

Bologna, venerdì 10 giugno 2016

# **Sviluppo di un software per l'esecuzione di routines ed analisi dei dati per l'identificazione del modello matematico di un rotore brushless**

Relazione di tirocinio curriculare

*Federico Baldassarre*

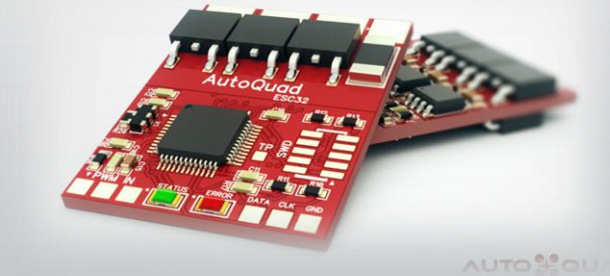
*Federico Venturini*

# Paper e articoli scientifici

- M. Bangura, H. Lim, H. Kim, and R. Mahony, "Aerodynamic power control for multicopter aerial vehicles", in *Robotics and Automation (ICRA), 2014 IEEE International Conference on*, May 2014, pp 529-536
- M. Bangura and R. Mahony, "Nonlinear Dynamic Modeling for High Performance Control of a Quadrotor", in *Proceedings of Australasian Conference on Robotics and Automation, 3-5 Dec 2012, Victoria University of Wellington, New Zealand.*

# Banco prova e hardware

- Rotore T-Motor MT2212 KV750
- Autoquad Esc32 v2
- Convertitore FTDI-Seriale SparkFun FTDI Basic Breakout 3.3v
- Parametri di connessione per il collegamento FTDI – seriale
  - Baud rate 230400
  - No bit di parità
  - 1 bit di stop
  - 8 bit di dati



# IDE e strumenti software

## Putty

- Tool per la comunicazione remota multi-interfaccia
- Utilizzato per i primi test di comunicazione con l'ESC
- Configurazione dei parametri di comunicazione attraverso porta seriale

# IDE e strumenti software

## Eclipse

- Ambiente di sviluppo integrato open source
- Standard ad alta diffusione per progetti personal e business
- Semplice integrazione con Git
- Maven builder integrato
- Supporto all'estensione tramite plugin
- Multipiattaforma (Windows e Linux)
- Esperienza d'uso derivata dall'utilizzo durante la Triennale

# IDE e strumenti software

## Maven

- Tool di building automation open source
- Standard ad alta diffusione per progetti personal e business
- Learning curve più accentuata rispetto ad altri tool di build
- Stile dichiarativo
- Gestione standardizzata del ciclo di vita progetti software:
  - Compilazione dei sorgenti in codici eseguibili (build)
  - Verifica (test)
  - Assemblaggio e gestione delle dipendenze
  - Documentazione
  - Deployment e la relativa configurazione

# IDE e strumenti software

## Git

- Suite open source per versioning e collaborazione
- Standard ad alta diffusione per progetti personal e business
- Integrato con GitHub
- History delle modifiche effettuate al progetto
- Concetti di commit, branch e tipico workflow
- Conoscenza necessaria in qualsiasi contesto lavorativo futuro

# IDE e strumenti software

## RxTx

- Libreria di comunicazione seriale open source
- Immediata integrazione con Linux

## JFreeChart

- Libreria Java per il rendering di grafici
- Alta personalizzabilità grazie al vasto numero di API

## Apache Math Commons

- Libreria Java open source per l'analisi matematica



# Storyline dei prototipi

## Prototipo 1

- Interfaccia da linea di comando
- Possibilità di inviare comandi all'ESC come da Putty
- Gestione a interrupt dell'input dall'ESC
- Ridirezione della telemetria *as is* su file

## Prototipo 2

- Semplice interfaccia grafica con scelta della porta e pulsante di avvio, output non formattato su text area
- Set di istruzioni hard coded nel sorgente
- Gestione a interrupt estremamente inefficiente, si passa a una gestione a polling

# Storyline dei prototipi

## Prototipo 3

- Refactoring completo della business logic e dei package
- Architettura a model-view-controller per rendere semplice lo sviluppo di interfacce grafiche e modelli dei dati intercambiabili
- Astrazione dal modello di ESC utilizzato e dai particolari comandi a cui risponde
- Astrazione del set di istruzioni inviabili agli ESC
- Astrazione delle routines eseguibili dagli ESC intese come successione di istruzioni

