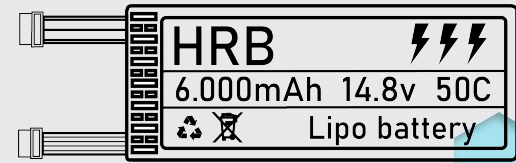
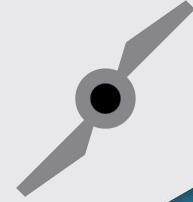
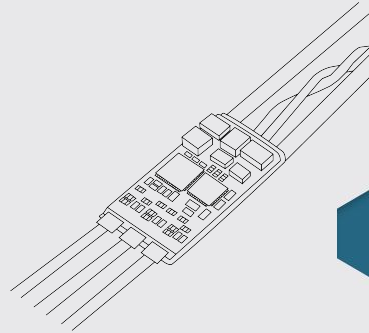
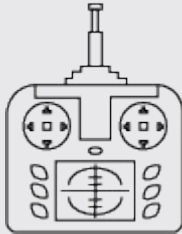
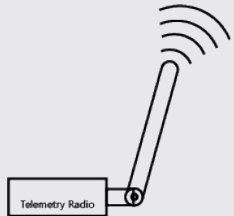


Mecânica 

Hardware 



# Componentes físicos do drone



# Tópicos a serem abordados

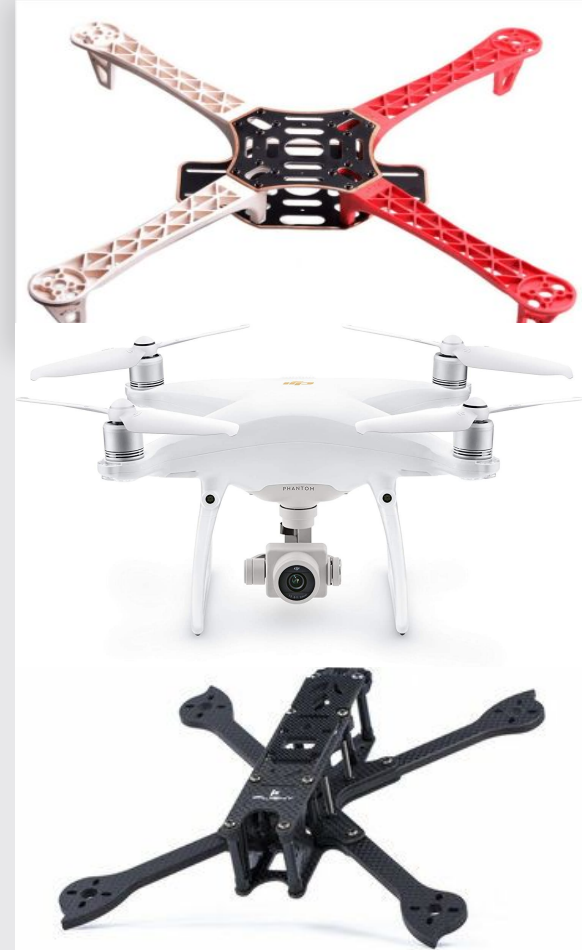
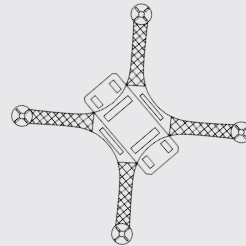
- Frame
- Hélices
- Bateria
- Regulador de tensão
- ESC
- PMB
- Motor
- Controladora de voo
- Computador embarcado
- Telemetria
- Radiocontrole
- Indicadores de posição
- Sensores



# Frame

---

- É o “esqueleto” do drone
- Onde os componentes são posicionados
- Formatos e designs variados
- Diversos materiais
  - Plásticos
  - Polímeros
  - Fibra de carbono
- Fatores
  - Peso
  - Resistência





