
CAPÍTULO 1

MANUAL DE USUARIO

Este manual de usuario indica los pasos a seguir para volar el cuadricóptero en modo hovering. Se asume que la IMU se encuentra previamente calibrada.

1.1. Montaje y conexionado

Componentes del sistema

Montar sobre la plataforma los distintos componentes del sistema:

- BeagleBoard, BeagleJuice y módulo de WiFi en la caja de acrílico como se detalla en el capítulo ??.
- IMU
- ESC
- GPS
- Placa de conversión de niveles lógicos
- Batería

Si se desea habilitar la opción de utilizar el control remoto debe incluirse la CPU de fábrica, el receptor y el circuito encargado del switcheo (ver capítulo ??).

Conexiones

En esta sección se detallan las conexiones de los componentes.

- Conexiones de la BeagleBoard
 - Alimentar la BeagleBoard con 5v provenientes de la BeagleJuice.
 - Conectar en un puerto USB el módulo de WiFi, en otro el GPS y en un tercero un pendrive.
 - Conectar con la placa de conversión de niveles lógicos, basándose en los nombres de las señales indicados sobre la placa, y la página 108 del BeagleBoard-xM System Reference Manual.

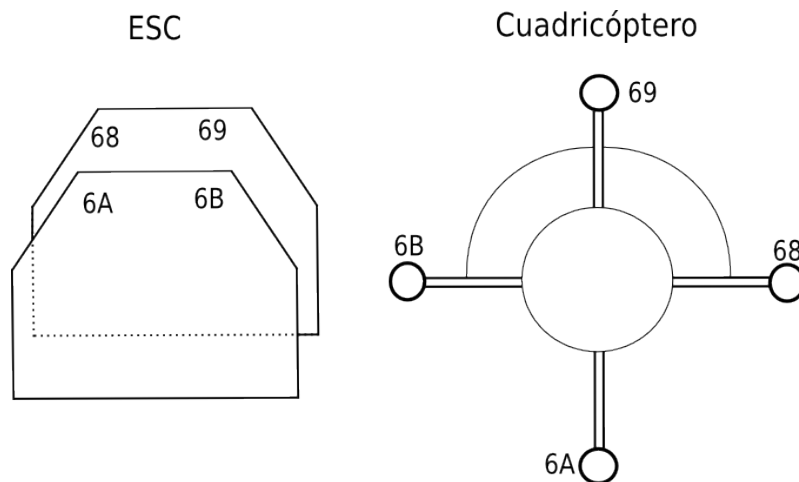


Figura 1.1: Correspondencia entre motores y ESC

- Conexiones de la IMU
 - Conectar la alimentación (5V) a la BeagleJuice.
 - Conectar las señales de Gnd, 3.3V, Tx y Rx a la placa de conversión de niveles lógicos.
- Conexión de los ESCs
 - Conectar las líneas del I^2C (SDA, SCLK, GND) a la placa de conversión de niveles lógicos.
 - Conectar a los motores. En la figura 1.1 puede observarse la correspondencia entre ESC y motores.
 - Conectar la batería

En caso de desearse utilizar también el control remoto, conectar la CPU de fábrica y el circuito de Switcheo de acuerdo a las conexiones que se especifican en el capítulo ??.

Se debe hacer coincidir el plano de la IMU con el plano formado por los motores de acuerdo al procedimiento explicado en el capítulo ??. Para mostrar en consola las lecturas de la IMU en deben ejecutarse los siguiente comandos:

```
ssh root@10.42.43.2
cd work/uquad/src/build/test/imu_comm_test
./imu_comm_test /dev/ttyS1
```

Las columnas 10 a 12 indican los ángulos de Euler. Se deben ajustar los tornillos de la IMU hasta que dichos ángulos sean lo más cercano posible al cero.

