



La Feria Aérea



UNIDAD DIDÁCTICA 4

INSTALACIÓN

PROGRAMACIÓN

CONFIGURACIÓN

INSTALACIÓN

El “cerebro” de nuestro cuadricóptero es la controladora de vuelo, que en nuestro caso es la **Flip32+** y para que pueda volar es necesario **programarla** y **configurarla**. Para ello la conectaremos a través de un cable MicroUSB al ordenador.

Pero como se comunica a través de un puerto serie, necesitamos **instalar** un driver que haga de puente entre el USB y el UART de la controladora. Ese driver se puede descargar de la siguiente página, según el sistema operativo que utilicemos:

<http://www.silabs.com/products/mcu/pages/usbtouartbridgevcpcdrivers.aspx>

Una vez descomprimido el fichero ZIP e instalado el driver, conectaremos la controladora al puerto USB para instalarle el firmware **Cleanflight**, (aunque también está disponible otro llamado *Baseflight*).

Necesitamos instalar la aplicación **Cleanflight Configurator** desde el navegador Chrome, que se puede descargar en:

<https://chrome.google.com/webstore/detail/cleanflight-configurator/enacoimjcgeinfnnnpajinjgmkahmfgb>

Como se trata de una aplicación de código abierto y en constante evolución, las pantallas pueden variar según la versión que usemos. En este caso corresponden a la **versión 0.65** para Windows.

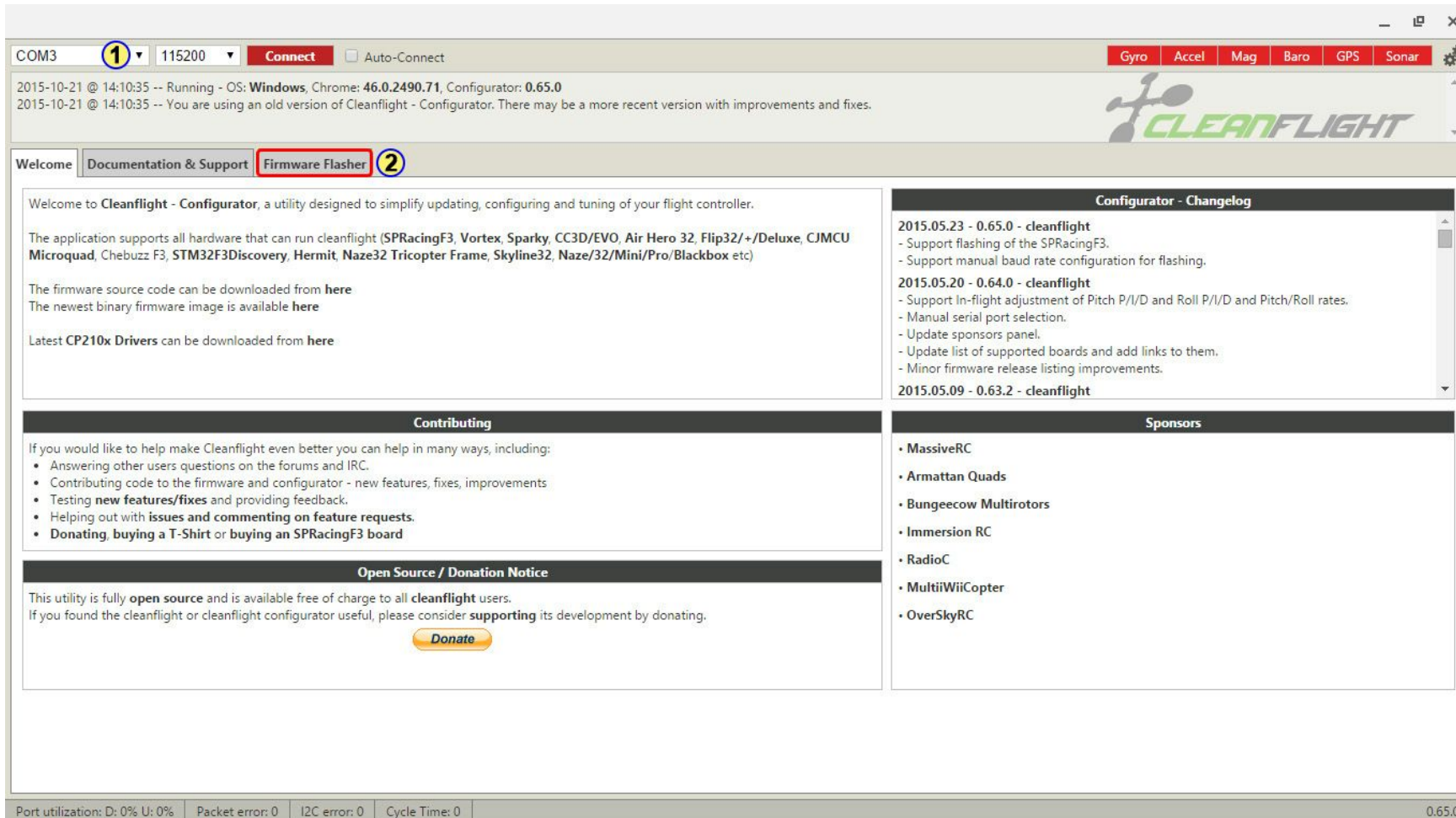
Para hacer la instalación en Lliurex consultar el vídeo del siguiente enlace: <https://youtu.be/KraAu8WFLAA>

ATENCIÓN:

TODO ESTE PROCESO DEBE REALIZARSE SIN PONER LAS HÉLICES, Y SÓLO LAS PONDREMOS EN EL MOMENTO DE VOLAR.

PROGRAMACIÓN

Para programar la controladora, la conectamos al ordenador mediante el cable MicroUSB e iniciamos la aplicación, apareciendo la siguiente pantalla donde vemos el puerto COM que nos ha creado el driver que instalamos anteriormente (1) y que será diferente para cada ordenador. Para instalar el *firmware* en la controladora hacemos clic en la pestaña **Firmware Flasher** (2).



The screenshot shows the Cleanflight Configurator Firmware Flasher interface. At the top, there's a header bar with a dropdown menu showing 'COM3' (marked with a circled '1') and a 'Connect' button. Below this, a status bar displays system information and a warning about the version. The main content area has a tabbed interface with 'Firmware Flasher' (marked with a circled '2') selected. The left sidebar contains a 'Welcome' message, links to documentation, and a 'Contributing' section. The right sidebar shows a 'Configurator - Changelog' with recent updates and a 'Sponsors' list. The bottom status bar shows port utilization and cycle time.

COM3 (1) 115200 Connect Auto-Connect Gyro Accel Mag Baro GPS Sonar

2015-10-21 @ 14:10:35 -- Running - OS: Windows, Chrome: 46.0.2490.71, Configurator: 0.65.0
2015-10-21 @ 14:10:35 -- You are using an old version of Cleanflight - Configurator. There may be a more recent version with improvements and fixes.

Welcome Documentation & Support **Firmware Flasher** (2)

Welcome to **Cleanflight - Configurator**, a utility designed to simplify updating, configuring and tuning of your flight controller.

The application supports all hardware that can run cleanflight (SPRacingF3, Vortex, Sparky, CC3D/EVO, Air Hero 32, Flip32/+Deluxe, CJMCU Microquad, Chebuzz F3, STM32F3Discovery, Hermit, Naze32 Tricopter Frame, Skyline32, Naze/32/Mini/Pro/Blackbox etc)

The firmware source code can be downloaded from [here](#)
The newest binary firmware image is available [here](#)

Latest CP210x Drivers can be downloaded from [here](#)

Contributing

If you would like to help make Cleanflight even better you can help in many ways, including:

- Answering other users questions on the forums and IRC.
- Contributing code to the firmware and configurator - new features, fixes, improvements
- Testing **new features/fixes** and providing feedback.
- Helping out with **issues** and **commenting on feature requests**.
- **Donating**, **buying a T-Shirt** or **buying an SPRacingF3 board**

Open Source / Donation Notice

This utility is fully **open source** and is available free of charge to all **cleanflight** users.
If you found the cleanflight or cleanflight configurator useful, please consider **supporting** its development by donating.

[Donate](#)

Configurator - Changelog

2015.05.23 - 0.65.0 - **cleanflight**

- Support flashing of the SPRacingF3.
- Support manual baud rate configuration for flashing.

2015.05.20 - 0.64.0 - **cleanflight**

- Support In-flight adjustment of Pitch P/I/D and Roll P/I/D and Pitch/Roll rates.
- Manual serial port selection.
- Update sponsors panel.
- Update list of supported boards and add links to them.
- Minor firmware release listing improvements.

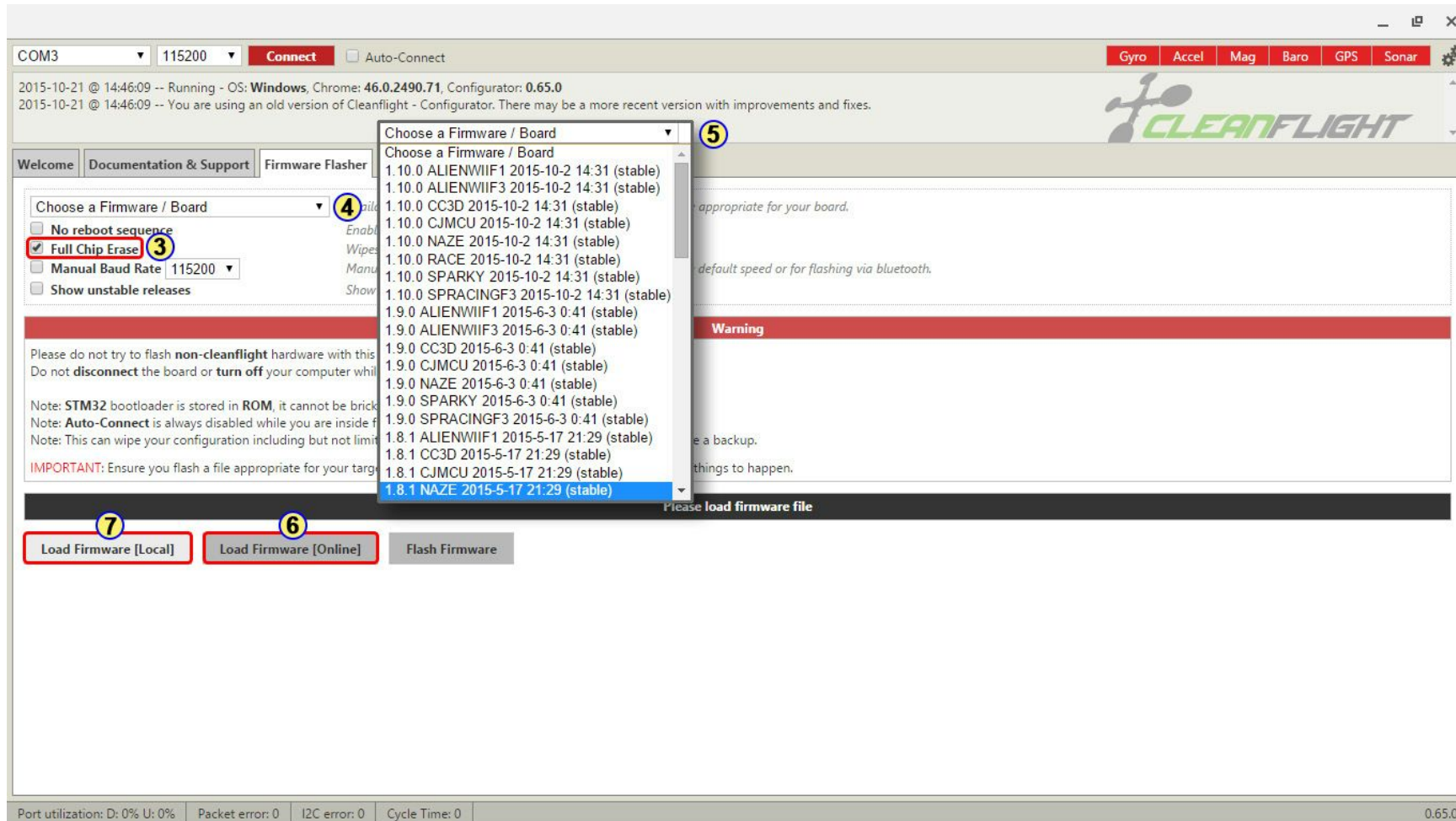
2015.05.09 - 0.63.2 - **cleanflight**

Sponsors

- MassiveRC
- Armattan Quads
- Bungeecow Multirotors
- Immersion RC
- RadioC
- MultiWiiCopter
- OverSkyRC

Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 0 0.65.0

Marcamos la opción **Full Chip Erase** (3) y elegimos el *firmware* y el tipo de placa en el desplegable (4). En nuestro caso usaremos la **versión 1.8** con la placa **NAZE** que es compatible con la Flip32+ (5) y haremos clic en el botón **Load Firmware [Online]** (6) para descargarlo.

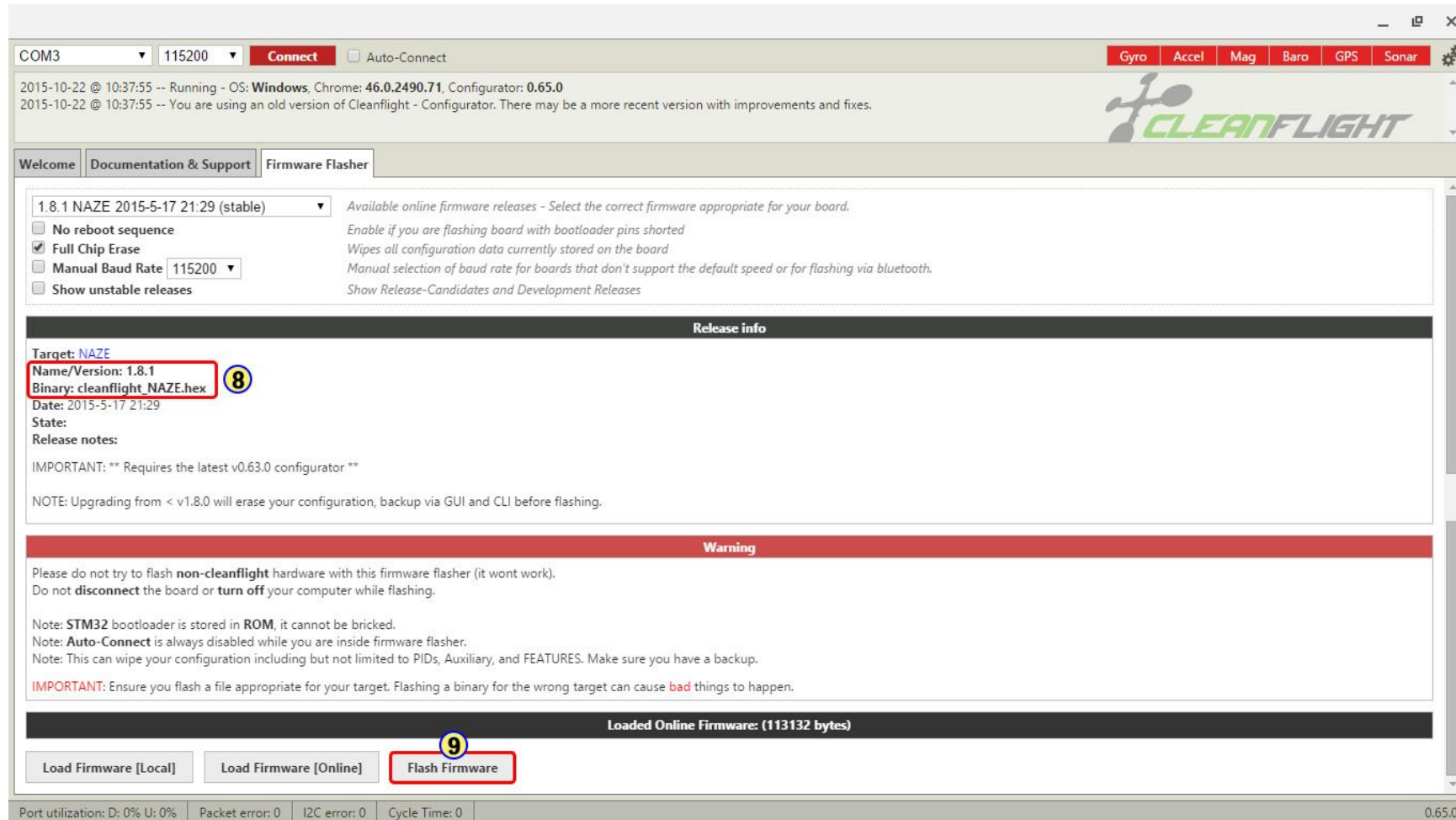


ATENCIÓN: Si no disponemos de conexión a Internet, podemos descargar previamente el fichero en el siguiente enlace:

https://github.com/cleanflight/cleanflight/releases/download/v1.8.1/cleanflight_NAZE.hex

En ese caso haremos clic en **Load Firmware [Local]** (7) y cargaremos el fichero descargado.

