů v budoucnu.

Hodnocení

Práci považuji za velmi přínosnou a úspěšnou. Přestože jsem při realizaci narazil na určité výzvy, jako byla potřeba přizpůsobit zapojení dostupným součástkám nebo zajistit přesnost výroby DPS, všechny problémy se podařilo vyřešit. Výsledný model plní svůj účel, je plně funkční a vizuálně atraktivní. Projekt mi umožnil zdokonalit se v návrhu elektronických obvodů, testování a zpracování 3D modelů. Oceňuji zejména to, že mi tato zkušenost pomohla lépe pochopit proces integrace teoretických poznatků do praktických aplikací.

Zdroje

<https://www.electricaltechnology.org/2014/12/555-timer.html>

<https://howtomechatronics.com/how-it-works/555-timer-ic-working-principle-block-diagram-circuit-schematics/>

<https://www.instructables.com/Build-Your-Own-555-Timer/>

<https://botland.cz/blog/obvod-ne555-vse-co-potrebuje-vedet/>

<https://jlcpcb.com/>