



طراحی و ساخت ربات پرنده کواندا

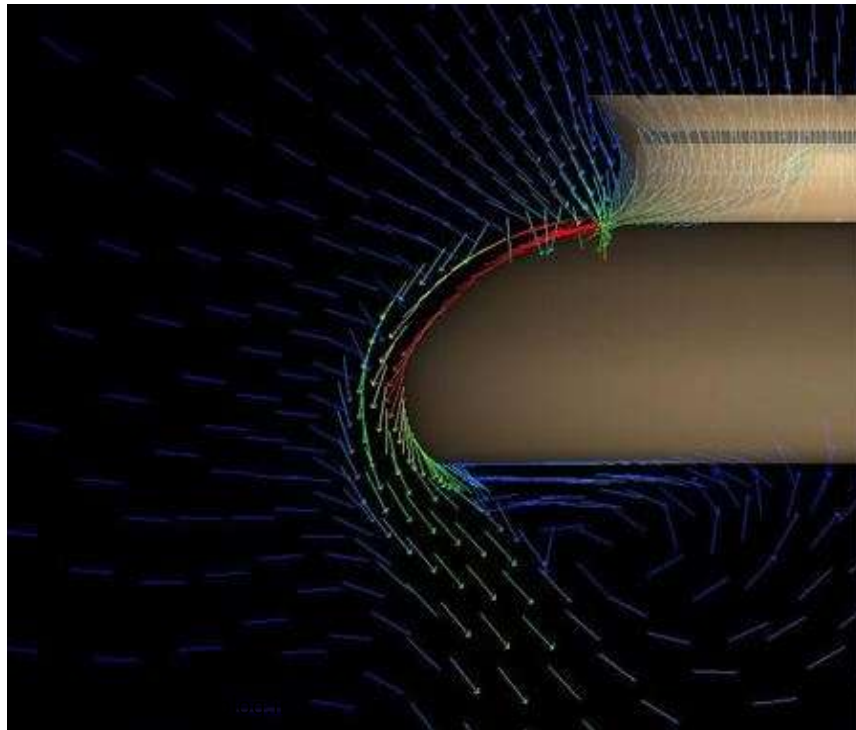
Coanda Air Craft

در این پروژه قصد داریم به معرفی پهنپادی برداریم که عامل اصلی حرکت عمودی و افقی آن، یک پدیده فیزیکی دینامیک سیالات به نام اثر کواندا (Coanda Effect) می باشد.



اثر کواندا (Coanda Effect)

اثر کواندا در معنای لغوی به معنی "گرایش سیال برای چسبیدن به سطح جامد" است.



اثر کواندا (Coanda Effect)

اثر کواندا فم شدن سیالات اطراف یک شیء را بررسی می کند. برای نیروها و فشارهایی که به پرواز در سرعتهای پایین مربوط است، هوا علاوه بر یک سیال یک سیال تراکم ناپذیر نیز در نظر گرفته می شود. این بدان معنا است که چگالی هوا ثابت می ماند و جریان های هوا از هم جدا نمی شوند و فاصله ای بین بین آنها به وجود نمی آید. حال اجازه دهید اثر کواندا را بر روی آب بررسی کنیم. این اثر را به راحتی میتوان توضیح داد. جریان کوچکی از آب را از یک شیر آب ایجاد کنید و یک لیوان را تا جایی که با آب تماس پیدا کند به آن نزدیک کنید. آب در مول لیوان می پیچد. از قانون اول نیوتن می دانیم که چون جریان آب فم شده است باید نیرویی به آن اعمال شده باشد که نیرو در جهت فم شدن آب است. از قانون سوم نیوتن میدانیم که نیروی برابر و مخالفی باید وجود داشته باشد که بر روی لیوان عمل کند. همین پدیده عامل نیروهایی است که بین جریان اطراف یک ایر فویل وجود دارد.

نیروی برا (Lift) :

$$F_L = C_L \frac{\rho U^2}{2} A$$

U = سرعت سیال

P = چگالی سیال

C_L = ضریب لیفت

A = سطح تصویری است که به شرایط جسم و میدان بستگی دارد.

