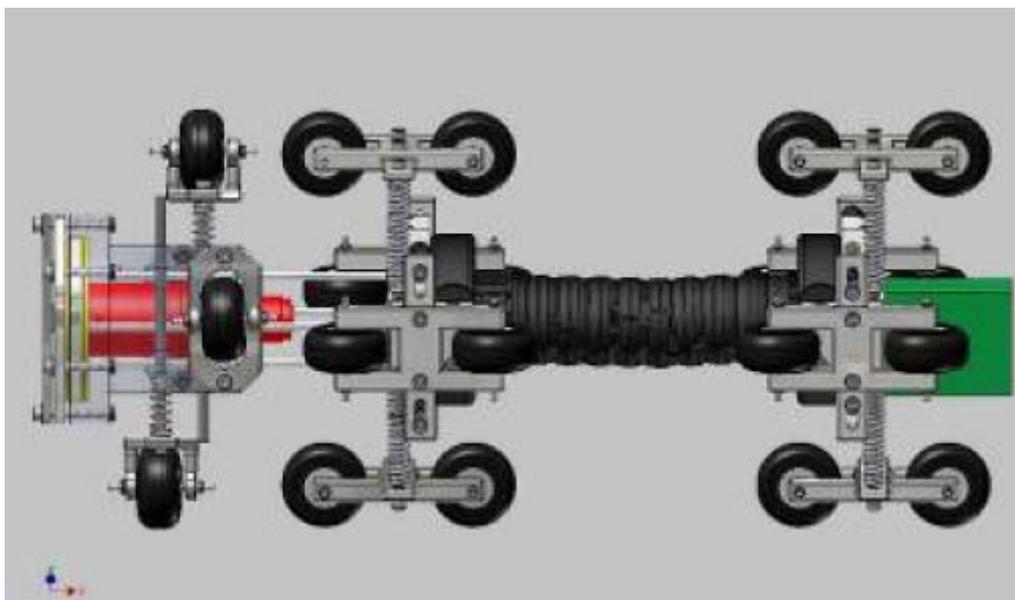


**Progetto Robot di Ispezione ad azionamento elettrico.**  
**Studio della cinematica di un robot d'ispezione tubi con moto d'avanzamento elicoidale.**  
**Gruppo di Lavoro: Docenti e studenti di un Istituto Tecnico Industriale ad indirizzo meccanico.**

I.S.I.S.S. Polo Tecnico Professionale Industriale ITIS"Augusto Righi" - IPSIA"Oreste Mozzali:  
Treviglio (BG) Italy <http://www.polotreviglio.it/>  
Docente : Donato Mazzei [donato.mazzei@libero.it](mailto:donato.mazzei@libero.it) – Isabella Benedetti [isa1956@yahoo.it](mailto:isa1956@yahoo.it)  
Studenti delle classi del biennio e triennio ITIS-IPSIA  
Ex studenti: Matteo Moro, Pala Simone



Il lavoro presenta un'architettura originale di un robot per l'ispezione di tubazioni industriali. Il robot si compone di due parti articolate con un giunto flessibile.

Una parte (la coda del Robot) è guidata lungo il tubo da un set di ruote in movimento parallelo all'asse del tubo, mentre l'altra parte (la testa motrice) ha un moto di rotazione elicoidale. Un solo motore è posizionato tra i due corpi per produrre il movimento. Questo robot di ispezione è stato sviluppato appositamente per l'uso in condutture e può muoversi come una vite che avanza lungo l'asse della tubazione. La sua flessibilità permette il movimento e l'avanzamento lungo condotti non rettilinei.

La macchina è dotata di sensori e azionamenti elettrici controllati a distanza da un microcomputer industriale (PLC).

Il controllo a distanza avviene tramite moduli di Input/output wireless che scambiano segnali su onde elettromagnetiche.

Il PLC permette di gestire l'avanzamento nelle due direzioni e il controllo della velocità.

Il robot sarà corredato di batterie e moduli di Input/Output wireless per svolgere le sue funzioni con un grado di autonomia di qualche ora.

La macchina potrà adattarsi a tubazioni di diverso diametro 150- 250 mm.