# Storyline dei prototipi

## Prototipo 4

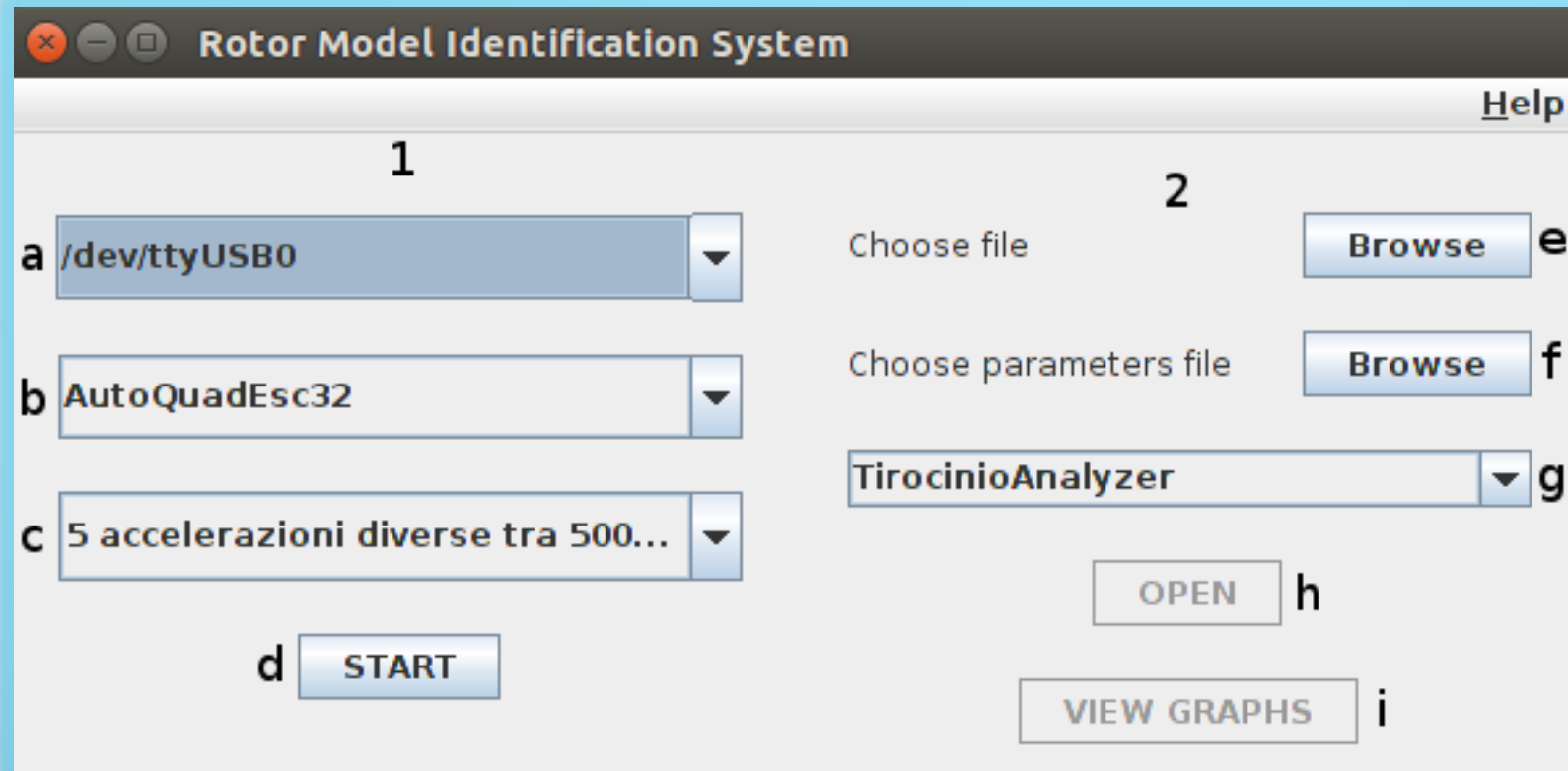
- Refactoring completo della GUI
- Telemetria mostrata in modo semplice come text box aggiornate in real time
- Astrazione dei parametri di telemetria e gestione object-oriented degli stessi
- Esportazione in csv della telemetria e possibilità di svolgere analisi matematiche con tool esterni
- Parsing delle routines da file di testo semplice (alta configurabilità e possibilità di riutilizzo del software per altri scopi)

