



MATURITNÍ PRÁCE

Konstrukce dronu

Kryštof Maxera

vedoucí práce: Dr.rer.nat Michal Kočer

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně s vyznačením všech použitých pramenů.

V Českých Budějovicích dne podpis

Kryštof Maxera

Abstrakt

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Klíčová slova

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Poděkování

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Obsah

I	Úvod do světa dronů	2
1	Definice a charakteristika dronů	3
1.1	Bezpilotní letadla	4
1.2	Bezpilotní pozemní vozidla	5
1.3	Hladinové plavidla bez posádky	5
1.4	Dálkově ovládané podvodní vozidla	6
1.5	Bezpilotní kosmické lodě	6
2	Anatomie multikoptéry	7
2.1	Rám	7
2.1.1	Tvar	7
2.1.2	Materiál	7
2.1.3	Velikost	8
2.2	Motory	8
2.2.1	Inrunner a outrunner	8
2.2.2	Kartáčové a bezkartáčové motory	9
2.2.3	AC a DC	9
2.3	Vrtule	9
2.4	Flight controller	10
2.5	Baterie	10
3	Fyzika letu dronu	11

II	Konstrukce kvadrokoptéry	12
4	Součástky	13
5	Průběh Konstrukce	14
5.1	Druhy dronů	14
6	Stručná historie dronů	15
7	Program	17
8	Schéma zapojení	18
	Bibliografie	20
	Přílohy	23
A	Fotografie zkonstruované kvadrokoptéry	24
B	Kód programu Raspberry Pi Pico	25

Úvod

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Část I

Úvod do světa dronů

1 Definice a charakteristika dronů

Dron je definován jako zařízení nebo stroj schopný vykonávat úkoly bez nutnosti přímé fyzické přítomnosti člověka. Tato zařízení lze rozdělit do dvou základních kategorií.

První kategorii tvoří plně autonomní roboti, u nichž je přítomnost člověka vyžadována primárně z kontrolních a bezpečnostních důvodů. Pilot nebo operátor zde většinou nezasaahuje do aktivního řízení, ale v případě potřeby může převzít kontrolu. Typickým příkladem jsou autonomní bezpilotní letadla s možností vzdáleného ovládání nebo samořízené motorové vozidlo, které ke svému provozu nepotřebuje řidiče přítomného ve vozidle.

Druhá kategorie je pro veřejnost známější. Ta je také nazývána drony, přestože její součástí jsou dálkově ovládaná zařízení, která nejsou plně autonomní. Do této skupiny patří široce známé kvadrokoptéry a další multikoptéry, stejně jako autíčka na dálkové ovládání.

Důvodem časté záměny těchto dvou kategorií je překrývání některých funkcí, neboť i dálkově ovládané kvadrokoptéry využívají automatické systémy, například pro samovyvažování, které jsou nezbytné pro jejich stabilní let.

Drony lze obecně rozdělit do několika hlavních skupin na základě prostředí, ve kterém operují:

- **Bezpilotní letadla** (UAVs - Unmanned Aerial Vehicles)
- **Bezpilotní pozemní vozidla** (UGV - Unmanned Ground Vehicle)
- **Hladinové plavidla bez posádky** (USV - Unmanned Surface Vehicle)
- **Dálkově ovládané podvodní vozidla** (ROUV - Remotely Operated Underwater Vehicles)
- **Bezpilotní kosmické lodě** (Uncrewed spacecraft)

Přestože označení dron lze použít pro širokou škálu zařízení, pro širokou veřejnost je toto slovo primárně spjaté s dálkově ovládanými bezpilotními letadly. Samo o sobě však toto

označení není chybné. V této práci se zaměřujeme na konstrukci kvadrokoptéry, která spadá do kategorie bezpilotních letadel. O té práci pojednává podrobněji. [1]

1.1 Bepilotní letadla

Bepilotní letadlo je definováno jako zařízení určené k provozu ve vzdušném prostředí, které je buď řízeno dálkově operátorem, nebo schopno autonomního letu díky integrovanému softwaru a palubním senzorům.

