

Capítulo 5

Estructuras

5.1 Estructura de Madera

Para poder realizar las pruebas de los dispositivos fue necesario crear estructuras para poder observar los comportamientos de los materiales a utilizar. La primera estructura que se realizó fue una hecha a base de madera, esto principalmente para tener una idea de los pesos relacionados con el material y para verificar si los motores con cepillado que teníamos al inicio iban a poder dar la potencia necesaria para levantar esa estructura, lamentablemente una estructura hecha a base de palitos de madera no era firme y es susceptible a doblarse debido al peso de los componentes por lo que solo sirvió para darnos una idea de cómo realizar una mejor estructura.



Figura 5. 1: Estructura de Madera

La estructura como se puede apreciar en la Figura anterior es un cuadrado de 62 cm de extremo a extremo. En esta estructura los motores iban a estar en las 4 esquinas donde se interceptan 3 palitos de madera los cuales si se toma una estructura de un cuadrado y estos están en las esquinas están separados por 50 cm.

5.2 Estructura de Acero Inoxidable 1

Esta segunda estructura fue hecha para controlar los motores con cepillado y se eligió de acero inoxidable porque en los tubos del diámetro encontrado podían viajar fácilmente los cables de alimentación dentro de una superficie de aspecto llamativo, que solo pesaba .03 gr mas por centímetro a comparación del aluminio, la diferencia no era mucha y podía servir como referencia para un modelo futuro.