مثالی از قانون کواندا

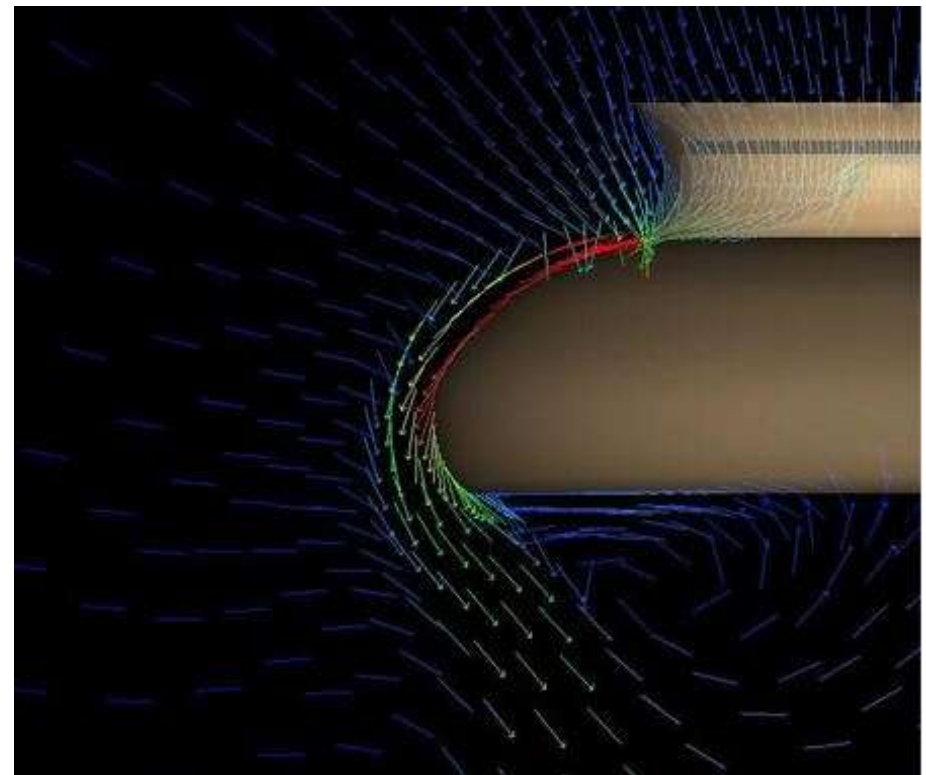
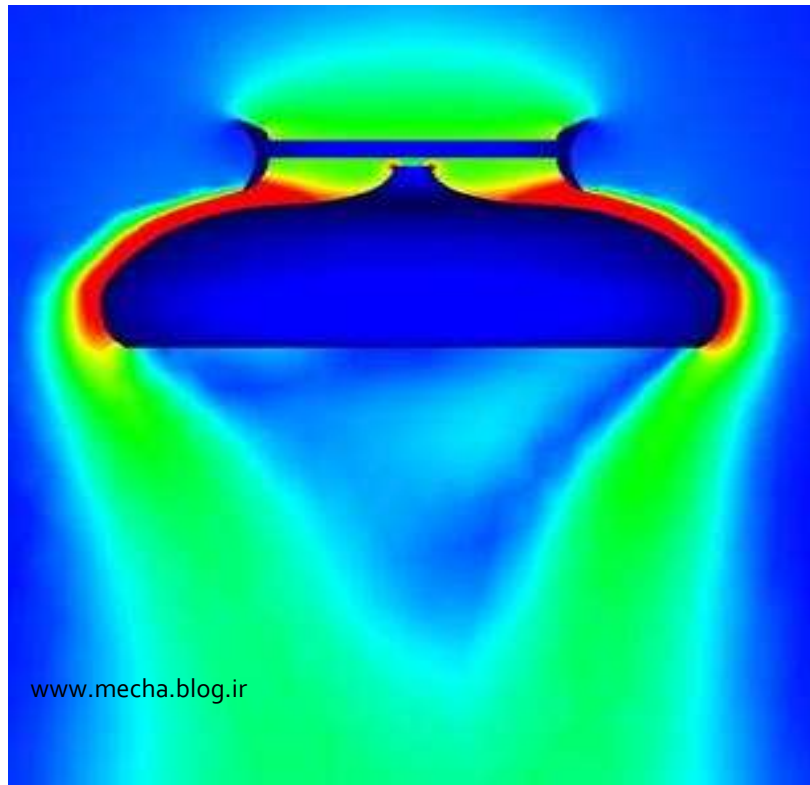
متماً دیده اید که هواپیماهای جت موتورهایشان را در زیر بال ها قرار می دهند اما افیراً یک طرح مفهومی از یک هواپیمای جدید با نام AMELIA توسط ناسا معرفی شده است که در کمال تعجب موتورهایش روی بالها تعبیه شده است. در این طرح جدید به کارگیری موتورها و در نتیجه فروچ با شدت هوا از قسمت بالای بال باعث شده که طی پدیده ای به نام اثر کواندا می تواند هنگام بلند شدن از سطح زمین تا ۷۵ درصد در مصرف سوخت صرفه جویی کند. در این طراحی همچنین گفته می شود که نویز و صدای مزاحم برای سرنشینان کمتر شده و در نهایت باعث سفر هوایی دلپذیرتر و ارزان تر می شود.



