

XXV Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata

Curriculum: Sistemi avanzati di manifattura

Relazione del Primo Anno

Embedding intelligence in smart materials for micro-machining

Coordinatore:

Prof. Giovanni Legnani

Tutor:

Prof. Rodolfo Faglia

Dottorando

Nicola Pellegrini

Università degli Studi di Brescia
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

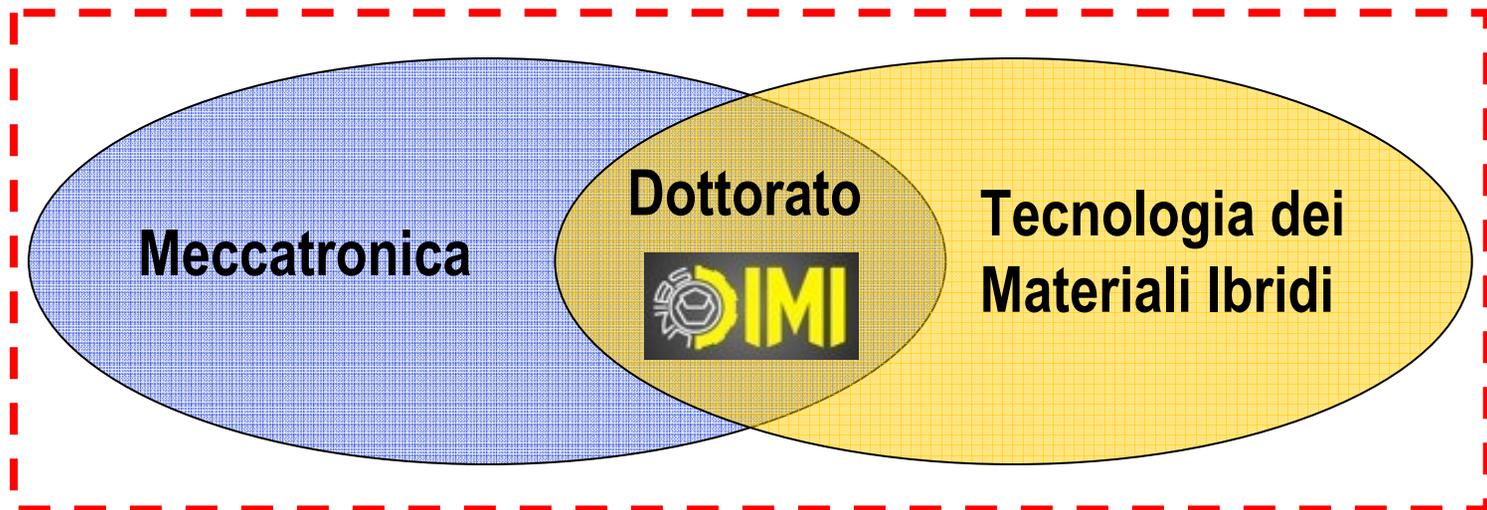
Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Obiettivi

UHP Machining



Sensori & Attuatori



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Trends in UHP Machine performance

Richieste

- Elevate velocità di taglio
- Accuratezza di lavorazione: $\sim 0.1 \mu\text{m}$
- Riduzione dell'energia utilizzata
- Elevate Accelerazione degli assi in movimento

Trends

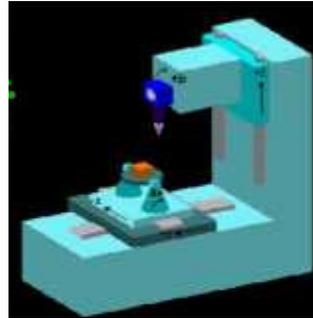
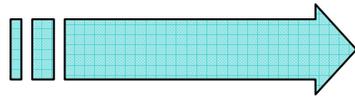
Prestazioni

- Riduzione della massa delle parti mobili
- Elevata rigidezza
- Elevato smorzamento
- Elevata stabilità strutturale
- Adattamento in modo indipendente al mutare delle condizioni