Sono stati integrati nel progetto prodotti industriali di varie industrie operanti nel settore dell'automazione industriale:

- IGUS [www.igus.it](http://www.igus.it) : prodotti di diverse categorie sono utilizzati per questo scopo: cuscinetti iglidur connessioni **meccaniche Iglubal**, catene portacavi **Triflex**. La catena. Flessibile "TRIFLEX", ha colpito la nostra immaginazione, per la duttilità e il design. Svolge la funzione di collegamento tra le due parti del Robot e, per la sua forma e struttura, appare come la "spina dorsale" del robot.
- Phoenix Contact <http://www.phoenixcontact.it/> : prodotti per l'automazione industriali; PLC ; moduli di I/O wireless.
- Prodotti di Industrie del territorio:

Le specifiche tecniche della macchina:

peso (3 kg), lunghezza (500 mm), larghezza (150-250mm).

E' stata caricata su youtube una breve animazione del nostro progetto

Youtube filmati <http://www.youtube.com/watch?v=1vr1ewWDOas>

## ESPERIENZE PRECEDENTI: PROTOTIPO 2008

Questo robot può essere definito una evoluzione in termini di meccanica e Unità di Controllo del prototipo presentato al Concorso Internazionale Xplore edizione 2008. A causa di vari problemi tecnici le prestazioni del primo prototipo non sono state positive per un esito favorevole del concorso.

Tuttavia esso ha dimostrato il suo potenziale in altri concorsi nazionali ed internazionali destinati a Scuole Tecniche:

- 1) **Concorso internazionale CAD 3D Autodesk 2009,**
- 2) **Olimpiadi Automazione Siemens 2009,**
- 3) **Concorso ADM 2009 CAD 3D.**

E' stato caricato su youtube un video del precedente prototipo: **Worm Robot progetto con aria compressa Xplore 2008** i <http://www.youtube.com/watch?v=UV3Kmc9Trso>

## PARTECIPANTI

- I.S.I.S.S. Polo Tecnico Professionale Industriale ITIS "Augusto Righi", IPSIA "Oreste Mozzali", con sede a Treviglio (Bergamo, Italia)  
**in collaborazione con i seguenti produttori:**  
"Autodesk spa" (Milano, Italia): il software CAD 3D <http://www.autodesk.it>  
"Pneumax spa", con sede a Lurano (Bergamo, Italia) - settore industriale: <http://www.pneumaxspa.com>  
meccanica, pneumatica e automazione  
"IGUS srl", con sede in Italia <http://www.igus.it>  
"DIMO srl" con sede a Pagazzano (Bergamo, Italia): meccanica, automatica taglio lamiera d'acciaio  
<http://www.dimo-srl.com/>  
"Fumagalli Molle" Fara d'Adda (Bergamo, Italia): meccanica, produzione di compressione / torsione e molle a trazione <http://www.mollefumagalli.it>  
**in collaborazione con l'Associazione Robotica Scuola di Robotica - Genova Italia**  
[www.scuoladirobotica.it](http://www.scuoladirobotica.it)

- Network di Scuole Blog Rob&ide - Pinocchio 2.0: <http://blog.edidablog.it/blogs/index.php?blog=275>



La Scuola di Robotica è un'associazione impegnata nello sviluppo e applicazione di prodotti di robotica per la nostra società.

Per compiere la sua missione, Scuola di Robotica promuove la robotica educativa nelle Scuole.

Per questo motivo, ha sviluppato e gestisce una rete di scuole impegnate nell'introduzione della robotica

### **MOTIVAZIONE, OBIETTIVI DEL SFORZO DI RICERCA E SVILUPPO**

Il Polo Tecnico Professionale Industriale è una scuola tecnica e professionale di eccellenza, membro della Rete di Scuole Italiane coordinata da Scuola di Robotica.

Al fine di perseguire i principi sui quali si fonda la Scuola di Robotica, gli studenti della Scuola sono motivati a studiare e costruire nuove macchine per "gioco" seguendo il principio di "learning-by-play". La robotica è stata scelta perché consente di avvicinarsi a varie tecnologie e di acquisire conoscenze sullo stato dell'arte delle macchine intelligenti. Inoltre gli studenti lavorano in team e collaborano con industrie del territorio per promuovere l'interazione scuola-industria.

