

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

---



# **ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**NGÀNH ĐIỆN TỬ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

**Sinh viên : Hoàng Mạnh Tiến**

**Giảng viên hướng dẫn : TS. Đoàn Hữu Chức**

**Hải Phòng -2024**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

---



**ĐỀ TÀI : NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ VÀ ĐIỀU KHIỂN  
MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY  
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

**Sinh viên thực hiện: Hoàng Mạnh Tiến**

**Giảng viên hướng dẫn: TS. Đoàn Hữu Chức**

**Hải Phòng – 2024**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

---

**NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

**Sinh viên :** Hoàng Mạnh Tiên - **MSV :** 2012102006

**Lớp :** DC 2401

**Ngành:** Điện Tự Động Công Nghiệp

**Tên đề tài :** Nghiên cứu, thiết kế và điều khiển máy bay không người lái



## CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Đoàn Hữu Chức

Học hàm, học vị : Tiến sĩ

Cơ quan công tác : Trường Đại học Thủy Lợi

Nội dung hướng dẫn:

.....  
.....  
.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày ... tháng ... năm 2023

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày ... tháng ... năm 2024

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

*Sinh viên*

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

*Giảng viên hướng dẫn*

*Hải Phòng, ngày tháng năm 2024*

**TRƯỞNG KHOA**

**Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam**

**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

**PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP**

**Họ và tên giảng viên:** Đoàn Hữu Chức

**Đơn vị công tác:** Trường Đại học Thủy Lợi

**Họ và tên sinh viên:** Hoàng Mạnh Tiến

**Chuyên ngành:** Điện Tự Động Công Nghiệp

**Nội dung hướng dẫn :** Toàn bộ đề tài

**1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp**

.....  
.....  
.....  
.....

**2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận ( so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu... )**

.....  
.....  
.....

**3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp**

Được bảo vệ  Không được bảo vệ  Điểm hướng dẫn

*Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2024*

**Giảng viên hướng dẫn**

( ký và ghi rõ họ tên)

**Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam**

**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

-----

**PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN**

Họ và tên giảng viên .....

Đơn vị công tác:.....

Họ và tên sinh viên: ..... Chuyên ngành:.....

Đề tài tốt nghiệp: .....

.....

**1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện**

.....  
.....  
.....  
.....

**2. Những mặt còn hạn chế**

.....  
.....  
.....  
.....

**3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện**

Được bảo vệ  Không được bảo vệ  Điểm phản biện

*Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2024*

**Giảng viên chấm phản biện**

( ký và ghi rõ họ tên)

## MỤC LỤC

MỞ ĐẦU .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
□ Lý do chọn đề tài: .....	11
□ Mục đích nghiên cứu : .....	12
□ Nội dung nghiên cứu : .....	12
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI.....	13
(UAV- Unmanned Aerial Vehicle).....	13
1.1. Giới thiệu chung .....	13
1.1.1. Lịch sử phát triển.....	13
1.1.2. Phân loại UAV .....	15
1.1.3. Vai trò và khả năng ứng dụng .....	15
Quân sự.....	16
Phi quân sự .....	16
1.2. Cấu trúc của hệ thống UAV .....	16
1.2.1. Bộ xử lý trung tâm.....	17
1.2.2. Hệ thống cảm biến.....	18
1.3. Giới thiệu về UAV cánh bằng .....	18
1.3.1. Cấu tạo của máy bay cánh bằng .....	19
1.3.2. Nguyên lý hoạt động của máy bay cánh bằng .....	20
a) Kênh ga (Throttle) .....	21
b) Kênh cánh lái đuôi Elevator (Kênh đảm nhận điều khiển cánh phụ).....	22
c) Kênh cánh lái đuôi đứng (Rudder) .....	23
d) Kênh cánh liệng (Aileron) .....	24
CHƯƠNG 2. TÌM HIỂU VỀ MÁY BAY CÁNH BẰNG D-96 .....	26
2.1. Tổng quan về máy bay D-96 .....	26
2.1.1. Thân máy bay .....	26
a) Chức năng.....	26
b) Cấu tạo.....	26
2.1.2. Cánh máy bay .....	27
a) Chức năng.....	27
b) Cấu tạo.....	27
Các thông số hình học của cánh.....	27
2.1.3. Đuôi máy bay .....	28



a) Đuôi đứng.....	29
□ Cấu tạo.....	29
b) Đuôi ngang .....	29
□ Cấu tạo.....	29
2.1.4. Các cánh lái điều khiển.....	30
a) Cánh liệng.....	30
□ Cấu tạo.....	30
b) Cánh lái hướng .....	30
□ Cấu tạo.....	30
c) Cánh lái độ cao .....	30
□ Cấu tạo.....	31
2.1.5. Càng máy bay .....	31
a) Chức năng.....	31
b) Cấu tạo càng trước .....	31
Càng sau .....	32
2.1.6. Thiết bị động lực .....	33
a) Chức năng.....	33
b) Cấu tạo.....	33
Cánh quạt.....	33
2.1.7. Hệ thống nhiên liệu.....	34
Chương 3. Chế tạo và điều khiển máy bay không người lái.....	35
3.1. Chế tạo máy bay RC D-96:.....	35
3.2. Điều khiển máy bay không người lái:.....	39
3.3. Khói nguồn .....	42
3.4. Mở rộng vùng bay :.....	43
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....	45
□ Kết quả đề tài.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
□ Các hướng phát triển đề tài:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	- 46 -

## *Lời cảm ơn*

Sau 3 tháng tìm hiểu nghiên cứu và được sự hướng dẫn tận tình của thầy Đoàn Hữu Chúc em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài : **“Nghiên cứu, thiết kế và điều khiển máy bay không người lái”** đúng thời gian quy định. Tuy nhiên do kiến thức còn hạn hẹp nên không thể tránh khỏi những sai sót trong quá trình làm.

Vì vậy em mong các thầy cũng như các bạn trong lớp góp ý để đề tài của em được hoàn hảo hơn

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo TS.Đoàn Hữu Chúc đã tận tình hướng dẫn giúp đỡ em để em hoàn thành đồ án này. Trong thời gian học tập tại trường em xin chân thành cảm ơn tất cả các thầy cô giáo trong bộ môn Điện- Điện Tử đã dạy dỗ em để em có được kiến thức như ngày hôm nay. Đó là nền tảng cơ bản giúp em thực hiện đồ án tốt nghiệp cũng như là cho công việc sau này.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy !

Hải phòng , ngày tháng năm 2024  
Sinh viên thực hiện

## MỞ ĐẦU

### ➤ Lý do chọn đề tài:

Ngày nay, các nghiên cứu và phát triển thiết bị bay không người lái đang rất phát triển trong các trường Đại học, Viện nghiên cứu như: Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Viện nghiên cứu hàng không vũ trụ, Tập đoàn Viettel, Quân chủng Phòng Không – Không Quân... Máy bay không người lái (MBKML) đang được sử dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực kinh tế - xã hội, đặc biệt trong lĩnh vực quân sự - Quốc phòng. Bên cạnh ưu thế trong việc thực hiện các nhiệm vụ nguy hiểm, hạn chế tổn thất về con người, MBKML còn có các ưu điểm mà các loại phương tiện khác không có như: kích thước và tiếng ồn thấp, khó bị phát hiện, triển khai và thu hồi nhanh, đặc biệt có thể tự biến thể từ trinh sát thành một đơn vị tác chiến độc lập với tầm tác chiến hàng trăm kilomet.

Tại Viện Kỹ thuật Phòng Không - Không Quân, MBKML được chế tạo ngoài nhiệm vụ trinh sát còn được chế tạo làm mục tiêu bay phục vụ bắn và diễn tập cho các loại khí tài thuộc biên chế của Quân chủng nói riêng và Bộ Quốc phòng nói chung. Tính đa dạng của các loại khí tài và việc đưa vào trang bị những loại khí tài mới như Su-30MK2, tên lửa Spider, các chiến hạm... đặt ra yêu cầu liên tục nghiên cứu phát triển các mẫu MBKML mới, đa dạng về tính năng, hoàn chỉnh về khí động, kết cấu và điều khiển. Nhu cầu này đi kèm với một quy trình khoa học, có tính hệ thống cao nhằm làm giảm thời gian nghiên cứu, chi phí rủi ro trong quá trình thử nghiệm và đặc biệt hơn là nguyên tắc an toàn trong việc thử nghiệm kỹ thuật Hàng không.

Xuất phát từ tình hình thực tế, là một quân nhân trong Quân đội làm việc trong lĩnh vực MBKML, được học tập và lĩnh hội kiến thức tại trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng, với mong muốn học hỏi nâng cao về kiến thức chuyên môn phục vụ công việc thực tế của đơn vị và được sự đồng ý của thầy giáo hướng dẫn TS. Đoàn Hữu Chức, em đã chọn đề tài ***“Nghiên cứu thiết kế hệ thống điều khiển trên thiết bị bay không người lái UAV”***.