# Hélices

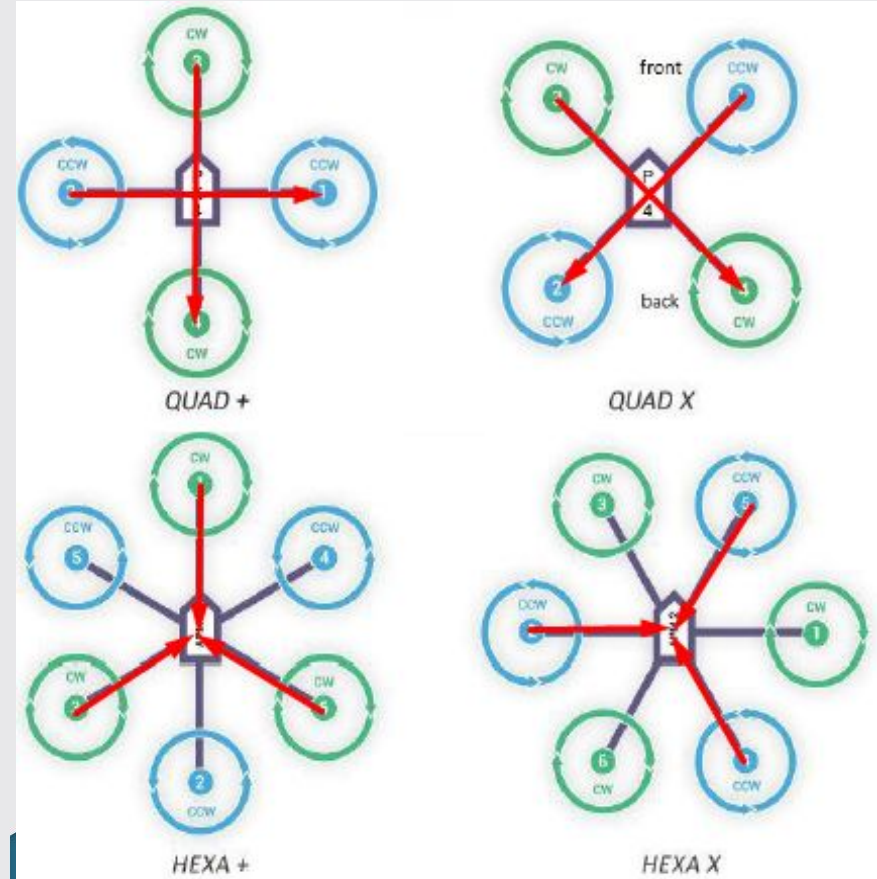
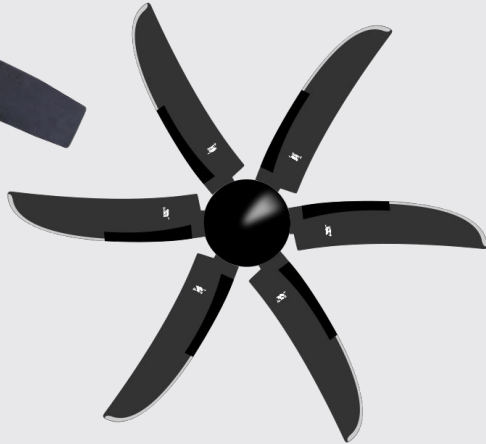


- Metade giram no sentido horário e metade no anti-horário
  - Anular Torque de Yaw
- Depende do motor escolhido
  - Possui tabelas com diferentes hélices testadas, mostrando o empuxo, consumo de corrente, etc.
- Varia com:
  - Diâmetro → Quanto menor, mais fácil sair da inércia
  - Inclinação da hélice → + inclinado → + velocidade → - autonomia

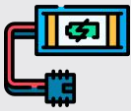


## Hélices

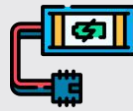
- Configuração de propulsão:
  - Payload a ser carregado pelo drone
  - Dimensões do drone
  - redundância em caso de falha de motor em voo.



