

Allegato 4

MECTRON – Applicazioni mecatroniche

Target Settoriale: Industria meccanica ed elettromeccanica

Indice

Strutture.....	3
Struttura 1:DISMI - Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria (UNIMORE)	4
Struttura 2:DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (UNIPR)	22
Struttura 3:DIEM - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia (UNIBO).....	29
Struttura 4:MASEM - Dipartimento di Fisica (UNIMORE)	44
Struttura 5: IMAMOTER (CNR).....	51
Struttura 6:REI - REGGIO EMILIA INNOVAZIONE	64

Strutture

Università di Modena e Reggio Emilia

DISMI - Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria

Università di Parma

DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Università di Bologna

DIEM - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia

Università di Modena e Reggio Emilia

MASEM - Laboratorio "Materiali Avanzati per Sistemi Microelettromeccanici", Dipartimento di Fisica

CNR IMAMOTER - Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra

REI - Reggio Emilia Innovazione Società Consortile a Responsabilità Limitata

Struttura 1: DISMI - Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria (UNIMORE)

Università di Modena e Reggio Emilia

DISMI - Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria

Sito web: www.dismi.unimore.it

Indirizzo: Via Fogliari, 1 - 42100 Reggio Emilia

Tel. 0522 522612

Direttore: Prof. Sandro Sandrolini

e-mail: sandrolini.sandro@unimore.it

Attività

TEMA 1 - Materiali innovativi per la costruzione delle macchine utensili

TEMA 2 - Architetture x-by-wire in ambiente automotive

TEMA 3 - Metodi di progetto innovativi per controllori di sistemi di produzione meccatronici

TEMA 4 - Sviluppo ed ottimizzazione di sistemi idraulici ad elevata integrazione elettronica

Tematica 1: Materiali innovativi per la costruzione delle macchine utensili

Descrizione

Obiettivi

La ricerca riguarda il settore delle macchine utensili e dei centri flessibili di lavorazione meccanica, modernamente contraddistinti dalla richiesta di aumentata produttività e precisione. La recente diffusione di utensili ad altissima velocità di taglio comporta velocità ed accelerazioni sempre più spinte delle parti mobili della macchina. Le elevate forze inerziali che ne scaturiscono richiedono motorizzazioni più potenti (e costose) e sono causa di deformazioni e vibrazioni nelle parti che degradano la precisione di lavorazione della macchina.

I materiali metallici (acciaio e ghisa) tradizionalmente impiegati per la costruzione delle macchine utensili hanno ormai raggiunto il proprio limite naturale e rappresentano uno dei principali ostacoli all'ottenimento di prestazioni migliori delle attuali.

La ricerca si propone di superare questa frontiera con costruzioni innovative costituite dalla combinazione di materiali con le seguenti proprietà:

- ◆ elevata rigidità in rapporto al peso, per il contenimento passivo delle deformazioni;
- ◆ capacità di rilevare deformazioni e vibrazioni per segnalare lo stato della struttura;
- ◆ capacità di contrastare (se opportunamente alimentati e controllati) le deformazioni per il contenimento attivo delle vibrazioni.

Attività

La famiglia di materiali più promettenti per il raggiungimento degli scopi è rappresentato dai compositi a matrice polimerica con rinforzo in fibre di carbonio. Questi materiali, già diffusi in applicazioni avanzate e maturi dal punto di vista tecnologico, sono dotati di rigidità specifica superiore ad ogni altro materiale. Inoltre si prestano all'integrazione con sensori di deformazione (ad esempio fibre ottiche) ed attuatori (ad esempio rivestimenti piezoelettrici, metalli a memoria di forma) in forma distribuita, assumendo un'attrattiva rilevante per l'integrazione mecatronica nel complesso della macchina utensile.

La ricerca comprende anche l'individuazione dell'architettura complessiva delle parti critiche della macchina utensile, la progettazione strutturale orientata alla fabbricazione e la definizione della strategia di controllo per esaltare la precisione di lavoro.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ E. Dragoni, F. Foresti (1998) "Design of a single-sided composite rear swing arm for racing motorcycles", *Int. J. of Materials and Product Technology*, 13 (3/6), 411-420
- ◆ V. Dal Re, E. Dragoni (1997) "Defect detection in bonded joints by acoustic emission", *Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ)*, 142 (6), 446-449
- ◆ [E. Dragoni (1997) "Comportamento a fatica di collegamenti filettati trattati con frenafilietti anaerobico", *Atti XXVI Convegno Nazionale AIAS, Catania, 2-6 Settembre, 409-416*
- ◆ E. Dragoni (1998) "I frenafilietti anaerobici alleviano la fatica nelle viti", *Progettare*, 20 (214, Luglio/Agosto), 27-30
- ◆ E. Dragoni (1999) "Effect of anaerobic threadlockers on the fatigue strength of threaded connections", *Int. J. of Materials and Product Technology*, 14 (5/6), 445-455
- ◆ E. Dragoni, P. Mauri (1998) "Resistenza statica di accoppiamenti per attrito integrati con adesivo anaerobico", *Atti XXVII Convegno Nazionale AIAS, Perugia, 8-12 Settembre, 587-596*
- ◆ E. Dragoni, P. Mauri (2000) "Intrinsic static strength of friction interfaces augmented with anaerobic adhesives", *Int. J. of Adhesion and Adhesives*, 20 (4), 315-321
- ◆ E. Dragoni, P. Mauri (2000) "La resistenza dei forzamenti incollati", *Il Progettista Industriale*, 20 (2), 72-77
- ◆ E. Dragoni, P. Mauri (2000) "Resistenza statica di accoppiamenti misti per forzamento ed incollaggio", *Atti XXIX Convegno Nazionale AIAS, Lucca, 6-9 Settembre, 1011-1018*
- ◆ E. Dragoni, P. Mauri (2002) "Cumulative static strength of tightened joints bonded with anaerobic adhesives", *Proc. Instn Mech. Engrs, Part L*, 216 (L1), 9-15
- ◆ E. Dragoni, F. Marchi, P. Mauri (2001) "Resistenza a fatica assiale pulsante di forzamenti conici incollati con adesivo anaerobico", *Atti XXX Convegno Nazionale AIAS, Alghero, 12-15 Settembre, 531-538*
- ◆ L. Goglio, M. Rossetto, E. Dragoni (2002) "Un possibile criterio per il calcolo della resistenza statica dei giunti incollati", *Atti XXXI Convegno Nazionale AIAS, Parma, 18-21 Settembre*
- ◆ Tesi di Laurea, autore M. Bonacini, Relatore E. Dragoni, Rilevazione sperimentale e calcolo della rigidità del telaio di fresatrice a controllo numerico, Università di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Ingegneria (sede di Modena), C.d.L. in Ingegneria Meccanica, A.A. 2001-2002

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerente la tipologia/tematica

- ◆ Delta-Utec SRC (Leiden, Olanda): collaborazione per sviluppo di capsule astronautiche costruite con materiali speciali per il rientro in atmosfera dallo spazio. Confronto di soluzioni pneumatiche con soluzioni a memoria di forma;
- ◆ Centro Ricerche Fiat (Orbassano, TO): collaborazione per sviluppo di attuatori automobilistici basati su materiali a memoria di forma, materiali piezoelettrici, materiali elettroeologici e materiali magnetoeologici.;
- ◆ SACHMAN - Reggio Emilia (RE): studio di colonna mobile di fresatrice a cinque assi per l'aumento della rigidità flessionale e l'aumento della velocità di lavoro;
- ◆ EMAG - Reggio Emilia (RE): studio di attrezzature per macchine utensili munite di azionamenti elettrici diretti (motori lineari, motori torque). Analisi dinamica e valutazione economica.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ COFIN 1999 "Criteri di resistenza ed integrità di giunzioni strutturali incollate"
- ◆ Contratto di Ricerca con Henkel Loctite Adesivi, 2002 - "Sviluppo di un software per il calcolo della resistenza di giunti incollati"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

Incremento della produttività delle macchine utensili e dei centri flessibili di fabbricazione.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Settore macchine utensili per metalli e legno

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Dinamometro elettromeccanico universale Galdabini da 5 kN: impiegato per la caratterizzazione forza-corsa di attuatori basati su materiali intelligenti;
- ◆ Oscilloscopio Tektronix: impiegato per osservare l'andamento temporale di tensione e corrente di alimentazione nel funzionamento di attuatori con materiali intelligenti;
- ◆ Software CAD SolidWorks;
- ◆ Software per calcolo strutturale ABAQUS.

I possibili link per informazioni

- ◆ www.delta-utec.com
- ◆ www.crf.it
- ◆ www.read.unimore.it

Persone di contatto

- ◆ Prof. Eugenio Dragoni, e-mail: eugenio.dragoni@unimore.it

Tematica 2: Architetture x-by-wire in ambiente automotive

Descrizione

Obiettivi

Negli ultimi anni l'elettronica ha assunto un ruolo sempre più importante in campo automotive. Ormai l'elettronica (hardware e software) corrisponde a più del 30% del valore di mercato di un'automobile, valore che è destinato a crescere ancora. L'industria automobilistica mondiale si muove verso l'introduzione di un numero sempre crescente di sistemi elettronici, non più legati solo al comfort del passeggero, ma anche alla gestione del motore e alla sicurezza attiva e passiva. Funzioni che fino ad ora sono state implementate con soluzioni puramente meccaniche (come lo sterzo, i freni, il controllo della trazione o le sospensioni) stanno ora compiendo un salto tecnologico che le porterà in un futuro non lontano ad essere completamente gestite e realizzate con dispositivi elettronici. I dispositivi già presenti sui veicoli di serie da diversi anni, come l'ABS, l'EPS, l'idroguida, ecc. possono essere considerate quali tappe di avvicinamento e la tecnologia "x-by-wire" rappresenta il naturale step successivo di questo percorso.

La realizzazione di sistemi di sterzo, frenatura, traction control, active suspension, realizzati con tecnologia "x-by-wire" e integrati tra loro grazie a protocolli di comunicazione time-triggered dedicati, aumenterà la sicurezza generale del veicolo e fornirà un aiuto in più al pilota nella gestione delle manovre d'emergenza.

Attività

La realizzazione dei suddetti sistemi intelligenti di assistenza del pilota richiede il controllo elettronico diretto degli attuatori.

L'attività principale della ricerca riguarderà il controllo da implementare con architetture distribuite e progettato per supportare strategie di realizzazione *fault-tolerant*. Quest'ultimo è un requisito indispensabile al fine di aumentare la sicurezza.

I vantaggi introdotti da questi nuovi sistemi sono quantificabili, oltre che in termini di sicurezza, anche in termini di riduzione di consumi di carburante e pneumatici, miglioramento delle funzioni ergonomiche, apertura a nuove opportunità di progettazione.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ R. Morselli, A. Bertacchini, W. Reggiani, P. Pavan, R. Zanasi "Energetic Approach for Steer-by-Wire in Off-highway Vehicles" in Proc of ATA – CDAUTO03, Sestri Levante, Italy, June 2003
- ◆ A. Bertacchini, R. Morselli, P. Pavan, R. Zanasi, A. Bertoli "Control Structures and Physical Requirements for Steer-By-Wire Systems" in Proc of MECH2K3, Graz, Austria, July 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università di Modena e Reggio Emilia: nell'ambito del progetto "Ricerca e Sviluppo di un sistema di guida steer-by-wire atto a funzionare su macchine movimento terra (off-highway), in particolare su trattori agricoli di media ed alta potenza" (modellizzazione del sistema; studio e implementazione di algoritmi di controllo per elettrovalvole e motori elettrici; realizzazione di prototipi del sistema; implementazione di algoritmi di forze feedback; valutazione prestazioni di protocolli *time-triggered fault tolerant*).

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ "Ricerca e sviluppo di un sistema di guida steer-by-wire atto a funzionare su macchine movimento terra (off-highway), in particolare su trattori agricoli di media ed alta potenza". (2002-2004)

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Sistemi autoveicolistici steer-by-wire, brake-by-wire, ecc.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese costruttrici di componenti, attuatori e circuiti elettro-idraulici;
- ◆ Imprese costruttrici di veicoli elettrici;
- ◆ Imprese legate all'indotto dell'automotive in generale.

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Ognibene S.p.A., Mancasale Reggio Emilia: Progetto di ricerca L.46/82 - "Ricerca e Sviluppo di un sistema di guida steer-by-wire atto a funzionare su macchine movimento terra (off-highway), in particolare su trattori agricoli di media ed alta potenza".

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

Strumenti hardware

- ◆ Piattaforma dSpace 1103 per realizzazione di test con metodologia "Hardware in the Loop" dei prototipi realizzati;
- ◆ Kit di realizzazione di circuiti stampati;
- ◆ Kit di sviluppo di applicazioni basate su microcontrollori (Microchip, Motorola).

Strumenti Software

- ◆ Software di simulazione elettronica (Orcad);
- ◆ Software di progettazione elettronica (Eagle);
- ◆ Software di programmazione di microcontrollori (Mplab, CodeWarrior);
- ◆ Software di modellazione del sistema fisico (Matlab e Simulink).