➤ **Mục đích nghiên cứu :**

Với ý tưởng và mong muốn được áp dụng các kiến thức đã học được tại trường để học hỏi và tiếp cận với các công nghệ đã có tại đơn vị, làm cơ sở tiếp cận các công nghệ tiên tiến của các nước trên thế giới, góp phần tích cực vào công tác nghiên cứu phát triển của đơn vị. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu chủ yếu là hướng tới lĩnh vực MBKNL trong nước và dần tiếp cận với công nghệ MBKNL trên thế giới.

➤ **Nội dung nghiên cứu :**

- Chương 1: Tìm hiểu tổng quan về thiết bị bay không người lái, cấu tạo các thành phần, nguyên lý hoạt động của UAV cánh bằng.
- Chương 2: Tìm hiểu về máy bay D-96, khảo sát động học và động lực học của máy bay D-96.
- Chương 3: Thiết kế hệ thống điều khiển trên thiết bị bay không người lái.

# **Chương 1. TỔNG QUAN VỀ THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI**

## **(UAV- Unmanned Aerial Vehicle)**

### **1.1. Giới thiệu chung**

#### **1.1.1. Lịch sử phát triển**

UAV là tên gọi chỉ chung cho các loại máy bay mà không có phi công ở buồng lái và được điều khiển từ xa từ trung tâm. UAV có thể có nhiều hình dạng, kích thước và phục vụ nhiều mục đích khác nhau. Từ khi ra đời đến nay UAV đã được sử dụng phổ biến trong quân sự, chúng được sử dụng cho các nhiệm vụ huấn luyện, trinh sát, thông tin, tác chiến điện tử, và thậm chí trực tiếp tham gia chiến đấu. Còn trong các lĩnh vực khác, UAV được sử dụng trong các nhiệm vụ như giám sát bờ biển, chống buôn lậu, kiểm soát môi trường, hay đánh giá sản lượng nông sản. Phương tiện bay không người lái được nghiên cứu, phát triển từ thế chiến lần thứ nhất, thiết bị đầu tiên được biết đến là Aerial Torpedoes. Tiếp đó, ngày 12/09/1916 máy bay tự động Hewitt-Sperry, còn được gọi là “Flying Bomb” được thử nghiệm thành công. Năm 1917, các máy bay tự động đã được quân đội Mỹ phát triển và sử dụng, đây chính là tiền đề mở ra những hướng nghiên cứu và phát triển các mô hình máy bay tự động sau này.

Trong những năm 1930, quân đội Anh với khả năng về khoa học kỹ thuật vượt trội đã chú trọng nghiên cứu và phát triển các phương tiện bay tự động. Trước hết là những máy bay điều khiển bằng vô tuyến để hiệu chỉnh súng pháo phòng không, điển hình trong số đó là mục tiêu bay “Fairey Queen” phát triển từ thủy phi cơ “Fairey III F”. Bước phát triển tiếp theo là mục tiêu bay “DH82 Queen Bee” ra đời năm 1935.

Hiện nay, quân đội Mỹ cũng phát triển hàng loạt các loại máy bay điều khiển vô tuyến. Nổi bật nhất là các sản phẩm của Reginal Denny (một người Anh di cư) như RP-1, RP-2, RP-3, RP-4, và đặc biệt nhất là máy bay điều khiển vô tuyến OQ-2 được quân đội Mỹ đặt hàng 15000 chiếc vào năm 1940.

Bước đột phá diễn ra trong chiến tranh thế giới lần thứ II khi quân đội Mỹ sử dụng những chiếc máy bay điều khiển vô tuyến TDR-1 mang theo bom và ngư lôi tấn công các tàu của hải quân Nhật đang rời khỏi quần đảo Solomon. Cũng trong cuộc chiến này không quân Mỹ (USAAF - the US Army Air Forces) đã sử dụng hàng trăm mục tiêu bay loại PQ-8, hàng ngàn loại PQ-14 và rất nhiều máy bay B-7, B-24... Thời gian này cũng đánh dấu sự ra đời của các loại UAV sử dụng động cơ phản lực Pulsejet, điển hình là loại mục tiêu T2D-1 Katydid được sử dụng trong Hải quân Mỹ.

Chiến tranh thế giới lần thứ II kết thúc, những nghiên cứu trong lĩnh vực UAV không ngừng lại mà còn có những bước phát triển mới theo đòi hỏi của cuộc chạy đua vũ trang. Việc sử dụng UAV làm mồi bẫy bắt đầu từ những năm 1950, điển hình là các sản phẩm của hãng Northrop Crossbow. Để theo kịp tốc độ của máy bay chiến đấu với tốc độ vượt âm thanh, hãng Northrop đã thiết kế ra loại Q-4 với động cơ phản lực tua - bin, sau phát triển thành AQM-35 với động cơ phản lực tua bin GE J85.

UAV được sử dụng cho nhiệm vụ do thám, tình báo vào cuối những năm 50. Đi đầu trong lĩnh vực này lại là quân đội Mỹ với UAV “Aerojet- General MQM-58 Oversere” được trang bị các loại sensor trinh sát hết sức tinh vi. Từ đó, hướng nghiên cứu này ngày càng phát triển, đồng thời rất nhiều UAV làm nhiệm vụ giám sát, tình báo được quân đội Mỹ đưa vào sử dụng. Điển hình là loại Model 147 Lighting Gug và Model 154 của Ryan, Compass Copes của Boeing, D21 của Lockheed ... được sử dụng trong chiến tranh Việt Nam, Trung Quốc và Bắc Triều Tiên vào những năm 1960 và đầu 1970. Cũng trong thời kỳ này, Liên Xô

đã nghiên cứu và phát triển thành công nhiều loại máy bay do thám, trinh sát chống lại hoạt động của quân đội Mỹ và đồng minh.

Qua quá trình phát triển lâu dài, ngày nay UAV đã chiếm một vị trí và vai trò rất quan trọng trong nhiều lĩnh vực mà đặc biệt là trong lĩnh vực quân sự là không thể thay thế. Những bước tiến về khoa học công nghệ đã góp phần đáng kể vào việc hoàn thiện công nghệ chế tạo UAV.

### **1.1.2. Phân loại UAV**

Có nhiều cách phân loại UAV khác nhau nhưng có một số cách chủ yếu sau: Phân loại theo phương pháp bay của UAV có các loại: trực thăng, cánh bằng.

Phân loại theo loại động cơ sử dụng: động cơ phản lực, động cơ pit-tông, động cơ điện...

Phân loại theo nhiên liệu sử dụng: xăng, dầu, cò, ắc quy....

Phân loại theo cách thức vận hành có thể chia thành các loại là máy bay tự hành (hiện ít xuất hiện trong thực tế vì các lý do an toàn), máy bay điều khiển từ xa (xuất hiện phổ biến hơn) hoặc kết hợp cả hai.

### **1.1.3. Vai trò và khả năng ứng dụng**

Hệ thống UAV có những ưu điểm vượt trội trong lĩnh vực quân sự như:

Không cần phi công điều khiển trực tiếp trong buồng lái, do đó giảm thiểu thương vong, giảm chi phí đào tạo, có thể bay liên tục trong nhiều giờ trong các trường hợp khẩn cấp.

UAV dễ dàng thay đổi đường bay do đó khó bị đánh chặn hơn các tên lửa hành trình, đồng thời có thể hoạt động ở các địa hình phức tạp.

Với ưu thế kích thước nhỏ, khó bị phát hiện, UAV có thể hoạt động ở những vùng nguy hiểm, xâm nhập vào không phận để trinh sát và theo dõi đối phương, thậm chí có thể trực tiếp tấn công các mục tiêu khi cần thiết.

Trong lĩnh vực khác, UAV cũng thể hiện ưu điểm với khả năng tự hành, nhiều kích thước khác nhau, thích hợp với môi trường khắc nghiệt, nguy hiểm mà con người không thể tới được.

Tuy nhiên, nhược điểm của UAV là: giá thành cao, đòi hỏi hàm lượng kiến thức về khoa học – kỹ thuật cao trong quá trình chế tạo.

Với những ưu thế trên, UAV được ứng dụng trong cả quân sự và phi quân sự:

### **Quân sự**

- Bay giám sát, hỗ trợ lực lượng mặt đất.
- Theo dõi mục tiêu trên không, truyền hình ảnh video trực tiếp về căn cứ.
- Tiêu diệt mục tiêu (với các chiếc UAV được gắn vũ khí).
- Công tác huấn luyện bay.
- Rà soát, phát hiện, hỗ trợ tháo gỡ bom mìn (Lào đang áp dụng).

