



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی برق

پروژه کارشناسی

نگارش: سینا دائمی

استاد: دکتر فرهاد بیات

اذر ۹۷



۵ - ۱ - مقدمه.....	۳۰
۵ - ۲ - ساختمان یک موتور دی سی.....	۳۱
۵ - ۳ - موتورهای کورلس.....	۳۲
۵ - ۴ - مزایای موتور دی سی.....	۳۳
۵ - ۵ - معایب موتور دی سی.....	۳۴
۶ - ۱ - مشخصات و نحوه انتخاب موتور براشلس مناسب برای کواد کوپتر.....	۳۴
۶ - ۲ - قطعات داخلی موتور براشلس.....	۳۴
۶ - ۳ - عبارات درج شده روی موتور براشلس.....	۳۷
۷ - ۱ - انواع موتورهای براشلس و اطلاعات فنی آنها.....	۴۱
۷ - ۲ - انواع موتورهای براشلس.....	۴۱
۷ - ۳ - تفاوت موتورهای اینرانر و اوترانر.....	۴۴
۷ - ۴ - تعیین جهت چرخش موتورهای براشلس.....	۴۷
۷ - ۵ - اتصال سیم پیچ استاتور به صورت ستاره و مثلث.....	۴۸
۸ - ۱ - آشنایی با مشخصات باتری لیتیوم پلیمر و نحوه ی کار با آن در کواد کوپتر.....	۵۰
۸ - ۲ - مقدمه.....	۵۰
۸ - ۳ - سلول در باتری.....	۵۱
۸ - ۴ - ضریب تخلیه باتری.....	۵۳
۸ - ۵ - سیمهای متصل به باتری.....	۵۴
۸ - ۶ - عمر باتری.....	۵۶
۸ - ۷ - محل مناسب شارژ.....	۵۶
۸ - ۸ - ایمنی باتری.....	۵۶
۸ - ۹ - کات عمومی.....	۵۷
۸ - ۱۰ - استفاده از سلولهای خورشیدی.....	۵۹
۸ - ۱۱ - استفاده از دو باتری یکسان به صورت موازی.....	۶۱
۹ - ۱ - شارژر باتری لیتیوم پلیمر و نحوه شارژ انواع باتری.....	۶۱
۹ - ۲ - شارژر باتری لیتیوم پلیمر.....	۶۱
۹ - ۳ - تستر باتری لیتیوم پلیمر.....	۷۱

۷۳	۱۰- راهنمای خرید شارژر برای باتری لیتیوم پلیمر	۷۳
۷۳	۱- ۱- مقدمه	۷۳
۷۳	۱۰- ۲- شارژرهای بدون قابلیت برنامه پذیری	۷۳
۷۴	۱۰- ۳- شارژرهای با قابلیت برنامه پذیری نسبی	۷۴
۷۴	۱۰- ۴- شارژرهای با قابلیت برنامه پذیری	۷۴
۷۵	۱۰- ۵- تعداد کانالهای شارژر	۷۵
۷۵	۱۰- ۶- قابلیت دوگانه شارژر	۷۵
۷۵	۱۰- ۷- نوع صفحه نمایش شارژر	۷۵
۷۶	۱۰- ۸- قابلیت شارژ انواع مدل‌های باتری	۷۶
۷۶	۱۰- ۹- توان	۷۶
۷۷	۱۰- ۱۰- مدهای شارژ	۷۷
۷۸	۱۰- ۱۱- تفاوت مد تخلیه و مد ذخیره	۷۸
۷۹	۱۰- ۱۲- قابلیت شارژ انواع با سلولها	۷۹
۷۹	۱۰- ۱۳- اندازه گیری ولتاژ همه سلولها	۷۹
۸۰	۱۱- ملخ و اطلاعات فنی آن هنگام نصب بر روی موتور براسلس	۸۰
۸۰	۱- ۱- ملخ	۸۰
۸۱	۱۱- ۲- ملخ پولر و پوشر	۸۱
۸۱	۱۱- ۳- ملخ پولر	۸۱
۸۱	۱۱- ۴- ملخ پوشر	۸۱
۸۳	۱۱- ۵- موتورهای با شافت پخ دار	۸۳
۸۴	۱۱- ۶- اطلاعات درج شده روی ملخ	۸۴
۸۷	۱۱- ۷- اطلاعات درج شده روی ملخ سه پره	۸۷
۹۰	۱۱- ۸- ۱- اتصال ملخ به موتور	۹۰
۹۰	۱۱- ۸- ۲- اتصال ملخ به موتور با اسپینر	۹۰
۹۰	۱۱- ۸- ۳- اتصال ملخ به موتور با پروپ سیور	۹۰
۹۰	۱۱- ۸- ۴- اتصال ملخ به موتور با پیچ	۹۰
۹۱	۱۱- ۸- ۵- اتصال ملخ به موتور با فشار	۹۱
۹۱	۱۲- شکل ظاهری ملخها و تاثیر نوک تیزی آنها در هنگام پرواز	۹۱
۹۲	۱- ۱- مقدمه	۹۲
۹۲	۱۲- ۲- ملخ استاندارد	۹۲
۹۲	۱۲- ۳- ملخهای بی ان	۹۲

