



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RESIDENCIA PROFESIONAL

TEMA:

**DISEÑO DE UN ATERRIZAJE DE EMERGENCIA PARA UN
MULTIROTOR TIPO CUADROTOR**

ASESOR

DR. FRANCISCO RONAY LÓPEZ ESTRADA

ALUMNO:

MIGUEL AGUSTÍN FLORES MARTÍNEZ

12270151

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO A JUNIO 2016

INDICE

Introducción.....	3
Partes que componen a un multirotor tipo cuadrotor.....	4
Fuselaje o Marco (frame):	4
Motores:	5
Controlador de velocidad o “ESC” (Electronic Speed Control):	6
Hélices o propelas:.....	7
Controlador de vuelo o Unidad de Control.	8
Emisora y receptora de RC.	9
Batería:.....	10
Funcionamiento y Movimiento de un multirotor tipo cuadrotor.	11
Materiales Utilizados.....	15
Motor Brushless.....	16
2-3S lipo.....	16
ESC (electronic speed control).....	17
2-3S lipo.....	17
Batería.....	17
2-3S lipo.....	18
Controladora de vuelo.	18
Hélices o propelas.....	19
1045 Propeller.....	20
Transmisor y receptor de RC.	20
Digital proportional R/C system.....	21
Receptor FrSky V8FR-II	22
Configuración de la controladora de vuelo CC3D REVOLUTION utilizando el software Libre Pilot.....	23
Instalación del software.	23
Configuración básica de la tarjeta cc3d revolution.....	26
Conclusión	36

Introducción.

Por definición, un Drone es un vehículo aéreo no tripulado. Esta es una categoría amplia que podría incluir cualquier cosa, desde un avión a control remoto de juguete hasta un avión comercial o de carga sin piloto como también un avión militar de ataque o de vigilancia en cualquier lugar del planeta. También se le llama Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) por sus siglas en español.

En estos últimos años, el desarrollo de vehículos no tripulados (del inglés UAV- Unmanned Aerial Vehicle) ha tenido un avance muy significativo, sobre todo para el uso en aplicaciones civiles. Las aplicaciones usuales de este tipo de vehículo se centran en tareas donde tienen entornos de acceso difícil o que representa algún peligro, como por ejemplo: tareas de vigilancia y seguimiento, reconocimiento geográfico, etc.



Partes que componen a un multirotor tipo cuadrotor.

Fuselaje o Marco (frame):

Es el esqueleto del multirotor, es la estructura que le da forma y en donde deben ir alojadas todos los componentes del mismo para su correcto funcionamiento: Motores, electrónica, baterías, etc.

Los materiales utilizados para la construcción del chasis, están muy relacionados con las prestaciones a las que se destine el drone (aluminio, fibra de carbono, fibra de vidrio, Kevlar, etc.) y por supuesto muy relacionadas también con el precio.

Este necesita ser lo suficientemente fuerte como para soportar las fuerzas opuestas de los motores sin flexionar y hacer frente a los aterrizajes forzosos sin romperse. Al mismo tiempo, también debe ser lo suficientemente ligero que sus motores pueden fácilmente levantarlo, y lo ideal sería tener un pequeño perfil aerodinámico para evitar ser demasiado afectado por el viento. Los marcos deben ser capaces de amortiguar las vibraciones y eventualmente contar con soportes para colocar una cámara u otro equipo.



Motores:

Son los componentes fundamentales para mantener al multirotor en el aire. Los más comunes son los eléctricos de tipo Brushless que no emplean escobillas para realizar el cambio de polaridad en el rotor. Destacan por la relación peso/potencia.

La elección del motor adecuado es importante para un buen rendimiento en cualquier Drone, pero es especialmente crítico en un QuadCopter, donde su Drone está literalmente colgando en el aire, suspendido en virtud de los rotores.



Para comenzar el proceso de selección básico, necesitamos calcular cuánto empuje será necesario para mantener la nave en el aire. La regla básica con multirrotores es que sus motores deben ser capaces de producir dos veces el peso total de vuelo de la nave en el empuje. Este "margen de seguridad" se asegura de que sus motores serán capaces de responder rápidamente a sus entradas de control, o detener un descenso vertical rápido, incluso cuando el voltaje de la batería se reduce con el tiempo.

Controlador de velocidad o “ESC” (Electronic Speed Control):

Son los responsables de proporcionar electrónicamente las revoluciones necesarias a cada motor/hélice de manera individual en un momento determinado para realizar diferentes movimientos (elevaciones, rotaciones, translaciones, acrobacias, etc.).

Los ESC se clasifican principalmente para la cantidad de corriente que puede suministrar constantemente al motor. Para obtener el ESC correcto, primero determina el consumo de corriente máximo de las especificaciones del motor elegido, añadir un margen de seguridad del 10%, y buscar los ESC clasificados a

por lo menos esta cantidad de corriente. También tendrá que comprobar que su ESC elegido está clasificado para el número correcto de células de la batería (generalmente 3 células o 11.V) y asegurarse de que no es demasiado pesado.



Hélices o propelas:

Están fabricadas en diferentes tamaños y materiales, compuesto de nylon, fibra de carbono, etc. Son las encargadas de, cambiando el empuje suficiente por cada par motores girando en sentido contrario.

Cada hélice viene determinada por dos cifras (50/30) donde el primer dígito representa la longitud de la misma y el segundo el pitch o paso de hélice. A mayor longitud de hélice mayor empuje y también mayor consumo de corriente. Por lo que hay que usar las hélices adecuadas a nuestro modelo.

El problema principal es encontrar las hélices que están disponibles en ambos sentidos de giro, los QuadCopter tienen la mitad de los motores que giran en sentido de las agujas del reloj (CW), y la otra mitad que giran en sentido anti-horario (CCW), esto se hace para lograr un equilibrio estable del Drone.



Controlador de vuelo o Unidad de Control.

Es el cerebro de todo Drone, Sensa y controla todo lo que pasa en el Drone y es a donde van conectados casi todos los componentes del Drone (reguladores, sensores, etc).

Sensores más comunes:

Giróscopo .- Junto a la estabilizadora permiten tener el dron nivelado.

Acelerómetro .- Mide variaciones de aceleración o velocidad.

Barómetro .- Mide variaciones de altura, también llamados altímetros.

Brújula .- Mide la orientación del dron.

GPS .- Mide y sitúa al dron en coordenadas geográficas. (Red satélites GPS).



Emisora y receptora de RC.

La Emisora es el control remoto del dron y la que establece la comunicación entre el piloto y el Dron de forma bidireccional: el piloto da instrucciones de vuelo al dron y el dron da información relevante sobre su estado al piloto como por ejemplo el estado de la batería o su posición GPS.