1.2. Ajuste del Offset

Para resolver el problema del offset se ejecuta el driver de los motores y se le envían comando desde la consola, hasta lograr equilibrar el ángulo en cuestión. Para correr el driver ejecutar los siguientes comandos:

```
ssh root@10.42.43.2
cd work/uquad/src/i2c_beagle
make stdin
./cmdstdin X69 X6A X6B X68
```

Cada uno de los parámetros $X6M$ puede ser 1 o 0: El 1 habilita el motor $6M$, y el 0 lo deshabilita.

- Offset del ángulo de Yaw

1. Colgar el cuadricóptero de forma que pueda girar respecto al eje vertical.
2. Ejecutar

```
./cmdstdin 1 1 1 1
```

a una velocidad de I^2C lo más alta posible sin que el cuadricóptero se levante (Se sugiere utilizar 120 I^2C trabajando con un peso de aproximadamente 1.7kg).

3. Ajustar los offsets en la consola, enviando distintos valores hasta que el cuadricóptero no gire, y luego escribir el resultado en

```
src/i2c_beagle/cmd_motores.c
```

para que sea tomado en cuenta siempre que se compile el driver.

- Offset del ángulo de Pitch y de Roll: Los ajustes en estos ángulos no deberían modificar mucho el offset encontrado para el Yaw, ya que el torque neto no se modifica. De cualquier forma, puede cambiar el punto de operación y por lo tanto afectar al Yaw.

1. Ubicar el cuadricóptero de forma que tenga libre un solo eje de giro.
2. Para el Pitch ejecutar:

```
./cmdstdin 1 1 0 0
```

Igual que en el caso anterior ajustar el offset de forma que el cuadricóptero se mantenga horizontal.

3. Repetir para el Roll ejecutando:

```
./cmdstdin 0 0 1 1
```

- Revisar los tres ángulos para verificar los offsets obtenidos.

1.3. Pruebas del Controlador

- Prueba de los ángulos de Roll y de Pitch

1. Ubicar el cuadricóptero de forma que tenga libre un solo eje de giro posible.
2. Modificar las matrices `K_prop_full_ppzt.txt` y `K_int_full_ppzt.txt` de forma que las únicas entradas distintas de cero sean las que corresponden a la realimentación del ángulo de interés, de la velocidad angular de interés y de la integral del error del ángulo de interés. Las matrices de realimentación se encuentran en `src/control`.

3. Modificar el driver `src/i2c_beagle/cmd_motores.c`, ya que por defecto prender todos los motores. Descomentar las líneas que inhabilitan los motores que no se van a utilizar (buscar cerca de la línea 697).
 4. Correr el loop de control (`./go.sh`), modificar dichas matrices hasta encontrarse conforme con la respuesta del sistema. Partir de los valores dados por el algoritmo LQR en MatLab.
 5. Repetir con el otro ángulo (cambiar nuevamente las matrices y el driver).
- Prueba del ángulo de Yaw.
 1. Colgar el cuadricóptero.
 2. Setear la Masa del cuadricóptero lo más alto posible sin que el cuadricóptero levante vuelo (se sugiere utilizar 1.4Kg si el cuadricóptero levanta vuelo con 1.7kg).
 3. Modificar las matrices `K_prop_full_ppzt.txt` y `K_int_full_ppzt.txt` hasta lograr el comportamiento deseado. Partir de los valores dados por el algoritmo LQR.

Una vez realizadas las pruebas anteriores el cuadricóptero debería presentar un comportamiento estable. De todas formas se sugiere agregar dos cuerdas de seguridad: una por encima y otra por debajo, de forma de limitar el movimiento del mismo y evitar accidentes. Tener especial con las cuerdas, en caso de enredarse con un motor cortar la ejecución de inmediato para evitar dañar ESCs o motores.

NOTA: Los ESCs disponibles presentan un problema conocido como FOD¹ que hace que alguno de los motores deje de funcionar. Es un evento aleatorio, respecto a cuando sucede y respecto a el motor que afecta. Evitar hacer pruebas muy largas o muchas pruebas consecutivas para reducir los riesgos².

¹Flip Of Death

²No fue comprobado que esto evite el FOD.