



Un campus estivo di robotica per gli studenti della scuola secondaria superiore



*Pietro Bonora⁽¹⁾, Andrea Canesi⁽²⁾, Giovanni Dodero⁽³⁾
Flavio Gatti⁽⁴⁾, Daniele Grosso⁽⁴⁾, Miranda Pilo⁽⁴⁾*

1. Ministero della Pubblica Istruzione – **Liceo Sabin (Bologna)**
2. Ministero della Pubblica Istruzione – **Liceo Colombo (Genova)**
3. Ministero della Pubblica Istruzione – **Liceo liceti (Rapallo)**
4. Università di Genova - **DIFI** (Dipartimento di Fisica)

Introduzione

- La **robotica** offre spunti per trattare importanti **temi scientifici e filosofici** mantenendo viva ed attiva una **discussione** sulle **applicazioni pratiche** oltre che gli **aspetti teorici** e soprattutto catalizzando l'**attenzione** e promuovendo l'**entusiasmo** dei ragazzi
- Nel corso degli ultimi anni, nell'ambito del **PLS**, con il supporto dell'**AIF** il gruppo di lavoro costituitosi presso il **Dipartimento di Fisica dell'università di Genova**, ha proposto con successo agli **insegnanti della scuola secondaria superiore**, scuole estive sull'impiego di **arduino come supporto per la didattica della fisica** (con particolare riferimento alle attività di laboratorio) e sulla **robotica**
- Stimolati da richieste ricevute dai ragazzi e dagli insegnanti che hanno seguito le edizioni precedenti della scuola, ci siamo posti l'obiettivo di realizzare una **scuola estiva** che offra ai ragazzi l'opportunità di **prendere contatto con una tecnologia che avrà un impatto notevole** nella società ma anche di **rivedere molti concetti che hanno affrontato a livello teorico** e di **apprendere di nuovi**.



**Scuola Estiva Nazionale 2012
DIFI + AIF + PLS**

**Corso di formazione e aggiornamento
per insegnanti e tecnici di laboratorio**
**Fisica, tecnologia, scienze applicate:
progettazione, programmazione e controllo di robot**
16-21 luglio 2012 – AULA 407



– **Lunedì**

Mattina

9:00 - Apertura e presentazione del corso
Formazione dei gruppi di lavoro
9:30 - Introduzione ad Arduino, l'ambiente di sviluppo, partitore di tensione e impiego di sensori, trasduttori e attuatori
12:30 - Discussione
13:00 - Pranzo

Pomeriggio

14:00 - La danger shield e i suoi sensori: pratica e programmazione su Arduino.
Acquisizione, elaborazione e interpretazione dei dati.
17:30 - Discussione

– **Martedì**

Mattina

8:30 - Processing, trasmissione dei dati con l'ide di Arduino verso il computer
Controllo remoto: trasmissione di comandi di controllo ad arduino
10:30 - Controllo di potenza con transistor e rele (IO shield)
12:30 - Discussione
13:00 - Pranzo

Pomeriggio

14:00 - Calibrazione e filtri. Controllo e feedback. Stabilità.
Trasmissione dei dati e visualizzazione di grafici real-time.
Il PC come un robot.
Anatomia e fisiologia del nostro robot.
17:30 - Discussione

– **Mercoledì**

Mattina

8:30 - Sistemi IR e US on board. Misure
10:30 - Encoders e odometria. Misure
12:30 - Discussione
13:00 - Pranzo

Pomeriggio

14:00 - Misure di spazi, tempi, velocità e accelerazioni.
Algoritmi per la navigazione e l'esplorazione.
17:30 - Discussione
18:00 - Termine

Per informazioni:

Prof. M. Pilo (pilo@fisica.unige.it), Prof. L. Oliva (livi.oliva@mclink.it), Dott. D. Grosso (grosso@fisica.unige.it)

– **Giovedì**

Mattina

8:30 - Misure di temperatura e altri parametri ambientali. Localizzazione.
10:30 - Telemetria e controllo remoto.
Acquisizione e storage dei dati.
12:30 - Discussione
13:00 - Pranzo

Pomeriggio

14:00 - Campi scalari e vettoriali. Isolinee e curve di livello. Gradiente. Inseguimento e fuga
17:30 - Discussione

– **Venerdì**

Mattina

8:30 - Campi scalari e vettoriali. Isolinee e curve di livello. Gradiente.
Algoritmi di minimo (gradient descent etc)
12:30 - Discussione
13:00 - Pranzo

Pomeriggio

14:00 - Suggerimenti e proposte di approfondimento:

- robot in rete tra peer
- robot come data logger
- riconoscimento vocale
- riconoscimento visivo

16:00 - Approfondimento o ripresa a gruppi sulle esperienze effettuate durante la Scuola Estiva.
17:30 - Discussione

– **Sabato**

Mattina

9:00 Presso Scuola Tina Quaglia di GE-Quarto
Illustrazione di esperienze varie presso il centro IMG

Discussione dei risultati ottenuti negli esperimenti e della spendibilità degli stessi in ambito didattico.

