By T Maker

ESP32

LEARNING KIT

DragonFly - Spirit

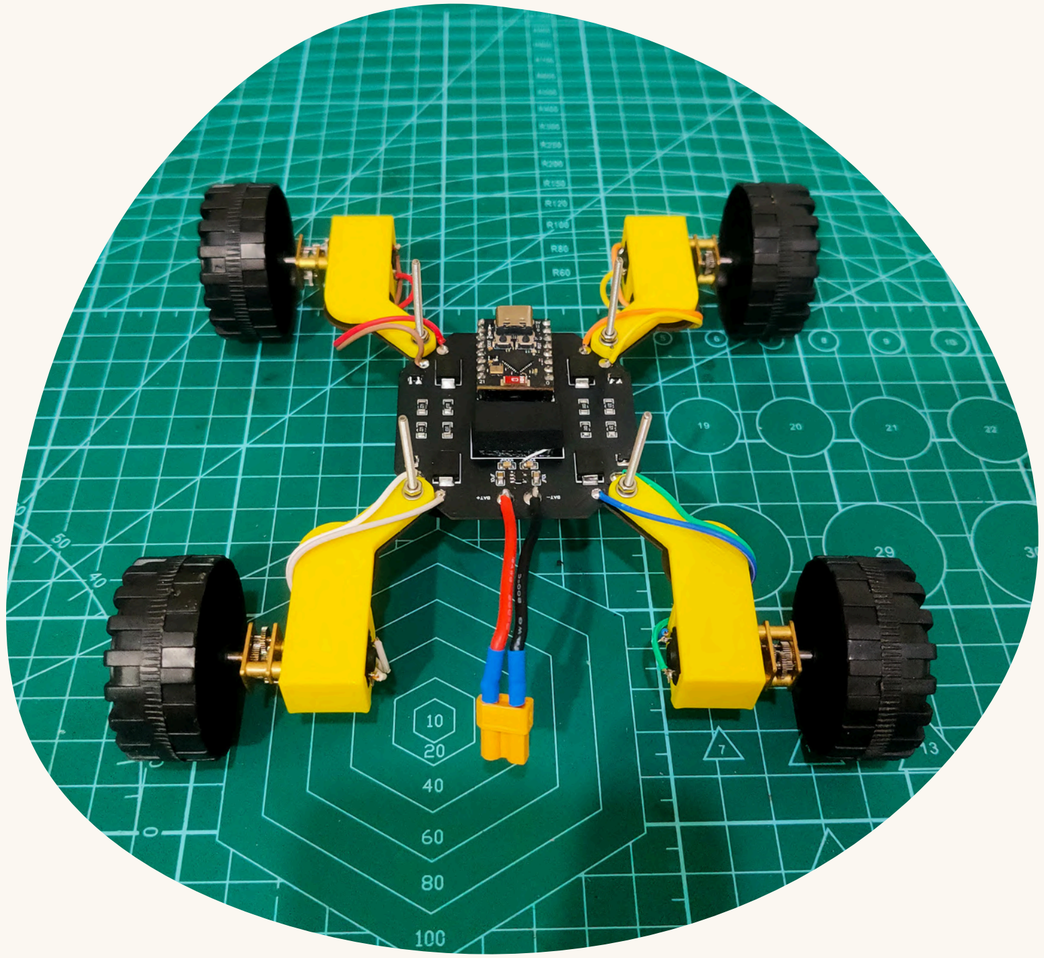
Agenda

overview

- Rover Robot Learning Kit
- Quadcopter Learning Kit

ALL COMPONENTS

Rover Robot Learning Kit

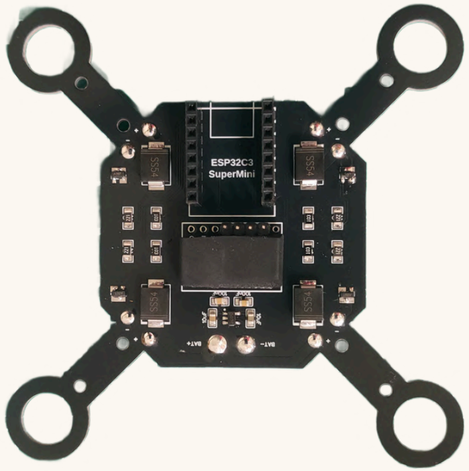


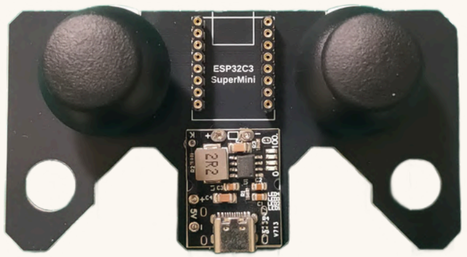
Agenda

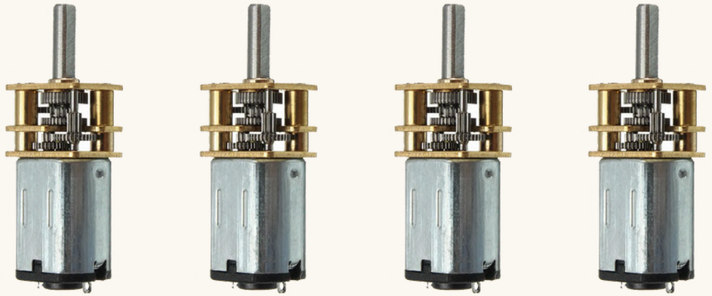
Rover Robot

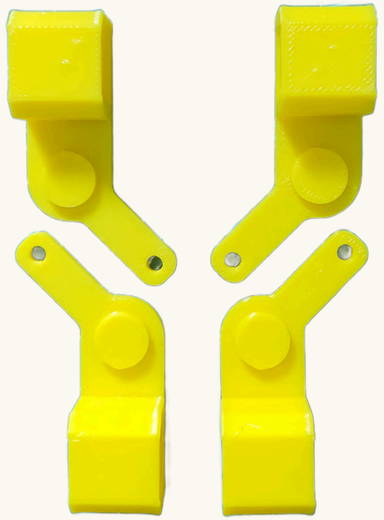
- Component
- Assembly
- Coding
- User manual