# Storyline dei prototipi

## Prototipo 5

- Interfaccia grafica per la visualizzazione dei dati in tempo reale usando JFreeChart
- Astrazione del concetto di Analyzer in maniera analoga a quanto fatto per gli ESC
- Caricamento dinamico di modelli di ESC e di Analyzer tramite Reflection
- Ottimizzazione delle classi concrete per l'AutoQuadEsc32 e l'Analyzer richiesto per l'obiettivo iniziale

# Risultato finale



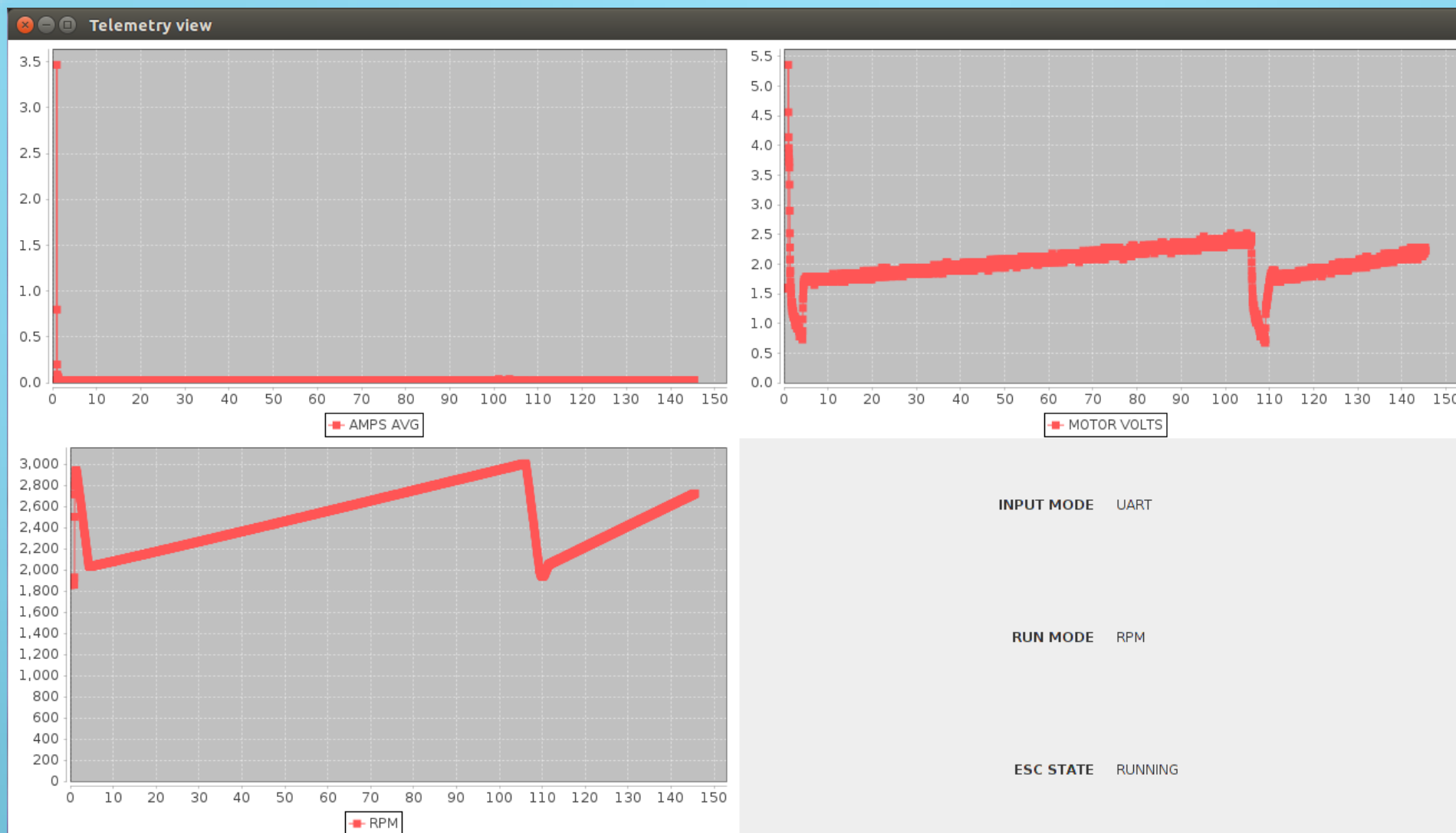
## 1. Esecuzione di una routine

- 1.a Selezione della porta seriale
- 1.b Selezione del modello di ESC
- 1.c Selezione della routine da eseguire
- 1.d Avvio della routine