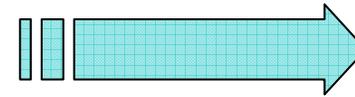


Problem outline

Approccio Preventivo



Approccio Compensativo



**Accuratezza
Macchina Utensile**

Sistemi di Rilevazione

Sistemi di Attuazione

PZT

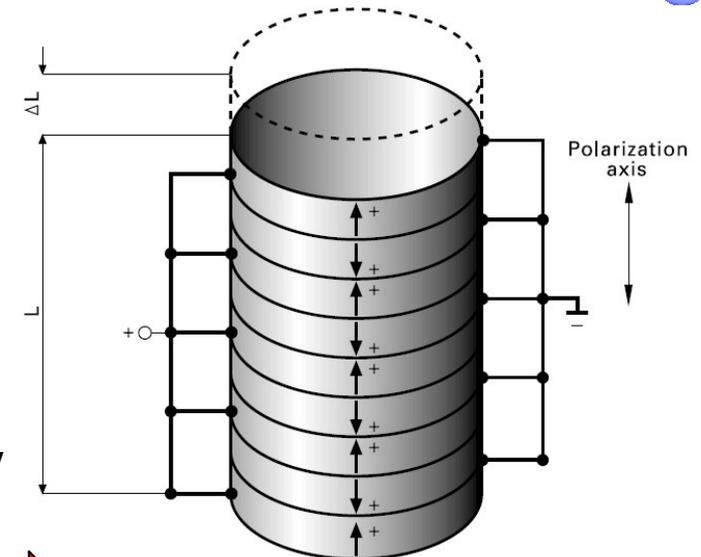
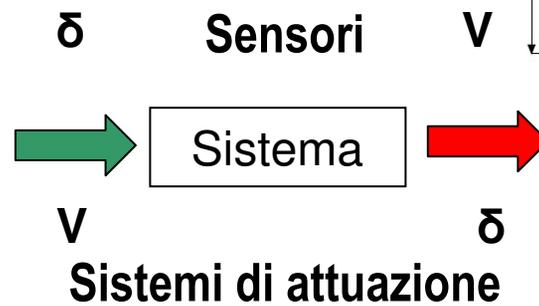
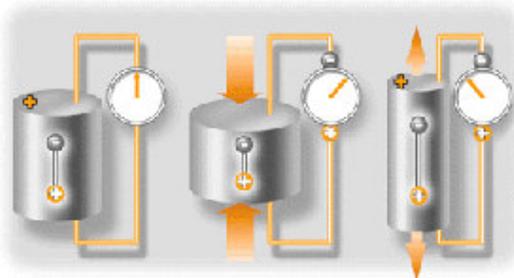
FBGS