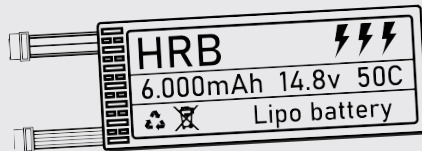


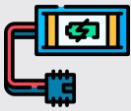


# Bateria

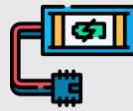


- Alimenta todos os componentes eletrônicos
- Critérios:
  - Consumo médio do drone e tempo de voo desejado
  - Material da bateria
  - Peso da bateria (geralmente é o componente mais pesado do drone) e tamanho
  - Consumo médio
  - Taxa de descarga
    - $I_{max} = C * Q$
- Um conector de potência e outro de sinal

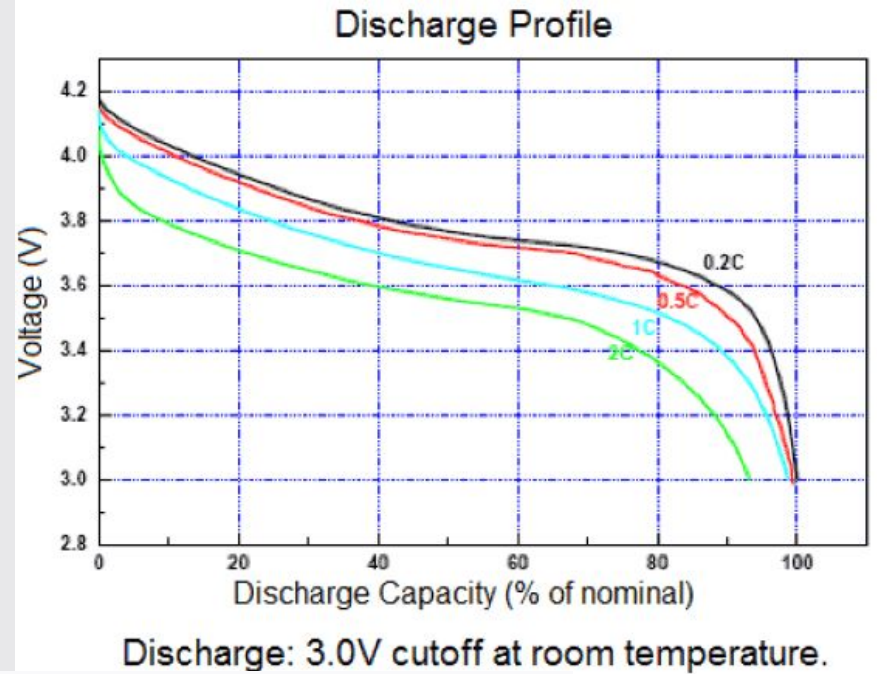
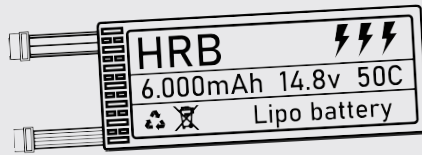




# LiPo



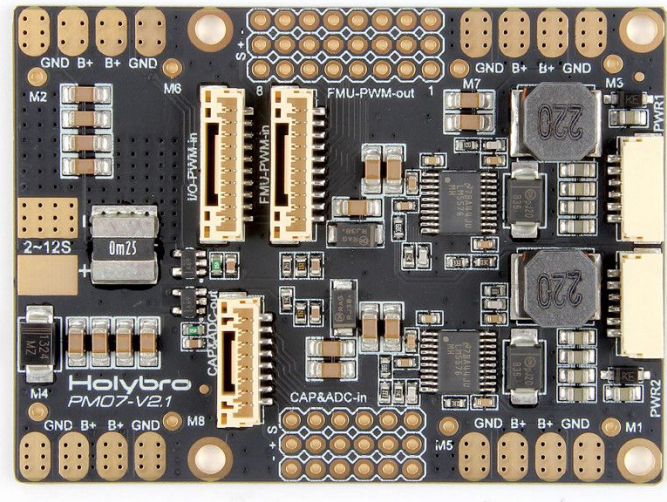
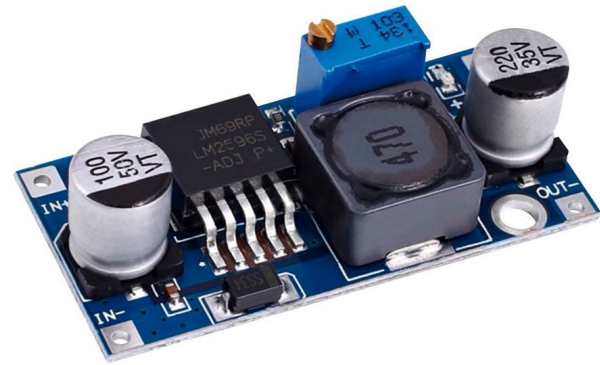
- Alta taxa de descarga
- Escolher a tensão com base na tensão de uma célula
  - 1s, 2s, 3s, 4s...
- Cuidado: Inflamável