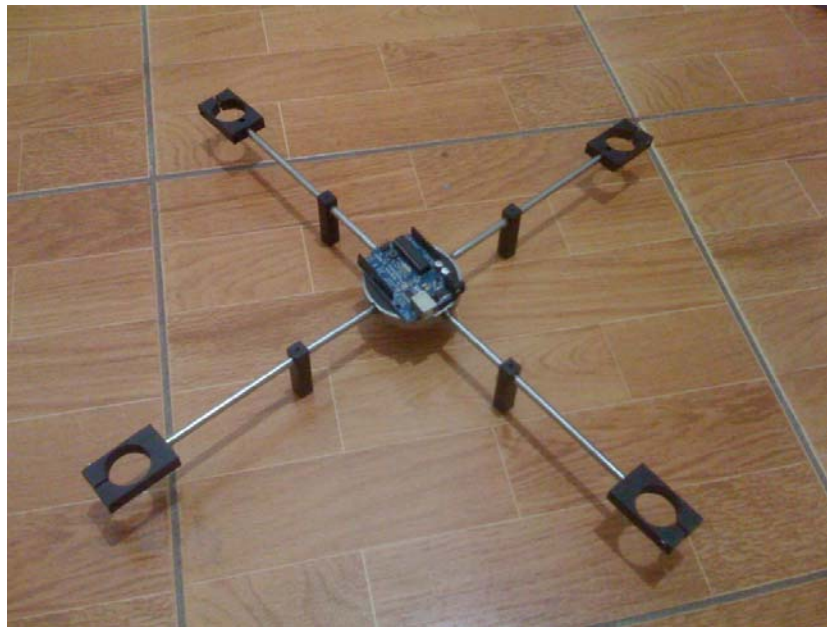


Figura 5. 2: Estructura #2 Acero inoxidable

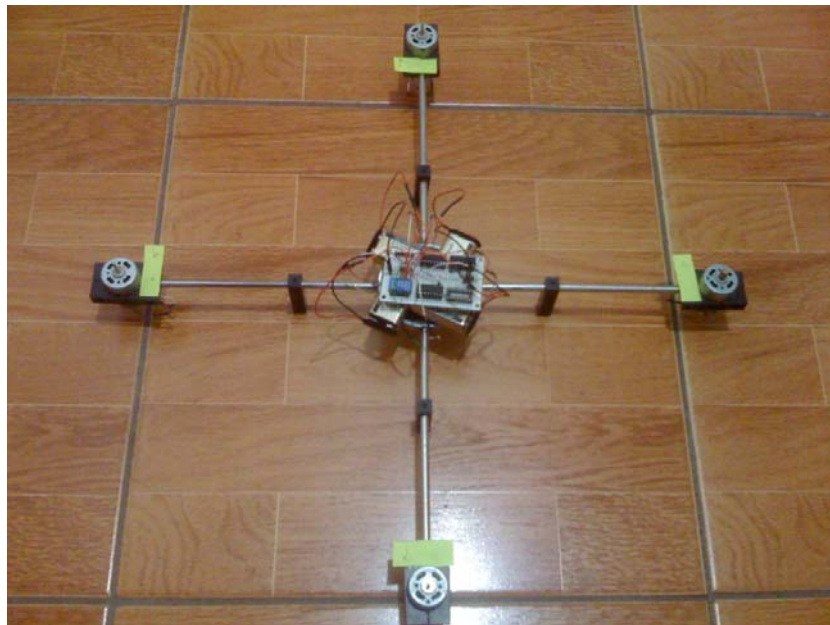


Figura 5. 3: Estructura de acero inoxidable con motores y puentes H.

Esta primera estructura de acero inoxidable tiene las siguientes dimensiones

Tabla 1: Dimensiones estructura de Acero Inoxidable 1

Parte	Dimensión
Círculo central	$\varnothing=7$ cm
Brazos	18 cm
Dist. respecto al suelo	5 cm
Soporte para motor	5 x 3 x 1 cm
Hélices	$\varnothing= 20$ cm

Tabla 2: Pesos de los componentes en estructura 1.

Componentes	Peso
Motor	10 gr
Ultrasónico	10gr
Arduino	30 gr
4 baterías	120 gr
Batería Arduino	120 gr
Estructura	195 gr
Peso total	655 gr

5.3 Estructura de Acero Inoxidable 2

Para realizar esta segunda estructura de Acero Inoxidable se tomaron en cuenta 3 nuevas cosas: nuevas hélices, nuevos motores y nuevos controladores; pero la más importante de ellos son los dos pares de hélices de paso invertido que se tienen para contrarrestar los torques producidos cuando estas giran. El principal cambio que se

tuvo fue el de aumentar las dimensiones de los brazos para así evitar que las hélices chocaran entre sí.

Antes de construir esta estructura se verifico por medio de “Auto CAD” las dimensiones de esta para asegurarse de que existiera espacio suficiente para contener todos los componentes evitar coaliciones entre las hélices.

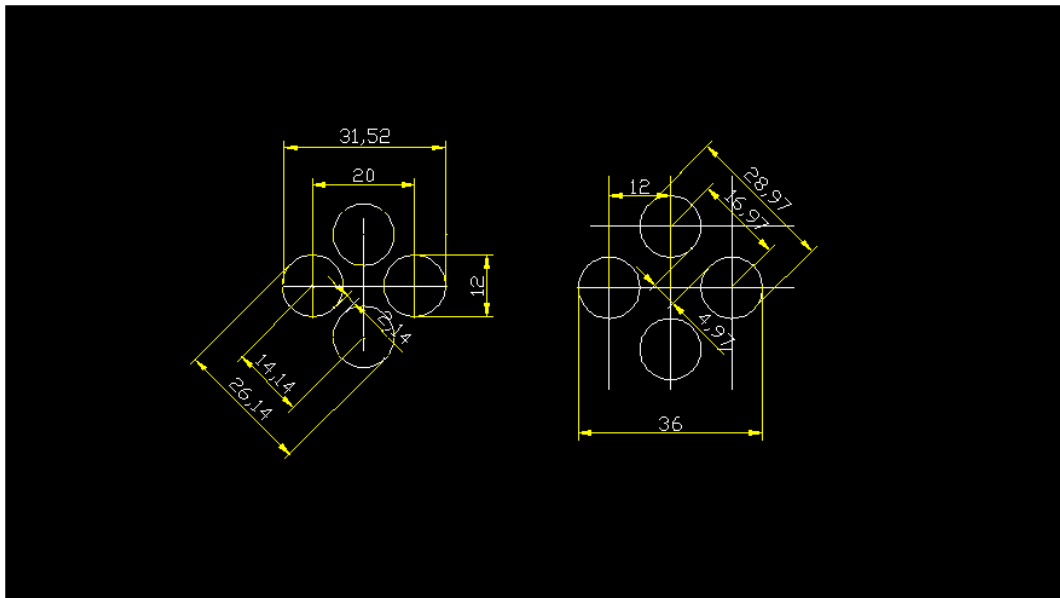


Figura 5. 4: Dimensiones en pulgadas de la estructura.

