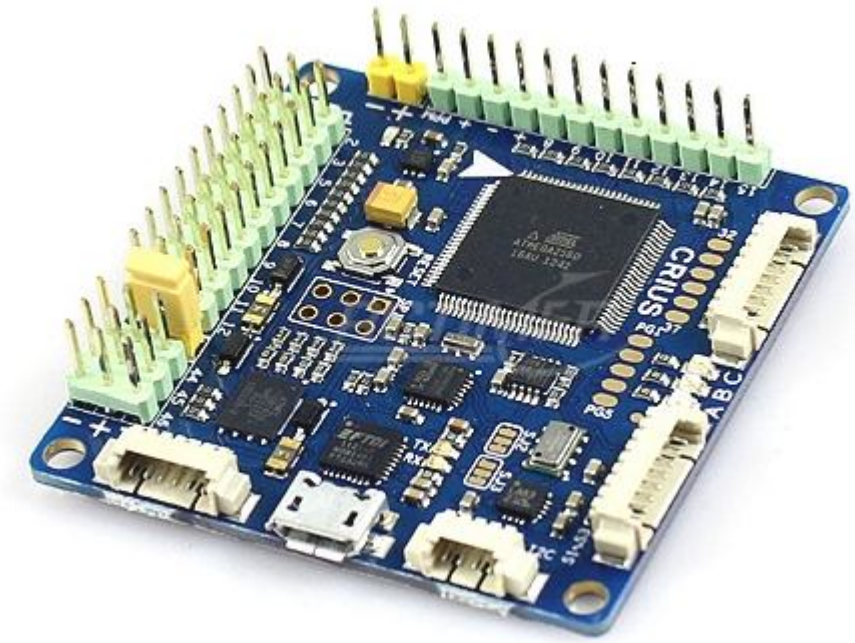
CRIUS AIO PRO

GPS + MULTIWII

Rassegna per i principianti



Autore: bandit (Roberto)

Revisione: biv2553 (Stefano)
Termicone (Luciano)

Versione: 1.2

Data: 20/02/2013

SOMMARIO

1 PREFAZIONE 2

2 COSA COMPRARE 3

3 CARATTERISTICHE DELLA CRIUS 4

4 CARICAMENTO DEL SOFTWARE MULTIWII 4

4.1 TIPO DI MULTIROTORE E SCHEDA 6
4.2 MODALITÀ DI ARMAMENTO 7
4.3 FAILSAFE 7
4.4 CARICAMENTO SULLA SCHEDA 7

5 LA GUI DI MULTIWII 8

6 MONTAGGIO DELLA CRIUS 11

6.1 ALIMENTAZIONE DELLA SCHEDA 11
6.2 PROTEZIONE DEL BAROMETRO 11

7 REGOLAZIONE CANALI E ARMAMENTO 12

8 CALIBRAZIONE 13

8.1 CALIBRAZIONE DEGLI ESC. 13
8.2 CALIBRAZIONE DEGLI ACCELEROMETRI 13
8.3 CALIBRAZIONE DEL MAGNETOMETRO 13

9 IL GPS 14

10 TEST DI VOLO 15

10.1 ACRO, ANGLE E TRIM ACCELEROMETRI 15
10.2 MAG, BARO E HEADFREE 16
10.3 GYRO FILTERS E MEDIAMOBILE 16
10.4 GPS HOLD E RETURN TO HOME 17
10.5 FAILSAFE 17

11 APPENDICE A - CONNESSIONI DELLE SCHEDE CRIUS 18

12 APPENDICE B – SCHEMI MOTORI E ROTAZIONE ELICHE 19

13 APPENDICE C – PROGRAMMAZIONE VIA RADIOCOMANDO 20

1 PREFAZIONE

Questa rassegna è nata con l'intento di fornire una guida agli appassionati di multirotori, dotati di un minimo di manualità, che desiderano utilizzare il software opensource MULTIWII sulla scheda CRIUS AIO PRO. In breve, è l'ideale per chi ha già approntato un mezzo, con una delle famose ed economiche schede KK, e vuole fare un passo verso qualcosa di più evoluto.

Il sistema CRIUS + MULTIWII + GPS è attualmente tra i sistemi più economici presenti sul mercato dotato di funzioni di volo molto interessanti. Ha delle buone prestazioni e permette di apprendere concetti e tecniche che possono risultare utili qualora si decidesse di acquistare sistemi più costosi o altre schede che supportino il codice opensource.

Una delle difficoltà che ha il modellista, a digiuno dei sistemi basati sul software MULTIWII, riguarda il reperimento delle informazioni necessarie per una completa messa a punto del mezzo. Essere utente di un progetto opensource in continua evoluzione può risultare complicato, specialmente nei primi tempi.
Lo scopo del documento, quindi, consiste nel fornire un punto di riferimento per il principiante, descrivendo le procedure per configurare con il codice MULTIWII la CRIUS partendo da zero. Vengono riassunti idee e concetti che sono sparsi su vari forum sia italiani sia stranieri densi di consigli utili ma le cui discussioni sono diventate talmente grandi da renderli quasi illegibili.
Tutti gli argomenti affrontati in questa sede possono essere approfonditi partendo da questo link: MULTIWII - Guide e documentazione

Tengo a precisare che questo non è un manuale di utilizzo della CRIUS e che non si assumono responsabilità per eventuali danni a persone o cose che dovessero derivare dall'utilizzo del vostro mezzo configurato seguendo questa guida.
Ricordate sempre di proteggete voi stessi e gli altri svolgendo i test al banco con le eliche smontate e volando in maniera responsabile.

Ringrazio gli utenti del baronerosso che hanno avuto la pazienza di aiutare l'ennesimo principiante a configurare il proprio quad con la CRIUS e gli utenti biv2553 (Stefano) e TermicOne (Luciano) che si sono dedicati alla revisione della prima versione di questo lavoro di rassegna.

Comunicatemi integrazioni ed aggiornamenti che vorrete apportare.

Buona lettura

2 COSA COMPRARE

Al momento della scrittura del documento è da poco uscita la versione 2 della CRIUS. Rispetto alle versioni precedenti sono state aggiunte le funzioni PPSUM per le riceventi ed una memoria interna per il log automatico. Il barometro di precisione della V1.1 è rimasto invariato come anche il rinforzo della porta USB, punto debole di queste schede. Maneggiatela con cura!
La guida all'acquisto fa riferimento al noto sito **rctimer.com.** Nulla vieta di comprare gli stessi componenti su altri siti (Hobbyking, quadframes.co.uk) dove variano sia i prezzi sia le modalità di spedizione. Il costo totale dell'operazione di acquisto di tutto il pacchetto full optional si dovrebbe aggirare intorno ai 100 euro (spedizione incluse). Ecco cosa mettere nel carrello della spesa:

AIOP V2.0 ALL IN ONE PRO Flight Controller



la scheda di volo viene fornita con i cavetti necessari alla connessione alla ricevente ed ai vari accessori.

u-Blox CN-06 GPS Receiver V2.0



E' l'ultima versione del GPS dotato di memoria EEPROM per il salvataggio della configurazione.

FTDI Basic Breakout Arduino USB-TTL



Permette di connettere via USB tutte le periferiche dotate di porta FTDI (scheda, GPS, modulo BT). E' molto utile sia in caso di rottura della porta USB della scheda sia per testare le singole periferiche.

MULTIWII MWC FC Bluetooth Module Use For Android



Uno strumento molto comodo, direi quasi indispensabile, per chi ha un dispositivo Android. Permette di configurare i parametri della scheda dallo smartphone tramite software gratuito senza l'utilizzo del cavetto usb o di un portatile. Se lo provate non ne potrete più fare a meno.

CO-16 OLED display Module



Se si ha la possibilità del BT lo ritengo inutile. A discrezione.

CAVI MINI e MICRO USB



Quasi sicuramente il cavo mini l'avete già in casa e serve per connettersi al modulo adattatore FTDI-USB. Il micro è un po' più raro ed è indispensabile per connettere la CRIUS al PC.

3 CARATTERISTICHE DELLA CRIUS

La scheda ha le dimensioni quadrate standard 50x50mm con l'interasse dei fori a 45mm. Sul retro sono chiaramente riportate le connessioni dei singoli pin. Di seguito le specifiche tradotte dal sito di rctimer.

Caratteristiche Hardware:
• Supporta MegaPirateNG /ArduCopterNG/ArduPlaneNG/MULTIWII/AeroQuad
• 8 motori
• 8 canali di ingresso per le riceventi + canale PPM SUM (solo V2)
• controllo gimbal su 3 assi
• 4 porte seriali per i moduli di debug/Bluetooth/OSD/GPS/telemetria
• 8 porte analogiche per sensori di velocità/corrente/voltaggio/led
• porta I2C a 5V
• Memoria dedicata per la registrazione dei dati (solo V2)
• Microcontrollore ATMega 2560-16AU
• MPU6050 giro/accelerometro a 6 assi
• HMC5883L magnetometro digitale a 3 assi
• MS5611-01BA03 altimetro di precisione
• Porte FT232RQ USB-UART e Micro USB

Caratteristiche fisiche
• Dimensioni: 50mmX50mm • Altezza: 11.6mm • Peso: 14.5g • Interasse fori: 45mm • Diametro fori: 3.1mm

Modi di Volo
• Acrobatica (usa solo i giroscopi)
• Autolivellamento (giroscopi + accelerometri)
• Mantenimento della quota automatico (barometro)
• HeadFree (permette il pilotaggio indipendentemente dall'orientamento del mezzo. Usa il magnetometro)
• GPS HOLD (mantiene il punto nello spazio utilizzando le coordinate del GPS e gli accelerometri)
• RTH (Torna al punto dove è stato armato utilizzando il GPS, il magnetometro e gli accelerometri)

Per lo schema dei collegamenti fare riferimento alle figure nell'Appendice A.

