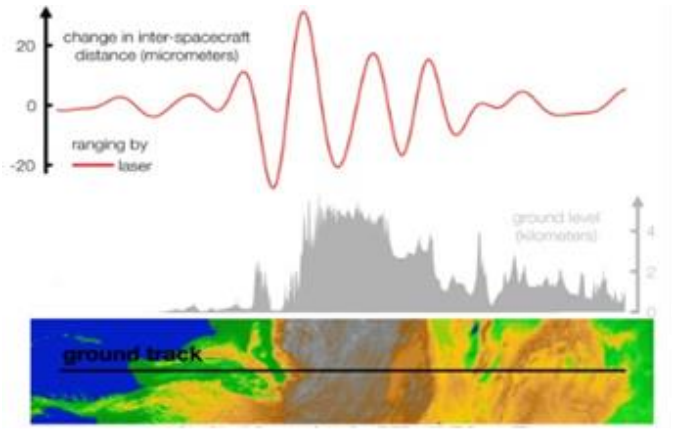
Annamária Komáromi
Liceo “Balassi Bálint”, Budapest, Ungheria

Da Eötvös Lóránd alla gravimetria spaziale

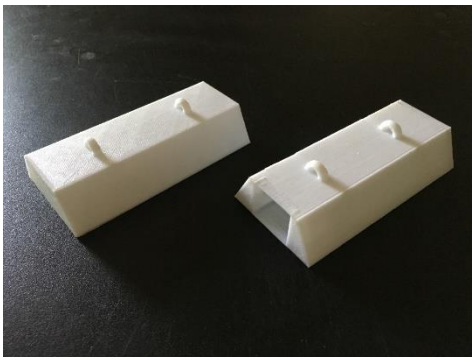
Nel 2019 c’e stato il centenario della morte di Eötvös Lóránd, cosí quest’anno anche il mondo della fisica ha prestato piú attenzione a questa ricorrenza. Ne é un esempio la conferenza GIREP di Budapest. Qui i partecipanti hanno potuto vedere la torsione balance e hanno ascoltato delle presentazioni a riguardo. É risaputo che la torsione balance veniva utilizzata non soltanto nell’ambito della scienza ma anche nel settore dell’industria: per esempio nell’America del Sud sono stati scoperti dei giacimenti di petrolio con l’aiuto di questo metodo. Ai giorni nostri gli studenti potrebbero domandarsi con quale strumento si misurano adesso le variazioni del campo gravitazionale. Come risposta possiamo citare come oggigiorno la misurazione del campo gravitazionale della Terra avviene tramite gli aerei e i satelliti. Cosí é nata una nuova area della scienza che si chiama gravimetria spaziale. Vale la pena menzionare che uno dei fondatori di questo ramo della scienza é lo scienzato di origine ungheresere Imre Izsák che negli anni ’60 é stato il primo a definire con precisione la forma della Terra in base ai dati forniti dai satelliti[1].

A maggio del 2018 hanno mandato nello spazio i satelliti gemelli Grace-Fo dotati della tecnologia di ultima generazione. Mentre i satelliti sono in caduta libera viene misurata la distanza tra di loro. Dalle variazioni della distanza si possono calcolare i cambiamenti del campo gravitazionale. La distanza tra i satelliti viene misurata con un interferometro laser[3]. Sulla prima immagine sono rappresentati i risultati delle misurazioni dei satelliti gemelli GRACE-FO sopra l’Imalaja.

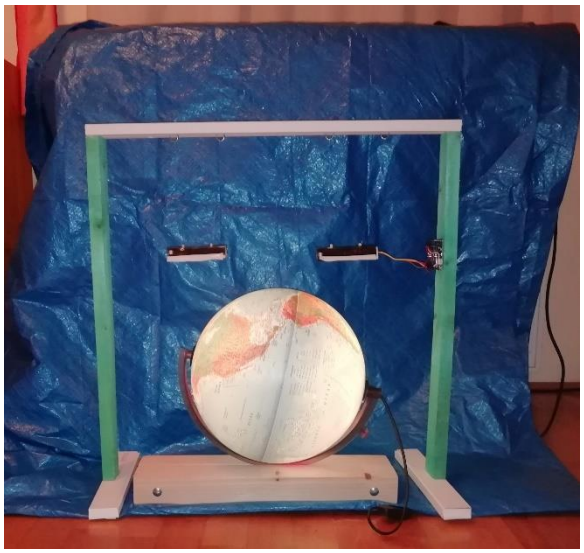


https://www.aei.mpg.de/2277280/first-light-for-grace-follow-on-laser-interferometer