Tipos de comunicaciones inalámbricas.

- AM; FM; 2,4Ghz. Siendo la 2,4 Ghz la más frecuente en aeromodelismo porque termina con los problemas de interferencias.

- Wifi; Bluetooth. Usado en Drones dotados de control mediante wifi o Bluetooth para Tablet o Smartphone.

Canales de la emisora:

Cada uno de los canales gestiona una función del Drone mediante servos electrónicos. Ejemplos de canales son: el canal de potencia, de elevación, de timón, etc.

Pantalla:

Muestra toda la información relevante sobre el estado del drone al piloto: Consumo de las baterías, coordenadas de posición, estado y calidad de la señal, FPV, etc.



Batería:

Proporcionan la energía necesaria para hacer funcionar el Drone. Son componentes muy pesados por lo que es esencial que sean capaces de tener una buena relación peso/capacidad para maximizar la autonomía de vuelo del Drone. Las más utilizadas son las baterías Li-Po (polímero de litio) debido a su densidad de energía, su bajo peso y su alta tasa de descarga que es ideal para maniobras ágiles como las de un multirrotor.



Funcionamiento y Movimiento de un multirotor tipo cuadrotor.

La característica principal del Quadcopter son la disposición simétrica y su rotación asimétrica dos a dos. Esto le permite equilibrarse aplicando rotaciones iguales en los 4 motores, y al mismo tiempo hace calcular los giros.

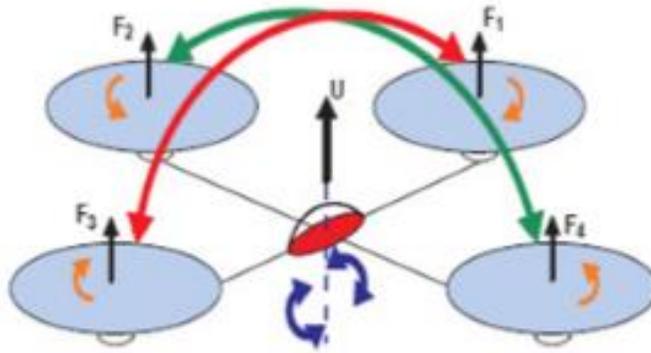
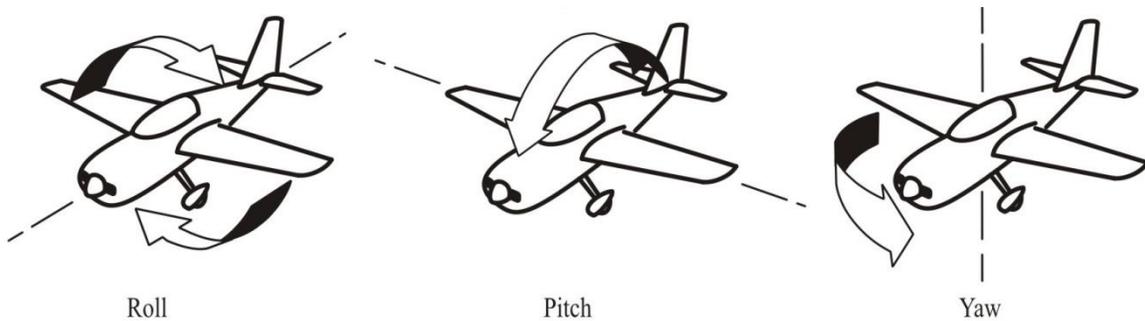


Figura 1. Fuerzas y momentos del quadri-motor [5].

Los pares generados por 1,3 y 2,4 de figura x son contrarios y eso auto-estabiliza el Quadcopter siempre y cuando se apliquen empujes de mismo módulo en los 4 motores. De esta manera no se necesita la hélice lateral de un helicóptero, simplificando el cálculo y el diseño.

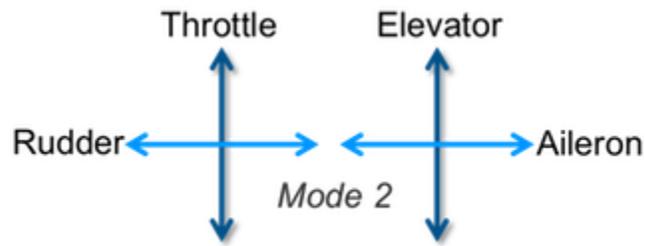
Debemos entender primero el movimiento de un multirotor, que viene a ser parecido al de un avión. En aeronáutica, las rotaciones que puede ejecutar un aparato según sus ejes se llaman Yaw, Roll y Pitch.



Roll: Es la inclinación hacia los costados o balanceo. Normalmente está controlado por el stick aileron.

Pitch: Es la inclinación hacia delante/atrás o cabeceo. Normalmente está controlado por el stick elevator.

Yaw: Es la rotación sobre sí mismo. Normalmente está controlado por el stick rudder.

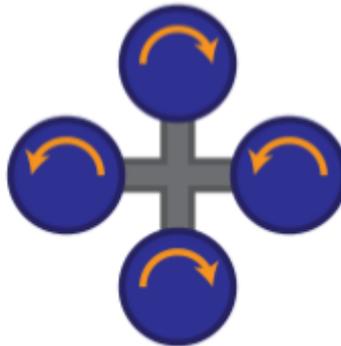


Así pues las cuatro configuraciones de motores y sus movimientos asociados son:

- Control del Altitud

La posición base es con los 4 motores aplicando el mismo empuje. Con la cantidad total de empuje podemos llegar a 3 movimientos:

- Estabilizarse en el aire.
- Subir altura.
- Bajar altura.



- Control del Yaw

Para ajustar el yaw se sube el empuje de dos motores opuestos mientras los otros dos se mantienen estables.

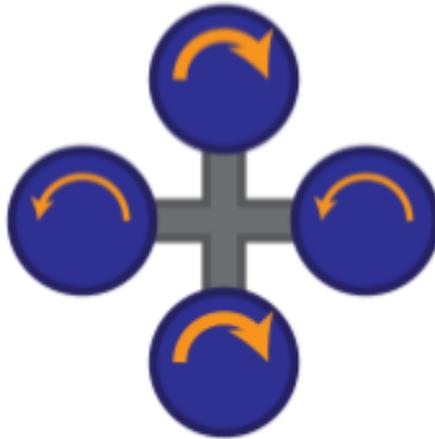


Figura 6: Control del YAW

- Control del Roll.

El movimiento de roll se consigue modificando dos motores opuestos con la misma diferencia, pero en uno se sube y en otro se baja.