SMA



PZT materials

Effetto Piezoelettrico



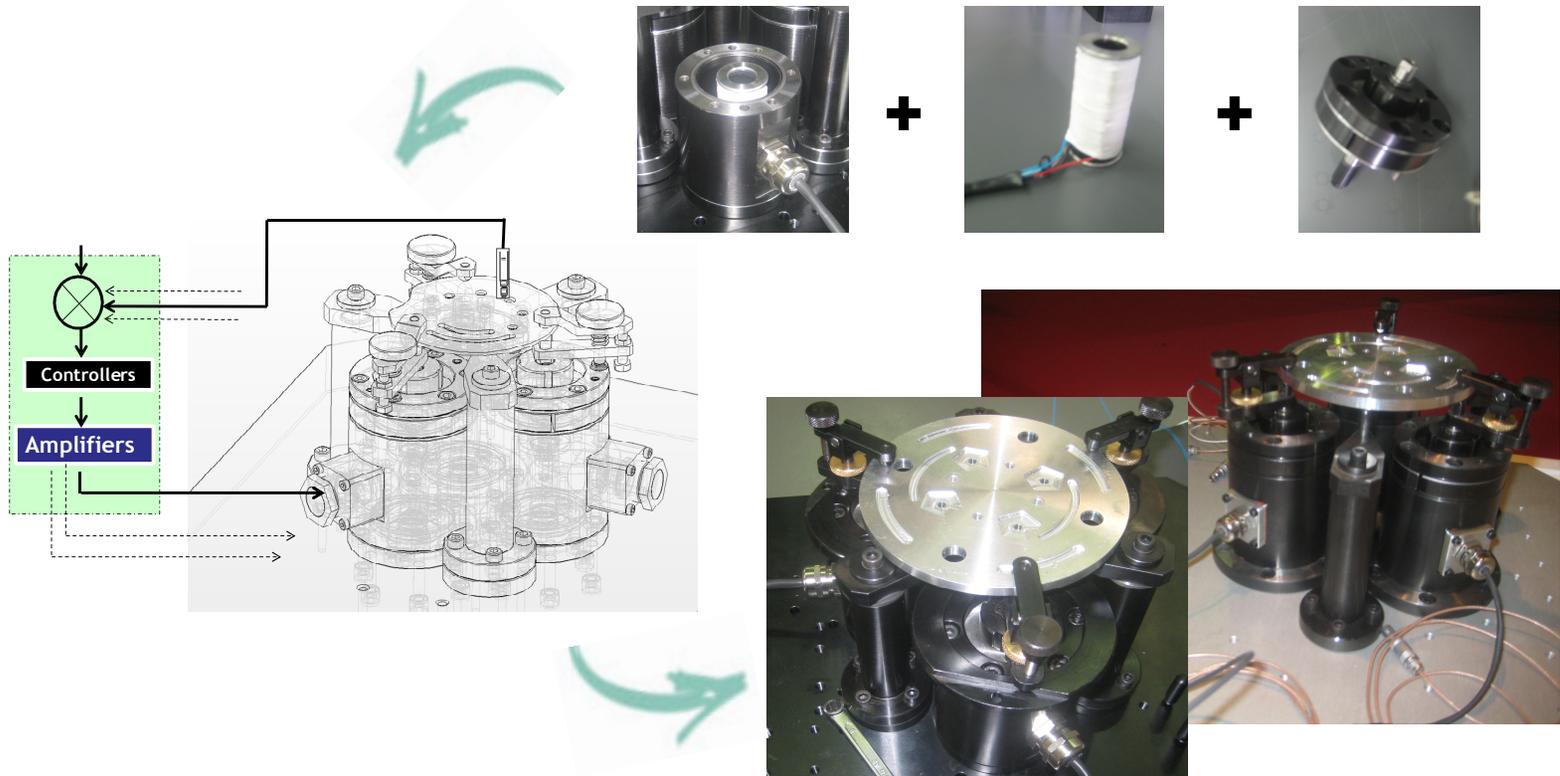
AC-driving signal actuator sono dispositivi in grado di sviluppare elevate accelerazioni, quindi realizzano sistemi di smorzamento delle vibrazioni

Attuatori DC-driving signal sono alla base di sistemi mecatronici in cui è richiesta un'accuratezza spinta ed un elevato grado di precisione



PZT materials

Soggetto di studio per la realizzazione di un dimostratore di micro-posizionamento avente **displacement di $\pm 20\mu\text{m}$** in cui l'attuazione è generata da tre attuatori **PZT ring-multistack** ad alto voltaggio (1kV).