Chiusura della scuola estiva: valutazioni e conclusioni.
Ore 13 pranzo finale

Introduzione

- La **robotica** offre spunti per trattare importanti **temi scientifici e filosofici** mantenendo viva ed attiva una **discussione** sulle **applicazioni pratiche** oltre che gli **aspetti teorici** e soprattutto catalizzando l'**attenzione** e promuovendo l'**entusiasmo** dei ragazzi
- Nel corso degli ultimi anni, nell'ambito del **PLS**, con il supporto dell'**AIF** il gruppo di lavoro costituitosi presso il **Dipartimento di Fisica** dell'**università di Genova**, ha proposto con successo agli **insegnanti della scuola secondaria superiore**, scuole estive sull'impiego di **arduino come supporto per la didattica della fisica** (con particolare riferimento alle attività di laboratorio) e sulla **robotica**
- Stimolati da richieste ricevute dai ragazzi e dagli insegnanti che hanno seguito le edizioni precedenti della scuola, ci siamo posti l'obiettivo di realizzare una **scuola estiva** che offra ai ragazzi l'opportunità di **prendere contatto con una tecnologia che avrà un impatto notevole** nella società ma anche di **rivedere molti concetti che hanno affrontato a livello teorico** e di **apprendere di nuovi**.

Liceo Sabin (Bologna) – prof. Pietro Bonora

Costruzione e programmazione di un robot LEMU

Nel laboratorio di robotica del 2013 affronteremo la costruzione e la programmazione di un robot **LEMU** (*Light Edition Mobile Unit*). È un piccolo veicolo semovente controllato dalla piattaforma Arduino, oggetto del corso del precedente anno scolastico, e corredato di alcuni sensori. Il compito del LEMU sarà quello di compiere un percorso determinato da alcuni ostacoli e descrivere una traiettoria il più possibile corrispondente a un quadrato. Durante il corso i partecipanti, divisi in 5 gruppi, assembleranno il robot, lo programmeranno e si affronteranno in una gara. Dal corso si selezionerà una squadra che rappresenterà il Sabin nella prima **LEMU square race** nazionale, una gara che coinvolgerà altre scuole e che avrà luogo in primavera.

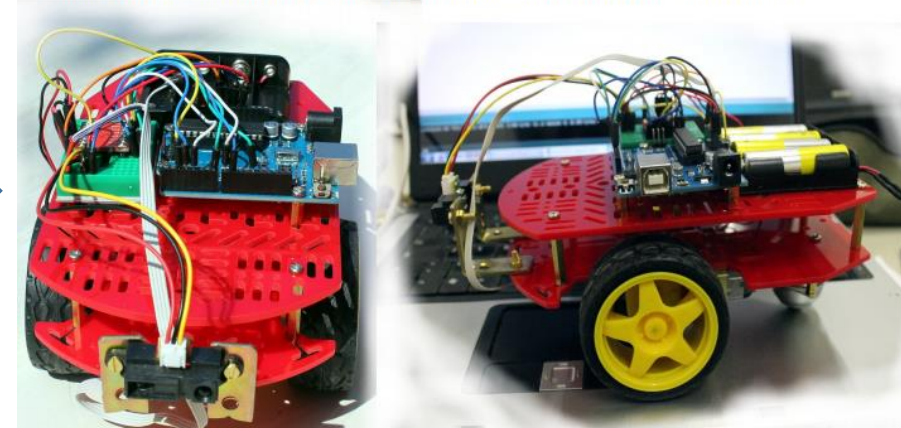
Programma (indicativo):

- x **Incontro 1:** Assemblaggio del LEMU; Collegamenti elettrici.
- x **Incontro 2:** Nozioni di base sul funzionamento di Arduino e sulla sua programmazione.
- x **Incontro 3:** Gestione dei motori e delle letture dei sensori;
- x **Incontro 4:** Programmazione del robot;
- x **Incontro 5:** Programmazione del robot;
- x **Incontro 6:** LEMU square race di istituto e selezione della squadra che parteciperà alla selezione nazionale.