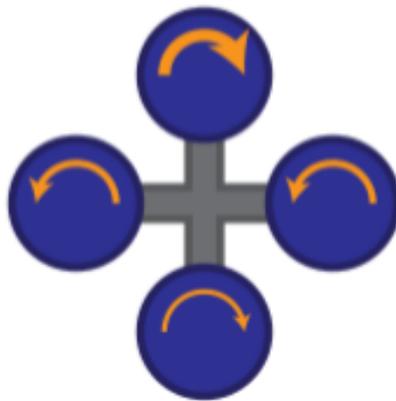


Figura 7: Control del Roll

- Control del Pitch

El movimiento de pitch se hace de la misma manera que el roll, pero tocando los otros dos motores.



Figura 8: Control del Pitch

Materiales Utilizados.

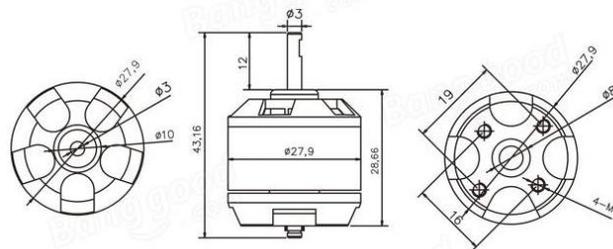
Motor Brushless

Emax motor xa2212-980kv



XA2212

Número de celdas de la batería.	2-3S lipo
Dimensiones del estator.	28.5 mm
Diámetro del eje.	3 mm
Peso.	40 g
Empuje.	De 730 a 880 g
Tamaño de la hélice.	9" o 10"
Rpm Max.	8220
Intensidad máxima.	15.1 A



XA2212

ESC (electronic speed control).

El ESC seleccionado es una ESC EMAX de 30 A con fin de sobredimensionar con respecto a los 15 A que consume cada motor.

Número de celdas de la batería.	2-3S lipo
Current continuos.	30 A
Burst current.	40 A
Dimension L * W * H (mm).	52*26*7
Weight (g).	28
BEC Mode.	Lineal
BEC Output.	2A/5v
Programable.	Si



Batería

Zop 11.1v lipo potencia 30c 2200mah batería t enchufe.

Número de celdas de la batería.	2-3S lipo
Dimensiones (mm).	24.5 * 34 * 105 mm
Capacidad	2200 mah
Peso (g).	190 g
Tasa de descarga continúa.	30c



Controladora de vuelo.

CC3D Revolution Flight Controller + Oplink + M8N GPS



La junta Revolución OpenPilot, también llamado "Revo", es un nuevo tipo de piloto automático usando el chip STM32F405RGT6, con ARM Cortex-M4 núcleo a 210MIPS, funciones FPU, y la saturación aritmética DSP.

Esto es importante, ya que contiene una unidad de coma flotante de hardware (FPU), que es un gran avance para pilotos automáticos de clase hobby.

Por supuesto, FPU es un paso más en la escala de rendimiento. La FPU permite el procesamiento preciso, de baja latencia de las mediciones de la vida real utilizando avanzados algoritmos de estimación de actitud.

La revolution es un ordenador de control de vuelo con piloto automático, destinado a multirrotores, helicópteros y alas fijas. Es un 10DOF completo con sensores de giroscopio, acelerómetro, magnetómetro y de presión.

Hélices o propelas.

Están fabricadas en diferentes tamaños y materiales, compuesto de nylon, fibra de carbono, etc. Son las encargadas de, cambiando el empuje suficiente por cada par motores girando en sentido contrario.

Nombre del producto.	1045 Propeller
Diámetro de la propela.	25.4cm (10in)
Diámetro del orificio central (frontal y reverso).	Orificio frontal 6mm Orificio reverso 9mm



Transmisor y receptor de RC.

FS-TH9X Equipo de radiocontrol digital

FS-TH9X ha revolucionado la forma en que las personas experimentan RC, y ahora esta emisora de radio puede hacer frente a las grandes competiciones. 2,4 GHz es el estándar de la nueva generación de sistema de radio, ya que tiene un montón de ventajas.



Nombre del producto.	Digital proportional R/C system
Modelo tipo	RC Gild/RC Helicopter/RC Airplane
RF range	2.40-2.48 GHZ
Rango de control	350 a 450 m
Número de canales	9
Voltaje de operación	12 V
Dimensiones	185x 220 x 100 mm
Peso	670 g

Receptor FrSky V8FR-II



Nombre del producto.	Receptor FrSky V8FR-II
Voltaje de operación.	3.0~16V(HV Version)
Consumo de energía.	30mA
Resolución	3072
Número de canales	8
Distancia	1.5km-2.5km
Dimensiones	44 x 24 x 14 mm
Peso	9.3g

Configuración de la controladora de vuelo CC3D REVOLUTION utilizando el software Libre Pilot.

Instalación del software.

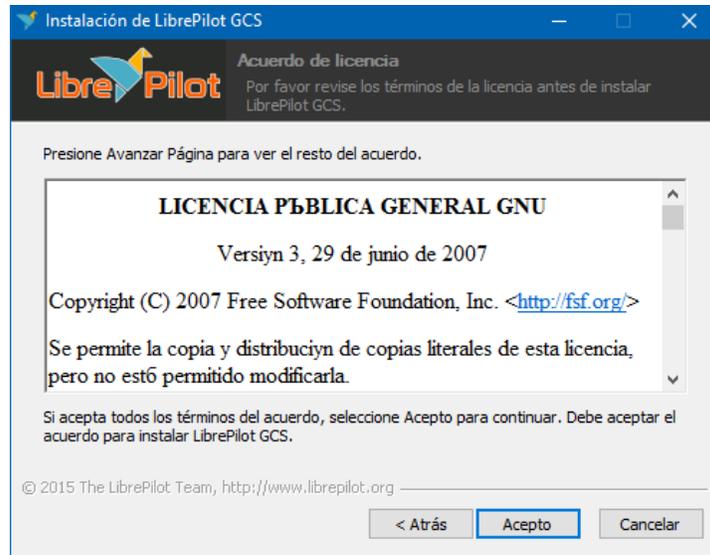
1.- Descargar el archivo en la página oficial de LibrePilot, ejecutarlo y conceder permiso para que realice la instalación.