www.mecha.blog.ir

مثالی از قانون کواندا

تملیل های انجام شده توسط نرم افزارهای CFD فلوئنت و انسیس بر روی شکل بدنه و عبور جریان هوا از روی این پرنده هم ادعاهای فوق و وجود چنین پدیده ای را اثبات می کند. در شکل های زیر عبور جریان هوا به شکل منظم از روی بدنه و ایجاد جریان های گردابی و به وجود آمدن نیروی لیفت نشان داده شده اند.



طراحی شکل بدنه

بلند شدن پرنده از زمین به طور کامل وابسته به شکل قوس بدنه است. که با انجام آزمایش های فراوان و بدست آوردن شکل های مختلف از عبور جریان هوا و همچنین نیروهای ایجاد شده، و با انجام بهینه سازی های مختلف روی شکل بدنه، نهایتا بهترین شکل را برای این پرنده بدست می آورند..



معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

باتری:

fullymax
li po 11.1V 2200 mAh 3S 18C

11.1V نشان دهنده ولتاژ باتری،
2200 mAh نشان دهنده جریان باتری،
3S یعنی این باتری ۳ سلول دارد،

معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

موتور براشلس (Brushless Motor):

DJI 2212/920 kv

۲۲ میلی متر قطر موتور
۱۲ میلی متر طول موتور بدون شافت
Kv پارامتری بر حسب دور بر ولت (Revs per volt)
در این پروژه یک موتور با 920Kv استفاده کردیم، و یک باتری ۳ سلولی با ولتاژ ۱۱.۱ ولت و در نتیجه دور موتور برابر شده با:

$$11.1v \times 920Kv \times 0.9 = 9190.8 \text{ RPM}$$

(۰.۹ عدد ثابت)



www.mecha.blog.ir

معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

اسپید کنترل (ESC)



اسپید کنترل در واقع درایور موتور و راه انداز آن می باشد.
کار این قطعه همان طور که از اسمش پیداست کنترل کننده ی سرعت است .
در این پروژه از اسپید کنترل 30A متناسب با موتور استفاده شده.

معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

ملخ:



در این پروژه از ملخ ۱۰۴۵ استفاده شده است. (1045 or 10 × 4.5)
یعنی قطر (طول) ملخ ۱۰ اینچ و گام آن (Pitch) ۴/۵ اینچ

معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

سرو موتور ها:

TowerPro SG90



www.mecha.blog.ir

Analog
گشتاور : 1.5 kg/cm
سرعت : 0.12 (sec/60 deg)
وزن : 9 gram

معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

برد کنترل:



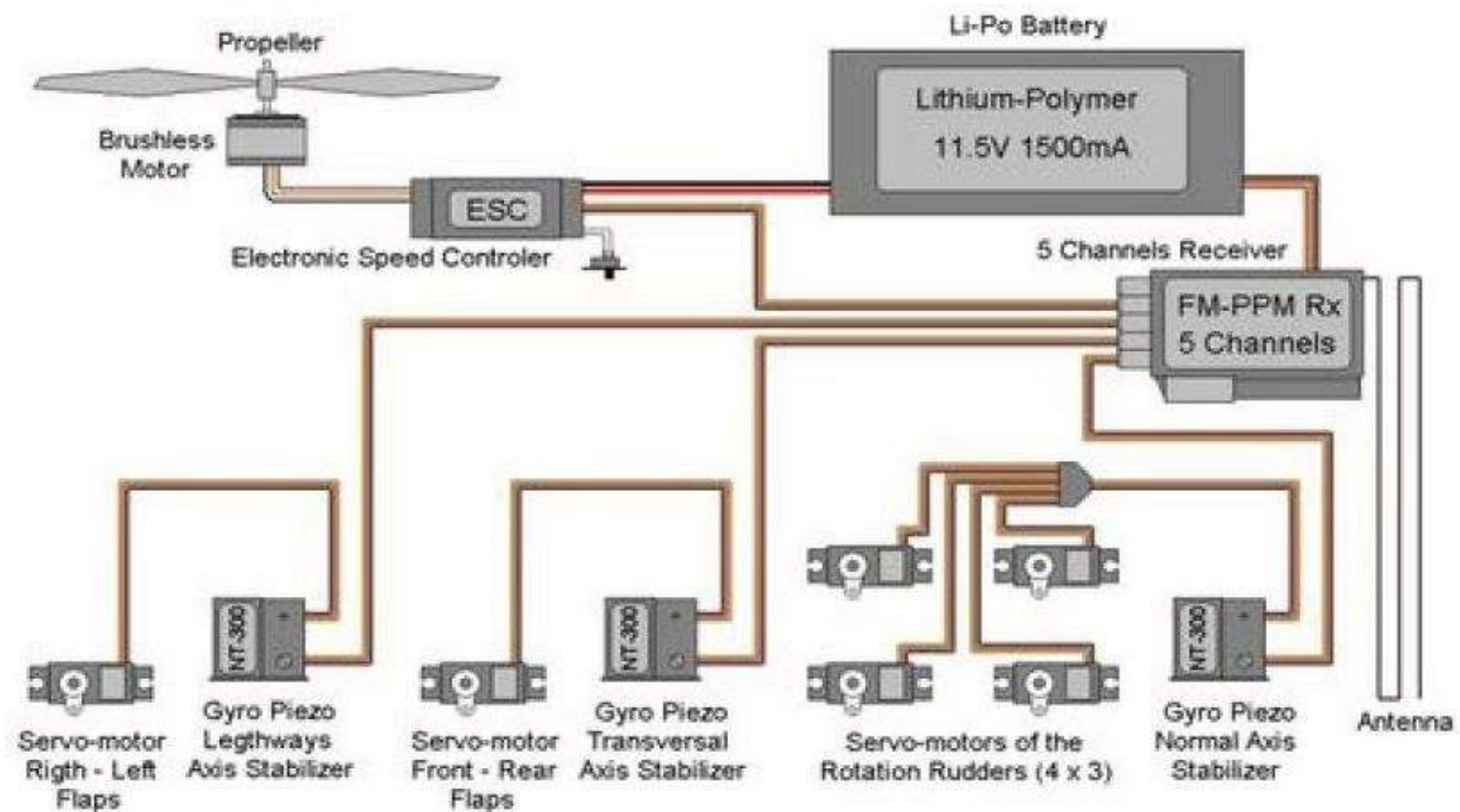
برد واسط برای کنترل موتور براشلس و سروو موتورها.
با وجود این برد، قطعات و قسمت های مختلف پرنده باید
از طریق کامپیوتر کنترل شوند.