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.dii.unimo.it/steer/>

Persone di contatto

- ◆ Ing. Alessandro Bertacchini, e-mail: bertacchini.alessandro@unimore.it
tel. +39 059 2056169
- ◆ Dr. Riccardo Morselli, e-mail: morselli.riccardo@unimore.it
tel. +39 059 2056169
- ◆ Prof. Paolo Pavan, e-mail: paolo.pavan@unimore.it
tel. +39 059 2056158
- ◆ Prof. Roberto Zanasi, e-mail: roberto.zanasi@unimore.it
tel. +39 059 2056161

Tematica 3: Metodi di progetto innovativi per controllori di sistemi di produzione meccatronici

Descrizione

Obiettivi

Il progetto riguarda lo sviluppo e la definizione di nuovi metodi per il progetto dei sistemi di controllo per sistemi di produzione automatizzati che utilizzino estensivamente componenti meccatronici. Il progetto affronta una problematica molto comune nel campo dello sviluppo di macchine automatizzate per la produzione di merci e beni di consumo. Lo stato dell'arte, infatti, consiste nello sviluppare il software di controllo in modo non strutturato e scarsamente organizzato, mediante un approccio di tipo "programma-prova-modifica" che conduce al rilascio di un applicativo di difficile gestione e riutilizzo.

La ricerca si propone di sviluppare un metodo di supporto alla progettazione e realizzazione del software di automazione che sia compatibile con i vincoli operativi relativi alle applicazioni industriali (uso di PLC, vincoli di Tempo Reale, organizzazione su processi concorrenti), che si basi su un approccio orientato agli oggetti.

Attività

Il metodo che si intende sviluppare utilizza in modo estensivo il linguaggio Unified Modeling Language (UML). UML e' un linguaggio riconosciuto come standard a livello internazionale per la descrizione orientata agli oggetti dell'architettura e dell'implementazione di un applicativo software. UML viene usato comunemente nello sviluppo di applicazioni software in ambito "business" e "web", ma e' ancora scarsamente utilizzato nelle applicazioni di tipo industriali ed "embedded".

Il progetto proposto riguarda lo sviluppo di un metodo che utilizza ed adatta lo standard UML per le seguenti attività:

- ◆ analisi dei requisiti di un progetto software di una macchina automatica;
- ◆ organizzazione architetture dell'applicazione in oggetti "meccatronici" della macchina;
- ◆ descrizione degli automi a stati finiti per il controllo dei processi sequenziali della macchina;
- ◆ definizione dei pattern test per la verifica del software.

I risultati attesi dal progetto sono:

- ◆ definizione di una procedura (HOW-TO) da applicare a casi concreti per lo sviluppo di applicazioni software in ambiente industriale;
- ◆ sviluppo di opportune modifiche di tool UML commerciali per il supporto informatico (ambiente CASE) necessario allo sviluppo e manutenzione di una applicazione industriale.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi. "Design and verification of industrial logic controllers with uml and statecharts". In IEEE Conference on Control Application (IEEE-CCA), Istanbul, Turkey, June 23-25 2003
- ◆ M. Bonfè, C. Donati, and C. Fantuzzi. "An application of software design methods to manufacturing systems supervision and control". In IEEE Conference on Control Application (IEEE-CCA), Galsgow, Scotland, September 18-20 2002
- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi, and L. Poretti. "PLC object-oriented programming using IEC 61131-3 norm languages: An application to manufacture machinery". In European Control Conference, pages 3235-3240, Porto, Portugal, September 4-7 2001
- ◆ Bonfè M. and C. Fantuzzi. "Object-oriented approach to PLC software design for a manufacture machinery using IEC 61131-3 norm languages". In IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pages 787-792, Como, Italy, July 8-12 2001
- ◆ Bonfè and C. Fantuzzi. "Mechatronic objects encapsulation in IEC61131-3 norm." In Proc. of 4th International PLCOpen conference on Industrial Contrl Programming, pages 117-125, Utrecht, The Netherlands, October 10-11, 2000
- ◆ M. Bonfè and C. Fantuzzi. "Mechatronic objects encapsulation in IEC 1131-3 norm." In Proceedings of IEEE International Conference on Control Applications, pages 598-603, Anchorage, Alaska, USA, September 25-27, 2000

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Dipartimento di Ingegneria, Università di Ferrara (FE): la collaborazione verte sullo studio di nuove metodologie per lo sviluppo di software orientato agli oggetti per il controllo delle macchine automatiche, in particolare l'uso del linguaggio UML applicato alle problematiche della automazione industriale.
- ◆ University of Halle-Wittenbe, Department of Engineering Science, Halle (D): la collaborazione riguarda lo studio delle metodologie formali per la verifica del software per i sistemi automatici. In particolare, vengono studiate tali metodologie applicate nel contesto delle normative IEC 61131-3 e IEC 61499.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ attività di ricerca in collaborazione con il Consorzio Ferrara Sinergia. La ricerca ha riguardato lo sviluppo di un metodo di progetto per il software di controllo per Controllori Logici Programmabili (PLC) secondo le modalità specificate dallo standard IEC 61131-3;
- ◆ attività di ricerca in collaborazione con la Tetra Brik Carton Ambient di Modena;
- ◆ la ricerca, intitolata "Sviluppo di nuove piattaforme per l'Automazione Industriale", ha riguardato lo sviluppo ed applicazione di metodologie di ingegneria del software allo sviluppo di nuove architetture per l'automazione industriale.

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ miglioramento della qualità del software;
- ◆ diminuzione dei costi dello sviluppo dell'applicativo, della manutenzione e riutilizzo in altri progetti.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ aziende operanti nel settore della progettazione, costruzione e vendita di macchine automatiche;
- ◆ aziende produttrici di software ed hardware per il controllo di macchine automatiche e sistemi meccatronici;
- ◆ aziende per la costruzione di macchine per la produzione automatizzate con rilevante utilizzo di componenti meccatronici (es. macchine automatiche).

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Case tool per lo sviluppo UML (Rational Rose, System Architect)

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.ingre.unimo.it/docenti/fantuzzi/index.html>

Persone di contatto

- ◆ Prof. Cesare Fantuzzi, e-mail: cesare.fantuzzi@unimore.it,

Tematica 4: Sviluppo ed ottimizzazione di sistemi idraulici ad elevata integrazione elettronica

Descrizione

Obiettivi

Il progetto si propone, attraverso un'attività sia numerica sia sperimentale, di definire quali siano i parametri progettuali ed operativi che condizionino il funzionamento di sistemi idraulici di regolazione, sviluppati per costituire gruppi di gestione della potenza idraulica a comando e controllo elettronico. La crescente richiesta di apparecchiature idrauliche, sia fisse che mobili, che presentino elevati standard di sicurezza e di ripetibilità operativa ha infatti imposto, oramai da diversi anni, l'adozione di comandi remoti e di sistemi di controllo distribuiti che, se da un lato permettono di concentrare la gestione dell'operatività della macchina, dall'altro richiedono un crescente coinvolgimento della diagnostica on-board. Come noto, le macchine, i componenti ed i sistemi idraulici presentano delle caratteristiche di funzionamento dinamico prettamente non-lineari, che difficilmente possono essere definite trascurando effetti quali la comprimibilità del fluido, i transitori termici, la variabilità delle forze di attrito con pressione e temperatura e la dipendenza delle forze fluidodinamiche (sia assiali che radiali) dalla potenza idraulica gestita. La gestione elettronica di un'apparecchiatura idraulica, di conseguenza, non può essere progettata ed ottimizzata fintanto che il comportamento idraulico e meccanico dell'apparecchiatura stessa (intesa sia come componente singolo, sia come sistema di generazione e/o gestione della potenza idraulica) non sia stato completamente definito da un'accurata analisi non-lineare, in modo che possa risultare chiaro quali variabili progettuali ed operative siano quelle maggiormente indicate per essere utilizzate all'interno delle logiche di comando e controllo ad essa applicate. La chiave concettuale alla base dello sviluppo di un sistema idraulico a forte integrazione elettronica risiede, quindi, nella scelta adeguata delle variabili idrauliche e meccaniche da monitorare durante il funzionamento dell'apparecchiatura e da utilizzare come segnali in retroazione da sottoporre all'architettura di controllo, nella definizione dei livelli di retroazione da indurre nel sistema e nell'individuazione di quali effetti vengano introdotti sul funzionamento dei singoli componenti al variare delle caratteristiche operative del sistema.

La ricerca si propone, attraverso una opportuna fase di modellazione e validazione sperimentale del comportamento dinamico di alcuni sistemi idraulici campione (quali, ad esempio, un blocco valvole/distributori per la gestione dell'operatività di un mini-escavatore, un sistema di valvole/distributori per la gestione della cilindrata di macchine volumetriche a pistoncini assiali, un gruppo valvole/accumulatori per la gestione della posizione di assali sospesi o una trasmissione idrostatica con macchine volumetriche a cilindrata variabile) di determinare quali variabili associate al flusso di potenza idraulica e meccanica caratteristico del sistema siano quelle maggiormente indicate per la sintesi di una strategia di controllo, con l'obiettivo da un lato di minimizzare la risposta dinamica del sistema agli input provenienti dall'esterno, dall'altro di massimizzarne l'efficienza e la sicurezza operativa.

Attività

L'attività prevista si presuppone articolata in diverse fasi, che possono essere riassunte come segue:

- ◆ definizione e validazione di modelli non-lineari delle macchine e dei componenti costituenti quei sistemi per la gestione ed il controllo della potenza idraulica scelti come campione, ideati e sviluppati per includere gli effetti dei transitori termici, della variabilità delle caratteristiche di attrito con pressione e temperatura e della dipendenza delle forze fluidodinamiche al variare della potenza idraulica gestita;
- ◆ individuazione delle variabili idrauliche principalmente condizionanti il funzionamento di tali sistemi idraulici, e sviluppo di una architettura di controllo pensata per ridurre i tempi di risposta del sistema e per massimizzare l'efficienza, la precisione e la ripetibilità degli stessi;
- ◆ simulazione numerica di alcuni cicli di lavoro tipici dei sistemi considerati, al variare delle caratteristiche idrauliche di funzionamento;
- ◆ validazione sperimentale dei risultati ottenuti, con particolare riferimento all'analisi dell'impatto del ciclo di controllo delle variabili idrauliche di funzionamento sul comportamento reale dei sistemi e dei componenti oggetto di studio.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ M. Borghi, M. Milani, G. Toderi – Sul Calcolo della Spinta sulle Fiancate nelle Macchine Oleodinamiche ad Ingranaggi Esterni - Atti del 51° Congresso Nazionale ATI – Udine, 16-20 Settembre, 1996
- ◆ M. Borghi, G. Cantore, M. Milani, R. Paoluzzi – Experimental and Numerical Analysis of Forces on a Hydraulic Distributor - Proceedings of The Fifth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP '97 –Linköping, Sweden, 28-30 May, 1997
- ◆ M. Borghi, G. Cantore, M. Milani – Distribuzione della Pressione nei Vani di una Pompa a Palette - Atti del 52° Congresso Nazionale ATI – Villa Erba, Cernobbio (Como), 22-26 Settembre, 1997
- ◆ M. Borghi, G. Cantore, M. Milani, A. Valentini – Analisi della Risposta Dinamica del Circuito di Comando degli Attuatori di un Escavatore - Atti del 53° Congresso Nazionale ATI – Firenze, 14-18 Settembre 1998
- ◆ M. Borghi, G. Cantore, M. Milani, R. Paoluzzi – Numerical Analysis of Lateral Forces Acting on Spools of Hydraulic Components - Proceedings of the 1998 IMECE - ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition - Fluid Power systems Technology Division – Anaheim, California, November 15-20, 1998
- ◆ M. Borghi, M. Milani, R. Paoluzzi – Transient Flow Forces Estimation on the Pilot Stage of a Hydraulic Valve - Proceedings of the 1998 IMECE - ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition - Fluid Power Systems Technology Division – Anaheim, California, November 15-20, 1998
- ◆ M. Borghi, G. Cantore, M. Milani, R. Paoluzzi – Analysis of Hydraulic Components Using Computational Fluid Dynamics Models - Paper C09297 - Proceedings of the Institution of

Mechanical Engineers - Vol. 212 (7), Part C - Journal of Mechanical Engineering Science - pp. 619-629 - November, 1998