Gli stuidenti del nostro liceo hanno fatto un esperimento nel nostro laboratorio, con l'utilizzo di Arduino hanno riprodotto questo sistema di misurazione. In base ai disegni trovati su internet i ragazzi hanno progettato i modelli dei due satelliti Grace-Fo poi li hanno stampati con una stampante 3D. Sulla seconda foto possiamo vedere i modelli non finiti.

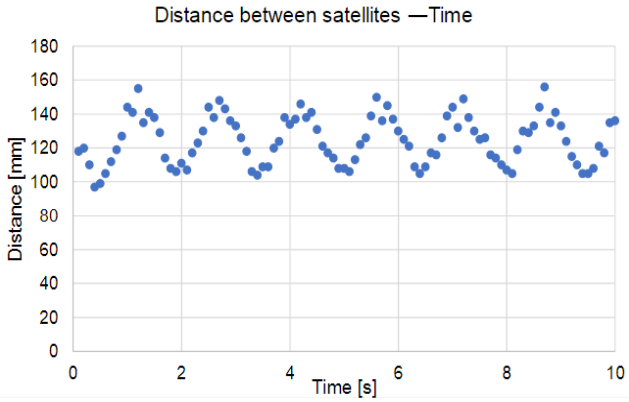


É stato semplice realizzare la misurazione laser della distanza con un microcontroller Arduino Uno e un emettitore laser. I colleghi di geografia ci hanno dato un mappamondo e cosí abbiamo dovuto risolvere solo la sistemazione dei satelliti. Hanno montato una struttura di asticelle di legno intorno al mappamondo su cui hanno appeso i modelli dei satelliti. Sulla terza foto possiamo vedere l'esperimento finito.



Il principio di misurazione é il seguente: da uno dei satelliti parte un segnale laser che si riflette sull'altro, e misurando il tempo trascorso tra l'emissione e il ritorno del segnale