۹۳	۱۲ - ۴ - ملخهای اچ بی ان
۹۴	۱۳ - رول پیچ یاو و مفهوم کانال و کاربرد کانال در کواد کوپتر
۹۵	۱۳ - ۱ - مقدمه
۹۵	۱۳ - ۲ - چهار کانال اصلی کواد کوپتر
۹۷	۱۴ - آموزش کار با رادیو کنترل
۹۸	۱۴ - ۱ - مقدمه
۹۸	۱۴ - ۲ - فرستنده
۹۹	۱۴ - ۳ - کانالهای موجود در رادیو کنترل
۱۰۰	۱۴ - ۴ - استفاده از صفحه نمایش فرستنده
۱۰۳	۱۴ - ۵ - کاربرد کلیدهای بالای فرستنده رادیو کنترل
۱۰۳	۱۴ - ۶ - چگونه یک رادیو کنترل را بایند کنیم
۱۰۷	۱۴ - ۷ - نکات خاص
۱۰۹	۱۵ - مفهوم سیگنال (پی دبلو ام) و کاربرد آن در رادیو کنترل
۱۱۰	۱۵ - ۱ - مقدمه
۱۱۰	۱۵ - ۲ - نحوه ساخت موج پی دبلو ام
۱۱۳	۱۵ - ۳ - مدهای کاری پی دبلو ام
۱۱۵	۱۶ - سیگنال پی پی ام و کاربرد آن در رادیو کنترل
۱۱۸	۱۶ - ۱ - مفهوم پی دبلو ام و کاربرد آن در دنیای الکترونیک
۱۱۸	۱۶ - ۲ - گیرنده های رادیو کنترل دارای سیگنال پی پی ام
۱۱۹	۱۷ - سیگنال اس باس و کاربرد آن در رادیو کنترل
۱۲۰	۱۷ - ۱ - مقدمه
۱۲۰	۱۷ - ۲ - نحوه اتصال سیگنال اس باس
۱۲۰	۱۷ - ۳ - سیگنال اس باس
۱۲۰	۱۷ - ۴ - نحوه ایجاد سیگنال اس باس
۱۲۱	۱۸ - آشنایی با فلایت کنترلر ای پی ام و راه اندازی آن (شناخت اتصالات و قطعات روی برد)
۱۲۲	۱۸ - ۱ - مقدمه
۱۲۲	۱۸ - ۲ - معرفی پینهای برد ای پی ام
۱۲۵	۱۸ - ۳ - ورودیهای برد ای پی ام
۱۲۵	۱۸ - ۴ - خروجیهای برد ای پی ام
۱۲۷	۱۸ - ۵ - برقدار کردن برد ای پی ام
۱۳۰	۱۸ - ۶ - اتصال جی پی اس