### **Phi quân sự**

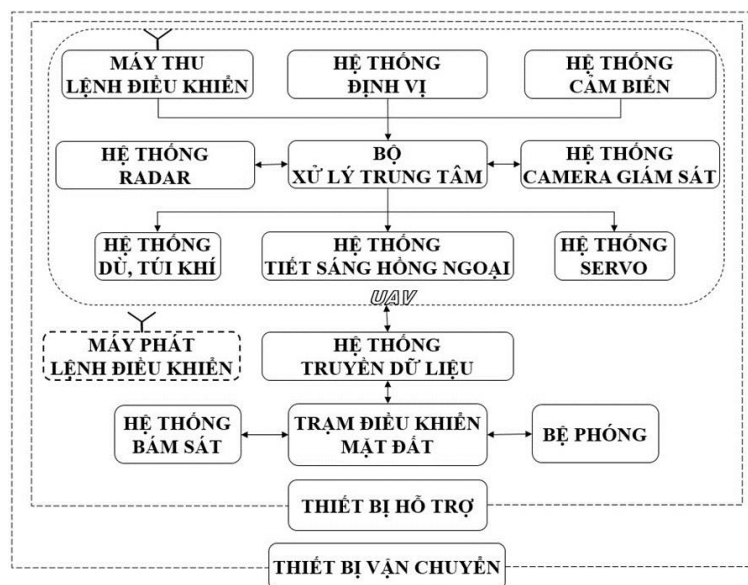
- Phục vụ giao hàng tận nơi.
- Dự báo thời tiết, thu thập thông tin khí tượng (NASA và cơ quan thời tiết Hoa Kỳ đã sử dụng).
- Hỗ trợ quay phim, chụp ảnh từ trên không.
- Xây dựng bản đồ, nhất là bản đồ 3D (dùng các hệ thống quét laser như LIDAR).
- Bảo vệ động vật hoang dã (một vài khu bảo tồn tại Mỹ và Sumatra, Indonesia đã bắt đầu áp dụng).
- Dùng trong nông nghiệp (rải phân bón, thuốc trừ sâu...).
- Công tác tìm kiếm, cứu nạn.

## **1.2. Cấu trúc của hệ thống UAV**

Một hệ thống UAV hoàn chỉnh thông thường bao gồm các thành phần chính như: UAV, máy phát lệnh điều khiển (TX), hệ thống truyền dữ liệu (Data link),



trạm điều khiển mặt đất (GCS), hệ thống bám sát (Auto tracker), bộ phóng, các thiết bị hỗ trợ, các thiết bị vận chuyên...được trình bày trên Hình 1.1:



Hình 1.1: Sơ đồ cấu trúc hệ thống UAV

### 1.2.1. Bộ xử lý trung tâm

Có thể nói đây là bộ não của UAV giữ vai trò điều khiển toàn bộ hoạt động của UAV, quản lý toàn bộ hành trình bay, các tham số tức thời của UAV, tọa độ, trạng thái hoạt động của UAV, thực hiện chức năng của các bộ điều khiển UAV theo các thuật toán điều khiển nó tiếp nhận, xử lý và tính toán mọi lệnh điều khiển từ trạm điều khiển mặt đất, mọi thông tin dữ liệu từ các hệ thống: Cảm biến, Radar, Camera giám sát rồi từ đó đưa ra các lệnh điều khiển đến các cơ cấu chấp hành để UAV bay theo đúng quỹ đạo đặt trước, hoặc theo đúng tín hiệu điều khiển của trạm mặt đất. Phần trung tâm của hệ thống điện tập chung chủ yếu tại “Bộ xử lý trung tâm”, đây là nơi nhận, xử lý các tín hiệu và xuất ra các lệnh điều khiển đến mọi cơ cấu chấp hành. Sau khi nhận được các tín hiệu báo về, “Bộ xử lý trung tâm” sẽ tính toán, xử lý các tín hiệu này và đưa ra các lệnh điều khiển đến các cơ cấu chấp hành theo từng chế độ và theo chương trình cài đặt trước. Các tín hiệu nhận được bao gồm: Tín hiệu từ mạch điều khiển động

cơ (ECU- Electronic Control Unit), tín hiệu từ “Máy thu lệnh điều khiển”, tín hiệu từ “Thiết bị truyền số liệu”, tín hiệu từ “Thiết bị định vị vệ tinh”.

### **1.2.2. Hệ thống cảm biến**

Giống như cơ thể con người, hệ thống cảm biến là các giác quan của UAV có chức năng cảm nhận, đo đạc các tham số cần thiết rồi truyền dữ liệu về cho bộ xử lý trung tâm xử lý. Hệ thống cảm biến phản ánh các tham số động học của UAV như tốc độ góc các trục, tốc độ không khí, tốc độ leo, hướng bay... và các tham số làm việc khác của UAV như tốc độ vòng quay động cơ, mức nhiên liệu, chỉ số các nguồn cung cấp... Các loại cảm biến cơ bản của UAV gồm: Cảm biến gia tốc, cảm biến góc quay (IMU- Inertial Measurement Unit), cảm biến khí áp, cảm biến nhiệt độ... IMU là loại cảm biến rất quan trọng quyết định trạng thái bay của UAV. Trước hết, một module IMU sẽ bao gồm hai cảm biến: cảm biến gia tốc (accelerometer) và cảm biến quay (gyroscope):

Accelerometer (gọi tắt là accel): Là một cảm biến đo gia tốc của bản thân module và thường sẽ có 3 trục xyz ứng với 3 chiều không gian (loại 1 và 2 trục ít dùng). Lưu ý là accel đo cả gia tốc của trọng lực nên giá trị thực khi đo sẽ bao gồm cả trọng lực. Accel luôn có offset trên mỗi trục làm cho giá trị đo được thường lệch đi so với thực tế một chút. Ngoài ra, giá trị đó được theo accel thường khá nhiều khiến cho việc đọc dữ liệu trở nên khó khăn.

Gyroscope (gọi tắt là gyro): Là một loại cảm biến đo tốc độ quay của nó quanh một trục. Tương tự với accel, gyro cũng thường có 3 trục xyz. Cũng như accel, gyro cũng có offset (hay còn gọi là bias) làm lệch các giá trị đo.

Một vấn đề khác nữa có thể gặp phải của gyro là drift, có nghĩa là bias cũng thay đổi chậm theo thời gian. Dù vậy, điểm cộng là gyro lại ít bị nhiễu hơn accel. Một module IMU đầy đủ sẽ được gọi là 6-DOF (6 Degrees Of Freedom) tức là 6 trục độc lập (3 của accel và 3 của gyro).

## **1.3. Giới thiệu về UAV cánh bằng**

Để nghiên cứu và thiết kế bộ điều khiển MBKNL, người nghiên cứu cần nắm vững được đối tượng điều khiển, đây là một phần tạo tiền đề nghiên cứu cho các phần tiếp theo. Trong mục này sẽ giới thiệu tổng quan về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của đối tượng điều khiển sẽ được áp dụng để thiết kế bộ

điều khiển, đó là máy bay cánh bằng D-96 do Viện kỹ thuật PK-KQ đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công.

### **1.3.1. Cấu tạo của máy bay cánh bằng**

Máy bay cánh bằng hay còn gọi là máy bay cánh cố định. Chúng được cấu tạo bởi các thành phần như sau:

**Cánh chính:** Đây là thành phần rất quan trọng của máy bay, cánh chính có chức năng là tạo lực nâng để cân bằng với trọng lực của máy bay khi bay. Trên cánh chính thường bố trí hai cánh lái liệng phần đầu hai mút cánh. Cánh lái liệng có chức năng tạo chuyển động quay quanh trục dọc máy bay, giúp máy bay đổi hướng chuyển động.

**Thân:** Là thành phần để ghép nối các bộ phận của máy bay như cánh, đuôi, động cơ, càn... đồng thời là nơi để chứa nhiên liệu, các hệ thống điện - điện tử, và các trang thiết bị khác. Thân máy bay thường được chia làm các khoang công tác khác nhau với mục đích tăng cường độ cứng và độ bền cho thân và để ngăn cách nhiên liệu với các khoang lắp trang thiết bị khác trên máy bay.

**Đuôi máy bay:** Đuôi máy bay có chức năng ổn định và điều khiển máy bay.

Đuôi máy bay gồm đuôi đứng và đuôi ngang.

- Đuôi đứng: Được cấu tạo bởi hai thành phần là phần cố định (tám ổn định hướng) có chức năng ổn định hướng bay cho máy bay và phần chuyển động là cánh lái hướng có chức năng điều khiển hướng cho máy bay.

- Đuôi ngang: Được cấu tạo bởi hai thành phần là phần cố định (tám ổn định ngang) có chức năng giữ ổn định ngang cho máy bay và phần chuyển động là cánh lái độ cao.

Hệ thống càn gồm càn trước và càn sau:

- Càn trước gồm 1 bánh, 1 trụ càn được liên kết với thân bằng liên kết 5 bậc tự do, càn trước còn 1 bậc tự do (1 khả năng chuyển động) đó là chuyển động quay quanh trụ càn dùng để lái hướng máy bay khi máy bay lặn

hoặc chạy trên đường băng.

- Càng sau: hai trụ càng được chế tạo liền khối được liên kết cố định 6 bậc tự do với thân, hai bên trụ càng là hai bánh giúp máy bay di chuyển trên đường băng.

Hệ thống động lực: gồm motor và cánh quạt có chức năng tạo lực đẩy thẳng lực cản của máy bay trong khi bay.

Hệ thống nhiên liệu: cell pin dùng để cấp nhiên liệu cho động cơ.

