

POLITECNICO DI TORINO

---

Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale

Tesi Magistrale

**Processor in the loop simulations  
and Code generation for  
Unmanned Aerial systems**



**Relatore:**

Prof.ssa Elisa Capello

**Co-Relatore:**

Dott. Davide Carminati

**Autore:**

Luigi Sante

---

Dicembre 2020

# Sommario

TODO : Parlare di cosa tratta la tesi

# Ringraziamenti

TODO : Scrivere i ringraziamenti

# Indice

<b>Elenco delle tabelle</b>	5
<b>Elenco delle figure</b>	6
<b>1 PX4 Autopilot</b>	7
1.1 Architettura del software . . . . .	7
1.1.1 Flight stack . . . . .	8
<b>Bibliografia</b>	11

# Elenco delle tabelle

# Elenco delle figure

1.1	Architettura del codice di PX4 Autopilot . . . . .	9
1.2	Architettura del flight stack di PX4 . . . . .	10

# Capitolo 1

## PX4 Autopilot

Il firmware utilizzato nelle simulazioni di software in the loop e processor in the loop è il PX4 Autopilot.

Questo software mette a disposizione diverse funzionalità per avere un sistema di gestione e controllo robusto è affidabile implementato in diversi tipi di sistemi. L'implementazione non è quindi specifica solo a mezzi aerei di qualsiasi configurazione, ma anche a velivoli di terra e marini. Il software è open-source è vanta del contributo di parecchi sviluppatori, dagli esperti del settore a contributi di livello accademico. Lo sviluppo open-source permette quindi di aggiungere o modificare le funzionalità messe a disposizione. Il sistema operativo sulla quale viene eseguito materialmente il codice può essere Nuttx o Linux/macOS la cui distinzione è solo nella gestione di task e thread.

Il sistema operativo Nuttx è un sistema RTOS (Real-Time Operating System) è sviluppato appositamente per implementazioni embeded. Essendo sviluppato per un contesto specifico ha tutte le caratteristiche necessarie per essere eseguito in sistemi che devono avere prestazioni migliori con poche risorse disponibili. Vengono utilizzati gli standard POSIX e ANSI. Inoltre, sono implementate funzionalità di programmazione concorrentiale per l'esecuzione di processi in parallelo. Le funzionalità del firmware vengono eseguite in questo sistema come task separati e ogni task può eseguire diversi thread. Nell'implementazione su sistemi Linux/macOS invece i moduli sono eseguiti come thread del processo principale, non c'è quindi una distinzione tra threads e tasks.

### 1.1 Architettura del software

Il firmware è principalmente suddiviso in due categorie di moduli:

- **Flight stack** : composta dalla parte che stima lo stato del sistema e il relativo controllo

- **Middleware** : composta dalle interfacce che collegano i vari moduli interni di PX4 tra di loro e verso l'esterno, con la possibilità di integrare gli hardware utilizzati.

Il sistema quindi separa le varie funzionalità in moduli separati, eseguiti in modo indipendente che scambiano i dati e comandi tra di loro e con l'esterno attraverso messaggi asincroni. Nella figura 1.1 è riportato lo schema di alto livello del software di PX4 e la sua modularità.

### 1.1.1 Flight stack

Il flight stack, mostrato in figura 1.2 è l'insieme di moduli che si occupano della stima dello stato del sistema e di tutti le funzionalità per il controllo, la guida e la navigazione. Esiste anche un modulo per interfacciarsi con il volo manuale attraverso radiocomando.