La aplicación conecta con el servidor, descarga la versión que hemos elegido (8) y nos indica las mejoras introducidas. Bajamos al final de la página, hacemos clic en el botón **Flash Firmware** (9) y esperamos a que se complete el flasheado.



COM3 | 115200 | **Connect** | ☐ Auto-Connect | Gyro | Accel | Mag | Baro | GPS | Sonar

2015-10-22 @ 10:37:55 -- Running - OS: Windows, Chrome: 46.0.2490.71, Configurator: 0.65.0
 2015-10-22 @ 10:37:55 -- You are using an old version of Cleanflight - Configurator. There may be a more recent version with improvements and fixes.

Welcome | Documentation & Support | **Firmware Flasher**

1.8.1 NAZE 2015-5-17 21:29 (stable) | Available online firmware releases - Select the correct firmware appropriate for your board.

☐ No reboot sequence | Enable if you are flashing board with bootloader pins shorted
☒ Full Chip Erase | Wipes all configuration data currently stored on the board
☐ Manual Baud Rate: 115200 | Manual selection of baud rate for boards that don't support the default speed or for flashing via bluetooth.
☐ Show unstable releases | Show Release-Candidates and Development Releases

Release info

Target: NAZE
 Name/Version: 1.8.1
 Binary: cleanflight_NAZE.hex (8)
 Date: 2015-5-17 21:29
 State:
 Release notes:
 IMPORTANT: ** Requires the latest v0.63.0 configurator **
 NOTE: Upgrading from < v1.8.0 will erase your configuration, backup via GUI and CLI before flashing.

Warning

Please do not try to flash **non-cleanflight** hardware with this firmware flasher (it wont work).
 Do not **disconnect** the board or **turn off** your computer while flashing.

Note: STM32 bootloader is stored in **ROM**, it cannot be bricked.
 Note: **Auto-Connect** is always disabled while you are inside firmware flasher.
 Note: This can wipe your configuration including but not limited to PIDs, Auxiliary, and FEATURES. Make sure you have a backup.
 IMPORTANT: Ensure you flash a file appropriate for your target. Flashing a binary for the wrong target can cause **bad** things to happen.

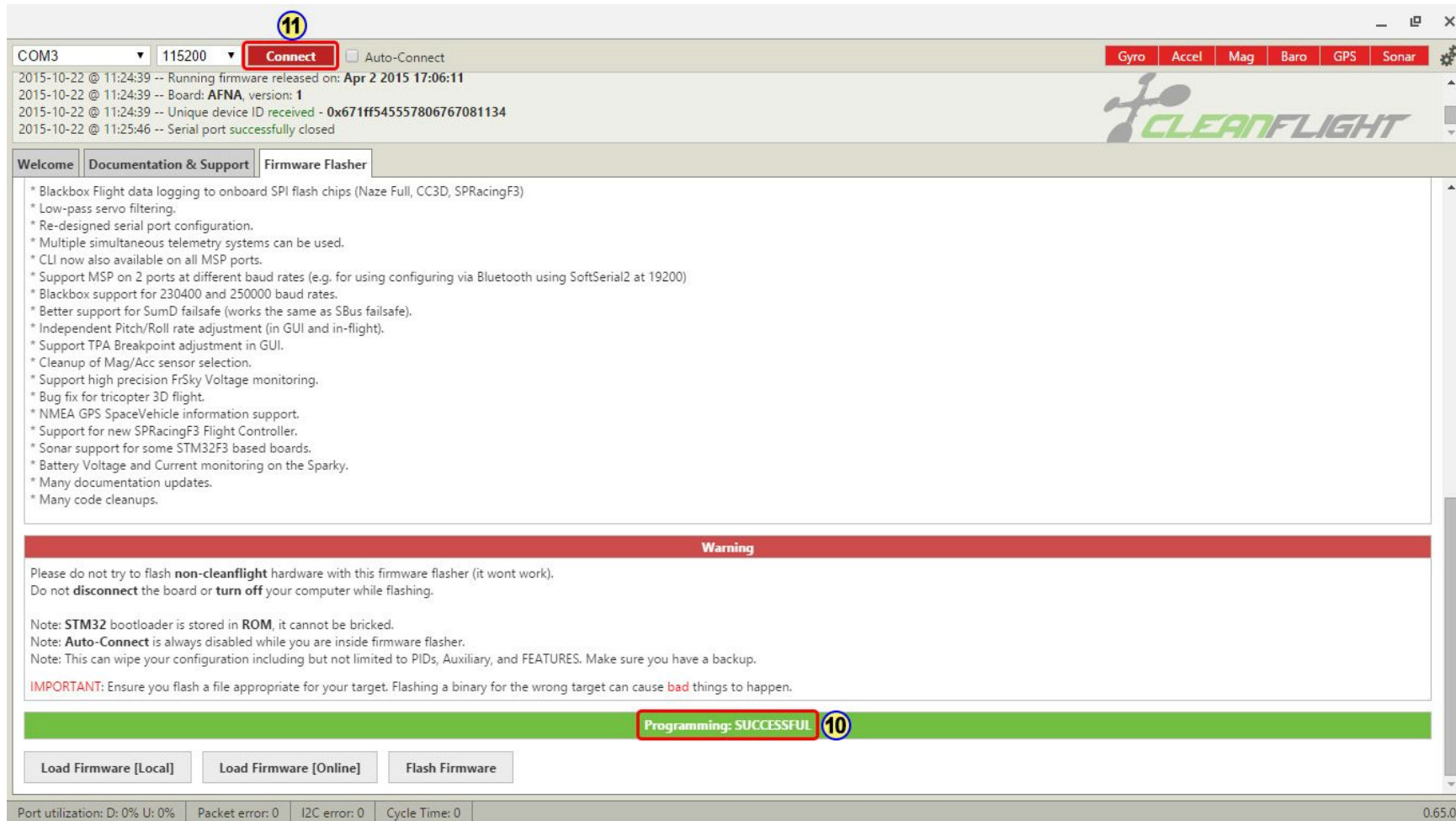
Loaded Online Firmware: (113132 bytes)

Load Firmware [Local] | Load Firmware [Online] | **Flash Firmware** (9)

Port utilization: D: 0% U: 0% | Packet error: 0 | I2C error: 0 | Cycle Time: 0 | 0.65.0

IMPORTANTE: No desconectar la placa ni apagar el ordenador durante el proceso de flasheado.

Una vez terminado con éxito el proceso (10), haremos clic en el botón **Connect** (11) para comenzar a configurar la placa.



The screenshot shows the Cleanflight Firmware Flasher application window. At the top, there's a status bar with a red 'Connect' button (labeled 11) and an 'Auto-Connect' checkbox. Below this, a log window displays the following messages:

```
2015-10-22 @ 11:24:39 -- Running firmware released on: Apr 2 2015 17:06:11
2015-10-22 @ 11:24:39 -- Board: AFNA, version: 1
2015-10-22 @ 11:24:39 -- Unique device ID received - 0x671ff545557806767081134
2015-10-22 @ 11:25:46 -- Serial port successfully closed
```

The main content area is titled 'Firmware Flasher' and contains a list of features and updates:

- * Blackbox Flight data logging to onboard SPI flash chips (Naze Full, CC3D, SPRacingF3)
- * Low-pass servo filtering.
- * Re-designed serial port configuration.
- * Multiple simultaneous telemetry systems can be used.
- * CLI now also available on all MSP ports.
- * Support MSP on 2 ports at different baud rates (e.g. for using configuring via Bluetooth using SoftSerial2 at 19200)
- * Blackbox support for 230400 and 250000 baud rates.
- * Better support for SumD failsafe (works the same as SBus failsafe).
- * Independent Pitch/Roll rate adjustment (in GUI and in-flight).
- * Support TPA Breakpoint adjustment in GUI.
- * Cleanup of Mag/Acc sensor selection.
- * Support high precision FrSky Voltage monitoring.
- * Bug fix for tricopter 3D flight.
- * NMEA GPS SpaceVehicle information support.
- * Support for new SPRacingF3 Flight Controller.
- * Sonar support for some STM32F3 based boards.
- * Battery Voltage and Current monitoring on the Sparky.
- * Many documentation updates.
- * Many code cleanups.

Below the list is a red 'Warning' banner with the following text:

Please do not try to flash **non-cleanflight** hardware with this firmware flasher (it wont work).
Do not **disconnect** the board or **turn off** your computer while flashing.

Notes:

- Note: **STM32** bootloader is stored in **ROM**, it cannot be bricked.
- Note: **Auto-Connect** is always disabled while you are inside firmware flasher.
- Note: This can wipe your configuration including but not limited to PIDs, Auxiliary, and FEATURES. Make sure you have a backup.

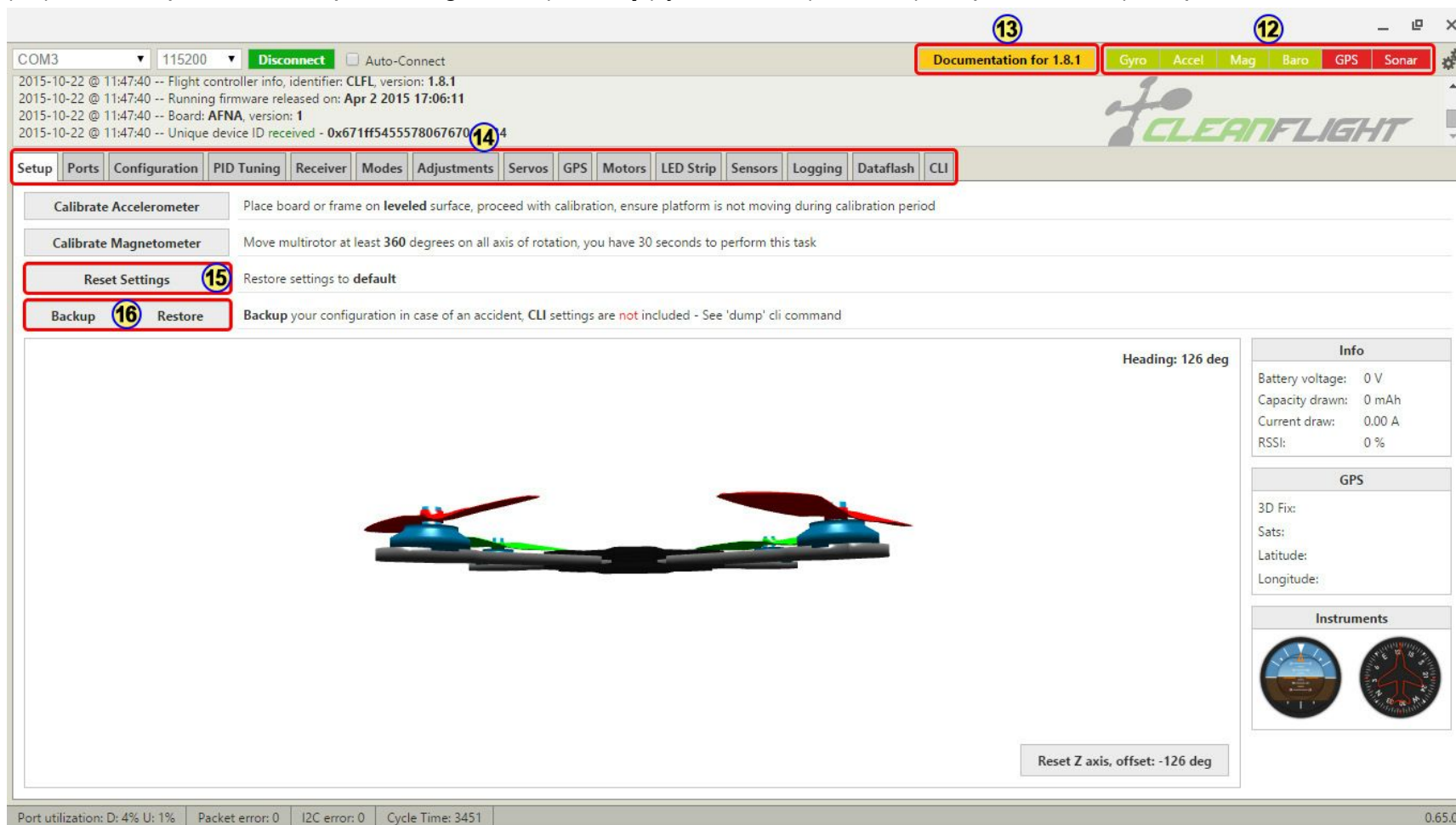
An **IMPORTANT** note states: Ensure you flash a file appropriate for your target. Flashing a binary for the wrong target can cause **bad** things to happen.

A green progress bar at the bottom indicates 'Programming: SUCCESSFUL' (labeled 10). Below the progress bar are three buttons: 'Load Firmware [Local]', 'Load Firmware [Online]', and 'Flash Firmware'.

The bottom status bar shows: Port utilization: D: 0% U: 0%, Packet error: 0, I2C error: 0, Cycle Time: 0, and version 0.65.0.