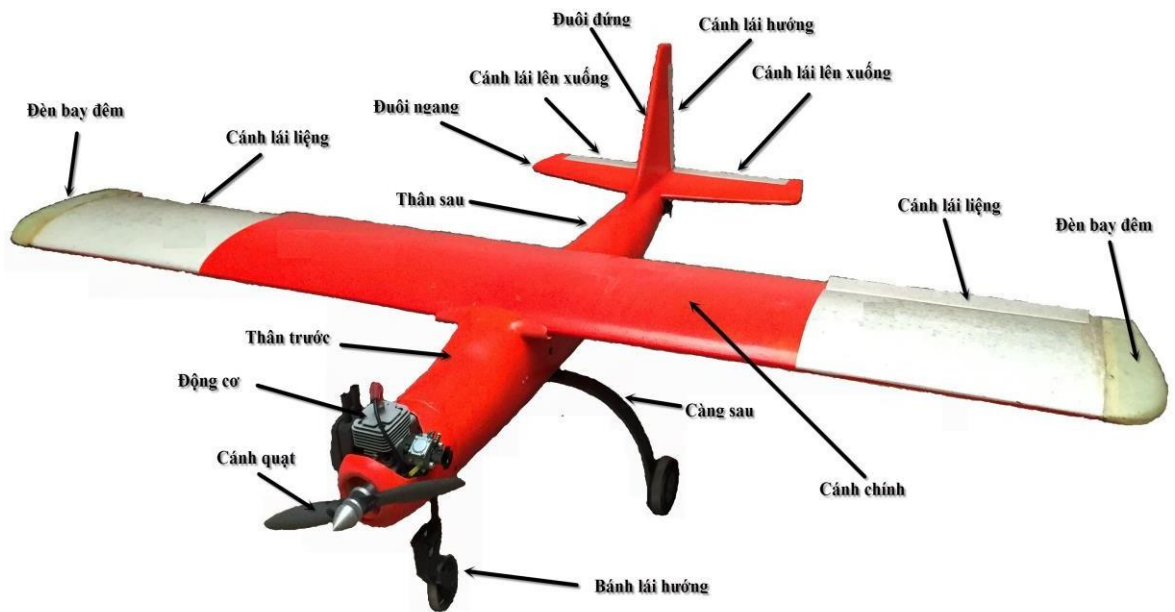
### **1.3.2. Nguyên lý hoạt động của máy bay cánh bằng**

Để máy bay có thể bay được và cân bằng trong không trung thì:

- Lực đẩy phải cân bằng với lực cản của máy bay. Lực đẩy được tạo ra bởi động cơ và cánh quạt của máy bay, còn lực cản của máy bay chính là lực cản khí động sinh ra khi máy bay chuyển động trong không trung.

- Lực nâng của máy bay phải cân bằng với trọng lực của máy bay.

Trên thực tế, hầu hết các loại máy bay thì lực nâng của máy bay chủ yếu do cánh chính tạo nên. Nguyên lý tạo lực nâng của cánh cụ thể như sau: Khi dòng khí chuyển động quanh profil cánh, dẫn đến sự chênh lệch áp suất giữa hai mặt trên và mặt dưới của cánh. Sự chênh lệch áp này sẽ tạo cho cánh có lực nâng.



*Hình 1.2: Cấu tạo máy bay cánh bằng D-96*

Để điều khiển chuyển động của máy bay cánh bằng người thường sử dụng 4 kênh điều khiển sau:

Kênh Throttle: Kênh ga điều khiển tốc độ máy

bay; Kênh Elevator: Điều khiển máy bay lên

xuống; Kênh Aileron: Điều khiển cánh liệng;

Kênh Rudder: Điều khiển cánh lái hướng và càng trước.

#### **a) Kênh ga (Throttle)**

Kênh đảm nhiệm việc tăng/giảm ga (có thể là động cơ điện hay động cơ nổ như Hình 1.3 và Hình 1.4). Đối với loại dùng động cơ máy nổ việc tăng hay giảm tốc độ và công suất hoạt động của động cơ thông qua 1 Servo. Servo này sẽ có nhiệm vụ kéo đẩy cần ga. Việc này tương tự khi ta tăng hay giảm ga của một chiếc xe máy. Lỗ thông gió càng mở lớn thì máy sẽ hoạt động càng mạnh. Đối với loại dùng động cơ điện việc tăng hay giảm hoạt động của động cơ sẽ thông qua 1 mạch điều tốc (Electric Speed Control).



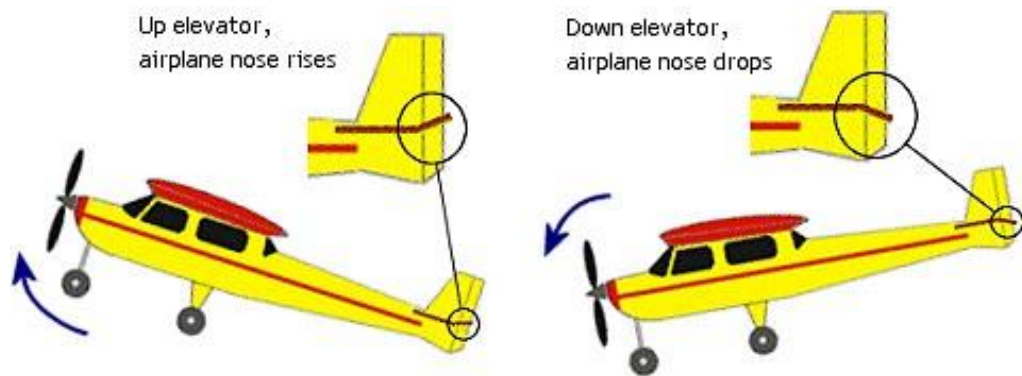
*Hình 1.3: Động cơ máy nổ*



*Hình 1.4: Động cơ điện*

**b) Kênh cánh lái đuôi Elevator (Kênh đảm nhận điều khiển cánh phụ)**

Là kênh điều khiển độ cao giúp máy bay tăng hoặc giảm độ cao theo mong muốn. Khi cánh lái độ cao được nâng lên thì toàn bộ không khí sẽ tác động vào phần đuôi, đẩy đuôi máy bay xuống, nhờ đó mà đầu máy bay được ngóc lên. Và ngược lại khi đuôi ngang được hạ xuống phần gió sẽ đẩy đuôi máy bay đi lên làm cho đầu máy bay chúc xuống. Khi cánh đuôi được nâng lên thì toàn bộ không khí sẽ tác động vào phần đuôi. Đẩy đuôi đi xuống, nhờ đó mà đầu máy bay ngóc lên. Và ngược lại, khi cánh đuôi hạ xuống thì phần gió sẽ đẩy phần đuôi đi lên dẫn đến việc đầu máy bay sẽ bị chúc xuống.



Hình 1.5: Cánh lái đuôi Elevator

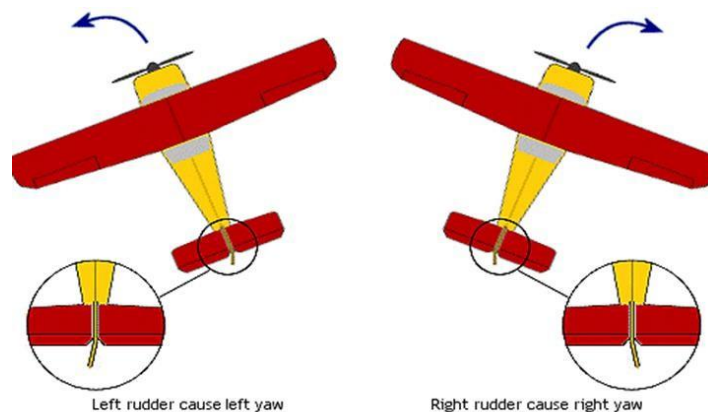
Ta có thể hiểu nguyên lý hoạt động của việc luồng gió tác động như thế nào lên cánh đuôi qua Hình 1.6.



Hình 1.6: Nguyên lý hoạt động của cánh lái đuôi

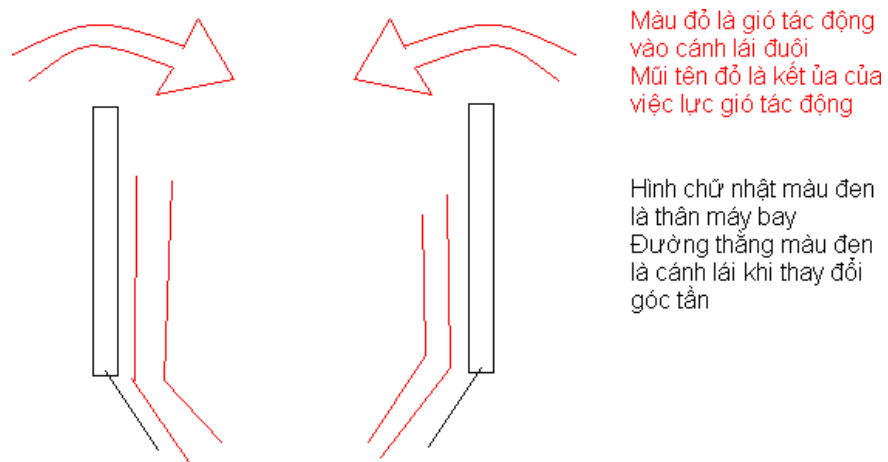
### c) Kênh cánh lái đuôi đứng (Rudder)

Cánh đuôi đứng này cũng có nhiệm vụ làm thay đổi hướng bay của máy bay ở 1 góc nhất định nào đó, mặc dù việc thay đổi hướng của nó không có góc hẹp như việc kết hợp Aileron và Elevator.