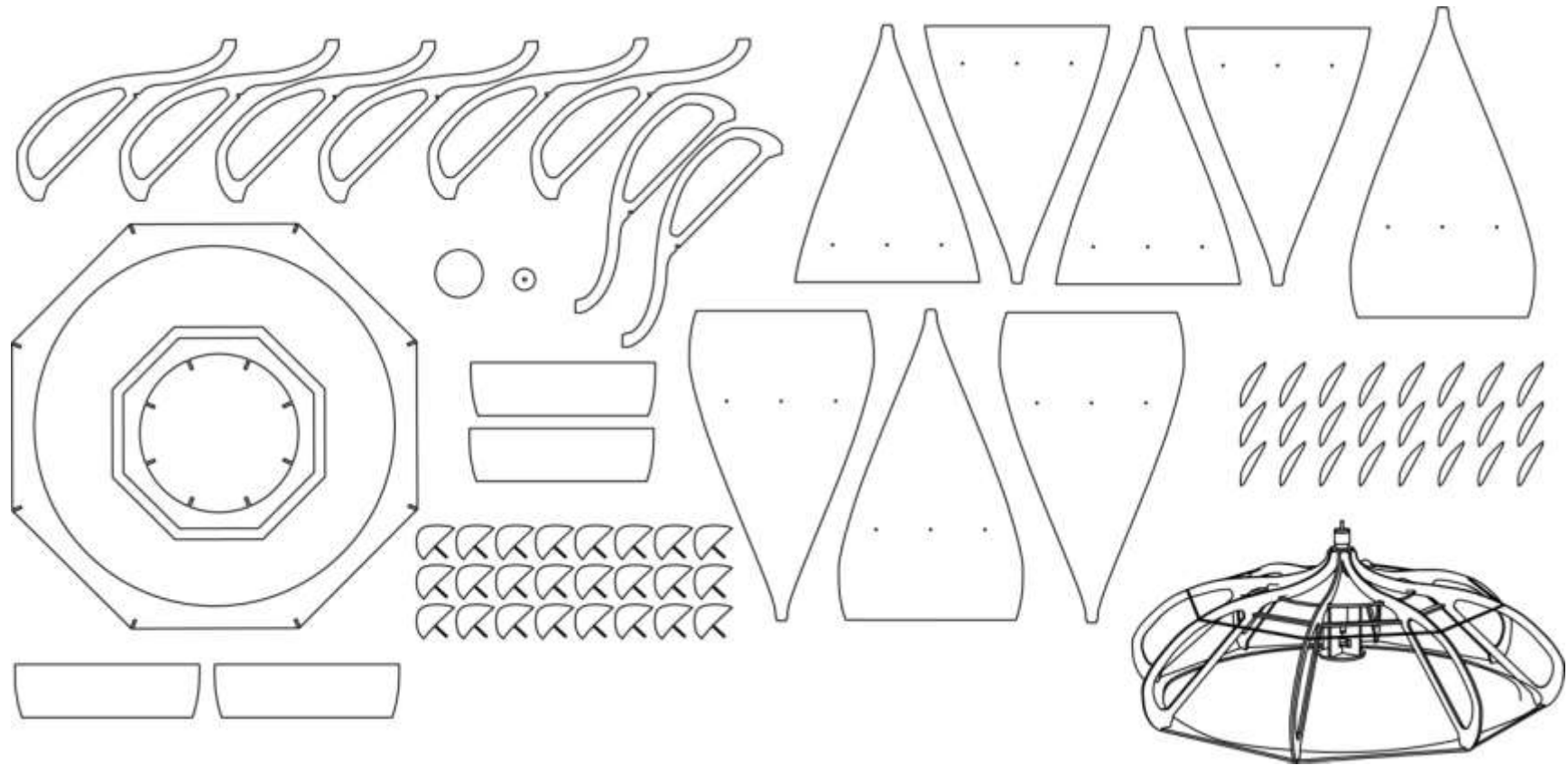
معرفی قطعات به کار رفته در این پروژه

سنسور جایروسکوپ :

جایروسکوپ سنسوری است که تغییر مکان حول ۳ محور X و Y و Z را تشخیص می دهد. این سنسور به ۲ صورت تک محوره و سه محوره در بازار عرضه می شود. در چنین پروژه هایی می توان از یک جایرو ۳ محوره و یا ۳ جایرو تک محوره استفاده کرد.

شماتیک کلی





ساخت بدنه

برای کمک به کاهش وزن و در نتیجه افزایش برد، بدنه این پرنده از الیاف کربنی (در نمونه صنعتی) یا فوم (در نمونه آزمایشگاهی) ساخته می شود.