ROVER ROBOT COMPONENTS

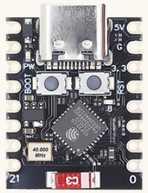








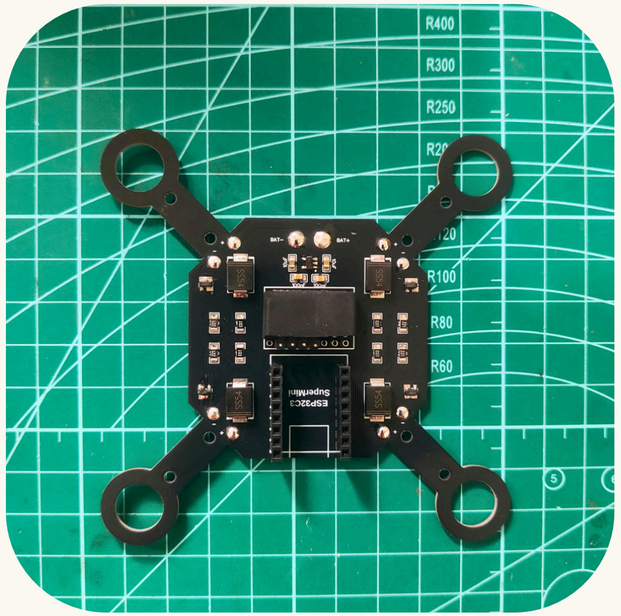
You need to get it yourself



X2

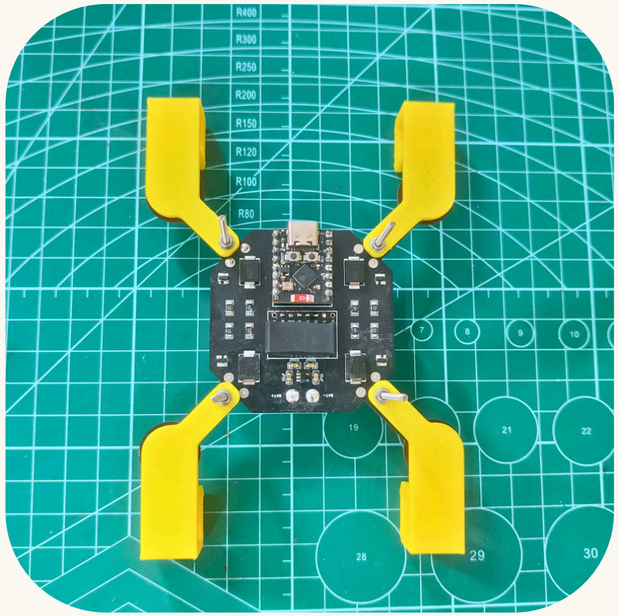
ASSEMBLY

1

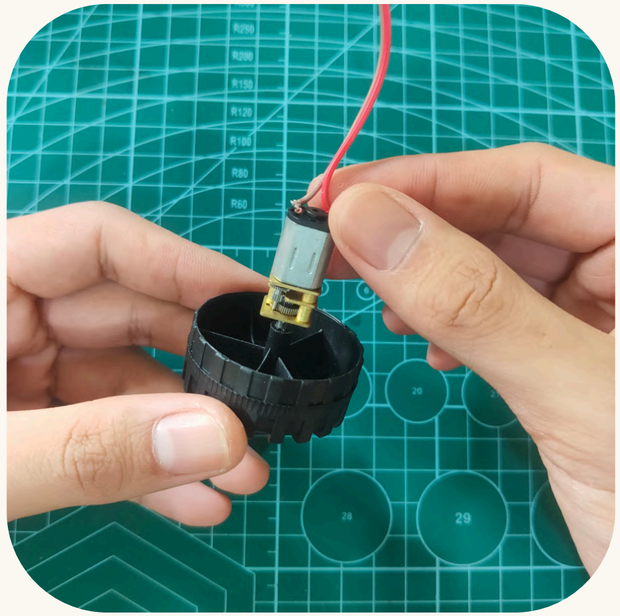


Start

2

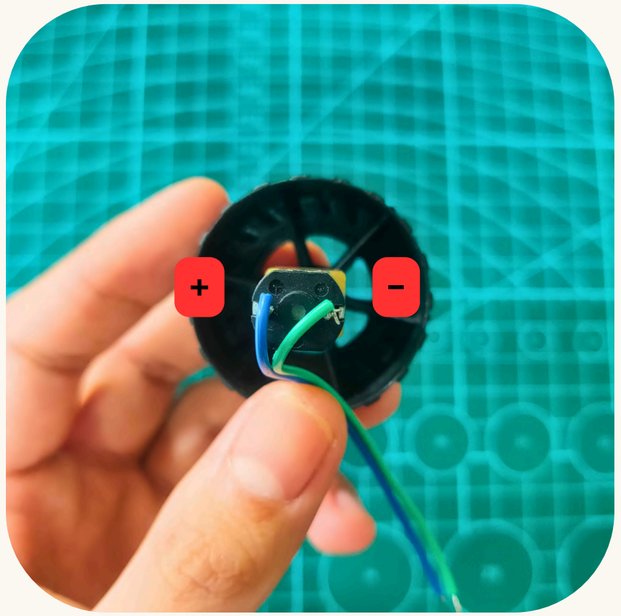


3.1



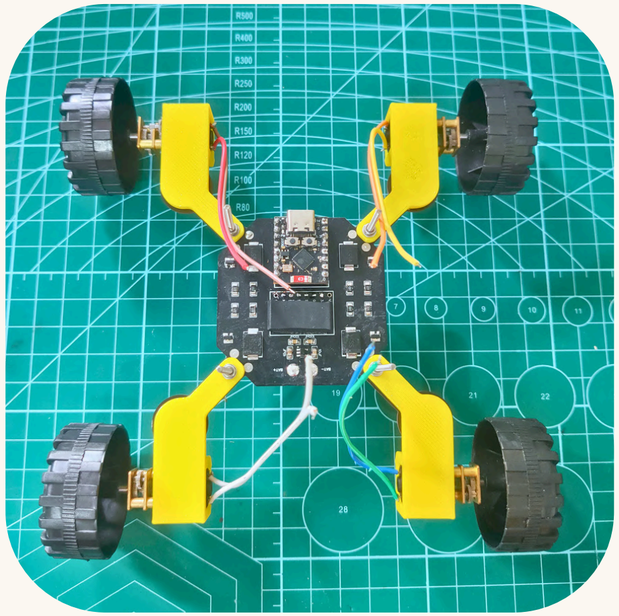
ASSEMBLY

3.2

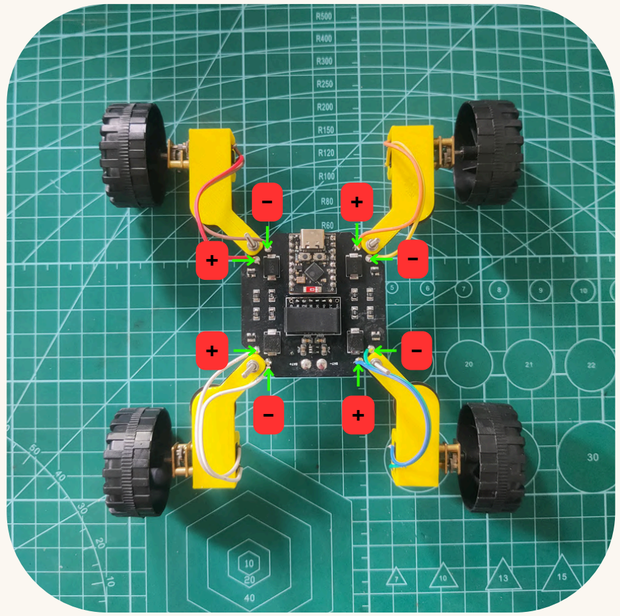


Remember motors pole

4



5

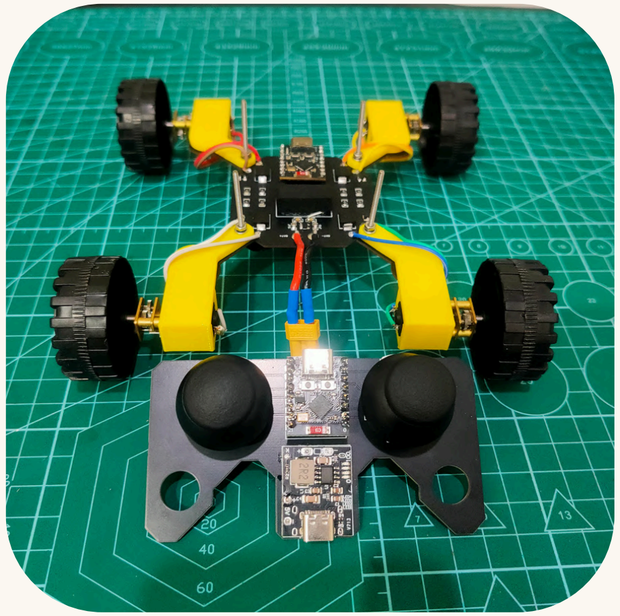


Connect the poles of motors to each pad

ASSEMBLY

6

7



I'm ready to.... ^_^

Rover Robot

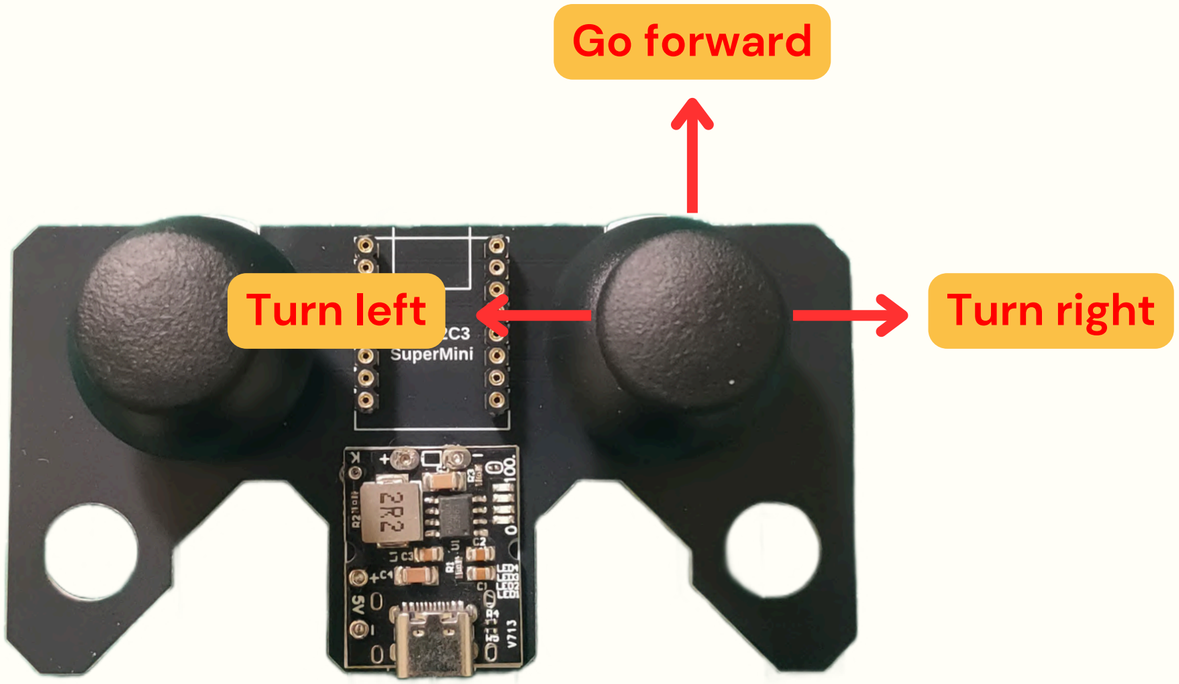
Coding

ARDUINO IDE

```
// ***************************

#include <WiFi.h>
#include <esp_now.h>

// ****************************

// Motors
#define MA 5
#define MB 3
#define MC 1
#define MD 7
#define LEDC_TIMER_10_BIT 10
#define LEDC_BASE_FREQ 20000
```

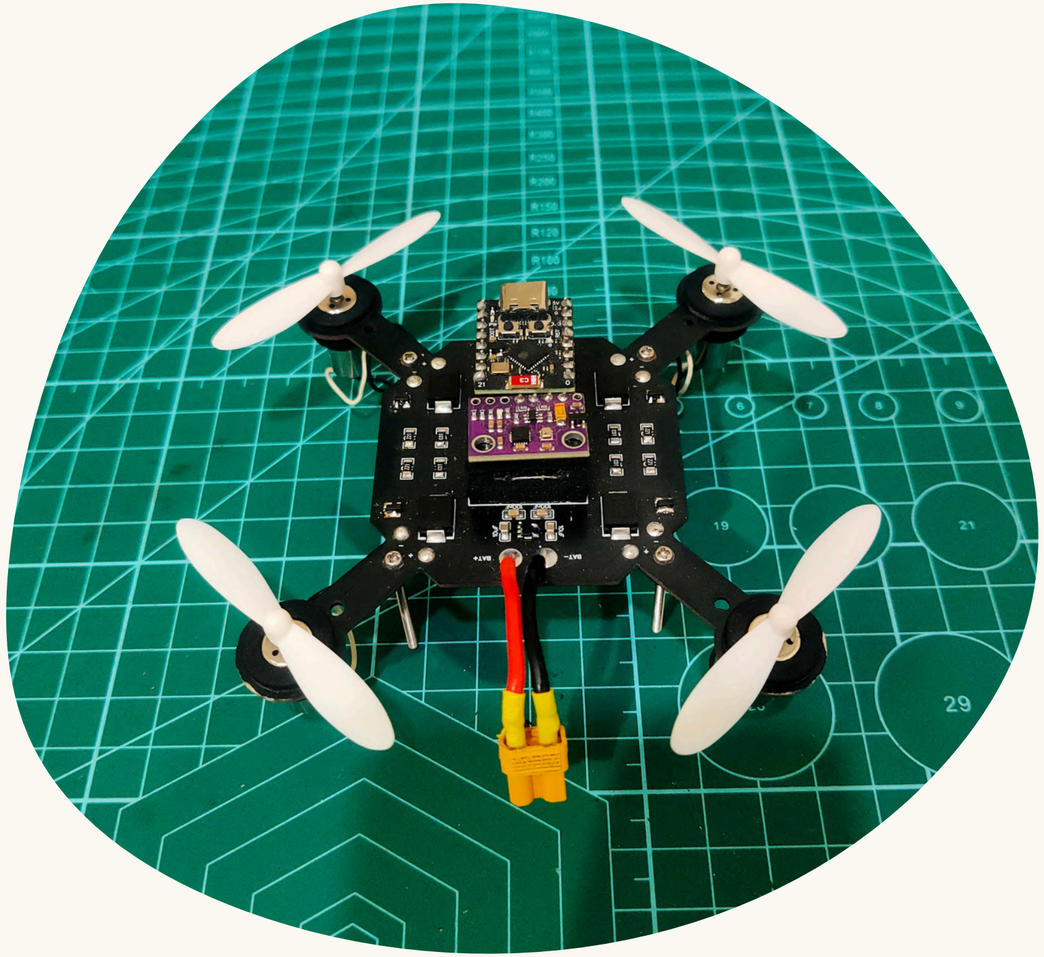
User manual

CONTROLLING



Back side : single press ==> power on | double press ==> power off

Quadcopter Learning Kit



Agenda

1. Introduction

- What is a UAV ?
- Quadcopter
- Ready-to-Fly (RTF) Drone
- DIY Drone

Agenda

2. Principle

- Drone Dynamics
- Comunication
- Flight Controller

Agenda

DragonFly-Spirit-Quadcopter

- Component
- Assembly
- Coding
- User manual

What is a UAV ?

A UAV stands for Unmanned Aerial Vehicle. It's essentially an aircraft that flies without a human pilot on board. UAVs are controlled either remotely by a person (via radio signals, computers, or controllers) or autonomously using pre-programmed flight plans and onboard sensors.

Photo : wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle

Type of UAV

Fixed wing rotor

Photo : U.S. Air Force website

Single rotor

Photo : velos-rotors.com

Bi rotor

Photo : www.d-botix.com

Type of UAV

Tricopter

Photo : makezine.com

Quadcopter

Photo : www.t-drones.com

Hexacopter

Photo : www.viewprouav.com

Type of UAV

Hybrid VTOL (Vertical Take-Off and Landing)

