

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Dálkové ovládání dronu

Michal Dušák

Jihočeský kraj

České Budějovice, 2025

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Dálkové ovládání dronu

Autor: Michal Dušák

Škola: Střední škola spojů a informatiky, Tábor, Bydlinského 2474

Kraj: Jihočeský kraj

Konzultant: Ing Milan Adámek

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů. Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné. Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V České Budějovice dne 15.4. 2025 Dušák v.r.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Ing. Milanu Adámkovi za veškerou jeho podporu čas a úsilí které do mě vložil. Díky jeho pomoci jsem byl schopen vyřešit všechny překážky které se při tvorbě projektu vyskytli. Chtěl bych mu také poděkovat za materiální pomoc bez které by projekt bylo složitější zrealizovat. Poděkování bych chtěl také směřovat směrem k Petru Martínkovi za pomoc s 3D tiskem.

Anotace

Ve svém projektu jsem se zabýval vytvořením dronu s možností pokládky kabelů. V těžko dostupných a nepřístupných místech. Dále také vytvoření ovladače pro dron. Hlavní motivací bylo absence podobného dronu na trhu nebo jeho cenové nedostupnost.

Klíčová slova

Dron, dálkové řízení, esp 32, pásové vozidlo

Anotace

In my project, I was looking at creating a drone with the ability to lay cables. In hard to reach and inaccessible places. Also creating a controller for the drone. The main motivation was the absence of a similar drone on the market or its unaffordability.

Key words

Drone, remote control, esp 32, tracked vehicle

Obsah

Úvod	7
Volba součástek.....	8
Mikrokontroler ESP 32	8
Bezdrátový modul E01-ML01DP5, nRF24L01+ 2,4GHz	9
FPV Kit	10
Napájecí modul 18650 Lithium Battery	12
RGB pásek WS2812B	14
Servo MG996	15
Deska plošných spojů.....	17
3D tisk	18
Výroba jednotlivých součástí	19
Držáky na serva	19
Ozubená kola k servům	19
Vysílačka	20
LED rampa	20
Box na ovládací a napájecí jednotku dronu	21
Kód	22
Inicializace v setup()	23
Čtení joysticků a mapování hodnot sticks()	25
Hlavní smyčka loop()	25
Cena.....	26
Závěr.....	27
Zdroje	28

Úvod

Technologie dronů se v posledních letech stala jedním z nejrychleji se rozvíjejících odvětví, které nachází uplatnění v široké škále oblastí – od leteckého snímkování a zemědělství až po záchranné operace a průmyslové aplikace. Zatímco běžné kvadrokoptéry dominují trhu, existují také specializované drony uzpůsobené pro specifické úkoly, kde klasické letové konstrukce nejsou ideální. Tato maturitní práce se zaměřuje na návrh a konstrukci pásového dronu určeného pro pokládání kabelů na těžko dostupná místa, kde by bylo nasazení lidské pracovní síly neefektivní nebo nebezpečné.

Hlavním cílem projektu je vytvořit funkční dron, který bude možné dálkově ovládat a monitorovat v reálném čase prostřednictvím FPV (First-Person View) soupravy. Pro ovládání dronu je použit bezdrátový modul E01-ML01DP5 (nRF24L01+ 2,4GHz), který umožňuje spolehlivou komunikaci mezi operátorem a řídicí jednotkou. Pro přenos obrazu z dronu je využit EWRF TS5823, což je FPV vysílač pracující v pásmu 5,8 GHz, umožňující pilotovi sledovat terén a pohyb dronu v reálném čase.

Pásová konstrukce dronu byla zvolena z důvodu jeho primárního účelu – pohyb v náročném terénu, kde je nutné pokládat kabely. Pásový dron poskytuje vyšší nosnost, delší provozní dobu a schopnost překonávat různé překážky v terénu.

Tato práce se bude podrobně zabývat výběrem jednotlivých komponent, jejich integrací a vzájemným propojením. Dále se zaměří na praktické testování dronu a jeho průchodnost terén v reálných podmínkách. Cílem je vytvořit efektivní a spolehlivý systém, který umožní snadné a bezpečné pokládání kabelů i v místech, kam by jinak bylo obtížné se dostat.

Volba součástek

Bylo nutné si zvolit správné součástky které, budou splňovat požadované parametry ale, zároveň ponechají cenu výsledného produktu přijatelnou. Vybrané součástky, mají dobře zpracovanou dokumentaci pro jednodušší následné využití v projektu. Jeden z parametrů byl také spolehlivost, kdy jsem se snažil najít součástky které mají konzistentní výsledky a jsou na ně dobré recenze od lidí kteří je již použili.