## 2. Analisi dei dati

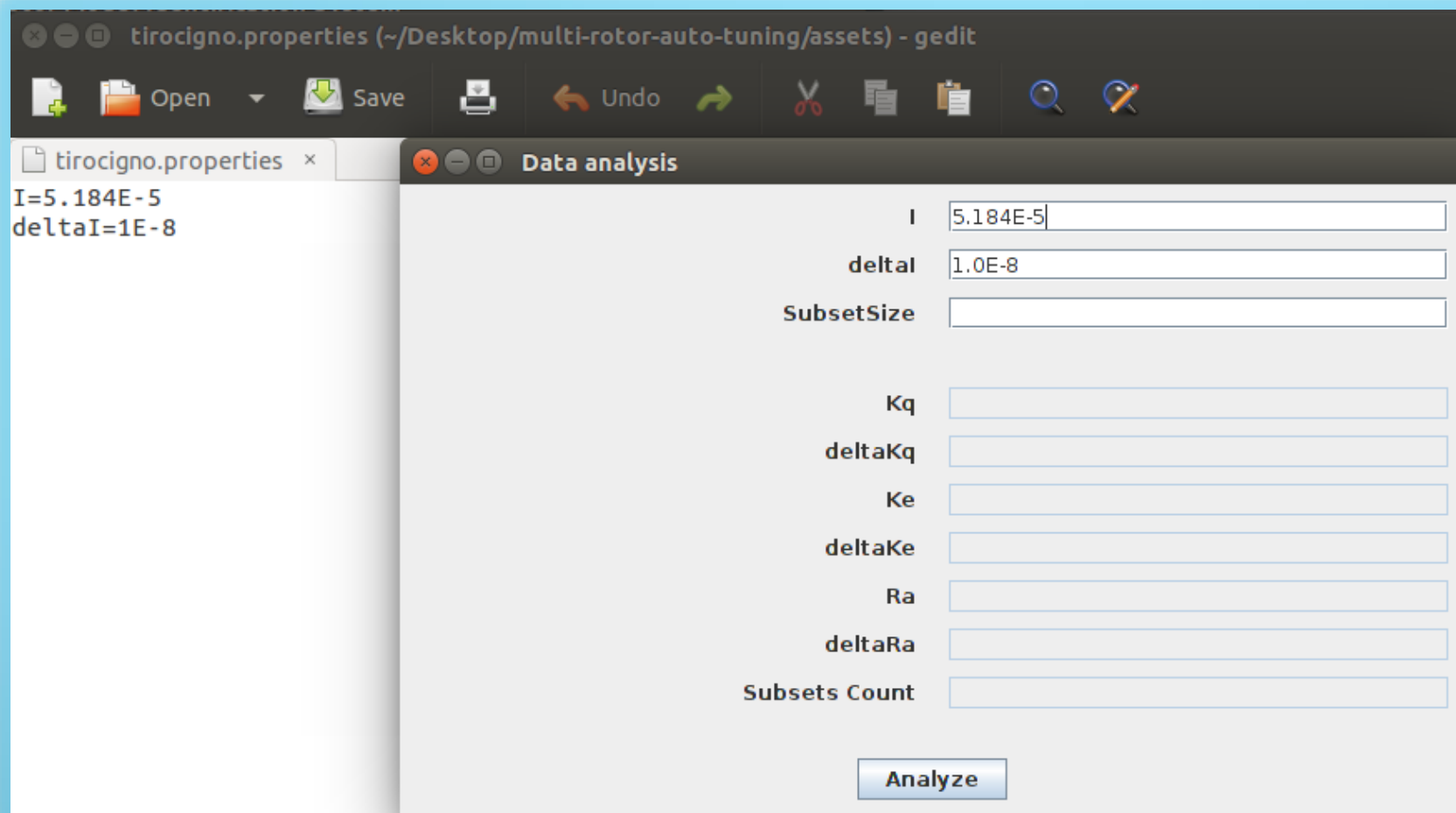
- 2.f Selezione del file dei dati
- 2.g Selezione del file di parametri per l'analisi
- 2.h Selezione del tipo di analisi
- 2.i Avvio dell'analisi
- 2.j Ricostruzione dei grafici