4 CARICAMENTO DEL SOFTWARE MULTIWII

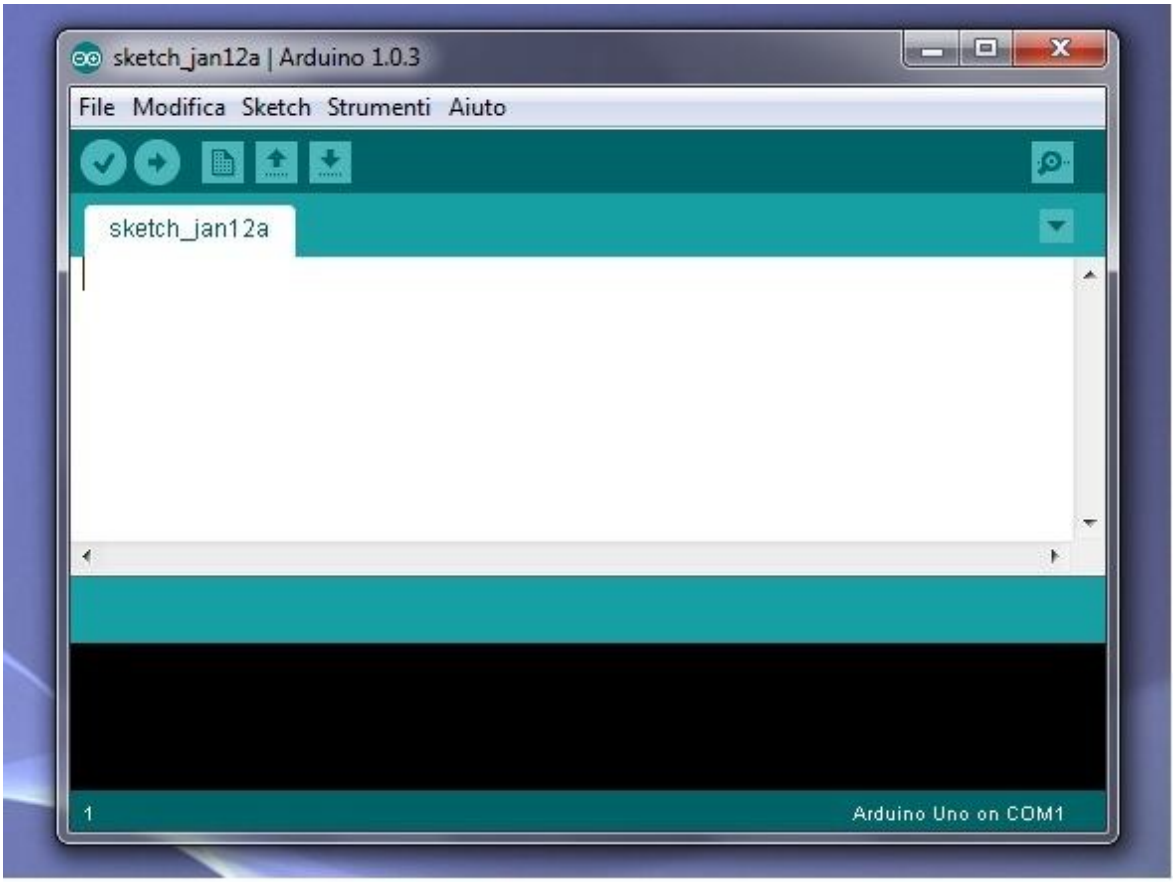
Per semplicità verranno descritte le procedure di una delle ultime versioni stabili del software, la dev 1240 che, rispetto all'ultima versione MULTIWII ufficiale (2.1), comprende una serie di migliorie relative alla gestione della quota, alla dinamica del volo ed all'utilizzo del GPS. Questa breve guida potrà comunque essere utilizzata con le prossime versioni del software.

Il codice MULTIWII è piuttosto generico ed è stato scritto per funzionare su numerose piattaforme e mezzi volanti di vario tipo. Per prima cosa è necessario modificarlo in funzione della CRIUS e del tipo di multirotore (tri, quadri, esa etc) che possedete. L'operazione è in sé molto semplice e necessita l'utilizzo di due pacchetti software:
ARDUINO: l'ambiente di sviluppo con il quale andremo a modificare e caricare il codice;
MULTIWII: comprende sia il codice opensource sia l'interfaccia grafica GUI (Graphic User Interface) necessaria alla configurazione dei parametri della scheda. Andiamo per passi:

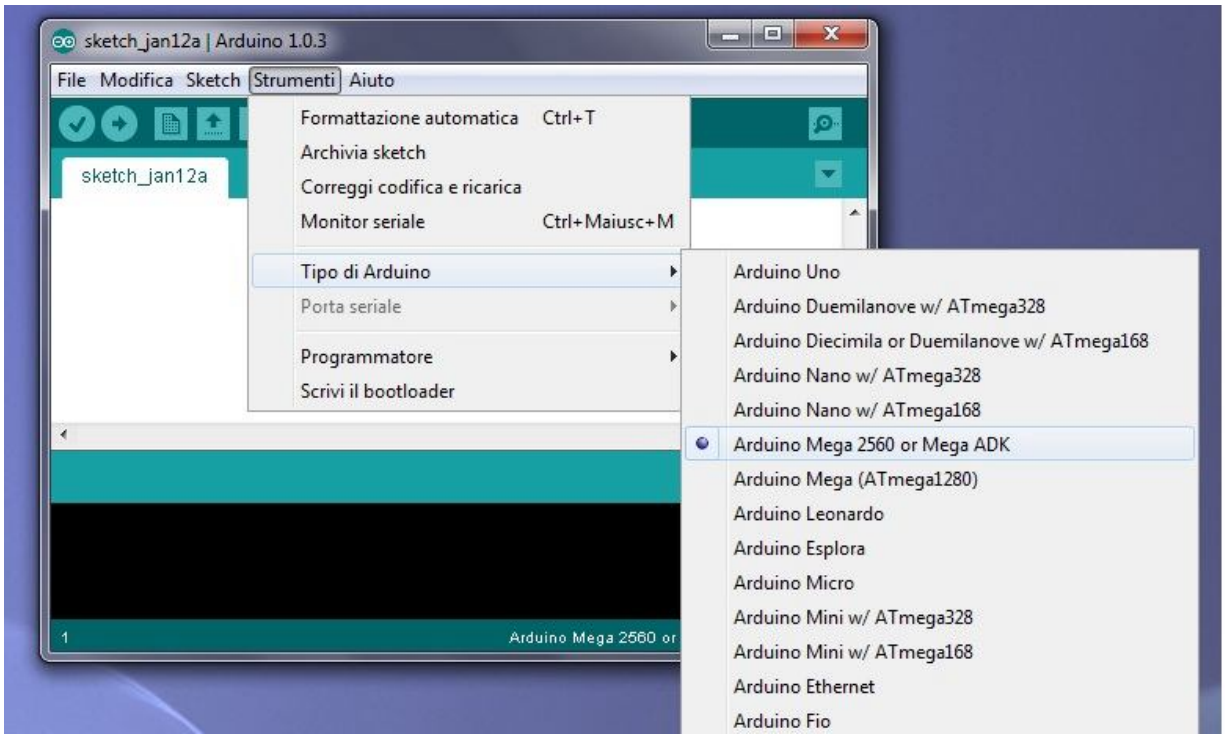
- Scaricare l'ambiente ARDUINO per il vostro PC (win, linux, mac) dall'apposita pagina: http://arduino.cc/en/Main/Software
- Scaricare la versione del codice MULTIWII dalla pagina dei downloads: http://code.google.com/p/MULTIWII/downloads/list.
- Copiare i file compressi in una directory a vostro piacimento.

Tramite il cavetto micro-usb connettete la scheda al vostro PC. L'installazione dei drivers della scheda dovrebbe avvenire automaticamente, altrimenti procedete con l'installazione manuale utilizzando i drivers presenti all'interno della directory "arduino/drivers". Una volta connessa, essendo alimentata dalla stessa porta USB, vedrete accendersi alcuni led.