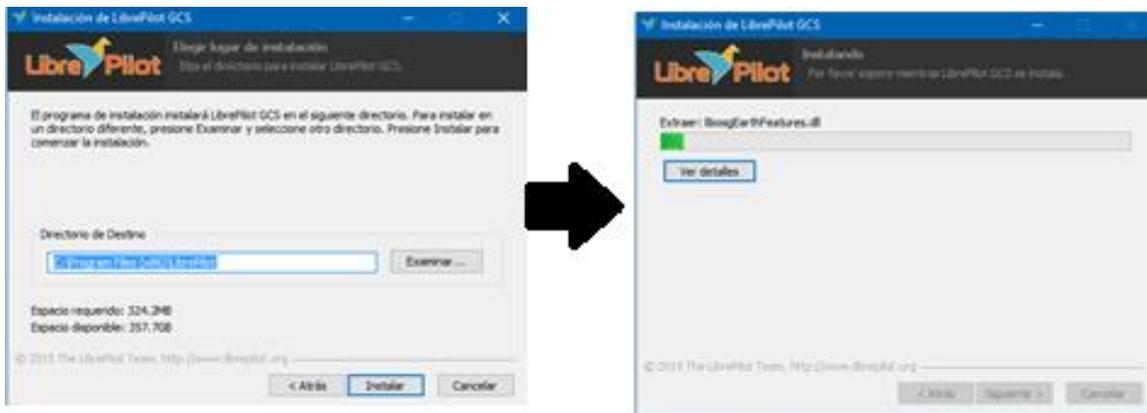
2.- Seleccionar el idioma deseado y dar click en “OK”, después dar click en siguiente.



4.- Aceptar los términos del acuerdo para el uso del software, dar click en siguiente.



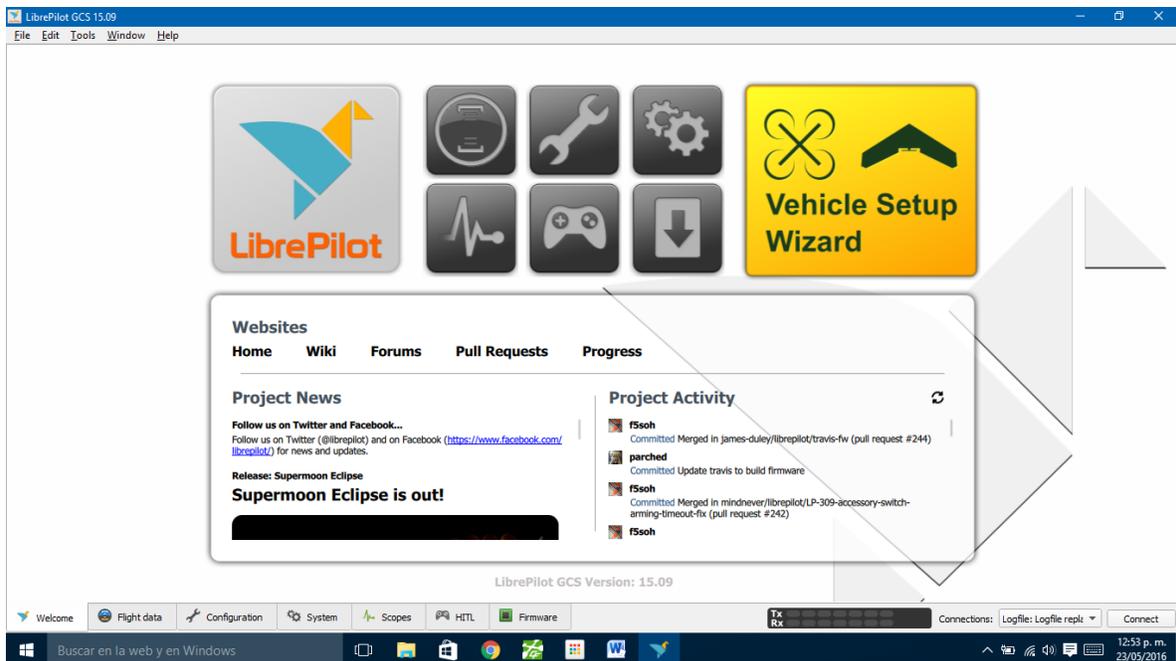
5.- Seleccionar instalar, y comenzara la instalación.



6.- Al poco tiempo se abrirá otra ventana, es el asistente para la instalación de los controladores de la tarjeta, dar click en siguiente y después en finalizar.



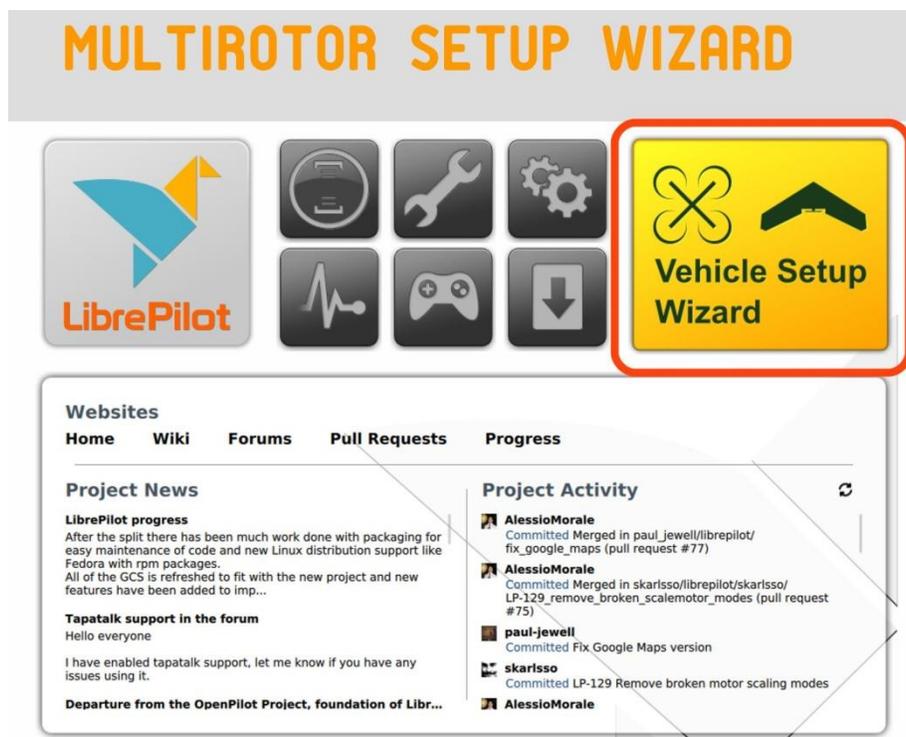
7.- Terminara la instalación, seleccionar terminar y automáticamente se abrirá el programa instalado.