# Risultato finale



Vista della telemetria durante l'esecuzione di una routine

# Risultato finale



The screenshot shows a software interface with two main windows. The top window is a file editor titled "tirocigno.properties (~/Desktop/multi-rotor-auto-tuning/assets) - gedit". It contains the following text:

```
I=5.184E-5  
deltaI=1E-8
```

The bottom window is titled "Data analysis" and contains a form for configuring parameters. The form has the following fields and values:

Parameter	Value
I	5.184E-5
deltaI	1.0E-8
SubsetSize	
Kq	
deltaKq	
Ke	
deltaKe	
Ra	
deltaRa	
Subsets Count	

At the bottom of the "Data analysis" window is a button labeled "Analyze".

Configurazione di parametri aggiuntivi necessari ad un Analyzer, sia in maniera statica da file di testo, che a runtime

# Risultato finale

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Kg	deltaKg	Ke	deltaKe	Ra	deltaRa	From	To	SamplesCount						
2	0.001747475	1.6E-05	0.00680015	2.2E-05	9.0778	0.27	141	3176	3036						
3	0.003593276	3.8E-06	0.00673171	3.7E-05	10.3770	0.33	3302	4804	1503						
4	0.005462294	7.2E-06	0.00664851	4.4E-05	11.8785	0.39	4929	5917	989						
5	0.007196736	1.0E-05	0.00665047	5.2E-05	12.5176	0.46	6037	6787	751						
6	0.008985699	1.5E-05	0.00664681	5.9E-05	13.3902	0.52	6907	7508	602						
7	0.001781354	7.0E-07	0.00681062	2.2E-05	8.4926	0.19	7636	10667	3032						
8	0.003573880	3.5E-05	0.00668181	3.7E-05	10.4936	0.41									
9	0.005429898	7.3E-06	0.00669319	4.5E-05	11.2329	0.40									
10	0.007190431	1.6E-04	0.00662251	5.3E-05	12.6103	0.73									
11	0.008941613	3.7E-04	0.00670532	5.9E-05	12.6338	1.03									
12	0.001780784	3.3E-05	0.00680882	2.2E-05	8.3505	0.34									
13	0.003553044	1.6E-04	0.00660716	3.7E-05	10.9998	0.80									
14	0.005392019	1.3E-04	0.00662073	4.6E-05	11.7372	0.68									
15	0.007169566	1.6E-04	0.00667070	5.3E-05	12.0583	0.72									
16	0.008939335	2.2E-04	0.00680199	6.0E-05	11.6825	0.80									
17	0.001775942	1.9E-05	0.00673731	2.2E-05	8.8734	0.29									
18	0.003558573	3.4E-05	0.00665282	3.7E-05	10.5169	0.42									
19	0.005407818	6.9E-06	0.00657821	4.5E-05	12.0870	0.40									
20	0.007147534	1.1E-05	0.00660890	5.1E-05	12.5683	0.46									
21	0.009107128	6.5E-04	0.00675400	5.9E-05	12.2612	1.39									
22	0.001775070	2.7E-05	0.00678742	2.2E-05	8.4106	0.32									
23	0.003538915	1.2E-04	0.00662225	3.7E-05	10.6958	0.66									
24	0.005085881	6.3E-04	0.00662794	4.5E-05	10.9264	1.71									
25	0.006662718	9.0E-04	0.00669019	5.2E-05	11.0600	1.90									
26	0.008105608	1.1E-03	0.00680131	6.1E-05	10.6081	1.97									
27	0.001540974	2.5E-04	0.00678613	2.2E-05	7.2544	1.34									
28	0.002988826	4.6E-04	0.00659758	3.7E-05	9.2180	1.67									
29	0.004402073	5.6E-04	0.00668706	4.6E-05	8.9364	1.46									
30	0.006472345	9.2E-04	0.00658398	5.1E-05	11.4646	2.02									
31	0.007894379	1.2E-03	0.00657481	5.8E-05	11.9738	2.20									

Data analysis

I

5.184E-5

deltaI

1.0E-8

SubsetSize

300.0

Kq

5.206706E-3

deltaKq

2.739005E-4

Ke

6.686347E-3

deltaKe

4.30908E-5

Ra

1.081293E1

deltaRa

8.760541E-1

Subsets Count

3E1

Analyze

Visualizzazione dei risultati di un'analisi, come risultati finali mostrati a video e risultati parziali o aggiuntivi scritti su file csv