- ◆ M. Borghi, G. Cantore, M. Milani – Variable Displacement Axial Piston Pump Volumetric Efficiency Analysis - Proceedings of The Sixth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP '99 – Tampere, Finland, 25-28 May, 1999
- ◆ M. Borghi, M. Milani, R. Paoluzzi – Stationary and Dynamic Analysis of a Water Relief Valve – Proceedings of The Fourth JHPS International Symposium on Fluid Power, JHPS '99 – Co-Sponsored ASME – Ariake, Tokyo, Japan, 15-17 November, 1999
- ◆ M. Borghi, M. Milani, R. Paoluzzi – Stationary Axial Flow Forces Analysis on Compensated Spool Valves - International Journal of Fluid Power - ISSN 1439-9776 - Vol. 1, N. 1 - pp. 17-24 - March, 2000
- ◆ M. Borghi, M. Milani, E. Sedoni – Flow Forces Effect on the Behaviour of an Open Centre Hydraulic Distributor - Proceedings of the ASME IMECE 2000 - ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition – FPSTD – Vol. 7 - Fluid Power Systems Technology Division – Orlando, Florida, November 7-10, 2000
- ◆ M. Borghi, C. Bussi, M. Milani, R. Paoluzzi – Reliability of Fluid Cavitations Analysis by Means of an Equivalent Fluid Characteristics Modelling – Proceedings of the 7th Scandinavian International Conference on Fluid Power, SCIFP '01 – pp. 143-160 - Linkoping, Sweden – May 30, June 1, 2001
- ◆ M. Borghi, M. Milani, F. Paltrinieri, M. Guidetti – Influenza del rodaggio sulle condizioni di funzionamento di macchine volumetriche ad ingranaggi esterni – Atti del 56° Congresso Nazionale ATI – Napoli – 10-14 Settembre 2001
- ◆ M. Milani – Designing the Hydraulic Locking Balancing Grooves – Paper I07100 - Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Vol. 215, Part I - Journal of Systems and Control Engineering — pp. 453-465 – November 2001
- ◆ M. Borghi, M. Milani, F. Paltrinieri – Modelling and Simulating Hydraulically Balanced External Gear Pump – Proceedings of the 2nd International FPNI Ph.D. Symposium on Fluid Power – Modena, July 2-5, 2002 – ISBN 88-88679-00-6
- ◆ M. Borghi, C. Bussi, M. Milani, F. Paltrinieri – A Numerical Approach to the Hydraulic Fluids Properties Prediction – Proceedings of the Eight Scandinavian International Conference on Fluid Power – SICFP '03 – May 7-9, 2003 – Tampere, Finland

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ DIMEC – Università di Modena e Reggio Emilia (MO)

Collaborazioni di Ricerca riguardanti:

- analisi del funzionamento ed ottimizzazione delle prestazioni di macchine volumetriche operatrici (in particolare pompe ad ingranaggi esterni e pompe a pistoni assiali a piastra inclinata);
- studio e previsione delle forze fluidodinamiche interessanti, in condizioni di efflusso stazionarie e dinamiche, gli elementi mobili dei componenti oleoidraulici di regolazione elettro-pilotati a posizionamento continuo e discreto;

- studio dell'influenza delle condizioni operative (transitori termici e di pressione) sulle proprietà fisiche di fluidi idraulici industriali, e sviluppo di modelli teorico-numeriche per l'analisi dell'efflusso in condizioni di incipiente cavitazione e di cavitazione sviluppata.

◆ IMAMOTER – CNR (FE)

Collaborazioni di Ricerca riguardanti:

- studio e previsione delle forze fluidodinamiche interessanti, in condizioni di efflusso stazionarie e dinamiche, gli elementi mobili dei componenti oleoidraulici di regolazione elettro-pilotati a posizionamento continuo e discreto;

- utilizzo della Computational Fluid Dynamics (CFD) per la progettazione e l'ottimizzazione fluidodinamica di parti di macchina e/o di componenti idraulici di regolazione;

- studio dell'influenza delle condizioni operative (transitori termici e di pressione) sulle proprietà fisiche di fluidi idraulici industriali, e sviluppo di modelli teorico-numeriche per l'analisi dell'efflusso in condizioni di incipiente cavitazione e di cavitazione sviluppata.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto Integrato CNR-Università – Studio dei transitori interni di pompe oleodinamiche a stantuffi assiali – 1997
- ◆ Progetto Obiettivo II – Misura 3.2 della Regione Emilia Romagna – Macchine e Componenti Oleoidraulici funzionanti ad acqua - 1998
- ◆ Progetto Obiettivo II – Misura 1.6 della Regione Emilia Romagna - Lo sviluppo di prodotti innovativi come motore per l'avanzamento tecnologico di aree di PMI - 1999
- ◆ ESPRIT Project 27179 - Simulation in Fluid PoWer System as a Tool for Virtual Prototyping in a Concurrent EngineerING Environment (SWING) - 1998-1999
- ◆ HYDROCONTROL S.p.A. (2000) - Analisi numerica bi e tridimensionale del campo di moto all'interno di componenti oleoidraulici di regolazione - Contratto di Ricerca con il Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
- ◆ HYDROCONTROL S.p.A. (2001) – Sviluppo ed applicazione di modelli di calcolo per lo studio del campo di moto all'interno di componenti oleoidraulici di regolazione – Contratto di Ricerca con il Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
- ◆ HYDROCONTROL S.p.A. (2002) – Influenza delle caratteristiche di efflusso di un fluido incomprimibile sui parametri progettuali di componenti oleoidraulici di regolazione – Contratto di Ricerca con il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
- ◆ WALVOIL S.p.A. (2003) – Simulazione di Circuiti Idraulici per Applicazioni Mobili – Contratto di Ricerca con il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
- ◆ ARON S.p.A. (2003) – Messa a punto di metodologie progettuali assistite da calcolatore per la simulazione del comportamento di componenti di regolazione on/off e proporzionali – Contratto di Ricerca con il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ incremento della sicurezza, della ripetibilità e della precisione di sistemi idraulici di regolazione a comando e controllo elettronico;
- ◆ sviluppo di logiche di comando e controllo in catena chiusa fondate sul monitoraggio delle variabili progettuali ed operative maggiormente condizionanti il comportamento non-lineare dei sistemi idraulici di regolazione.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ imprese costruttrici di componenti e sistemi elettro-idraulici di regolazione per applicazioni mobili e fisse;
- ◆ imprese costruttrici di unità di generazione della potenza idraulica a cilindrata fissa e variabile a controllo elettro-idraulico;
- ◆ imprese costruttrici di macchine movimento terra, da cantiere ed off-road.

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Aron S.p.A. di Reggio Emilia (RE)

Principali Rapporti operativi

Contratto di Ricerca attivato nel Giugno 2003 con il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria – Responsabile Prof. Ing. Sandro Sandolini

Svolgimento di Stages Formativi in Azienda

Svolgimento di Tesi di Laurea

Tematica

Messa a punto di metodologie progettuali assistite da calcolatore per la simulazione del comportamento di componenti di regolazione on/off e proporzionali

- ◆ Hydrocontrol S.p.A. di Osteria Grande (BO)

Principali Rapporti Operativi

Contratto di Ricerca attivato nell'Ottobre 2003 con il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria – Responsabile Prof. Ing. Sandro Sandolini

Svolgimento di Stages Formativi in Azienda

Svolgimento di Tesi di Laurea

Tematica

Influenza delle caratteristiche di efflusso di un fluido incomprimibile sui parametri progettuali di componenti oleoidraulici di regolazione

Analisi dell'influenza delle condizioni operative sul comportamento dinamico di sistemi elettr-idraulici per applicazioni mobili

- ◆ Ognibene S.p.A. di Reggio Emilia (RE)

Principali Rapporti Operativi

Svolgimento di Stages Formativi in Azienda

Svolgimento di Tesi di Laurea

Tematica

Validazione e messa a punto di modelli per la simulazione dinamica di sistemi di sospensione idraulica con assale sospeso

- ◆ Oleostar S.p.A. di Reggio Emilia (RE)

Principali Rapporti Operativi

Svolgimento di Stages Formativi in Azienda

Svolgimento di Tesi di Laurea

Tematica

Caratterizzazione numerico-sperimentale del comportamento stazionario e dinamico di componenti di regolazione a cartuccia di tipo 4/3 e proporzionali

- ◆ SamHydraulik S.p.A. di Reggio Emilia (RE)

Principali Rapporti Operativi

Svolgimento di Stages Formativi in Azienda

Svolgimento di Tesi di Laurea

Tematica

Analisi ed ottimizzazione del funzionamento di sistemi di regolazione della cilindrata di pompe a pistoni assiali

- ◆ Walvoil S.p.A. di Reggio Emilia (RE)

Principali Rapporti Operativi

Contratto di Ricerca attivato nel Marzo 2003 con il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria – Responsabile Prof. Ing. Sandro Sandolini

Svolgimento di Stages Formativi in Azienda

Svolgimento di Tesi di Laurea

Tematica

Simulazione di Circuiti Idraulici per Applicazioni Mobili

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Software di simulazione CFD 1D (AMESim)
- ◆ Software di simulazione CFD 2D-3D (Fluent)
- ◆ Software di sviluppo MATLAB + SIMULINK
- ◆ Software CAD SolidWorks
- ◆ Software per il Calcolo Strutturale ABAQUS

Persone di contatto

- ◆ Prof. Ing. Sandro Sandrolini, e-mail: sandolini.sandro@unimore.it
Ordinario di Macchine a Fluido (ING-IND/08) - Facoltà di Ingegneria – Sede di Reggio Emilia – Via Allegri – Reggio Emilia
Dipartimento di Scienze e Metodi dell’Ingegneria – Via Fogliani 1 – Reggio Emilia
Tel. 0522 – 522619
- ◆ Dott. Ing. Massimo Milani, e-mail: milani.massimo@unimore.it
Ricercatore Confermato di Macchine a Fluido (ING-IND/08)
Facoltà di Ingegneria – Sede di Reggio Emilia – Via Allegri 15 – Reggio Emilia
Uff. Reggio Emilia: 0522 522212
Dipartimento di ingegneria Meccanica e Civile – Via Vignolese 905/b – Modena
Tel. Uff. Modena: 059 2056152

Struttura 2: DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (UNIPR)

Università di Parma

DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Sito web: <http://www.dii.unipr.it>

Indirizzo: Parco Area delle Scienze, 181/A - 43100 Parma

Tel. 0521 905800

Direttore: Prof. Ing. Giorgio Picchi

e-mail: giorgio.picchi@unipr.it

Attività

TEMA 1 - Azionamenti elettrici ad alta dinamica con diagnostica integrata

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ 2 banchi prova motore con freno e torsionmetro fino a 100 Nm, 15000 rpm
- ◆ 2 Variac trifase
- ◆ Wattmetro digitale trifase Yokogawa con opzione motore
- ◆ 2 Data Logger
- ◆ 1 Oscilloscopio digitale LeCroy 2 canali
- ◆ 3 Oscilloscopi digitali LeCroy a 4 canali dotati di software per l'elaborazione numerica dei segnali acquisiti
- ◆ 1 Oscilloscopio Philips, tipo "Combiscope"
- ◆ 1 Analizzatore di spettro digitale
- ◆ 2 sonde di corrente a effetto Hall a larga banda passante e 4 sonde differenziali per alte tensioni
- ◆ Macchina a controllo numerico per la realizzazione per circuiti stampanti
- ◆ Sistemi di sviluppo ed emulazione per microcontrollori (Microchip e Hitachi)
- ◆ Sistemi di sviluppo DSP ADMC401
- ◆ Sistemi di sviluppo DSP ADMCF34x
- ◆ Sistemi di sviluppo DSP ADMC 29xx
- ◆ Sistemi di sviluppo DSP Motorola 56F80x
- ◆ Sistemi di sviluppo DSP SHARC e Blackfin
- ◆ Software Matlab
- ◆ Microscopio elettronico a scansione (SEM) per analisi di guasto
- ◆ Software per la simulazione elettrica e termica di dispositivi a semiconduttore
- ◆ Generatore di corrente programmabile da 110 A

Tematica 1 - Azionamenti elettrici ad alta dinamica con diagnostica integrata

Descrizione

Obiettivi

La ricerca riguarda il settore degli azionamenti per macchine elettriche e, in particolare, gli azionamenti elettrici ad elevate prestazioni: macchine utensili, robotica, azionamenti per applicazioni automotive. Questa tipologia di azionamento si contraddistingue per il controllo di velocità (e di coppia) ottimizzato per le prestazioni di tipo dinamico. E' tipicamente richiesta la possibilità di lavorare a velocità anche molto basse o nulle e, come ulteriore sviluppo in configurazione "Direct Drive". La disponibilità di sistemi elettronici digitali (DSP) con elevata potenza di calcolo e periferiche integrate orientati al "motion control" permette di realizzare controlli evoluti per applicazioni ad alta dinamica, di eliminare o ridurre l'impatto dei sensori di posizione e/o di velocità, di implementare strutture di controllo particolarmente evolute e flessibili basate anche su tecniche non convenzionali tipiche dell'intelligenza artificiale (reti neurali, fuzzy logic, ecc.) e di inglobare sofisticate funzioni di diagnostica preventiva dell'attuatore elettromeccanico e degli stadi di conversione dell'energia elettrica.