Photo : www.unmannedsystemstechnology.com

Quadcopter

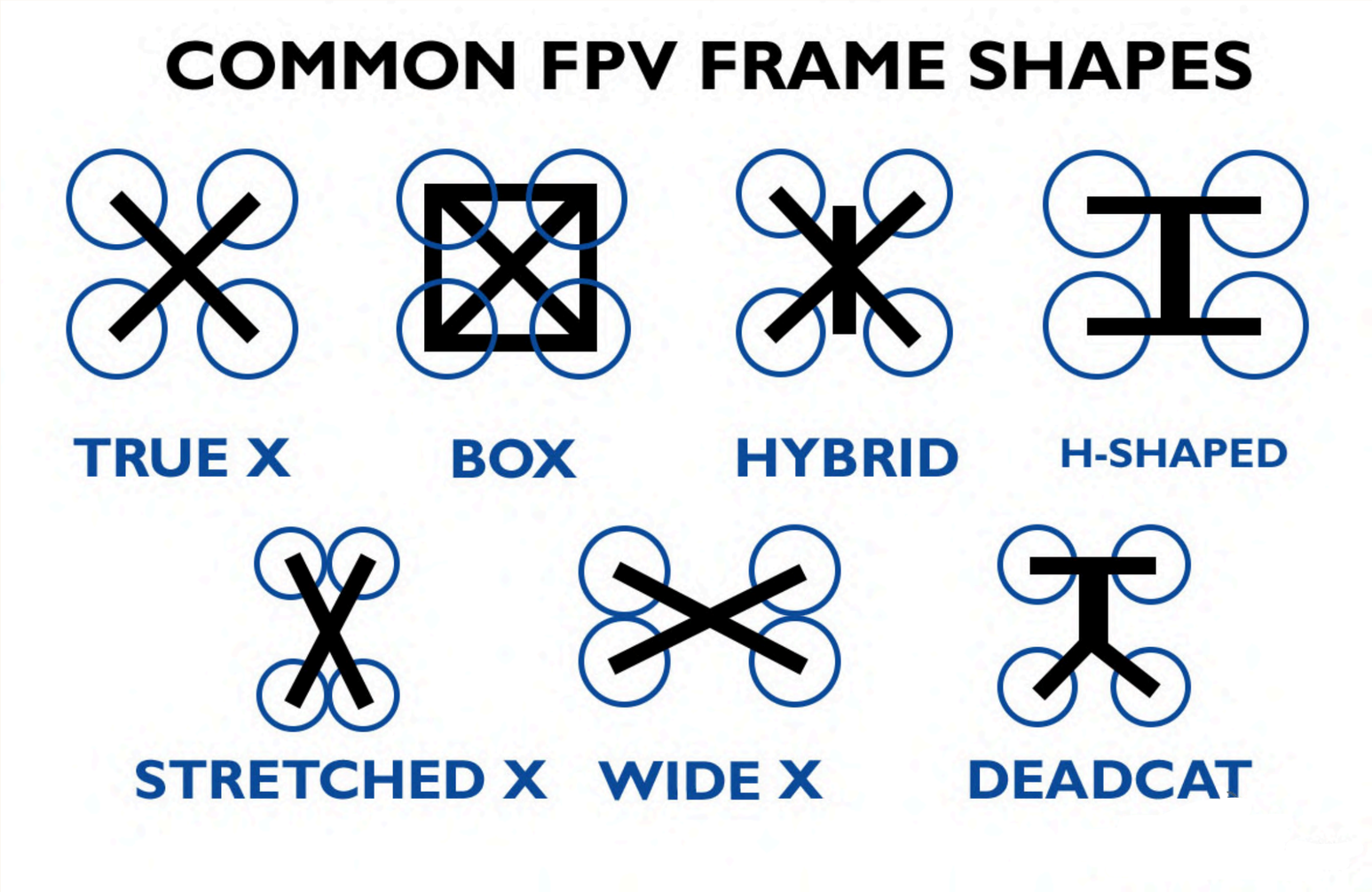


Photo : www.fpv24.com

Commercial grade

Ready-to-Fly (RTF) Drone

Toys grade

DIY Drone

Racing

Photo : drone-gigs.com

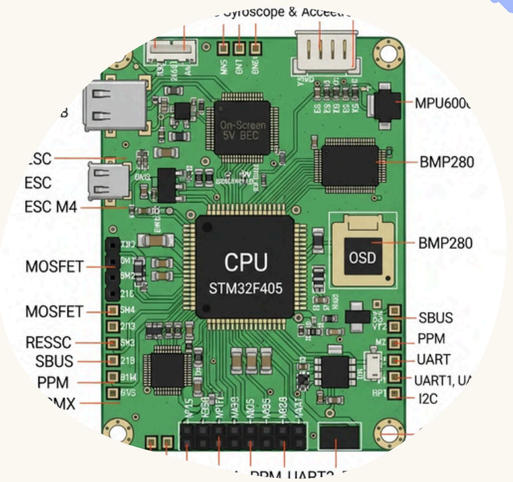
Maker

Photo : makezine.com

PRINCIPLE

Drone Dynamics

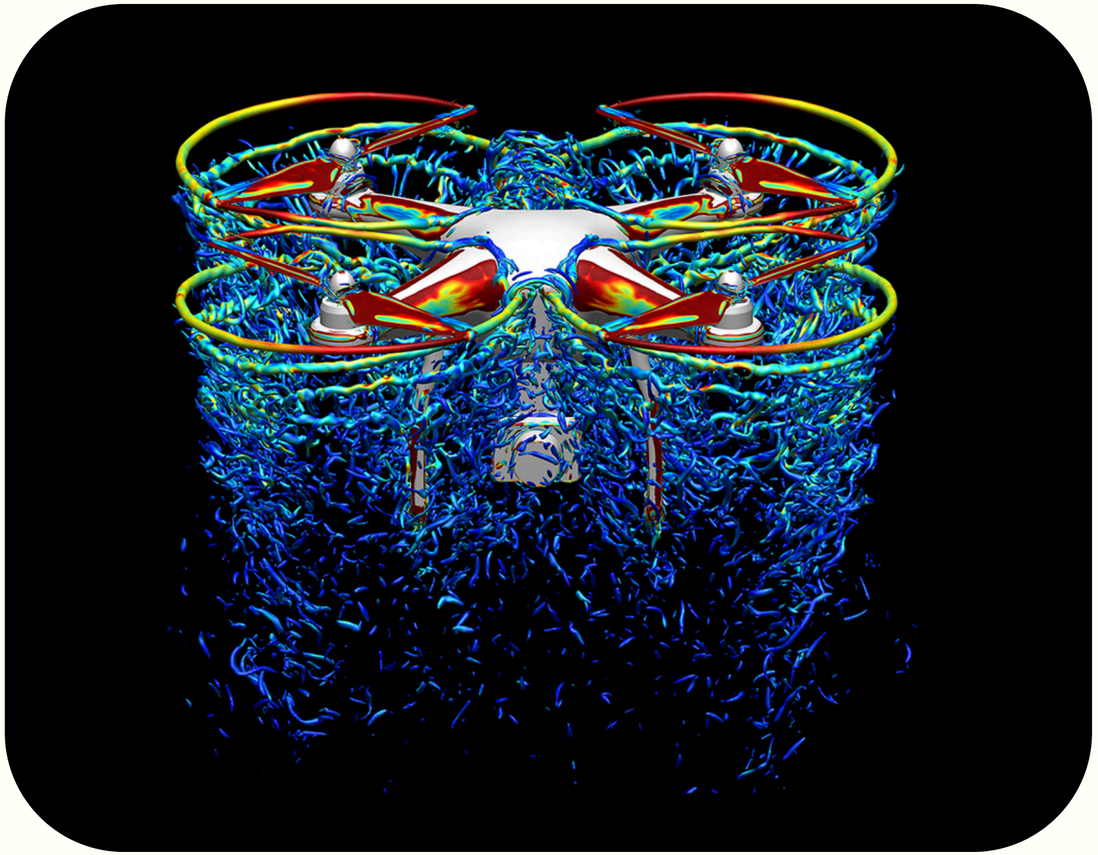
Communication



Flight controller

Drone Dynamics

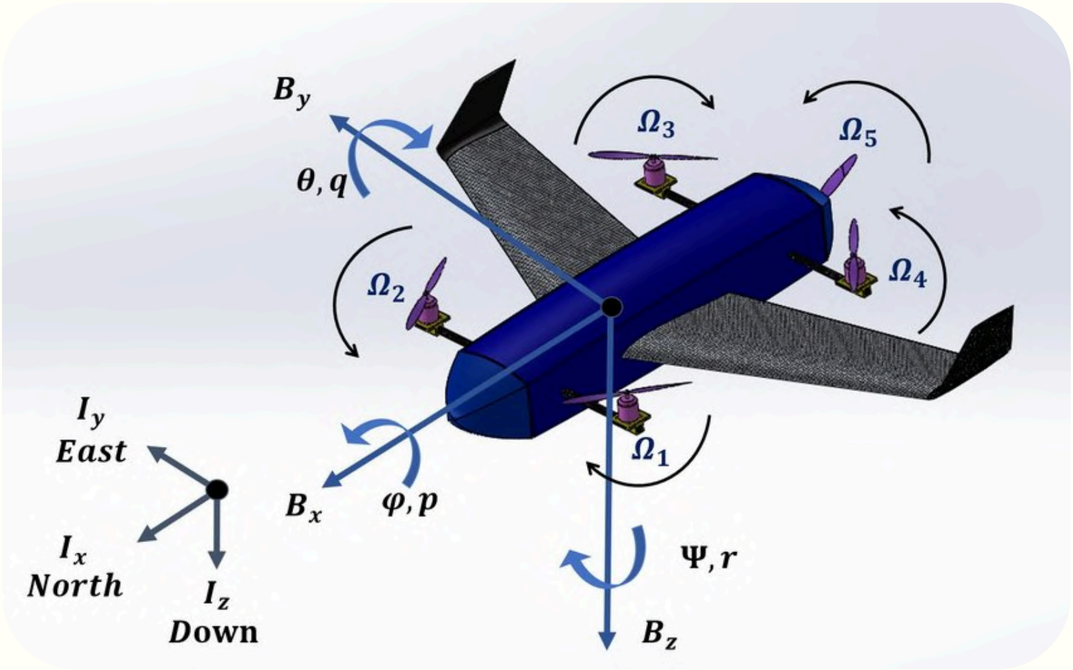
1. Frames of Reference
2. Degrees of Freedom (DOF)
3. Forces and Torques
4. Equations of Motion
5. Motor-Propeller



FRAMES OF REFERENCE

1. Inertial/Fixed Frame
2. Body Frame

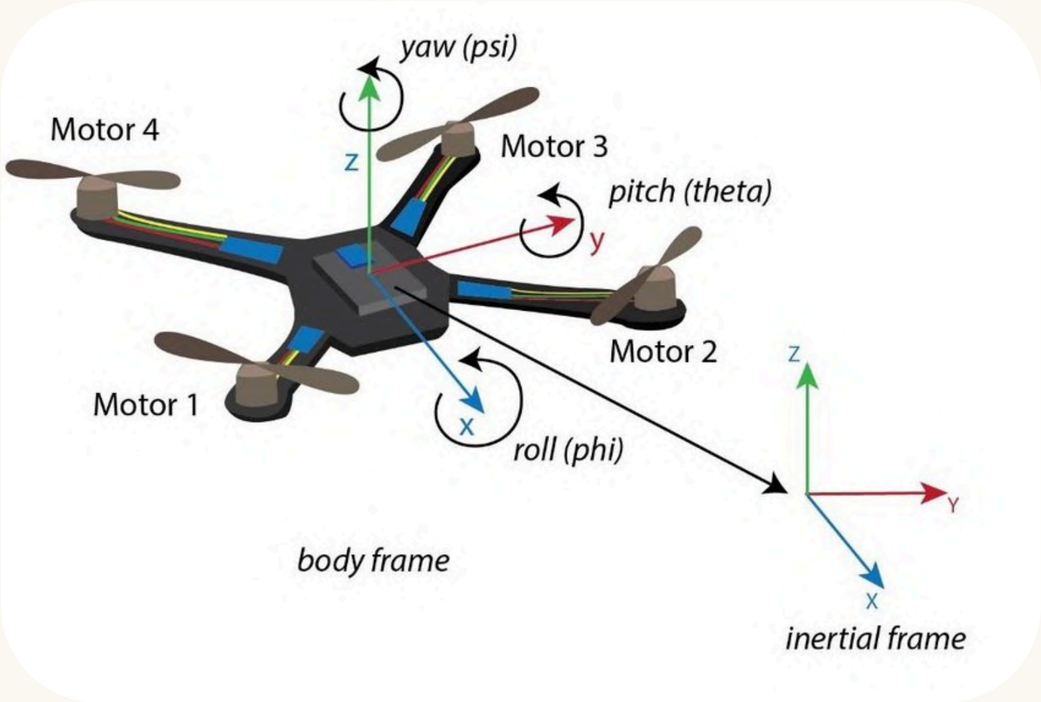
Inertial/Fixed Frame



Origin: launch location (on the Earth's surface).
Axes: fixed relative to Earth at that point in time (north-east-down, or some ENU/NED convention).
Use: good for describing trajectories in a "global" sense.

Photo : www.researchgate.net

Body Frame



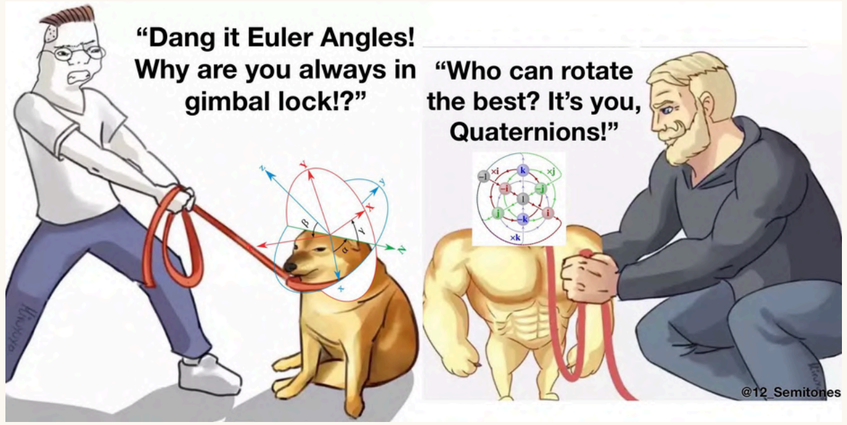
Origin: the vehicle's center of gravity (CoG).
Axes: aligned with the actual vehicle geometry – typically x forward, y right, z down (aircraft convention) or z up (spacecraft sometimes).
Use: sensors (IMU, gyros, accelerometers) and control forces naturally live here.

Photo : www.researchgate.net

- Rotation matrix

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \mathbf{R}_\phi \mathbf{R}_\theta \mathbf{R}_\psi \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta\cos\psi & \cos\theta\sin\psi & -\sin\theta \\ -\cos\psi\sin\psi + \sin\phi\sin\theta\cos\psi & \cos\phi\cos\psi + \sin\phi\sin\theta\sin\psi & \sin\phi\cos\theta \\ \sin\phi\sin\psi + \cos\phi\sin\theta\cos\psi & -\sin\phi\cos\psi + \cos\phi\sin\theta\sin\psi & \cos\phi\cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

- Quaternion



$q_1 = [w1\ x1\ y1\ z1]$ $\qquad$ $q_2 = [w2\ x2\ y2\ z2]$

$q_1 \otimes q_2 = [q_1 q_2 w\ \ q_1 q_2 x\ \ q_1 q_2 y\ \ q_1 q_2 z\ ]$

$q_1 q_2 w = (w1w2 - x1x2 - y1y2 - z1z2)$

$q_1 q_2 x = (w1x2 + x1w2 + y1z2 - z1y2)$

$q_1 q_2 y = (w1y2 - x1z2 + y1w2 + z1x2)$

$q_1 q_2 z = (w1z2 + x1y2 - y1x2 + z1x2)$

Photo : ewpratten.com, www.autonomousrobotslab.com, ece.montana.edu

Degrees of Freedom (DOF)

6 DOF

- Translational : x, y, z
- Rotational : roll (φ), pitch (Θ), yaw (ψ)