Una vez conectados a la placa nos aparece la siguiente pantalla donde podemos ver:

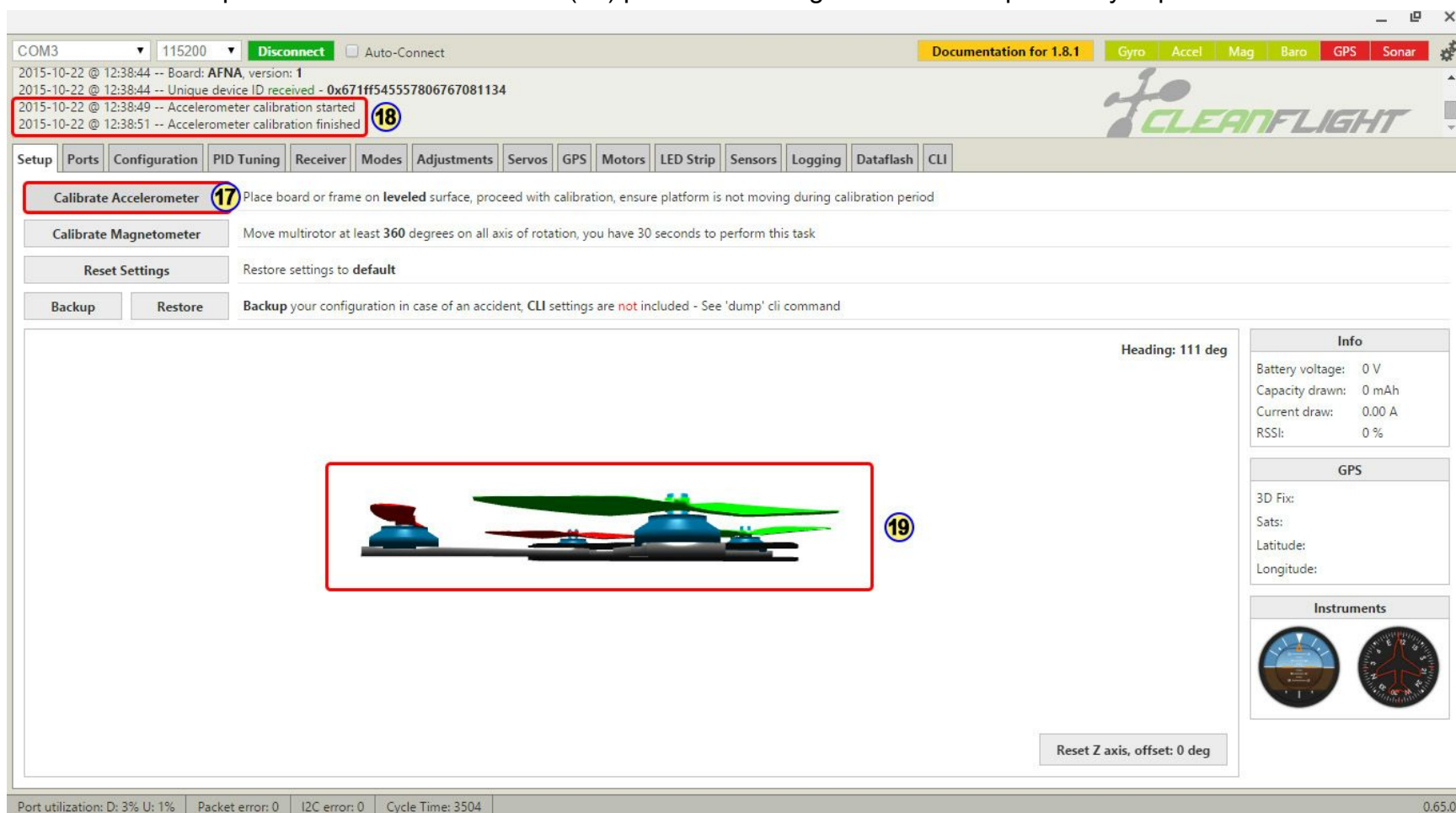
- (12) Los sensores que tiene la placa activados en color verde (giróscopo, acelerómetro, magnetómetro y barómetro).
- (13) Acceso a la documentación para esta versión (en inglés).
- (14) Las pestañas con las diferentes secciones
- (15) Botón para hacer un reset a la controladora dejando la configuración de fábrica.
- (16) Botones para hacer copia de seguridad (**Backup**) y restaurar (**Restore**) los parámetros (excepto los introducidos a través del CLI)



The screenshot shows the Cleanflight web interface. At the top, there's a status bar with 'COM3', '115200', and a 'Disconnect' button. Below this, a log shows flight controller info (CLFL, version: 1.8.1), firmware release date (Apr 2 2015 17:06:11), board info (AFNA, version: 1), and a unique device ID (0x671ff5455578067670). The main menu includes tabs for Setup, Ports, Configuration, PID Tuning, Receiver, Modes, Adjustments, Servos, GPS, Motors, LED Strip, Sensors, Logging, Dataflash, and CLI. The 'Configuration' tab is active, showing options to 'Calibrate Accelerometer', 'Calibrate Magnetometer', 'Reset Settings' (labeled 15), 'Backup' (labeled 16), and 'Restore'. The 'Sensors' section shows 'Heading: 126 deg'. The 'Info' section displays battery voltage (0 V), capacity drawn (0 mAh), current draw (0.00 A), and RSSI (0 %). The 'GPS' section shows 3D Fix, Sats, Latitude, and Longitude. The 'Instruments' section shows two circular gauges. At the bottom, there's a 'Reset Z axis, offset: -126 deg' button. The status bar at the very bottom shows port utilization (D: 4% U: 1%), packet error (0), I2C error (0), cycle time (3451), and version (0.65.0).

CONFIGURACIÓN

Lo primero que haremos será calibrar el acelerómetro, colocando la placa en **posición totalmente horizontal sin moverla** y haciendo clic en el botón **Calibrate Accelerometer (17)**. En el área de notificación (18) nos indicará que el proceso ha terminado. **ATENCIÓN:** La representación del dron en 3D (19) puede variar según el sistema operativo y la potencia del ordenador utilizado.



The screenshot shows the Cleanflight configuration interface. At the top, there's a status bar with 'COM3', '115200', and a 'Disconnect' button. Below this, a log window shows the following messages:

- 2015-10-22 @ 12:38:44 -- Board: AFNA, version: 1
- 2015-10-22 @ 12:38:44 -- Unique device ID received - 0x671ff545557806767081134
- 2015-10-22 @ 12:38:49 -- Accelerometer calibration started
- 2015-10-22 @ 12:38:51 -- Accelerometer calibration finished

The 'Accelerometer calibration finished' message is highlighted with a red box and labeled (18). Below the log, there's a 'Setup' tab with various sub-tabs. The 'Calibrate Accelerometer' button is highlighted with a red box and labeled (17). The instructions for this step are: 'Place board or frame on leveled surface, proceed with calibration, ensure platform is not moving during calibration period'. Other buttons include 'Calibrate Magnetometer', 'Reset Settings', 'Backup', and 'Restore'. The 'Backup' button has a note: 'Backup your configuration in case of an accident, CLI settings are not included - See 'dump' cli command'.

In the center, there's a 3D model of a drone, which is highlighted with a red box and labeled (19). The drone is shown from a top-down perspective, with its arms and propellers visible. The heading is displayed as 'Heading: 111 deg'.

On the right side, there's an 'Info' section with the following data:

- Battery voltage: 0 V
- Capacity drawn: 0 mAh
- Current draw: 0.00 A
- RSSI: 0 %

Below the 'Info' section is a 'GPS' section with the following data:

- 3D Fix:
- Sats:
- Latitude:
- Longitude:

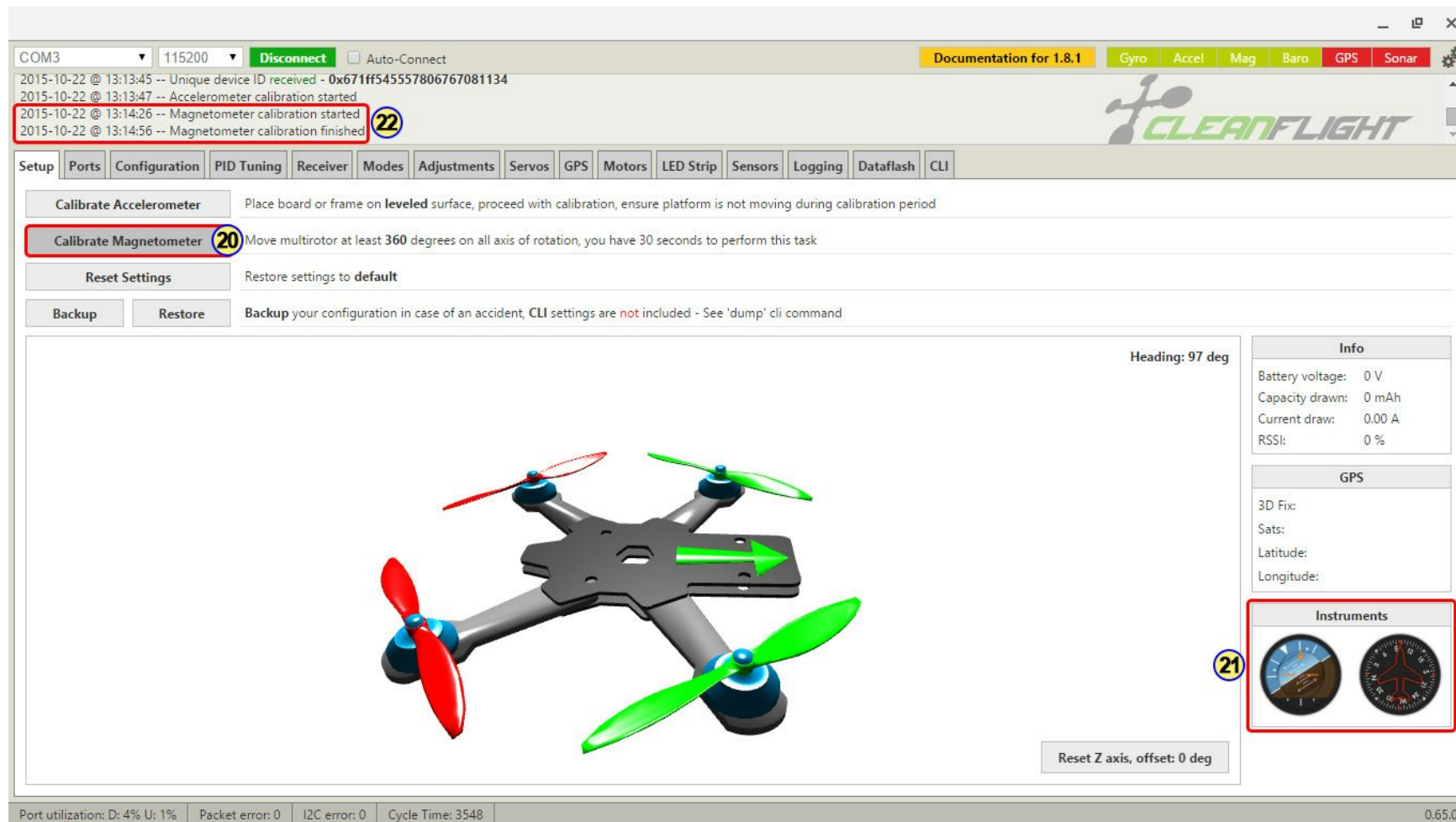
At the bottom right, there's an 'Instruments' section with two circular gauges. The first gauge shows the battery level, and the second gauge shows the heading. Below the gauges is a 'Reset Z axis, offset: 0 deg' button.

At the very bottom, there's a status bar with the following information:

- Port utilization: D: 3% U: 1%
- Packet error: 0
- I2C error: 0
- Cycle Time: 3504
- 0.65.0

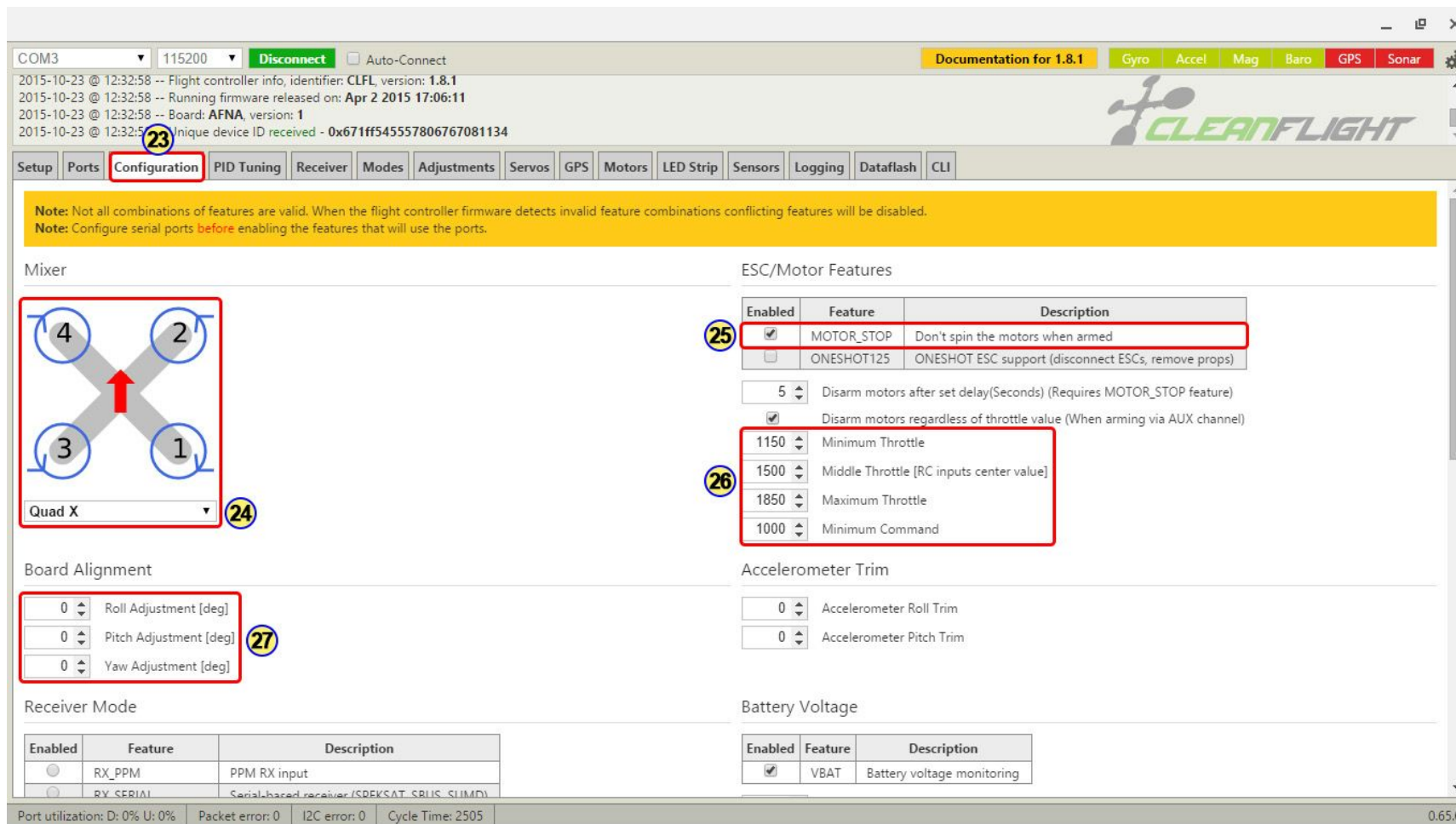
Luego haremos el calibrado del magnetómetro (brújula) haciendo clic en el botón **Calibrate Magnetometer** (20). Disponemos de 30 segundos para realizar giros de 360 grados en los tres ejes (X, Y, Z) y volver a dejar la controladora en posición horizontal sin moverla. Durante el proceso podemos ver cómo cambia la representación del dron en 3D y de los instrumentos (21) que representan la línea del horizonte y la brújula, según los movimientos que realicemos.