Attività

La ricerca si fonda sulla disponibilità di dispositivi digitali a basso costo e la diffusione ormai consolidata di componenti elettronici di potenza che integrano le funzioni di protezione e gli stadi pilota (IPM, Intelligent Power Modules) ad essi direttamente interfacciabili e che assicurano elevata affidabilità e una maggiore qualità delle conversioni energetiche (in termini sia di riduzione delle emissioni elettromagnetiche sia di migliore rendimento) permette di estendere la regolazione di velocità e di coppia anche in ambiti meno sofisticati ma egualmente strategici (compressori, pompe, ventilatori) per finire alla diffusione di azionamenti controllati anche in campo civile e residenziale (argani, apriporta, refrigerazione elettrodomestici in generale) grazie anche al superiore rendimento energetico offerto. Un aspetto altrettanto interessante riguarda l'integrazione della diagnostica a livello degli algoritmi di controllo che può essere convertita, di fatto, in diagnostica in linea in modo da migliorare la continuità di servizio e la possibilità di integrare protocolli di comunicazione particolarmente evoluti che rendano l'azionamento più "intelligente".

Filoni di ricerca in atto e da sviluppare nel futuro inerenti la tipologia/tematica

Alcune applicazioni realizzate e riportate come esempio riguardano:

- ◆ l'implementazione di un controllo a orientamento di campo per "Washing Machines" in grado di equilibrare il carico grazie a una lettura della corrente di coppia che normalmente viene

proposto a fini diagnostici. Lo stesso principio è utilizzato per stabilire la corretta distribuzione del carico in modo da realizzare elevatissime velocità di rotazione dei cestelli.

- ◆ l'integrazione dell'elettronica di controllo (tramite DSP) e alimentazione dei motori passo passo a magneti permanenti per macchine tessili. L'implementazione di un protocollo di comunicazione di tipo CAN permette di comandare i vari attuatori dislocati all'interno della macchina con un risparmio sulla complessità di cablaggio e sui materiali impiegati e con la possibilità di implementare una diagnostica particolarmente efficace a livello di singolo attuatore.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ A. Bellini, F. Filippetti, G. Franceschini, C. Tassoni, R. Passaglia, M. Saottini, G. Tontini, M. Giovannini, M. Rossi "On-field experience with online diagnosis of large induction motors cage failures using MCSA" *Industry Applications, IEEE Transactions on*, Volume: 38 Issue: 4, July-Aug. 2002 Page(s): 1045 –1053
- ◆ M. Ciappa, F. Carbognani, P. Cova W. Fichtner "A new Thermomechanics-based life time prediction model for cycle fatigue failure mechanisms in power semiconductors" *Microelectronics reliability Vol.42 pp. 1623-1628, 2002*
- ◆ A. Bellini, F. Filippetti, G. Franceschini, C. Tassoni, G.B. Kliman, "Quantitative Evaluation of Induction Motor Broken Bars By Means of Electric Signals Signatures", *IEEE Transactions on Industry Applications Society*, vol. 37, no. 5, Sept/Ott 2001, pp. 1248 -1255
- ◆ E.A. Carter, A. Bellini, D. Murdock, R.D. Lorenz, "Comparative Evaluation of Flux Observers in a High Performance Drives Testbed", in *Proc. of EPE 2001 Graz, Austria, Agosto 2001*.
- ◆ A. Bellini, F. Filippetti, G. Franceschini, C. Tassoni, "Closed Loop Control Impact on the Diagnosis of Induction Motors Faults", *IEEE Transactions on Industry Applications Society*, vol. 36, no. 5, Sept/Oct 2000, pp. 1318-1329
- ◆ G. Salles, F. Filippetti, C. Tassoni, G. Crellet, G. Franceschini, "Monitoring of induction motor load by neural network techniques" *Power Electronics, IEEE Transactions on* , Volume: 15 Issue: 4 , July 2000 Page(s): 762 –768
- ◆ A. Vagati, M. Pastorelli, F. Scapino, G. Franceschini, "Impact of cross saturation in synchronous reluctance motors of the transverse-laminated *type*" *Industry Applications, IEEE Transactions on*, Volume: 36 Issue: 4, July-Aug. 2000 Page(s): 1039 –1046
- ◆ F. Filippetti, G. Franceschini, C. Tassoni, P. Vas "Recent developments of induction motor drives fault diagnosis using AI techniques" *Industrial Electronics, IEEE Transactions on* , Volume: 47 Issue: 5 , Oct. 2000 Page(s): 994 –1004
- ◆ A. Vagati, M. Pastorelli, G. Franceschini V. Drogoreanu "Flux-observer-based high-performance control of synchronous reluctance motors by including cross saturation" *Industry Applications, IEEE Transactions on* , Volume: 35 Issue: 3 , May-June 1999 Page(s): 597 -605
- ◆ A. Bellini, R. Rovatti, M. Scheffler, "Fuzzy Logic in Power Supply Applications", on "Knowledge-Based Intelligent Techniques in Industry", editors L.C. Jain, R.P. Johnson, Y. Takefuji, L.A. Zadeh, CRC Press Publication, Boca Raton, FL, USA, September 1998, pp. 155-189

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

◆ Politecnico di Torino - (TO)

Progetto e controllo di motori sincroni a riluttanza, elettronica di conversione e controllo per scooter elettrici ad alte prestazioni. Si è realizzato un prototipo di Scooter funzionante con motore sincrono a riluttanza e controllo di tipo digitale. Particolare attenzione è stata rivolta al recupero di energia ed alla equalizzazione di carica e scarica del pacco batterie per assicurare una elevata autonomia.

◆ WITTUR S.p.A. - Colorno (PR)

Progetto di azionamenti elettrici a bassa (300V) e bassissima (48V) tensione per apriporta industriali. Progetto di azionamenti multipli per argani di ascensori. Si è realizzato un convertitore elettronico in bassa tensione per il pilotaggio di motori asincroni e un azionamento a bassissima tensione per i motori di tipo brushless. In entrambi i casi si è implementata la possibilità di riapertura automatica tramite batteria per evitare problemi dovuti alla mancata presenza di energia elettrica.

◆ Analog Devices - Inc. USA

Progetto di un azionamento digitale basato su DSP per il controllo *sensorless* di tipo a orientamento di campo per macchine lavatrici. Il prototipo realizzato permette di raggiungere elevate velocità di rotazione del cestello assicurando l'equilibratura del carico.

◆ CESI - Milano (MI)

Sistemi di diagnostica per macchine a induzione. Lo studio ha portato alla realizzazione di un sistema diagnostico automatico correntemente utilizzato nelle centrali ENEL per la diagnosi preventiva dei guasti elettrici dei ventilatori

◆ ASK Industries - Reggio Emilia (RE)

Progetto di amplificatori audio con architettura ibrida (Digitale/Analogica) e di convertitori dc/dc per impieghi automotive. Il prototipo di amplificatore ibrido realizzato raggiunge livelli di distorsione comparabili con quelli degli amplificatori in classe AB di costo equivalente fornendo un rendimento più che doppio.

◆ MAYA Elettronica - Reggio Emilia (RE)

Sviluppo di azionamenti per veicoli elettrici leggeri si sta sviluppando un'elettronica per motori brushless ad alta velocità in grado di sfruttare la zona di funzionamento a potenza costante.

◆ DINEMA – Brescia (BS)

Sviluppo di un azionamento di tipo digitale basato su DSP per motori passo passo per macchine tessili. Il progetto ha portato alla realizzazione di un azionamento per motori passo passo a magneti permanenti in grado di realizzare, al momento, oltre 15000 passi al secondo, ottimizzando il rendimento.

◆ POSEICO S.p.A – Genova (GE)

Modellizzazione elettro-termica di diodi di potenza p-i-n e di resistori in silicio per tecnologie press-pack. Il progetto si propone la messa a punto di modelli fisici e modelli compatti ad elementi concentrati del comportamento elettro-termico dinamico dei dispositivi in oggetto.

◆ ELPROM – Parma (PR)

Progetto di motori asincroni con inverter a bordo, il progetto è ancora in fase di specifiche. Si prevede di migliorare gli attuali progetti ELPROM integrando il motore elettrico con l'elettronica di potenza e controllo.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ COFIN 2000: "Sistema integrato di controllo per city scooter con gestione ottimizzata dell'energia tramite processore dedicato"
- ◆ COFIN 2001: "Diagnostica avanzata di sistemi elettromeccanici"
- ◆ Convenzione di ricerca Poseico: "Modellizzazione elettrica e termica di diodi PiN di potenza"
- ◆ Progetto Europeo RAPSDRA: "Affidabilità di componenti e moduli di potenza"
- ◆ Convenzione di ricerca Analog Devices: "Azionamenti sensorless per macchine lavatrici"
- ◆ Convenzione di ricerca WITTUR: "Azionamenti digitali per apriporta industriali"
- ◆ Convenzione di ricerca ASK Industries: "Conversione statica dell'energia ad alta efficienza per applicazioni automotive"
- ◆ Convenzione di ricerca Analog Devices: "Trasformate wavelet per DSP a virgola fissa"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ aumento delle prestazioni in termini di velocità, rendimento e affidabilità degli azionamenti elettrici e loro integrazione nei dispositivi mecatronici;
- ◆ riduzione dei costi tramite l'ottimizzazione progettuale dei dispositivi mecatronici;
- ◆ aumento della flessibilità dei sistemi dovuto alla realizzazione completamente digitale (tramite DSP) delle funzioni di controllo e diagnostica a bordo;
- ◆ azionamenti per "washing machines" dotati di diagnostica on-line per l'equilibratura dei cestelli;
- ◆ apriporta industriali con funzioni di riapertura automatica di emergenza in bassa tensione ad accoppiamento diretto ed elevato rendimento energetico;
- ◆ organi ad elevato rendimento energetico e diagnostica di sistema integrata;
- ◆ brake by wire e Steer by wire.

Tipologia di imprese destinatarie

Imprese operanti nei settori:

- ◆ Elettromeccanico

- ◆ Elettronica di potenza
- ◆ Automotive
- ◆ Macchine utensili
- ◆ Oleodinamica
- ◆ Energetico

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

Collaborazioni già attive con WITTUR, ELPROM, ASK, MAYA in ambito meccatronico sulle attività descritte sopra.

Persone di contatto

- ◆ Giovanni Franceschini, e-mail: giovanni.franceschini@unipr.it
Dipartimento di Ingegneria dell'informazione, Parco Area delle scienze 181/A, Parma
Tel: +39 0521 905821 Fax: +39 0521 905822
- ◆ Alberto Bellini, e-mail: alberto.bellini@unipr.it
Dipartimento di Ingegneria dell'informazione, Parco Area delle scienze 181/A, Parma
Tel: +39 0521 905831 Fax: +39 0521 905822

Struttura 3: DIEM - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia (UNIBO)

Università di Bologna

DIEM - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia

Sito web: www.diem.unibo.it

Indirizzo: Viale del Risorgimento, 2 - 40136 Bologna

Direttore: Prof. Piero Pelloni

e-mail: giorgio.pelloni@mail.ing.unibo.it

Attività

TEMA 1 - Influenza dei giochi sulla posizione e orientamento dei membri dei meccanismi piani e spaziali

TEMA 2 - Metodi di analisi e sintesi di meccanismi spaziali di tipo parallelo

TEMA 3 - Tecniche di collaudo e di controllo di pezzi meccanici e di processi

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura

- ◆ Interferometro Laser
- ◆ Banco di prova azionamenti elettrici D-SPACE
- ◆ Officina meccanica con macchine utensili tradizionali e a controllo numerico

Tematica 1: Influenza dei giochi sulla posizione e orientamento dei membri dei meccanismi piani e spaziali

Descrizione

Obiettivi

L'influenza del gioco nelle coppie cinematiche dei meccanismi produce contrastanti effetti: da un lato è utile per il montaggio e il funzionamento delle macchine, dall'altro è causa di errori di posizione e di orientamento dei membri della macchina stessa.

In alcune applicazioni il gioco viene eliminato precaricando gli elementi cinematici che costituiscono la coppia, mentre in molte applicazioni non è possibile, o conveniente, utilizzare coppie precaricate.

In questi ultimi casi occorre conoscere l'effetto che i giochi hanno sotto le azioni delle forze agenti sulla macchina per valutare il livello di tolleranze necessario ad ottenere la precisione richiesta.

In questo contesto diventa di importanza fondamentale potere disporre di modelli matematici idonei alla simulazione del comportamento del meccanismo e in grado di fornire risultati quantitativi sull'entità degli errori prodotti dai giochi.

Attività

Presso il DIEM sono stati sviluppati recentemente nuovi codici di calcolo che consentono di modellare il gioco e valutare gli errori di posizione e orientamento prodotti sui membri di interesse della macchina. La simulazione permette, inoltre, di valutare l'influenza di ogni singola coppia cinematica e quindi di definire la tolleranza ottima che ogni coppia deve avere: ciò consente di ottimizzare i costi di lavorazione. I codici sviluppati sono applicabili sia a meccanismi in catena aperta (manipolatori seriali) sia a meccanismi in catena chiusa (manipolatori di tipo parallelo).