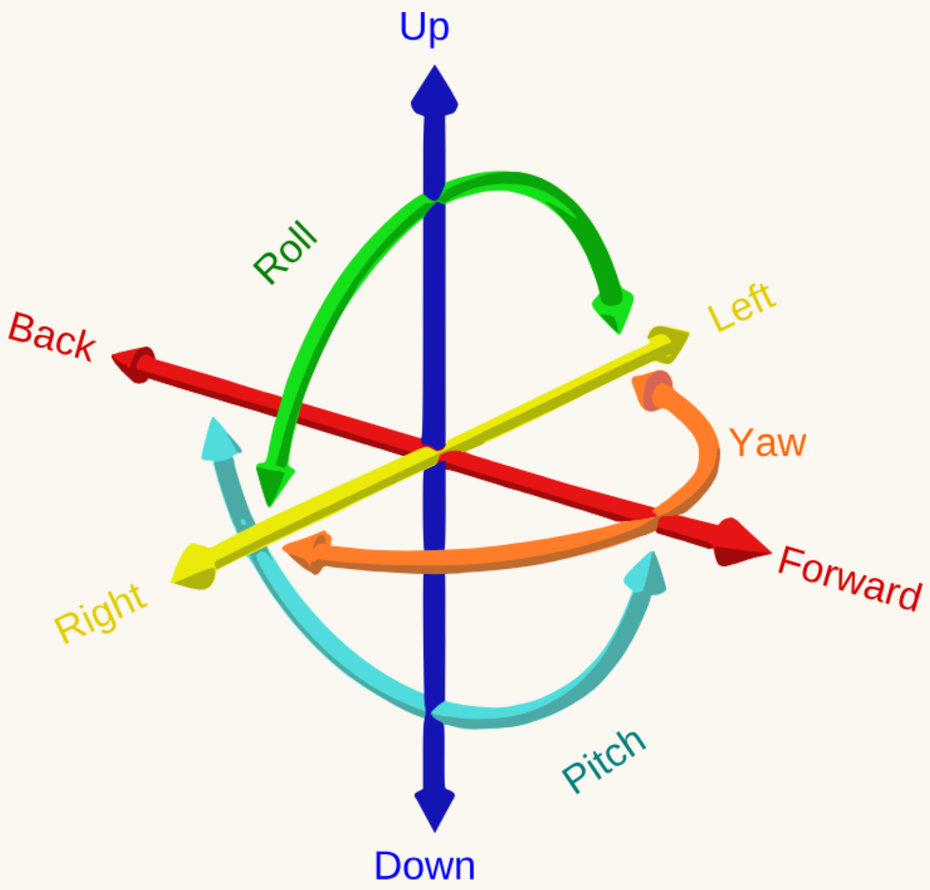


Photo : en.wikipedia.org

FORCE & TORQUE

GRAVITY

WEIGHT

TORQUE

ROLL , PTICH , YAW

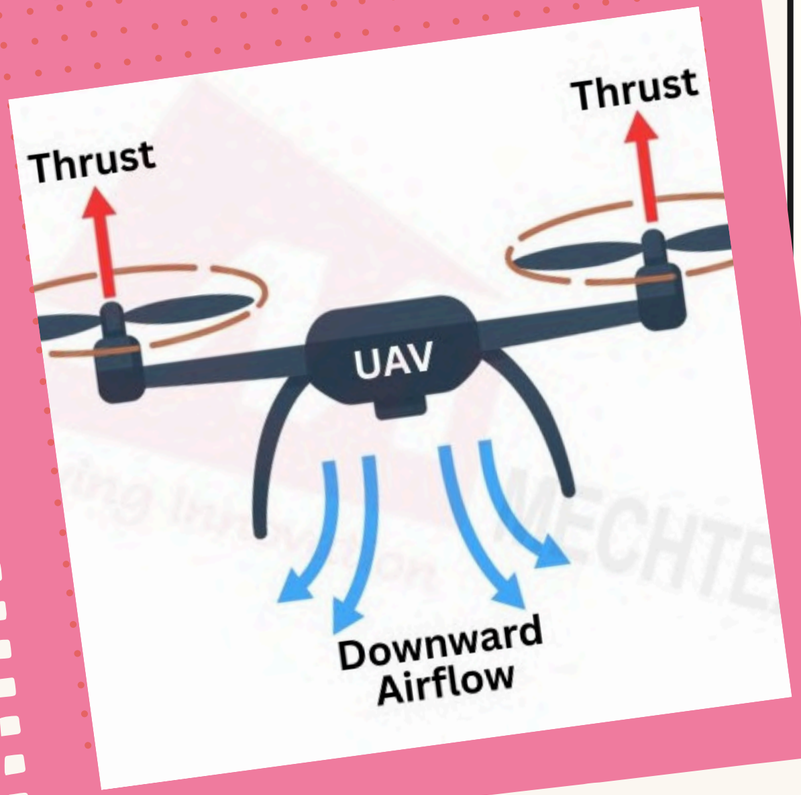
THRUST

LIFT

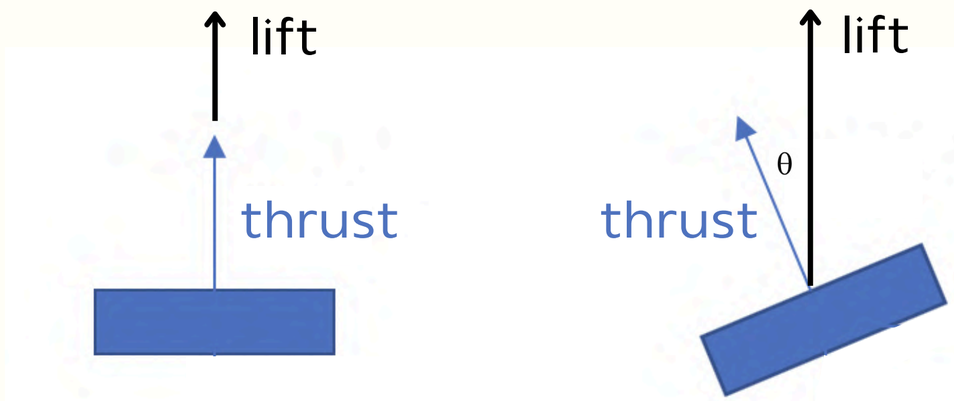
DRAG

AERODYNAMIC DRAG

THRUST



LIFT FORCE

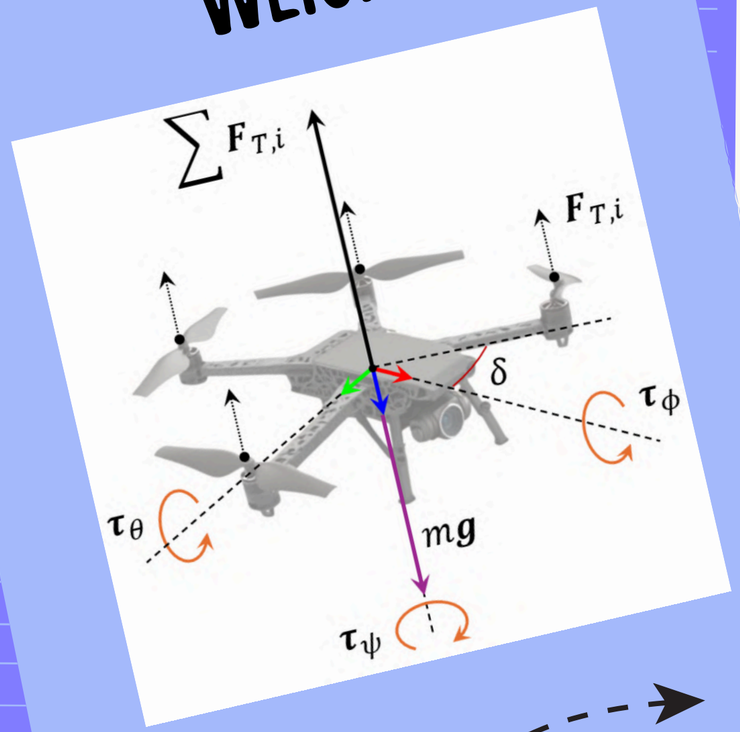


$$L = T \cdot \cos\phi \cdot \cos\theta$$

Photo : https://mechtex.com/blog/drone-motor-thrust , https://robotics.stackexchange.com/

GRAVITY

WEIGHT



$$W = m \cdot g$$

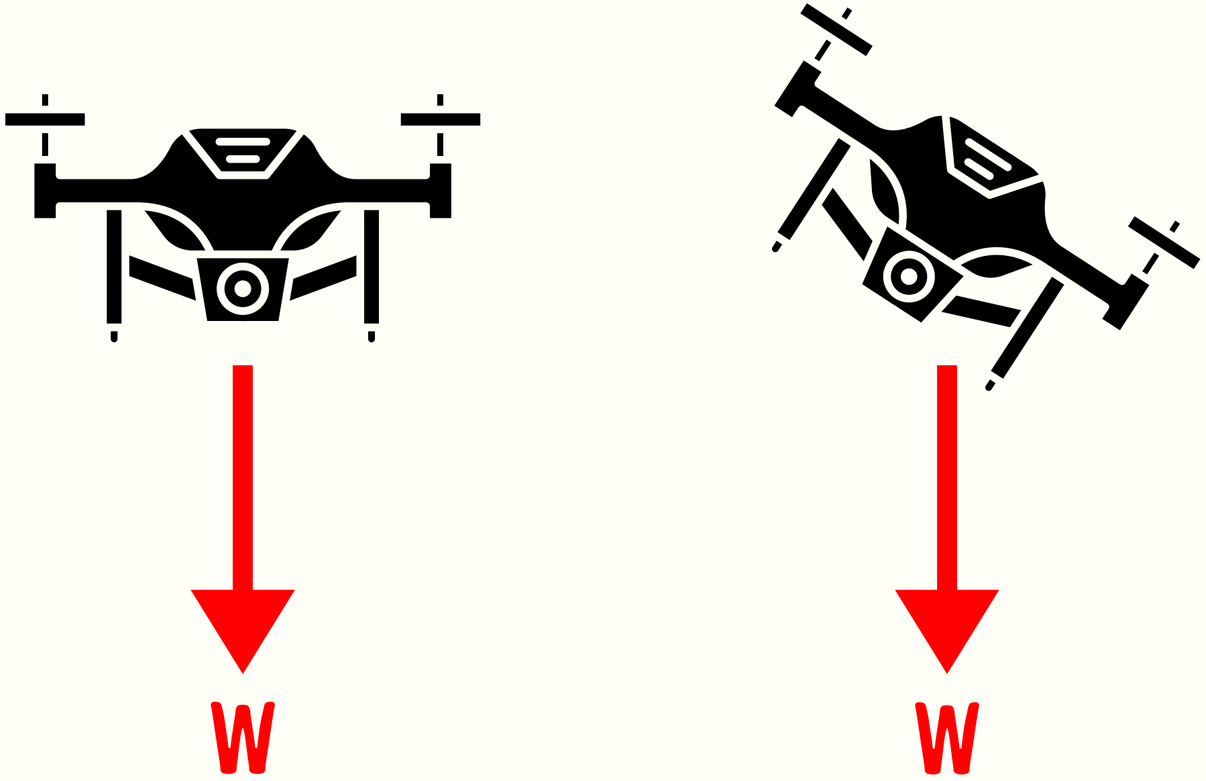
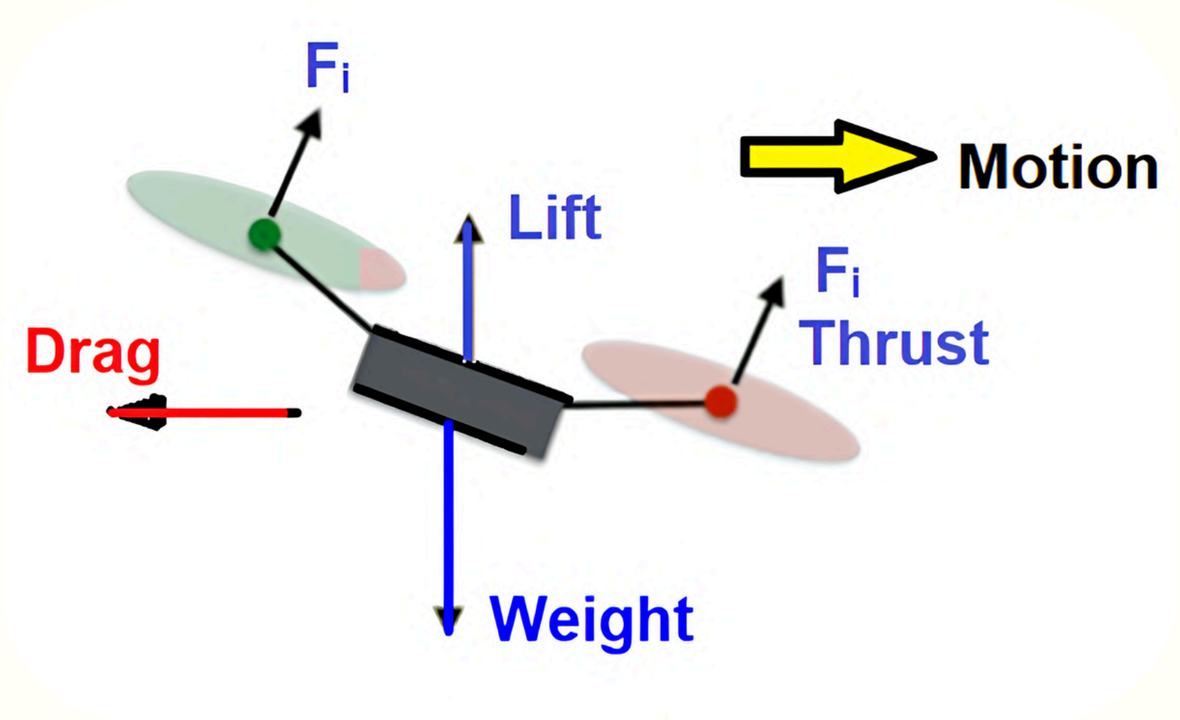


Photo : https://cfdflowengineering

DRAG FORCE



EQUATION

$$F_D = \frac{1}{2}\rho v^2 C_D A$$

Note : F_D = Drag force

Photo : https://cfdflowengineering

Torque

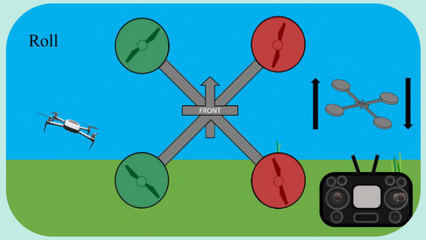
$$\tau_{\phi} = (T_{left} - T_{right}) \cdot l$$

$$\tau_{\theta} = (T_{front} - T_{back}) \cdot l$$

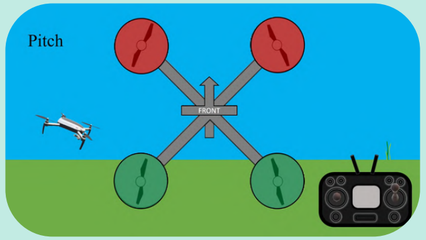
$$\tau_{\psi} = (M_{ccw} - M_{cw}) \cdot k$$

NED Frame

Roll Torque (φ-X axis)



Pitch Torque (θ-Y axis)



Yaw Torque (ψ-Z axis)

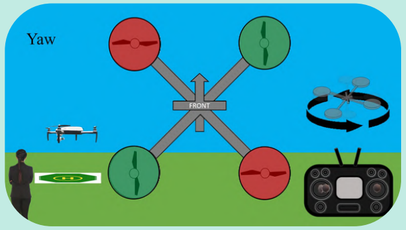


Photo : https://www.lesics.com/how-does-drones-work.html , Youtube:Tactical Aviation