Gli incontri si svolgeranno in laboratorio di fisica secondo il seguente calendario indicativo: 4/12/2013, 18/12/2013, 8/1/2014, 22/1/2014, 5/2/2014, 19/2/2014.

Il corso è rivolto agli studenti del triennio del Liceo Scientifico.

Per ulteriori informazioni o per iscrizioni al corso contattare il Prof. Pietro Bonora.



Una vacanza studio per imparare e divertirsi insieme

In aggiunta alle proposte che abbiamo sviluppato in passato, strutturate come **attività complementari in supporto alla didattica durante il periodo scolastico**, abbiamo pensato di proporre un **campo estivo per gli studenti, sotto forma di vacanza-studio**, a partire dalla **ultima settimana di agosto**, in una località che consenta questa attività offrendo al contempo la possibilità di piccole escursioni e un po' di **meritato** relax al termine delle sessioni didattiche

Località

A fianco una delle location che abbiamo considerato per i corsi



Docenti

Dott. **Andrea Canesi**,
Liceo Colombo (Genova)
andrea.canesi@gmail.com
Dott. **Daniele Grosso**,
Fisico Dipartimento di Fisica
Università di Genova
grosso@fisica.unige.it

Docenti accompagnatori

Prof. **Giovanni Dodero**, Fisico
Liceo Liceti (Genova)
giovanni.dodero@gmail.com
Prof. **Pietro Bonora**, Fisico
Liceo Sabin (Bologna)
pietro.bonora@liceosabin.eu

Referente scientifico

Prof **Flavio Gatti**, Fisico
Dipartimento di Fisica
Università di Genova
gatti@ge.infn.it

Il programma del corso

Il corso è articolato su **10 «lezioni»** che **comprendono la teoria e attività pratiche**.

Le attività pratiche saranno svolte sotto la supervisione dei docenti, in **gruppi di 3 oppure 4 persone**.

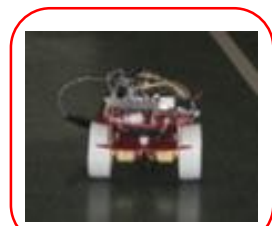
La parte teorica comprenderà argomenti come una **introduzione alla elettronica digitale ed analogica**, il **campionamento** di grandezze fisiche, **la teoria della misura, l'analisi statistica, gli aspetti cinematici inerenti il controllo del robot**, la **trasmissione dei dati** e la **telemetria**, la **programmazione** con linguaggi C like, lo sviluppo in ambiente **arduino**, i controlli automatici, il feedback, **la realizzazione di modelli fisici a partire dai dati acquisiti**.

Le attività pratiche consisteranno nell'assemblaggio di robot e nella loro programmazione al fine di svolgere un certo numero di task di complessità crescente.

Non sono richieste competenze specifiche, l'obiettivo del corso è e rimane quello di incrementare le proprie competenze... divertendosi e imparando insieme.

Building LEMU

- 4 squadre (mediamente 12 ragazzi coinvolti)



A chi è indirizzato il corso? Quali gli argomenti trattati?

- Potranno iscriversi studenti **a partire dai 16 anni di età**(*)
- **Ciascuna scuola potrà mandare un massimo di 20 studenti ed un minimo di 10**(*), con un docente accompagnatore
- Saranno accettate le iscrizioni fino ad un **massimo di 40 partecipanti**(*)
- La **quota di iscrizione è 100e**
Un ulteriore contributo è richiesto per il **vitto ed alloggio** e comprenderà **6 pernottamenti, pranzi, cene e colazioni**

Stiamo cercando sponsor e contributi per ridurre al minimo il costo per gli studenti !!!