*Hình 1.7: Rudder: kênh cánh lái đuôi đứng*

Khi đang bay ở vị trí cân bằng, máy bay muốn chuyển hướng thì lúc này chúng ta sẽ cần điều khiển cánh đuôi. Việc sử dụng cánh đuôi để chuyển hướng sẽ giải quyết vấn đề: không nhất thiết phải nghiêng máy bay sang 1 bên, cần độ ổn định khi bay, góc lái không cần quá gấp.



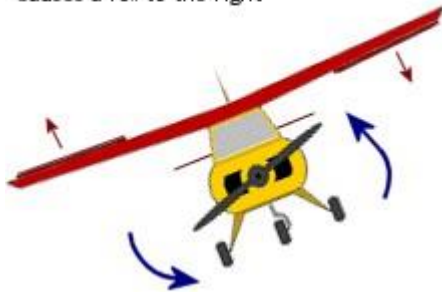
*Hình 1.8: Nguyên lý kênh cánh lái đuôi đứng*

#### **d) Kênh cánh liệng (Aileron)**

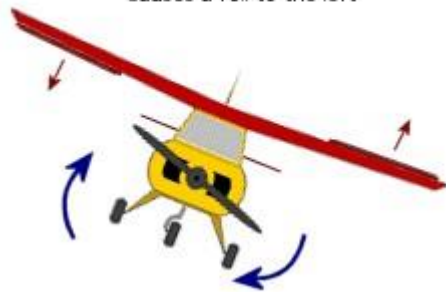
Cánh chính có nhiệm vụ chính là nâng máy bay, giúp máy bay lượn để có thể thay đổi hướng bay dễ dàng. Khi một bên cánh được thay đổi góc, nó sẽ ảnh hưởng đến việc thay đổi lộ trình của máy bay ở cả 2 hướng: nghiêng trái, nghiêng phải.



Left aileron down, right one up  
causes a roll to the right



Left aileron up, right one down  
causes a roll to the left



*Hình 1.9: Cánh liệng Aileron*

## **CHƯƠNG 2. TÌM HIỂU VỀ MÁY BAY CÁNH BẰNG D-96**

### **2.1. Tổng quan về máy bay D-96**

Hệ thống điều khiển máy bay được thiết kế để điều khiển một loại máy bay đã được nghiên cứu và phát triển tại Viện Kỹ thuật PK-KQ đó là máy bay D-96. Nội dung này sẽ giới thiệu tổng quan về máy bay D-96.

Máy bay D-96 được cấu tạo bởi những thành phần cơ bản sau:

#### **2.1.1. Thân máy bay**

##### **a) Chức năng**

Thân máy bay D-96 là bộ phận chính của kết cấu máy bay dùng để kết nối các bộ phận máy bay và là nơi để bố trí bình nhiên liệu, động cơ, hộp chương trình, Servo điều khiển càng trước, Servo điều khiển tay ga và một số thiết bị khác.

##### **b) Cấu tạo**

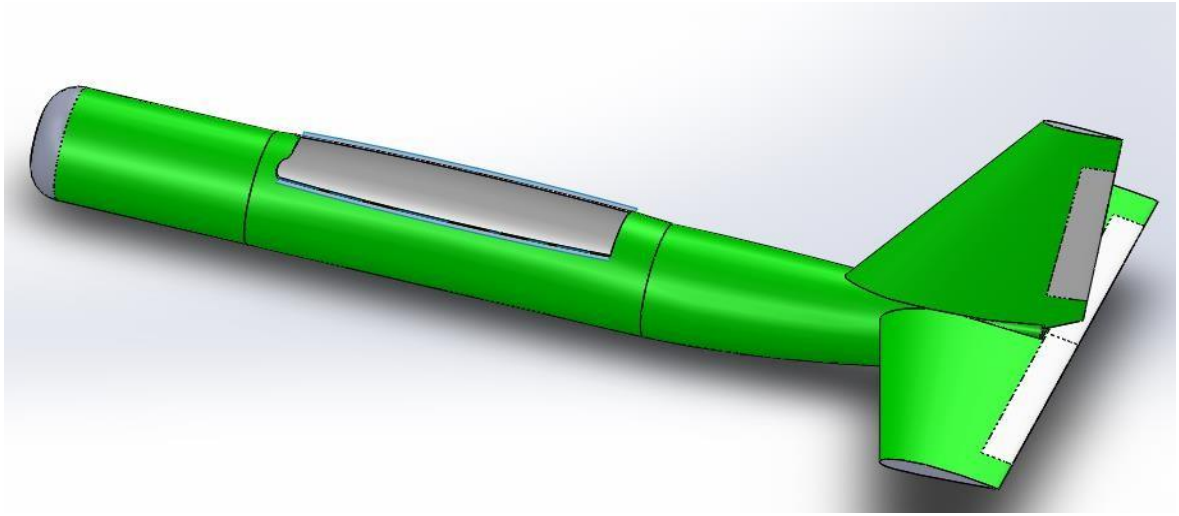
- Thân máy bay D-96 (Hình 2.1) được làm bằng vật liệu composite có chiều dài  $L_t = 1350\text{mm}$ , với hình dạng thon nhọn về đuôi, mặt cắt ngang thân có dạng hình tròn, kích thước mặt cắt ngang lớn nhất là có đường kính 170mm. Thân được thiết kế gồm hai nửa ghép lại với nhau theo công nghệ đúc khuôn âm. Bề mặt thân sau khi đúc được xử lý bằng phương pháp mài tinh, bả, sơn phủ với mục đích tạo ra bề mặt nhẵn bóng làm giảm lực cản khí động và nâng tính thẩm mỹ cho máy bay.

- Phần đầu thân gắn một mặt bích tròn gỗ ép dày 10mm, đường kính 150mm để cố định động cơ và càng trước máy bay.

- Phía bên phải đầu thân được bố trí một nắp công tác để dễ dàng cho việc lắp ráp và kiểm tra thiết bị. Bên trong thân được bố trí hai khung sườn tăng cứng chống mômen uốn và xoắn. Phần giữa thân phía trên có hai nẹp tăng cứng bố trí bốn điểm cố định cánh, phần giữa thân phía dưới có tăng cường một mặt bích để cố định càng sau.

- Trên sống lưng có một nắp công tác của khoang chứa thiết bị điện tử.

- Phần sau thân bố trí đuôi đứng và đuôi ngang của máy bay.



*Hình 2.1: Thân máy bay D-96*

### **2.1.2. Cánh máy bay**

#### **a) Chức năng**

Cánh máy bay là một bộ phận quan trọng của máy bay nó có các chức năng sau:

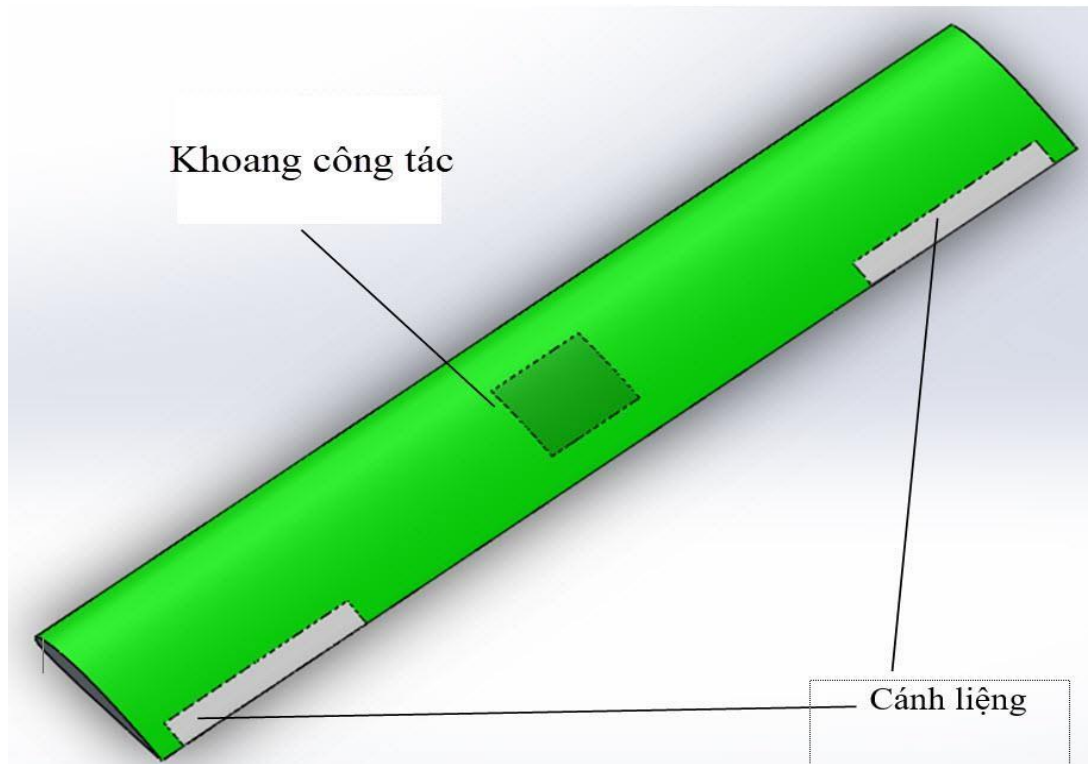
- Bảo đảm đủ lực nâng cho mọi chế độ bay và cơ động của từng loại máy bay.
- Cánh máy bay còn đóng vai trò quan trọng trong đảm bảo ổn định và điều

khiển máy bay.

- Ở cánh máy bay đặt các Servo điều khiển cánh liệng.

#### **b) Cấu tạo**

**Các thông số hình học của cánh**



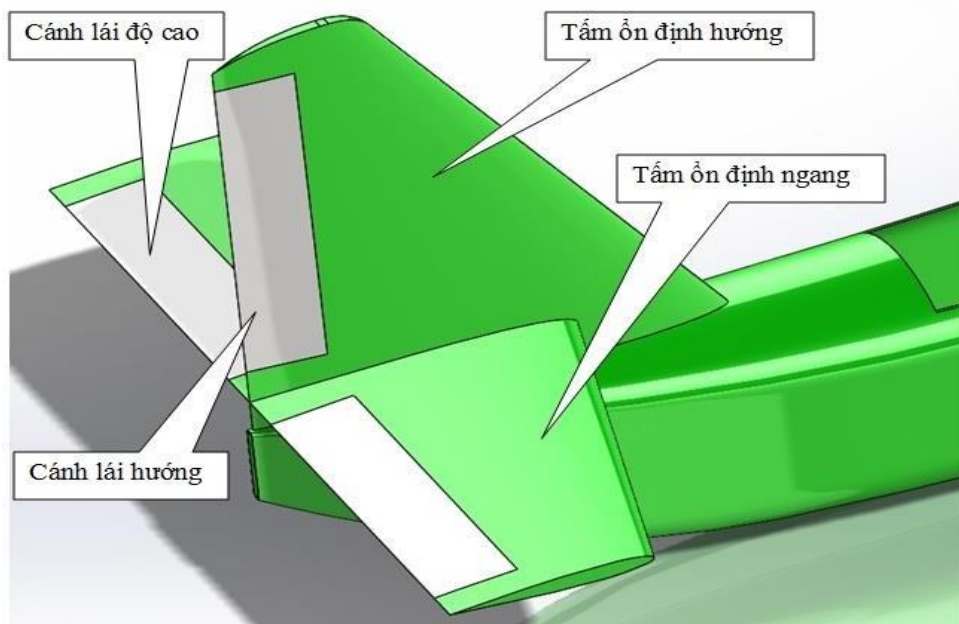
*Hình 2.2: Cánh máy bay D-96*

- Cánh của máy bay D-96 (Hình 2.2) được thiết kế với hình dạng kiểu hình chữ nhật, profil lõi hai mặt dạng NACA 2412. Sải cánh có độ dài  $L_c = 2100\text{mm}$ , diện tích cánh  $S_c = 0.63\text{ m}^2$ , độ dẫn dài  $\lambda = 7$ , độ thu hẹp  $\mu = 1$ . Phần cốt được sử dụng bằng vật liệu xốp nhựa đảm bảo yêu cầu nhẹ và định hình tốt, phần vỏ ngoài dùng vật liệu composite với độ dày 1mm có tăng cường thêm xương dầm bằng hộp nhôm kích thước  $20 \times 12\text{ mm}$  dày 2mm đảm bảo độ cứng, chống các momen uốn và xoắn sinh ra trong quá trình bay.

Trên cánh có bố trí 2 cánh liệng đối xứng ở mép sau gần mút hai bên cánh có chức năng điều khiển máy bay chuyển động quay quanh trục OX của nó.

### **2.1.3. Đuôi máy bay**

Đuôi máy bay D-96 được thể hiện ở Hình 2.3, gồm hai phần: đuôi đứng và đuôi ngang.



Hình 2.3: Đuôi máy bay

**a) Đuôi đứng**

❖ **Chức năng**

Đuôi đứng dùng để ổn định và điều khiển hướng cho máy bay (điều khiển và ổn định máy bay theo trục OY).

❖ **Cấu tạo**

Đuôi đứng của máy bay D-96 có dạng hình thang vuông, profil đối xứng dạng NACA 0006, được bố trí nằm trong mặt phẳng đối xứng của máy bay và gồm hai phần: phần cố định (tám ổn định hướng), phần di động là cánh lái hướng, có diện tích  $S_{dd} = 0,086m^2$ . Để thuận tiện cho quá trình gia công cũng như đảm bảo độ bền độ chính xác trong chế tạo, đuôi đứng được chế tạo liền khối với thân.

**b) Đuôi ngang**

❖ **Chức năng**

Đuôi ngang dùng để ổn định và điều khiển dọc máy bay (ổn định và điều khiển máy bay theo trục OZ).

❖ **Cấu tạo**

Đuôi ngang máy bay D-96 có hình dạng tam giác, profil đối xứng dạng NACA 0006. Đuôi ngang gồm hai phần: phần cố định (tấm ổn định ngang) và phần di động (cánh lái lên xuống) có tổng diện tích  $S_{đn} = 0,18m^2$ . Cũng giống như đuôi đứng, đuôi ngang của D-96 được liên kết với thân trong quá trình gia công nhằm tạo sự liên kết liền khối đảm bảo độ bền và yêu cầu về phối trí khí động giữa thân, cánh và đuôi được tốt hơn.

#### **2.1.4. Các cánh lái điều khiển**

##### **a) Cánh liệng**

###### **❖ Chức năng**

Điều khiển chuyển động máy bay quanh trục OX bằng cách nghiêng hai cánh liệng ngược chiều nhau. Khi cánh liệng nghiêng, lực khí động tác động vào hai bên cánh khác nhau, làm sinh ra mô men quay máy bay quanh trục OX.

###### **❖ Cấu tạo**

Cánh liệng (Hình 2.2) được đúc bằng vật liệu composite, hai đầu cánh có gắn khớp bản lề để lắp vào cánh máy bay. Cánh liệng gồm hai cánh được lắp vào hai đầu của cánh máy bay.

##### **b) Cánh lái hướng**

###### **❖ Chức năng**

Điều khiển hướng máy bay (điều khiển chuyển động quanh trục OY) bằng cách nghiêng cánh lái hướng sang phải hoặc sang trái. Khi cánh lái hướng nghiêng sang phải hoặc sang trái sẽ làm xuất hiện lực khí động tác động lên đuôi đứng có hướng sang trái hoặc sang phải giúp máy bay chuyển động quay sang phải hoặc sang trái.

###### **❖ Cấu tạo**

Cánh lái hướng (Hình 2.3) được đúc bằng vật liệu composite, hai đầu cánh có gắn khớp bản lề để lắp vào đuôi đứng của máy bay.

##### **c) Cánh lái độ cao**

###### **❖ Chức năng**

Điều khiển dọc máy bay (điều khiển chuyển động quanh trục OZ) bằng cách nghiêng cánh lái độ cao lên trên hoặc xuống dưới. Khi cánh lái độ cao nghiêng lên hoặc nghiêng xuống thì đuôi ngang sẽ xuất hiện lực khí động có chiều xuống dưới hoặc lên trên. Lực này sinh ra mô men làm máy bay chúc xuống hoặc ngóc lên.

### ❖ Cấu tạo

Cánh lái độ cao (Hình 2.3) gồm hai cánh được đúc bằng vật liệu composite, hai đầu cánh có gắn khớp bản lề để lắp vào đuôi ngang của máy bay.

#### 2.1.5. Càng máy bay

##### a) Chức năng

Càng máy bay là hệ thống gồm càng trước và càng sau được lắp cố định với thân máy bay phục vụ cho việc cất hạ cánh, di chuyển và đỗ máy bay trên mặt đất. Chúng tiếp nhận và phân tán năng lượng va chạm khi hạ cánh và khi chuyển động trên đường băng không bằng phẳng. Nó cũng tiếp nhận và phân tán một phần động năng chuyển động khi chạy đà nhằm mục đích giảm quãng đường chạy đà.

##### b) Cấu tạo càng trước

Càng trước của máy bay D-96 (Hình 2.4) gồm các chi tiết sau:

- Trụ càng: là trục thép  $\square 12$
- Cơ cấu giảm chấn: gồm hai lò xo mắc song song.
- Tay gá bánh: được chế tạo bằng hợp kim nhôm theo công nghệ đúc nguyên khối.
- Bánh trước: được sử dụng là bánh lốp nhựa PU có khả năng đàn hồi cao, tăng ma sát chống trơn trượt trong quá trình chạy và hãm đà.

Điều khiển hướng của càng là hệ thống Servo nhận lệnh điều khiển từ tay điều khiển mặt đất kết hợp thanh truyền thẳng giúp điều khiển hướng máy bay dễ dàng khi cơ động trên đường băng và càng được cố định một vị trí dọc trục khi máy bay hoạt động trên không.



*Hình 2.4: Càng trước*

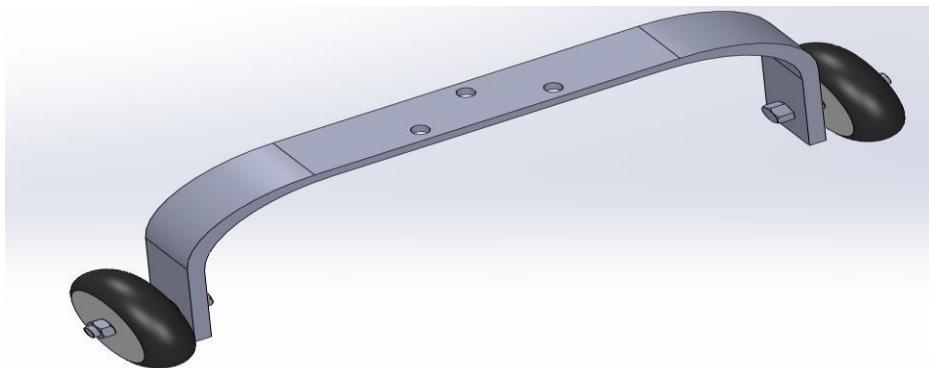
### **Càng sau**

Càng sau (Hình 2.5) được coi là bộ phận chịu tải và lực va đập lớn nhất sinh ra trong quá trình hạ cánh nên đòi hỏi phải có độ bền cơ học cao, vị trí lắp ráp phù hợp đảm bảo tính định tâm, độ chắc chắn, ổn định.

Càng sau của máy bay D-96 được chế tạo bằng composite dày 10mm, chạng càng rộng 500 mm, có hình vòng cung và được tính toán thiết kế để nó sẽ hấp thụ toàn bộ lực va đập sinh ra khi máy bay hạ cánh tiếp đất.

Bên cạnh đó càng sau D-96 cũng được tính toán trong một giới hạn bền hợp lí, nhằm đề phòng trường hợp quá trình hạ cánh tiếp đất thô thì càng sau là bộ phận đầu tiên bị phá hủy nhằm giảm thiểu tối đa thiệt hại cho phần thân vỏ máy bay, bởi theo định hướng thiết kế thì càng sau là chi tiết dễ gia công và dễ khắc phục hư hại nhất.

Hai bánh của càng được sử dụng là bánh lốp cao su non có khả năng đàn hồi



cao, tăng ma sát chống trơn trượt trong quá trình chạy và hãm đà.



Hình 2.5: Càng sau

### 2.1.6. Thiết bị động lực

#### a) Chức năng

Thiết bị động được gắn lên phần đầu thân máy bay nhằm tạo ra lực đẩy cần thiết thắng lực cản khí động tổng hợp tác dụng lên máy bay ở các chế độ bay xác định.

#### b) Cấu tạo

Thiết bị động lực trên máy bay D-96 gồm hai thành phần chính:

**Động cơ 3 pha không chổi than** Động cơ 3 pha không chổi than ;  
Cánh quạt Hi Prop.



Hình 2.6: Động cơ 3 pha không chổi than

#### Cánh quạt

Theo khuyến cáo của hãng Zenoa, cánh quạt được sử dụng lắp trên động cơ Zenoah 26 CC nên được chọn là loại có tham số hình học đường kính  $\times$  bước = 15 x 8 mm hoặc 14x10 mm.



*Hình 2.7: Cánh quạt máy bay D-96*

### **2.1.7. Hệ thống nhiên liệu**

Hệ thống nhiên liệu để cung cấp nhiên liệu cho động cơ 3 pha không chổi than trên máy bay D-96 được mô tả trong hình 2.8.



*Hình 2.8: Hệ thống nhiên liệu*

## Chương 3. Chế tạo và điều khiển máy bay không người lái

### 3.1. Chế tạo máy bay RC D-96:



#### Thông số kỹ thuật:

1. Sải cánh 120 cm / 47,2 inch
2. Trọng lượng bay: 800 gram / 28,2 oz
3. Tải trọng cánh: 39,2 g.dm<sup>2</sup> / 12,9 oz/sq.ft
4. Tải trọng khối cánh: 8,7
5. Diện tích cánh 20,4 dm<sup>2</sup> - 316 sq.in

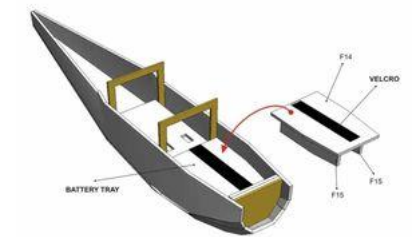
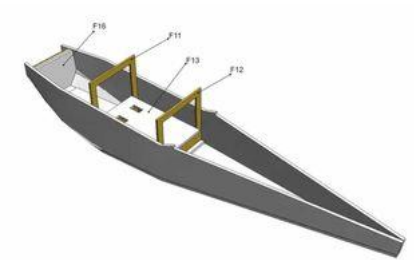
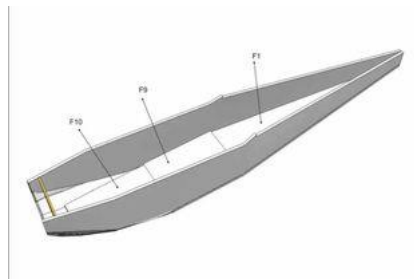
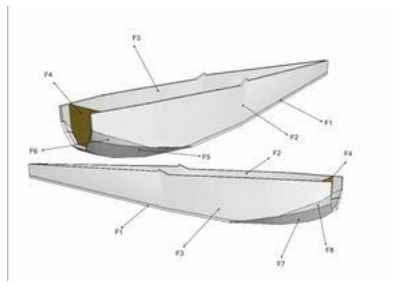
#### Electronics

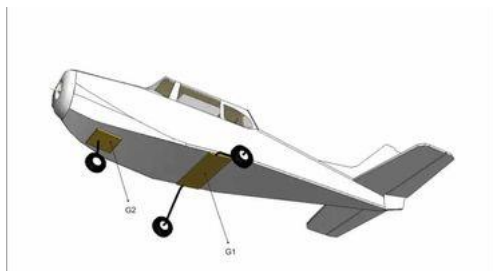
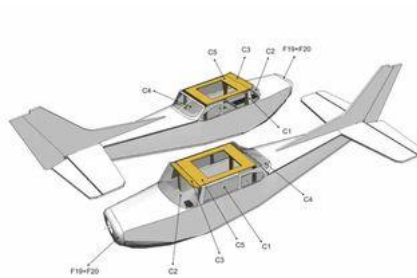
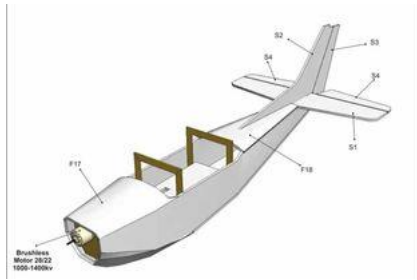
- Turnigy 2826 1000kv motor (1000-1400kv)
- ESC 30A
- Pin Lipo 3S 2200mah / Li-ion 3S 3300 mah
- 4 bánh răng nhựa 9 gram servo
- Cánh quạt : 9x4x3 / 10x5

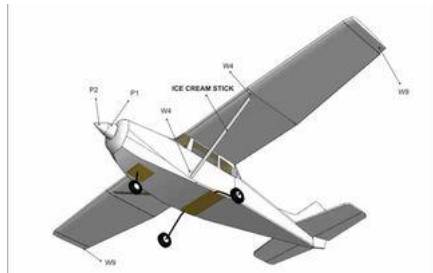
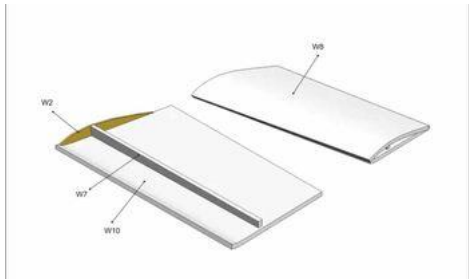
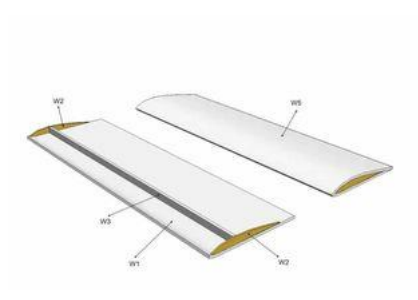
#### Vật liệu :

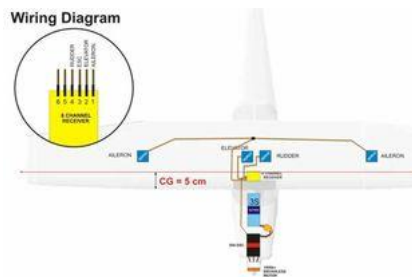
1. 5mm Depron/ Bọt xốp
2. Ván ép 3 mm
3. Bánh xe đạp có nan hoa 2,5 mm
4. Nhựa mica 0,3 mm
5. 10 que gỗ
6. Băng keo đóng gói màu trắng

#### HƯỚNG DẪN XÂY DỰNG:









### 3.2. Điều khiển máy bay không người lái:

#### a. Điều khiển UAV:

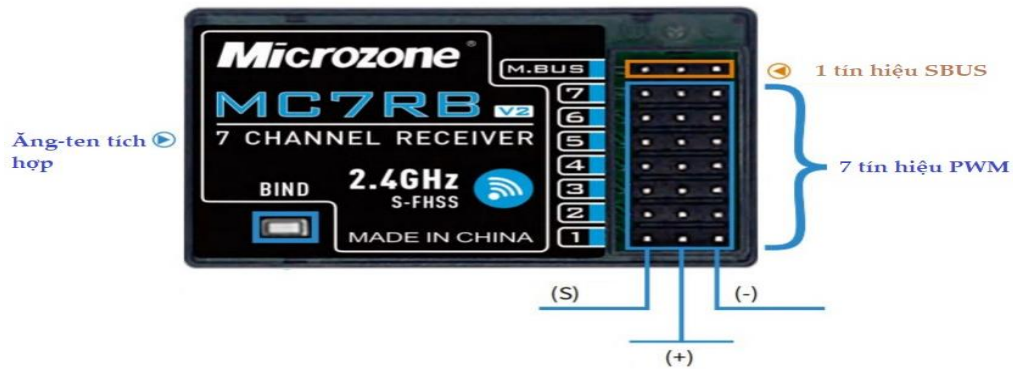
- Remote Control (Điều khiển từ xa): UAV thường được điều khiển thông qua một bộ điều khiển từ xa. Bộ điều khiển này có các cần gạt, nút bấm và cần điều khiển để điều khiển chuyển động của UAV, bao gồm cả bay lên, hạ xuống, quay trái, quay phải, và điều khiển hướng bay. Ngoài ra, các bộ điều khiển cũng có thể điều khiển các chức năng khác như chế độ tự động, chế độ độc lập và các chức năng quét môi trường.

#### b. Hệ thống điều khiển bay không người lái :

- **Model thu RX**

Modem thu RX (Máy thu lệnh điều khiển)- RC có chức năng nhận lệnh điều khiển từ Phi công điều khiển mặt đất, thực hiện quá trình cất hạ cánh và xử lý các tình huống khác trong tầm kiểm soát của Phi công. Máy thu được sử dụng trên máy bay là Microzone MC7RB –V2 (Hình 3.1), có các tham số cụ thể như sau:

# MC7RB-V2



*Hình 3.1: Modem thu RX MC7RB*

Máy thu tương thích với hệ thống hỗ trợ 7 kênh chuẩn PWM.

Tần số hoạt động 2.4GHz, điều chế FHSS.

Điện áp hoạt động: 3,7 ÷ 7,4 VDC.

Nhiệt độ hoạt động : -20°C ÷ +85°C.

- **Model phát tín hiệu TX**

Modem thu TX (Máy phát lệnh điều khiển)- RC có chức năng phát lệnh điều khiển từ Phi công điều khiển mặt đất, thực hiện quá trình cất hạ cánh và xử lý các tình huống khác trong tầm kiểm soát của Phi công. Máy phát được sử dụng trên máy bay là Microzone MC7RB -V2 (Hình 3.2), có các tham số cụ thể như sau:





*Hình 3.2: Modem phát TX MC7RB*

Tần số: 2.400 GHz đến 2.483 GHz

Công suất  $\leq 100\text{mW}$

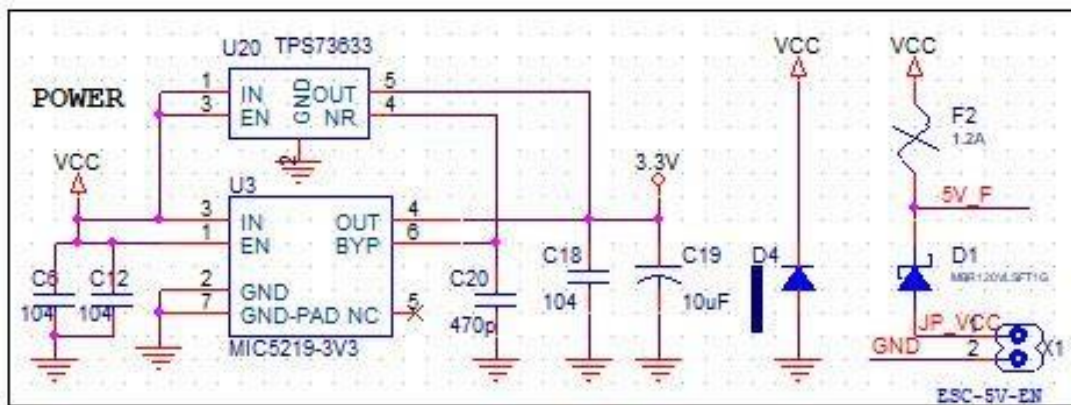
Dòng hoạt động  $\leq 120\text{mA}$

Nguồn cung cấp : 8.4V – 12V (Sử dụng 4 PIN AA)

Điều khiển 7 kênh

### 3.3. Khối nguồn

Hệ thống nguồn điện trên các phương tiện bay không người lái có yêu cầu quyết định đến khả năng hoàn thành nhiệm vụ. Vì vậy, hệ thống nguồn trên mạch điều khiển trung tâm áp dụng hai phương án sử dụng IC nguồn cho hệ thống: IC TPS73633 và MIC5219. Các IC này đều có tính năng phù hợp với mục đích sử dụng trong lĩnh vực hàng không: khả năng chống nhiễu cao, hiệu suất lớn, dải điện áp đầu vào lớn ( $-0,3 \text{ V} \div 6 \text{ V}$ ), cung cấp điện áp đầu ra ổn định và chính xác, tuổi thọ cao, dải nhiệt độ hoạt động lớn ( $-40^\circ\text{C} \div 125^\circ\text{C}$ ) mà đặc biệt là có tính đáp ứng nhanh ( $63 \mu\text{s}$ ). Trong khối nguồn còn sử dụng điốt chống ngược nguồn, cầu chì tự phục hồi. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn cụ thể được trình bày trong Hình 3.3.



Hình 3.3: Sơ đồ nguyên lý khối nguồn

Hệ thống nguồn của D-96 sử dụng nguồn Pin LifePo4 (Hình 3.4), đạt các tiêu chuẩn hàng không, có độ bền cao, dòng phóng cao và ổn định, điện trở nội thấp, vòng đời nạp xả trên 1000 lần. Các tham số cụ thể như Bảng 3.1 .



Hình 3.4: Pin máy bay

Bảng 3.1: Các tham số của Pin LifePo4

TT	Tham số	Giá trị
1	Kích thước	Ø26 x 65 mm
2	Khối lượng	76 g
3	Dung lượng	2500 mAh
4	Trở kháng nội	6 mΩ
5	Điện áp danh định	3,3 V
6	Dòng phóng liên tục	70 A
7	Dòng phóng cực đại	120 A
8	Nhiệt độ hoạt động	-30°C ÷ +55°C
9	Tuổi thọ	1000 lần sạc/xả

### 3.4. Mở rộng vùng bay :

Để mở rộng vùng bay của UAV (Unmanned Aerial Vehicle), ta có thể thực hiện một số biện pháp sau:

1. Tăng dung lượng pin hoặc thời gian bay: Sử dụng pin có dung lượng lớn hơn hoặc cải thiện hiệu suất pin để kéo dài thời gian bay.

2. Giảm trọng lượng: Sử dụng vật liệu nhẹ hơn cho thân máy bay hoặc loại bỏ các thiết bị không cần thiết để giảm trọng lượng và tăng khả năng bay.

3. Tối ưu hóa động cơ và hệ thống điều khiển: Sử dụng động cơ hiệu quả hơn và cải thiện hệ thống điều khiển để tăng hiệu suất và tiết kiệm năng lượng.

4. Sử dụng công nghệ tự động hóa: Áp dụng các công nghệ tự động hóa như hệ thống tự động hóa đường bay để tối ưu hóa tuyến đường bay và tiết kiệm năng lượng.

5. Sử dụng các phương tiện sạc không dây hoặc trạm sạc di động: Tăng khả năng sạc và thời gian hoạt động bằng cách sử dụng các phương tiện sạc không dây hoặc trạm sạc di động trong các khu vực đặc biệt.

6. Nâng cấp và cải tiến công nghệ: Sử dụng các công nghệ mới như pin năng lượng mặt trời, pin nhiên liệu, hoặc công nghệ pin lithium-air để tăng thời gian bay và hiệu suất của UAV.

Những biện pháp trên có thể được kết hợp để đạt được hiệu suất tối ưu cho vùng bay của UAV.

## **KẾT LUẬN**

Sau thời gian hoàn thiện đề tài, em đã đạt được một số kết quả như sau:

- Nghiên cứu, tìm hiểu và nắm vững nguyên lý hoạt động, cấu tạo của UAV;
- Tìm hiểu, nắm được quy trình thiết kế UAV cánh bằng

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)
- [2] [https://vi.wikipedia.org/wiki/Hệ\\_thống\\_Định\\_vị\\_Toàn\\_cầu](https://vi.wikipedia.org/wiki/Hệ_thống_Định_vị_Toàn_cầu)
- [3] Reed Siefert Christiansen, August 2004, *Dessign of an Autopilot for Small Unmanned Aerial Vehicle, Department of Electrical and Computer Engineering Brigham Young University.*
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/PID\\_controller](https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller).
- [5] <http://www.hocavr.com/index.php/app/dcservo>
- [6] Reg Austin, *Unmanned Aircraft Systems.*