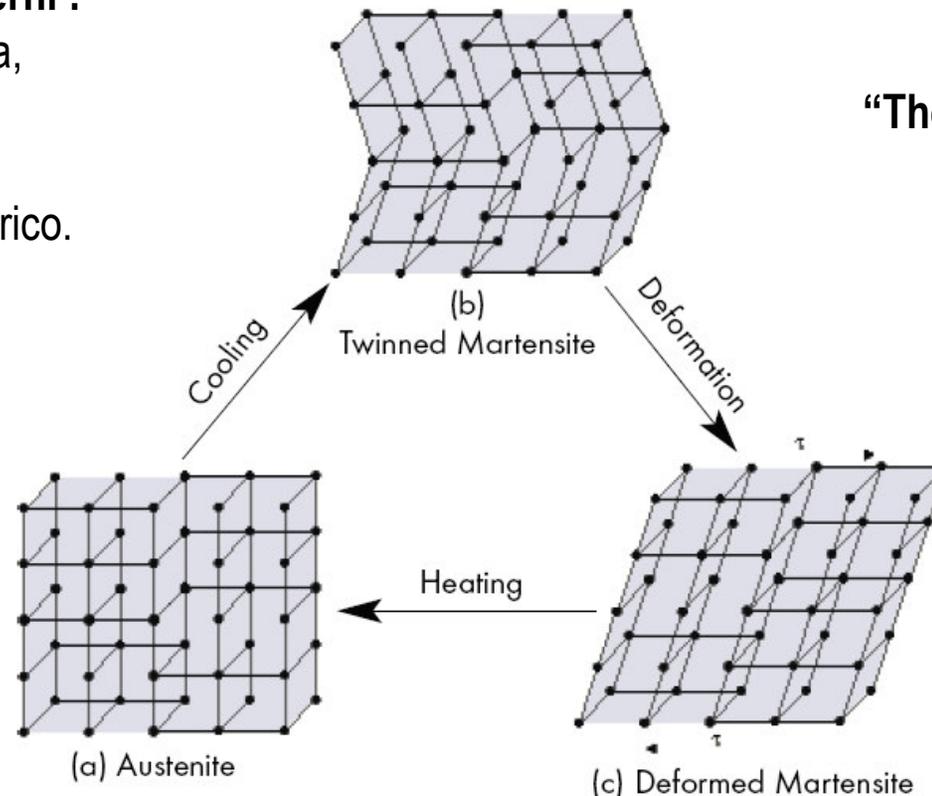


SMM Shape Memory Materials

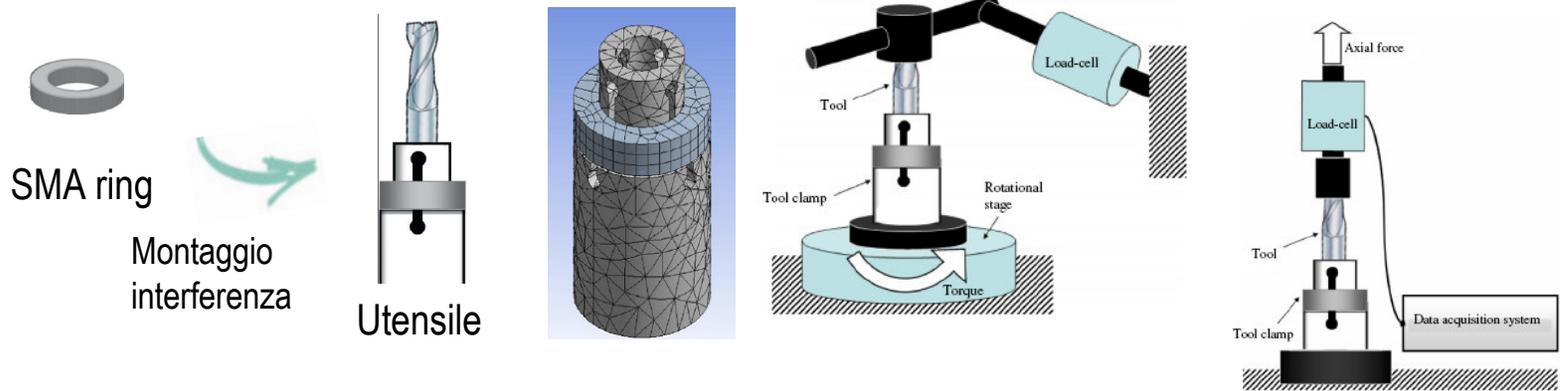
Un materiale a memoria di forma SMM possiede la capacità di ripristinare la configurazione iniziale, scelta in fase di prima lavorazione, se deformato e poi sottoposto ad appropriato trattamento termico oppure in seguito a stimoli esterni.

Stimoli esterni :