Tato zařízení využívají pokročilé technologie pro navigaci, stabilizaci, komunikaci a sběr dat, přičemž jejich provozní komponenty se liší v závislosti na specifickém účelu použití. Obecně však tato zařízení zahrnují senzory nezbytné pro stabilizaci letu, jako je gyroskop a akcelerometr, spolu se senzory či moduly umožňujícími komunikaci. Komunikační technologie obvykle zahrnují přenos dat prostřednictvím rádiových vln, Wi-Fi, nebo mobilních sítí.

Tato zařízení lze dále klasifikovat na základě specifických parametrů, jako je typ konstrukce křídla, hmotnost, zdroj napájení či funkční zaměření.

Při klasifikaci na základě typu konstrukce křídla lze bepilotní letadla rozdělit do dvou hlavních skupin:

- Rotorová letadla - zahrnující jednorotorové a vícerotorové varianty, jako jsou trikopty, kvadrokoptéry, hexakoptéry a oktokopty.
- Letadla s pevnými křídly - zahrnují drony, které vyžadují pohyb vpřed k generování vztlaku pomocí křídel. Patří sem také hybridní drony s vertikálním vzletem a přistáním, jež nevyžadují přistávací dráhu.

Zařazení na základě zdroje napájení:

- Bateriový pohon - nejčastěji lithium-polymerové (Li-Po) nebo lithium-iontové (Li-Ion) baterie
- Benzinový pohon - spalovací motor poháněný benzinem
- Vodíkový pohon - napájení je zajištěno vodíkovými palivovými články, které generují elektrickou energii chemickou reakcí

- Solární pohon - solární panely umístěné na povrchu dronu zajišťují nepřetržité nabíjení během letu

Zařazení na základě nejběžnějších funkčních kategorií:

- rekreační využití
- letecká fotografie a videografie
- pátrací a záchranné operace
- vojenský průmysl
- stavební průmysl, monitorování a měření
- zemědělství
- dopravní a logistické služby

Tato skupina zařízení byla po dlouhou dobu spojována především s vojenským průmyslem. V současnosti však díky široké škále aplikací nacházejí stále větší uplatnění i v civilních oblastech, jako je průmysl, zemědělství nebo vědecký výzkum. Díky klesajícím cenám se osobní kvadrokoptéry stávají stále populárnějšími také pro rekreační účely. [1] [5]

1.2 Bezpilotní pozemní vozidla

Jedná se o pozemní vozidla bez potřebné fyzické přítomnosti člověka. Ve srovnání se vzdušnými bezpilotními drony jsou mnohem jednodušší na konstrukci, protože nevyžadují překonávání fyzikálních zákonů spojených s letem. Tato vlastnost přispívá k jejich širokému využití napříč různými sektory. Lze je nalézt například v zemědělství jako samosklízecí traktory, v oblasti samořídících dopravních prostředků, v těžebním průmyslu, v automatizovaných skladech s roboty pro transport zboží nebo v úklidovém sektoru, kde se využívají autonomní vysavače. Své uplatnění nacházejí také ve vojenském sektoru. [1]

1.3 Hladinové plavidla bez posádky

Plavidla pohybující se po mořské nebo sladkovodní hladině. Často jsou využívána pro těžební operace na moři, vědecký výzkum či monitorování vodních ekosystémů. Nelze opomenout

jejich vojenské využití. Tato zařízení používají pro komunikaci obdobné technologie jako bezpilotní letadla. [1]