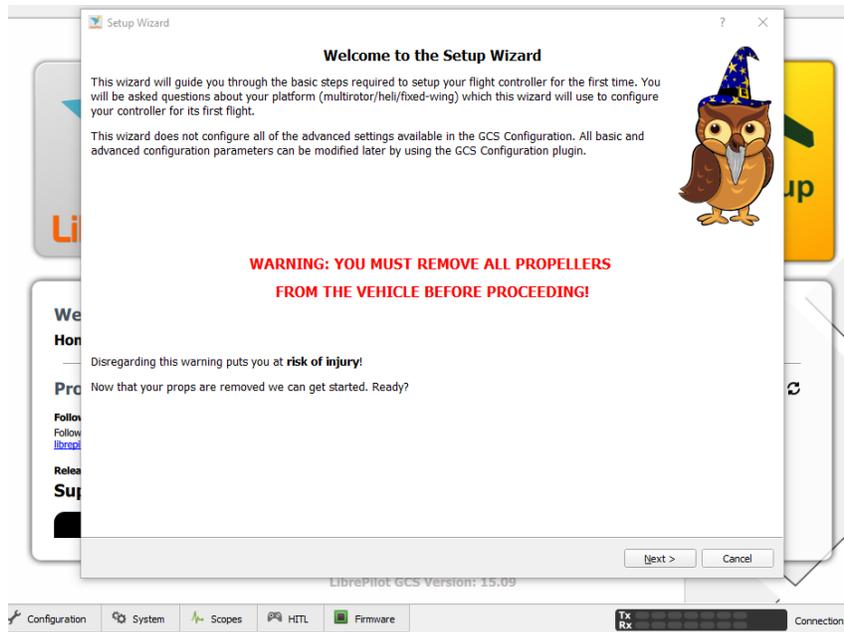
Configuración básica de la tarjeta cc3d revolution.

A continuación se explicara el proceso de una configuración básica para la cc3d revolution, esta configuración es muy útil cuando uno se está iniciando en el mundo de los drones.

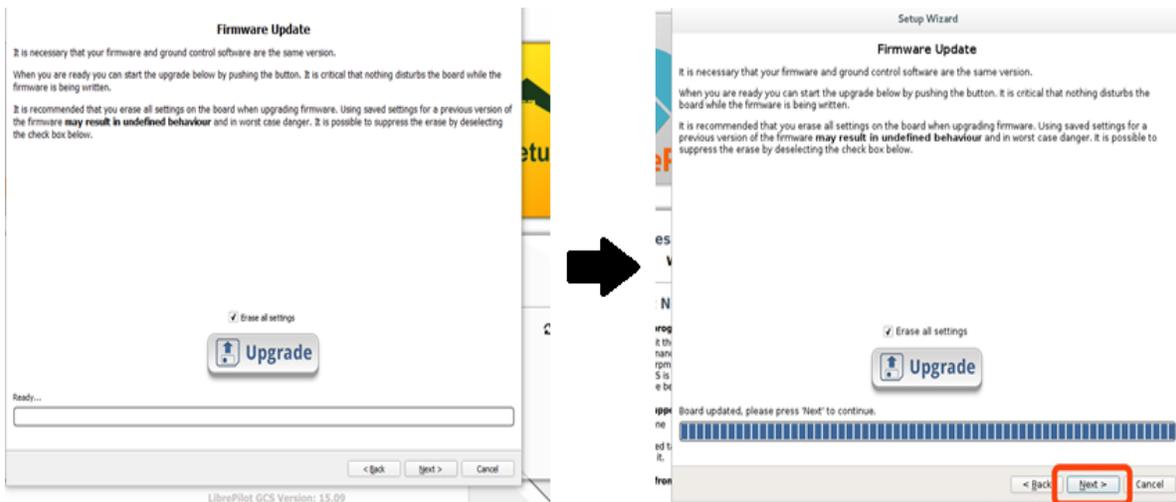
Para iniciar la configuración, se da click en la pestaña que se muestra en la imagen x (Vehicle Setup Wizard).



En el siguiente paso, nos abre una ventana y nos advierte que quitemos las propelas, por seguridad y precaución, con el fin de evitar accidentes ya que más adelante se calibraran los motores.



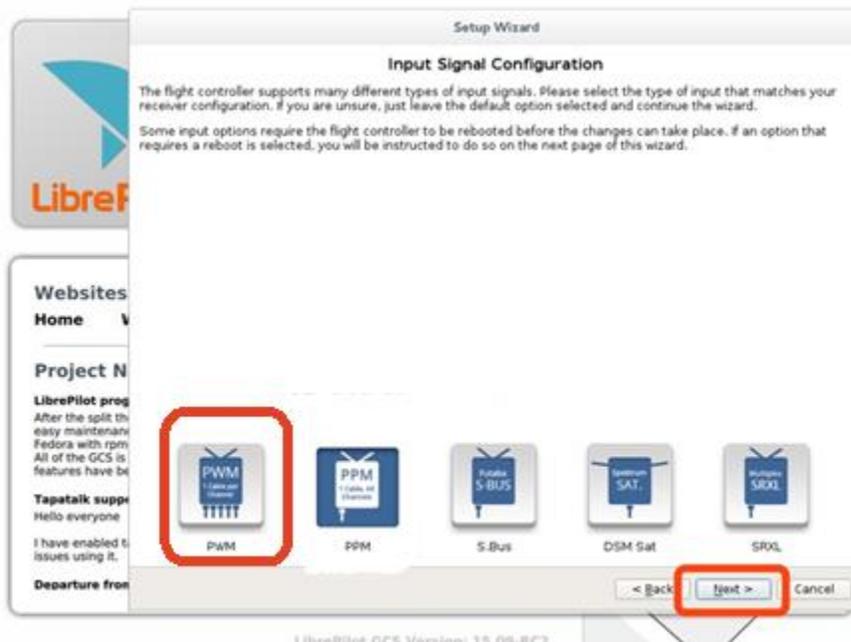
En el siguiente paso se borrara el firmware y las configuraciones que se hayan realizado anteriormente, prácticamente eliminara todas las configuraciones y se instalara el firmware más reciente que esté disponible. Tardará aproximadamente unos 3 minutos y después aparecerá la opción de next dar clic en él.