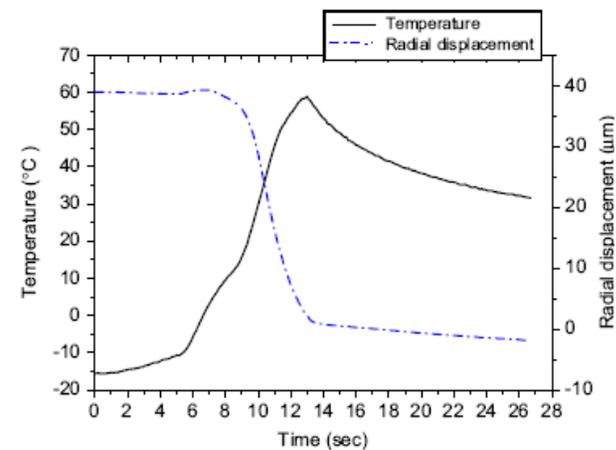
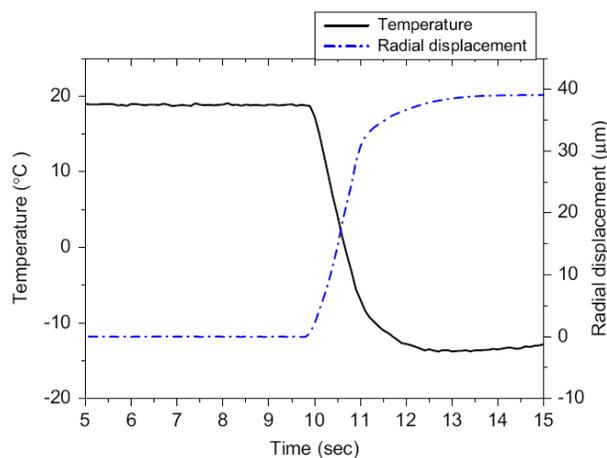
Temperatura,
pH,
Luce,
Campo elettrico.



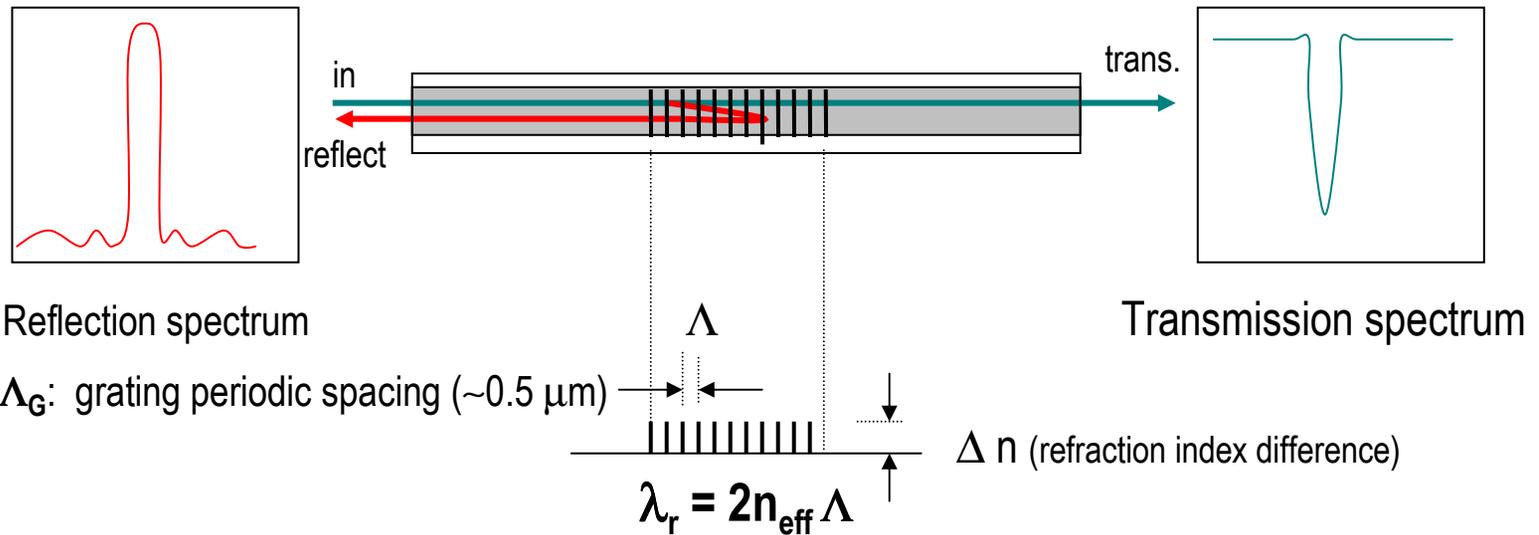
Shape Memory Alloy



Tutti gli SMM thermo-responsive sono caratterizzati da una temperatura di transizione T_{trans} , ben definita, che permette il passaggio dalla forma temporanea bassa energia ad una forma permanente ad alta energia.