Equations of MOTION

Translational (Newton's 2nd law)

$$m\ddot{r} = F_{thrust} + F_{gravity} + F_{drag}$$

- $\ddot{r}$ = linear acceleration
  acceleration(inertial frame)
  === > $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ < ===
- Rotation matrix or Quaternion

$$m\ddot{\mathbf{r}} = R_{b\to i}\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\sum T_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ mg \end{bmatrix} - k_d\dot{\mathbf{r}}$$

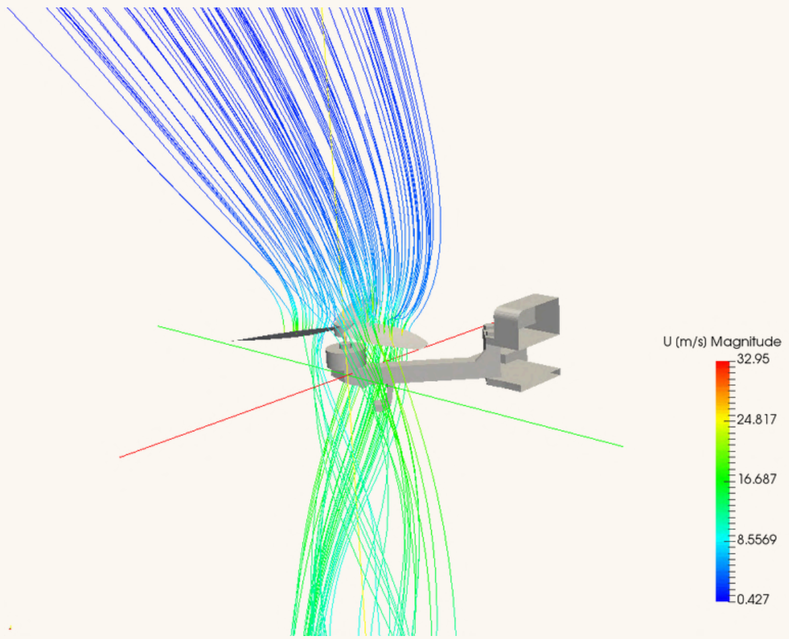
Rotational (Euler's equations)

$$I\dot{\omega} + \omega \times (I\omega) = \tau$$

- I = inertia matrix (kg·m²)
- ω = angular velocity vector in body frame
- τ = torque vector

$$\begin{cases} I_x\dot{p} = \tau_\phi + (I_y - I_z)qr \\ I_y\dot{q} = \tau_\theta + (I_z - I_x)pr \\ I_z\dot{r} = \tau_\psi + (I_x - I_y)pq \end{cases}$$

Motor & Propeller



Linear flow	$L = 0.5\rho V^2 S C_L$
Rotational flow	$T = k_f \omega^2,\ k_f = 0.5\rho C_L \int_0^R c(r) r^2 dr$

Photo : https://www.simscale.com/

COMUNICATION

Control link

2.4 GHz

Telemetry link

2.4 / 5.8 GHz

NRF24L01	2.4 GHz ISM	100–300 m	1–10 ms	Cheap, plenty of libraries, low latency, moderate range, poor penetration through obstacles
ESP-NOW	2.4 GHz Wi-Fi	100–300 m	1–10 ms	Easy with ESP32, supports multiple nodes, low latency, medium bandwidth, no router needed
DSMX / DSM2	2.4 GHz	500–1000 m	~10 ms	Professional RC standard, anti-jamming, requires Spektrum TX/RX, more expensive than DIY
LoRa	433/868/915 MHz	1–15 km	50–200 ms	Long-range, good obstacle penetration, low bandwidth, high latency – not suitable for aggressive flight

VTX Type	Frequency	Range (LoS)	Latency	Pros	Cons
Analog FPV	5.8 GHz	200–1000 m	20–40 ms	Very low latency, cheap	Low resolution, interference
Digital FPV	5.8 GHz / 2.4 GHz	500–2000 m	30–100 ms	HD video, stable	Higher latency, costly
DIY Wi-Fi VTX	2.4 GHz Wi-Fi	50–200 m	100–300 ms	Easy integration, cheap	High latency, short range

Flight Controller

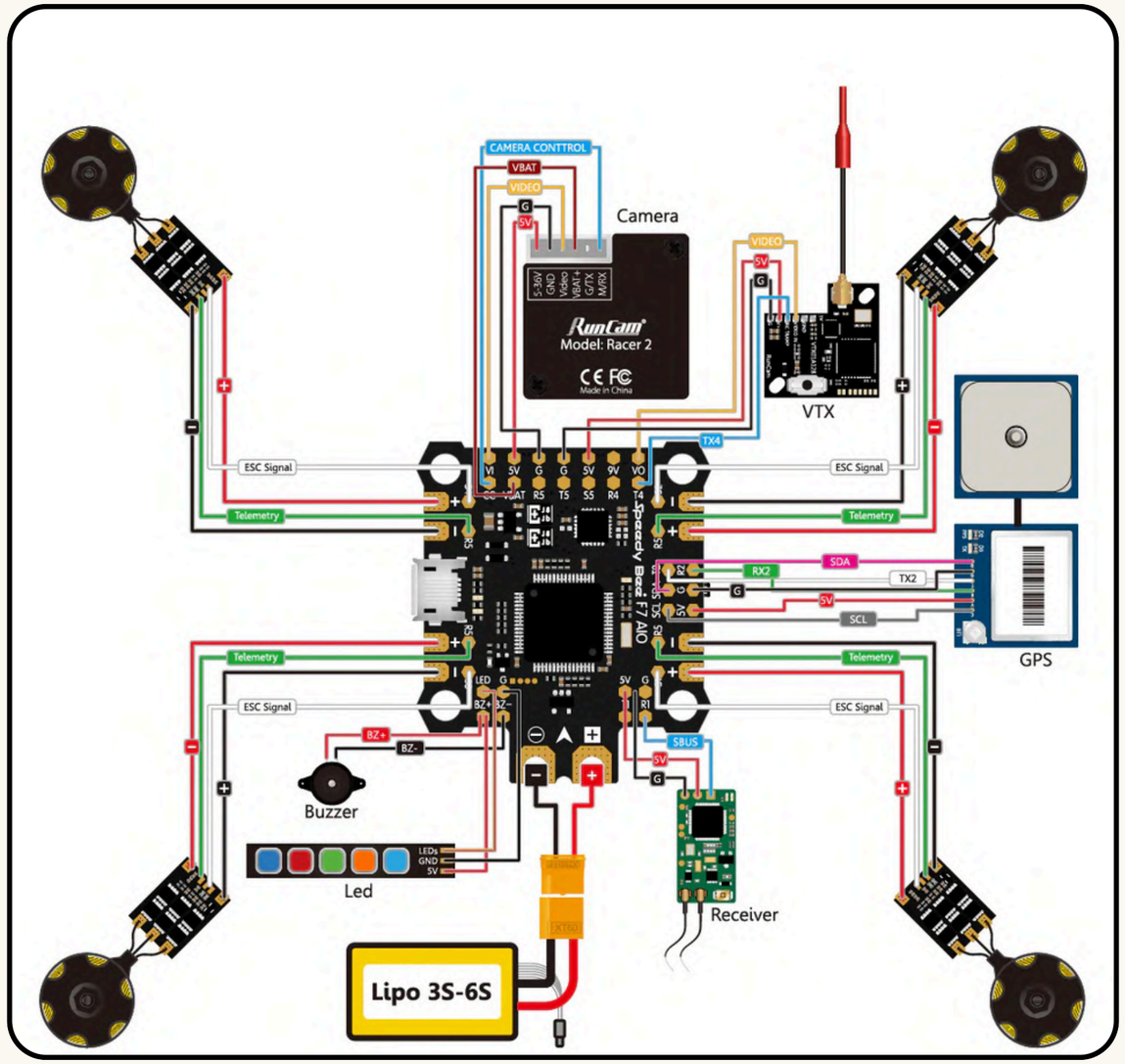
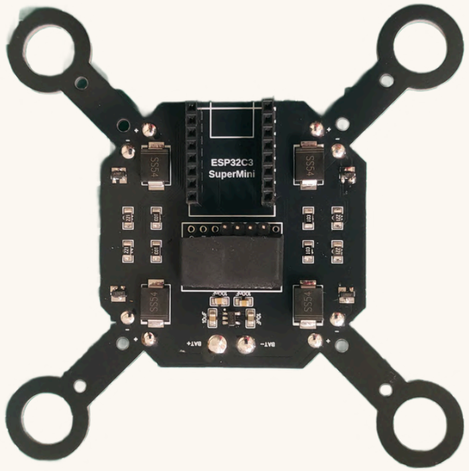
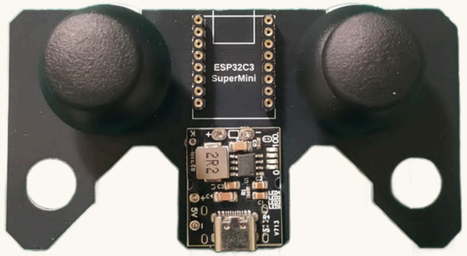
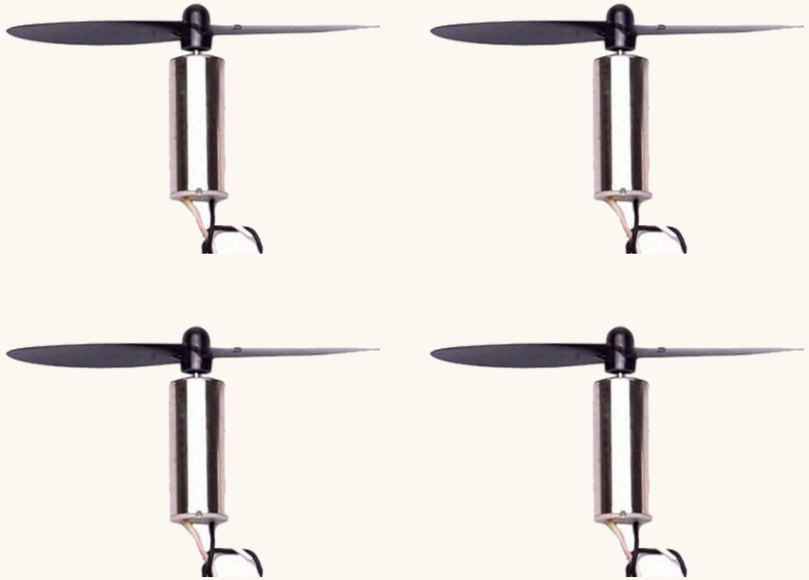