In tabella una bozza preliminare degli argomenti che verranno trattati nella prossima edizione

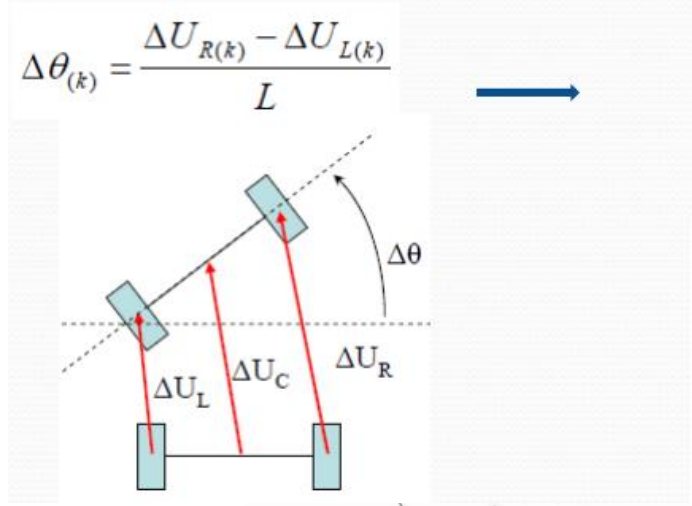
01	Robotica e automazione. Introduzione ad Arduino, l'ambiente di sviluppo, impiego di sensori, trasduttori e attuatori.
02	Assemblaggio del robot
03	Misure. Acquisizione, elaborazione e interpretazione dei dati. Trasmissione di dati verso il computer e comandi al robot.
04	Assemblaggio del robot. Programmazione del robot
05	Sistemi IR e US. Encoders e odometria. Algoritmi per la navigazione ed esplorazione.
06	Programmazione del robot con arduino ide. Controllo remoto con processing.
07	Localizzazione. Telemetria e controllo remoto. Acquisizione e storage dei dati.
08	Programmazione del robot con arduino ide. Controllo remoto con processing.
09	Percezione. Visione. Intelligenza artificiale.
10	Programmazione del robot con arduino ide. Controllo remoto con processing. Programmazione dinamica.
	Competizione finale, chiusura lavori

Gli argomenti sono molti, **il taglio è interdisciplinare**, **l'approccio è prevalentemente bottom-up** (si utilizza per la maggior parte materiale autocostruito o comunque assemblato direttamente dagli studenti)

Quale è il collegamento con la disciplina? (ad esempio con la didattica della Fisica)

La cinematica del dual drive

per la stabilità ed il controllo di direzione servono almeno 2 ruote indipendenti ed un punto di appoggio...

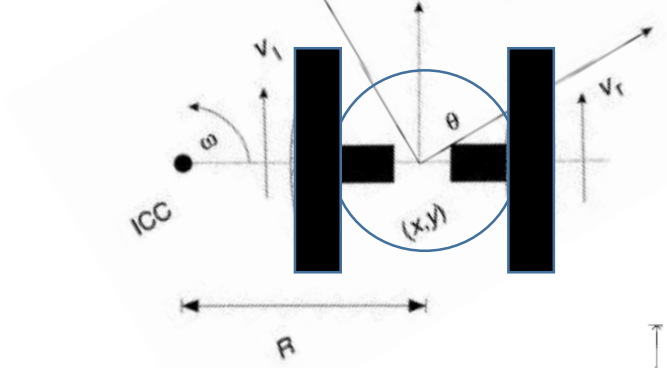
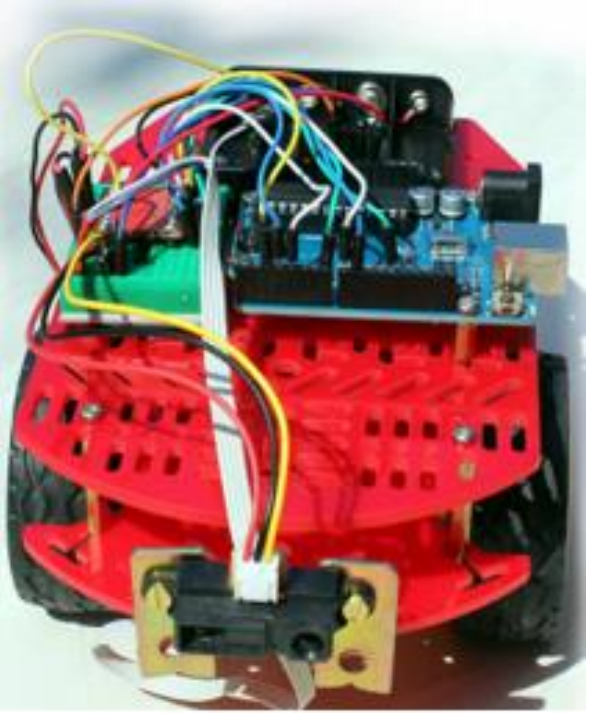
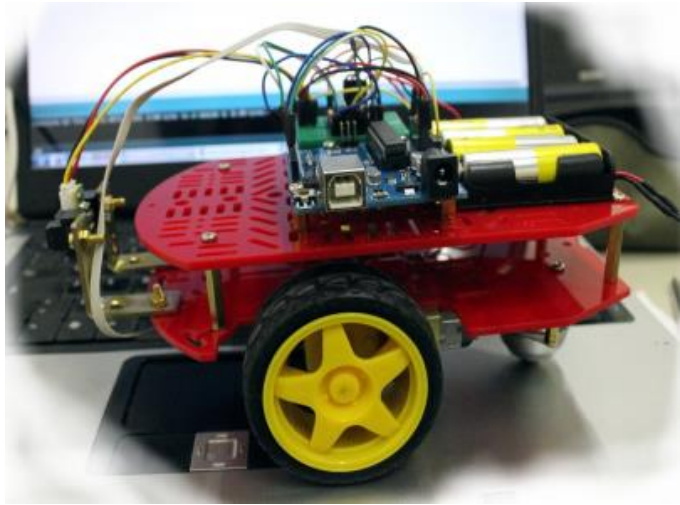