### **STATO DELL'ARTE**

Qualche idea per lo sviluppo del progetto Robot di inspection è stata reperita su Internet

<http://www.romela.org/main/CIRCA: Climbing Inspection Robot with Compressed Air>

<http://basicrobot.blogspot.com/2009/03/pipe-inspection-robot-3.html>

### **L'IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO**

Il nostro progetto rappresenta un approccio didattico a problemi industriali: **"come ispezionare tubazione e condotte industriali per ottenere dati tecnici senza rischiosi infortuni"**

Possiamo quindi immaginare la macchina come un "carrello" che porta gli strumenti necessari per un'esplorazione in un'area a rischio mentre l'operatore si trova a distanza di sicurezza.

### **INNOVAZIONE RAGGIUNTI E IMPATTO COMMERCIALE**

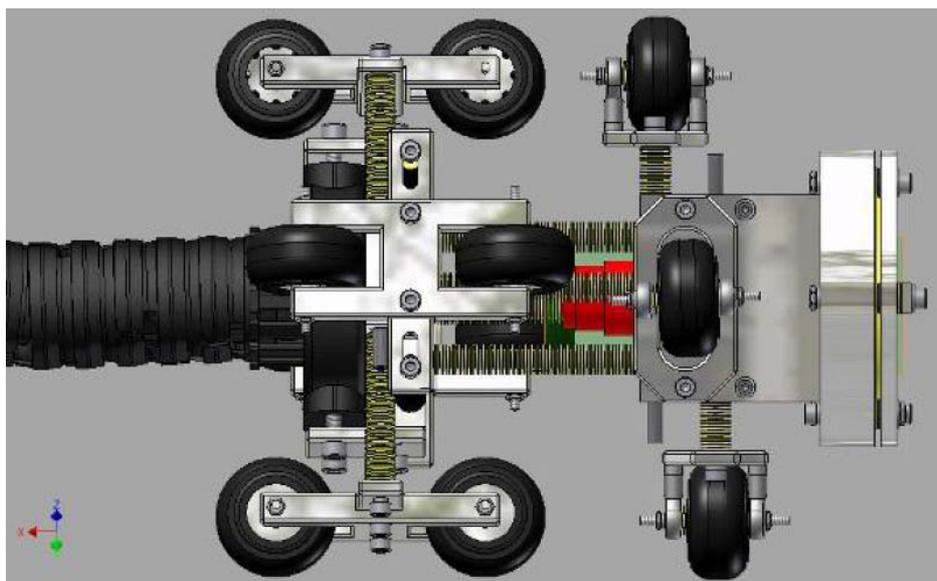
L'obiettivo che volevamo raggiungere è quello di progettare e realizzare una macchina di piccole dimensioni in grado di muoversi e anche salire all'interno di un tubo. Tutte le tecnologie che abbiamo usato sono già disponibili sul mercato e facilmente accessibili ad un contesto scolastico.

### **COOPERAZIONE TRA RICERCA E INDUSTRIA CON BENEFICIO PER IL PARTNER.**

I produttori, che hanno collaborato con il progetto Robot Inspection, hanno co-sviluppato le componenti principali.

Hanno collaborato con il Polo Tecnico ed i suoi studenti, facilitando l'impiego futuro degli ex-studenti nei processi di lavoro.

**Le aziende** possono beneficiare di un possibile futura commercializzazione del prodotto.



I risultati del progetto sono stati presentati a due concorsi internazionali:

**1) Premio IGUS Manus 2011**

[http://www.igus.co.uk/wpck/default.aspx?Pagename=Manus11\\_Inspektionsroboter\\_1&C=GB&L=en](http://www.igus.co.uk/wpck/default.aspx?Pagename=Manus11_Inspektionsroboter_1&C=GB&L=en)

Gli esiti del concorso non sono stati favorevoli al progetto, che comunque è stato segnalato nell'elenco dei progetti partecipanti.