Mikrokontroler ESP 32

ESP-WROOM-32 je silný Wi-Fi+BT+BLE MCU modul, který je vhodný pro širokou škálu aplikací, od nízkonapěťových senzorů až po náročnější úkoly, jako je komprese hlasového záznamu, streamování hudby nebo dekodování MP3.

Jádrem tohoto produktu je čip ESP32-D0WDQ. Integrovaný čip je navržen tak, aby se dal škálovat a přizpůsobit. Dvě CPU jádra se dají jednotlivě ovládat, a frekvence je nastavitelná od 80MHz po 240MHz.

ESP32 integruje bohatou sadu periférií, od kapacitních dotykových snímačů, Hallových snímačů, zesilovačů s nízkým šumem, rozhraní SD karet, Ethernet, I2S a I2C.

Integrace Bluetooth, Bluetooth LE a Wi-Fi zajistí, širokou konektivitu a možnost bezdrátové komunikace.

Wi-Fi umožňuje velký dosah a přímé připojení k internetu přes Wi-Fi router, zatímco použití Bluetooth umožní uživateli pohodlné připojení k telefonu nebo vysílat nízkonapěťové signály pro detekci.

ESP32 podporuje přenosovou rychlost až 150Mbps a 20.5 dBm výstupní výkon antény zajistí dlouhý dosah. Čip nabízí vysoký výkon a je vhodný pro elektronickou integraci.

Bezdrátový modul E01-ML01DP5, nRF24L01+ 2,4GHz

Princip fungování

Bezdrátový modul **E01-ML01DP5** je komunikační zařízení založené na čipu **nRF24L01+**, který pracuje v pásmu **2,4 GHz** a umožňuje obousměrný přenos dat na krátké až střední vzdálenosti. Tento modul využívá **GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)** modulaci pro efektivní a stabilní přenos informací mezi dvěma nebo více zařízeními.

Hlavní součástí modulu je čip **nRF24L01+**, který integruje jak vysílač, tak přijímač, což umožňuje plně duplexní komunikaci. Modul podporuje **až 125 frekvenčních kanálů**, což umožňuje vytváření více samostatných komunikačních sítí v jednom prostředí.

Technické specifikace

Frekvenční pásmo: 2,4 GHz (ISM – Industrial, Scientific and Medical)

Modulace: GFSK

Dosah: Až 1000 m (ve volném prostoru)

Výstupní výkon: Až +20 dBm (nastavitelný)

Citlivost přijímače: Až -102 dBm

Napájecí napětí: 1,9–3,6 V

Proudový odběr: Přibližně 115 mA při maximálním výkonu vysílání

Komunikační rozhraní: SPI (Serial Peripheral Interface)



Obrázek 1 nRF24L01

FPV Kit

Princip fungování

FPV (First-Person View) systém umožňuje přenos obrazu z kamery na dronu k operátorovi v reálném čase, což výrazně usnadňuje navigaci a řízení dronu. Tento FPV kit se skládá ze dvou hlavních částí:

Vysílač TS5823 Pro (5,8 GHz, 600 mW) – Přenáší video signál z palubní kamery dronu na frekvenci 5,8 GHz, která je běžně využívána pro FPV systémy díky nízké latenci a dostatečné šířce pásma.

Přijímač EWRF OTG UVC – Přijímá signál z vysílače a přenáší obraz do mobilního zařízení nebo tabletu pomocí USB OTG připojení.

Technické specifikace:

TS5823 Pro (FPV Vysílač)

Frekvence: 5,8 GHz (48 kanálů)

Výstupní výkon: 600 mW

Dosah: Až 2 km ve volném prostoru

Vstupní napětí: 6–24 V

Video vstup: Analogový (PAL/NTSC)

Konektor antény: SMA

EWRF OTG UVC Receiver (FPV Přijímač)

Frekvence: 5,8 GHz (48 kanálů)

Připojení: USB OTG (pro Android, Windows, Raspberry Pi)

Podpora aplikací: FPV View, EasyCap

Výhody a nevýhody

Výhody:

Nízká latence – obraz je přenášán téměř v reálném čase.

Snadná instalace – přijímač funguje bez nutnosti složité konfigurace.

Vysoký výstupní výkon vysílače – umožňuje dosah až 2 km.

Univerzální kompatibilita – přijímač lze připojit k telefonům/tabletům přes OTG.