Per accedere all'ambiente di sviluppo di ARDUINO, eseguite il programma **arduino.exe** nella directory "arduino-1.0.3". Vi si aprirà una finestra tipo questa:

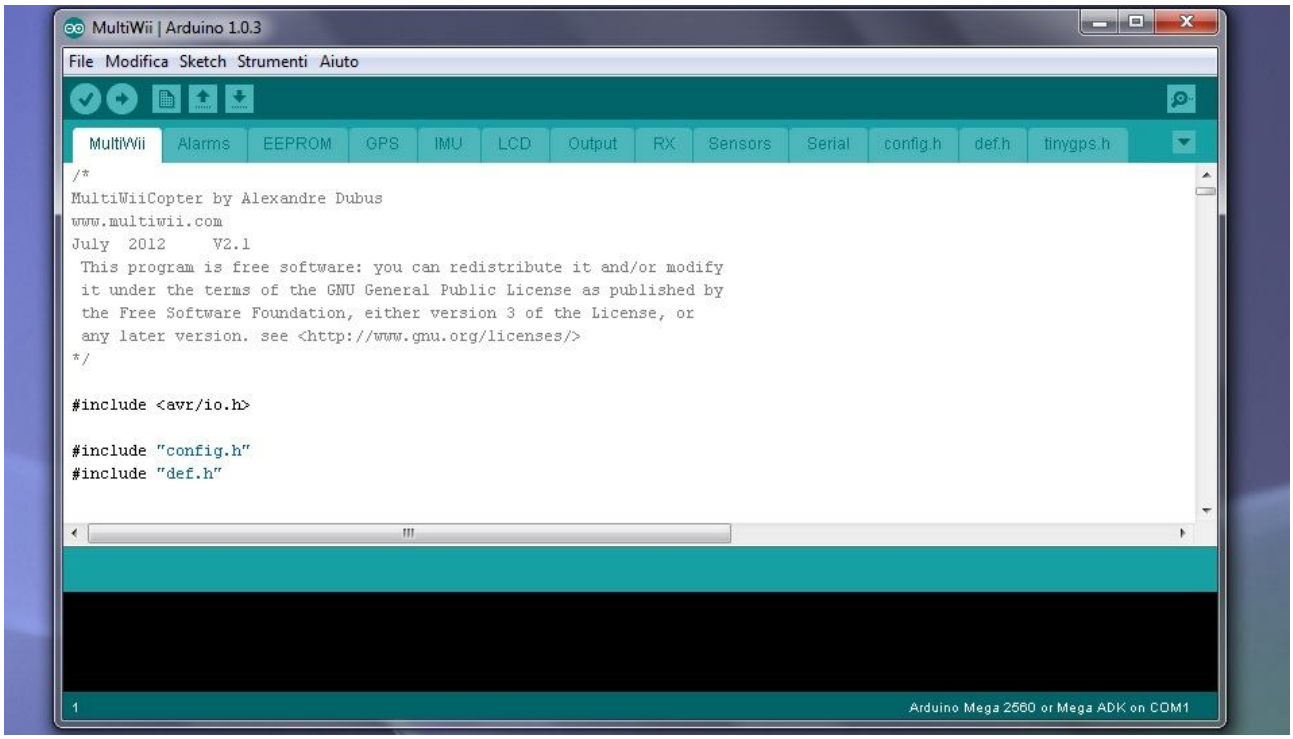


Procedete alla definizione del tipo di Arduino che usa la CRIUS e della porta COM sul quale è installato. Andate nel menù "Strumenti/Tipo di Arduino" e selezionate **Arduino Mega 2560 or Mega ADK**



Analogamente verificate che la scheda sia sulla porta seriale riportata in basso a dx (da windows usate pannello di controllo). Altrimenti configuratela manualmente sempre dallo stesso menù "Strumenti".

Con il comando "CTRL+O", oppure dal menù "File", aprite il file **MULTIWII.ino** presente all'interno della directory MULTIWII. Vi si aprirà una finestra con tutto il codice.
NOTA: Il nome della directory dove sono memorizzati i diversi file DEVE essere sempre uguale al file .ino che aprirete (nel nostro esempio il nome della directory dovrà essere Multiwii)



A questo punto siete pronti per apportare le modifiche fondamentali necessarie al funzionamento del vostro sistema.

Cliccate sul tab "**config.h**"

4.1 TIPO DI MULTIROTORE E SCHEDA

Decommentate (ovvero cancellate le due barrette //) la riga di vostro interesse nella sezione The type of multicopter. Nell'esempio sottostante viene riportato il caso di un quadricottero configurato ad "X". La riga, una volta decommentata, da grigio diventa nera.

```
//#define GIMBAL
//#define BI
//#define TRI
//#define QUADP
  #define QUADX
//#define Y4
//#define Y6
//#define HEX6
//#define HEX6X
//#define HEX6H  // New Model
//#define OCTOX8
//#define OCTOFLATP
//#define OCTOFLATX
```

Ora andate nella sezione Combined IMU Boards (linea 81) e decommentate

#define CRIUS_AIO_PRO_V1

In questo modo avete abilitato il codice per lavorare con il vostro sistema. Potreste fermarvi, ma preferisco porre l'attenzione su altre due modifiche.

4.2 MODALITÀ DI ARMAMENTO

Questa modifica, pur essendo opzionale, è vivamente consigliata per chi viene dalla KK ed è abituato ad armare la scheda mettendo lo stick della manetta al minimo e lo yaw tutto a dx. Consiste nel commentare la linea che permette l'armamento anche con lo stick del roll. Può essere pericoloso.
Andate nella sezione ARM/DISARM (linea 208) e commentare la riga (aggiungere //)

#define ALLOW_ARM_DISARM_VIA_TX_ROLL -> //#define ALLOW_ARM_DISARM_VIA_TX_ROLL

4.3 FAILSAFE

Il failsafe è una funzione che prevede l'impostazione di alcuni parametri di volo in caso di perdita del segnale dal radiocomando. Se non avete una ricevente con questa funzione potete attivarlo da codice.

Andate nella sezione Failsafe settings (config.h - linea 546) e decommentate

#define FAILSAFE

successivamente impostate i valori relativi al tempo di attivazione del failsafe, il tempo di spegnimento dei motori e il valore della manetta.

```
#define FAILSAFE_DELAY     10                          // 1 step = 0.1sec - 1sec in example
#define FAILSAFE_OFF_DELAY 200                         // Time motors stop - 20sec in example
#define FAILSAFE_THROTTLE  (MINTHROTTLE + 200)         // Throttle level
```

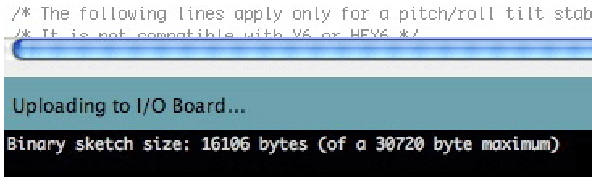
In questo caso il failsafe entrerà in funzione 1 secondo dopo la perdita di segnale livellando il vostro mezzo, i motori andranno a poco meno di 1/3 della manetta e si spegneranno entro 20 secondi se il segnale non è stato riagganciato. Se si dispone di una ricevente con failsafe, si possono impostare più funzioni per il recupero del mezzo. In questo caso disabilitare la funzione falisafe del codice.

4.4 CARICAMENTO SULLA SCHEDA

Salvate il software che avete modificato sul PC e trasferitelo sulla memoria della CRIUS utilizzando le icone presenti in alto a sx:



Cliccate sul tasto quadrato con la freccia in basso per salvare il programma.
Cliccate sul tasto tondo con la freccia a destra per compilare e caricare il software.
Seguirà una fase di compilazione e successivamente (se non ci sono errori) il trasferimento sulla CRIUS.



Potete verificare il flusso dei dati dai led rosso e blu presenti alla base del connettore USB sulla scheda.

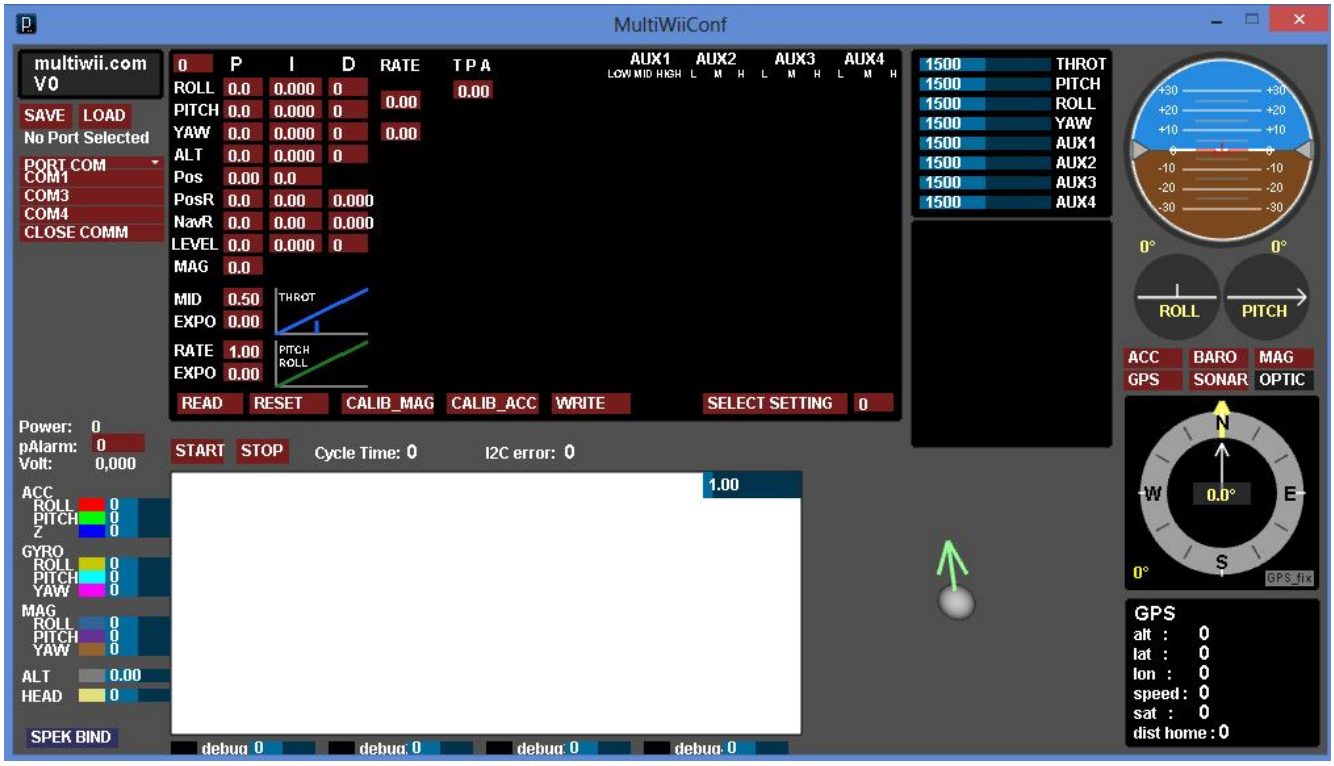
Chiudete ARDUINO e disconnettete il cavetto USB dal computer.