Lipo Voltage Chart

Voltage	1S	2S	3S	4S	5S	6S
Voltage	3.7V	<a href="#">7.4V</a>	<a href="#">11.1V</a>	<a href="#">14.8V</a>	18.5V	<a href="#">22.2V</a>
Fully Charged Voltage	4.2V	8.4V	12.6V	16.8V	21V	25.2V





# Regulador de tensão e PMB



## REGULADOR DE TENSÃO

- Mantém a tensão de saída da bateria constante
- Alimenta componentes que só aceitam uma tensão específica
- UBECs -> Muito eficientes

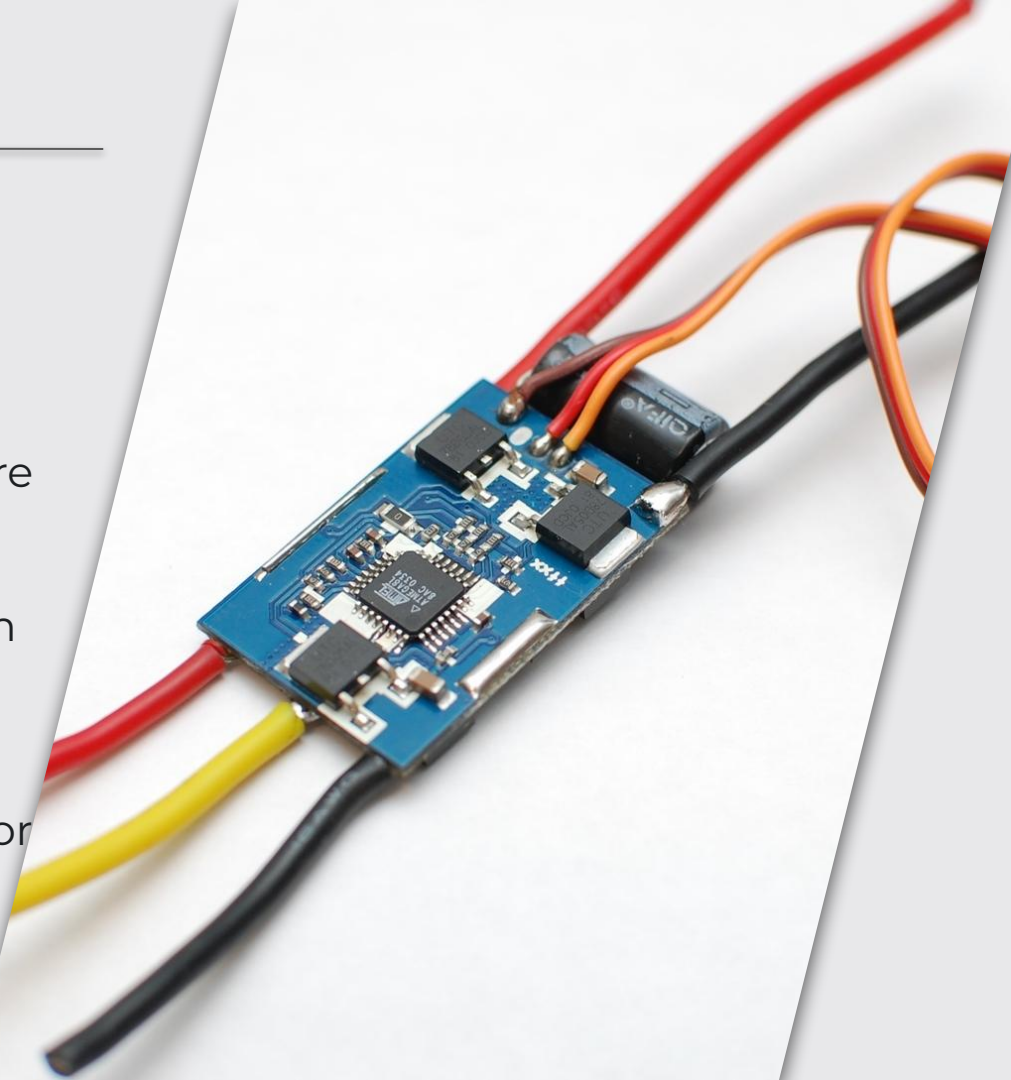
## PMB

- Power Management Board
- Medida de tensão e corrente
- Regular tensão para valores específicos
- Distribuir potência e sinal



# ESC

- Eletronic Speed Control
- Comunicação FCU - Motores
  - Recebe um sinal de PWM (Uma porcentagem) e o transforma em sinais de potência tal que o motor gire com essa porcentagem da potência máxima
- Um ESC para cada motor ou (em drones menores) um ESC para todos os motores
- Dimensionamento: Corrente máxima de consumo (valor maior ou igual)





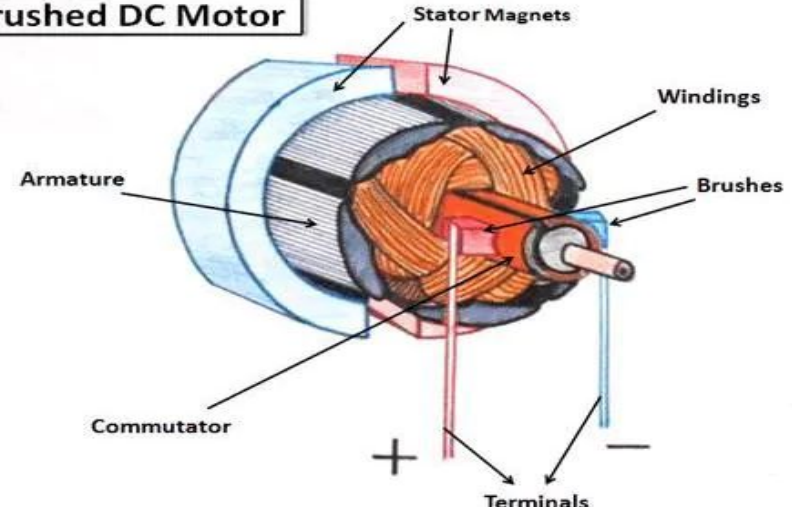
# Motores

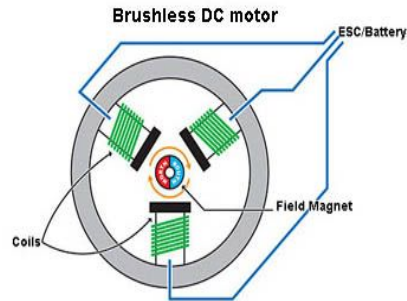