Transcurrido ese tiempo, nos indicará que el proceso ha terminado en el área de notificación (22).



The screenshot shows the Cleanflight web interface. At the top, there's a status bar with 'COM3', '115200', and a 'Disconnect' button. Below it, a log shows the sequence of events: 'Unique device ID received', 'Accelerometer calibration started', 'Magnetometer calibration started' (highlighted with a red box and a circled '22'), and 'Magnetometer calibration finished'. The main interface has tabs for 'Setup', 'Ports', 'Configuration', 'PID Tuning', 'Receiver', 'Modes', 'Adjustments', 'Servos', 'GPS', 'Motors', 'LED Strip', 'Sensors', 'Logging', 'Dataflash', and 'CLI'. Under the 'Configuration' tab, there are three main sections: 'Calibrate Accelerometer', 'Calibrate Magnetometer' (highlighted with a red box and a circled '20'), and 'Reset Settings'. The 'Calibrate Magnetometer' section includes a description: 'Move multirotor at least 360 degrees on all axis of rotation, you have 30 seconds to perform this task'. Below this, there are 'Backup' and 'Restore' buttons. The central area features a 3D model of a drone with red and green propellers. To the right, there's a 'Heading: 97 deg' indicator and a table of system information. The 'Info' table shows 'Battery voltage: 0 V', 'Capacity drawn: 0 mAh', 'Current draw: 0.00 A', and 'RSSI: 0 %'. The 'GPS' table shows '3D Fix:', 'Sats:', 'Latitude:', and 'Longitude:'. The 'Instruments' section (highlighted with a red box and a circled '21') contains two circular gauges: a horizon line and a compass. At the bottom, there's a 'Reset Z axis, offset: 0 deg' button. The footer shows 'Port utilization: D: 4% U: 1%', 'Packet error: 0', 'I2C error: 0', 'Cycle Time: 3548', and '0.65.0'.

ATENCIÓN: Para que las modificaciones de parámetros que hagamos se guarden, hay que hacer clic en **Save** de cada pestaña. Aunque existen multitud de parámetros que se pueden modificar, explicaremos los más importantes que vamos a utilizar, empezando por la pestaña **Configuration (23)**. (*) Por el tamaño de la pantalla lo explicaremos en varias páginas. Lo primero será elegir el tipo de Multicóptero en el desplegable (24), aunque por defecto aparece **Quad X** que es el que usaremos.



The screenshot shows the Cleanflight Configuration page. The 'Configuration' tab is selected. The 'Mixer' section shows a 'Quad X' configuration with a red arrow pointing to the motor layout. The 'ESC/Motor Features' section has several settings: 'MOTOR_STOP' is checked (25), 'ONESHOT125' is unchecked, 'Disarm motors after set delay(Seconds)' is set to 5, 'Disarm motors regardless of throttle value' is checked, 'Minimum Throttle' is 1150, 'Middle Throttle [RC inputs center value]' is 1500 (26), 'Maximum Throttle' is 1850, and 'Minimum Command' is 1000. The 'Accelerometer Trim' section shows 'Roll Trim' and 'Pitch Trim' both at 0. The 'Battery Voltage' section shows 'VBAT' is checked. The 'Receiver Mode' section shows 'RX_PPM' is selected. The status bar at the bottom shows 'Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2505' and '0.65.0'.

IMPORTANTE: Marcaremos el check de **MOTOR_STOP (25)** para evitar que los motores giren cuando los armemos desde el transmisor. El resto de valores los dejaremos como están pero vamos a explicarlos.

En el apartado (26) están:

- **Minimum Throttle.** Establece el valor para que funcionen los motores cuando la palanca de *Throttle* está al mínimo.
- **Middle Throttle.** Valor de potencia cuando la palanca de *Throttle* del transmisor está a la mitad de su recorrido.
- **Maximum Throttle.** Nivel máximo de potencia cuando la palanca de *Throttle* está al máximo.
- **Minimum Command.** Es la señal que se envía a los ESC cuando el dron está “desarmado” y que no hace girar a los motores.

En caso de que por motivos de diseño o construcción necesitemos girar la placa controladora en cualquiera de los tres ejes, lo corregiremos indicando el ángulo en el eje correspondiente del apartado **Board Alignment (27)**

En **Receiver Mode (28)** seleccionamos el tipo de emisora, que en nuestro caso es de tipo **PWM** (*pulse-width modulation*), que utiliza un canal para cada señal.

Para monitorizar el voltaje de la batería marcaremos **VBAT (29)** e indicaremos el nivel de **Warning Cell Voltage (30)** para que nos avise a través del zumbador cuando el nivel de tensión de alguna celda esté por debajo de ese nivel.

Marcaremos el check de **FAILSAFE (31)** para que en caso de pérdida de señal con el transmisor, la potencia de los motores se establezca en el valor indicado en **Failsafe Throttle** (en este caso 1000) para que el dron descienda.

Si vamos a utilizar un servo marcaremos la opción **SERVO_TILT (32)**, teniendo en cuenta que los dos primeros pines de las conexiones de los motores en la placa, se convierten en conexiones servo que podemos manejar con los canales auxiliares. En este caso, el motor 1 lo conectaremos a la salida 3, el motor 2 a la 4, el motor 3 a la 5 y el motor 4 a la salida 6.

Si no utilizamos servo dejaremos esta opción sin marcar y los motores conectados a las salidas 1, 2, 3 y 4.

Setup
Ports
Configuration
PID Tuning
Receiver
Modes
Adjustments
Servos
GPS
Motors
LED Strip
Sensors
Logging
Dataflash
CLI

Receiver Mode

Enabled	Feature	Description
<input type="radio"/>	RX_PPM	PPM RX input
<input type="radio"/>	RX_SERIAL	Serial-based receiver (SPEKSAT, SBUS, SUMD)
<input checked="" type="radio"/>	RX_PARALLEL_PWM	PWM RX input
<input type="radio"/>	RX_MSP	MSP RX input

Serial Receiver Provider

SPEKTRUM1024
SPEKTRUM2048
SBUS
SUMD

RSSI (Signal Strength)

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	RSSI_ADC	Analog RSSI input

Receiver failsafe

Enabled	Feature	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	FAILSAFE	Failsafe settings on RX signal loss
1000	Failsafe Throttle	

GPS

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	GPS	GPS (configure port scenario first)

NMEA
Protocol
Auto-detect
Ground Assistance Type
0
Magnetometer Declination [deg]

Battery Voltage

Enabled	Feature	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	VBAT	Battery voltage monitoring
3,3	Minimum Cell Voltage	
4,3	Maximum Cell Voltage	
3,5	Warning Cell Voltage	
110	Voltage Scale	

Current Sensor

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	CURRENT_METER	Battery current monitoring
400	Scale the output voltage to milliamps [1/10th mV/A]	
0	Offset in millivolt steps	
<input type="checkbox"/>	Enable support for legacy Multiwii MSP current output	

Other Features

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	INFLIGHT_ACC_CAL	In-flight level calibration
<input checked="" type="checkbox"/>	SERVO_TILT	Servo gimbal
<input type="checkbox"/>	SOFTSERIAL	Enable CPU based serial ports (configure port scenario first)
<input type="checkbox"/>	SONAR	Sonar
<input type="checkbox"/>	TELEMETRY	Telemetry output
<input type="checkbox"/>	3D	3D mode (for use with reversible ESCs)
<input type="checkbox"/>	LED_STRIP	Addressable RGB LED strip support
<input type="checkbox"/>	DISPLAY	OLED Screen Display
<input type="checkbox"/>	BLACKBOX	Blackbox flight data recorder

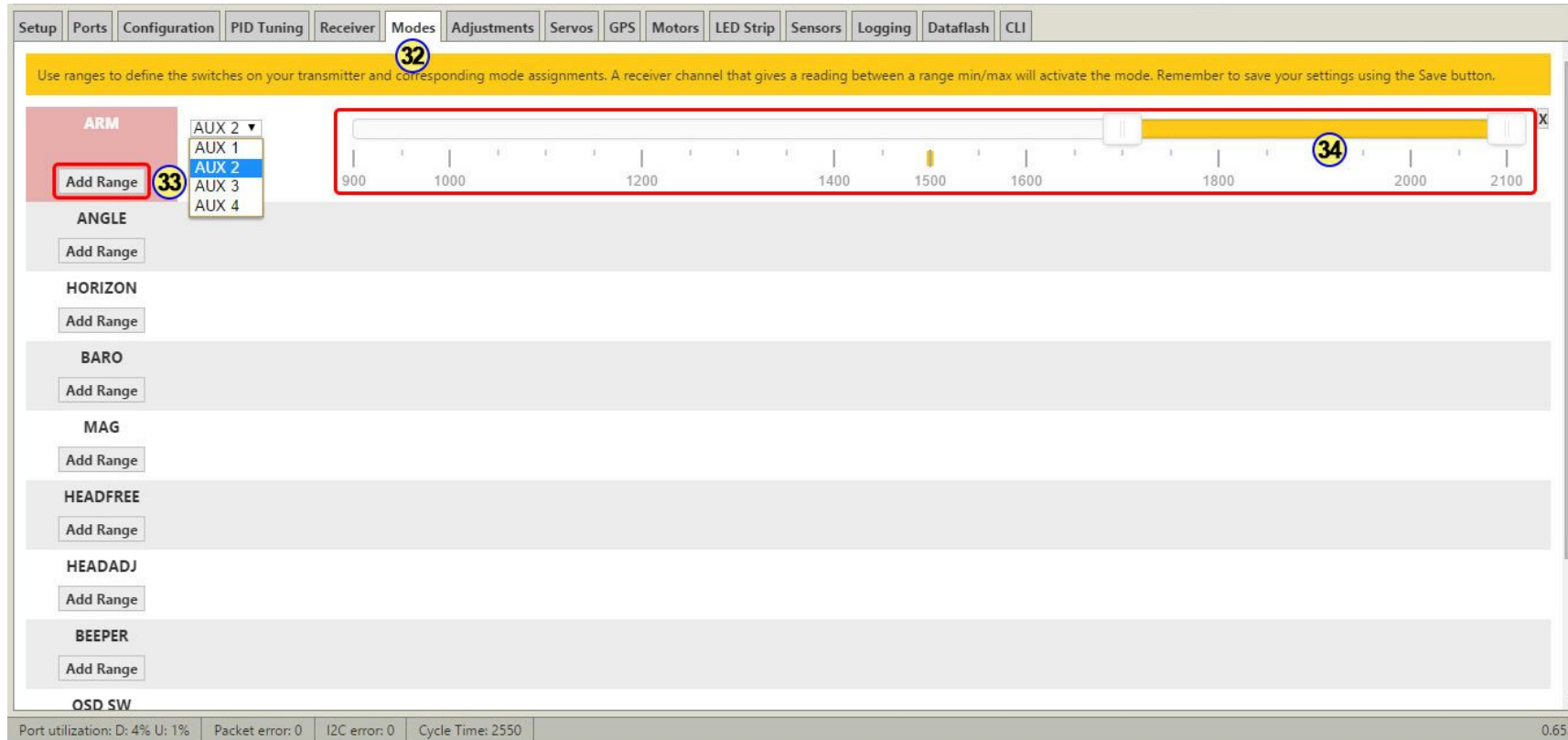
Save and Reboot

Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2499 0.65.0

IMPORTANTE: Para que las modificaciones tengan efecto hay que hacer clic en el botón **Save and Reboot** (33).

El “armado” y “desarmado” de los motores es una **medida de seguridad** que debemos tener en cuenta al manipular nuestro dron. Para evitar que los motores se pongan en marcha al mover accidentalmente la palanca de Throttle con la batería conectada, **debemos mantenerlos desarmados hasta el momento que vayamos a volar.**

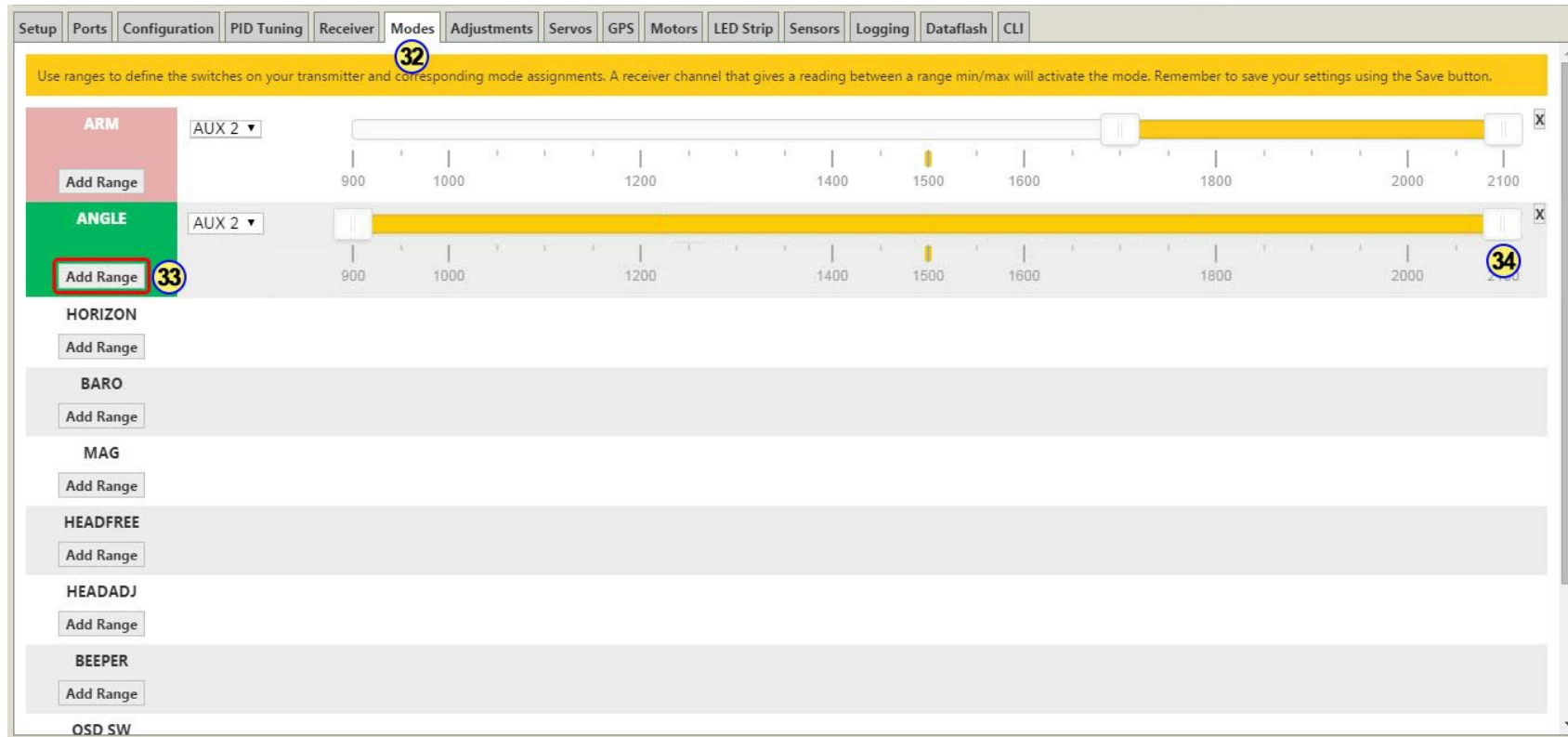
Para “armar” los motores debemos configurar en la pestaña **Modes (32)** uno de los canales auxiliares del transmisor.