1.4 Dálkově ovládané podvodní vozidla

Podvodní zařízení, určená převážně pro průzkumné a vědecké účely, představují klíčový nástroj pro studium mořského prostředí. Jejich fungování se však výrazně liší od ostatních autonomních systémů, a to kvůli technickým výzvám spojených s provozem ve velkých hloubkách. V těchto podmínkách je použití rádiových vln pro komunikaci téměř nemožné kvůli jejich omezené prostupnosti vodou. Namísto bezdrátové komunikace jsou proto tato zařízení často spojena s mateřskou lodí nebo ponorkou pomocí robustního kabelu, který slouží nejen jako přenosové médium pro data, ale i jako zdroj energie. [1]

1.5 Bepilotní kosmické lodě

Vesmír představuje ideální prostředí pro využití dronů, neboť je pro lidskou přítomnost extrémně nehostinný. Vesmírné drony nabízejí méně rizikové řešení pro dosažení různých cílů bez nutnosti návratu zařízení zpět na Zemi. Jejich využití zahrnuje kosmický prostor, kde slouží k prozkoumávání vzdálených objektů, povrchy nehostinných planet, kde fungují jako rovery, a oběžnou dráhu Země, kde podporují fungování klíčových technologií, jako je například GPS. [1]

Využití všech těchto typů dronů má společnou vlastnost. Jejich využití je na místech, kde lze pracovní sílu člověka nahradit automatickým zařízením nebo místech, které jsou příliš riskantní pro přítomnost člověka. Jejich nasazení se neustále rozšiřuje a lze bez pochybností předpokládat, že v budoucnu bude jejich význam dále narůstat.

2 Anatomie multikoptéry

Každá multikoptéra, ať už profesionálně vyrobená nebo sestavená v domácích podmínkách, se liší svým konstrukčním hardwarem. Nicméně většinu těchto zařízení spojuje použití podobných klíčových komponent. Tato kapitola se zaměřuje na podrobný popis nejběžnějších součástí, které byly využity při konstrukci kvadrokoptéry v praktické části práce.

2.1 Rám

Rám dronu tvoří základní konstrukční prvek, který drží všechny komponenty pohromadě. Typ rámu použitý u dronu má zásadní vliv na jeho celkové vlastnosti. Klíčovým aspektem při výběru a návrhu rámu je nalezení optimálního poměru mezi hmotností, velikostí a pevností, aby konstrukce byla co nejvíce odolná vůči nárazům a pádům, zároveň však nezvyšovala zbytečně hmotnost zařízení. Tento vyvážený design hraje významnou roli ve stabilitě, ovladatelnosti a životnosti dronu.

2.1.1 Tvar

První klíčovou vlastností rámu, na kterou je třeba se zaměřit, je jeho tvar. Konstrukce rámu musí odpovídat počtu vrtulí, což vyžaduje adekvátní počet ramen. Například trikoptéry disponují třemi rameny, hexakoptéry šesti, zatímco nejběžnější kvadrokoptéry mají čtyři ramena. Důležitým konstrukčním aspektem je také úhel mezi jednotlivými rameny, který ovlivňuje nejen stabilitu a letové vlastnosti dronu, ale také případné zorné pole připevněné kamery.

2.1.2 Materiál

Výběr materiálu rámu výrazně ovlivňuje dvě klíčové vlastnosti dronu: hmotnost a odolnost. Existuje široká škála materiálů vhodných pro konstrukci rámu. Základním kritériem

je dostatečná pevnost materiálu, která umožňuje jeho použití jako nosné struktury. Některé materiály poskytují výrazné výhody, díky nimž jsou preferovány.