Důvody výběru

FPV kit EWRF OTG UVC Receiver + TS5823 Pro je výbornou volbou pro pásový dron díky své nízké latenci, dobrému dosahu a snadné kompatibilitě s mobilními zařízeními. Vysílač TS5823 Pro poskytuje výkon 600 mW, což zajišťuje stabilní přenos obrazu až na 2 km ve volném prostoru. Na rozdíl od digitálních FPV systémů, jako je DJI Digital FPV, nabízí analogový systém nižší cenu a lepší kompatibilitu s běžnými FPV zařízeními.

Pro náročnější aplikace by bylo možné zvážit digitální FPV řešení, které přináší vyšší kvalitu obrazu a delší dosah, ale za cenu vyšších nákladů. Pro běžné nasazení v projektu pásového dronu je však EWRF OTG UVC Receiver a TS5823 Pro optimální volbou díky vyváženému poměru ceny, výkonu a snadné integrace.



Napájecí modul 18650 Lithium Battery

Hlavní funkce modulu:

Nabíjení Li-ion baterií – Modul dokáže nabíjet 18650 Li-ion baterie přes USB Type-C konektor s podporou rychlého nabíjení (Fast Charge 15W, 3A).

DC-DC step-down převod – Modul dokáže poskytovat stabilní výstup 5V,

Ochrana proti přepětí, přehřátí a zkratu – Vestavěné ochrany zabráňují poškození modulu i připojené elektroniky.

Technické specifikace

Vstupní napětí: 5V (USB Type-C)

Výstupní napětí: 5V

Maximální proudový výstup: 3A

Podporované baterie: Li-ion 18650

Ochrany: Přepětí, zkrat

Typ konektoru: USB Type-C pro nabíjení, výstupní svorky pro napájení zařízení

Účinnost: Až 95 %



Obrázek 2 bateriový článek 118650

Výhody a nevýhody

Výhody:

Podpora rychlého nabíjení (Fast Charge 15W, 3A).

Ochrany proti přepětí a zkratu – bezpečný provoz.

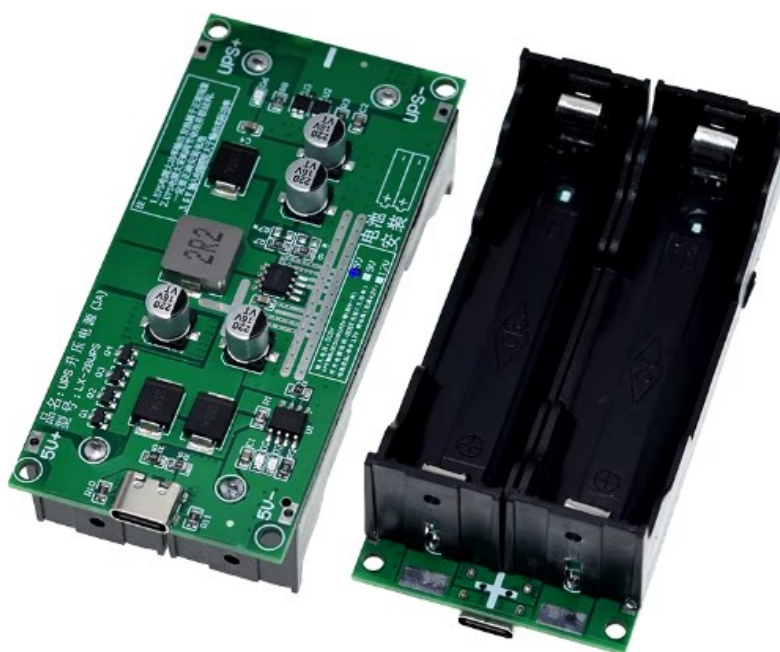
Možnost použití s 18650 bateriemi – snadná dostupnost a výměna baterií.

Nevýhody:

Vyšší zahřívání při velkém odběru proudu.

Nutnost kvalitních 18650 baterií – levné baterie mohou snižovat výkon.

Omezený výstupní proud (3A max) – nevhodné pro zařízení s vyšší spotřebou.



Důvody výběru

Napájecí modul je ideální volbou pro projekty vyžadující **stabilní napájení a možnost použití Li-ion baterií**.