En nuestro caso usaremos el potenciómetro **Aux 2** que se encuentra justo encima de la palanca de **Throttle**. Para activarlo hacemos clic en el botón **Add Range (33)**, seleccionamos el canal en el desplegable y movemos la franja amarilla (34) al máximo. Para grabarlo hacemos clic en el botón **Save** al final de la página y de esta forma los motores no se armarán hasta que no giremos el potenciómetro al máximo hacia la derecha.

IMPORTANTE: Al terminar de volar hay que desarmar, girando el mando a la izquierda antes de manipular el cuadricóptero.

En la misma pantalla (32) activaremos el modo de vuelo **ANGLE** haciendo clic en **Add Range** (33), seleccionando el canal **Aux 2** y asignando el rango completo (34) para que siempre esté activado, sea cual sea la posición del potenciómetro.



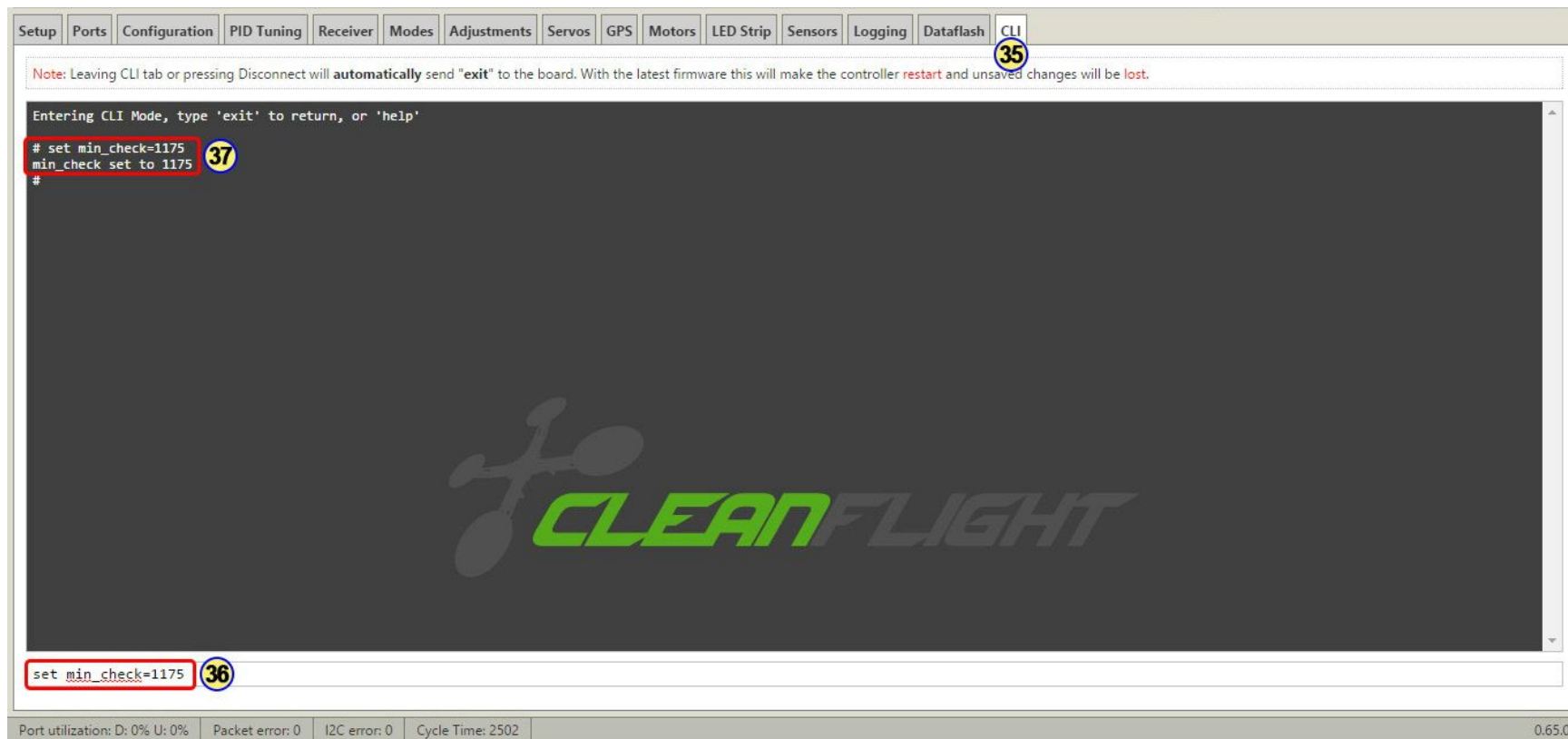
Cleanflight dispone de varios **modos de vuelo** que facilitan el aprendizaje en el uso del multicoptero.

1. **ACRO**. Modo de vuelo acrobático (por defecto) en el que el dron no se autonivela al soltar las palancas y seguirá con el mismo ángulo de inclinación en el que lo dejemos.
2. **ANGLE**. Al activar este modo, el multicoptero se autonivelará al soltar las palancas y limitará el ángulo de inclinación a 50°.
3. **HORIZON**. Al usar las palancas se comporta como en modo ACRO sin limitar la inclinación, pero si las soltamos hace una transición a modo ANGLE y se autonivela.

Saltaremos hasta la pestaña **CLI (35)** (*Command Line Interface*), que es la interfaz de línea de comandos desde la que se pueden configurar todos los parámetros y que usaremos para introducir los que no están disponibles en la interfaz gráfica.

Como medida de seguridad para evitar que los motores giren nada más “armarlos” (aunque tengamos la palanca de **Throttle** al mínimo) usaremos el comando **min_check** con un valor de 1.175. De esta forma hasta que no subamos la palanca hasta este valor, no se pondrán los motores a girar. Para ello escribimos “**set min_check=1175**” (36) y pulsamos la tecla “Enter”.

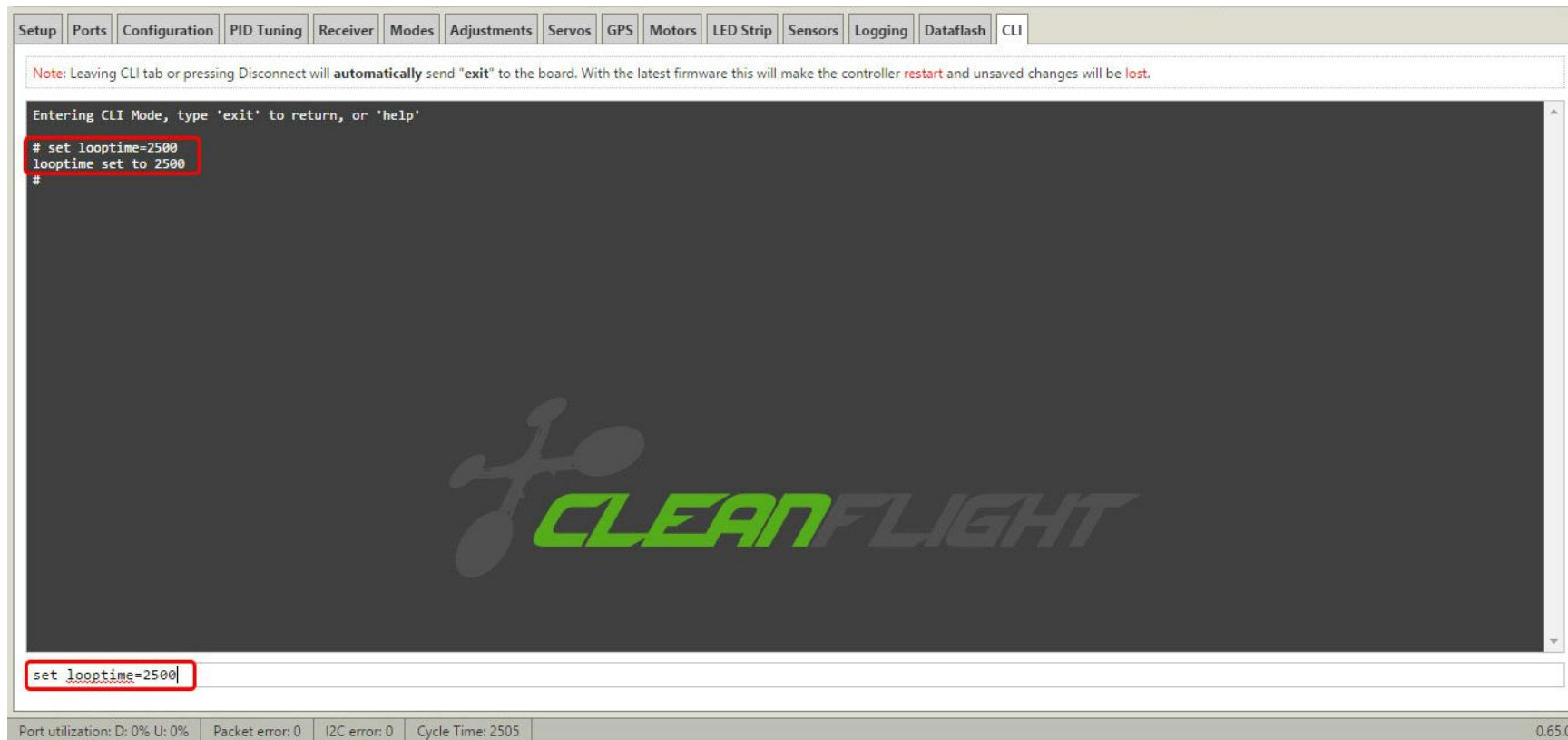
En la pantalla (37) aparece la confirmación de que el valor se ha establecido correctamente.



Para grabar el cambio tecleamos “**save**” y pulsamos la tecla “Enter”.

En la pantalla nos indicará que está grabando y reiniciará la controladora.

Otro comando importante que debemos configurar es **looptime**. Este parámetro es el tiempo (en microsegundos) que tarda la controladora en hacer un bucle de control en el que: toma datos de los sensores, los procesa y calcula los algoritmos PID para enviar la salida a los ESC. Cuanto menor sea este valor, más rápido enviará las órdenes a los ESC, pero no se debe poner un valor más rápido que la frecuencia de refresco de los ESC que vamos a utilizar porque no le daría tiempo a estos a refrescar la orden y volvería más inestable al dron. En nuestro caso que los ESC son de 400Hz pondremos un valor de 2500.



The screenshot shows the Cleanflight CLI interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: Setup, Ports, Configuration, PID Tuning, Receiver, Modes, Adjustments, Servos, GPS, Motors, LED Strip, Sensors, Logging, Dataflash, and CLI. Below the tabs, a note states: "Note: Leaving CLI tab or pressing Disconnect will automatically send 'exit' to the board. With the latest firmware this will make the controller restart and unsaved changes will be lost." The main area is a terminal window with the prompt "Entering CLI Mode, type 'exit' to return, or 'help'". The terminal shows the command "# set looptime=2500" being entered, followed by the confirmation "looptime set to 2500". The Cleanflight logo is visible in the background of the terminal. At the bottom, there is a status bar showing "Port utilization: D: 0% U: 0%", "Packet error: 0", "I2C error: 0", "Cycle Time: 2505", and "0.65.0".

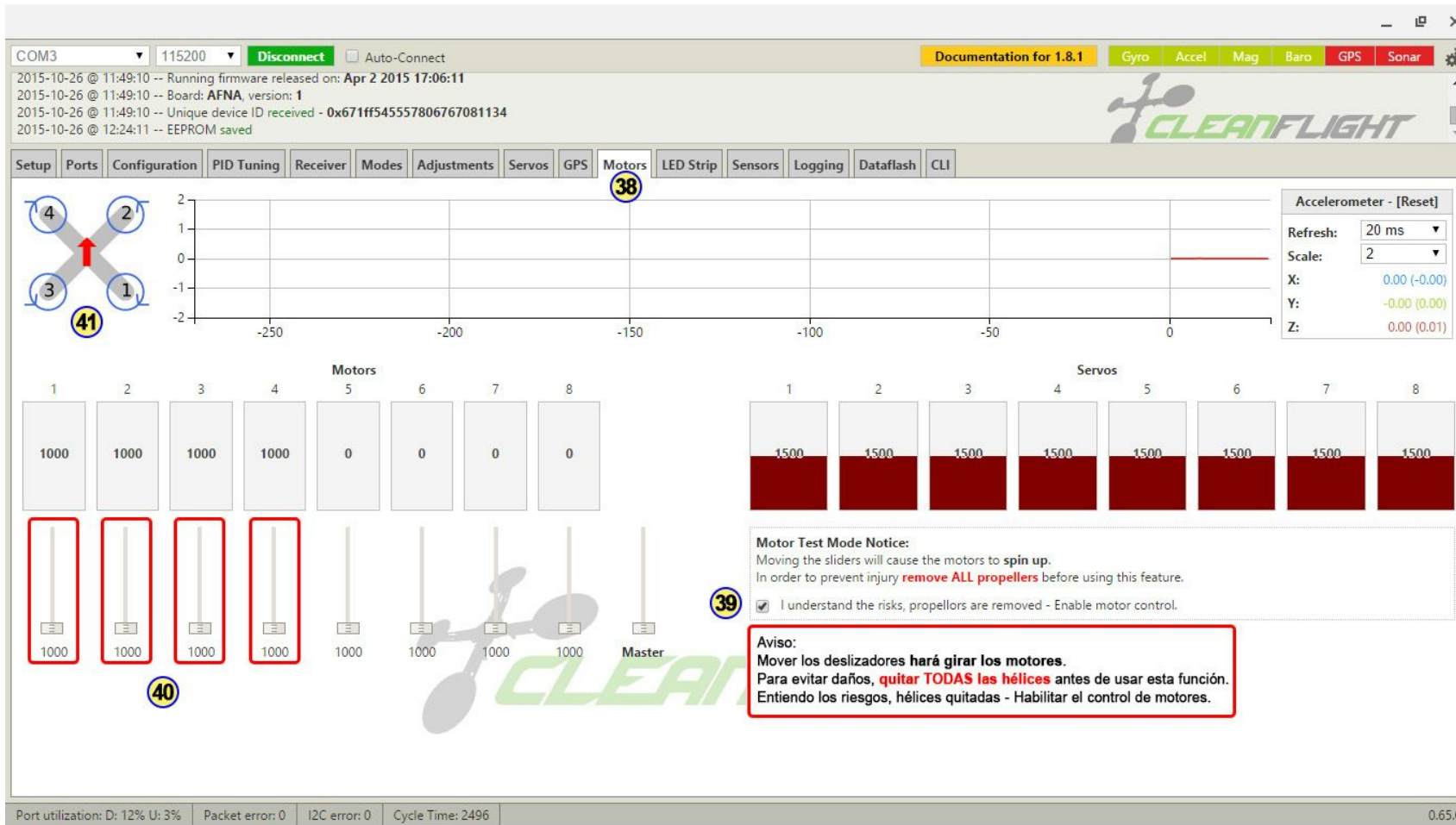
```
Setup Ports Configuration PID Tuning Receiver Modes Adjustments Servos GPS Motors LED Strip Sensors Logging Dataflash CLI
Note: Leaving CLI tab or pressing Disconnect will automatically send "exit" to the board. With the latest firmware this will make the controller restart and unsaved changes will be lost.
Entering CLI Mode, type 'exit' to return, or 'help'
# set looptime=2500
looptime set to 2500
#
CLEANFLIGHT
set looptime=2500
Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2505 0.65.0
```

Para ello escribimos “**set looptime=2500**” y pulsamos la tecla “Enter”. En la pantalla aparece la confirmación de que el valor se ha establecido correctamente. Para grabar el cambio tecleamos “**save**” y pulsamos la tecla “Enter”. En la pantalla nos indicará que está grabando y reiniciará la controladora.