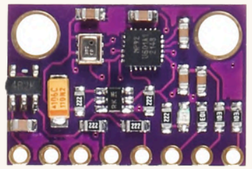
Photo : https://dronewolf.darkwolf.io/

QUADCOPTER COMPONENTS









You need to get it yourself

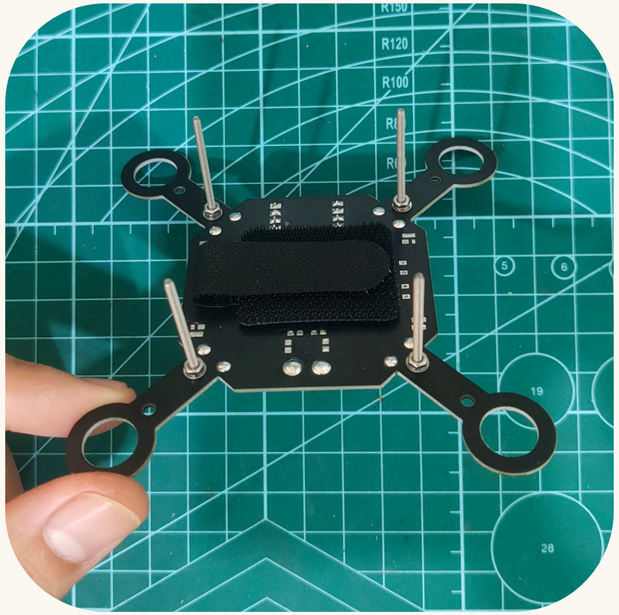
X2

ASSEMBLY

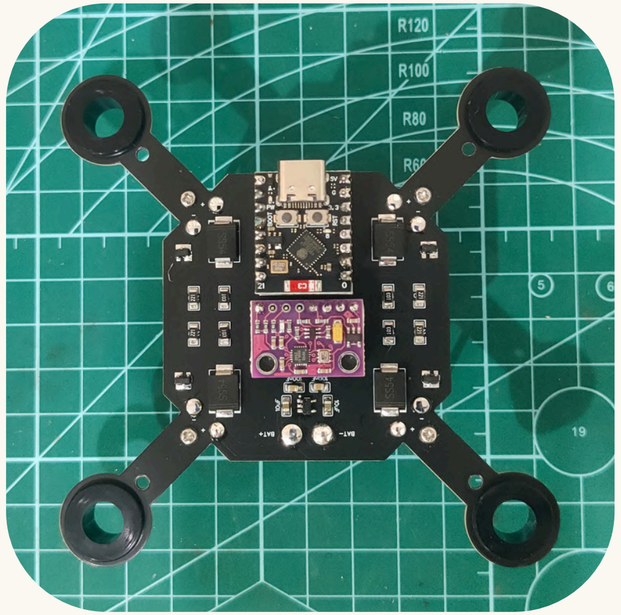
1

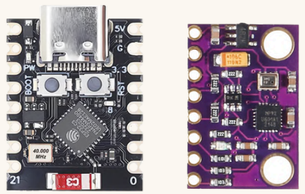
Start

2



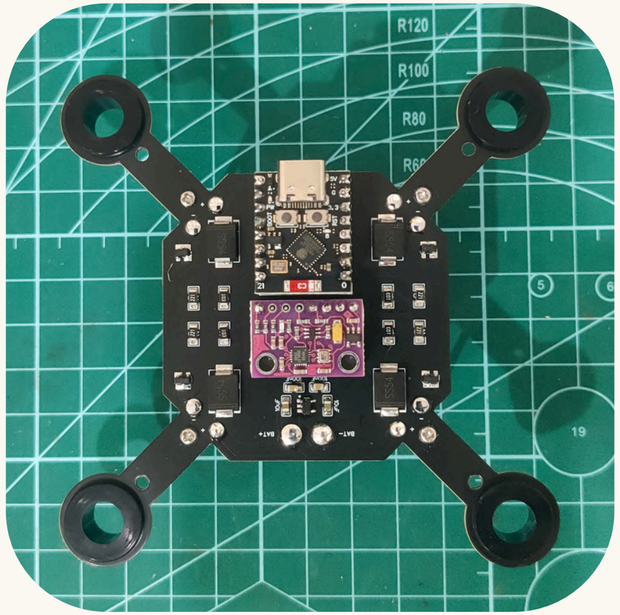
3



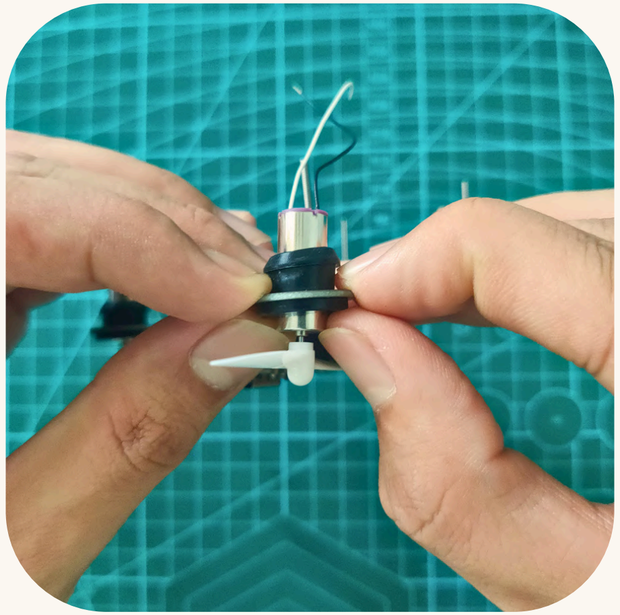


ASSEMBLY

4

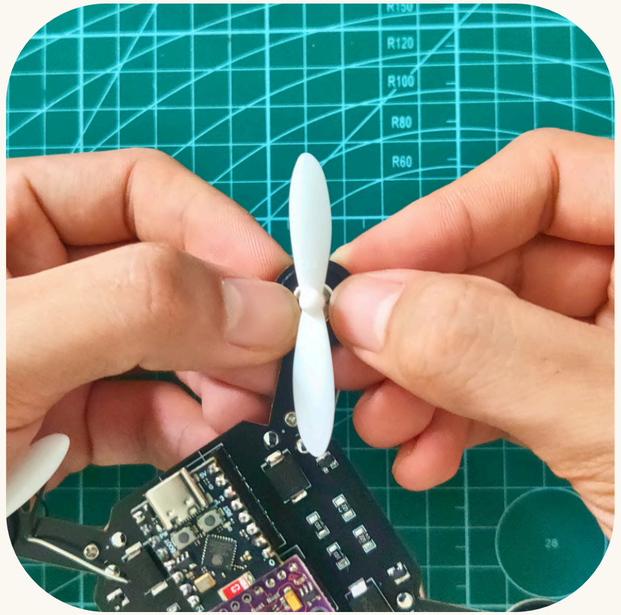


5.1



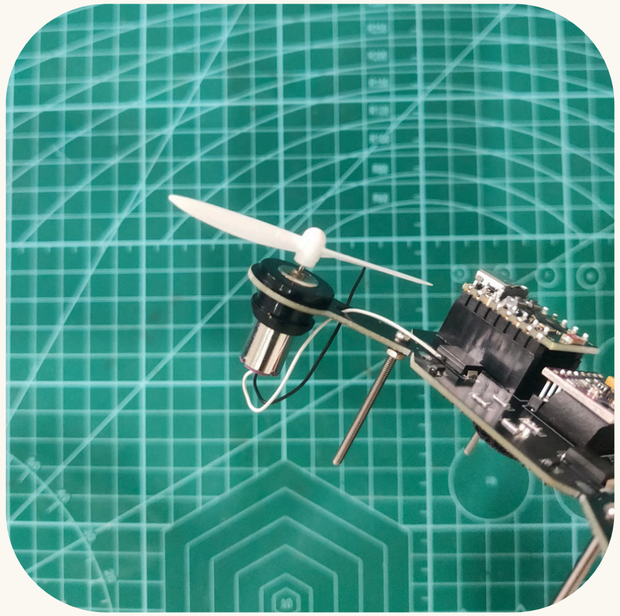
Following 5.4

5.2

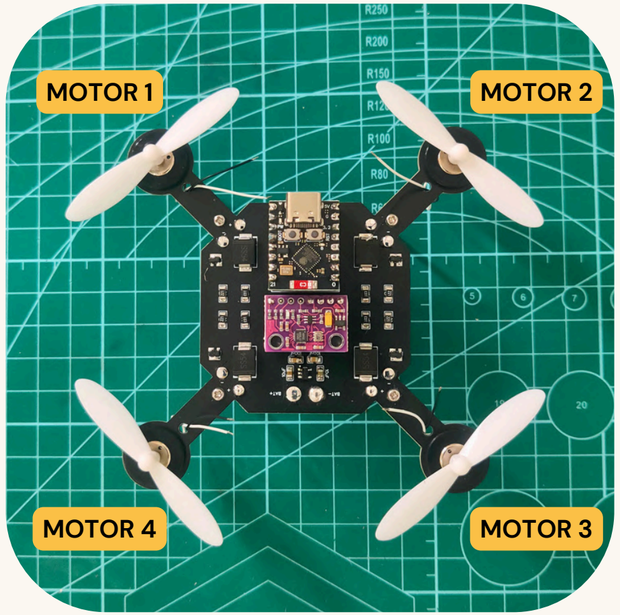


ASSEMBLY

5.3



5.4



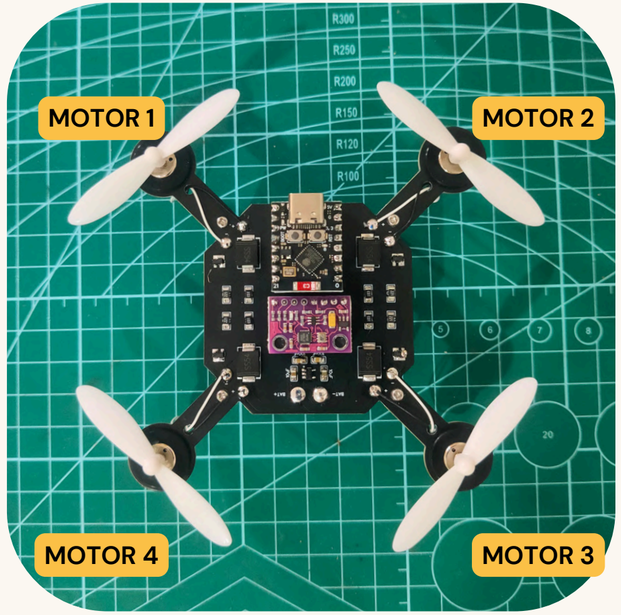
MOTOR 1 : PROPELLER A

MOTOR 2 : PROPELLER B

MOTOR 3 : PROPELLER A

MOTOR 4 : PROPELLER B

5.5



MOTOR 1 : (BLACK) >> (+) , (WHITE) >> (-)

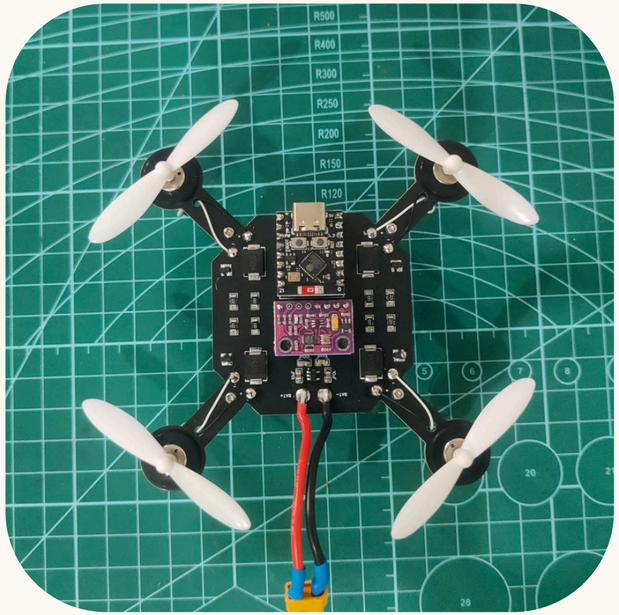
MOTOR 2 : (BLACK) >> (-) , (WHITE) >> (+)

MOTOR 3 : (BLACK) >> (+) , (WHITE) >> (-)

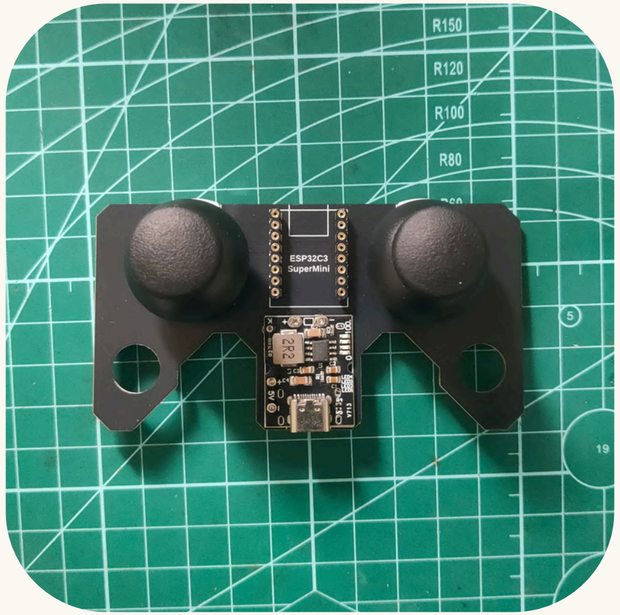
MOTOR 4 : (BLACK) >> (-) , (WHITE) >> (+)

ASSEMBLY

6

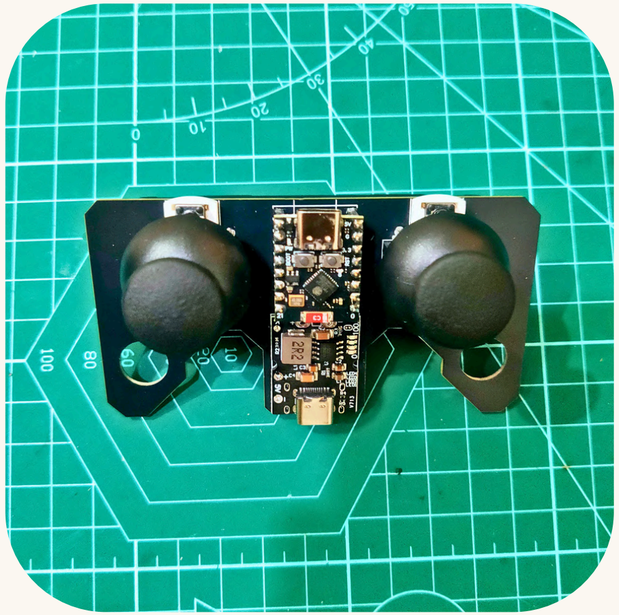


7.1



Start

7.2



ASSEMBLY

7.3

Back

7.4

7.5

ASSEMBLY

7.6

+

7.7

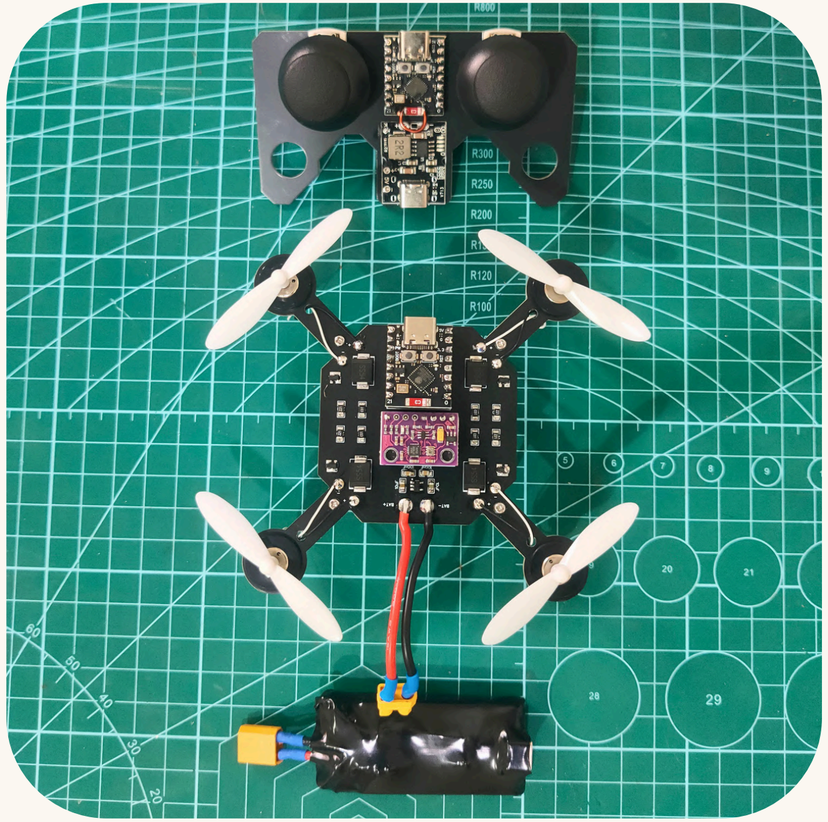
-

7.8

WARNING !!!