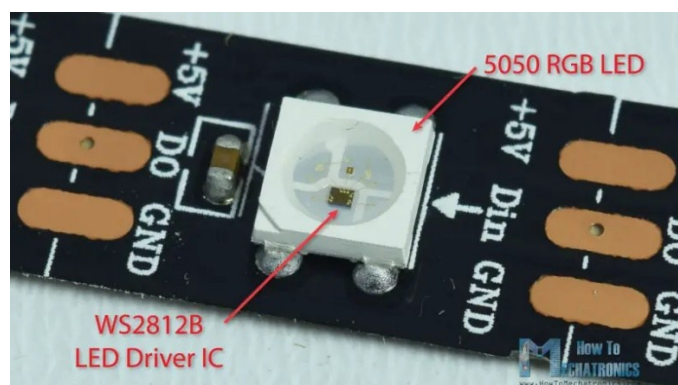
Pokud by bylo třeba vyššího výstupního proudu než **3A**, bylo by nutné zvážit **výkonnější DC-DC měnič** nebo použít více paralelně zapojených modulů.

RGB pásek WS2812B

RGB pásek WS2812B je LED pásek, který umožňuje zobrazení barevných efektů a animací. Díky svému jednoduchému propojení a vysoké flexibilitě se WS2812B často používá v osvětlovacích projektech, v interaktivních instalacích a v DIY projektech.

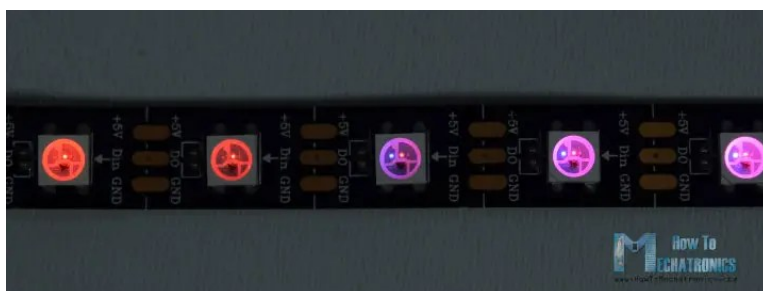
Jak fungují LED WS2812B

Začněme bližším pohledem na LED pásek. Skládá se z LED typu 5050 RGB, ve kterých je integrován velmi kompaktní LED ovladač WS2812B LED.



WS2812B LED ovladač IC 5050 RGB LED

V závislosti na intenzitě tří jednotlivých červených, zelených a modrých LED můžeme simulovat jakoukoli barvu, kterou chceme.



Pro ovládání jsem použil knihovnu FastLED.h je populární a výkonná knihovna pro Arduino, která umožňuje snadné ovládání LED pásků, včetně WS2812B. Tato knihovna poskytuje efektivní metody pro řízení barev, jasnosti a animací. FastLED podporuje širokou škálu LED čipů a umožňuje práci s RGB i HSV barevným prostorem, což usnadňuje tvorbu přechodů a dynamických světelných efektů. Díky své flexibilitě a jednoduché syntaxi je ideální volbou pro projekty využívající adresovatelné LED pásy.

Servo MG996

Princip fungování

Servo MG996 je malé a lehké mikroservo, které se často používá v robotice, modelech a různých automatizačních projektech. Na rozdíl od běžných servomotorů s úhlem otáčení 0–180° je tato verze 360° kontinuální, což znamená, že se může otáčet neomezeně v obou směrech, podobně jako stejnosměrný motor, ale s výhodou přesného řízení rychlosti a směru otáčení pomocí PWM signálu.

Servo se skládá z:

Motoru – Zajišťuje otáčení výstupní osy.

Převodovky – Redukuje otáčky a zvyšuje krouticí moment.

Řídící elektroniky – Převádí PWM signál na otáčky motoru.

Pouzdra – Vyrobeno z plastového materiálu, což snižuje hmotnost, ale omezuje mechanickou odolnost.

Technické specifikace

Provozní napětí: 4,8–7 V

Maximální proud: 900 mA

Hmotnost: 55 g

Rozměry: 40x43x19mm

Stání točivý moment: 9.4 kg.cm (4.8 V)

Rychlost: 0.17s/60° (4.8 V)

Typ řízení: PWM (Pulse Width Modulation)

Výhody a nevýhody

Výhody:

Malé rozměry a nízká hmotnost – vhodné pro lehké konstrukce.

Jednoduché řízení pomocí PWM signálu.

Levná varianta pro nenáročné aplikace.

Možnost nepřetržité rotace – vhodné pro kola nebo pásové mechanismy.

Nevýhody:

Nížší krouticí moment oproti větším servům.