۱۹ - مونتاژ قطعات کواد کوپتر به صورت تئوری و عملی	۱۳۳
۱۹ - ۱ - مقدمه	۱۳۹
۱۹ - ۲ - سرهم بندی فریم	۱۳۹
۱۹ - ۳ - نصب موتورها	۱۴۰
۱۹ - ۴ - نصب اسپید کنترلها و اتصال ان به برد تقسیم ولتاژ	۱۴۱
۱۹ - ۵ - نصب فلایت کنترل	۱۴۲
۱۹ - ۶ - نصب گیرنده رادیو کنترل	۱۴۴
۱۹ - ۷ - نصب باتری کواد کوپتر	۱۴۶
۱۹ - ۸ - کالیبراسیون اسپید کنترل ها و سنسورها	۱۴۶
۱۹ - ۹ - نصب ملخها	۱۴۸
۱۹ - ۱۰ - ارم کردن و شروع به پرواز	۱۴۸
۲۰ - آموزش کار با جایروسکوپ و اطلاعات فنی ان	۱۴۹
۲۰ - ۱ - جایروسکوپ	۱۵۰
۲۰ - ۲ - اجزای جایروسکوپ	۱۵۰
۲۰ - ۳ - کاربرد جایروسکوپ	۱۵۲
۲۰ - ۴ - مفهوم درجه آزادی در جایروسکوپ	۱۵۵
۲۰ - ۵ - معیارهای انتخاب جایروسکوپ	۱۵۶
۲۰ - ۵ - ۱ - محدوده اندازه گیری جایروسکوپ	۱۵۷
۲۰ - ۵ - ۲ - حساسیت جایروسکوپ	۱۵۷
۲۰ - ۸ - بایاس کردن جایروسکوپ	۱۵۸
۲۱ - شناخت شتاب سنج و آموزش کار با ان	۱۵۸
۲۲ - مفهوم کنترلر PID	۱۶۴
۲۲ - ۱ - مقدمه	۱۶۴
۲۲ - ۲ - مفهوم کنترلر PID	۱۶۴
۲۲ - ۳ - سیستم کنترل دستی	۱۶۴
۲۲ - ۴ - سیستم کنترل اتوماتیک	۱۶۶
۲۳ - شناخت سیستمهای کنترلی حلقه باز و بسته مزایا و معایب هر کدام	۱۶۸
۲۳ - ۱ - مقدمه	۱۶۸
۲۳ - ۲ - سیستم کنترلی حلقه باز	۱۶۸
۲۳ - ۳ - سیستم کنترلی حلقه بسته	۱۶۹
۲۴ - مفهوم PID در کواد کوپتر و نحوه ی تعیین مقادیر هر کدام	۱۷۲

۱۷۲	۲۴ - ۱ - مقدمه
۱۷۲	۲۴ - ۲ - ضرایب PID در کواد کوپترها
۱۷۳	۲۴ - ۳ - تاثیر ضریب پی در پرواز
۱۷۴	۲۴ - ۴ - تاثیر ضریب ای در پرواز
۱۷۵	۲۴ - ۵ - تاثیر ضریب دی در پرواز
۱۷۶	۲۴ - ۶ - مقادیر ضرایب PID در پروازهای اکروباتیک
۱۷۶	۲۴ - ۷ - مقادیر ضرایب PID در پروازهای نرم
۱۷۷	۲۵ - تنظیم ضرایب PID در فلایت کنترلر ای پی ام
۱۷۷	۲۵ - ۱ - مقدمه
۱۷۷	۲۵ - ۲ - باز کردن میشن پلنر و اختصاص کانال ۷ به اتو تیون
۱۷۹	۲۵ - ۳ - قراردادن کواد کوپتر در مد الت هولد
۱۸۰	۲۵ - ۴ - پرواز کواد کوپتر و قرار دادن ان مدهای مختلف برای تنظیم ضرایب PID
۱۸۱	۲۵ - ۵ - ذخیره کردن مقادیر PID
۱۸۱	۲۶ - آموزش نصب و تنظیمات نرم افزار میشن پلنر
۱۸۱	۲۶ - ۱ - مقدمه
۱۹۵	۲۶ - ۲ - مراحل کالیبراسیون دستی اسپید کنترلرها
۱۹۷	۲۶ - ۱ - ۲ - کالیبراسیون به صورت همزمان
۱۹۹	۲۶ - ۲ - ۲ - کالیبراسیون به صورت تک به تک
۲۰۰	۲۷ - نحوه ی کار با مدهای کاری فلایت ای پی ام
۲۰۰	۲۷ - ۱ - مقدمه
۲۰۵	۲۷ - ۲ - مد استبلایز
۲۰۵	۲۷ - ۳ - مد الت هولد
۲۰۷	۲۷ - ۴ - مد لویتر
۲۰۸	۲۷ - ۵ - مد اتو
۲۰۹	۲۷ - ۶ - مد rtl
۲۱۴	۲۷ - ۷ - مد سیمپل و سوپر سیمپل
۲۱۷	۲۷ - ۸ - مد دریافت
۲۱۹	۲۷ - ۹ - مد لند
۲۲۱	۲۸ - رفع ارورهای موجود در میشن پلنر
۲۲۱	۲۸ - ۱ - ارور اول
۲۲۱	۲۸ - ۲ - ارور دوم

## چکیده:

همان طور که از نامش پیداست به (UAV) Unmanned Aerial Vehicle پرنده ی بدون سرنشین مورد نیاز از

نیروهای Lift هواگردی گفته می شود که فاق سرنشین باشد و برای ایجاد نیروی برای (آیرویدینامیکی استفاده می کند و می تواند به صورت اتوماتیک یا با به کارگیری سیستم کنترل از راه دور (پرنده های هدایت پذیر از راه