L'attività in corso è volta a potenziare gli algoritmi impiegati nei codici di calcolo ed a rendere accessibili questi ultimi al progettista industriale.

Filoni di ricerca in atto e da sviluppare nel futuro inerenti la tematica

Gli studi finora condotti hanno affrontato l'effetto dei giochi nei meccanismi isostatici.

E' in fase di studio la possibilità di estendere i codici anche ai meccanismi iperstatici, meccanismi utilizzati in alcune importanti applicazioni quali, ad esempio, le macchine utensili e gli strumenti di misura.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ PARENTI-CASTELLI V., VENANZI S., and LENARCIC J., "Influence of geometry on the kinematic performances of a human-girdle mechanism with clearance in the joints," 2001 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM'01), 8-11 July, 2001, Como, Italy, pp. 260-265. Also accepted to ICAE Journal (Ed. Karim Malek) Sept 13, 2001
- ◆ PARENTI-CASTELLI V., VENANZI S., "Kinetostatic behaviour of the prismatic pair with clearance," Advances in Robot Dynamics and Control (ARDC) IMECE 2001, ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Paper No. IMECE2001/DSC-24601, November 11-16, 2001, New York, NY
- ◆ PARENTI-CASTELLI V., and VENANZI S., "A new technique for clearance influence analysis in planar mechanisms," ASME-DETC 2002, ASME International Design Engineering and Technical Conferences, Paper No. ASME2002/MECH-34318, September 30-October 3, Montreal, 2002, Canada
- ◆ VENANZI S., " A new deterministic method for clearance influence analysis in spatial mechanisms", ARDC-IMECE 2002, Advances in Robot Dynamics and Control, 2002 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, November 17-22, 2002, New Orleans, Louisiana. Also submitted to IEEE/ASME Transactions on Mechatronics for a focused section in the area of "Advances in Robot Dynamics and Control - (ARDC) (to appear 2003)
- ◆ PARENTI-CASTELLI V., and VENANZI S., "On the joint clearance effects in serial and parallel manipulators," Proceedings of the WORKSHOP on Fundamental Issues and Future Research Directions for Parallel Mechanisms and Manipulators, October 3-4, 2002, Quebec City, Quebec, Canada, Clément M. Gosselin and Imme Ebert-Uphoff Editors, pp. 215-223
- ◆ PARENTI-CASTELLI V., and VENANZI S., "Modelling and influence of backlash in revolute and prismatic pairs of parallel mechanisms," RAAD '02, 11th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, June 30- July 2, 2002, Uni-Hotel, Balatonfüred, Hungary, pp. 327-332
- ◆ PARENTI-CASTELLI V., and VENANZI S., "Recent technique for clearance influence analysis in planar and spatial mechanisms," Special Celebration Symposium in honor of prof. Roth, June 20-21, 2003, University of Stanford, Palo Alto, USA

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ ITIA-CNR – Milano (MI): Analisi dell'effetto dei giochi nel meccanismo parallelo di tipo 3-UPU
- ◆ Fraunhofer Institute di Chemnitz e di Dresda – Germania (D): Metodi per la valutazione dell'effetto dei giochi nelle coppie cinematiche dei meccanismi piani e spaziali
- ◆ Jozef Stefan Institute, Lubiana, SLOVENIA: Progettazione ottimale di un meccanismo parallelo per protesi di spalla in base all'influenza delle tolleranze di lavorazione sulle prestazioni del meccanismo stesso
- ◆ Università di Notre Dame, Indiana (USA): Effetto dei giochi su un meccanismo parallelo a tre gradi di libertà di rotazione per robot umanoidi

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ ANNO 1999 (Fondi Ministeriali ex 60%), Titolo ricerca: "Metodi avanzati di studio dei manipolatori con meno di sei gradi di libertà"
- ◆ ANNO 2000 (Fondi Ministeriali ex 60%), Titolo ricerca: "Metodi avanzati di analisi cinematica dei manipolatori paralleli spaziali"
- ◆ ANNO 2001, 2002, 2003 (Fondi Ministeriali ex 60%), Titolo ricerca: "Metodi avanzati di analisi cinematica dei meccanismi paralleli spaziali"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ messa a punto codici di calcolo utili in fase di progettazione delle macchine;
- ◆ ottimizzazione delle tolleranze di lavorazione nelle macchine dove siano presenti coppie cinematiche con gioco;
- ◆ sintesi dimensionale ottima di meccanismi con presenza di giochi.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Industria elettronica e meccanica di precisione
- ◆ Robotica
- ◆ Industria aerospaziale

I possibili contatti per informazioni

- ◆ Prof. Vincenzo Parenti Castelli, e-mail: vincenzo.parenticastelli@mail.ing.unibo.it

Tematica 2: Metodi di analisi e sintesi di meccanismi spaziali di tipo parallelo

Descrizione

Obiettivi

L'avvento dei manipolatori di robot ha dato nuovo impulso allo studio di meccanismi spaziali sia di tipo in catena aperta (manipolatori seriali – es. tradizionali manipolatori di robot) sia, più recentemente, di tipo in catena chiusa (manipolatori paralleli - es. meccanismi tipo piattaforma di Stewart usati come simulatori di volo).

La ricerca di nuovi ed efficienti metodi per l'analisi cinematica e dinamica dei meccanismi ha focalizzato, e tuttora coinvolge, l'attenzione di molti ricercatori da un lato e, dall'altro è di notevole interesse per le aziende costruttrici sia di manipolatori di robot e di macchine automatiche sia di sistemi di controllo. Infatti il controllo delle macchine con prestazioni avanzate richiede l'implementazione di modelli matematici avanzati della macchina stessa, modelli sia di tipo cinematico sia di tipo dinamico, in grado di essere implementati in codici efficienti e dare risposte in tempo reale per garantire un adeguato controllo della macchina stessa.

Attività

Accanto ai metodi di analisi, l'attività svolta presso il DIEM prevede di sviluppare anche metodi per la sintesi e quindi per la progettazione ottimale dei meccanismi presenti nelle macchine.

Per citare solo un esempio recente, la sintesi di nuovi meccanismi paralleli, ha attratto l'attenzione di alcuni settori industriali quali, in particolare, il settore delle macchine utensili per le notevoli potenzialità che questi meccanismi possono offrire nella realizzazione di macchine utensili rigide come quelle attuali, ma molto più leggere e quindi meno costose di queste.

Filoni di ricerca in atto e da sviluppare nel futuro inerenti la tematica

Tematiche di interesse sono rappresentate da:

- ◆ messa a punto di algoritmi per l'analisi cinematica di meccanismi in tempo reale, anche mediante l'impiego di sensori ridondanti;
- ◆ sintesi e analisi di nuovi meccanismi paralleli, con particolare riferimento a meccanismi con meno di sei gradi di libertà;
- ◆ studio di tecniche di calibrazione per migliorare le prestazioni delle macchine.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ PARENTI CASTELLI V., DI GREGORIO R., "Determination of the Actual Configuration of the General Stewart Platform Using Only One Additional Displacement Sensor", ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition, IMECE'95, November 12-17, 1995, San Francisco, CA, USA, Paper No. 95-WA/AD-6. Also *ASME Transactions, Journal of Mechanical Design*, March 1999, Vol. 121, pp. 21-25
- ◆ PARENTI CASTELLI V., DI GREGORIO R., "Real-time computation of the actual posture of the general geometry 6-6 fully-parallel mechanism using two extra rotary sensors", ASME 22nd Mechanisms Design Conference, August 19-22, 1996, Irvine, CA, USA. Also ASME Transactions, Journal of Mechanical Design, December 1998, Vol. 120, pp. 549-554
- ◆ PARENTI CASTELLI V., DI GREGORIO R., "Real-time forward kinematics of the general Gough-Stewart platform using additional rotary sensors", Proceedings of the M2VIP'96, The third International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice, September 18-20, 1996, Guimaraes, Portugal, Vol. 1, pp. 113-118
- ◆ PARENTI CASTELLI V., DI GREGORIO R., "Real-time actual pose determination of the general fully-parallel spherical wrist using only one extra sensor", Journal of Robotic Systems, (Special Issue: Biorobotics and Humanoid Robotics, Eds. B. Siciliano and J. Lenarcic), 18 (12), 2001, pp. 723-729
- ◆ PARENTI CASTELLI V., DI GREGORIO R., "A new algorithm based on two extra-sensors for real-time computation of the actual configuration of the generalized Stewart-Gough manipulator", Paper DETC98/MECH-5965, 25th ASME Biennial Mechanisms Conference, 13-16 September, 1998, Atlanta, Georgia, USA. Also *ASME Transactions, Journal of Mechanical Design*, Vol. 122, September 2000, pp. 294-298
- ◆ DI GREGORIO R., and PARENTI CASTELLI V., "Position analysis in analytical form of the 3-PSP mechanisms", 1999 ASME International Design Engineering Technical Conferences, and Computers and Information in Engineering Conference, 25th Design Automation Conference, September 12-15, 1999, Las Vegas, Nevada. Also ASME Transaction Journal of Mechanical Design, March 2001, Vol. 123, pp.51-55
- ◆ DI GREGORIO R., and PARENTI CASTELLI V., "Mobility analysis of the 3-UPU parallel mechanism assembled for a pure translational motion", IEEE-ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM'99), Sept. 19-22, 1999, Atlanta, GA, pp. 520-525. Also ASME Transactions, Journal of Mechanical Design, June 2002, Vol. 124, pp. 259-264
- ◆ PARENTI-CASTELLI, V., DI GREGORIO, R. and BUBANI F., "Workspace and optimal design of a pure translation parallel manipulator", XIV Congresso AIMETA, 3-9 ottobre, 1999, Como. Also *Meccanica*, 35, 2000, pp. 203-214
- ◆ PARENTI-CASTELLI V., and BUBANI F., "Singularity loci and dimensional design of a translational 3-dof fully-parallel manipulator, "Advances in Multibody Systems and Mechatronics, ISBN 3-9501108-0-1, Sept. 25, 1999, Duisburg, Germany, pp. 319-331
- ◆ LENARCIC J, STANISIC M., and PARENTI-CASTELLI V., "Kinematic design of a humanoid robotic shoulder complex," IEEE ICRA 2000, April 24-28, 2000, San Francisco, CA, pp. 27-32
- ◆ CARRICATO M., PARENTI-CASTELLI V., and DUFFY J., "Inverse static analysis of a planar system with flexural pivots, "ASME Transaction Journal of Mechanical Design, March 2001, Vol. 123, pp. 43-50

- ◆ PARENTI-CASTELLI V., and DI GREGORIO R., "Parallel mechanisms applied to the human knee passive motion simulation," ARK 2000, 7th ARK International Symposium on Advances in Robot Kinematics, June 26-30, 2000, Pirano-Portoroz, Slovenia. Also in J. Lenarcic, and M. Stanisic, Eds., *Advances in Robot Kinematics*, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-6426-0, 2000, pp. 333-344
- ◆ DI GREGORIO R., and PARENTI-CASTELLI V., "A spatial mechanism with higher pairs for modelling the human knee joint," *ASME DETC*, 26th Biennial Mechanisms and Robotics Conference, ASME paper DETC2000/MECH-14156, ASME special session: *Design of Medical Devices*, Sept. 10-13, 2000, Baltimore, Maryland. Also *ASME Transactions Journal of Biomechanical Engineering*, Vol. 125, No. 2, April 2003, pp. 232-237
- ◆ CARRICATO M., DUFFY J., and PARENTI-CASTELLI V., "Catastrophe analysis of a planar system with two spiral spring," Pubbl. No. 112 del Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, DIEM, Università di Bologna, Bologna, Italia, 2000. Also *Mechanism and Machine Theory*, 37, 2002, pp. 693-716
- ◆ CARRICATO M., and PARENTI-CASTELLI V., "A family of 3-dof translational parallel manipulators," ASME 27th DAC (Design Automation Conference), Sept. 9-12, 2001, Pittsburgh, Pennsylvania, USA (Feb 2001). Also *ASME Transactions Journal of Mechanical Design*, (to appear 2003)
- ◆ CARRICATO M., and PARENTI-CASTELLI V., "Position analysis of a new family of 3-dof translational parallel manipulators," ASME 27th DAC (Design Automation Conference), Sept. 9-12, 2001, Pittsburgh, Pennsylvania, USA (Feb 2001). Also *ASME Transactions Journal of Mechanical Design*, (to appear 2003)
- ◆ DI GREGORIO R., and PARENTI-CASTELLI V., "Dynamic performance indices for 3-dof parallel manipulators," ARK'02, International Symposium on Advances in Robot Kinematics, June 24-28, 2002, Barcellona, Spain, published in *Advances in Robot Kinematics, Theory and applications*, F. Thomas and J. Lenarcic Eds, Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0696-9, pp.11-20
- ◆ VERTECHY R., DUNLOP R., and PARENTI-CASTELLI V., "An accurate algorithm for the real-time solution of the direct kinematics of 6-3 Stewart platform manipulators", ARK'02, International Symposium on Advances in Robot Kinematics, June 24-28, 2002, Barcellona, Spain, published in *Advances in Robot Kinematics, Theory and applications*, F. Thomas and J. Lenarcic Eds, Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0696-9, pp.369-378
- ◆ CARRICATO M., and PARENTI-CASTELLI V., "Singularity-free fully-isotropic translational parallel mechanisms," extended version of paper 105, *The International Journal of Robotics Research*, Vol. 21, No. 2, February 2002, pp.161-174
- ◆ DI GREGORIO R., and PARENTI-CASTELLI V., "Dynamics of a class of parallel wrists," , *ASME-DETC 2002*, ASME International Design Engineering and Technical Conferences, Paper No. ASME2002/MECH -34229, September 30-October 3, 2002, Montreal, Canada
- ◆ CARRICATO M., and PARENTI-CASTELLI V., "Kinematics of a family of translational parallel mechanisms with three 4-dof legs and rotary actuators," *Journal of Robotic Systems*, Special Issue, (Eds. C. Crane and H. Lipkin), (to appear 2003)