Nejčastěji používané materiály zahrnují:

- Uhlíkové vlákno - vynikající pevnost a nízká hmotnost, vysoká cena, pro profesionální konstrukce
- Dřevo - snadná dostupnost, výborná tvarovatelnost, vhodné pro malé multikoptéry
- Hliník - vysoká pevnost a odolnost, nízká cena, vysoká hmotnost
- Pěna - převážně u malých dronů díky své nízké hmotnosti, omezená stabilita
- Plast - levný, lehký a snadno tvarovatelný materiál, možné použití 3D tisku

2.1.3 Velikost

V neposlední řadě je potřeba zvolit správnou velikost dronu. Obecně platí, že s rostoucí velikostí dronu se zvyšuje jeho hmotnost, ale zároveň i stabilita. Volba optimální velikosti závisí na požadovaných letových vlastnostech a plánovaném zatížení dronu. [1] [2] [3]

2.2 Motory

Existuje mnoho různých variant ze kterých vybírat. Každá se však svým provedením liší. Motor se skládá ze dvou částí, rotoru a statoru. Rotor je ta část motoru, která při používání rotoru točí a stator je ta část, která vždy stojí na jednom místě.

2.2.1 Inrunner a outrunner

Motory lze rozdělit do dvou podkategorií: inrunner a outrunner, přičemž klíčový rozdíl spočívá v uspořádání rotoru a statoru.

Inrunner motory mají rotor uvnitř statoru, otáčí se pouze hřídel motoru a vnější plášť zůstává statický. Tyto motory se vyznačují vysokými otáčkami (vyšší kV) a nízkým točivým momentem, což je ideální pro situace vyžadující rychlost.

Outrunner motory mají rotor na vnější straně statoru, takže se otáčí celý plášť motoru.

Tento design poskytuje nižší otáčky (nižší kV), ale vyšší točivý moment, což je ideální pro přímý pohon bez převodovky, například u vrtulí dronů nebo elektrokol.

2.2.2 Kartáčové a bezkartáčové motory

Jedná se o dvě hlavní konstrukce motorů, lišící se způsobem přenosu energie a účinností.

Kartáčové motory používají mechanické kartáče k přenosu elektrické energie na rotor, kde jsou umístěny cívky. Stator je tvořen permanentními magnety. Proud procházející cívkami vytvoří magnetické pole, které odpuzuje celý rotor tak, aby generoval točivý moment. Tento design je jednoduchý a levný, ale méně účinný kvůli tření kartáčů, což způsobuje vyšší opotřebení a ztráty energie.

Bezkartáčové motory mají cívky na statoru a rotor tvořený permanentními magnety. Energie je přenášena elektronicky pomocí regulátoru otáček (ESC), který ve správný čas mění polaritu cívky tak, aby odpuzovala permanentní magnety na rotoru. Tento způsob eliminuje tření kartáčů. Bezkartáčové motory jsou účinnější, spolehlivější a vhodné pro aplikace vyžadující vysoký výkon a přesnost, například drony nebo moderní elektromobily.

2.2.3 AC a DC

V neposlední řadě je klíčové správné spárování baterie s motorem. Baterie obvykle využívají stejnosměrný proud (DC), zatímco bezkartáčové motory povětšinou vyžadují střídavý proud (AC). V takových případech je nezbytné zvolit vhodný regulátor otáček (ESC), který zajistí správnou transformaci a distribuci elektrického proudu odpovídající požadavkům motoru. Kartáčové motory povětšinou ke svojí funkci vyžadují stejnosměrný proud. [1] [2] [3] [8]

2.3 Vrtule

Vrtule fungují podobně jako šroub. Jejich lopatky při otáčení “zavrtávají” do vzduchu a vytvářejí sílu, která pohání objekt vpřed nebo vzad.

Existují dva hlavní typy vrtulí: tažné (regular propellers) a tlačné (pusher propellers)

Tažné vrtule generují tah směrem dopředu a jsou navrženy tak, aby se otáčely po směru hodinových ručiček (CW). Naproti tomu tlačné vrtule vytvářejí sílu tlačící systém vpřed a otáčejí se proti směru hodinových ručiček (CCW). Kombinace těchto dvou typů vrtulí zajišťuje vyvážený, stabilní a snadno ovladatelný systém. [1] [2]

2.4 Flight controller

Často se označuje jako jeho „mozek“ celého dronu. Hlavní funkcí flight controlleru je automatické vyvažování dronu. Vyrovnává změny v pohybu, naklánění a rotaci, aby dron zůstal stabilní i v obtížných podmínkách, jako je vítr nebo nerovnoměrné rozložení hmotnosti. Díky tomu se pilot nemusí soustředit na neustálé drobné korekce, což usnadňuje manévrování.