**Sensors** Da dove prende i dati? Che cosa fa? A cosa serve? Per chi lo fa?

**Position & Attitude Estimator**

**Navigator**

**Position Controller**

**Attitude & Rate Controller**

**Mixer**

**Actuator**

**RC**



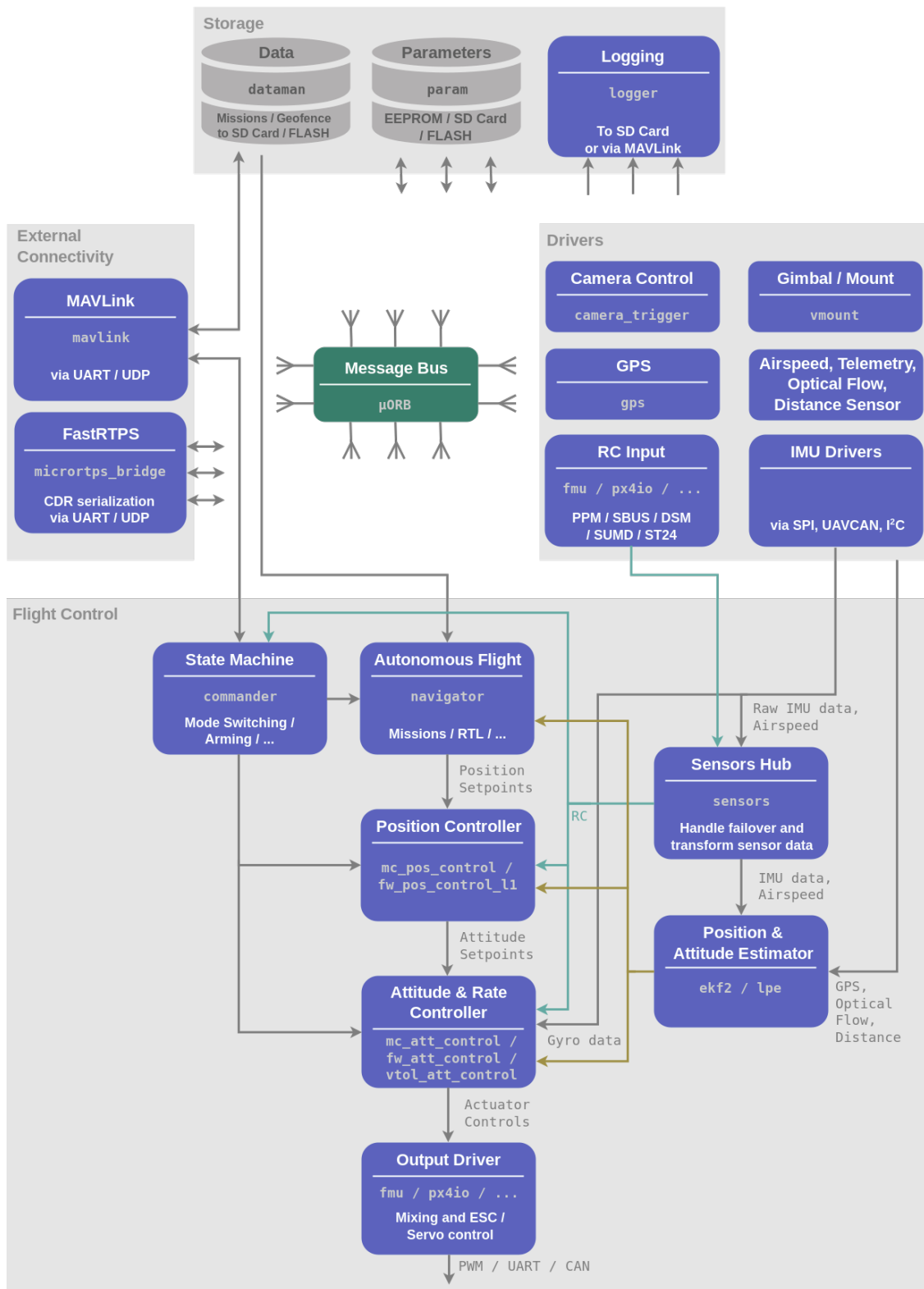


Figura 1.1. Architettura del codice di PX4 Autopilot

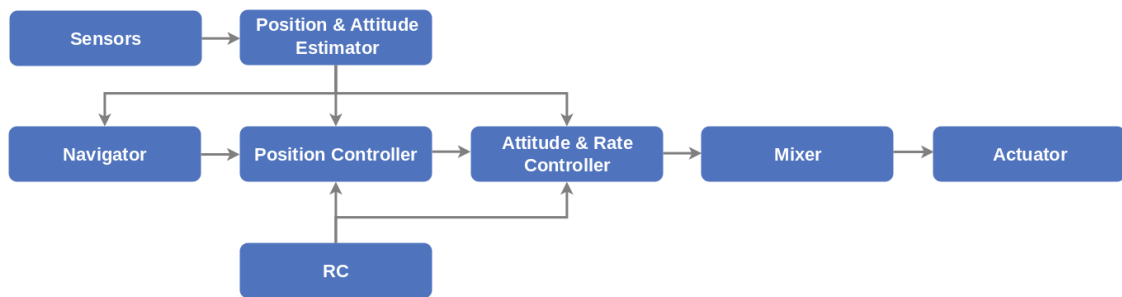


Figura 1.2. Architettura del flight stack di PX4

# Bibliografia

- [1] Davide Carminati. «Design and Testing of Indoor UAS Control Techniques». Politecnico di Torino, 2019.
- [2] *NuttX*. Wikipedia. 2020. URL: <https://it.wikipedia.org/wiki/NuttX> (visitato il 30/03/2020).
- [3] *PX4 Autopilot User Guide (1.8.2)*. PX4 Dev Team. 2020. URL: <https://docs.px4.io/v1.8.2/en/#px4-autopilot-user-guide--182> (visitato il 30/03/2020).
- [4] *PX4 Development Guide (v1.8.0)*. PX4 Dev Team. 2020. URL: <https://dev.px4.io/v1.8.0/en/index.html#px4-development-guide-v180> (visitato il 30/03/2020).
- [5] Inc. The MathWorks. *PX4 Autopilots Support from Embedded Coder*. 2020. URL: <https://it.mathworks.com/hardware-support/px4-autopilots.html> (visitato il 30/03/2020).