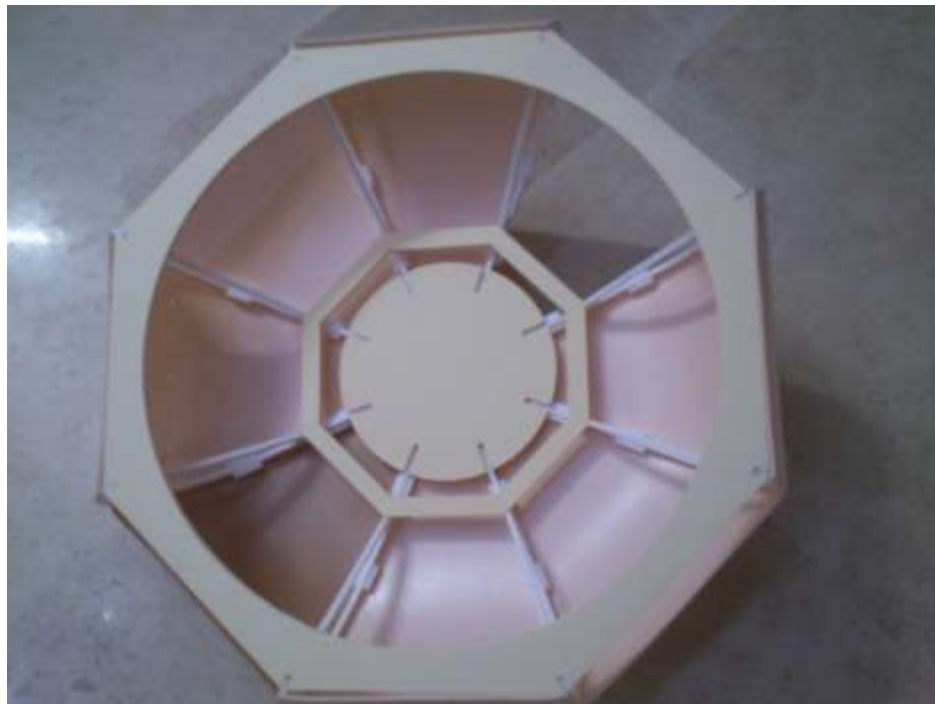
ساخت بدنه



ساخت بدنه



ساخت بدنه



ساخت بدنه

موتور همراه با ملخ قرار گرفته در بالای این پرنده، سرعت و حجم هوای مورد نیاز برای برافروختن را تامین و هوا را در جهت مورد نظر (به سمت قسمت منحنی شکل) هدایت می کند. میزان ارتفاع هم کاملاً بستگی به سرعت، حجم و چگالی هوای مکیده شده توسط موتور دارد.



ساخت بدنه

هنگام به پرواز در آمدن به علت وجود قانون سوم نیوتن مبتنی بر قانون عمل و عکس العمل، با پرفش ساعتگرد یا پاد ساعتگرد ملخ و ایجاد نیرو برای به پرواز در آمدن کواندا، گشتاوری به همان مقدار ولی در جهت معکوس به بدنه کواندا وارد می شود که باعث پرفش آن به دور خود می شود که برای جلوگیری از پرفش بدنه در سمت مخالف پرفش موتور، پره هایی کوچک دور تا دور بدنه در مسیر جریان باد به سمت منمنی قرار داده می شوند تا با منصرف کردن جریان هوای ایجاد شده توسط ملخ در اطراف بدنه باعث فنتی شدن گشتاور ایجاد شده شوند و پرنده به دور خود نچرخد.