**2) Concorso Xplore New Automation Award 2012 [www.xplore.org](http://www.xplore.org)**

Il Progetto Robot di Ispezione Tubi è stato ammesso nel mese di Luglio 2011 alla rosa di 100 progetti partecipanti al Concorso suddivisi in cinque categorie: 1) Education, Building, Environment, Recreation,Twin, Network,Factory. Il progetto Robot di ispezione è stato inserito nella categoria Building (N°29). Ciascun progetto è finanziato con una borsa di studio, finalizzato all'acquisto di tecnologie Phoenix Contac srl , del valore di 3000 euro.I progetti devono essere terminati (con prototipi funzionanti con invio di un video delle prove alla Giuria internazionale) entro il mese di Febbraio 2012. I progetti verranno esaminati dalla Giuria e solo 20 ,dei 100 progetti partecipanti, saranno ammessi all'esame finale in Germania nel mese di Marzo. I sette progetti vincitori, per ciascuna categoria , saranno premiati alla Fiera di Hannover , ad Aprile 2012, dal Ministro dell'Educazione Tedesco.

**PROGETTO INSPECTION ROBOT PREMIO IGUS MANUS 2011**

Il progetto ha riguardato il Disegno CAD tridimensionale e la costruzione di un Robot avente la funzione di ispezionare tubazioni industriali.

Il robot, avente due gradi di libertà, si muove all'interno di una tubazione con un movimento elicoidale.

La macchina è in grado di arrampicarsi all'interno della tubazione avanzando con un moto elicoidale e sostenuto dalle forze d'attrito generate dalla pressione delle ruote motrici, le quali sono spinte, verso le pareti della tubazione da molle meccaniche.

Il progetto, con possibili applicazioni industriali, ha rappresentato un'importante occasione di studio ed approfondimento di tecnologie industriali ( software di progettazione, programmazione di micromputer ) e in particolare ha avvicinato gli studenti al vasto catalogo di parti dell'IGUS.

La Struttura meccanica del Robot richiedeva l'impiego d'elementi normalizzati e commerciali di piccole dimensioni, leggeri e di costo contenuto.

Il Robot, con simmetria radiale, ha le seguenti dimensioni: **massa =3Kg; Lunghezza =400 mm-Larghezza minima 190 Larghezza max\_250mm.**

I prodotti del catalogo IGUS ( per l'ampia di Disegno, dimensioni e per la leggerezza e ottime caratteristiche tecniche e d'impiego) hanno consentito la possibilità di realizzare una macchina con una struttura meccanica e cinematica di questo genere:

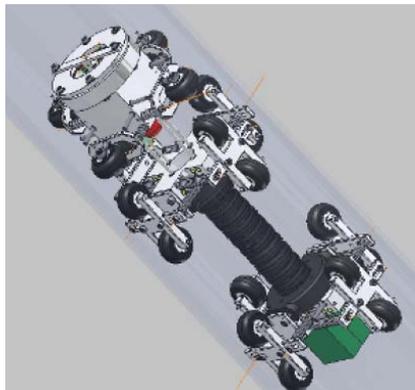


Fig.1. Vista assieme Robot

### **PROTAGONISTI**

Docente di Riferimento: **prof. Donato Mazzei**

Titolare della cattedra di Meccanica e sistemi e automazione industriale nell'indirizzo Meccatronica dell'ITIS"Augusto Righi"--**e-mail:donato.mazzei@libero.it mobile:3294967670**

**Gruppo di Lavoro:** Docenti e studenti di un Istituto Tecnico Industriale  
Indirizzo meccatronica ed indirizzo d'Elettrotecnica ed automazione ).

Denominazione Istituto: **Polo Tecnico Professionale Industriale** - ITIS"Augusto Righi"- IPSIA"Oreste Mozzali di Treviglio(BG).

Docenti: prof. Mario Salvatore -Laboratorio meccanico.

Studenti del biennio: Michele Asperti , Orsini Eliseo, Federico Nossa, Vincenzo Massa, Filippo Leoni, Davide Bianchi, Moro Matteo, Gabusi Ivan

Studenti del biennio(osservatori):

### **ATTIVITA' SVOLTE**

Tecnologie utilizzate:

- Progettazione e Disegno: uso del software CAD 3D Inventor Professional 2010
- Componenti commerciali IGUS: Cuscinetti assiali, radiali in tecnopolimero **IGLIDUR** componenti di fissaggio **IGLUBAL**, catene portacavi **TRIFLEX**;
- Parti normalizzati: fissaggi meccanici, molle
- Si sta valutando la possibilità di usare anche le molle a tazza **Polysorb** al posto delle classiche molle elastiche d'acciaio.