NOTA: Il caricamento del software MULTIWII può avvenire esclusivamente con il cavo USB e con il modulo Bluetooth disconnesso.

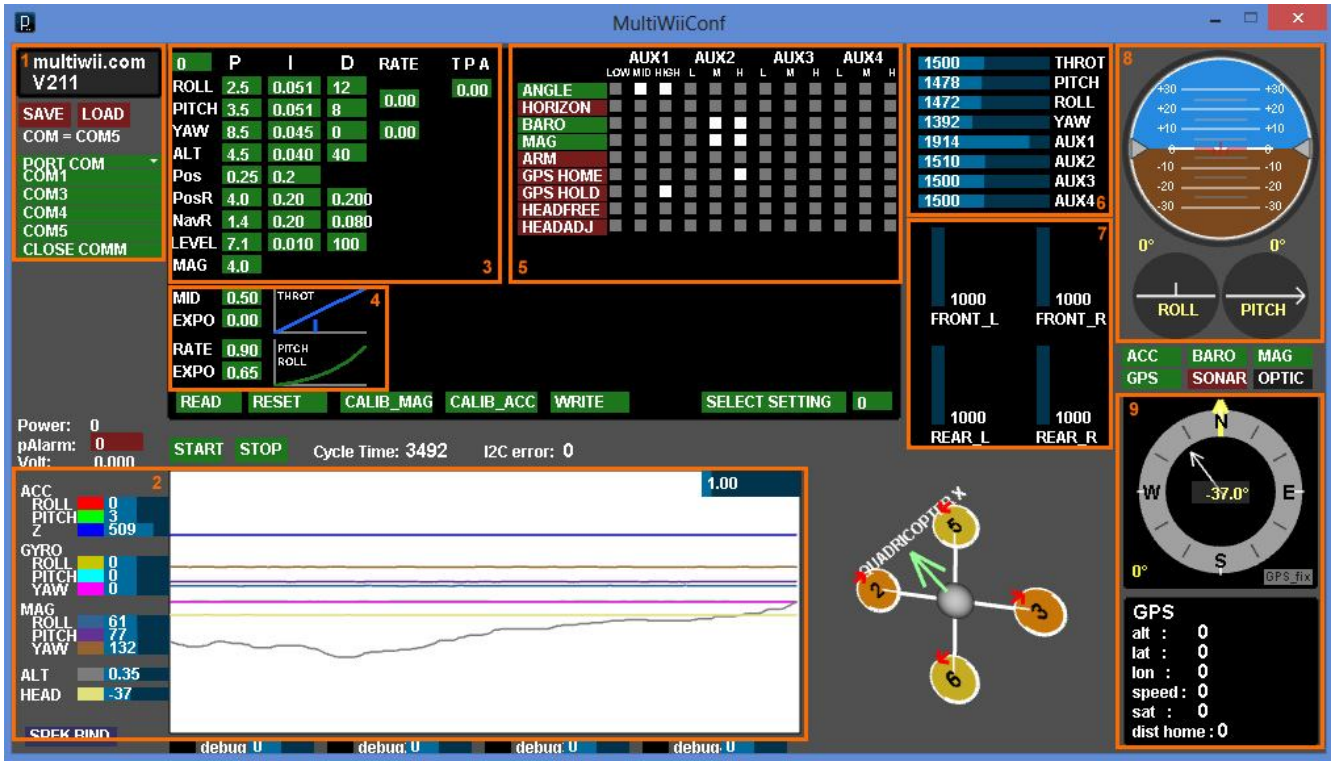
5 LA GUI DI MULTIWII

Per modificare i parametri di volo della scheda abbiamo bisogno dell'interfaccia grafica di MULTIWII. Quella della dev 1240 è migliorata rispetto alla versione ufficiale il cui riferimento lo trovate qui: http://www.MULTIWII.com/wiki/index.php?title=MULTIWII_GUI.

Connettete la CRIUS al pc via cavo USB o, meglio, tramite Bluetooth. Eseguite il file **MULTIWIIConf.exe** presente nella sotto directory relativa al vostro sistema operativo. Vi si aprirà questa schermata:



Ciccate sulla porta COM alla quale è connessa la CRIUS e premete il tasto START. A questo punto, se il software è stato caricato correttamente e la connessione con il PC ha funzionato, dovreste leggere i parametri della scheda e vedere scorrere il grafico relativo ai suoi sensori (ACC, GYRO, MAG, ALT).



Per descrivere meglio le funzioni della GUI sono stati evidenziati 9 sottoriquadri.

1) Comunicazione

Vengono visualizzati:
la versione del software caricato sulla scheda;
I tasti SAVE e LOAD per salvare e caricare la configurazione sul PC;
La porta COM selezionata;
Le porte COM a disposizione;
Il tasto per chiudere la comunicazione con la scheda.

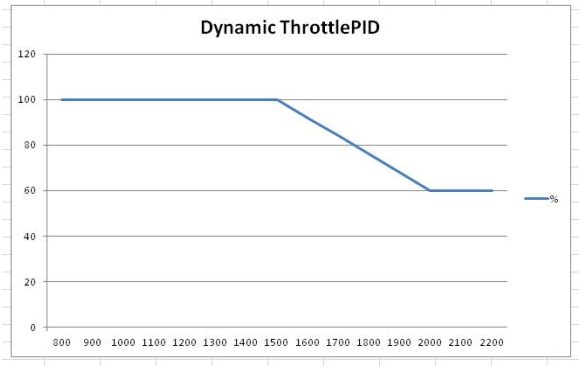
2) Sensori

Sono visualizzati, e riportati sul grafico, i valori dei vari sensori in tempo reale.
Cliccando sui rettangoli colorati potete abilitare/disabilitare il grafico relativo ad un determinato dato. Nel rettangolo in alto a destra del grafico potete variare lo zoom: cliccate tenendo premuto il tasto del mouse e trascinatelo fino ad avere il valore desiderato.

3) PID (Proporzionale, Integrativo, Derivativo)

E' la sezione dedicata alla messa a punto dei parametri che determineranno la qualità di volo del vostro mezzo (ROLL, PITCH e YAW), la capacità di mantenersi livellato (ANGLE), di mantenere la quota (ALT), la prua (MAG) e la posizione e la navigazione con il GPS (POS e NAV).
I parametri possono essere cambiati analogamente a quanto indicato alla variazione dello zoom del grafico. Per una panoramica più approfondita sul significato di questi parametri si può leggere la sezione sul sito di MULTIWII. http://www.MULTIWII.com/wiki/index.php?title=PID o la discussione dedicata sul sito del baronerosso: http://www.baronerosso.it/forum/modelli-multirotori/207249-pid-tuning-c-come-settare-i-parametri-del-vostro-MULTIWII.html

I parametri nelle box RATE servono ad attenuare i valori dei PID in funzione dei movimenti degli stick. Lo scopo è quello di consentire una maggiore manovrabilità nel volo sportivo. Per il volo normale/FPV lasciare il valore a 0; aumentarlo se si desidera il mezzo più manovrabile.
Il parametro TPA (Throttle PID Attenuation) serve ad attenuare i valori dei PID in funzione della manetta (throttle). Entra in funzione per valori del throttle superiori al 50%. Ad esempio un valore di 0.4 riduce i PID di un 40% quando la manetta è al massimo (vedi figura sottostante). E' più usato nei modelli ad ala fissa. Sui multicotteri potrebbe essere utile nello smorzare le oscillazioni nelle salite rapide.