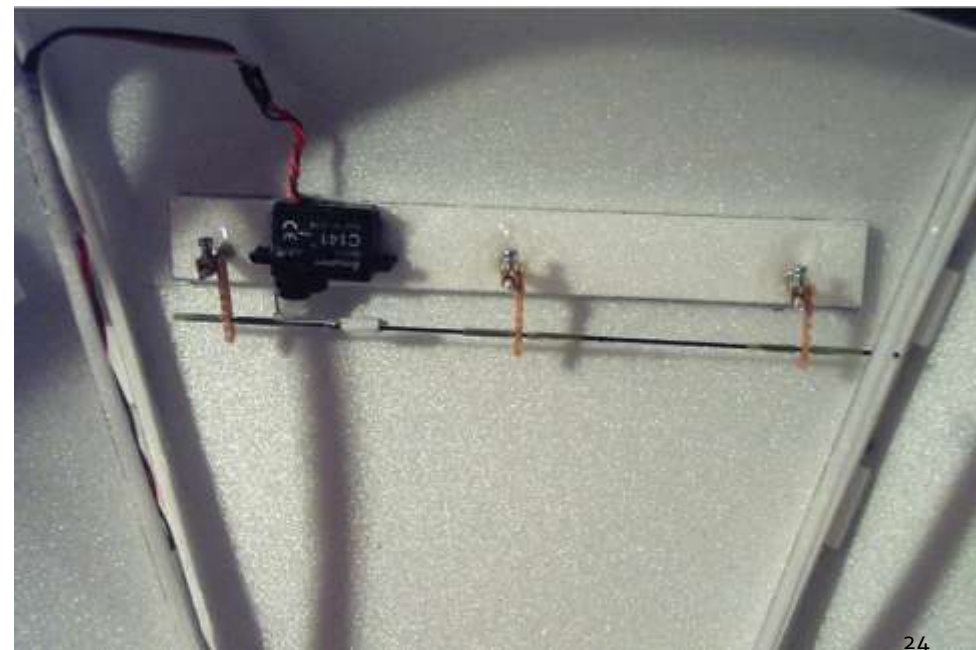


ساخت بدنه

هر سری از این پرره های کوچک از داخل توسط یک میله باریک به یکدیگر وصل شده و سپس توسط مکانیزمی میله به سروو موتور وصل شده اند. این مکانیزم به گونه ای است که حرکت پرفششی سرووها را به حرکت فطی تبدیل کرده و سپس حرکت فطی را دوباره به حرکت پرفششی تبدیل کرده و با انتقال آن به پرره های کوچک باعث پرفشش پرره ها می شود.



www.mecha.blog.ir



سرو موتورها با یکدیگر سری شده اند و همه به سنسور جایروسکوپ که برای سنجیدن چرخش حول محور Z می باشد، متصل اند. سنسور جایرو تغییر مکان را تشخیص داده و با فرستادن پالس به برد کنترل و سپس از برد به سرو ها باعث حرکت آنها و در نتیجه حرکت پرره های کوچک شده. با حرکت پرره ها گشتاور معکوس تا به اندازه ای فنثی شده اما معلوم نیست که مقدار آن متناسب با میزان گشتاور باشد و باعث توقف چرخش کواندا به دور خود شده باشد ، برای حل این مشکل از یک فیدبک استفاده می کنیم. با این فیدبک دوباره میزان چرخش بدنه توسط جایرو سنجیده می شود و باز هم با دستور دادن توسط برد کنترل به سروها میزان حرکت آنها تغییر کرده. این عمل آنقدر تکرار می شود تا میزان گشتاور معکوس اعمالی به بدنه به مد فنثی برسد و باعث ثابت شدن و نچرخیدن کواندا به دور خود شود.

ساخت بدنه

اما روشی که برای هدایت کواندا به طرفین در نظر گرفته شده هم بسیار جالب می باشد؛ چهار Flap در اطراف قسمت تمثالی منمنی در چهار طرف کواندا تعبیه شده که موجب حرکت آن به اطراف می شود. این فلپ ها نیز همانند آن پرره های کوپک به سروو موتورها متصل اند و از طریق رادیو کنترل و به صورت دستی می توان آنها را باز و بسته کرد، به این ترتیب که هنگامی که فلپی باز می شود، با عبور جریان هوا از روی آن قسمت و منصرف شدن هوا، باعث می شود که کواندا در جهت مخالف باز شدن آن به حرکت در بیاید و از این طریق میتوان پرنده را در هوا کنترل و به طرفین هدایت کرد.



ساخت بدنه

همچنین برای ثابت ماندن پرنده در هوا و نچرفیدن آن حول دو محور X و Y از ۲ سنسور جاپروسکوپ دیگر نیز استفاده می شود. به این ترتیب که این ۲ سنسور حول ۲ محور X و Y تنظیم شده و هنگامی که پرنده بخواهد در جهتی منصرف شود با تشخیص این تغییر، از طریق برد کنترل به سروو های متصل به فلپ ها دستور داده و فلپ ها در صدد بر آمدن این انحراف باز و بسته می شوند تا این مشکل نیز حل شود. در اینجا نیز از یک فیدبک برای کنترل این تغییرات استفاده می شود که شرح آن مربوط به بحث های کنترلی می شود.