COMPROBAR SENTIDO DE GIRO DE LOS MOTORES

IMPORTANTE: Esta operación debe realizarse sin colocar las hélices y con la batería desconectada.

Hacemos clic en la pestaña **Motors** (38) y marcamos el check (39) para confirmar que hemos leído el aviso de seguridad.



COM3 115200 Disconnect Auto-Connect Documentation for 1.8.1 Gyro Accel Mag Baro GPS Sonar

2015-10-26 @ 11:49:10 -- Running firmware released on: Apr 2 2015 17:06:11
2015-10-26 @ 11:49:10 -- Board: AFNA, version: 1
2015-10-26 @ 11:49:10 -- Unique device ID received - 0x671ff54557806767081134
2015-10-26 @ 12:24:11 -- EEPROM saved

Setup Ports Configuration PID Tuning Receiver Modes Adjustments Servos GPS Motors LED Strip Sensors Logging Dataflash CLI

Accelerometer - [Reset]
Refresh: 20 ms
Scale: 2
X: 0.00 (-0.00)
Y: -0.00 (0.00)
Z: 0.00 (0.01)

Motor Test Mode Notice:
Moving the sliders will cause the motors to spin up.
In order to prevent injury **remove ALL propellers** before using this feature.
☒ I understand the risks, propellers are removed - Enable motor control.

Aviso:
Mover los deslizadores hará girar los motores.
Para evitar daños, **quitar TODAS las hélices** antes de usar esta función.
Entiendo los riesgos, hélices quitadas - Habilitar el control de motores.

Port utilization: D: 12% U: 3% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2496 0.65.0

- **Conectamos la batería** y movemos los deslizadores de cada motor (40) para comprobar que el sentido de giro es correcto.
- Si alguno de los motores no gira correctamente según el esquema (41), intercambiaremos dos de los tres cables para invertirlo.

CALIBRADO DE ESC

El siguiente paso será calibrar los ESC para que los motores giren a la misma velocidad.

IMPORTANTE: Esta operación debe realizarse sin colocar las hélices y con la batería desconectada.

Accelerometer - [Reset]
Refresh: 20 ms
Scale: 2
X: 0.00 (-0.00)
Y: -0.00 (0.00)
Z: 0.00 (0.01)

Motors

Motor	Value
1	1000
2	1000
3	1000
4	1000
5	0
6	0
7	0
8	0

Servos

Servo	Value
1	1500
2	1500
3	1500
4	1500
5	1500
6	1500
7	1500
8	1500

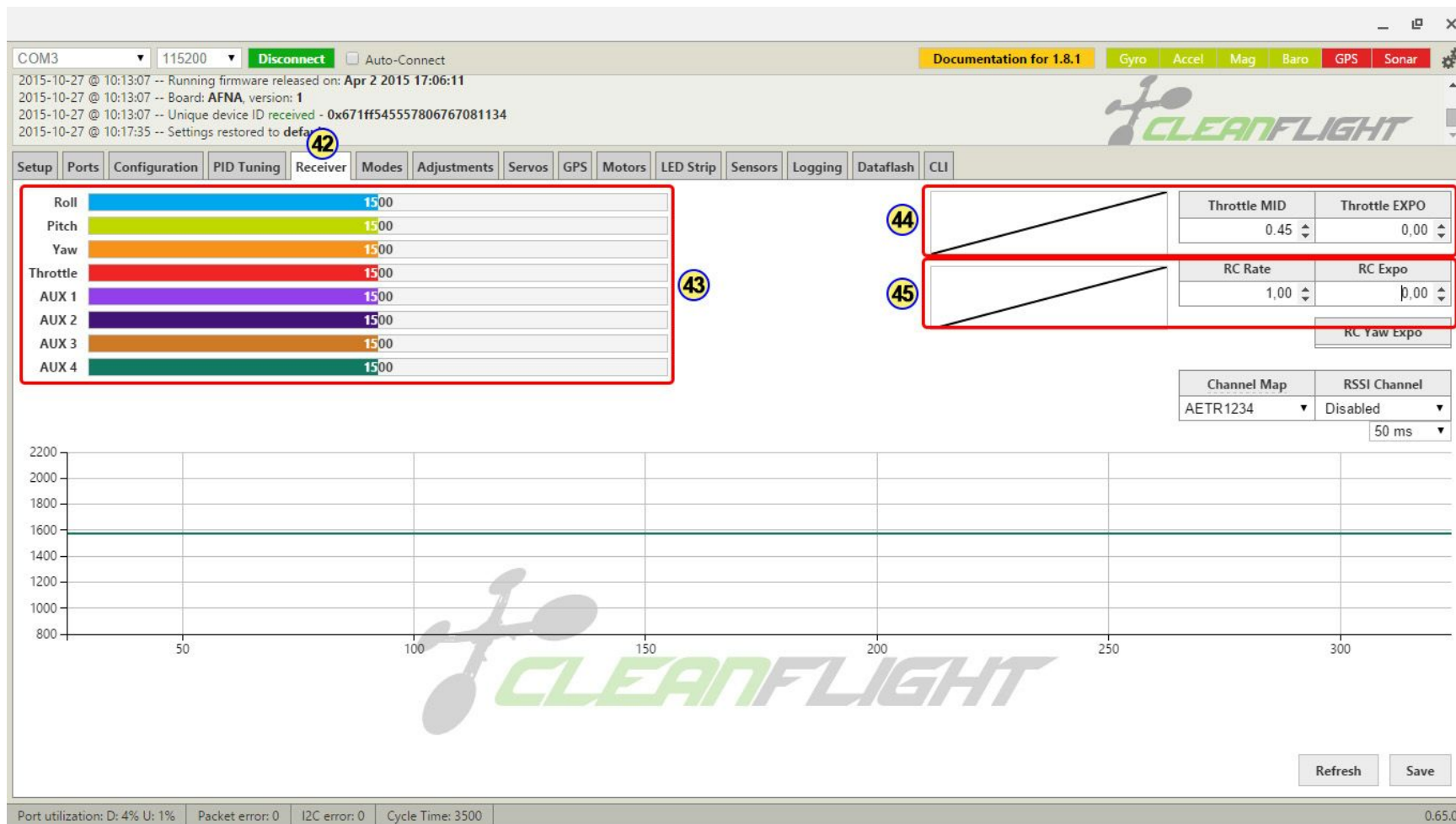
Motor Test Mode Notice:
Moving the sliders will cause the motors to spin up.
In order to prevent injury **remove ALL propellers** before using this feature.
☒ I understand the risks, propellers are removed - Enable motor control.

Aviso:
Mover los deslizadores **hará girar los motores**.
Para evitar daños, **quitar TODAS las hélices** antes de usar esta función.
Entiendo los riesgos, hélices quitadas - Habilitar el control de motores.

Port utilization: D: 12% U: 3% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2496 0.65.0

- Marcamos el check (39) para confirmar que hemos leído el aviso y subimos el deslizador **Master** (40) al máximo.
- **Conectamos la batería**, esperamos a que termine de pitar y bajamos el deslizador al mínimo.
- Cuando termine de oírse el sonido que emiten los ESC, estarán calibrados y **desconectaremos la batería**.

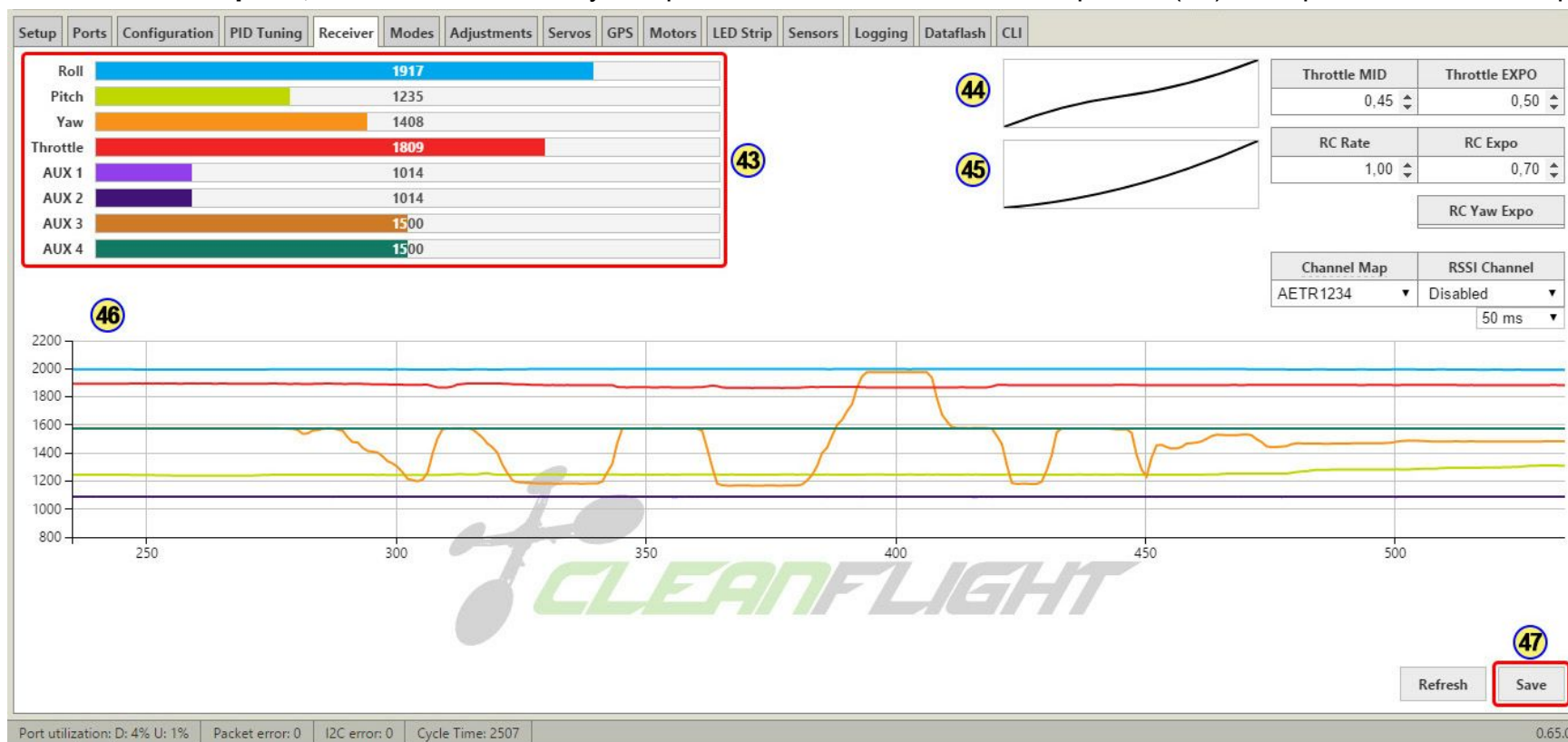
Para ajustar los parámetros del transmisor usaremos la pestaña **Receiver** (42). El grupo de barras (43) representa los 8 canales que se pueden configurar con esta aplicación (dependiendo de la controladora y la emisora que utilicemos), que reaccionan a los movimientos de las palancas **cuando conectamos la batería y activamos el transmisor**.



Podemos variar la respuesta de la palanca de **Throttle** modificando los valores **Throttle MID=0,45** y **Throttle EXPO=0,50** de forma que la recta (44) se convierta en una curva suave en su parte central, para mantener el dron estable a una cierta altura. Estos valores son aproximados y dependerán del tamaño y peso de nuestro multicóptero.

Pondremos el valor de **RC Rate=0,50** (aunque puede variar entre 0 y 2,5) modificando la sensibilidad de los ejes roll, pitch y yaw cuando activemos la palanca correspondiente. Valores muy altos pueden hacer el vuelo del dron más inestable.

El valor de **RC Expo=0,90** afecta al RC Rate y nos permite suavizar la curva de respuesta (45) en la parte central de las palancas.



Si conectamos la batería y activamos el transmisor (**sin las hélices puestas**), se reflejan los movimientos que realicemos en cada palanca y en los canales auxiliares en el grupo de barras (43) y se representan con líneas del color correspondiente a cada orden en la gráfica de tiempo de la parte inferior (46). Para guardar los cambios tenemos que hacer clic en el botón **Save** (47).

Sin mover las palancas de *Roll*, *Pitch* y *Yaw*, **ajustaremos el Trim** de cada palanca hasta que marque 1.500.