Al finalizar la construcción de la estructura nos quedo el siguiente modelo:



Figura 5. 5: Segunda estructura de Acero Inoxidable.

Al ser esta una nueva estructura y tener nuevos componentes para probar fue necesario analizar cada uno de los componentes que se utilizan.

Tabla 3: Dimensiones 2da Estructura de Acero Inoxidable.

Parte	Dimensión
Base circular	$\varnothing=7.5$ cm
Base cuadrada	8.5 x 8.5 cm
Brazos	25 cm
Dist. respecto al suelo	5 cm
Soporte para motor	5 x 3 x 1 cm
Hélices	30 cm

Tabla 4: Pesos de componentes en 2da estructura de Acero Inoxidable.

Componentes	Peso
Motor	17gr
Ultrasónico	10 gr
Arduino	30 gr
Batería Li-Po	125 gr
Batería Arduino	110 gr
Estructura	282 gr
Peso total	605 gr



Figura 5. 6: Estructura 2 con motores y hélices.

Para poder conectar los motores con las hélices fue necesario fabricar adaptadores especiales similares a los que venían de fábrica porque de otra manera el diámetro del conector de las hélices se tendría que haber agrandado, las piezas se fabricaron con aluminio y en conjunto de las 3 piezas pesan 10 gr.



Figura 5. 7: Una tuerca (izquierda) y las 3 piezas fabricadas para adaptar cada hélice al motor.

En la siguiente Figura se pueden observar las 3 piezas que se manejan de fábrica con los motores para conectarlos a hélices, el único problema es que el diámetro que manejan los conectores es mucho mayor que el diámetro por donde se ajustan las hélices.



Figura 5. 8: Conectores para hélices que vienen con los motores.

De esta manera las hélices pudieron ser conectadas como se muestra a continuación:

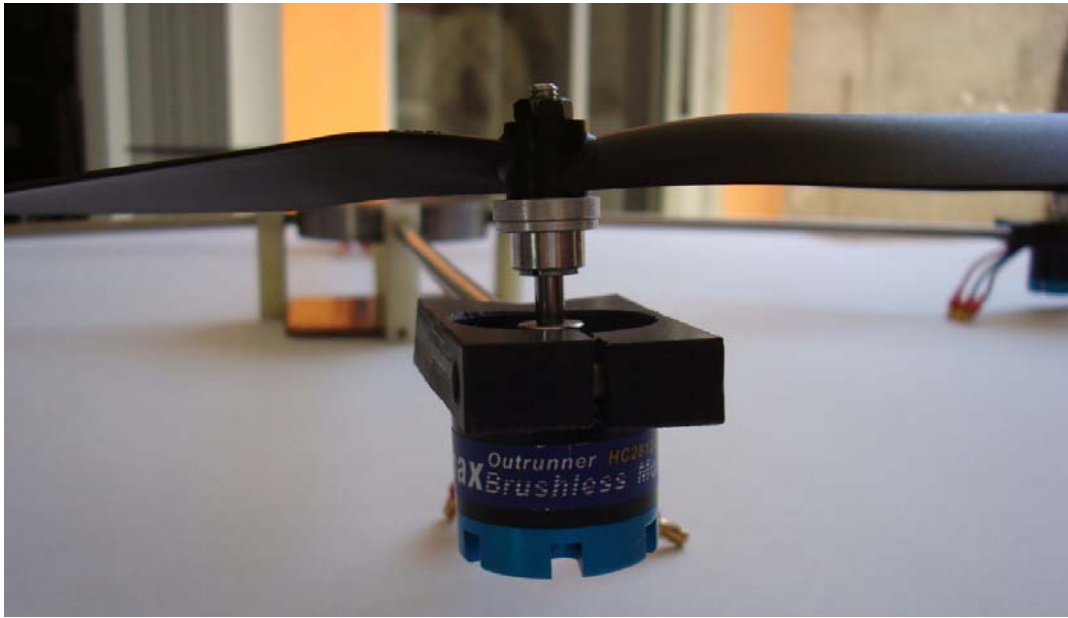


Figura 5. 9: Motor y hélice.