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ ITIA-CNR - Milano (MI): Analisi delle singolarità di meccanismi spaziali paralleli a tre gradi di libertà di traslazione. Sintesi di meccanismi isotropi. Calibrazione di meccanismi paralleli spaziali;
- ◆ Fraunhofer Institute di Chemnitz e di Dresda – Germania (D): Sintesi di meccanismi paralleli per l'impiego nel settore delle macchine utensili;
- ◆ Jozef Stefan Institute - Lubiana (Slovenia): Analisi e sintesi di meccanismi seriali-paralleli per l'impiego in protesi umane e articolazioni di robot umanoidi;
- ◆ Stanford (USA): Progettazione di attuatori non convenzionali basati sulle proprietà di polarizzazione di elastomeri (Maxwell stress);
- ◆ Chicago (USA): Metodi avanzati di analisi e sintesi di meccanismi spaziali;
- ◆ Florida (USA): Meccanismi paralleli a molte maglie per la regolazione di specchi deformabili destinati allo spazio;
- ◆ Notre Dame (USA): Analisi di meccanismi paralleli a più maglie concatenate;
- ◆ Duisburg (Germania): Dinamica dei sistemi articolati spaziali;
- ◆ Montpellier (Francia): Sintesi di meccanismi paralleli;
- ◆ Christchurch (Nuova Zelanda): Algoritmi per il controllo in tempo reale della posizione dell'organo terminale di una piattaforma di Stewart mediante l'impiego di sensori ridondanti.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ ANNO 1999 (Fondi Ministeriali ex 60%), Titolo ricerca: "Metodi avanzati di studio dei manipolatori con meno di sei gradi di libertà"(1999)
- ◆ ANNO 2000 (Fondi Ministeriali ex 60%), Titolo ricerca: "Metodi avanzati di analisi cinematica dei manipolatori paralleli spaziali"
- ◆ ANNO 2001, 2002, 2003 (Fondi Ministeriali ex 60%), Titolo ricerca: "Metodi avanzati di analisi cinematica dei meccanismi paralleli spaziali"
- ◆ Progetto METAFORE, cofinanziamento ex 40% MUSRT, anno 1999: "Robot per l'impiego medicale"
- ◆ Progetto RIME, cofinanziamento ex 40% MUSRT, anno 2001: "Robot di tipo misto seriale-parallelo per l'uso in ambiente medico"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

I risultati della ricerca condotta sono utili per implementare codici di controllo e per mettere a punto codici di progettazione dei meccanismi presenti nelle macchine.

- ◆ algoritmi di controllo in tempo reale di macchine tipo piattaforma di Stewart per simulazioni di movimenti complessi nello spazio a sei dimensioni;
- ◆ dimensionamento ottimo di meccanismi a tre gradi di libertà di pura traslazione o di pura rotazione;
- ◆ meccanismi di tipo parallelo per strutture innovative di macchine utensili.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Industria elettronica e meccanica di precisione
- ◆ Macchine utensili
- ◆ Robotica
- ◆ Biomeccanica
- ◆ Industria aerospaziale

I possibili contatti per informazioni

- ◆ Prof. Vincenzo Parenti Castelli, e-mail: vincenzo.parenticastelli@mail.ing.unibo.it

Tematica 3: Tecniche di collaudo e di controllo di pezzi meccanici e di processi

Descrizione

Obiettivi

La tematica di ricerca è focalizzata sul controllo dimensionale di pezzi meccanici e delle caratteristiche geometriche delle superfici lavorate mediante sistemi flessibili di lavorazione, effettuati direttamente in linea.

La necessità di aumentare le prestazioni di sistemi flessibili di fabbricazione comporta anche la necessità di effettuare controlli e collaudi dei pezzi lavorati con mezzi rapidi ed affidabili, eseguendo tale controllo direttamente sulla macchina oppure immediatamente dopo il processo di lavorazione.

Le attuali tecniche di valutazione delle qualità dimensionali e geometriche dei pezzi lavorati richiedono spesso procedure di misura complesse, effettuate, il più delle volte, fuori linea, in laboratorio, utilizzando macchine di misura CMM o altri dispositivi di misura meno affidabili. In queste situazioni eventuali non conformità del pezzo possono essere individuate quando il lotto in produzione è ormai completato ed il sistema produttivo è già stato standardizzato in base alle specifiche del nuovo lotto di produzione.

La possibilità di valutare immediatamente le non conformità e di risalire, in maniera retroattiva sulla catena di produzione, alle cause di errore, rappresenta un significativo vantaggio in termini sia di affidabilità sia di prestazioni di tutto il sistema.

La ricerca intende studiare la possibilità di effettuare tale controllo mediante sistemi non a contatto in grado di acquisire, mediante scansione, la geometria dell'oggetto lavorato. In base alle informazioni acquisite viene ricostruito un modello digitale del pezzo, permettendone così il confronto con il modello CAD di progetto. Tale confronto potrà permettere un controllo sulle dimensioni dell'oggetto, sulle sue caratteristiche geometriche e sulla qualità delle superfici lavorate.

Attività

L'attività di ricerca intende studiare e sviluppare sistemi in grado di effettuare le funzioni sopra esposte mettendo a punto per alcune tipologie di pezzi meccanici le tecniche più idonee e le procedure più rispondenti alle diverse necessità.

Saranno analizzate quindi le attuali tecnologie di scansione senza contatto effettuando benchmarks sulle prestazioni di diverse strumentazioni basate ad esempio su tecnica laser, luce strutturata e visione.

Verranno studiate e messe a punto le tecniche e modalità di scansione in funzione della tecnologia utilizzata e delle caratteristiche geometriche del pezzo.

Verrà applicato e sviluppato un sistema software in grado di ricostruire l'oggetto in base alle nuvole di punti acquisite ed in grado inoltre di effettuare un confronto delle dimensioni o delle caratteristiche geometriche di interesse tra il modello acquisito ed il modello CAD di riferimento.

Le finalità del progetto riguardano anche la progettazione e lo sviluppo di sistemi integrati che possano utilizzare congiuntamente diverse tecnologie di scansione per ottenere risultati più rapidi e migliori.

Oltre all'utilizzo sopra menzionato, le tecniche di scansione ed acquisizione senza contatto possono essere sfruttate per altre applicazioni che saranno oggetto di altri e successivi progetti di ricerca, descritti qui di seguito.

◆ **Saldature Automatiche**

Una delle problematiche nella saldatura automatica di strutture in lamiera, soprattutto se di dimensioni elevate, è quella relativa alla precisione dei lembi di saldatura.

Le nuove tecniche di saldatura laser prevedono precisioni sui lembi molto elevate. Tuttavia, i percorsi di saldatura, siano essi ottenuti mediante CAD/CAM, programmazione diretta o copia di percorsi per autoapprendimento, possono risultare inadatti e poco efficienti nel caso esistano variazioni dimensionali tra un particolare di un lotto e di un altro. In alcuni casi l'utilizzo di attrezzature può risolvere il problema, sebbene ciò avvenga a scapito di un aumento dei costi e, conseguentemente, delle dimensioni del lotto economico minimo.

L'applicazione di tecniche di scansione senza contatto e "Image Analysis" dovrebbe consentire di determinare in automatico il percorso di saldatura e di adattare il percorso programmato al particolare in lavorazione. I vantaggi principali sarebbero:

- aumento della qualità delle saldature ottenute;
- diminuzione della complessità delle attrezzature in produzione;
- semplificazione delle fasi di prototipazione;
- eliminazione di eventuali rilavorazioni dei pezzi.

Le tecniche di "Image Analysis" potrebbero inoltre fornire informazioni aggiuntive sulla qualità estetico/funzionale del cordone.

◆ **Montaggi Automatici**

Le stesse tecniche di scansione e di controllo geometrico mediante tecniche miste (Imaging e/o tecniche di acquisizione senza contatto) potrebbero essere utilizzate per l'automazione del montaggio dei componenti.

L'acquisizione di informazioni sulla geometria dei pezzi potrebbe in questo caso risolvere problemi di montaggio complessi mediante la determinazione dell'orientamento dei particolari in fase di montaggio.

◆ **Stampaggio/Imbutitura lamiera**

In questo processo il livello qualitativo dipende principalmente dall'assenza di pieghe, ondulazioni, striature superficiali, lacerazioni o mancanze nel componente. L'identificazione dei difetti di piccola/piccolissima ampiezza, tramite gli approcci tradizionali, prevede l'utilizzo di macchine di misura focalizzate su difetti di ordine "micro" quali tastatori a contatto o laser di elevata precisione. Nella letteratura scientifica sono apparsi in tempi recenti algoritmi che permettono, data la geometria CAD originale e una scansione di media risoluzione, di ottenere informazioni sulla curvatura locale della superficie acquisita o su altre tipologie di difettosità.

In pratica tali algoritmi permetterebbero di ottenere informazioni sulle piccole ondulazioni del componente con livello di dettaglio superiore alla risoluzione messa a disposizione dal sistema di acquisizione.

Anche in questo caso il controllo di qualità potrebbe essere eseguito con tecniche di acquisizione senza contatto o "Image Analysis" per il controllo dell'aspetto superficiale.

◆ **Messa a punto stampi**

Una interessante applicazione di sistemi di scansione e controllo integrati con tecniche di acquisizione senza contatto/Image Analysis è quella relativa alla fabbricazione e messa a punto di stampi relativi a diversi settori produttivi quali, ad esempio, stampaggio di lamiere, pressofusione, iniezione di materiali polimerici.

Nel settore stampaggio lamiere, ad esempio, la principale problematica da affrontare è quella relativa alla conoscenza della geometria effettiva dello stampo al termine della fase di messa a punto e prima dell'avvio della produzione. Tale informazione permette:

- il completamento della fabbricazione degli altri componenti dello stampo che dipendono dalla geometria acquisita (ad esempio i trancianti);
- la costruzione di stampi analoghi per produzione di grandi serie;
- la costruzione di stampi di riserva o di sostituzione nel caso di rottura.

L'integrazione delle tecniche di acquisizione senza contatto con quelle di Image Analysis, inoltre, dovrebbe permettere di valutare lo stato di usura e la presenza di difetti superficiali sullo stampo con il procedere della produzione, così da prevedere interventi di manutenzione preventiva dello stampo stesso.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ G. Tani, R. Bedini, M. Presenti, S. Palchetti (1999) "Mechanical Defects arising from the manufacturing process of high density electronic board: experimental analysis of critical factor" Atti Int. Conf. Integrity, Reliability and Failure 19-22 luglio 1999, Oporto, Portugal
- ◆ G. Tani, R. Bedini, M. Presenti, S. Palchetti (2001) "Mechanical Defects arising from the manufacturing process of high density electronic board: experimental analysis of critical factor" Int Journal of Mechanics of Composite Materials and Structures 1075-1094, vol. 8 N. 1, 2001, Taylor & Francis, Philadelphia, USA
- ◆ Giovanni Tani, Leonardo Orazi, Alessandro Bachi (2002) "Metodologie per la misura ed il controllo di stampi con tecniche di Reverse Engineering". Il ruolo della Reverse Engineering nelle tecniche di time compression (Modena, Maggio 2002) a cura di Prof. A. Gatto. pp. 47-55
- ◆ L.Orazi, G. Tani, A. Corvi "Utilizzo di tecniche di RE per il controllo micro e macrogeometrico di protesi d'anca". La funzione trasversale della Reverse Engineering ed il suo ruolo strategico (Modena, Giugno 2003) a cura di Prof. A. Gatto.
- ◆ L. Orazi, G. Tani "Application of Reverse Engineering techniques for surface quality control of automotive components". VI Congresso AITEM "Enriching The Science of Manufacturing", Gaeta 8-10 settembre 2003.