4) MID EXPO e RATE EXPO

MID definisce un determinato valore della manetta intorno al quale si vuole una risposta più morbida in base al parametro EXPO. Può essere utile avere dei valori di EXPO positivi per valori della manetta corrispondenti all'hovering.
RATE definisce la sensibilità degli stick del radiocomando. Se il mezzo è troppo reattivo il valore va diminuito. EXPO ha la stessa funzione precedentemente descritta e definisce una risposta più attenuata

dello stick intorno alla posizione centrale dei comandi di assetto. E' una funzione che può essere impostata anche sul vostro radiocomando.

5) Modi di volo

In questa sezione vengono attribuiti agli switch del radiocomando i vari modi di volo semplicemente accendendo o spegnendo i quadratini associati alle tre posizioni dello switch LOW – MID – HIGH. Se avete switch a due posizioni dovrete considerare solo LOW e HIGH.

ANGLE	Il multirotore tenderà a volare livellato (LEVEL sulla versione ufficiale).
HORIZON	è un modo di volo a metà tra l'ANGLE e l'acrobatico puro.
BARO	si abilita il barometro per il mantenimento della quota.
MAG	viene attivato il magnetometro per il mantenimento della prua.
ARM	c'è la possibilità di armare la scheda con uno switch.
GPSHOME	richiama il multirotore verso il punto dove è stato armato.
GPSHOLD	attiva la funzione che mantiene la posizione in base al GPS.
HEADFREE	è un modo di volo che permette di pilotare indipendentemente dalla prua.
HEADADJ	consente di impostare in volo la prua da tenere in HEADFREE

Se avete una ricevente con il failsafe potete impostare a piacere le funzioni da attivare automaticamente in caso di perdita del segnale. Per esempio inserire BARO, MAG e GPSRTH per tentare di recuperare il vostro mezzo in automatico. In questo caso verificate di avere il failsafe del codice disattivato.

NOTA: Dopo aver cambiato i parametri nei riquadri 3,4 o 5 premere il tasto WRITE per memorizzare i cambiamenti nella scheda.

6) Output canali

In questa finestra è possibile verificare l'output dei canali della nostro radiocomando. E' estremamente utile per capire i limiti dei comandi (endpoints o EPA), il loro verso ed il valore assunto dagli switch.

7) Output motori

In base allo stato della scheda (non armata, armata e funzionamento) viene riportato l'output sui singoli canali dei motori. I valori possono essere variati come descritto nel paragrafo 7.

8) Assetto

Rappresentazione grafica dell'assetto del multirotore tramite orizzonte artificiale.

9) GPS

Riquadro dedicato al GPS ed alla prua letta dal magnetometro. Quando il GPS è connesso ma è ancora in fase di ricerca dei satelliti, la bussola lampeggia. Un volta agganciati i satelliti dovreste leggere il loro numero e le coordinate di dove vi trovate.

6 MONTAGGIO DELLA CRIUS

Montate la CRIUS, orientandola con la freccia verso prua utilizzando colonnini antivibranti, biadesivo, ecc. rimandando il montaggio delle eliche alle prove di volo. Collegate la vostra ricevente già bindata (trim a zero e senza miscelazioni, possibilmente avendo attivato un failsafe di base) utilizzando i cavetti in dotazione e seguendo le connessioni come da figure nell'appendice A e collegate i cavetti degli ESC come da figure in appendice B.
Se avete acquistato il modulo bluetooth, è necessario eliminare il suo connettore e saldare i fili al connettore per la porta FTDI in dotazione alla scheda ricordando di connettere l'RX dell'una con la TX dell'altra e viceversa. Il programma per utilizzare il BT è MultiWii EZ-GUI scaricabile gratuitamente dal play store di google.

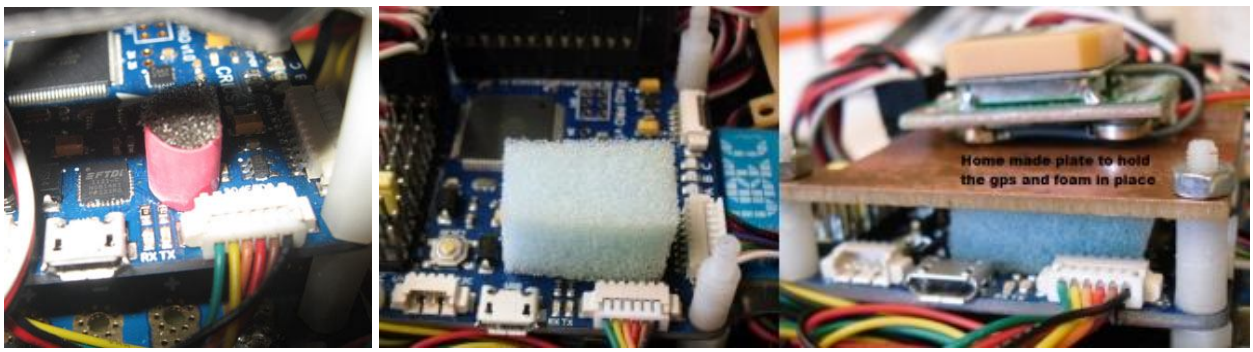
6.1 ALIMENTAZIONE DELLA SCHEDA

La scheda va alimentata a 5V e valgono le regole di sempre: o si alimenta tramite uno solo dei BEC degli ESC, disconnettendo il cavetto rosso da tutti gli ESC tranne uno, oppure (ed è la scelta consigliata) tramite un BEC esterno rimovendo tutti i cavetti rossi. Il connettore del BEC esterno può essere infilato su uno dei terminali degli ESC non utilizzati o direttamente sull'EXT POWER, i due terminali gialli che, nelle versioni precedenti alla 2, devono essere saldati sulla scheda. Alimentando la scheda dagli ESC il pin VCC delle porte seriali non viene alimentato mentre con l'alimentazione da EXT POWER il VCC delle porte seriali è alimentato a +5V una volta rimosso il PONTICELLO GIALLO.

NOTA: per evitare interferenze sul magnetometro, twistate (arrotolate un filo con l'altro) i cavi di alimentazione degli ESC e della batteria ed allontanateli quanto più possibile dalla scheda. Per avere una idea delle interferenze generate dai cavi guardate questo video: http://vimeo.com/29519728

6.2 PROTEZIONE DEL BAROMETRO

E' una operazione che potete rinviare a quando farete i primi test di mantenimento della quota ma è obbligatoria. Essendo il barometro molto sensibile alle differenze di pressione, eventuali turbolenze generate dalle eliche o dal flusso d'aria che colpisce il vostro multirotore, falsano le misure rendendo il mantenimento della quota praticamente impossibile.
La tecnica più usata consiste nell'applicare sul barometro un pezzetto di materiale isolante a celle aperte tenendolo leggermente pressato contro il barometro. L'obiettivo è di far passare l'aria ma arrestare ogni tipo di vortice generato intorno al barometro. Per sapere se passa l'aria nella schiuma che avete scelto basta soffiarci attraverso. Ecco un paio di esempi:



NOTA: Il sensore barometrico è sensibile alla luce del sole. Assicuratevi, quindi, che la spugna riesca anche a schermare i raggi solari.

Regolazione canali e armamento

Facendo riferimento alle finestre 5 e 6 della GUI è possibile verificare e regolare l'escursione dell'output dei canali del radiocomando. Salvo poche eccezioni, i valori generalmente utilizzati vanno da un minimo di 1000 ad un massimo di 2000. Il valore con gli stick al centro è 1500. Leggete il manuale del vostro radiocomando e, compatibilmente con le sue caratteristiche, impostare i limiti dei singoli canali all'interno dei valori sopra citati. Se il valore con gli stick centrati non è 1500 aggiustatelo usando i subtrim del radiocomando.

I valori di output sui canali dei motori sono definiti dalle seguenti linee del file config.h (linea 58):

```
#define MINCOMMAND      1000        scheda non armata
#define MINTHROTTLE     1150        scheda armata
#define MAXTHROTTLE     1850        massimo della manetta
```

Per armare la scheda il software multiwii verifica che i valori della corsa dello stick del throttle e dello yaw siano inferiori a 1100 e superiori a 1900 definiti nelle righe 247 e 248 nel file MULTIWII.ino

```
#define MINCHECK    1100
#define MAXCHECK    1900
```

Qualora il radiocomando non consenta di modificare gli endpoints, cambiare questi valori di conseguenza.

Se la scheda non si dovesse armare, nonostante i valori del throttle e dello yaw siano correttamente impostati, probabilmente il firmware degli ESC non ritiene il valore del MINCOMMAND sufficientemente basso per armarsi. Diminuire questo valore a passi di 25 e riprovare fino a quando non si riesce ad armare i motori. In alcuni casi è necessario abbassare questo valore fino a 900.

NOTA: Per motivi di sicurezza il software non arma la scheda se gli accelerometri indicano una inclinazione della stessa superiore ai 25°.
E' opportuno impostare un valore del MINTHROTTLE tale che i motori girino ad un basso regime in modo da avere la certezza che la scheda è disarmata quando i motori sono fermi.

7 CALIBRAZIONE

Prima di poter utilizzare la scheda si devono eseguire tre calibrazioni: quella degli ESC, degli accelerometri e del magnetometro.