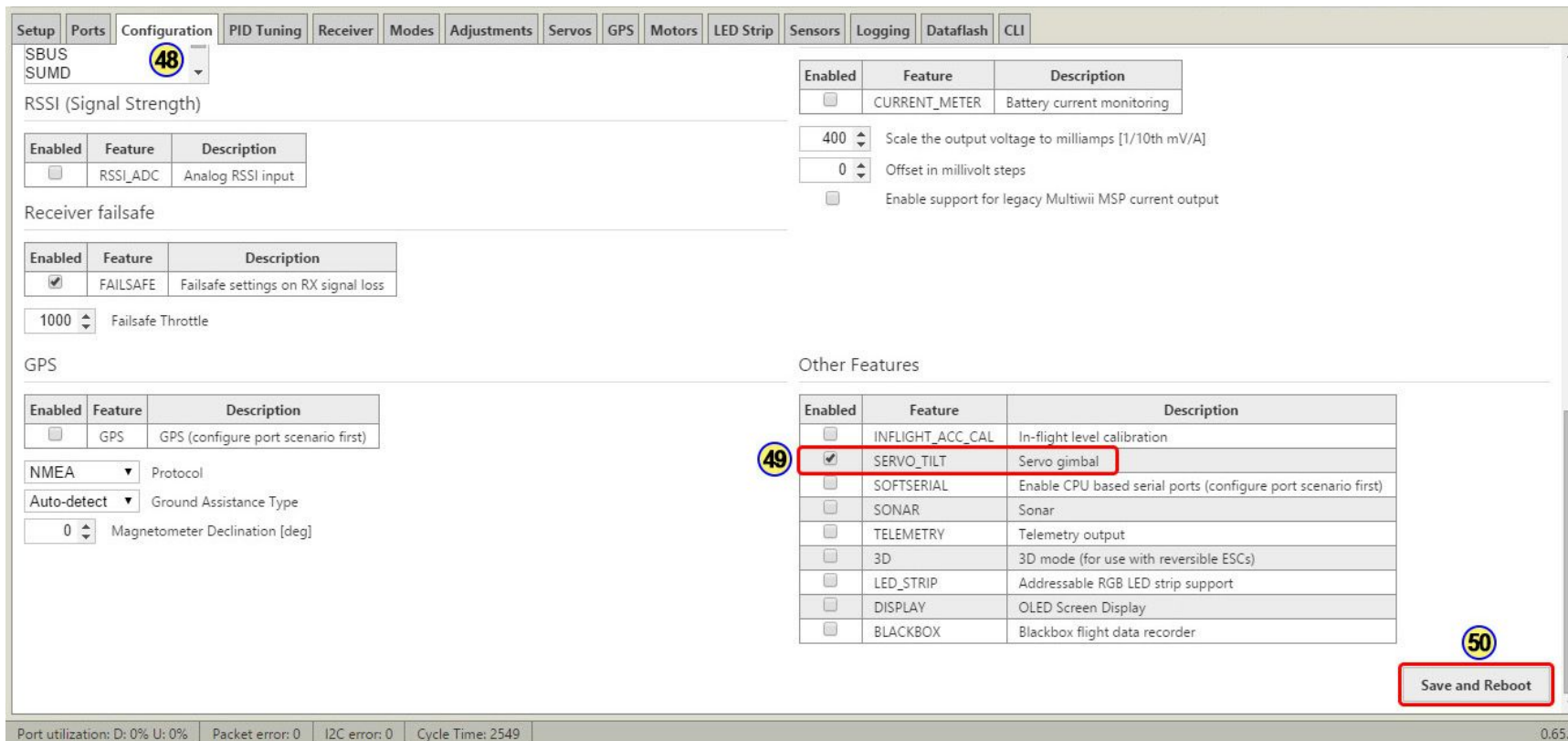
El Trim de la palanca *Throttle* debe estar al mínimo.

CONFIGURACIÓN CON SERVOMOTOR

Un servomotor (servo) es un dispositivo formado por un motor de corriente continua al que se le acopla un circuito electrónico que nos permite controlar su posición mediante pulsos desde el transmisor, a través de un canal auxiliar.

En el caso de querer controlar un **servo** debemos modificar la configuración que hemos visto hasta ahora porque lo tendremos que conectar a la salida de motor 1 ó 2 de la controladora, (que corresponden con los canales **Aux1** y **Aux2**) y **desplazar los motores 1, 2, 3 y 4 a las salidas 3, 4, 5 y 6**.

Para configurar el servo hacemos clic en la pestaña **Configuration** (48), activamos la opción **SERVO_TILT** (49) y guardamos haciendo clic en **Save and Reboot** (50).



The screenshot shows the Configuration page of a flight controller software. The 'Configuration' tab is selected and circled with a blue circle and the number 48. The 'SERVO_TILT' option is checked and circled with a blue circle and the number 49. The 'Save and Reboot' button is circled with a blue circle and the number 50.

Configuration (48)

SBUS
SUMD

RSSI (Signal Strength)

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	RSSI_ADC	Analog RSSI input

Receiver failsafe

Enabled	Feature	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	FAILSAFE	Failsafe settings on RX signal loss

1000 Failsafe Throttle

GPS

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	GPS	GPS (configure port scenario first)

NMEA Protocol
Auto-detect Ground Assistance Type
0 Magnetometer Declination [deg]

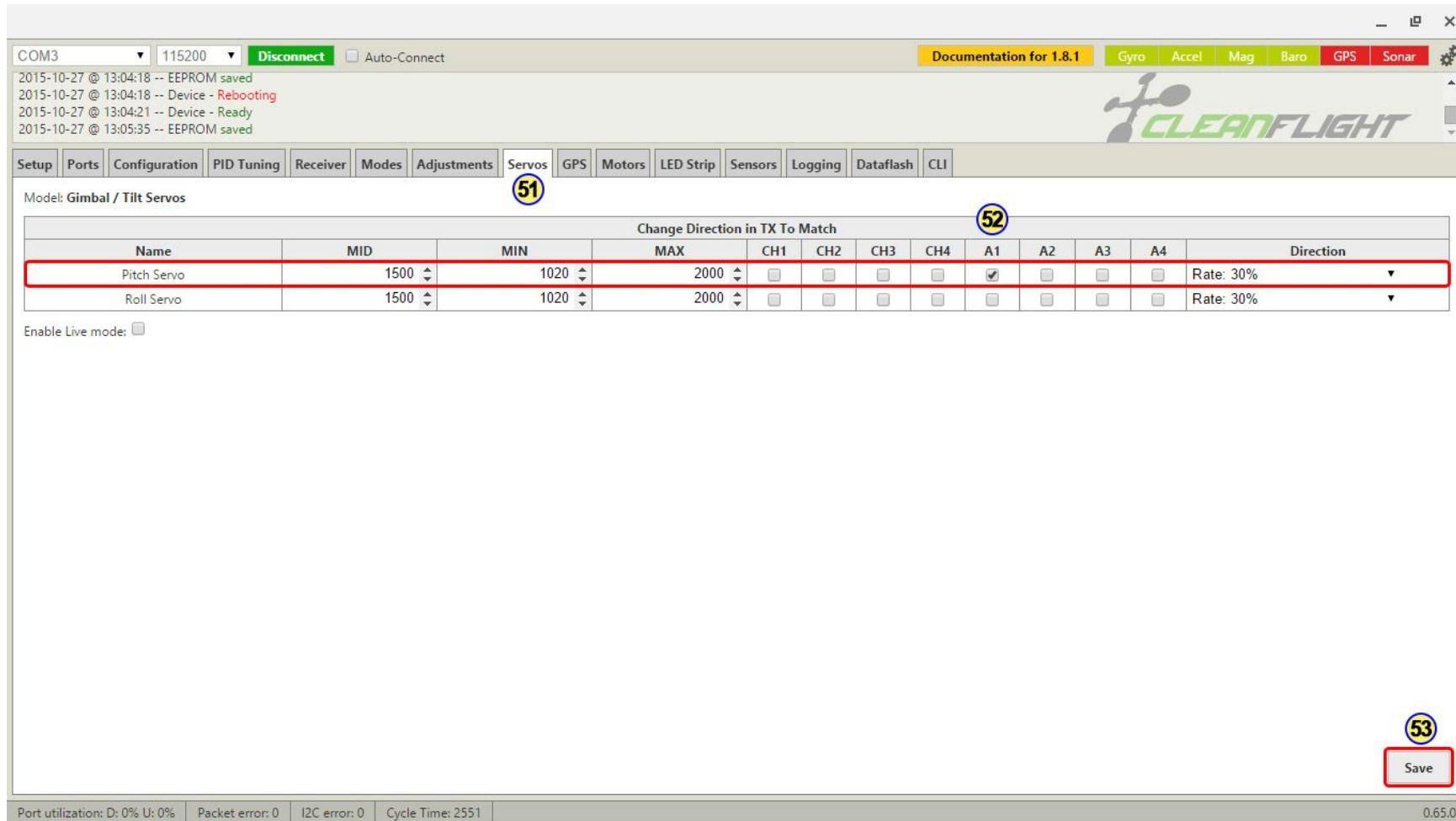
Other Features

Enabled	Feature	Description
<input type="checkbox"/>	INFLIGHT_ACC_CAL	In-flight level calibration
<input checked="" type="checkbox"/>	SERVO_TILT	Servo gimbal
<input type="checkbox"/>	SOFTSERIAL	Enable CPU based serial ports (configure port scenario first)
<input type="checkbox"/>	SONAR	Sonar
<input type="checkbox"/>	TELEMETRY	Telemetry output
<input type="checkbox"/>	3D	3D mode (for use with reversible ESCs)
<input type="checkbox"/>	LED_STRIP	Addressable RGB LED strip support
<input type="checkbox"/>	DISPLAY	OLED Screen Display
<input type="checkbox"/>	BLACKBOX	Blackbox flight data recorder

Save and Reboot (50)

Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2549 0.65.0

Cuando reinicie la controladora vamos a la pestaña **Servos** (51), marcamos en la fila **Pitch Servo** el canal auxiliar **A1** (52) y hacemos clic en el botón **Save** (53) para guardar el cambio.



COM3 115200 Disconnect Auto-Connect Documentation for 1.8.1 Gyro Accel Mag Baro GPS Sonar

2015-10-27 @ 13:04:18 -- EEPROM saved
2015-10-27 @ 13:04:18 -- Device - Rebooting
2015-10-27 @ 13:04:21 -- Device - Ready
2015-10-27 @ 13:05:35 -- EEPROM saved

Setup Ports Configuration PID Tuning Receiver Modes Adjustments **Servos** GPS Motors LED Strip Sensors Logging Dataflash CLI

Model: Gimbal / Tilt Servos

Name	MID	MIN	MAX	CH1	CH2	CH3	CH4	A1	A2	A3	A4	Direction
Pitch Servo	1500	1020	2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rate: 30%
Roll Servo	1500	1020	2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rate: 30%

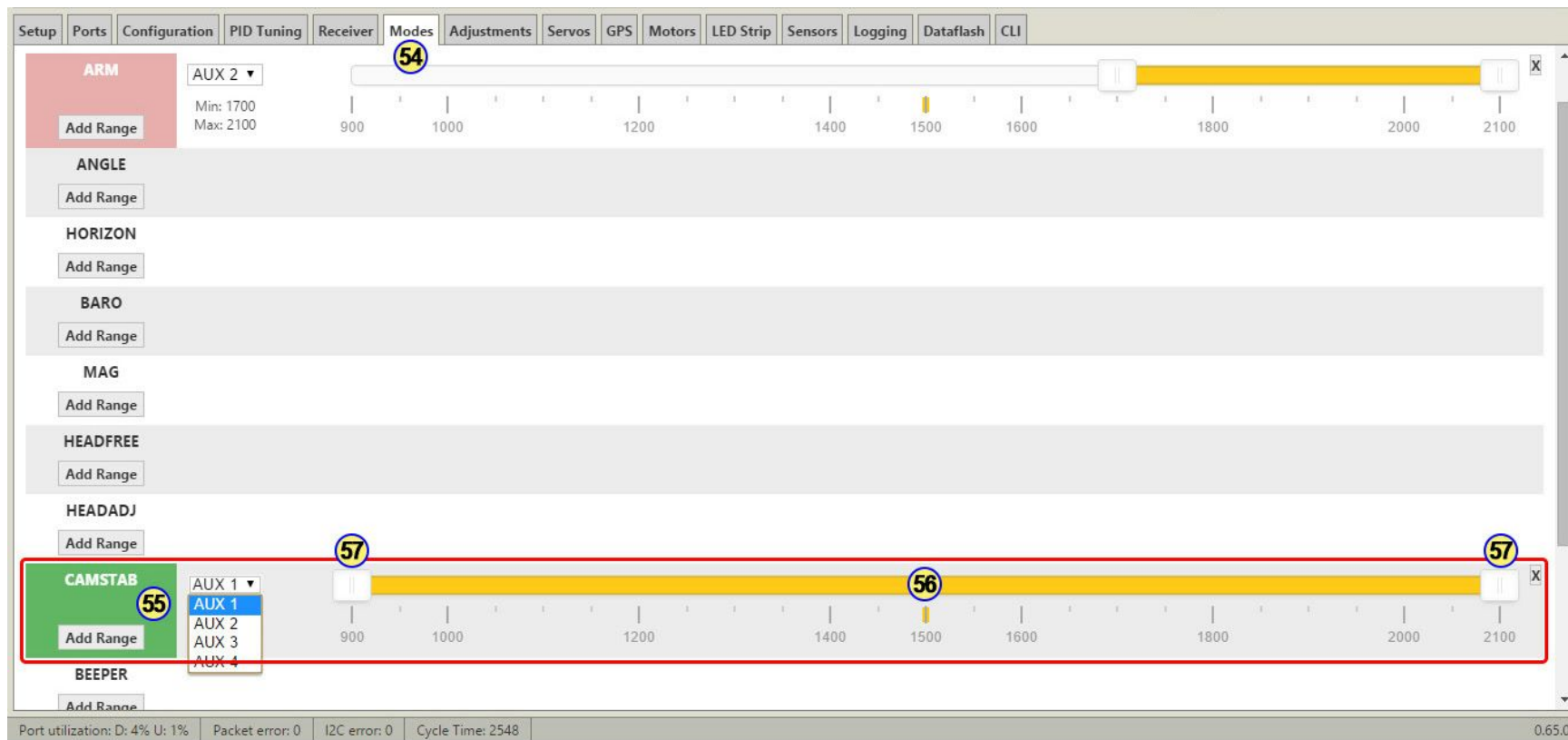
Enable Live mode: ☐

Save

Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2551 0.65.0

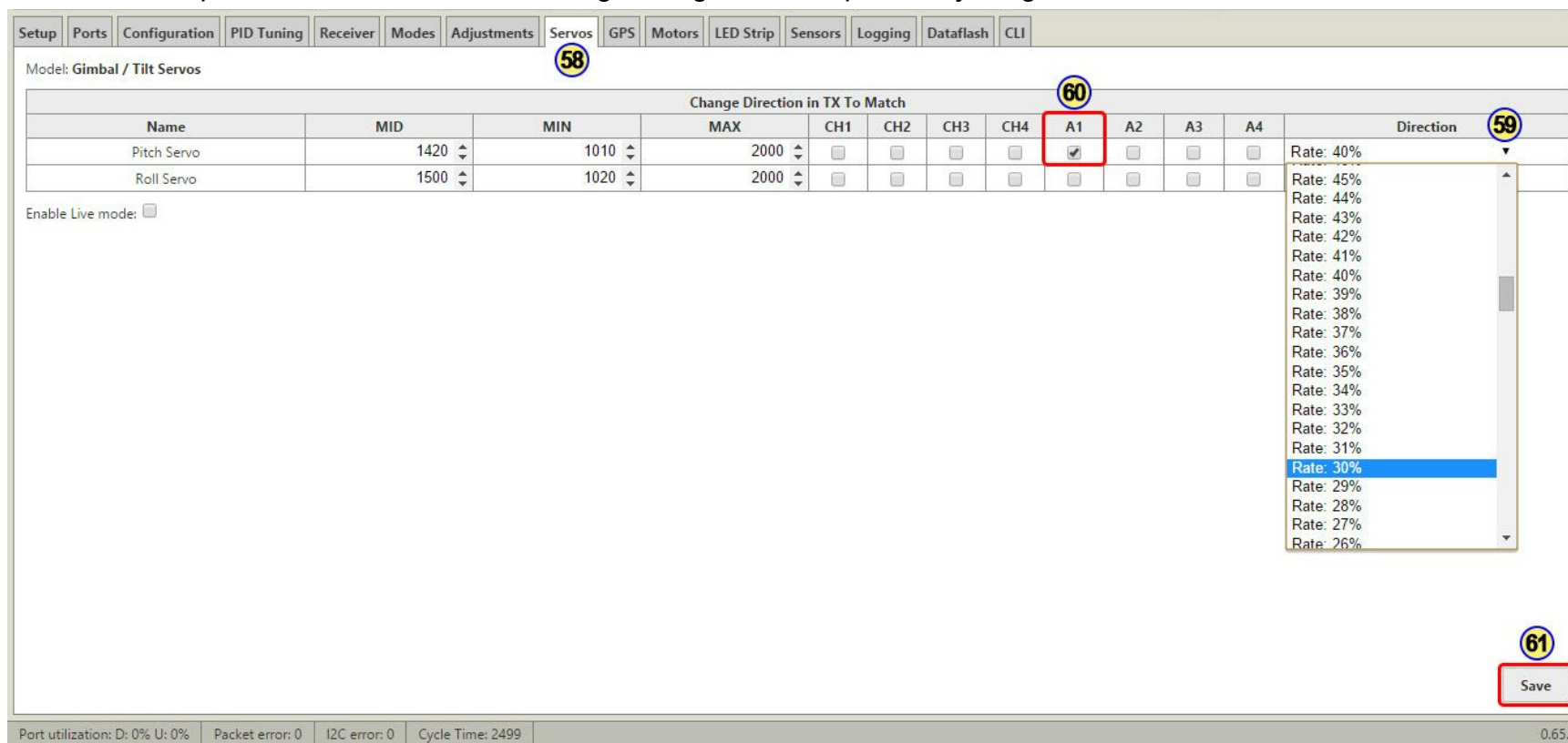
Cuando reinicie la controladora, conectamos la batería y activamos el transmisor para mover el servo con el potenciómetro del canal **Aux1**. Modificando los valores **MIN** y **MAX** podemos hacer que el recorrido del servo sea mayor o menor, en un sentido y en otro.