دور یا پهپاد) در طول پرواز هدایت شود. رباتهای پرنده شاید تمامی پرندههای بیسرنشین را در بر بگیرد اما از نظر بسیاری از کارشناسها کوادرتورها میتوانند به حق این لقب را یدک بکشند چون ترکیبی از مکانیک پرواز -

الکترونیک و کامپیوتر میباشد. اما کوادرتور چیست؟ کوادرتور یا کواد کوپتر یا پرنده چهار ملخه نوعی عمودپرواز

است که بخاطر استفاده از چهار ملخ بصورت صلیبی این لقب را به ان دادهاند. این نوع پیکربندی به پرنده این امکان را میدهد تا پرنده بتواند به راحتی و بطور مساوی در تمامی جهات حرکت کند و قدرت مانور فوق العادهای

داشته باشد. اما این پرنده بر خلاف ظاهر ساده خود بسیار پیچیده است بطوری که طراحی این نوع از پرندهها در کشورهای محدودی انجام می گیرد.



## مقدمه:

بعضی از هواپیماهای بدون سرنشین قادرند در ارتفاع های بسیار بالا پرواز کنند. بالاترین رکوردی که این هواپیماها تا به امروز از خود به جای گذاشته اند، پرواز در ارتفاع ۲۹ هزار و ۵۰۰ متری است در حالی که هواپیماهای عادی سکنه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پرواز برق دانشگاه زنجان در چنین ارتفاعی پرواز کنند.

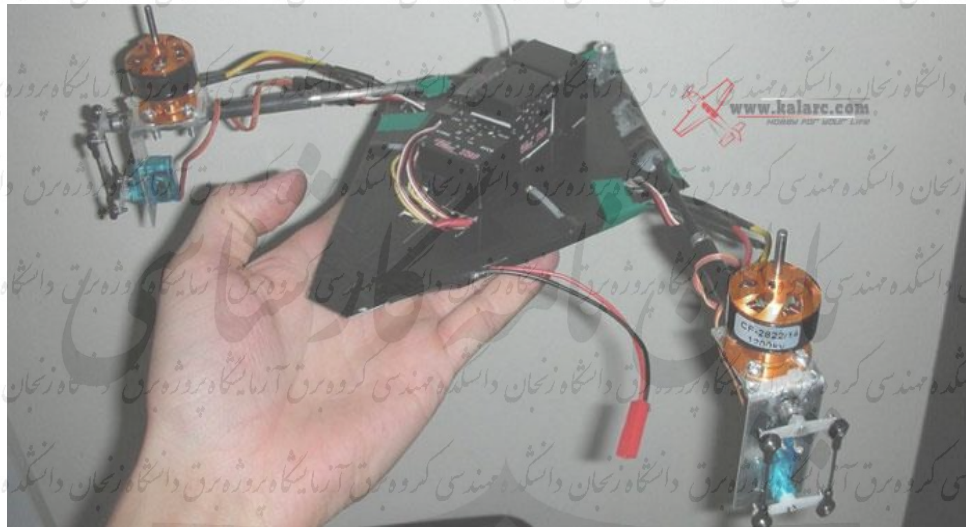
بزرگ ترین پهپاد دارای دهنه ی بال بیش از ۳۰ متر و کوچک ترین آن قابل حمل در داخل یک کوله پشتی است. پرنده های بدون سرنشین از هواپیماهای بسیار کوچک جاسوسی گرفته تا بمب افکن های رادار گریز به عرصه ی ظهور رسیده اند و بیش از ۳۰ سال است که بخش نظامی توجه خاصی به آنها نموده است. زمانی که در یمن، پرنده ی بدون سرنشین پریدیتور توانست موشک هلی فایر را به سوی یک ماشین حامل تروریست های القاعده شلیک کند، نقش این پرنده ها به عنوان رهگیری هدف و انهدام آن مورد قبول واقع شد.

## دلایل اهمیت پهپادها:

پهپادها امروزه جایگاه مهمی در مجموعه قدرت نظامی کشورهای مختلف دنیا کسب کرده اند. این وسائل با تکیه بر توان اجرای عملیات در شب و روز در مناطق دور و نزدیک بر ضد اهداف ساکن و متحرک و در تمام شرایط آب و هوایی و امکان پروازهای هدایت شونده از دور و یا تمام خودکار، دستاوردهای نظامی بسیار مهمی را در منازعات نظامی سالهای اخیر بدست آورده اند.