7.1 CALIBRAZIONE DEGLI ESC.

La calibrazione serve a sincronizzarli in modo che abbiano tutti la stessa risposta al comando del gas. Il metodo comune per calibrare gli ESC consiste nel collegarli (uno alla volta o in parallelo tramite cavetto autocostruito) al canale del throttle della ricevente. Portare il gas del radiocomando al massimo, accenderla, collegare la batteria agli ESC, attendere per pochi secondi il primo "beep", ridurre gentilmente il gas a zero e attendere i "beep" di conferma dall'ESC. Scollegare batteria e spegnere il radiocomando.
Se non avete fatto questa operazione prima di montarli sul vostro mezzo, MULTIWII prevede un metodo alternativo basato su una modifica temporanea del software descritta qui: http://code.google.com/p/MULTIWII/wiki/ESCsCalibration.
Per sicurezza svolgere questa operazione ad eliche smontate.
Nel file config.h sezione ESCs calibration alla linea 975 decommentare

```
#define ESC_CALIB_CANNOT_FLY
```

successivamente compilare il programma e caricarlo sulla scheda. Staccare il cavetto USB, alimentare la scheda dalla batteria e, dopo una decina di secondi, i led rosso e verde comunicheranno l'avvenuta calibrazione con un rapido lampeggio. A questo punto staccare la batteria e connettere la scheda via USB. Ricommentare la riga, compilare e caricare nuovamente il software nella scheda. Più facile a farsi che a dirsi.

7.2 CALIBRAZIONE DEGLI ACCELEROMETRI

Gli accelerometri vengono utilizzati dalla scheda per mantenere livellato il multirotore, pertanto è necessario montarla quanto più parallelamente possibile al telaio. Successivamente mettere in bolla il multirotore e premere il tasto CALIB_ACC. Nel giro di pochi secondi i valori di roll e pitch andranno a 0 e quello dello yaw a 512. E' possibile avviare la calibrazione direttamente dal radiocomando secondo i comandi in appendice C.

7.3 CALIBRAZIONE DEL MAGNETOMETRO

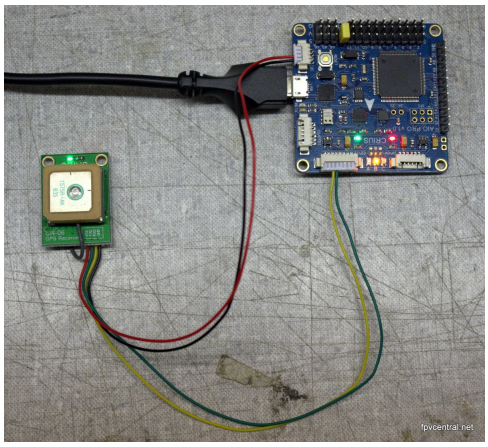
Il magnetometro viene usato sia per mantenere la prua del multirotore sia per orientarlo nelle fasi di volo con il GPS. Per calibrarlo è necessario ruotare il multirotore lungo i tre assi. Operazione piuttosto scomoda se effettuata tramite il cavo USB. E' più pratico effettuare la calibrazione con una connessione BT alla GUI o tramite il radiocomando utilizzando gli stick come elencato nella appendice C.
Posizionarsi all'aperto in una zona priva di masse metalliche, avviare la calibrazione premendo il tasto CALIB_MAG sulla GUI del PC/telefonino o tramite gli stick; i led rosso e verde inizieranno a lampeggiare; a questo punto avete 30 secondi per ruotare il multirotore sui suoi tre assi. La fine della calibrazione viene segnalata dai led che terminano di lampeggiare.
Ora potete verificare con una app del vostro telefonino o con una bussola vera, il corretto orientamento del multicottero leggendo la prua dalla GUI.

NOTA: Per verificare che il magnetometro non sia influenzato dai cavi, SMONTATE LE ELICHE, armate la scheda, portate il gas al massimo e controllate con la GUI che la **prua resti immobile**. In caso contrario avete sbagliato il cablaggio. Non andate avanti senza aver risolto questo problema altrimenti non potrete utilizzare le funzioni più avanzate di questa scheda.

8 IL GPS

Il montaggio del GPS è diventato molto semplice grazie anche all'evoluzione del software che permette di configurarlo senza l'ausilio di software particolari. Si consiglia di collegarlo solo dopo aver appreso una certa padronanza con la CRIUS e messo a punto il multirotore ottenendo un volo preciso e stabile. Potete, quindi, rinviare la lettura di questo paragrafo dopo le prime prove di volo.

Il codice multiwii prevede che il GPS venga connesso sulla PORTA SERIALE N. 2.
Ci sono due modi per cablarlo alla CRIUS: in un caso si connettono i cavi RX e TX del gps sul connettore seriale (RX del GPS a TX della scheda e TX del GPS al RX della scheda) ed i cavi della alimentazione sulla porta I2C (vedi foto sotto), nell'altro anche l'alimentazione viene cablata sulla porta seriale. In quest'ultimo caso, come accennato precedentemente, la scheda deve essere alimentata dal connettore EXT POWER ed il ponticello giallo rimosso per dare tensione alla porta seriale sulla quale è connesso il GPS.



Per abilitare il codice all'uso del GPS decommentate nel file config.h (sezione GPS - linea 614):

```
#define GPS_SERIAL 2
```

successivamente vanno decommentate delle righe che sono specifiche del tipo di protocollo scelto.

Nel caso dello standard **NMEA** decommentate:

```
#define GPS_BAUD   115200
#define NMEA
```

Se avete il GPS **U-BLOX**, in alternativa, si può attivare il relativo protocollo binario:

```
#define GPS_BAUD   57600
#define UBLOX
```

e disattivare il filtro sul GPS commentando la linea 623

```
//#define GPS_FILTERING
```

Successivamente, affinché il multicottero navighi autonomamente con la prua corretta, inserire il valore della declinazione magnetica (linea 677) del luogo dove vi trovate ottenuto dal sito http://magnetic-declination.com/. Considerate che i valori variano da 1.5 di Torino a circa 2.45 di Padova/Roma/Palermo a 3.33 di Lecce. Lasciate la "f" finale. (hanno scritto declinIation invece di declination, non curatevene).

```
#define MAG_DECLINIATION  0.0f
```

come al solito salvate, compilate e trasferite il codice nella scheda.

Una volta sistemato il GPS sul multirotore (generalmente si mette su una basetta autocostruita montata sopra la CRIUS) potete connettere la batteria (senza armarlo) ed aspettare la ricezione dei satelliti. Se tutto è stato eseguito correttamente, nella fase di acquisizione, vedrete lampeggiare velocemente il led giallo della scheda. Le funzioni del GPS richiedono l'acquisizione di almeno 5 satelliti. Una volta agganciati, il led giallo smette di lampeggiare velocemente e comunica, con dei lampeggi a bassa frequenza, il numero dei satelliti agganciati: 1 lampeggio = 5 satelliti / 2 lampeggi = 6 stelliti / 3 lampeggi = 7 satelliti e così via. Il tutto può essere verificato dalla GUI o dal vostro smartphone Android.

9 TEST DI VOLO

Per ottenere buoni risultati servono dei presupposti quali un telaio rigido, i motori ed eliche allineate e bilanciate ed aver posizionato la batteria in modo da avere un mezzo anch'esso bilanciato. Ovviamente aver verificato che i motori girino dalla parte giusta e che non influenzino il magnetometro. Se tutti questi presupposti sono stati analizzati, c'è una buona probabilità che il vostro mezzo vada già bene senza particolari sforzi con i parametri di serie.
E' comunque molto probabile che si debba intervenire sui PID di default visto che i relativi valori dipendono esclusivamente dalla configurazione del vostro mezzo (geometria, materiali, motori, eliche, ecc).
Per la messa a punto è utile scegliere giornate calme e senza vento. Volate con il multicottero a non più di 20 metri in uno spazio aperto privo di ostacoli e, ovviamente, di persone.

9.1 ACRO, ANGLE E TRIM ACCELEROMETRI

Il primo volo deve essere effettuato nella configurazione base (ACRO), ovvero utilizzando solo i giroscopi. Nessuna funzione di quelle impostabili sulla GUI deve essere attiva. L'obiettivo è quello di avere un hovering stabile ed un volo pulito senza traballamenti. Se questo non avviene dovrete iniziare a verificare nuovamente il mezzo, assicurandovi che la scheda sia isolata il più possibile dalle vibrazioni.
Per correggere eventuali tendenze del multicottero a traslare in una direzione in questa fase occorre usare i trim della radio (roll, pitch e yaw). Trimmare gradualmente fino a quando il modello non sta quasi fermo in hovering da solo senza tendenze a spostarsi decisamente in una direzione.
Poi iniziate a smanettare con i PID di ROLL, PITCH e YAW per ottenere un volo stabile e senza traballamenti.