Otro uso que podemos dar al servo es utilizarlo como estabilizador de una cámara, que se moverá dependiendo del ángulo de *Pitch* del dron (si usamos el canal Aux1) o del ángulo de *Roll* (si usamos el canal Aux2). En ese caso lo configuraremos en la pestaña **Modes** (54) activando la función CAMSTAB (55). Para ello hacemos clic en **Add Range**, elegimos en el desplegable el canal **AUX1** (para que responda al ángulo de *Pitch*) y establecemos el rango (56) al máximo moviendo los deslizadores (57) hacia los extremos. Para grabar los cambios hacemos clic en el botón **Save** del final de la página.



The screenshot shows the Betaflight configurator interface, specifically the **Modes** tab (54). The **CAMSTAB** function (55) is selected, and the **AUX 1** channel is chosen from the dropdown menu. The **Add Range** button is visible. The range is set to the maximum, indicated by the sliders (57) being moved to the extremes (900 and 2100) and the range value (56) being set to 2100. The status bar at the bottom shows port utilization, packet error, I2C error, cycle time, and version.

Para controlar el **sentido de giro** y la cantidad de **desplazamiento** del servo cuando se incline el dron, vamos a la pestaña **Servos** (58) y seleccionamos en el desplegable **Direction** (59) el porcentaje de movimiento que queremos que haga el servo según la inclinación. Si queremos invertir el sentido de giro elegiremos un porcentaje negativo.



Model: Gimbal / Tilt Servos

Name	MID	MIN	MAX	CH1	CH2	CH3	CH4	A1	A2	A3	A4	Direction
Pitch Servo	1420	1010	2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rate: 40%
Roll Servo	1500	1020	2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rate: 45%

Enable Live mode: ☐

Rate: 45%
Rate: 44%
Rate: 43%
Rate: 42%
Rate: 41%
Rate: 40%
Rate: 39%
Rate: 38%
Rate: 37%
Rate: 36%
Rate: 35%
Rate: 34%
Rate: 33%
Rate: 32%
Rate: 31%
Rate: 30%
Rate: 29%
Rate: 28%
Rate: 27%
Rate: 26%

Save

Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2499 0.65.0

Si dejamos activado el check **A1** (60), también podremos mover el servo con el potenciómetro **Aux1** del transmisor. Pero si queremos que reaccione únicamente según el ángulo *Pitch* del dron, lo mejor es desactivarlo para evitar que dejemos el servo en una posición diferente de la central y por tanto no se mueva al ángulo correcto al inclinar el cuadricóptero.

Para grabar los cambios hacemos clic en el botón **Save** (61).

CONTROLADORES PID

Un **controlador PID** es un mecanismo que se usa en sistemas de control industrial (control de presión, flujo, fuerza, velocidad, etc.), que **calcula la desviación** entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para **aplicar una corrección** e intentar llegar al valor deseado. Este control aplicado a un multirrotor recopila los datos de los sensores de la controladora, los compara con los valores esperados (según las órdenes que le demos a través del transmisor) para aumentar o disminuir la velocidad de los motores y **conseguir mayor estabilidad**, compensando así los efectos del viento.

Para conseguir estabilidad en el vuelo, usaremos un controlador PID (de entre los seis que vienen incorporados en *Cleanflight*) y ajustaremos los valores según las características de nuestro cuadricóptero. Las siglas **PID** corresponden a tres variables (**Proportional - Integral - Derivative**) que están relacionadas entre sí.

El valor **P (Proporcional)** controla la cantidad de corrección que se aplica para llevar el cuadricóptero hacia un ángulo o una velocidad de rotación determinada.

- Si el valor de **P** es muy bajo, será difícil controlar el dron ya que no responderá rápidamente a las posibles correcciones.
- Si el valor de **P** es muy alto, el multicóptero oscilará rápidamente intentando corregirse continuamente.
- Si el valor de **P** es correcto, será fácil elevarlo en vertical y mantener la estabilidad durante el vuelo.

El término **I (Integral)** establece la velocidad con la que se repite la acción correctora **P** (y por tanto la precisión de la corrección) haciendo más progresivo el movimiento de retorno a la estabilidad indicado por **P**. Este término es especialmente útil con el viento irregular, y el efecto de suelo (la turbulencia de los motores).

- Si el valor de **I** es muy bajo, el dron cabeceará al cambiar de dirección.
- Si el valor de **I** es muy alto, oscilará pero con oscilaciones más lentas que si aumentamos el valor de **P**.
- Si el valor de **I** es correcto mantendrá el ángulo de manera más precisa.

El coeficiente **D (Derivada)** cambia la fuerza aplicada para corregir un error, cuando ve que el error aumenta o disminuye. Es como cuando tenemos hambre, que comemos más rápido al principio y conforme estamos llenos lo hacemos más lentamente.

- Si el valor de **D** es muy bajo, hará el dron más lento a la respuesta, parecido a tener un valor de **P** muy bajo.
- Si el valor de **D** es muy alto, tendrá una reacción más nerviosa con oscilaciones rápidas.
- Si el valor de **D** es correcto, reaccionará de forma más suave.

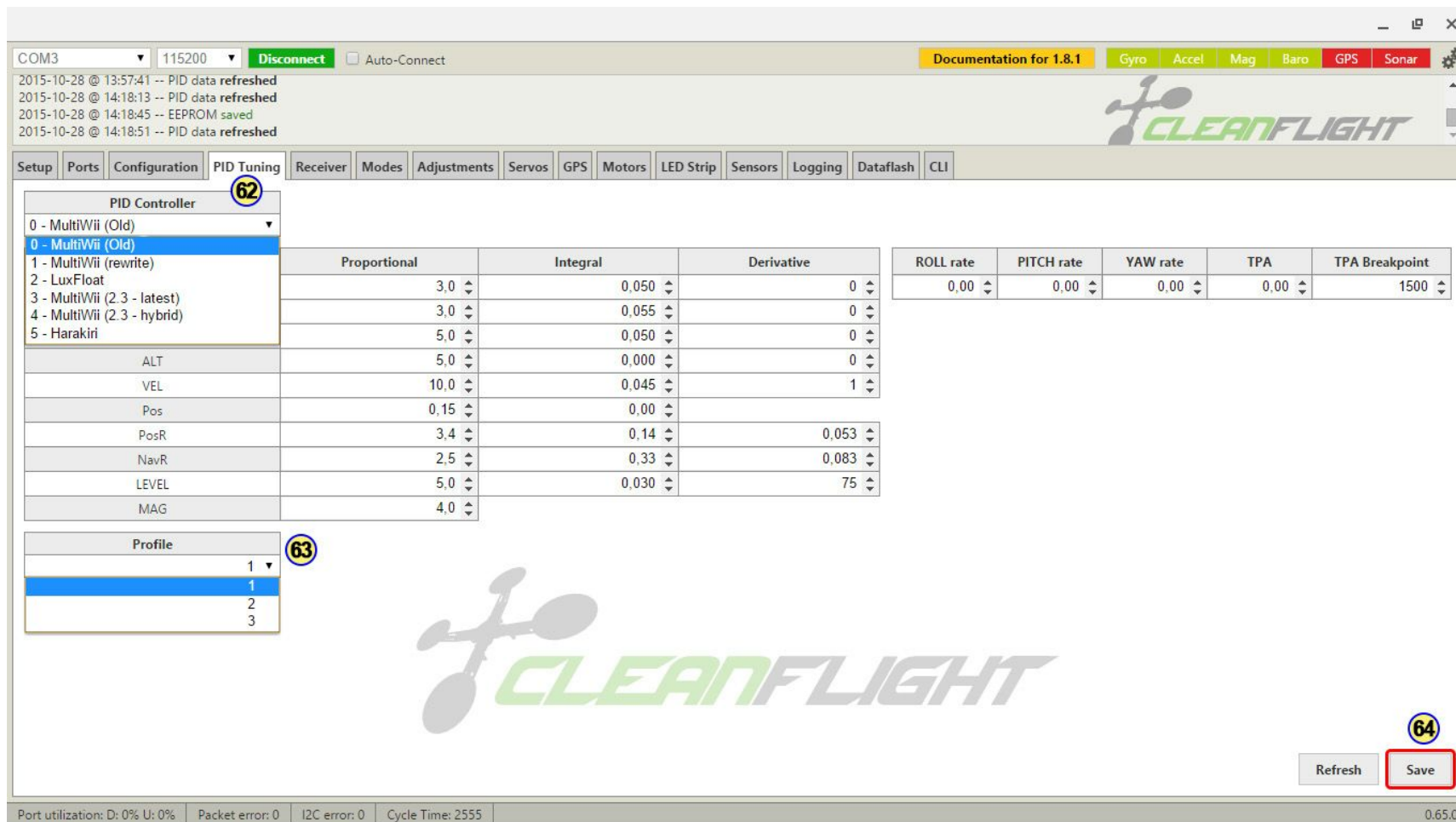
Cada **PID Controller** de Cleanflight es un algoritmo que tiene unas características que funcionarán mejor o peor (según las características de cada cuadricóptero y los gustos personales a la hora de volarlo) y cada uno de ellos se puede configurar con valores PID diferentes para cada orden (*Roll, Pitch, Yaw*, etc.).

Al tratarse de una aplicación en desarrollo permanente, los **PID Controller** van evolucionando pero actualmente *Cleanflight* dispone de seis, cada uno con diferentes características:

- 0 – Multiwii (OLD) El pid controller por defecto e idéntico al que lleva Baseflight - MultiWii 2.2.
- 1 – Multiwii (rewrite)
- 2 – Luxfloat
- 3 – Multiwii (2.3 latest)
- 4 – Multiwii (2.3 hybrid)
- 5 – Harakiri
-

Se puede encontrar información detallada (en inglés) acerca de cada **PID Controller** dentro de la documentación de Cleanflight en el siguiente enlace: <https://github.com/cleanflight/cleanflight/blob/master/docs/PID%20tuning.md#pid-controllers>.

Para ajustar el **PID** hacemos clic en la pestaña **PID Tuning (62)** y seleccionamos en el desplegable un controlador, por ejemplo el que viene por defecto **MultiWii (Old)**. Una vez elegido el **PID Controller** que vamos a usar, ajustaremos cada parámetro por separado empezando por **P**, luego **I** y finalmente **D** (y si es necesario volviendo sobre cada valor para ajustarlo de nuevo) y haremos una prueba de vuelo en sustentación cada vez para ver el resultado. En el desplegable **Profile (63)** podemos utilizar tres perfiles para guardar las diferentes combinaciones que probemos y recuperarlos fácilmente.



The screenshot shows the CLEANFLIGHT software interface. The top bar includes a status area with COM3, 115200, and a Disconnect button. Below this is a log of recent events. The main menu has tabs for Setup, Ports, Configuration, PID Tuning (62), Receiver, Modes, Adjustments, Servos, GPS, Motors, LED Strip, Sensors, Logging, Dataflash, and CLI. The PID Tuning tab is active, showing a list of PID Controllers on the left and a table of parameters on the right. The Profile section (63) is also visible, showing a list of profiles. The bottom status bar displays port utilization, packet error, I2C error, cycle time, and version.

Proportional	Integral	Derivative
3,0	0,050	0
3,0	0,055	0
5,0	0,050	0
5,0	0,000	0
10,0	0,045	1
0,15	0,00	
3,4	0,14	0,053
2,5	0,33	0,083
5,0	0,030	75
4,0		

ROLL rate	PITCH rate	YAW rate	TPA	TPA Breakpoint
0,00	0,00	0,00	0,00	1500

Profile (63):

- 1
- 2
- 3

Buttons: Refresh, Save (64)

Status Bar: Port utilization: D: 0% U: 0% Packet error: 0 I2C error: 0 Cycle Time: 2555 0.65.0

Hay que hacer clic en **Save (63)** para que los cambios tengan efecto.

Como nuestro cuadricóptero es simétrico, podemos establecer los **mismos valores PID para *Pitch* y *Roll***. Para multicopteros no simétricos (como un tricóptero o un hexacóptero), habría que ajustar el *Pitch* y el *Roll* por separado según la experiencia de vuelo. El valor de *Yaw* no es tan importante por lo que pondremos el mismo valor para empezar. Una vez que el dron sea relativamente estable, podemos probar otros valores.

Para evitar hacernos un lío cambiando parámetros, es **recomendable hacerlo uno por uno**, (empezando por **P**, después **I** y finalmente **D**) y probando el resultado que produce cada cambio (mejor en interior o sin viento). Empezaremos con un valor bajo de **P** e iremos subiendo hasta que veamos que se producen oscilaciones al elevarlo. Entonces haremos un ajuste más fino hasta llegar a un punto en el que la respuesta no sea lenta pero que tampoco llegue a oscilar.

Conseguido el valor de **P**, ajustaremos el valor de **I** con valores bajos y subiremos poco a poco. Haremos movimientos adelante-atrás (*Pitch*) e izquierda-derecha (*Roll*) observando cuánto tiempo tarda en estabilizarse. Modificaremos el parámetro hasta que lleguemos a un punto en el que el dron se estabilice rápidamente cuando soltemos la palanca. Habrá que probarlo con algo de viento para conseguir el valor más adecuado.

El parámetro **D** tiene una interacción directa (y complicada) con los valores **P** y **I**. Si modificamos **D** tendremos que volver afinar los valores de **P** e **I** para mantener el dron bien estabilizado. Si mediante los parámetros **P** y **I** hemos conseguido un buen equilibrio, no es necesario modificar el valor **D**.