Con esta estructura fue posible realizar la primera prueba de vuelo y de control de los motores, en esta el dispositivo fue iniciado a una velocidad del 50% de los motores los cuales funcionaron correctamente pero debido a que estos consumen una gran cantidad de corriente para iniciar su desplazamiento cada uno de ellos inicio a diferentes tiempos lo que causo un desbalance y que no se equilibrara correctamente por lo cual alguna de las hélices choco contra el suelo y se detuvo su funcionamiento mediante un interruptor para poder resetear el Arduino y dejar de mandar señales de PWM a los motores.

En la segunda prueba que se realizo en esta estructura se trato de guiar el dispositivo por medio de varillas a los lados de sus bases para que tratara de subir de manera uniforme y en dado caso de que no lo hiciera sería necesario resetear nuevamente; pero para comprobar si el dispositivo era capaz de ser levantado a mayor velocidad los motores fueron utilizados solamente con un incremento de velocidad y sin el sistema de retroalimentación, esto nos llevo a que el dispositivo se elevara aproximadamente 25 cm pero debido a que las guías no estaban totalmente fijas causaron que el dispositivo perdiera el equilibrio por y tuviera que ser reseteado, aun así logro chocar con las guías y cayó al suelo desastrosamente. Esta última prueba realizada nos lleva a la conclusión de que los 4 motores suportan la estructura de 800 gr con mucha facilidad y que pueden aguantar más peso, pero para poder realizar alguna otra prueba posterior esta tendría que hacerse con mucha más seguridad para evitar dañar los componentes y en dado caso no lastimar a alguna persona.

5.4 Estructura de solera de aluminio.

Esta última estructura no se tenía contemplada en esta tesis pero para comprobar de una manera segura que este dispositivo podía volar era necesario realizar las pruebas en una nueva estructura que permitiera una mejor distribución de los componentes.

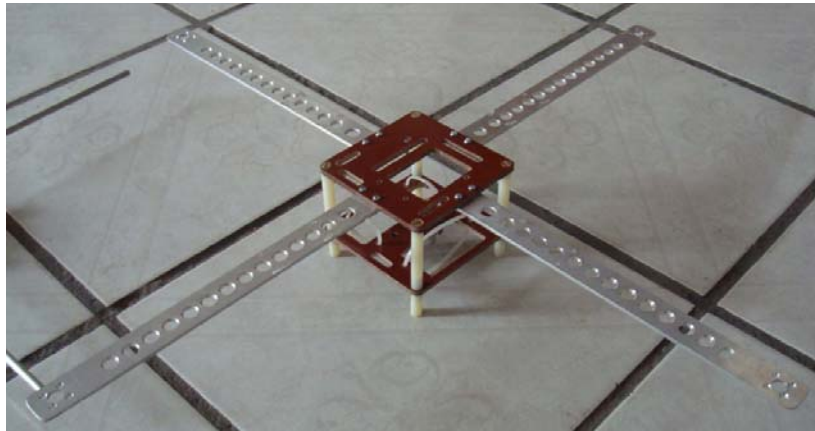


Figura 5. 10: Estructura de aluminio y celorón.

Esta estructura se realizó a base de una placa de aluminio para comprobar el funcionamiento de este material en la estructura. Los brazos fueron hechos mediante una placa de aluminio de 3mm de espesor debido a que de esta manera se evitaba que los brazos se flexionaran por las cargas dinámicas que presenta el motor al girar. El uso de este material implica que la estructura sea más pesada ya que solamente los 4 brazos pesaban 200 gr; por lo tanto para poder utilizarlos fue necesario realizar una serie de barrenos para reducir el peso de estos.

Las bases de los componentes son de celorón y están unidas mediante pequeños tubos de nylamid, esto fue realizado teniendo en cuenta el soporte de todos los materiales involucrados en el dispositivo.

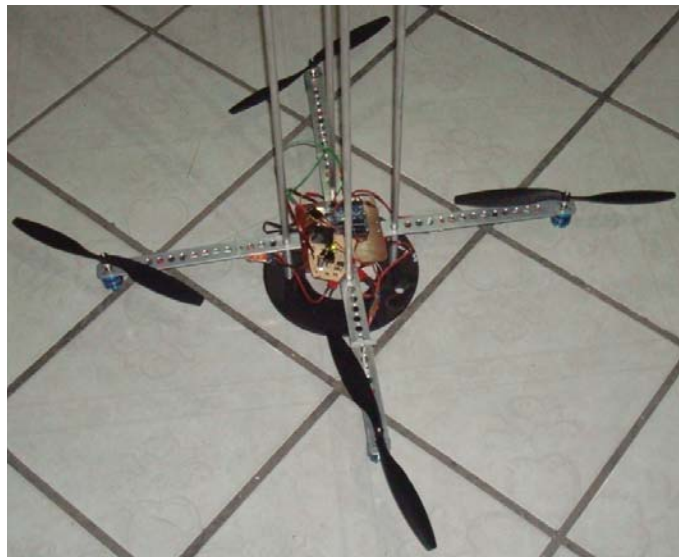


Figura 5. 11: 4ta estructura, solera de Aluminio.