$$\Delta\theta_{(k)} = \frac{\Delta U_{R(k)} - \Delta U_{L(k)}}{L}$$

Integrazione...

$$\theta_{(k)} = \theta_{(k-1)} + \Delta\theta_{(k)}$$

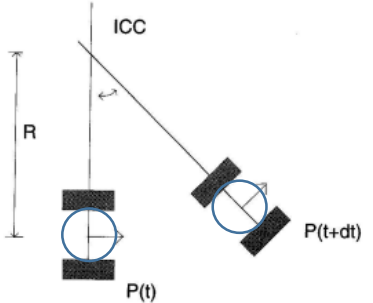
$$\begin{cases} \theta_{(k)} = \theta_{(k-1)} + \Delta\theta_{(k)} \\ x_{(k)} = x_{(k-1)} + \Delta U_{C(k)} \cos\theta_{(k)} \\ y_{(k)} = y_{(k-1)} + \Delta U_{C(k)} \sin\theta_{(k)} \end{cases}$$



$$\begin{aligned} \omega (R + l/2) &= V_r \\ \omega (R - l/2) &= V_l \end{aligned}$$

$$R = \frac{l}{2} \frac{V_l + V_r}{V_r - V_l}; \quad \omega = \frac{V_r - V_l}{l}$$

$$ICC = [x - R \sin(\theta), y + R \cos(\theta)]$$



$t + \delta t$ →

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ \theta' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\omega\delta t) & -\sin(\omega\delta t) & 0 \\ \sin(\omega\delta t) & \cos(\omega\delta t) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - ICC_x \\ y - ICC_y \\ \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} ICC_x \\ ICC_y \\ \omega\delta t \end{bmatrix}$$

Quale è il collegamento con la disciplina? (ad esempio con la didattica della Fisica)

Odometria e determinazione della traiettoria
errori casuali e sistematici, correzione con data fusion

Odometria:

- valutare lo spostamento
- sommare lo spostamento attuale al precedente per ottenere la **traiettoria**

Problema:

- l'accumolo degli errori **casuali**
- la **presenza di errori sistematici**

Tecnica di test:

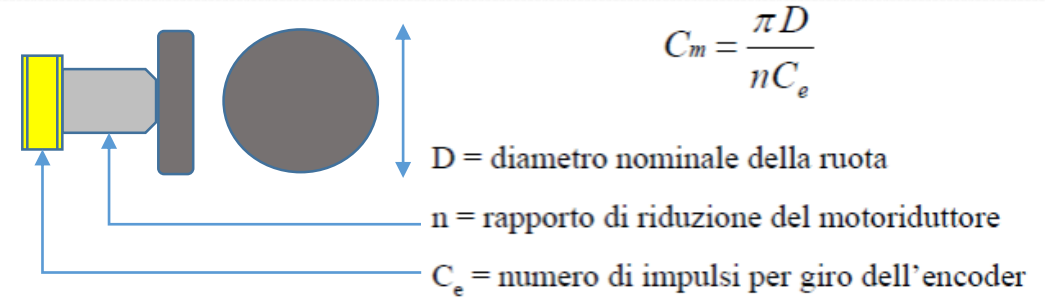
- programmare il **movimento lungo il perimetro di un quadrato**
- effettuare misure per la **calibrazione**