Una volta che avete raggiunto una configurazione stabile potete passare a testare la modalità ANGLE che livellerà automaticamente il vostro multirotore. Mettetevi in hovering ad una certa altezza ed attivate la modalità ANGLE con lo switch che avete selezionato dalla GUI. Se tutto va bene il mezzo non si deve muovere dalla posizione di hovering. Se, invece, inizierà a muoversi (accadrà quasi sicuramente e siate pronti a riprenderlo disattivando l'ANGLE) vuol dire che al momento della calibrazione non eravate in bolla o la scheda non è perfettamente parallela al telaio del multirotore. A questo punto potete decidere se affinare la vostra calibrazione, riprovando a mettere in bolla il sistema, o migliorare il montaggio della scheda utilizzando degli spessori (fogli di carta) sotto il sistema di fissaggio. Se il mezzo va a destra vuol dire che la scheda è inclinata verso sinistra se va in avanti la scheda è inclinata all'indietro e viceversa. Aggiungete spessori di conseguenza.
Nel caso in cui il multicottero non abbia una deriva accentuata, c'è una via molto più semplice e rapida rispetto ad aggiungere gli spessori: bisogna TRIMMARE GLI ACCELEROMETRI.
Una volta al suolo, disarmate il multirotore e, come da appendice C, portate la leva del gas al massimo e muovete lo stick di ELEV o ROLL a fondo corsa per poi riposizionarlo al centro. La ricezione del comando di trim viene segnalata dal lampeggio dei led rosso e verde quando riportate lo stick al centro. Se il multirotore tende ad andare a DX date trim a SX e viceversa. Se tende a cabrare date trim a picchiare e viceversa. Finita la procedura ripetete il test fino a quando, nel passaggio tra i due modi di volo, il multirotore rimarrà sostanzialmente fermo.

NOTA: Non utilizzare mai i trim della radio per trimmare gli accelerometri.

9.2 MAG, BARO E HEADFREE

Tornate in hovering attivando a piacere le funzioni precedenti e, una volta abilitato il MAG, dovrete notare come la prua rimanga immobile e scompaiano eventuali rotazioni residue sull'asse dello YAW. Se ciò non accade il magnetometro è rotto o è influenzato dall'elettronica.

Ora si può passare ad attivare il barometro e verificare che il mezzo mantenga in maniera autonoma l'altezza dal suolo. Scegliete una quota di hovering (attivate le funzioni precedenti) ed attivate con il radiocomando la funzione BARO. Il quad deve rimanere sostanzialmente alla stessa altezza senza toccare lo stick del gas. 50cm di variazione sono già un buon risultato. 10-20cm è perfetto. Qui i PID sono fondamentali come anche la copertura con la spugna.

Ora sperimentate la funzione HEADFREE. Attivandola sarà possibile pilotare il multirotore indipendentemente dall'orientamento di quest'ultimo. Armate il multirotore stando a poppa, decollate e posizionatelo in hovering ad una ventina di metri di fronte a voi. Attivate a piacimento tutte le funzioni precedentemente viste, imbardate il multirotore di 90°, attivate la funzione HEADFREE, cabrate leggermente ed il mezzo dovrebbe tornare verso di voi invece che andare all'indietro. Siate pronti a disattivare questa funzione in caso qualcosa vada storto, altrimenti perdete l'orientamento con possibile caduta al suolo. Se il multirotore non torna da voi molto probabilmente il magnetometro non è stato calibrato bene o è influenzato dai cablaggi.

9.3 GYRO FILTERS E MEDIAMOBILE

Se avete passato con successo tutti i test descritti dovreste avere un mezzo che vola bene, magari non in maniera eccellente ma bene, stabile, che mantiene la quota e rimane sostanzialmente fermo in hovering anche senza GPS. Se non avete raggiunto questo obiettivo e ci siete vicini, ma non sapete come fare perché avete già verificato tutto, probabilmente c'è ancora qualcosa nella vostra struttura che non va. Piccole flessioni, vibrazioni, disallineamenti o una accoppiata telaio/motori/eliche non ottimale che vi sfugge che rendono il multicottero ad avere un comportamento "nervoso".
In questo caso il codice MULTIWII può esservi di aiuto grazie a filtri ed algoritmi per migliorare ulteriormente il volo. Da letteratura sembrerebbero stati miracolati dei multicotteri che non ne sapevano di volare. Personalmente eviterei l'utilizzo di questi filtri nei casi estremi. Meglio cercare il difetto.

Nel solito config.h cercate la sezione GYRO FILTERS (linea 477) leggetevi le poche righe di spiegazione e decommentate a scelta una sola delle righe sottostanti. In linea di principio i filtri ad alta frequenza vanno bene per mezzi molto reattivi, potenti e di dimensioni contenute. Più un multirotore è grande con eliche grandi e motori lenti più bassa deve essere la frequenza del filtro scelto. Si consiglia di non scendere sotto i 42Hz.

```
//#define MPU6050_LPF_188HZ
//#define MPU6050_LPF_98HZ
//#define MPU6050_LPF_42HZ
//#define MPU6050_LPF_20HZ
//#define MPU6050_LPF_10HZ   // Use this only in extreme cases
```

compilate e salvate. Se non ci sono miglioramenti significativi aprite nuovamente il config.h, commentate il filtro scelto e sceglietene un altro.

Un secondo aiuto consiste nello sfruttare gli algoritmi della MediaMobile sviluppata da Magnetron (Michele). Lo scopo per il quale sono stati sviluppati era quello di migliorare le prestazioni dei multicotteri in presenza di vento. In realtà si traggono parecchi benefici anche nel volato in condizioni normali.

Nel config.h andare nella sezione Moving Average Gyros (linea 512) e decommentare le righe:

```
//#define MMGYRO                        // Active Moving Average Function for Gyros
//#define MMGYROVECTORLENGHT 10         // Lenght of Moving Average Vector
```

Qui un esempio dei benefici della MM: http://www.youtube.com/watch?v=VMrRXTwI2JE

9.4 GPS HOLD E RETURN TO HOME

Se il multirotore vola bene, i test con il gps daranno subito soddisfazione. Per testare la funzione GPSHOLD è sufficiente aspettare che vengano agganciati 5 satelliti, alzarsi in volo e posizionarsi in hovering. Anche se non è obbligatorio, si suppone che siano attivati tutti i modi di volo precedentemente testati. Una volta che vi siete stabilizzati attivate il GPSHOLD. Il multirotore dovrebbe rimanere fermo alla stessa altezza, nello stesso punto e senza ruotare su se stesso. Ora proviamo ad allontanarlo dalla sua posizione di equilibrio di una decina di metri con una botta di alettone e vediamo come ritorna al punto di partenza. Se non si stabilizza al massimo entro un paio di oscillazioni bisogna, ancora una volta, mettere mano ai PID. Se il mezzo non è sufficientemente preciso nel posizionamento provare ad aumentare la P di PosR ad intervalli di 0.01-0.02. Se il multirotore tende ad oscillare intorno alla posizione di equilibrio provare ad aumentare D.
La distanza dal punto GPS entro la quale il punto viene considerato raggiunto è definita nel config.h (linea 681). Il valore è espresso in centimetri.

```
#define GPS_WP_RADIUS          200
```

Siamo arrivati all'ultimo test: il Return to Home. Una volta agganciati i satelliti, armate il multirotore ad una decina di metri da voi. La CRIUS memorizzerà la posizione e la prua di partenza. Volate a 20-30 metri di distanza, una volta stabilizzati, con i vari modi di volo inseriti (sucuramente il MAG), attivate il GPSHOME. Il multirotore ruoterà e tornerà verso la posizione di partenza. Una volta raggiunta si riposizionerà con la prua che aveva al momento in cui è stato armato e si metterà in HOLD (o LOITER).
Potete variare alcuni parametri per modificare questo comportamento quando questa funzione è attiva, modificando i parametri delle linee seguenti (non commentatele!):

config.h - riga 611

```
#define NAV_CONTROLS_HEADING          true    (punta la prua o la poppa verso il fix)
#define NAV_TAIL_FIRST                false   (se true punta la poppa verso il fix)
#define NAV_SET_TAKEOFF_HEADING       true    (mette la prua di partenza una volta sul fix)
```

GPS - riga 72

```
#define NAV_SPEED_MIN          100    (velocità minima di navigazione in cm/sec)
#define NAV_SPEED_MAX          300    (velocità massima di navigazione in cm/sec)
#define NAV_SLOW_NAV           true   (rallenta all'avvicinarsi del fix)
#define NAV_BANK_MAX           3000   (massimo angolo di inclinazione 1°=100)
```