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Democenter – Modena (MO): la collaborazione con Democenter riguarda l'analisi di tecniche di acquisizione e manipolazione dei dati geometrici con particolare riferimento al settore degli stampi. Sono stati condotti dei confronti tra varie tecniche di acquisizione ottiche e meccaniche. Sono state inoltre implementate metodologie per l'allineamento delle nuvole di punti alternative ai classici metodi utilizzati (minimizzazione degli errori globali, metodo 123, ecc.), metodologie basate su features tecnologiche.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ COFIN 1999: "Tecnologia di Resin Transfer Moulding (RTM) per Infusion per componenti in materiale composito di grandi dimensioni: sistemi e procedure di fabbricazione ad alto rapporto qualità/costo"
- ◆ COFIN 2002: "Ottimizzazione di tecniche di Reverse Engineering", attualmente in fase di valutazione
- ◆ Fondi di ricerca di ateneo Ex 60%, 2003: "Tecniche di Reverse Engineering per il controllo di qualità in produzione"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Incremento del grado di automazione dei processi con conseguente aumento della produttività

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese di saldature automatiche
- ◆ Imprese per assemblaggi automatici
- ◆ Imprese per lo stampaggio/imbutitura lamiera
- ◆ Imprese per la messa a punto stampi
- ◆ Controllo di qualità in linea nelle lavorazioni di asportazione mediante fascio energetico

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ STA OMAS – Rastignano (BO): sviluppo di metodologie per il controllo di superfici stampate attraverso l'utilizzo di metodi caratteristici del Reverse Engineering. Controlli di qualità delle

superfici dal punto di vista estetico attraverso un'analisi delle curvature "robusta" rispetto all'allineamento delle nuvole. Acquisizione geometria stampi a seguito di modifiche in reparto

- ◆ C.B. Ferrari - Modena (MO): messa a punto di procedure di lavorazione non convenzionali basate sul processo di ablazione laser. Il progetto prevede lo sviluppo di procedure per il controllo in linea dei risultati di lavorazioni per ablazione laser mediante tecniche di misura senza contatto
- ◆ Microsystem – Bologna(BO): la collaborazione verte sulla generazione di strumenti software per la manipolazione di enti geometrici a basso livello di connessione quali le nuvole di punti o le superfici poliedriche ottenute dai sistemi di scansione ottiche. Questi strumenti, basati essenzialmente su tecniche di "Free Form Deformation", permettono di estendere alle nuvole di punti ed alle superfici poliedriche le operazioni normalmente effettuabili su curve e superfici quali: imposizione di deformazioni vincolate, controllo di tangenze e curvatures, scalature locali. L'esito finale del progetto è l'unificazione delle varie funzioni di manipolazione in metodi comuni applicabili a modelli ibridi, ovvero modelli costituiti da parti generate con strumenti CAD ed altre provenienti da *scansion*.

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Macchina di scansione continua a coordinate Renishaw Ciclone
- ◆ Macchina di scansione a coordinate Mitutoyo Euro-C Apex con tastatore a contatto Renishaw TP2 Apex

I possibili contatti per informazioni

- ◆ www.microsystem.it
- ◆ www.sta-stampi.it
- ◆ www.cbferrari.com
- ◆ www.dmti.unifi.it

Persone di contatto

- ◆ Prof. Giovanni Tani, e-mail: giovanni.tani@mail.ing.unibo.it

Struttura 4: MASEM - Dipartimento di Fisica (UNIMORE)

Università di Modena e Reggio Emilia

MASEM - Laboratorio "Materiali Avanzati per Sistemi Microelettromeccanici" – Dipartimento di Fisica

Indirizzo: Via Vivaldi, 70 - 41100 Modena
Tel. 0521 905800

Direttore: Prof. G. Ottaviani

Attività

TEMA 1 - Sviluppo di materiali e processi per sistemi microelettromeccanici

Tematica 1: Sviluppo di materiali e processi per sistemi microelettromeccanici

Descrizione

La ricerca è rivolta prevalentemente al campo metallurgico e dei film sottili per la realizzazione di sistemi microelettromeccanici (MEMS) ed è sviluppata in collaborazione con STMicroelectronics che, nello stabilimento, di Cornaredo, ha attivato una linea in grado di effettuare lavorazioni "micromeccaniche" su silicio policristallino realizzando MEMS e strutture analoghe.

In particolare, i compiti del Laboratorio MASEM riguardano le problematiche connesse con l'incapsulamento ermetico a bassa temperatura di strutture MEMS e quelle che si riferiscono a contatti elettrici che devono essere caratterizzati da particolari proprietà.

Un'altra attività di ricerca è finalizzata alla realizzazione di dispositivi che, pur non essendo catalogabili nella tipologia MEMS, possano tuttavia utilizzare tecniche e tecnologia tipiche della produzione dei MEMS dando origine a strutture particolari con possibilità di applicazione in campi assai diversi.

Attualmente, le ricerche sono rivolte alla soluzione di problematiche che riguardano la realizzazione di un multiplexer per trasmissioni via fibra ottica, di nuovi tipi di memorie utilizzando materiali a cambiamento di fase reversibile, moltiplicatori di DNA e, infine, sistemi per l'analisi di microscopiche quantità di materiali.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ M. Palmieri, G. Ottaviani, R. Tonini: "Thermal stability of TaAl alloy film in contact with reactive interface". submitted to Appl. Phys. Letters
- ◆ G.Ottaviani, R.Tonini and D.Giubertoni, A.Sabbadini, T.Marangon, G.Queirolo, F. LaVia: "Investigation of C49-C54 TiSi₂ transformation kinetics". Microelectronic Engineering 50 (2000) 153-158
- ◆ B. Crivelli, M. Alessandri, G. Ottaviani et al.: "Physical-chemical evolution upon thermal treatments of Al₂O₃, HfO₂ and Al/Hf composite materials deposited by ALCVD". MRS 2002 Fall Meeting Boston USA
- ◆ B. Crivelli, M. Alessandri, S. Frabboni, G. Ottaviani et al.: "Physical-chemical evolution of Hf-aluminates upon thermal treatments". MRS 2003 Spring Meeting
- ◆ G. Ottaviani: "Stable Amorphous and Quasi-Amorphous Conductive Thin Films Made by Ternary Alloys". Conference Proceedings on International conference of European Vacuum Coaters
- ◆ G.Moretti, F.Guidi, G.Capobianco, R.Tonini: " Ni-free alloys as final coatings: white bronze coating on copper". Jour. Mater. Chem. 11 (2001) 922-925

- ◆ R. S. Brusa, G. P. Karwasz, G. Mariotto, A. Zecca R. Ferragut, P. Folegati, Dupasquier G. Ottaviani , R.Tonini: "Structural evolution of open volumes in Ar+ implanted Si-rich silicon oxide". Submitted to J. Appl. Phys
- ◆ Armigliato, R Balboni, S Balboni, S Frabboni, A Tixier, GP.Carnevale
- ◆ Colpani, G Pavia, A.Marmioli:" TEM/CBED determination of strain in silicon-based submicrometric electronic divices". Micron 31 (2000) 203-209
- ◆ G.F. Cerofolini, G. Calzolari, F. Corni, S. Frabboni, C. Nobili, G. Ottaviani and R. Tonini: "Thermal desorption spectra from cavities in helium-implanted silicon". Physical Review B 61 (2000) 10183-10193
- ◆ Armigliato, R. Balboni, S. Frabboni, and R. Rosa: "A novel Monte-Carlo based method for quantitative thin film x-ray microanalysis". Mikrochimica Acta 132 (2000) 213-218
- ◆ G. Ottaviani: "Stable Amorphous and Quasi-Amorphous Conductive Thin Films Made by Ternary Alloys". Conference Proceedings on International conference of European Vacuum Coaters
- ◆ F. Wu, A. Armigliato, R. Balboni, S. Frabboni: "Dynamical simulation of LACBED patterns in cross-sectioned heterostructures". Micron 31 (2000) 211-216
- ◆ G.F. Cerofolini, F. Corni, S. Frabboni, C. Nobili, G. Ottaviani and R. Tonini: "Hydrogen and helium bubbles in silicon". Materials Science and Engineering Reports, 27 (2000) 1-52
- ◆ Armigliato, R. Balboni, G.P.Carnevale, P.Colpani, S. Frabboni and G. Pavia: "Strain field distribution in submicron devices by TEM/CBED. A European Project". Microsc. Microanal. 6 (suppl.2: Proc. Microscopy Society of America 2000, 1076-1077)
- ◆ R.S.Brusa, G.P.Karwasz, N.Tiengo, A.Zecca, F.Corni, R.Tonini, G.Ottaviani: "Formation of vacancy clusters and cavities in He-implanted silicon studied by slow-positron annihilation spectroscopy". Physical Review B, 61, (2000), pag. 10154
- ◆ G.F. Cerofolini, G.Calzolari, F. Corni, C. Nobili, G. Ottaviani, R. Tonini: "Ultradense gas bubbles in Hydrogen- or Helium-implanted (or co-implanted) Silicon". Materials Science & Engineering B71, (2000), pag. 196
- ◆ F. Corni, G.Calzolari, F.Gambetta, C. Nobili, R. Tonini, M.Zapparoli: "Evolution of vacancy-like defects in He-implanted (100) Si studied by thermal desorption spectrometry". Materials Science & Engineering B71, (2000), pag. 207
- ◆ P. Dubcek, O. Milat, B. Pivac, S. Bernstorff, H. Amenitsch, R. Tonini, F. Corni, G. Ottaviani: "GISAXS study of defects in He implanted silicon". Materials Science & Engineering B71, (2000), pag. 82.
- ◆ Pivac, B. Rakvin, R. Tonini, F. Corni, G. Ottaviani: "EPR study of He-implanted Si". Materials Science & Engineering B73, (2000), pag. 60
- ◆ G.F. Cerofolini, F.Corni, S.Frabboni, C.Nobili, G.Ottaviani, R.Tonini: "Hydrogen and Helium bubbles in silicon". Materials Science and Engineering 237 (2000) 1-53
- ◆ F.Corni, C.Nobili, R.Tonini, G.Ottaviani , M.Tonelli: "Helium/Deuterium Co-Implanted Silicon-a Thermal Desorption Spectrometry Investigation". Appl. Phys. Lett. 78 n. 19 (2001) 2870

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Dipartimento di Ingegneria Università di Trento – Trento (TN): collaborazione basata su tre progetti di ricerca COFIN (COFIN1998-Cofin2000-COFIN2002). In particolare l'attività si è basata sullo studio delle proprietà di film sottili di materiali semiconduttori e metallici mediante tecniche di spettroscopia a positroni e tecniche ottiche vibrazionali e spettroscopiche
- ◆ Dipartimento di Ingegneria Università di Trento – Trento (TN): collaborazione basata su tre progetti di ricerca COFIN (COFIN1998-Cofin2000-COFIN2002). L'attività si è svolta studiando le proprietà composizionali e strutturali di film sottili e le loro variazioni indotte da bombardamento ionico. L'interazione ione materia ed i suoi effetti sulle proprietà dei film e fenomeni di precipitazione indotti da radiazione sono stati i temi principali di studio
- ◆ Laboratorio INFN di Legnaro - (PD): l'uso di fasci ionici, (4He^+ , 2D^+ , 1H^+ , 15N^{++} etc) e i processi di interazione con la materia sono state le linee guida della attività di ricerca. Con i fasci ionici si sono studiati principalmente le correlazioni tra composizioni e proprietà strutturali di film sottili di materiali cristallini e amorfi e la loro evoluzione in seguito a trattamenti termici
- ◆ Laboratorio LAMEL – CNR Bologna (BO): questa collaborazione ha sostanzialmente avuto come argomenti fondamentali di ricerca quelli connessi con la microscopia elettronica in trasmissione. In particolare si sono studiati mediante TEM film sottili prevalentemente di silicio dopo bombardamento ionico e l'effetto sui film di trattamenti termici. È stata inoltre sviluppata una tecnica per la misura di deformazione su materiali cristallini
- ◆ Rudier Boskovic Institute - (Zagabria): gli argomenti della collaborazione sono nell'ambito della caratterizzazione di film sottili mediante tecniche di spettroscopia ottica e di studio delle proprietà elettriche. Il materiale su cui, negli ultimi tempi, la collaborazione è in atto è su film di silicio monocristallino impiantato con idrogeno per uso in microelettronica
- ◆ Arizona State University – Arizona (U.S.A.): l'attività ha come tema l'effetto dell'impianto ionico localizzato su materiali nano-strutturati. In questa attività, oltre alle competenze specifiche dei vari ricercatori, particolare importanza riveste l'uso di un impiantatore ionico capace di fornire fasci delle dimensioni di 100-200 nm, consentendo quindi modifiche di materiali estremamente localizzate
- ◆ STMicroelectronics – Milano (MI): l'attività di collaborazione che ha durata più che ventennale ha avuto come argomenti lo sviluppo di materiali e metodologie per la realizzazione di dispositivi elettronici via via sempre più complessi. Limitandosi all'ultimo anno i principali argomenti di collaborazione sono: materiali dielettrici ad alta costante dielettrica per isolamento gate, materiali dielettrici a bassa costante dielettrica (porosi e no) per isolamento nelle interconnessioni, problematiche connesse con le interconnessioni aventi come materiale conduttore il rame, processi "salicide" con Ti, Co e Ni. Particolare menzione deve essere fatta a quelle attività collegate con la produzione di MEMS al silicio policristallino. Le attività in questo settore sono legate principalmente alla definizione di un processo metallurgico adatto per i processi di incapsulamento di MEMS. Il processo deve assicurare la ermeticità, deve essere a bassa temperatura e sostenere alte temperature. Sviluppo di materiali per futuri MEMS sono anche un argomento della collaborazione. La collaborazione viene svolta nell'ambito del MASEM