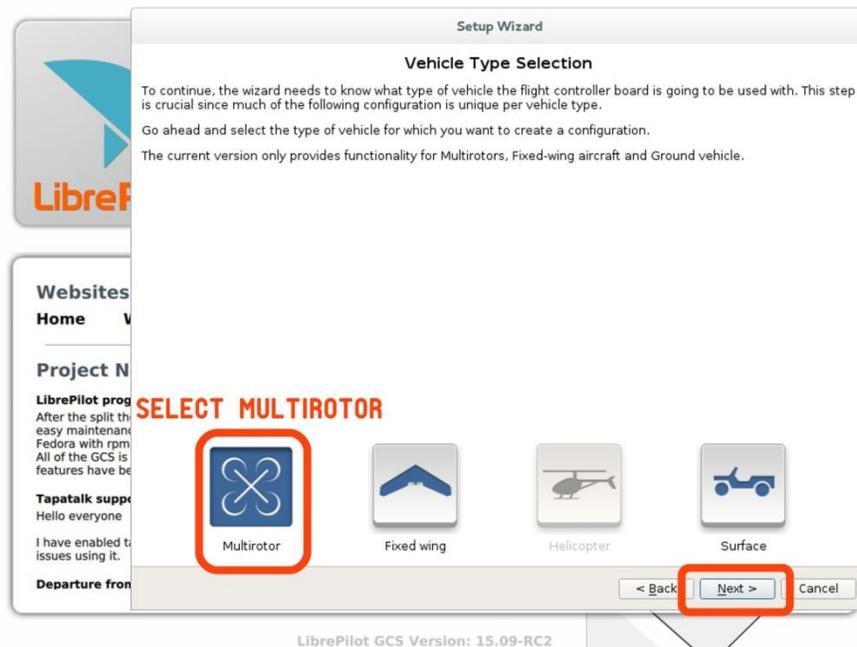
A continuación aparecerá una ventana donde identifica que tarjeta es y los puertos que trae la tarjeta, dar click en next y la tarjeta se reiniciara y guardara todo lo que se ha configurado.



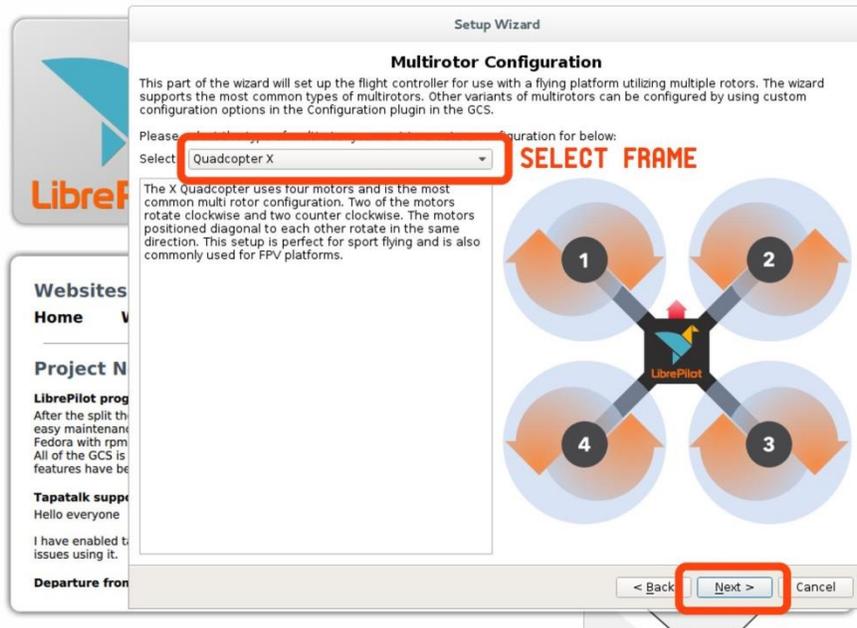
Terminando de reiniciarse y guardar todas las configuraciones realizadas, nos mostrara una ventana donde escogeremos como sera la transmision de datos, eso dependera de nuestra receptora de rc, ya que algunas no soportan la modulacion PPM y solo se puede configurar la modulacion PWM, por lo regular la mas utilizada es la PWM que es un cable por canal. La otra modulacion utiliza un solo cable para todos los canales.



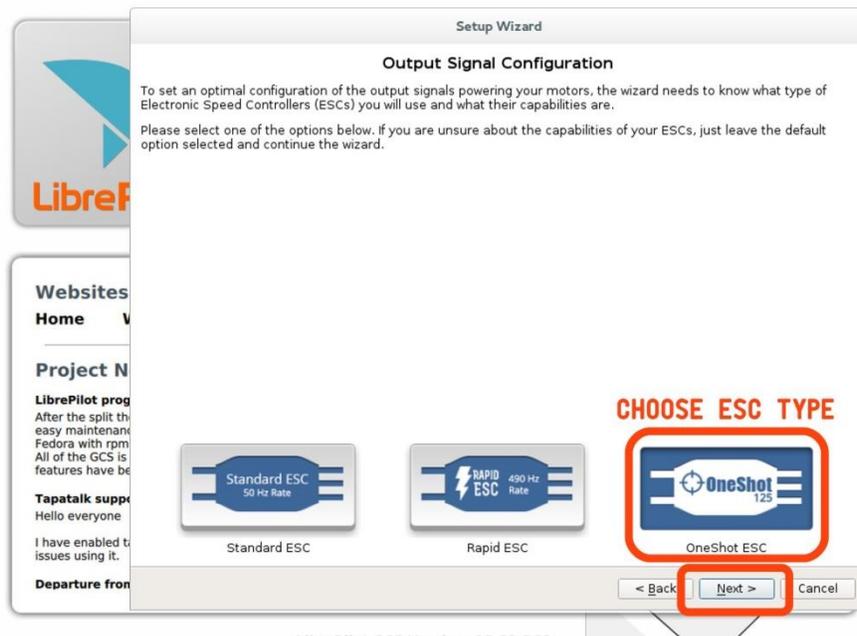
Lo siguiente que se realizara es escoger el tipo de vehiculo que se construirá, puede ser un multirotor, un carrito, un fixed wing hasta un helicóptero, pero esto dependerá de la versión de la tarjeta, ya que no todas las tarjetas soportan a todos los tipos de vehículos mencionados.



Se selecciona next y continuamos con la configuración de la tarjeta, al dar click en next y haber seleccionado que se construirá un multirotor nos mostrara una ventana en la cual seleccionaremos el tipo de multirotor ya sea un quadcopter en “X” o en “+”, o un hexacopter esto depende de lo que se quiera construir, la cc3d revolution solo soporta hasta 6 motores.