ASSEMBLY

Completed



Airplane Coding

ARDUINO IDE

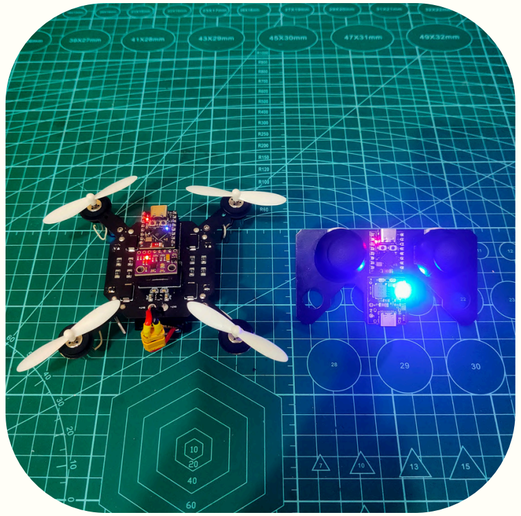
```
#include <WiFi.h>
#include <esp_now.h>
#include <Wire.h>
#include <math.h>
#include <MadgwickAHRS.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
#include <MPU9250_WE.h>
#define MPU9250_ADDR 0x68
```

User manual

FIRMWARE INSTALLATION

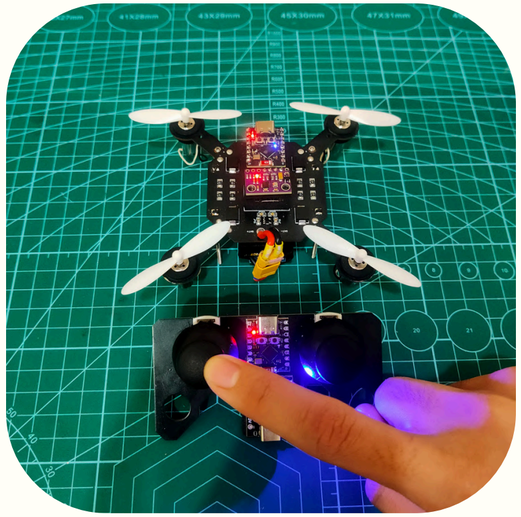
Setup

1



Power on

2



Double press left button

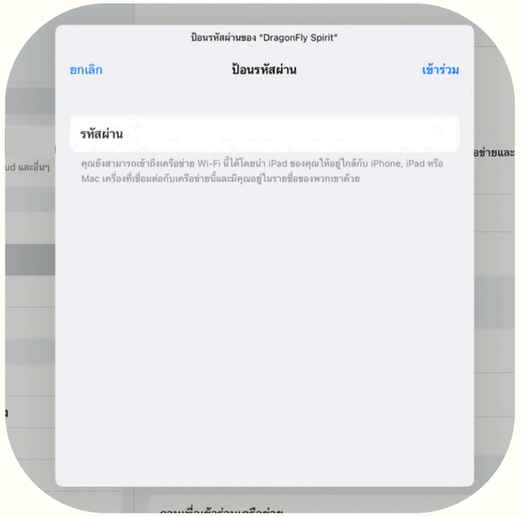
(open web server)

3

Open WiFi

Setup

4



Select : DragonFly Spirit

Passkey : 12345678

5

Copy Mac Address & exit to step 6

6

Open : Controller Calibration & paste and save Mac

Passkey : 12345678

Setup

7

Calibrating & get joy stick value

(push & press all axis)

8

Press Save Min/Max button

(do this after step 7)

9

Press Calibrate Center button

(do this when all button are center position)

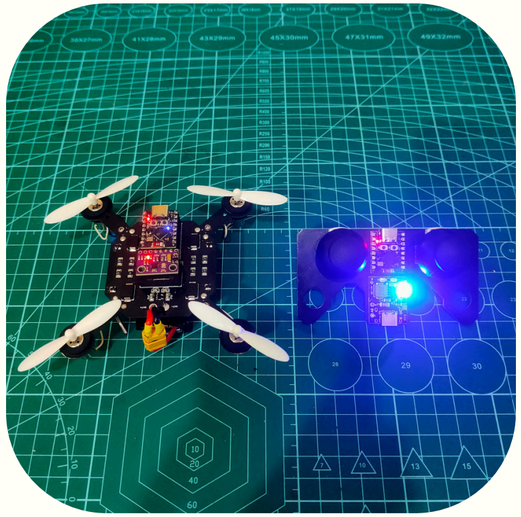
Setup

10

Double press right button

(close web server)

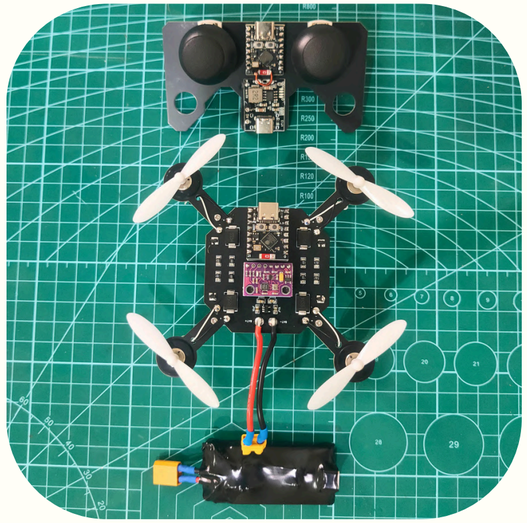
11



Restart system

(power off & power on)

12



I'm ready to.... ^_^

Controller Tuning

All data in realtime

Controller Tuning

min value of XL | Yaw rate

min value of YL | Altitude rate

min value of XR | Roll angle

min value of YR | Pitch angle

max value of XL | Yaw rate

max value of YL | Altitude rate

max value of XR | Roll angle

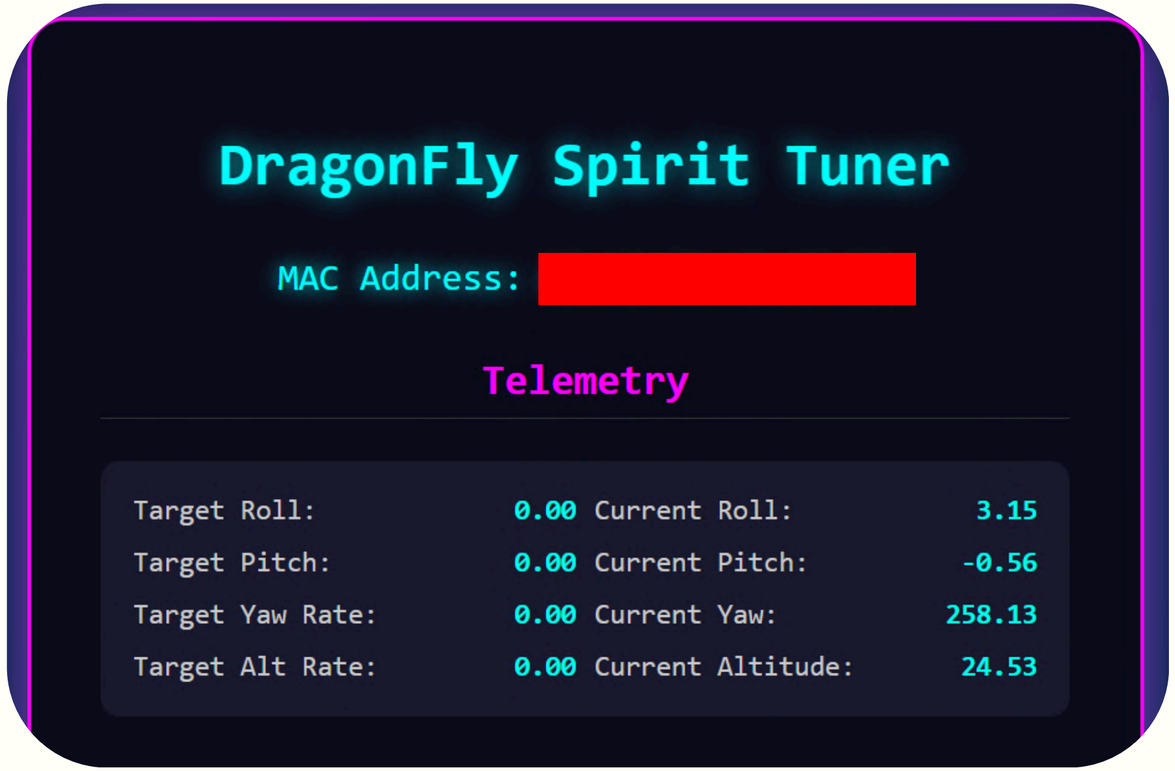
max value of YR | Pitch angle

Unit

- XL : deg/s
- YL : cm/s
- XR : deg
- YR : deg

Quadcopter Tuning

All data in realtime



Quadcopter Tuning

PID for Inner loop

PID Roll Rate

Kp: 1.20

Ki: 0.00

Kd: 0.03

PID Pitch Rate

Kp: 1.20

Ki: 0.00

Kd: 0.04

PID Yaw Rate

Kp: 3.00

Ki: 0.00

Kd: 0.03

PID Altitude Rate (m/s)