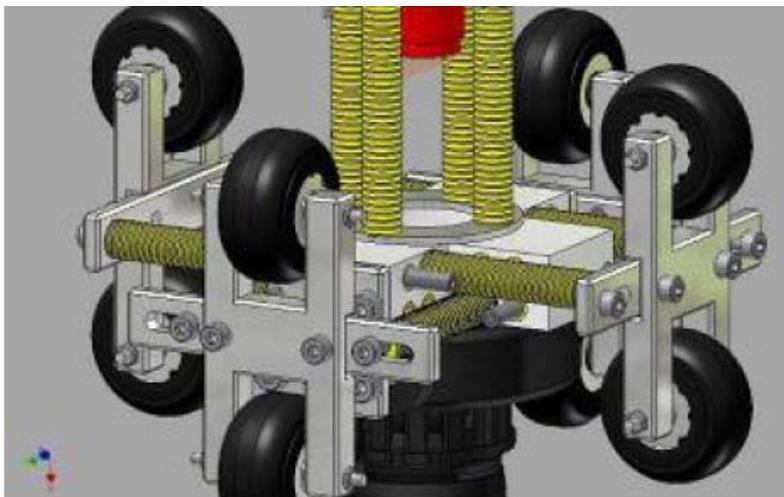


Fig. 8 . Vista Corpo Robot : molle realizzate con particolari IGUS JTEM 05.

Laboratori coinvolti:

- Laboratorio di Macchine utensili C.N.C: costruzioni di particolari meccanici in Istituto.
- Laboratorio di Disegno
- Laboratorio di mecatronica

Il Gruppo ha prodotto al termine:

- Disegni di Assieme
- Disegni dei particolari
- Scelta montaggio elementi commerciali IGUS: cuscinetti, fissaggi e catene portacavi.
- Scelta e montaggio di parti normalizzati: fissaggi meccanici , molle.
- Produzioni Video : Simulazioni cinematiche del movimento del Robot.
- Costruzioni dei particolari meccanici non normalizzati.
- Inizio Montaggio della macchina: Maggio 2011
- Prove di funzionamento della macchina: settembre 2011 Aprile 2012

I prodotti **IGUS** sono stati scelti per i seguenti motivi:

- Ampie caratteristiche tecniche e d'impiego;
- leggerezza
- Costi contenuti
- Ampio assortimento di dimensioni
- Ricchezza di documentazione tecnica

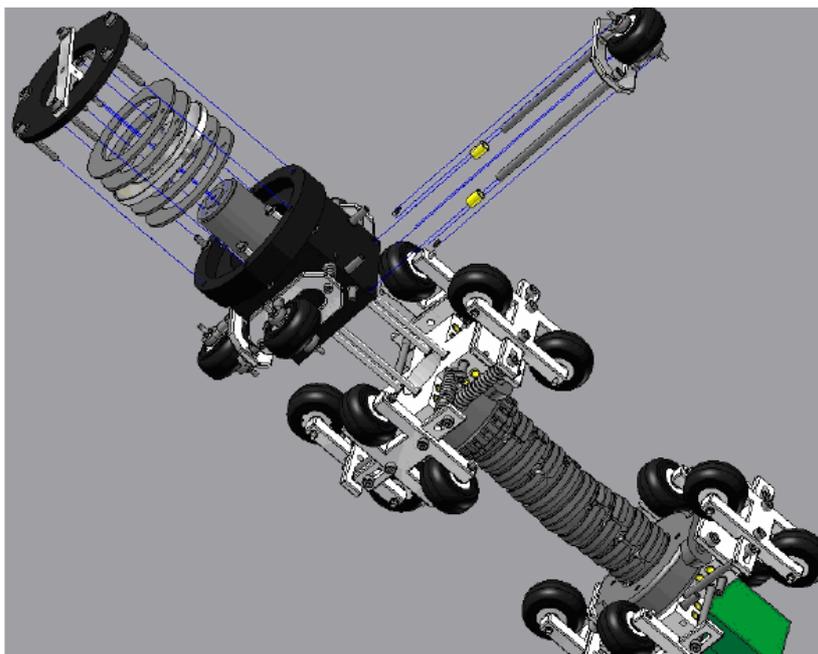
Il catalogo IGUS ha offerto una vasta scelta d'elementi e una ricca documentazione tecnica che ha agevolato il compito degli studenti in fase progettuale. Di notevole interesse didattico i cataloghi su DVD ricchi d'informazioni tecniche e Librerie di "Parti" per i più diffusi Software CAD 3D

Particolare interesse ha suscitato il catalogo delle catene portacavi per la varietà di prodotti offerti.

La catena **Triflex** ha colpito per il design innovativo e la sua flessibilità.

La forma e la struttura della catena hanno suggerito l'idea di usarla, in modo inedito, come "**colonna vertebrale**" del robot. La macchina, in definitiva, ha assunto le sembianze di verme che striscia nell'atto di muoversi all'interno del tubo da ispezionare.

La soluzione presentata a questo concorso è una variante di un'idea originaria, anch'essa realizzata con ampio uso di prodotti del catalogo IGUS, ma con azionamento ad aria compressa e quindi con dimensioni e pesi maggiori.



Vista Assieme con evidenziazione dei cuscinetti assiali e radiali usati sulla Testa motrice del Robot.

### **Progetto Inspection Robot Concorso Xplore New Automation Award 2012 [www.xplore.org](http://www.xplore.org)**

Al Concorso Xplore 2012 è stata inviata l'idea completa del Robot : disegno, costruzione e controllo tramite PLC industriali.

#### **Stato d'avanzamento del progetto didattico:**

Il prototipo è in fase di montaggio finale e saranno effettuate le prime prove di funzionamento: di Marzo-Aprile 2012.

#### **Conclusioni**

Partecipiamo volentieri anche a questo Concorso, condividendo la nostra esperienza.

Vi preghiamo di considerarla, quindi, un piccolo contributo alla vostra iniziativa e una testimonianza di come la Scuola Tecnica possa essere un luogo strategico per la formazione di conoscenze e competenze indispensabili per l'industria.

#### **Pubblicazione su Internet**

- Partecipazione Premio Manus IGUS 2011  
[http://www.igus.co.uk/wpck/default.aspx?Pagename=Manus11\\_Inspektionsroboter\\_1&C=GB&L=en](http://www.igus.co.uk/wpck/default.aspx?Pagename=Manus11_Inspektionsroboter_1&C=GB&L=en)
- Filmati delle esperienze didattiche sono stati pubblicati su Youtube al seguente indirizzo:
- prototipo worm robot elettrico <http://www.youtube.com/watch?v=0312BNqIBFI&feature=related>
- Prototipo worm robot pneumatico <http://www.youtube.com/watch?v=UV3KmC9Trso>
- Prototipo climbing robot (robot arrampicatore) <http://www.youtube.com/watch?v=GkK3fbu9HfY>
- Prototipo Tucano <http://www.youtube.com/watch?v=K1qXkvt1YCM>
- Prototipo climbing robot (robot arrampicatore).  
[http://www.youtube.com/watch?v=y9yx3Jq-lao&feature=mfu\\_in\\_order&list=UL](http://www.youtube.com/watch?v=y9yx3Jq-lao&feature=mfu_in_order&list=UL)
- Manta Robot [http://www.youtube.com/watch?v=hhyC1rPpyb8&feature=mfu\\_in\\_order&list=UL](http://www.youtube.com/watch?v=hhyC1rPpyb8&feature=mfu_in_order&list=UL)
- Umanoide [http://www.youtube.com/watch?v=3s3dSIZictk&feature=mfu\\_in\\_order&list=UL](http://www.youtube.com/watch?v=3s3dSIZictk&feature=mfu_in_order&list=UL)

Altre esperienze sono state pubblicate sulla seguente comunità CAD 3D

- Community CAD3D  
<http://www.cad3d.it/forum1/forumdisplay.php?s=c5b9566836ccf8893fe8afe88e2cc23d&f=168>

Ringraziamo ancora l'IGUS Italia per l'incoraggiamento e la fornitura gratuita di prodotti del catalogo che abbiamo utilizzato ampiamente sui nostri prototipi. Confidiamo di aver utilizzato al meglio i prodotti ricevuti e saremo grati per critiche e suggerimenti.

Treviglio 20 Maggio 2011

Il responsabile del progetto

**Prof. Donato Mazzei**