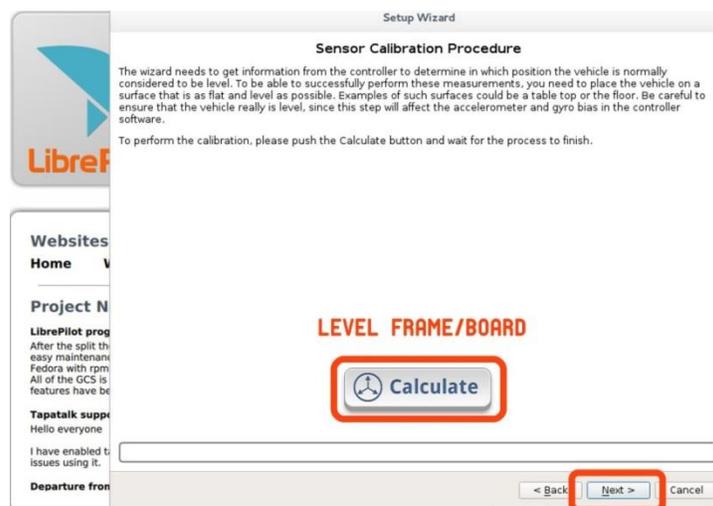
A continuación, damos click en next y nos abrirá otra ventana, aquí escogeremos los tipos de controladores electrónicos de velocidad (ESC) que se utilizarán, hay tres tipos: los estándar ESC, los rapid ESC y los one-shot ESC.



Ya que se hayan escogidos los ESC adecuados, procedemos a dar click en next, a continuación nos mostrara todas las configuraciones que hemos realizado hasta el momento. Incluso podemos observar las conexiones que se deben realizar, ya que nos muestra el diagrama de conexiones.



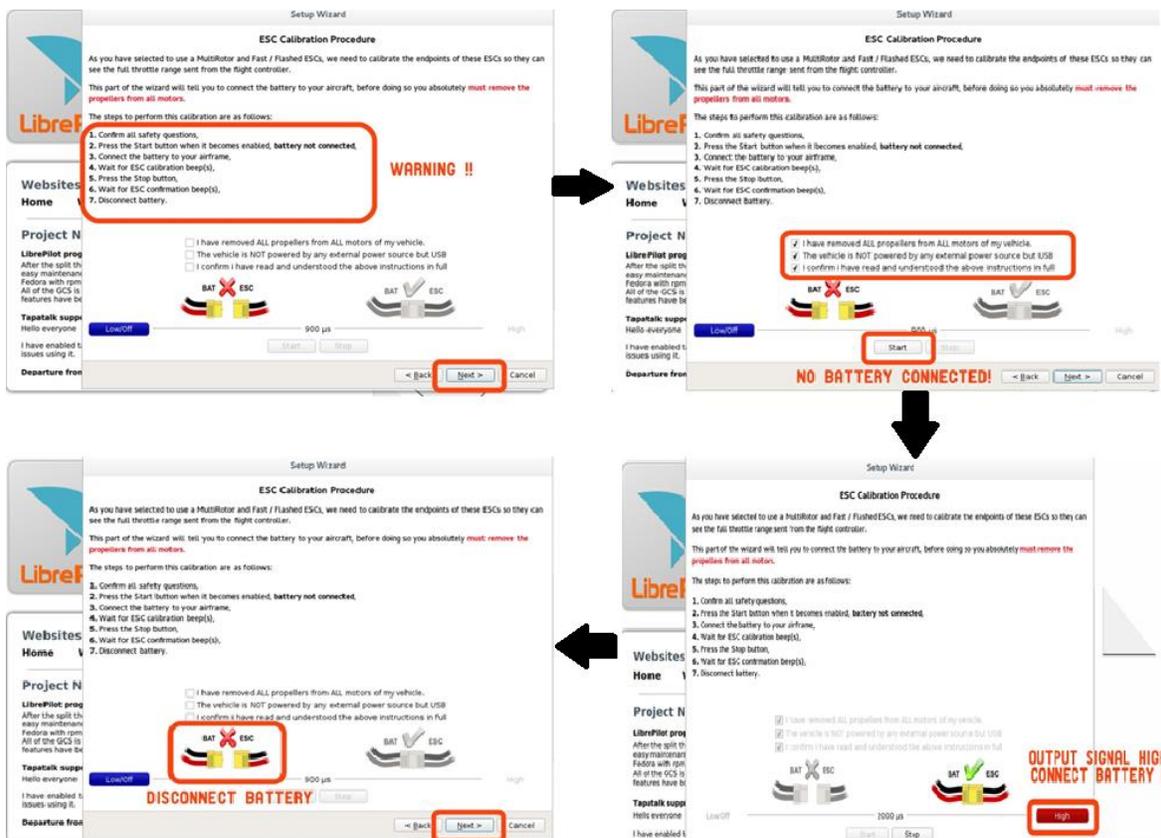
El siguiente paso es calibrar los sensores, en este paso hay que colocar al dron en un lugar completamente nivelado, que esté totalmente plano y que no vaya a sufrir un movimiento en ese instante, ya que si no se realiza bien la calibración, el dron no quedara estable, aunque tengamos buenos valores de PID el dron volara de manera inestable debido a la mala calibración de los sensores.



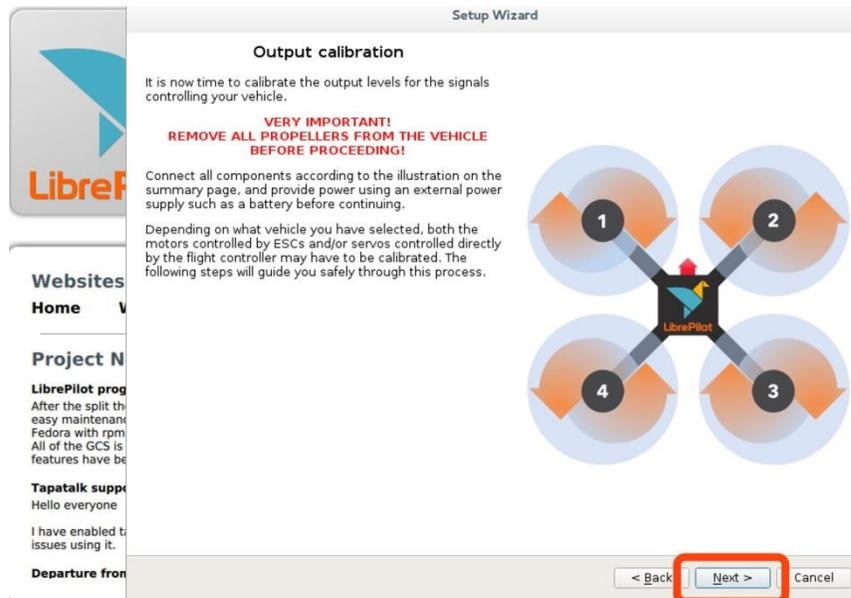
Una vez terminado la calibración dar click en next, y lo siguiente es calibrar los controladores electrónicos de velocidad (ESC). Nos abrirá la siguiente ventana y nos muestra unos pasos a seguir, aquí nuevamente nos advierte que quitemos las propelas, por si aún no las hemos retirado de los motores, ya que de no hacerlo en los paso que siguen podemos sufrir un accidente.