Závěr

Servo MG996 (360°) je kompaktní, lehké a cenově dostupné řešení pro aplikace, kde není potřeba vysoký krouticí moment. Jeho kontinuální otáčení umožňuje použití pro pohybové a manipulační systémy.



Obrázek 3 Servo MG996

Deska plošných spojů

Pro účely mého projektu mi přišlo nejlepší využít jednostrannou desku o tloušťce 1,5 mm. Z důvodu jednoduchosti a možnosti osadit desky i bez specializovaného zařízení byl pro projekt zvoleno osazení vývodovými součástky. Nevýhodou je větší velikost a s tím spjaté větší nároky na velikost desky ale z důvodu dostatku místa v prostoru kde je deska osazena jsem nebyl tlačěn k zmenšování desky.



Zde je ukázka desky plošného spoje pro přijímač, která je zodpovědná za příjem signálu z vysílačky. Zároveň ale ovládá serva a led pásek a zároveň distribuuje 5 V na ventilátor. Řídící signál je přijímán pomocí bezdrátového modulu E01-ML01DP5, nRF24L01 2,4GHz modul je napájen z bateriového. Při prototypování vzniklo několik problémů, které jsem musel řešit, než jsem došel k finální podobě plošného.

3D tisk

1. Úvod

Trojrozměrný tisk, běžně označovaný jako 3D tisk, se stal revoluční technologií ve výrobě mechanických součástí a prototypů. V projektu pásového dronu byla tato technologie využita k vytvoření klíčových komponent, které byly nezbytné pro funkčnost celého systému. Díky 3D tisku bylo možné efektivně a rychle vyrábět specifické díly přizpůsobené přesným požadavkům konstrukce, což by u tradičních metod bylo nákladnější a časově náročnější. Kromě toho 3D tisk umožnil snadné úpravy modelů a iterativní vývoj součástek, čímž se výrazně zkrátil vývojový cyklus celého projektu.

Použití 3D tisku bylo klíčové zejména pro udržení nízké ceny finálního produktu. Ve srovnání s tradičními výrobními metodami, jako je frézování, vstřikování plastů nebo ruční výroba, poskytl 3D tisk výhodu rychlé realizace, snadné modifikace a nízkých nákladů na jednotlivé kusy. Tato technologie umožňuje výrobu složitých geometrických tvarů, které by byly obtížně dosažitelné tradičními metodami, což je zvláště výhodné při konstrukci dronů, kde je kladen důraz na aerodynamiku a hmotnost komponent.

2. Použitá tiskárna a materiál

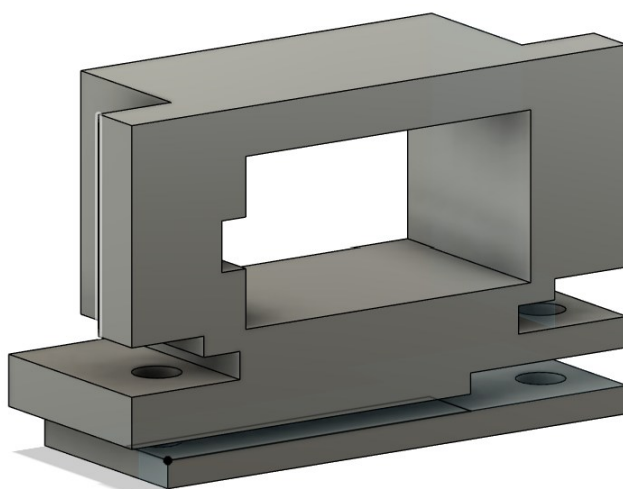
V rámci tohoto projektu byla využita 3D tiskárna Prusa MK4S, která se vyznačuje vysokou přesností, spolehlivostí a uživatelskou přívětivostí. Tato tiskárna umožňuje tisk z široké škály materiálů, avšak pro potřeby tohoto projektu bylo zvoleno PETG. Tento materiál se ukázal jako optimální díky své mechanické pevnosti, odolnosti vůči vlhkosti a chemikáliím a také dobré pružnosti, která pomohla eliminovat křehkost výtisků.

V porovnání s jinými běžně používanými materiály, jako je PLA nebo ABS, nabízí PETG lepší odolnost proti nárazům a vyšší teplotní stabilitu. Zatímco PLA je snadno tisknutelný a ekologicky šetrný, jeho mechanická odolnost je nižší, což by mohlo vést k rychlejšímu opotřebení některých částí. ABS naopak poskytuje vyšší pevnost a teplotní odolnost, avšak jeho tisk je složitější a vyžaduje lepší řízení teploty tiskového prostředí.

