

«Інженер БПЛА. Базовий курс»

Модуль 2. Будова БПЛА та особливості використання

2.4. Електронна складова БПЛА

Автор: Куцька Наталія, викладачка Інженерної школи БПЛА від DreamUkraine

Вітаю! В цьому відео розглянемо електронну складову БПЛА. Обговоримо види польотних контролерів, їх відмінності та переваги. Дослідимо види акумуляторів та навчимося їх підібрати. А також розберемо регулятори обертів двигуни та ESC контролери.

Електронна складова БПЛА включає:

1. Політний контролер.
2. Акумулятор.
3. Безколекторний двигун та ESC.
4. Радіопередавачі.
5. Датчики систем оповіщення: GPS, повітряної швидкості та інші.
6. Відеосистему (аналогову або цифрову): передавач, приймач, камера, антена.

Політний контролер

Політний контролер – електронний пристрій, що керує польотом літального апарата. Термін використовується для безпілотних літальних апаратів, включаючи авіамоделі. Для пілотованих літальних апаратів зазвичай використовується термін «автопілот».

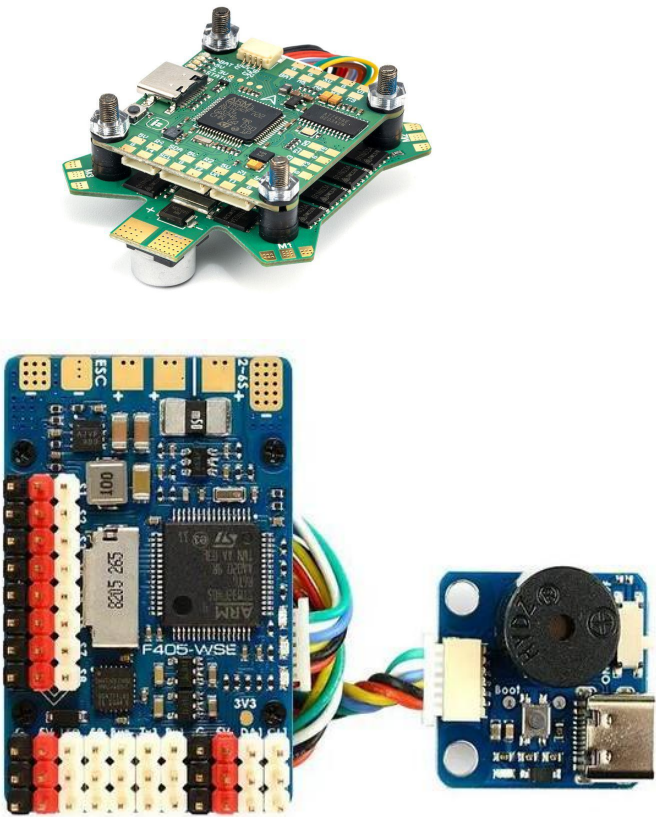
Зазвичай політний контролер отримує команди від системи радіоуправління, але може працювати і повністю автономно за заздалегідь заданим планом польоту або в режимі слідування за об'єктом. Причому режим автономного польоту зустрічається як в персональних «селфі-коптерах»? так і в серйозних апаратах військового призначення.

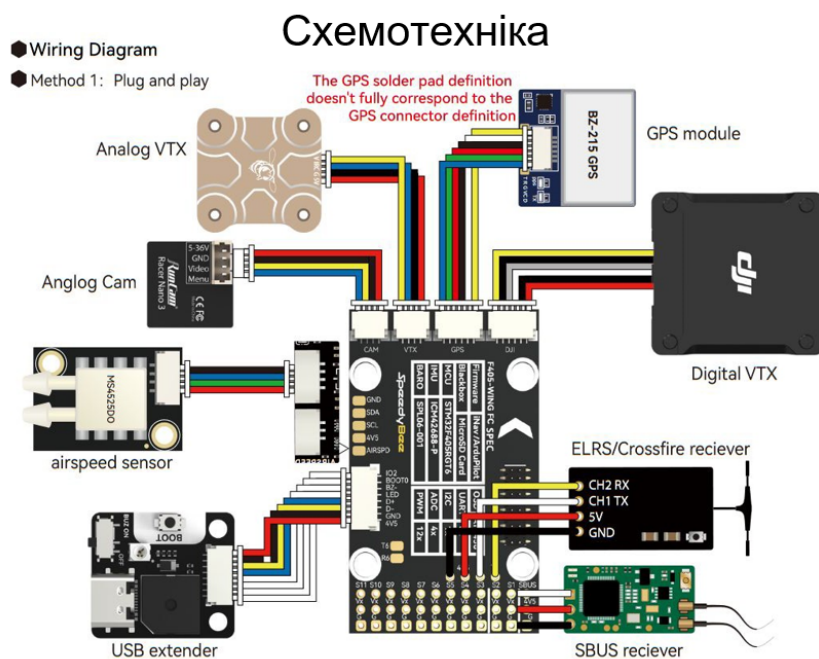
До **функцій політного контролера** відносяться:

- стабілізація апарата у повітрі за допомогою таких датчиків як гіроскоп, акселерометр, компас (зазвичай вони знаходяться на платі політного контролера);
- утримання висоти за допомогою барометричного висотоміра (барометр зазвичай вбудований в політний контролер) або за допомогою датчика GPS;
- вимірювання курсової швидкості за допомогою диференціального датчика швидкості польоту (трубка піто) або за допомогою датчика GPS;
- автоматичний політ по заздалегідь заданим точкам (Mission planner);
- передача на пульт керування поточних параметрів польоту;
- забезпечення безпеки польоту (повернення до точки зльоту при втраті сигналу, автоматична посадка, автоматичний зліт);

- зупинка перед перешкодою (для мультикоптерів) або обліт перешкод (для літаків) при наявності датчиків;
- підключення додаткової периферії: OSD (On-screen display), сервоприводи, світлодіодна індикація, реле та інше.

Види політних контролерів

<ul style="list-style-type: none"> - Для коптерів - Трикоптери [3 гвинти] - Квадрокоптери [4 гвинти] - Гексакоптери [6 гвинти] - Октакоптери [8 гвинти] - Для літаків - Крило [1-2 гвинта] - VTOL [<i>Vertical Take-Off and Landing</i>] 	
--	---



Підключення сторонніх пристроїв, таких як GPS, відеопередавач, камера, диференціальний датчик швидкості і т.д. відбувається через свої **порти**, які промарковані на платі політного контролера:

1. UART (RX/TX) Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.
2. USART(RX/TX) Universal Synchronous Asynchronous Receiver-Transmitter.
3. i2C (DA/CL або SDA/SCL) Inter-Integrated Circuit.
4. SBUS SPARC Bus.
5. CANBUS (RX/TX) Controller Area Network Bus.
6. VTX Video Transmitter.

Акумулятори

Перейдемо до наступного елементу електронної складової БПЛА – **акумуляторів**. До їх основних видів для дронів/літаків відносяться:

- Li-Po – літій полімерні.
- Li-ion – літій іонні акумулятори.

Відмінність полягає в типі електроліту. У літій полімерних (**LiPo**) акумуляторах – це спеціальний щільний полімер, насичений розчином літію, а у літій іонних (**LiIon**) – це гелеподібний або рідкий електроліт.

Переваги Li-Ion акумуляторів:

1. Тривалий термін служби.
2. Низький рівень саморозряду.
3. Швидка зарядка.
4. Відсутність ефекту пам'яті. Можуть бути заряджені в будь-який час незалежно від того, наскільки були розряджені.
5. Доступна ціна.

Недоліки Li-Ion акумуляторів:

1. Трохи менша ємність в порівнянні з літій-полімерним акумулятором.
2. Ризик перегріву та спалаху при неправильному використанні або заряді.
3. Обмежена струмовіддача.
4. Чутливість до низьких температур: не працюють добре за низьких температур, що може обмежити їх використання в деяких умовах.

Переваги Li-Po акумуляторів:

1. Можуть виготовлятися будь-якої форми і товщини.
2. Підвищений рівень безпеки (тут немає рідкого електроліту, а значить мінімізований ризик самозаймання).
3. Низький саморозряд (батарея довше залишається працездатною, навіть якщо її довгий час не заряджати).

4. Висока енергетична ємність.
5. Швидка зарядка.

Недоліки Li-Po акумуляторів:

1. Відносно невелика кількість циклів заряду/розряду в порівнянні з Li-ion.
2. Більша вартість відносно Li-ion.

Тип та ємність акумулятора потрібно вибирати, зважаючи на ряд факторів:

- вимоги щодо живлення польотного контролера 2S-6S;
- живлення ESC контролера та мотора 2S-6S;
- дальність польоту;
- вантажопідйомність конкретного літального апарата.

Основні правила безпеки, яких необхідно дотримуватися при використанні LiPo акумуляторів:

→ Номінальна напруга 3.7V. Робоча напруга – від 2.8V до 4.2V на елемент, вихід за зазначені межі НЕБЕЗПЕЧНИЙ.

→ Не плутайте полярність акумулятора при підключенні до моделі або до зарядного пристрою.

→ Не допускайте розрядження елементів нижче 2.8В на банку. Глибокий розряд призводить до незворотних ушкоджень акумулятора і створює ризик загоряння.

→ Не зберігайте акумулятор в розрядженому стані!

→ Заряджати LiPo акумулятор треба зарядним пристроєм, призначеним тільки для цього типу батарей, або універсальним.

→ Рекомендується заряджати акумулятор з використанням балансира.

→ Під час польотів не варто повністю розряджати АКБ, залиште хоча б 10% ємності.

→ Завжди від'єднуйте акумулятор від моделі після використання, щоб не допустити понаднормового розрядження елементів.

→ Завжди перевіряйте, чи роз'єми є добре ізольовані, щоб не допустити короткого замикання. При заміні роз'ємів ніколи не відрізайте обидва проводи одночасно.

Безколекторні двигуни

Продовжуємо вивчати електронну складову БПЛА. **Безколекторні, або як їх ще називають, безщіточні (вентильні) двигуни** – це електродвигуни, що складаються із ротора з магнітами постійного струму і статора з обмотками. Роль колектора виконує електронне обладнання. Як і у колекторних двигунів, момент безколекторних двигунів

прямо пропорційний току, а швидкість залежить від напруги живлення і навантажує моменту.

Однак, безколекторні електродвигуни мають незаперечну **перевагу** в порівнянні з колекторними двигунами – це відсутність частин, які можуть зношуватися, що перемикаються з контактами і т.п. і, як наслідок, високий ресурс роботи.

Основні переваги безколекторних двигунів:

- висока швидкість і динаміка, точність позиціонування;
- широкий діапазон зміни частоти обертання;
- велика перевантажувальна здатність по моменту;
- високий термін служби (ресурс електродвигуна обмежений тільки терміном служби підшипників);
- висока надійність і підвищений ресурс роботи за рахунок відсутності ковзних електричних контактів;
- високий показник ККД >90%.

ESC – електронний регулятор швидкості

Наступний елемент електронної складової БПЛА – **ESC (від англ. Electronic Speed Control)** – це складова будь-якої радіокерованої моделі на електротязі. Регулятор оборотів (або «регулятор швидкості», або «контролер», він же в народі «регуль») відповідає за плавне, без зайвих стрибків керування двигуном.

Безколекторні двигуни працюють від трифазного струму, батарея моделі видає постійний струм. Регулятор у цьому випадку працює як трансформатор та передавач енергії від батареї до мотора.

Для кожного мотору необхідний свій ESC.

Залежно від сфери застосування, **регулятори обертів можна розділити на такі групи:**

Авіарегулятори. Серед них окремо варто виділити гелікоптерні, літакові та мультикоптерні. Всі вони відрізняються конструкцією, швидким відгуком та плавністю роботи.

Авторегулятори. Їх основна особливість полягає в конструкції. Зазвичай це елементи закритого типу корпусу. Додатково вони оснащуються системою охолодження (кулером) і можливістю програмування, наприклад, для налаштування заднього ходу.

Регулятори для судомоделей. Вони мають герметичний корпус та водяне охолодження.

Гвинти (пропеллери)

Що необхідно знати про гвинти?

- яка у них довжина;
- який у них крок;
- яка площа пропелерів;
- який напрямок обертання CW / CCW;
- яка у них форма;
- скільки лопастей на кожному пропелері.

Двигуни та регулятори обертів ESC