En la Figura 5.11 se muestra la disposición de los componentes utilizados, los motores, las baterías, el Arduino, los sensores y el receptor infrarrojo. Para hacer más seguro el vuelo de este dispositivo se hizo una pequeña estructura para servir de guía y que este evitara volar sin rumbo, estas guías son básicamente 4 barras de aluminio unidas entre sí por dos placas de nylamid.

El peso final de la estructura fue de 1200 gr y con esto se logro evitar que el dispositivo se dañara al moverse erróneamente.

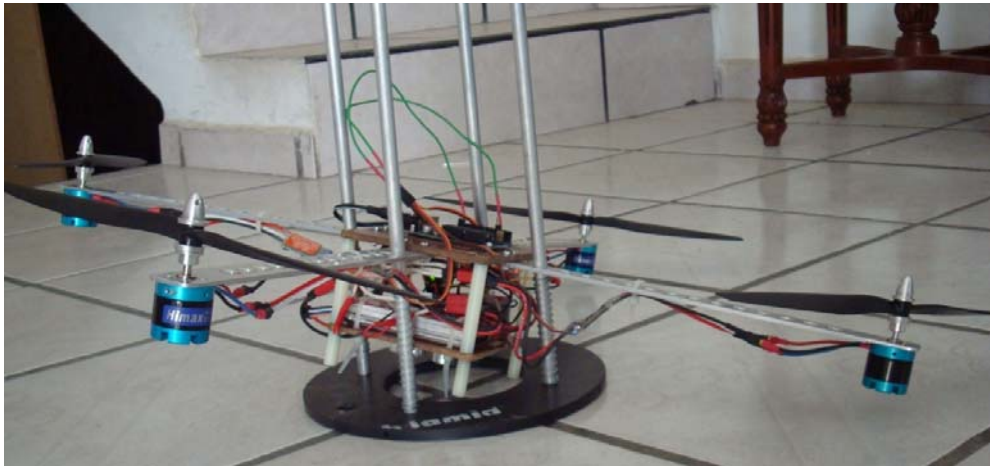


Figura 5. 12: Dispositivo inclinado debido a la acción de los motores.

La importancia de una estructura similar es de vital importancia para realizar las pruebas necesarias y saber si este dispositivo es capaz de volar; sin embargo el haber diseñado esta estructura tomando en cuenta la distribución de los componentes causo que esta estructura pesará mucho más que las anteriores por lo que en las pruebas esta no pudo despegar y lo mas que hizo fue inclinarse hacia los lados o solamente hacer un intento de volar.

Tabla 5: Pesos estructuras.

Estructuras	Peso
Acero Inoxidable	240 gr
Solera aluminio	340 gr

Esta pequeña tabla nos muestra que entre la segunda estructura de acero inoxidable y la estructura de solera de aluminio existe una diferencia de 100 gr. Esta diferencia no es grande pero si es significativa en un dispositivo que tiene que ser ligero ante todo.

Otra diferencia muy significativa es que la estructura de acero inoxidable estaba construida mediante tubos huecos los cuales presentaban una mejor aerodinámica que una estructura en forma rectangular con perforaciones circulares en el centro. El peso total de esta estructura fue de 1200 gr lo cual es demasiado por lo que se decidió aun bajar más el peso haciendo más barrenos a los brazos, reduciendo el ancho de las placas de celorón y quitando la batería que se usaba anteriormente para el Arduino ya que se descubrió que la batería usada en los motores era suficiente para alimentar todo el circuito; gracias a estas modificaciones la estructura termino pesando 932 gr.

Esto nos dice que para poder hacer volar este dispositivo correctamente es necesario contar con una estructura de aproximadamente 800 gr incluyendo todos los componentes.