Výroba jednotlivých součástí

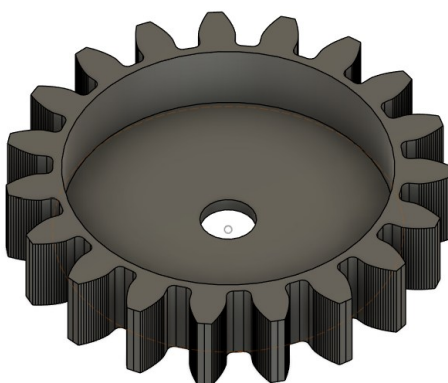
Držáky na serva

Jedním z klíčových výtisků byly držáky na serva, které musely být dostatečně pevné, aby udržely servomotory SG90 9g na svém místě. Konstrukce držáků byla navržena tak, aby minimalizovala pohyb serva v nežádoucím směru a zajistila stabilitu během provozu. Díky použití PETG bylo dosaženo potřebné pevnosti a pružnosti, což zajišťuje dlouhou životnost těchto komponent.



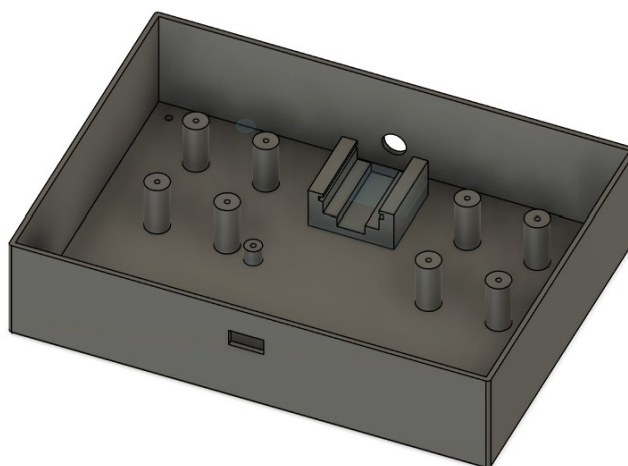
Ozubená kola k servům

Pro zajištění plynulého přenosu pohybu byla navržena a vytištěna ozubená kola k servům. PETG se ukázalo jako vhodný materiál díky své odolnosti vůči opotřebení a schopnosti absorbovat nárazy, což je klíčové pro správnou funkci ozubených kol. Přesnost tisku na tiskárně Prusa MK4S umožnila vytvořit ozubená kola s vysokou přesností, což je nezbytné pro bezproblémový chod servomotorů.



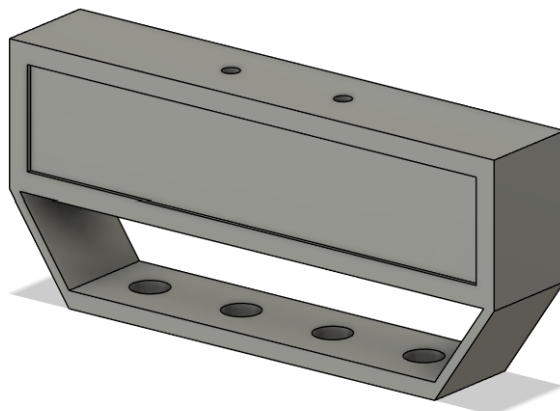
Vysílačka

Dalším důležitým dílem bylo tělo vysílačky. Tento díl musel být ergonomický, aby se dal pohodlně držet, a zároveň dostatečně pevný pro ochranu elektroniky uvnitř. Při srovnání s možností výroby této součásti tradičními metodami, jako je vstřikování plastů, se 3D tisk ukázal jako rychlejší a levnější řešení, zejména při výrobě menšího množství kusů. Navíc možnost rychlých úprav designu umožnila optimalizovat ergonomii a funkčnost vysílačky podle potřeb uživatele.



LED rampa

V rámci projektu byla také vytvořena LED rampa, která slouží k osvětlení prostoru ve kterém se dron pohybuje. Konstrukce musela umožňovat integraci LED pásků a zajistit jejich správné chlazení, aby nedocházelo k přehřívání. Díky 3D tisku bylo možné navrhnout a vyrobit přesně tvarované držáky pro LED pásek, které zajišťují optimální osvětlení a ochranu před poškozením.