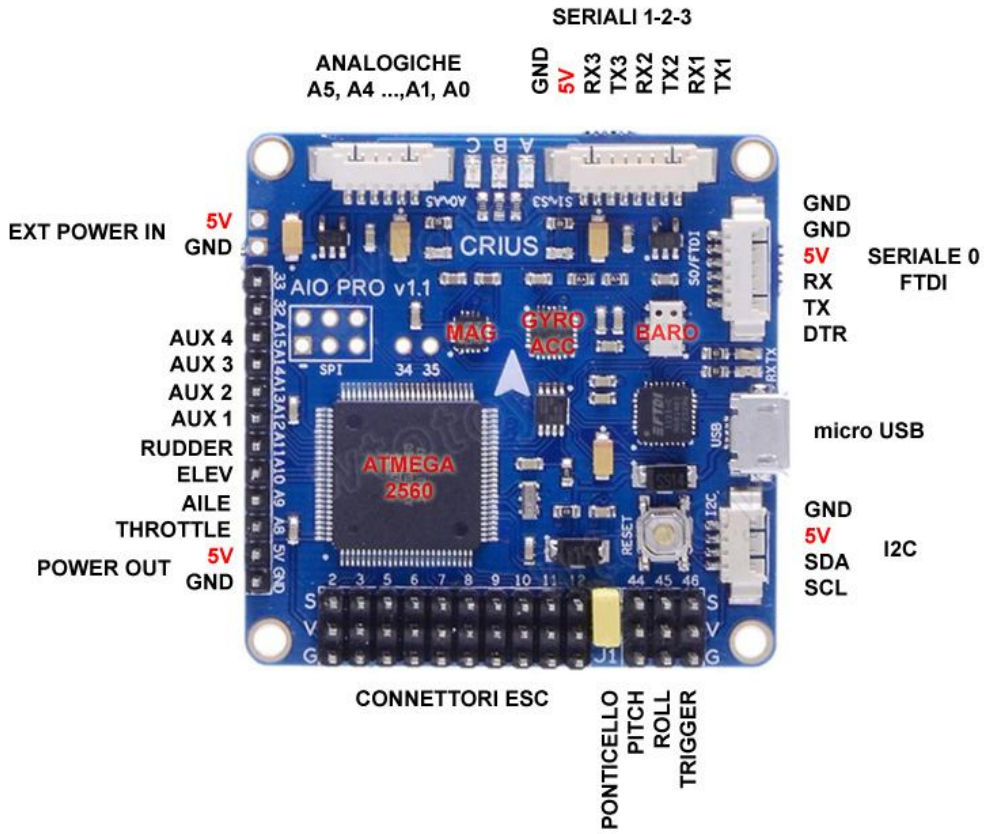
Un buon simulatore per capire il funzionamento dei PID del GPS lo trovate qui:
http://code.google.com/p/arducopter/wiki/AC2_loiter_PID

9.5 FAILSAFE

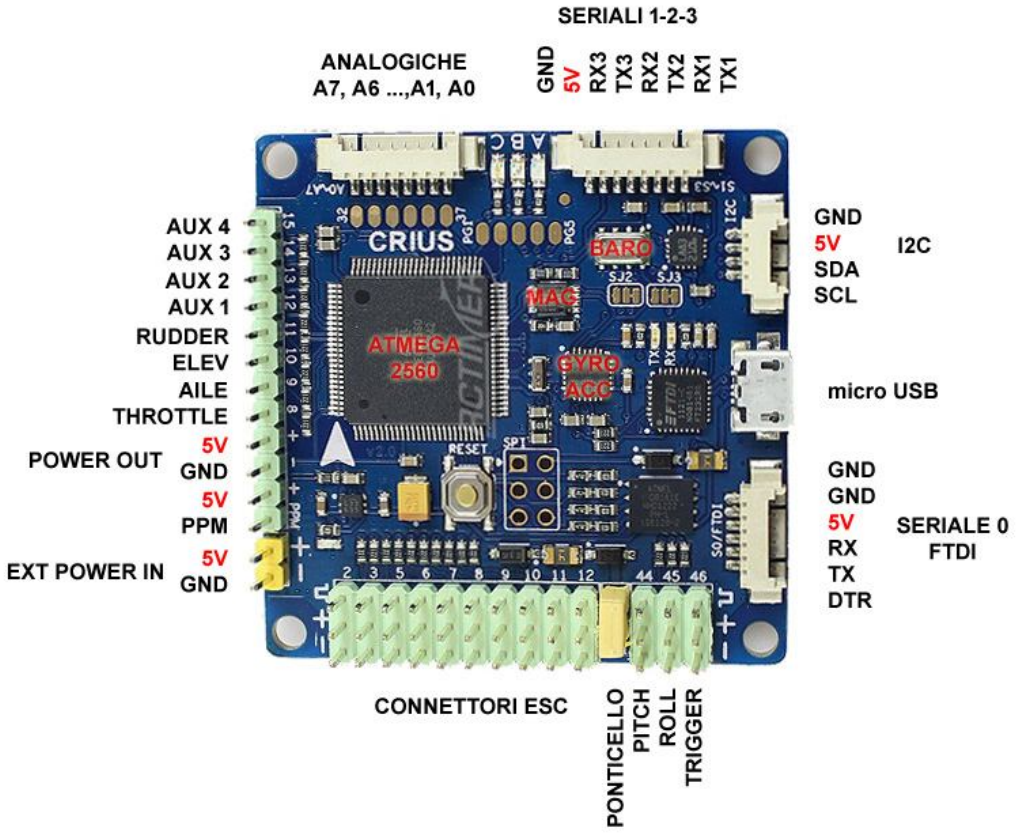
Se avete ampiamente testato al banco il failsafe del vostro mezzo, non vi resta che provarlo in volo. Mettetevi in hovering, spegnete la radio e … se tutto va bene avete completato tutti i collaudi con successo.

10 APPENDICE A - CONNESSIONI DELLE SCHEDE CRIUS

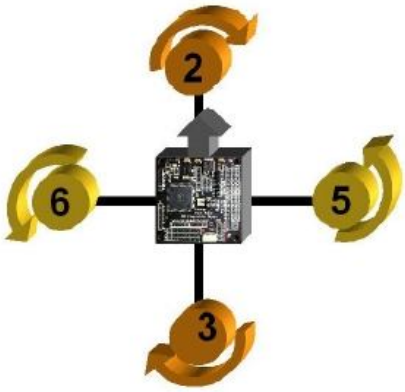
V1



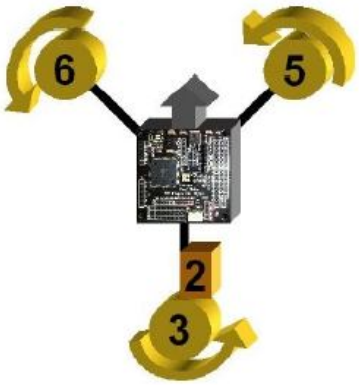
V2

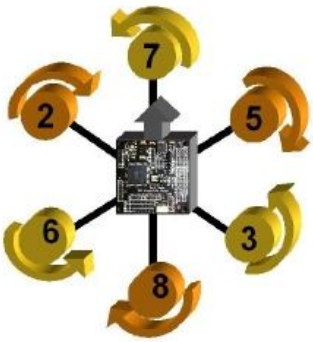


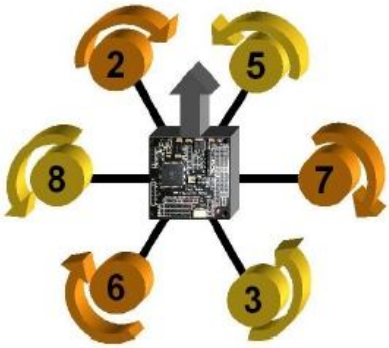
11 APPENDICE B – SCHEMI MOTORI E ROTAZIONE ELICHE

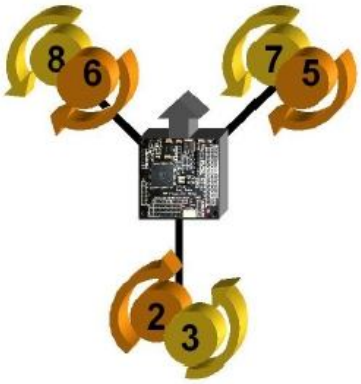




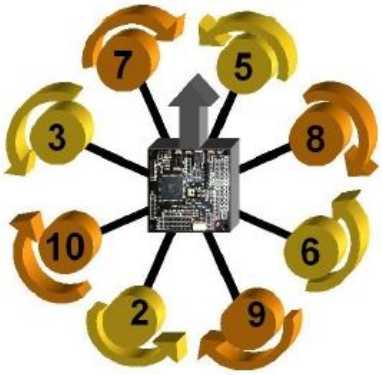




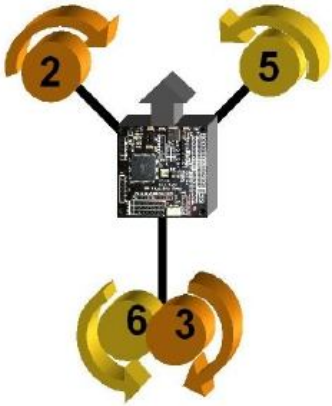


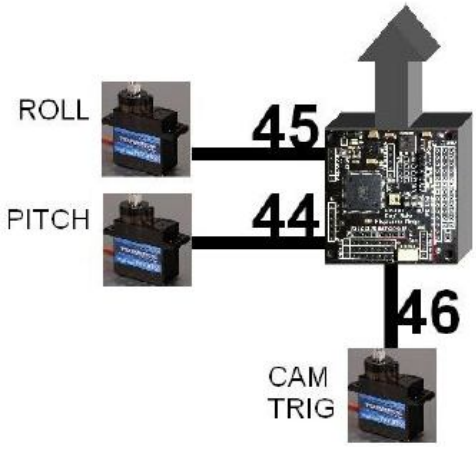












12 APPENDICE C – PROGRAMMAZIONE VIA RADIOCOMANDO