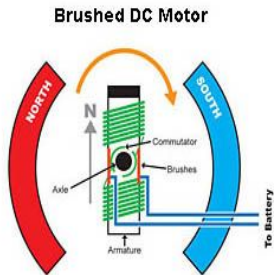


- Dimensionamento:
  - Empuxo gerado
  - Consumo de energia (médio e máximo)
  - Tamanho
  - Peso
- **Brushed:**
  - Mais barato
  - Mais fraco
  - Mais indicado em drones indoor e pequenos (exigem menos potência)

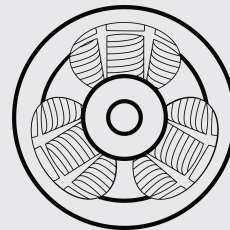


Brushed DC Motor





- **Brushless:**
  - São mais potentes
  - Mais caros
  - Atingem maiores velocidades
  - Mais eficiência
  - Mais durabilidade
  - Se possível, é a melhor escolha



# Controladora de voo e firmware

## CONTROLADORA DE VOO

- Faz o controle de estabilidade básico do drone
- Traduz o protocolo de comunicação (ex: MAVLINK) em sinais elétricos que os motores compreendem
  - Mavlink é um protocolo de comunicação muito utilizado no controle/telemetria de drones
- Dimensionamento: tamanho, conexões necessárias, potência, e firmwares compatíveis

## FIRMWARE

- É o “sistema operacional” que roda na controladora de voo
- Nem todo firmware é compatível com toda controladora de voo
- PX4, Ardupilot, LibrePilot, betaflight...