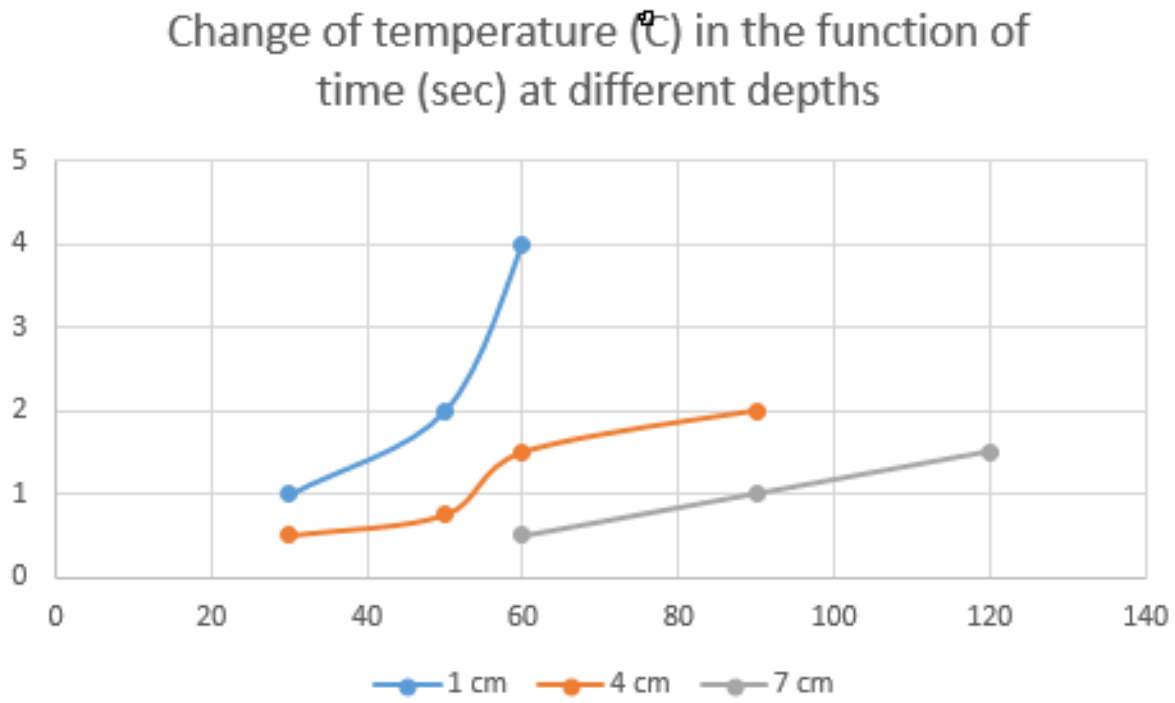
possiamo calcolare la distanza dei due satelliti. Durante l'esperimento muovevamo uno dei modelli contiunando a misurare le variazioni della distanza, i dati rilevati venivano trasmessi real time a un computer che li elaborava grazie a un programma specifico che disegnava un grafico. Questo programma é stato realizzato da un mio studente che frequenta l'ottava classe utilizzando il linguaggio di programmazione Python (libreria pyserial e matplotlib.pylot). Il vantaggio maggiore del programma é che realizza un diagramma in tempo reale in base ai dati misurati. Il punto di partenza del meccanismo d'azione é il mocrocontroller Arduino che trasmette i dati alla porta seriale. La comunicazione seriale viene gestita dalla libreria pyserial. Dopo aver convertito i dati rilevati, i valori vengono salvati in un array. All'inizio del processo il programma stabilisce il tempo di elaborazione e subito dopo disegna il diagramma che volendo possiamo salvare. Il programma é strutturato nel seguente modo: dopo aver stabilito la velocitá di comunicazione il programma si connette alla porta seriale collegata ad Arduino. Dopo chiede all'utente di inseririre il numero delle misurazioni. Sucesssivamente il programma visualizza le impostazioni e premendo il pulsante enter partono le misurazioni. I dati rilevati vengono salvati in un formato testo variabile, ma per preparare il diagramma noi abbiamo bisogno di un formato numerico. Bisogna fare subito la convertazione, ma se non ci riusciamo allora dobbiamo bloccare l'arresto del programma facendo partire la ricerca di errori. Infine il programma disegna il diagramma utilizzando i dati salvati negli array e i dati degli assi x e y. Sulla quarta immagine possiamo vedere i risultati di una serie di misurazioni.



A livello didattico é importante menzionare ai nostri studenti di fisica queste novitá tecnologiche, cosí anche loro riescono a comprendere la stretta connessione tra le nozioni di fisica e lo sviluppo tecnologico. Facciamo ricerche su internet, ad esempio durante lo studio delle onde abbiamo visitato il sito http://www.frontiers-project.eu/demonstrators/gravitational-waves-in-the-classroom/.

Adesso vorrei descrivere un altro esperimento che riguarda l'utilizzo di Arduino nella ricerca spaziale. Possiamo leggerne sul sito della NASA nella sezione dedicata all' istruzione[3]. Questo esperimento é molto facile da realizzare: i materiali costano poco, e non serve una grande competenza tecnica. Cosultando internet gli studenti sono in grado di realizzare da soli l'esperimento. Possiamo vedere il risultato sulla quinta immagine: con il termometro Arduino possiamo misurare la velocitá della diffusione del calore sotto la superficie di Marte.

I risultati delle misurazioni sono stati elaborati dai nostri studenti e hanno realizzato un grafico (immagine n.6)



Osservando questo grafico possiamo vedere che é stato scritto in lingua inglese. Questi lavori sono utili anche perché aiutano i ragazzi ad abituarsi al linguaggio scientifico internazionale.

Conclusioni

Per molto tempo ho scoperto che i progetti spaziali sono molto motivanti per gli studenti.

Qesto articolo é stato realizzato grazie anche al Programma di Ricerca di Pedagogia dell'Accademia Scientifica Ungherese.

Bibliografia

[1] Csizmadia Ákos 2017 *Izsák Imre* (Vega Csillagászati Egyesület, Zalaegerszeg)

[2] https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/610/1/012010/pdf

[3] https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/heat-flow-programming-challenge/