FOS Fiber Optic Sensor

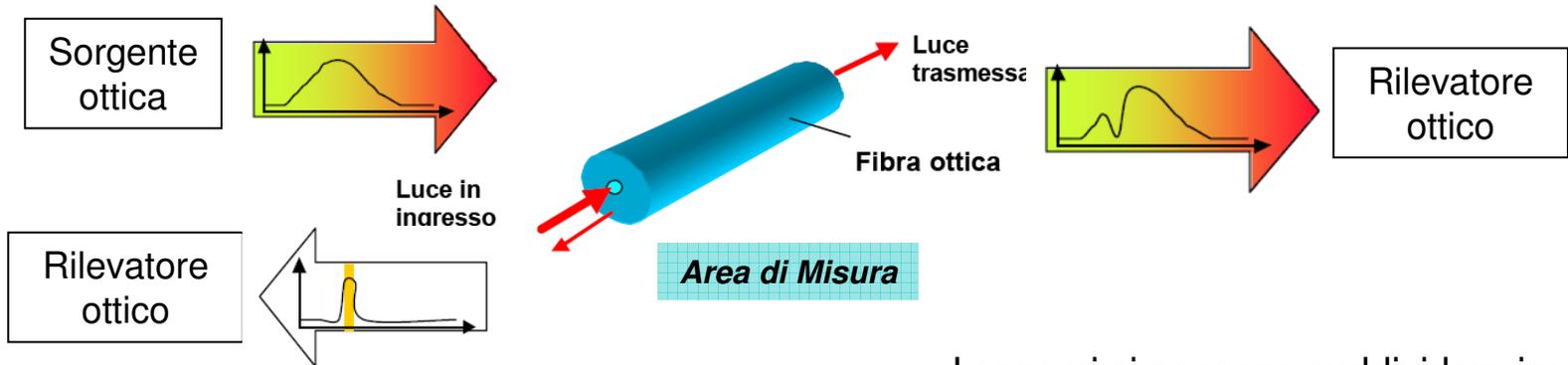


Tra i **punti di forza**:

- Immunità alle interferenze elettromagnetiche e alle scariche elettrostatiche.
- Utilizzo in ambienti privi di elettricità o dove sono necessari materiali non conduttivi.
- Capacità di essere utilizzati in atmosfere altamente esplosive.
- Capacità di essere facilmente 'multiplexati' su una singola fibra.
- Capacità di fornire la misura di un fenomeno e di indicare la locazione di esso.



FBG Fiber Bragg Grating



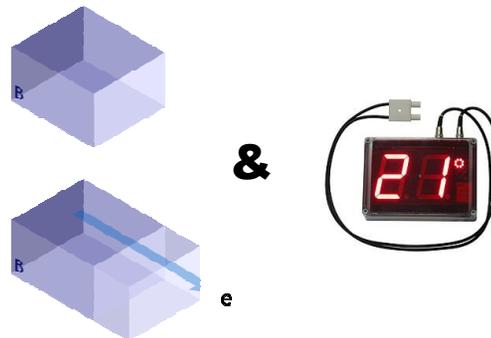
Gli scopi di tali materiali utilizzati come sensori:

- Misure statiche o quasi-statiche
- Misure dinamiche

I sensori si possono suddividere in:

- Sensori puntuali**
- Sensori distribuiti**
- Sensori quasi-distribuiti**

Sensibilità



se le variazioni delle due quantità non sono distinguibili in frequenza o nel tempo, di usare due grating sottoposti alla stessa **temperatura** ma in cui solo uno subisce la **deformazione**.



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Corsi

- **Sicurezza del macchinario: ruolo del sistema di controllo.** Organizzazione a cura dell'ing. Dario dalle Frate (Bosh-Rexroth) Brescia.
- **Advanced Course in Vibro-Acoustics.** Organizzazione a cura del Prof. Nilsson KTH (Royal Institute of Technology di Stoccolma) Brescia.
- **Sostenibilità come fattore di competitività per le macchine utensili italiane.** Organizzazione a cura di UCIMU SISTEMI PER PRODURRE. Milano
- **Open access at EUMINAFab: A european research infrastructure for micro and nano fabrication.** Organizzazione a cura di Susan Anson, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Francia