هواپیماهای بدون سرنشین به دلیل عدم نیاز به تأسیسات و پایگاههای بزرگ و ثابت، سادگی تعمیر و نگهداری، به کار گیری آسان، نداشتن ضایعات انسانی در صورت هدف قرار گرفتن (که با توجه به هزینه صدها هزار دلاری و زمان چندین ساله آموزش یک خلبان بسیار مهم است)، امکان استفاده از فناوری پیشرفته در ساخت و مزایای دیگر نظر مشتریان نظامی و غیرنظامی و در نتیجه شرکت های سازنده را به خود جلب کرده و امروزه میزان سرمایه گذاری کشورهای جهان در این زمینه بالغ بر چند میلیارد دلار است.





شکل ۲-۲ - بای کوپتر

۲-۳ - تری کوپتر:



شکل ۲-۳ - تری کوپتر

یک سروو موتور در انتهای آن وجود دارد که جهت چرخش ربات استفاده می شود. در شکل فوق مشاهده می







شکل ۲ - ۷ - پنتا کوپتر

همچنین پنتاکوپتر به دلیل جاگذاری مناسب موتورها مناسب فیلمبرداری و عکسبرداری می باشد.

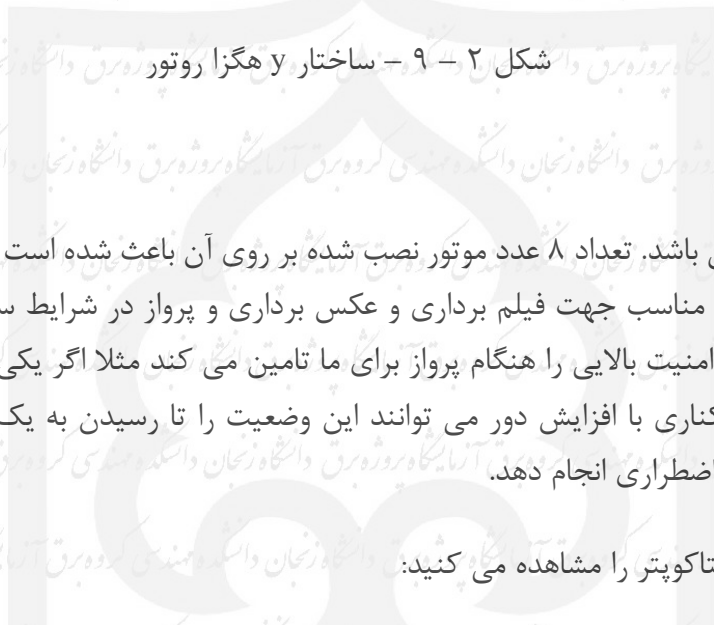
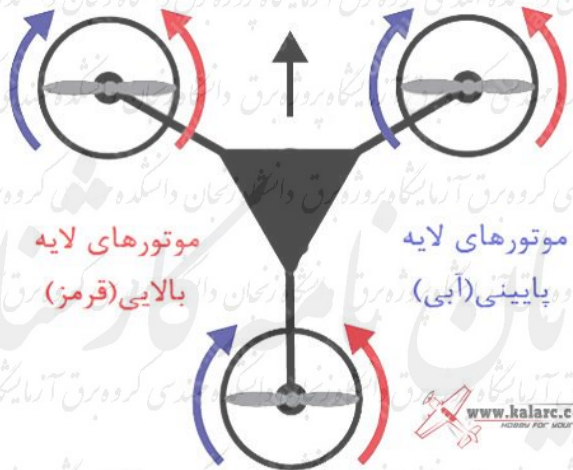
## ۲ - ۶ - هگزاکوپتر:

هگزا به معنی شش می باشد. این پرنده شش موتوری به دلیل ساختار متقارن آن ساخت آن آسان است.



شکل ۲ - ۸ - هگزا کوپتر

در شکل زیر هم ساختار Y مربوط به هگزاروتور را مشاهده می کنید.



شکل ۲ - ۹ - ساختار Y هگزا روتور  
 شکل ۲ - ۷ - اکتاکوپتر:  
 اوکتابه معنی هشت می باشد. تعداد ۸ عدد موتور نصب شده بر روی آن باعث شده است که از قدرت بسیار زیادی برخوردار باشد. و بسیار مناسب جهت فیلم برداری و عکس برداری و پرواز در شرایط سخت می باشد. از مزایای اکتاکوپتر این است که امنیت بالایی را هنگام پرواز برای ما تامین می کند مثلا اگر یکی از موتورها خاموش شود اکتاکوپتر و یا بسوزد موتورهای کناری با افزایش دور می توانند این وضعیت را تا رسیدن به یک نقطه امن برطرف کنند خلبان بتواند یک فرود اضطراری انجام دهد.  
 در زیر نمایی از یک اکتاکوپتر را مشاهده می کنید:



شکل ۲ - ۱۰ - اکتاروتور