Compensazione degli errori mediante la data fusion:

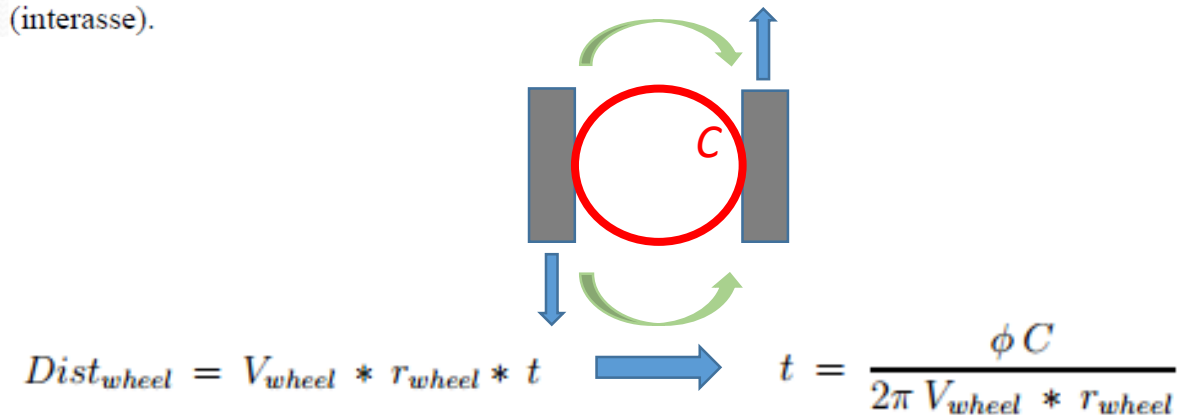
La traiettoria viene corretta con informazioni provenienti da fonti indipendenti
bussola, gps, triangolazione, mappe ...

Per misure di distanza percorsa e per stabilizzare la traiettoria occorre:

- convertire la rotazione delle ruote in un movimento lineare
- compensare la diversa velocità di rotazione dei motori



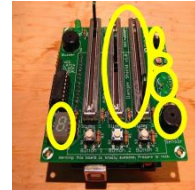
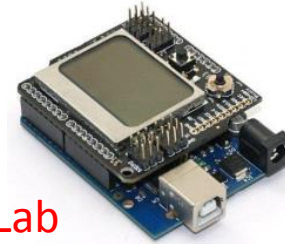
Per studiare i movimenti del robot, si studiano i movimenti del punto C , cioè del centro dell'asse che congiunge le ruote. Con b indichiamo la distanza fra le ruote (interasse).



Conclusioni, nuove attività

Attività AIF-PLS svolte presso il **Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova** (DIFI):

- 4 edizioni della scuola estiva: 2011, 2012, 2013, 2014
- 3 edizioni della scuola invernale (regionale): 2010/11, 2011/12, 2012/13
- 1 dispositivo portatile basato su arduino per il supporto alle attività di laboratorio: **uLab**
- 2 robot sviluppati per la didattica della Fisica:
 - **MOMOLAB**: **MOdular MOBILE LABoratory**
un piccolo laboratorio mobile per la didattica per gli insegnanti
(il marchio è stato registrato dall'Ateneo)
 - **LEMU**: **Light Edition Mobile Unit**
una versione semplificata che viene assemblato dai ragazzi durante l'anno ed utilizzato per le «gare di robotica»
- 2 gare regionali di robotica (regione Liguria)
- 1 gara interregionale di robotica (Liguria-Emilia)



Il contributo ed il supporto AIF sono stati indispensabili per il raggiungimento di questi obiettivi

Molti insegnanti, membri AIF, che hanno partecipato ad edizioni precedenti delle scuole svolgono adesso il ruolo di organizzatori, promotori e docenti e sono attivi nel proporre e promuovere nuovi progetti.

Nuove attività prossime future (realizzabili grazie alla collaborazione con un gruppo di ricerca che opera al DIFI):

- **Esperimenti con palloni**: misure ad alta quota (stratosfera), con **navicella** e strumenti realizzati da ragazzi e insegnanti
- **Esperimenti con micro satelliti**: affrontare e gestire le problematiche connesse a sistemi che devono sopravvivere nello spazio, **effettuare misure** e **trasmettere a terra** i risultati, che saranno **analizzati da ragazzi e insegnanti**