Nejběžnější senzory součástí flight controlleru:

- Akcelerometr - Měří zrychlení ve třech osách (x, y, z) a pomáhá určit směr gravitace, což je nezbytné pro vyhodnocení naklonění dronu.
- Gyroskop - Sleduje rotaci a úhlové změny dronu, což umožňuje rychlé a přesné úpravy pro udržení stability.

Flight controller přijímá data ze senzorů a na jejich základě upravuje výkon jednotlivých motorů. [1]

2.5 Baterie

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

3 Fyzika letu dronu

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Část II

Konstrukce kvadrokoptéry

4 Součástky

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5 Průběh Konstrukce

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

5.1 Druhy dronů

Odkaz v závorkách: (see 4, page 900)

Odkaz: [7]

A odkaz pod čarou:¹

Dobrý den, ahoj, atd.

Praha, tj. hlavní město ČR

¹see 6, s. 42.

6 Stručná historie dronů

Obrázek 6.1 ukazuje Shanghai z Pixabay.

Tabulka ?? ukazuje hádejte, co.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Výpis programu hello.c naleznete ve výpise 6.1.

```
1 #include <stdio.h>
2 #define CISLO 10
3
4 int main(void) {
5     int i = CISLO;
6
7     print("Hello World!\n");
8     print("%d", i);
9
10    return (0);
11 }
```

Zdrojový kód 6.1: hello.c

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus



Obrázek 6.1: Testovací

eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

```
11.0524  
5.5954  
6.7996  
13.8584  
15.1357  
Soucet: 52.4415
```

Příklad výstupního souboru

7 Program

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

8 Schéma zapojení

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Závěr

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Bibliografie

1. BAICHTAL, John. *Building your own drones: A Beginner's Guide to Drones, UAVs, and ROVs*. Indianapolis, Indiana: Que Publishing, 2016.
2. BERGQUIST, Caleb. *How to Build a Drone | A DIY Guide*. 23.03.2019 [cit. 2024-02-14]. Dostupné také z: <https://dojofordrones.com/build-a-drone/>.
3. DAKCHEUNGCHENG. *The Ultimate Guide to Building a Quadcopter From Scratch*. [cit. 2024-02-14]. Dostupné také z: <https://www.instructables.com/The-Ultimate-Guide-to-Building-a-Quadcopter-From-S/>.
4. EINSTEIN, Albert. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. (German) [On the electrodynamics of moving bodies]. *Annalen der Physik*. 1905, roč. 322, č. 10, s. 891–921. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/andp.19053221004>.
5. GILLIS, Alexander S. *What is a drone (UAV)?* 07.2024 [cit. 2024-02-14]. Dostupné také z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/drone>.
6. GOOSSENS, Michel; MITTELBAACH, Frank; SAMARIN, Alexander. *The L^AT_EX Companion*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1993.
7. KNUTH, Donald. *Knuth: Computers and Typesetting*. [B.r.]. Dostupné také z: <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~dunk/abcde.html>.
8. PITTMAN, Haydon Kerk. *What is the Difference Between a Brush and a Brushless Motor?* [cit. 2024-02-14]. Dostupné také z: <https://www.haydonkerkpittman.com/learningzone/blog/2023/august/what-is-the-difference-between-a-brush-and-a-brushless-motor>.

Seznam obrázků

6.1	Testovací	16
-----	---------------------	----

Seznam tabulek

Přílohy

A Fotografie zkonstruované kvadroptéry

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

B Kód programu Raspberry Pi Pico