Kp: 45.00

Ki: 0.00

Kd: 1.50

Quadcopter Tuning

PID for Outer loop

PID Roll Angle

Kp
10.00

Ki
0.00

Kd
0.00

PID Pitch Angle

Kp
9.00

Ki
0.50

Kd
0.00

PID Yaw Angle

Kp
4.00

Ki
0.00

Kd
0.00

PID Altitude

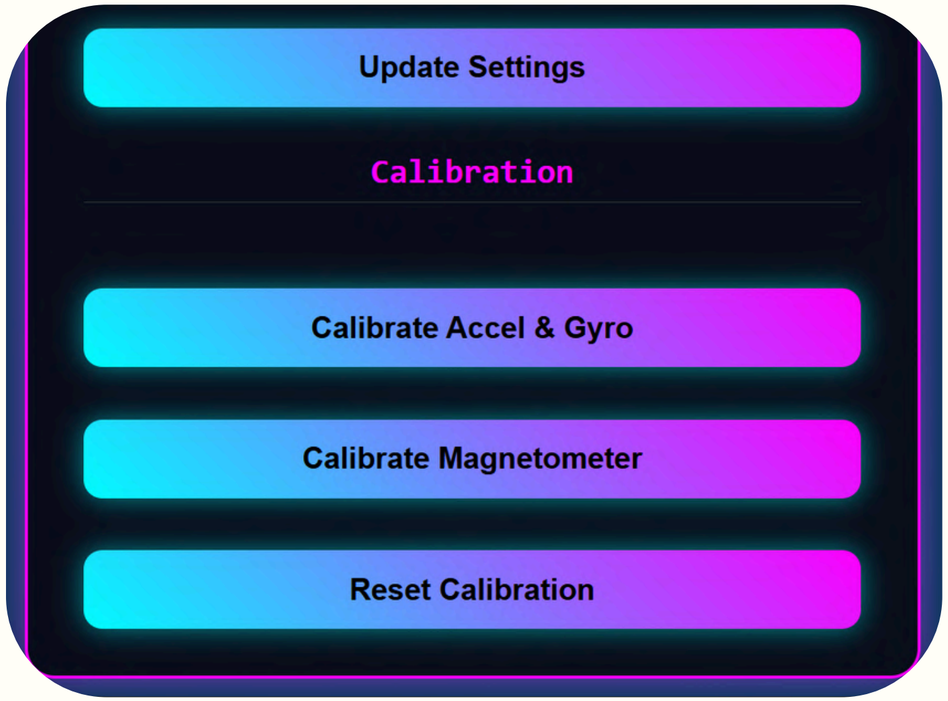
Kp
1.00

Ki
0.00

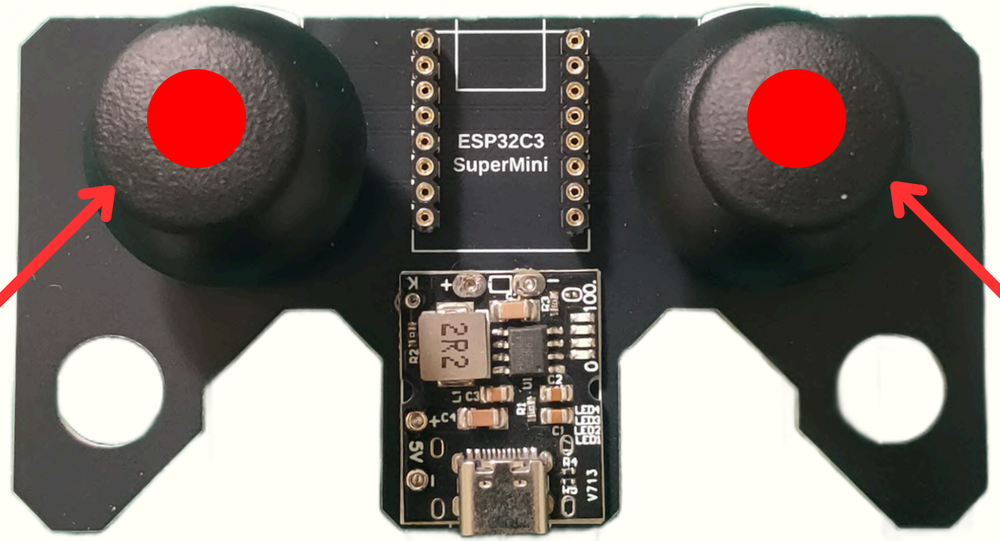
Kd
0.40

Quadcopter Tuning

Initial parameters & All buttons



CONTROLLING



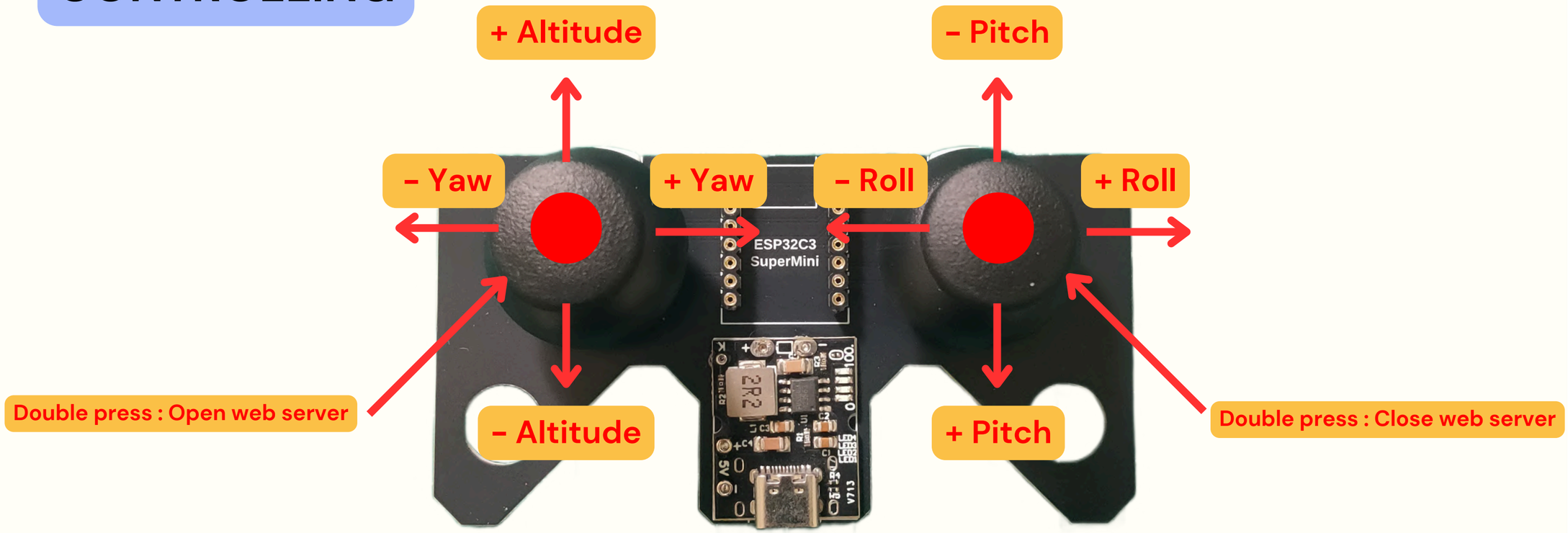
Left Joystick

Right Joystick

Press both the left and right joysticks simultaneously to toggle between Armed and Disarmed modes.

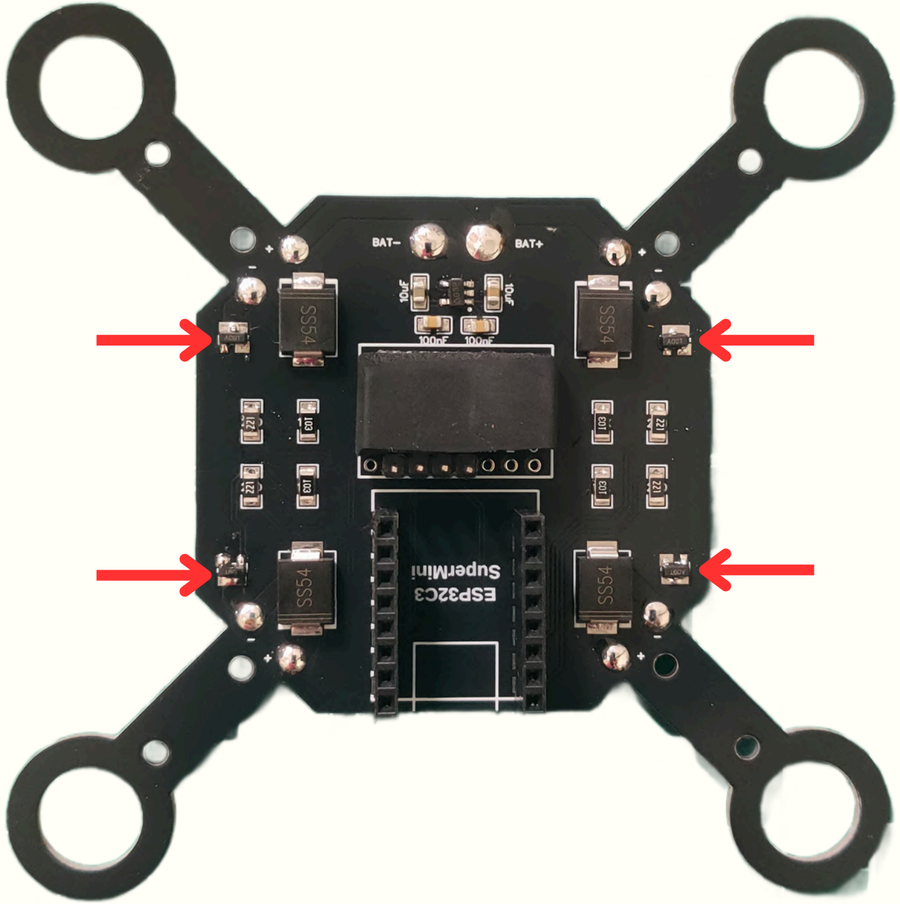
Default : Disarmed (Motors locked)

CONTROLLING



Back side : single press ==> power on | double press ==> power off

Fix & Repair


BAT−
BAT+
10µF
10µF
100nF
100nF
SS54
SS54
SS54
SS54
ESP32C3
SuperMini

A09T
A09T
A09T
A09T

รายละเอียดของชุดการเรียนรู้

- ถอด Battery ออกจากอุปกรณ์ทุกครั้ง ก่อนที่จะ upload Firmware
- หลังจากปรับค่าต่างๆเสร็จแล้ว ต้องปิดหน้า Web ทุกครั้งก่อนที่จะใช้งาน หากไม่ปิด จะไม่สามารถใช้งานได้

รายละเอียดของชุดการเรียนรู้

- ชุดเรียนรู้เป็น 2 in 1 สามารถเลือกประกอบสร้างเป็นเครื่องบินบังคับหรือรถ Rover ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปมาได้ตามต้องการ
- มีอะไหล่ที่จำเป็นในการเรียนรู้ครบถ้วน แต่มีอะไหล่สำคัญที่ลูกค้าจำเป็นต้องหาซื้อเองคือบอร์ด ESP32 C3 Supermini จำนวน 2 ชิ้น (เนื่องจากเป็นบอร์ดที่มีโมดูลสื่อสารอยู่ในนั้น ทำให้ในการขายเป็นเรื่องละเอียดอ่อน ดังนั้นการที่ลูกค้าจัดซื้อมาใช้งานเองจึงเป็นเรื่องที่สะดวกมากกว่า)
- Source code ที่จะได้รับ ไม่ใช่ Source code ฉบับเต็ม เป็นเพียงตัวอย่างพื้นฐานบางส่วนเท่านั้น ซึ่งจะไม่มี code ในส่วนฟังก์ชั่นต่างๆ เช่น ฟังก์ชั่นการปรับและเปลี่ยนค่าต่างๆผ่านหน้าเว็บ , ฟังก์ชั่นเก็บค่าถาวรแม้ปิดและเปิดระบบใหม่ และฟังก์ชั่นภายในอื่นๆ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับระบบในการควบคุมหลักโดยตรง ซึ่งทางเพจเห็นว่าเหมาะสมและเพียงพอต่อการเรียนรู้ระบบหลักพื้นฐานแล้วนั่นเอง
- มี Firmware ฉบับเต็มให้สามารถ Upload ได้ ทำผ่านหน้าเว็บไซต์ ซึ่งเข้าถึงได้ง่ายโดยการเชื่อมต่อ WiFi ซึ่ง Firmware นี้ใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆได้เต็มระบบ และหากมีอัพเดตสามารถเข้าไปอัพเดทได้ตลอดเวลา
- มีเอกสารในรูปแบบ PDF File พร้อมวีดีโออธิบายความรู้ระบบพื้นฐานของชุดเรียนรู้ + อธิบายการประกอบ,การใช้งานและการซ่อมบำรุงให้ ซึ่งเหมาะกับมือใหม่และผู้เริ่มต้น
- หากมีข้อสงสัย, ปัญหาในการใช้งานหรือการประกอบ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับชุดเรียนรู้นี้ สามารถทักแชทสอบถามได้ตลอดเวลา
- ทางเพจทดสอบอะไหล่ให้แล้วครบทุกชิ้นก่อนส่ง มีรับประกันเปลี่ยนสินค้าให้ใหม่ภายใน 7 วันหลังจากสั่งซื้อ โดยเงื่อนไขคือสินค้าอยู่ในสภาพที่ไม่ยังผ่านการใช้งานหรือร่องรอยที่ความเสียหายที่เกิดจากการใช้งาน

ข้อชี้แจงและคำเตือนการใช้งาน

- ชุดนี้เป็นอุปกรณ์เพื่อการเรียนรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์และการเขียนโปรแกรมเท่านั้น (Educational STEM Kit) ไม่ใช่ชุดโดรนสำเร็จพร้อมบินใดๆ ทั้งสิ้น
- ผู้จัดจำหน่ายไม่ได้จำหน่ายอุปกรณ์วิทยุคมนาคมหรืออากาศยานไร้คนขับในเชิงพาณิชย์
- ชุดนี้จัดส่งเป็น ชิ้นส่วน (Parts Only) สำหรับการทดลองและประกอบด้วยตนเอง เพื่อการศึกษาเรียนรู้ โดยไม่มีบอร์ดสื่อสาร ESP32 C3 supermini รวมอยู่ในชุด และไม่ใช่อุปกรณ์สำเร็จรูปพร้อมใช้งาน เน้นเพื่อศึกษาเรียนรู้เท่านั้น

รายละเอียดสำคัญ

- ชุดนี้ไม่มี กล้องหรืออุปกรณ์บันทึกภาพ
- น้ำหนักรวมของโครงสร้างและอุปกรณ์เมื่อประกอบเสร็จ ไม่เกิน 2 กิโลกรัม
- ไม่มีโมดูลสื่อสาร (เช่น ESP32 C3 supermini หรือ Wi-Fi module) ติดตั้งหรือส่งไปให้
- ผู้ใช้ต้องจัดหาและติดตั้งบอร์ด ESP32 C3 supermini หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยตนเอง

คำเตือนด้านกฎหมาย

- คลื่นความถี่ที่ใช้โดย ESP32 อยู่ในย่านที่ กสทช. อนุญาตให้ใช้งานได้โดยไม่ต้องขออนุญาตรายบุคคล (unlicensed band) แต่ต้องเป็นไปตามมาตรฐานทางเทคนิคของอุปกรณ์นั้น ๆ ผู้ใช้ควรเลือกบอร์ดที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากผู้จำหน่ายที่ถูกต้อง
- หากผู้ใช้ประกอบเป็นเครื่องบินบังคับวิทยุ หรืออากาศยานและทำการบินจริง
  - ไม่มีกล้อง และน้ำหนักไม่เกิน 2 กิโลกรัม → ปัจจุบันไม่อยู่ในขอบเขตที่ต้องขึ้นทะเบียนกับสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT)
  - หากติดกล้อง หรือน้ำหนักเกิน 2 กิโลกรัม → ต้องดำเนินการขึ้นทะเบียนกับ CAAT และจดทะเบียนเครื่องวิทยุกับ กสทช. ก่อนนำไปบิน
  - ผู้จัดจำหน่ายไม่มีส่วนรับผิดชอบต่อการใช้งานที่ฝ่าฝืนกฎหมายหรือระเบียบการบินใด ๆ
- หากผู้ใช้ประกอบเป็นหุ่นยนต์ Rover , รถบังคับ → ปัจจุบันไม่อยู่ในขอบเขตที่ต้องขึ้นทะเบียนกับสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT) แต่ยังต้องใช้อุปกรณ์วิทยุคมนาคมที่ได้รับมาตรฐานเช่นเดิม
- การปรับแต่งหรือดัดแปลงเพื่อใช้งานนอกเหนือจากวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนรู้ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้โดยตรง
- ควรใช้เพื่อการทดลองหรือการเรียนรู้ในพื้นที่จำกัด เช่น ห้องเรียนหรือพื้นที่ในร่ม (indoor use only) เพื่อความปลอดภัย
- ห้ามใช้งานในพื้นที่สาธารณะ สนามบิน พื้นที่ห้ามบิน หรือสถานที่ราชการโดยไม่ได้รับอนุญาต
- ชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา การทดลอง และการสร้างสรรค์ผลงาน Maker เท่านั้น ไม่ได้ออกแบบหรือรับรองสำหรับการใช้งานในเชิงพาณิชย์ อุตสาหกรรม หรือการบินจริง

By T Maker

END

Thank you