Box na ovládací a napájecí jednotku dronu

Posledním významným výtiskem byl box na ovládací a napájecí jednotku dronu, jehož hlavní funkcí byla ochrana elektronických součástí před mechanickým poškozením. Konstrukce boxu byla navržena tak, aby umožňovala snadný přístup k elektronickým komponentům a zajišťovala dostatečné chlazení, které je klíčové pro správnou funkčnost zařízení.

Box byl vyroben z PETG, což mu poskytlo optimální pevnost a zároveň dostatečnou pružnost, aby dokázal odolat nárazům během provozu dronu. Pro zajištění ochrany proti přehřívání byl do konstrukce integrován větráček, který umožňuje efektivní proudění vzduchu kolem napájecí a ovládací jednotky.

Při návrhu bylo také zohledněno upevnění boxu na rám dronu. Byly vytvořeny montážní otvory pro šrouby, které zajišťují pevné uchycení a eliminují vibrace způsobené pohybem dronu v terénu. Konstrukce byla optimalizována tak, aby poskytovala maximální ochranu a zároveň minimální hmotnost, což je zásadní faktor při návrhu pozemních robotických systémů.



Kód

Knihovny a inicializace modulu nRF24L01

Kód začíná importováním knihoven potřebných pro komunikaci s bezdrátovým modulem nRF24L01:

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <nRF24L01.h>
```

```
#include <RF24.h>
```

Knihovna SPI.h je nutná pro komunikaci mezi mikrokontrolérem a modulem nRF24L01 pomocí SPI sběrnice. nRF24L01.h a RF24.h umožňují snadnější práci s tímto bezdrátovým modulem.

Následně je vytvořen objekt radio pro ovládání modulu nRF24L01 a definovány piny pro jeho připojení:

```
RF24 radio(16, 21); // CE, CSN
```

Piny CE a CSN jsou použity pro řízení modulu nRF24L01.

Definice proměnných a inicializace joysticků

Definujeme proměnné pro analogové vstupy joysticků a tlačítko:

```
int stick1 = 35;
```

```
int stick2 = 34;
```

```
int stick3 = 14;
```

```
int stick4 = 12;
```

```
#define BUTTON_PIN 27
```

Dále je nastavena adresa pro komunikaci s přijímačem:

```
const byte address[6] = "000001";
```

Proměnné pro časovač a tlačítko:

```
unsigned long previousMillis = 0;
```

```
const long interval = 200;
```

```
int pressCount = 0;
```

```
bool lastButtonState = HIGH;
```

Proměnné pro uložení hodnot joysticků a výchozích nulových hodnot:

```
int serv1, serv2, serv3, serv4;
```

```
int Xcor1 = 0, Ycor1 = 0, Xcor2 = 0, Ycor2 = 0;
```

```
int zero1, zero2, zero3, zero4, buton;
```

Inicializace v setup()

V metodě setup() se nastavuje sériová komunikace, nastavují se vstupy/výstupy a inicializuje se bezdrátový modul:

Serial.begin(115200); spouští sériovou komunikaci.

pinMode() nastavuje piny jako výstupy nebo vstupy.

analogRead() čte výchozí hodnoty joysticků (nulové pozice).

radio.begin(); inicializuje komunikaci modulu nRF24L01.

radio.openWritingPipe(address); nastavuje adresu pro odesílání dat.

radio.setPALevel(RF24_PA_MIN); nastavuje výkon přenosu na minimum.

radio.stopListening(); přepíná modul do režimu vysílání.

pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP); nastavuje tlačítko jako vstup s vnitřním pull-up rezistorem.

Funkce pro práci s tlačítkem light()

Funkce light() počítá stisknutí tlačítka a omezuje hodnotu na 3:

```
void light(){  
    unsigned long currentMillis = millis();  
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {  
        previousMillis = currentMillis;  
        bool buttonState = digitalRead(BUTTON_PIN);  
        if (buttonState == LOW && lastButtonState == HIGH) {  
            pressCount++;  
            Serial.print("Počet stisknutí: ");  
            Serial.println(pressCount);  
            if (pressCount >= 3) {  
                pressCount = 0;  
            }  
        }  
        lastButtonState = buttonState;  
    }  
}
```

millis() se používá pro časování bez blokování programu.

Tlačítko se čte pomocí digitalRead(BUTTON_PIN);.

Počet stisknutí se vypíše do seriové komunikace.

Pokud je počet stisknutí 3, resetuje se na 0.

Čtení joysticků a mapování hodnot sticks()

Funkce sticks() čte hodnoty z joysticků a přemapovává je pro servomotory:

```
void sticks() {  
    int Xcor1 = analogRead(stick1);  
    int Ycor1 = analogRead(stick2);  
    int Xcor2 = analogRead(stick3);  
    int Ycor2 = analogRead(stick4);  
  
    if (Xcor1 > zero1) {  
        serv1 = map(Xcor1, zero1, 4095, 90, 180);  
    }  
    if (Xcor1 < zero1) {  
        serv1 = map(Xcor1, 0, zero1, 0, 90);  
    }  
}
```

analogRead() čte hodnoty z analogových vstupů.

map() přepočítává hodnoty joysticků na rozsah 0–180 stupňů pro serva.

Každý směr joysticku je zpracován zvlášť.

Hlavní smyčka loop()

V hlavní smyčce probíhá neustále čtení joysticků, zpracování tlačítka a odesílání dat:

```
void loop() {  
    sticks();  
    light();  
    data.a = serv2;  
    data.b = 180-serv4;  
    radio.write(&data, sizeof(Data_Package));  
    Serial.print("Xcor1 ");  
    Serial.print(data.a);
```

```

Serial.print(" Ycor1 ");
Serial.println(data.b);
}

sticks(); aktualizuje hodnoty joysticků.

light(); kontroluje stisknutí tlačítka.

Data z joysticků jsou uložena do data.a a data.b.

radio.write(&data, sizeof(Data_Package)); odešle data přes nRF24L01.

Serial.print() vypisuje hodnoty pro ladění.

```

Cena

název	počet	cena	celkem
Bezdrátový modul E01-ML01DP5, nRF24L01	2	83,50 Kč	167,00 Kč
FPV Kit	1	1 229,00 Kč	1 229,00 Kč
Nabíjecí modul	1	58,00 Kč	58,00 Kč
Baterie 18650	2	46,70 Kč	93,40 Kč
Servo MG996	2	98,73 Kč	197,46 Kč
Plošný spoj přímače	1	56,00 Kč	56,00 Kč
Plošný spoj vysílače	1	48,00 Kč	48,00 Kč
ESP-WROOM-32	2	77,00 Kč	154,00 Kč
Celkem			2 002,86 Kč

Závěr

Tato práce se zaměřila na návrh a konstrukci pásového dronu určeného pro pokládání datových kabelů na těžko dostupná místa, včetně výběru vhodných komponent pro jeho řízení, přenos obrazu a napájení.

V úvodu byly představeny cíle projektu a motivace pro vývoj tohoto dronu. Následně byla popsána volba jednotlivých součástí, přičemž každá z nich byla analyzována z hlediska principu fungování, výhod, nevýhod a srovnání s alternativami. Mezi klíčové komponenty patří:

Bezdrátový modul E01-ML01DP5 (nRF24L01+ 2,4GHz) – sloužící k ovládání dronu.

FPV souprava EWRF TS5823 a OTG UVC Receiver – zajišťující přenos obrazu v reálném čase.

Na základě provedené analýzy a implementace lze konstatovat, že zvolená kombinace komponent poskytuje dostatečný výkon, spolehlivost a efektivitu pro danou aplikaci. Přestože některé součástky mají svá omezení, celková konstrukce dronu je funkční a použitelná pro plánované nasazení.

Do budoucna by bylo možné vylepšit některé aspekty dronu, například použitím silnějších servomotorů, výkonnějšího FPV vysílače nebo optimalizací napájecí soustavy pro delší výdrž. Tyto úpravy by mohly zvýšit spolehlivost, dosah a celkovou efektivitu dronu.

Celkově lze tuto práci považovat za úspěšnou realizaci návrhu pásového dronu, který představuje praktické řešení pro specifické technické úkoly v terénu.

Zdroje

RANDOM NERD TUTORIALS. *Guide for WS2812B Addressable RGB LED Strip with Arduino*. Online. Dostupné z: <https://randomnerdtutorials.com/guide-for-ws2812b-addressable-rgb-led-strip-with-arduino/>. [cit. 2025-03-20].

RANDOM NERD TUTORIALS. *ESP32 Servo Motor Web Server with Arduino IDE*. Online. Random nerd tutorials. Dostupné z: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-servo-motor-web-server-arduino-ide/>. [cit. 2025-03-20].

RANDOM NERD TUTORIALS. *STM32 NRF24L01 Sensor Node with ESP32 NRF24L01 Gateway*. Online. Random nerd tutorials. Dostupné z: <https://how2electronics.com/stm32-nrf24l01-node-with-esp32-nrf24l01-gateway/>. [cit. 2025-03-20].