Rexroth
Bosch Group



UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE
Unione Costruttori Italiani
Macchine Utensili, Robot e Automazione



Collaborazioni

- Collaborazione al Progetto di ricerca Europeo **Integ-Micro** per quanto riguarda lo sviluppo e la realizzazione di materiali ibridi multifunzionali per macchine utensili Ultra High Precision.
- Collaborazione al Progetto di ricerca interno **SMED** per quanto riguarda la parte affidabilistica, realizzativa e di testing.
- Realizzazione Stand e partecipazione Trade Fair Micronora, Besancon, Francia.
- Correlazione alla **tesi** di laurea Specialistica “Studio di un pannello sandwich con skin in acciaio e core il schiume di alluminio, mediante prove di compressione, di flessione e vibrazionali” del laureato G.Ferretti, corso di Laurea in Ingegneria Meccanica.
- Correlazione alla **tesi** di laurea Specialistica “Realizzazione di un componente in cemento polimerico a termostabilizzato per macchina utensile di precisione” del laureando A. Zardini, corso di Laurea in Ingegneria Meccanica.



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Publicazioni e Convegni

PUBBLICAZIONI

- F. Aggogeri, A. Merlo, M. Mazzola, N. Pellegrini. (2009). *Application of multifunctional materials for machine tools structure solutions*. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. 13th–19th November 2009. Lake Buena Vista, Florida (USA).
- A. Merlo, et al. (2010). *Smart mecatronic systems for micropositioning in UHP (Ultra High Precision) machining*; Congresso Coordinamento della Meccanica Italiana, 20th–22th June 2010, Palermo (IT).
- F. Aggogeri, A. Merlo and N. Pellegrini (2010). *A novel concept to design machine tool structures using multifunctional materials*. 36th MATADOR Conference. 14–16 July 2010 Manchester Conference Centre, Manchester (UK)

CONFERENZE

• Palermo



• Manchester



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri



Agenda

Obiettivi

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Pubblicazioni

Conclusioni e Sviluppi futuri

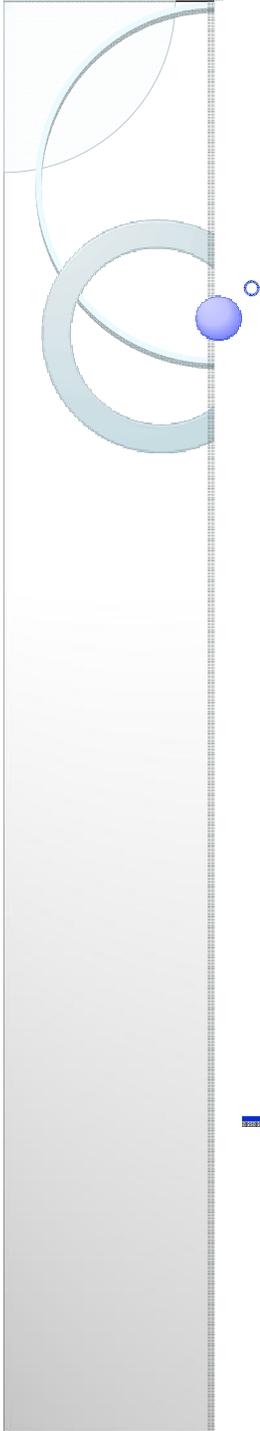


Conclusioni e Sviluppi futuri

Focalizzandosi sulle principali problematiche che affliggono le micro-lavorazioni, quali **stabilità dinamica** e **termica**, si è cercato di creare un **background** di **materiali SMART** i quali possono fornire interessanti soluzioni in strutture ibride, rendendo queste ultime **adattative rispetto le condizioni circostanti**.

- Per ottenere componenti “intelligenti” si deve quindi approfondire il concetto di **sistema di attuazione e sensoristico** concentrandosi sui materiali individuati.
- Ultra High Precision Machining
- **Materiali SMART: PZT – FBG – SMA**
- **Architettura di controllo attuazione / sensoristica**
- Realizzazione Prototipi – Dimostratori





XXV Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata

Curriculum: Sistemi avanzati di manifattura

Relazione Primo Anno

Università degli Studi di Brescia
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale