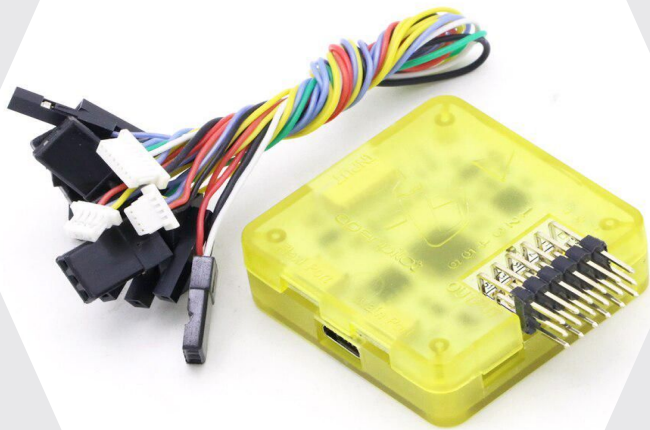


## CONTROLADORAS DE VOO

Pixhawk



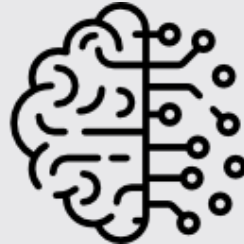
CC3D



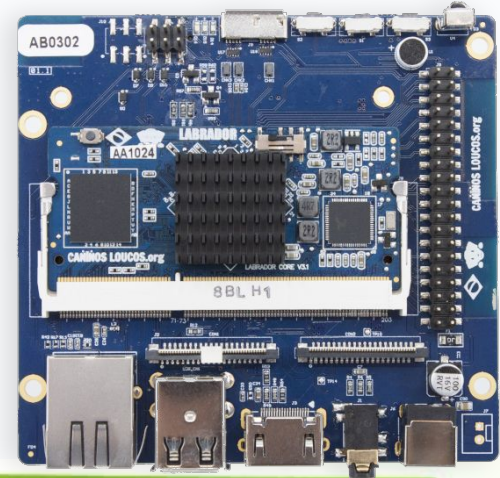


# Computador Embarcado

- Fornece a capacidade computacional para que o drone se torne **autônomo**
- Pode estar no drone (on board) ou em solo (off board)
- Dimensionamento:
  - Quantidade de RAM necessária
  - Sistema operacional
  - Visão computacional/IA
  - O consumo médio
- Foco na **CPU** ou **GPU**?
  - **CPU** → Maior poder computacional em si, processador mais forte
  - **GPU** → Maior poder gráfico
  - Depende da missão que deverá ser realizada

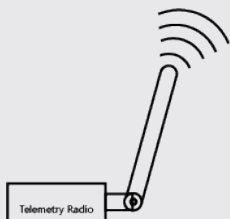


Labrador - CPU



# Telemetria

- Transmitir todas as informações sobre o drone
  - Essas informações também são transmitidas pelo protocolo Mavlink e traduzidas por uma **Ground Station** (um software, geralmente usamos a **QGroundControl**)



## Dimensionamento:

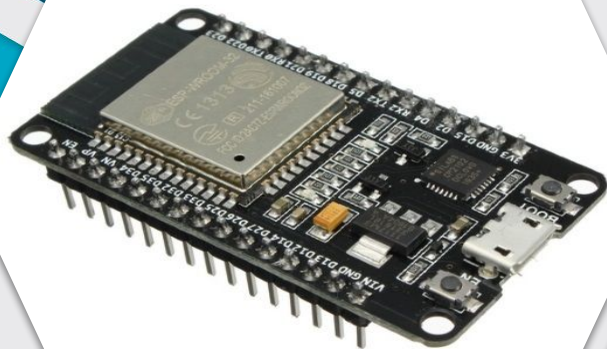
- Distância desejada
  - + Frequência - Distância
  - + Frequência + Velocidade
- Uso pretendido → evitar interferências
- Frequência permitida