Pasos para la calibración.

1. Confirmar todas las preguntas, pero antes leerlas.
2. Dar click en el boton START, la bateria debe estar desconectada.
3. Conectar la bateria al dron.
4. Esperar los beep(s) de calibracion de los ESC.
5. Dar click en el boton de STOP.
6. Esperar los beep(s) de calibracion.
7. Desconectar la bateria.



Al haber calibrado los ESC ahora viene la calibración de los motores, aunque realmente no es una calibración exacta, ya que un motor puede encender antes que el otro, entonces este paso realmente nos servirá para identificar el sentido de los motores y hacer los ajustes en dado caso que un motor no encienda, o el sentido del giro sea incorrecto, entonces dar click en next.



Antes de todo lo primero que debemos realizar es CONECTAR la batería, ahora si estamos listos.

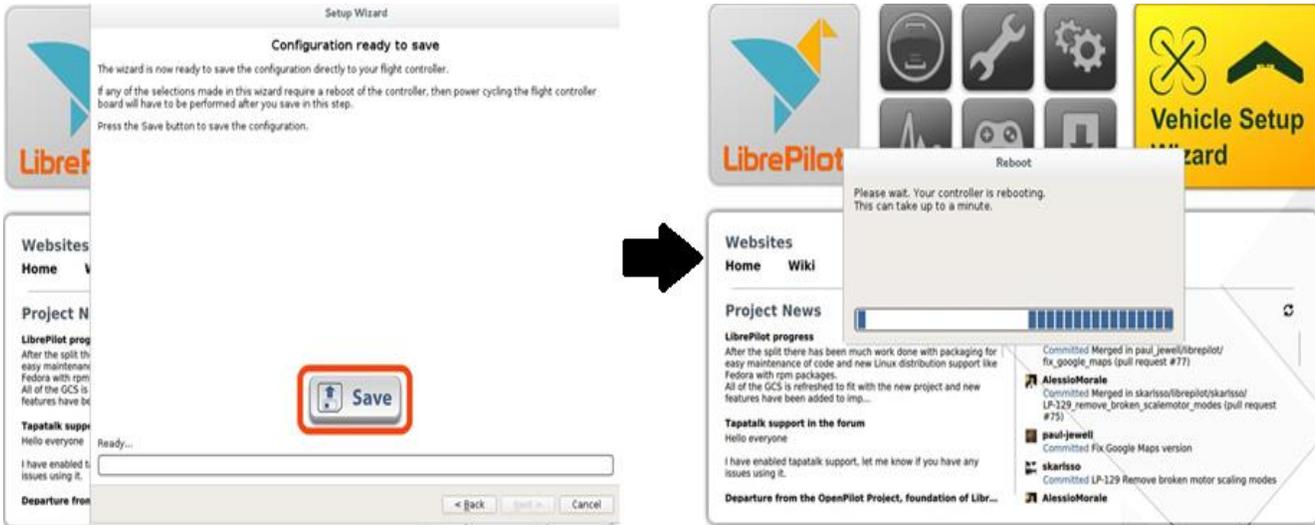
- Dar click en START y nos aparecerá un set point que debemos regular hasta que el motor comience a girar, el valor que dejen no es totalmente relevante ya que en otro paso se realizara de manera correcta la calibración de los motores para que enciendan al mismo tiempo.
- Una vez revisado el sentido en el cual gira el motor y que todo esta bien, dar click en STOP y después en next.
- Estos pasos hay que realizarlo para los cuatro motores.



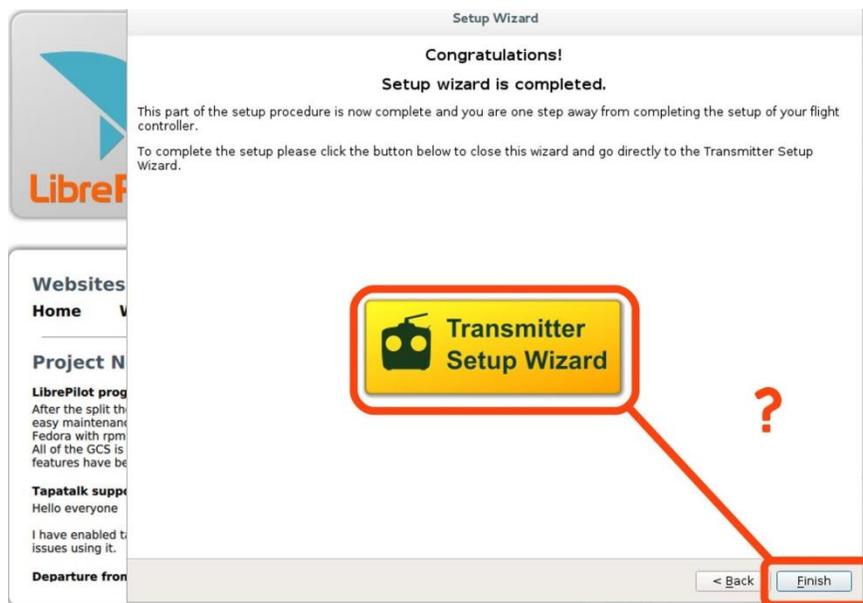
Después de calibrar los motores nos mostrara otra ventana donde vienen ciertos modelos de drones, cada modelo trae preestablecido una configuración, es decir traen un modelo de motores, de ESC y valores de PID específicos para ese tipo de dron. Si tenemos un frame parecido sería bueno elegir uno de estos y a partir de ahí jugar con los valores del PID.



Hasta este instante se ha hecho la configuración básica del drone, a continuación solo le damos click en guardar y listo, ya tenemos “configurado” el drone, la tarjeta se reiniciara y guardara todos los cambio realizados.



A continuación nos abre otra ventana, hay dos opciones, la de configurar el transmisor en ese instante o solamente finalizar e ir al menú de inicio.



Conclusión

Este documento es un manual, para facilitar al usuario la configuración de una tarjeta de vuelo CC3D revolution, y para llevar acabo la construcción de un drone, en dicho documento se sugieren ciertos pasos a seguir para no tener problemas a la hora de llevar acabo la construcción de un drone.

Cabe mencionar que al armar un drone se presentan diferentes situaciones, cada drone tiene ciertas características y por ende cada vez que se arma un drone diferente se comportan diferente , entonces las circunstancias o los detalles que se presentas son diferentes y las soluciones son distintas. De acuerdo a mi experiencia al armar un drone les recomendaría que cuando empiecen a volar, compren un drone de juguete ya que esos son resistentes y se involucraran un poco al ambiente de los drones.