## Tipos:

- Wifi
- Lora
- Rádio
- Transmissão de imagens em tempo real → FPV



## ESP32 - Wifi



## Rádio



## ESPLora - Lora

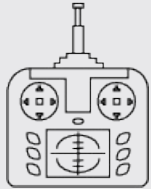


# Rádiocontrole

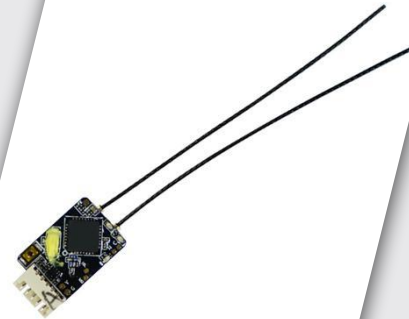
- O controle é escolhido baseado em:
  - Quantidade de canais
  - Alcance
  - Frequência
- Controle Manual



## Receptor de RC



- É escolhido de acordo com a compatibilidade do transmissor (controle), levando em conta o protocolo de comunicação e a frequência de trabalho
- Tamanho e peso
- Fica no drone
- Passa a informação para a controladora de voo



# Estimadores de posição

---

São extremamente importantes para que o drone realize voos autônomos

- GPS
- Optical Flow
- Câmera
- Tracking Camera







# GPS



- Drones **outdoor**
- Precisão necessária
  - (-) GPS (precisão métrica)
  - (+) GPS + RTK
- Estabiliza voo
- Missões autônomas



## RTK

- Além de um GPS no drone, é utilizado um tripé fixo para que ocorram cálculos de triangulação e confirmação da posição → precisão centimétrica



# Optical Flow

---

- Câmera com sensor de distância
- Estima a altura
- Estimativa de posição RELATIVA
- Recomendável a drones indoor
- Detecta movimentos
  - Utiliza features do ambiente para se localizar



# Câmera

- Câmera comum monocular
- Usada para
  - Visão Computacional
    - Identificação de objetos
  - SLAM
    - Simultaneous Localization and Mapping (forma eficaz de se localizar em ambiente sem GPS)
- Depth Camera
  - Binocular
  - Ideal para SLAM



# Câmera

---

- Uma depth camera monocular:
  - Uma ideia barata para se criar uma câmera de profundidade monocular é integrar um sensor LiDAR à câmera. A lente captura imagens 2D enquanto o sensor LiDAR captura a distância dos objetos criando uma dimensão a mais e ortogonal ao plano da câmera. O resultado é um sensor espacial 3D.



# Tracking Camera

- Tracking sensor
- Uma câmera capaz de compreender o mundo em 3D, sensor de distância, movimento, forma
- Utilizada em drones indoor
- Se assemelha a um optical flow mas é muito mais detalhado, preciso e caro.



 **REALSENSE**  
TECHNOLOGY





# (((o))) Sensores (((o)))

Outros sensores úteis

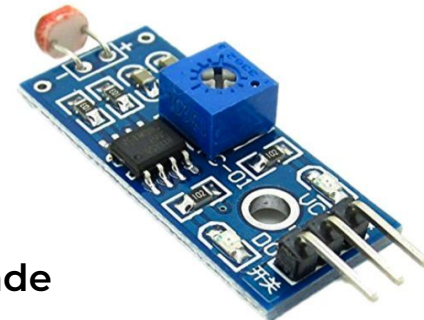
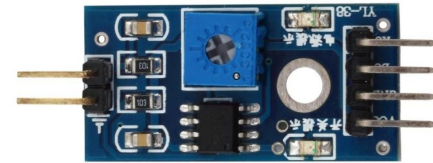
- Sensor de temperatura
- Sensor de umidade
- Atenção à **compatibilidade** desse sensor com o firmware utilizado, escrever um driver é muito trabalhoso



Sensor de temperatura



Sensor de umidade



Sensor de luminosidade



Fim