- ◆ Dipartimento di Chimica Università di Catania – Catania (CT): l'attività in collaborazione si è basata su due progetti di ricerca COFIN (COFIN1998-Cofin2000-). Le modifiche delle proprietà superficiali di materiali monocristallini indotte da trattamenti termici e chimici finalizzate ai processi di "incollaggio" atomico sono stati gli argomenti fondamentali delle attività di collaborazione.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ COFIN 1998: "Nanostrutture indotte da bombardamento ionico"
- ◆ COFIN 2000: "Nati nanoaree trasferite con ioni"
- ◆ COFIN 2002: "Amorphous and quasi-amorphous ternary materials"
- ◆ CNR 2000 n. 00.00780.PF48: "Definizione di processi avanzati per la formazione di strati sottili isolanti, conduttori, per memorie non volatili da 0.25 micron"
- ◆ CNR 2001 n. 01.00153.PF30: "Ottimizzazione di materiali dielettrici, conduttori, siliciuri, per memorie non volatili da 0.15 micron"
- ◆ STMicroelectronics 2001: "Misure di riflettometria in condizioni dinamiche per per studi delle proprietà di cristallizzazione di silicio poly"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ MEMS e nanoMEMS

Le applicazioni principali delle attività di ricerca sono sulle metallurgie necessarie nei processi di incapsulamento e interconnessione nel breve termine, mentre sulla definizione di nuovi materiali per MEMS nel lungo periodo.

- ◆ Metallurgia e ossidi

Ossidi di Gate, ossidi di interconnessione per memorie elettroniche da 0.1 micron e oltre sono le finalità delle attività in atto in questo settore. Per quanto riguarda i conduttori le attività sono finalizzate all'integrazione del rame nelle interconnessioni e all'uso del nichel nei contatti di source e drain con processi self-aligned.

- ◆ Modifiche superficiali e strutturali

Le attività sono finalizzate ad ottenere materiali per la realizzazione di dispositivi di nuova concezione (materiali del tipo SOI - semiconduttori su ossidi).

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Elettronica per dispositivi di potenza
- ◆ Elettronica per memorie
- ◆ Meccanica

- ◆ Fotonica
- ◆ Telecomunicazioni a larga banda
- ◆ Biomedicale

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Impiantatore Vesuvius 15 tensione massima di accelerazione 200keV, sorgenti a gas, sputtering ed evaporazione, selezione di massa a doppio magnete, ioni accelerabili fino a massa 140, corrente ionica 10-15 A
- ◆ Sistema di deposizione in alto vuoto per film sottili, pozzetto V Varian VT118 con 4 pompe ioniche ed 1 a sublimazione di Ti, alimentatore da 6 kW per cannone elettronico, pompa turbomolecolare Varian, pompa meccanica a secco Varian, pompe meccaniche a membrana
- ◆ Sistema di deposizione/codeposizione per sputtering reattivo MRC mod. 6802, pompa meccanica Alcatel, criopompa Cryophysics mod. 8001
- ◆ Quadrupolo per spettrometria di massa Balzers mod. 922, sistema di termoregolazione Gefran mod. 3300, sistema di termoregolazione supporto wafers, sistema di rotazione carosello porta-wafers, sistema di rotazione porta wafers a velocità controllata
- ◆ Camera pulita M. Braun, inert gas system MB Unilab, glovebox con sistema di purificazione del gas e anticamera, purezza ottenibile <1 vpm H₂O
- ◆ Dito freddo Galileo di alta potenza mod. k2, temperatura minima <10K, potenza in testa 2W
- ◆ Cappa chimica in flusso laminare, polmone di H₂O deionizzata da 40L, sistema Millipore di deionizzazione per H₂O a 18MOHM
- ◆ Sistema ad osmosi inversa Purite-RO200
- ◆ Scribing Tool K. Suss mod. 120 DEG
- ◆ Forno ultrarapido (100°C/s) AG-610 in flusso di gas, sistema di raffreddamento termoregolato, pirometro a IR (400-1200 °C), PC e relativo software per la gestione del processo
- ◆ Fornace Lenton, temperatura maz 1600 °C, in vuoto con tubo in allumina
- ◆ Forno Lindberg in flusso di gas per wafer da 4 pollici
- ◆ Sistema per misure in-situ di desorbimento termico e riflettività in vuoto, controllo di temperatura Eurotherm 815, quadrupolo Hiden massa 200
- ◆ Sistema per misure in-situ di resistività, forno Lindberg, controllo di temperatura Eurotherm 818
- ◆ Sistema per misure in-situ di resistività in RTA, forno AET a lampade IR, controllo di temperatura Eurotherm 818
- ◆ Sistema completo per misure DLTS Biorad DL 460 con S4900 unità di controllo criostatico.
- ◆ Frequency Response Analyzer Solartron 1250 con Dielectric Interface 1296, intervallo di frequenza 10 Hz-1 MHz, ampiezza 10 mV-10.23 V, risoluzione 1/1023, bias Ac e DC

- ◆ Tencor 200 Alpha Step, risoluzione verticale .5 nm, risoluzione orizzontale 40 nm, X range 10000 m, Y range 160 m

Persone di contatto

- ◆ Ing. Murari STM, e-mail: [Bruno.murari@St.com](mailto: Bruno.murari@St.com);
- ◆ Dr De Santi-STM, e-mail: [Giorgi.desanti@st.com](mailto: Giorgi.desanti@st.com) ;
- ◆ Della Mea, e-mail: [dellamea@Inl.infn.it](mailto: dellamea@Inl.infn.it);
- ◆ Mariotto, e-mail: [mariotto@alpha.science.unitn.it](mailto: mariotto@alpha.science.unitn.it)
- ◆ Prof. Carlo Nobili, e-mail: [Nobili.Carlo@unimo.it](mailto: Nobili.Carlo@unimo.it) (Tel +39 059 2055260)

Struttura 5: IMAMOTER (CNR)

CNR

IMAMOTER - Istituto per le macchine agricole e movimento terra

Sito web: www.imamoter.cnr.it

Indirizzo sede: Via Canalbianco 28, 44044 Cassana (Ferrara)

Unità staccata: Area della Ricerca, Strada delle Cacce 73, 10135 Torino

Telefono 0532 735 616

Direttore: Ing. G. Luca Zarotti

e-mail: gl.zarotti@imamoter.cnr.it

Attività

TEMA 1 - Valvole e distributori oleodinamici a controllo remoto su rete CAN

TEMA 2 - Interfaccia uomo-macchina nelle macchine agricole, virtual terminal e norma iso 11783

TEMA 3 - Pompa a stantuffi assiali con controllo elettronico ibrido di potenza

TEMA 4 - Trasmissioni oleodinamiche e idromeccaniche a recupero di energia per la locomozione di veicoli e macchine

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura

Strumenti hardware

- ◆ Emulatori per microcontrollori delle famiglie 16 e 18 di Microchip Technology
- ◆ Emulatore in-circuit per le famiglie 16 e 18 di Microchip Technology
- ◆ Emulatori per microcontrollori Texas a 16 bit
- ◆ Emulatori per microcontrollori Hitachi H8/3048F
- ◆ Emulatori per microcontrollori Fujitsu a 32 bit
- ◆ 2 Sistemi di sviluppo per CAN Controller MCP2510 di Microchip Technology
- ◆ Oscilloscopio Philips PM3320A
- ◆ Oscilloscopio portatile Tektronix
- ◆ Analizzatore di rete CAN su scheda PCMCIA portatile di Kvaser Technology
- ◆ Generatore di funzione HP
- ◆ Banchi prova per componenti oleodinamici e parti di trasmissioni

Strumenti Software

- ◆ Sistema di sviluppo MPLAB di Microchip Technology
- ◆ Sistemi di sviluppo per microcontrollori Hitachi, Fujitsu e Texas
- ◆ Sistema di analisi e *data logging* su rete CAN Navigator di Kvaser
- ◆ *Cross Compilers* per linguaggio C/C++
- ◆ Software di simulazione dinamica (Easy5, AmeSim)
- ◆ Software di simulazione fluidodinamica (Fidap)
- ◆ Software di analisi strutturale (Ansys)

Tematica 1: Valvole e distributori oleodinamici a controllo remoto su rete CAN

Descrizione

Obiettivi

Il progetto di ricerca ha come obiettivo la progettazione e realizzazione di sistemi di valvole e distributori oleodinamici a completo controllo elettronico su linea CAN per veicoli di tipo *heavy-duty*, per movimento terra o per l'agricoltura. I sistemi di remotazione dei comandi e, più in generale, i sistemi a controllo distribuito, offrono numerosi vantaggi sia in termini di costi e di versatilità (grazie alla possibilità di parametrizzare le risposte delle valvole e dei distributori a comandi esterni, siano essi automatici o umani) sia in termini di efficienza generale degli impianti e dei veicoli. Tali sistemi consentono, inoltre, di implementare sistemi ridondanti che garantiscono proprietà di sicurezza per gli apparati e per le macchine mobili.

Lo scopo del progetto è duplice:

- ◆ da una parte, l'applicazione alla oleodinamica della tecnologia del controllo distribuito, che recentemente sta avendo un notevole sviluppo nel settore automotive;
- ◆ dall'altra parte, testare l'affidabilità di tale tecnologia ed individuare soluzioni sicure, compatibili con le normative vigenti e con necessità di contenimento dei costi.

Attività

Il progetto comprende la progettazione di: unità idrauliche con elettronica e sensori nativi *on board*; unità di controllo *embedded* sulle batterie di valvole e distributori; unità centrali di supervisione e di controllo dei parametri generali dell'impianto idraulico e della interfaccia con la sorgente della potenza.

Un secondo passo di sviluppo del progetto consiste nella valutazione dei moderni sistemi di reti *CAN triggered* e reti in fibra ottica, che alcuni consorzi di aziende a livello mondiale stanno cercando di standardizzare, per far fronte alle crescenti necessità di transito di informazioni a velocità sempre più elevata, peraltro condizionata dai limiti fisici delle reti CAN attualmente in uso.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Tesi di Laurea Relatore M. Ruggeri, Autore A. Calzolari, Sistema a microcontrollori dotato di can controller su bus spi, Università di Ferrara, Facoltà di Ingegneria, C.d.L. in Ingegneria Elettronica, A.A. 2001 – 2002
- ◆ M. Ruggeri, "CAN Bus in Oleodinamica, passo obbligato o scelta?", Oleodinamica e pneumatica, n. 2 febbraio 2002, pp. 146 – 161, ed. Tecniche Nuove (MI)

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ TControl S.r.l. (che ha in sviluppo un sistema proprietario di rete CAN Triggered)

La collaborazione è stata attivata rispetto ai seguenti temi:

- analisi delle prestazioni delle reti LIN, CAN e CAN triggered, progettazione di unità di controllo dotate di display LCD per la supervisione di funzionalità e per il *setup* delle macchine operatrici;
- progettazione di algoritmi di controllo per il controllo del moto di macchine operatrici;
- progetto hardware e software di unità di controllo elettronico a microprocessore a controllo distribuito su linea CAN, dedicate al controllo di distributori idraulici.

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

Risultati ricavati per un qualsiasi tipo di applicazione di remotazione del controllo potrebbero essere applicati a tutti i sistemi elettro-idraulici ed elettro-meccanici, essendo la rete CAN uno standard del mondo automotive.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Settore delle macchine agricole e operatrici
- ◆ Costruttori di macchine e componentisti

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

Il tema risponde a necessità oggettive delle applicazioni oleodinamiche mobili, ma si intende avviare rapporti operativi con aziende solo a valle della disponibilità di uno o più dimostratori.

I possibili link per informazioni

- ◆ www.can-cia.org
- ◆ www.imamoter.cnr.it

Persone di contatto

- ◆ Ing. Massimiliano Ruggeri, e-mail: m.ruggeri@imamoter.cnr.it
- ◆ Ing. G. Luca Zarotti, e-mail: gl.zarotti@imamoter.cnr.it

Tematica 2: Interfaccia uomo macchina nelle macchine agricole, virtual terminal e norma ISO 11783

Descrizione

Obiettivi

Il progetto di ricerca ha come obiettivo la progettazione e realizzazione di più unità elettroniche di controllo tra le quali un'unità di visualizzazione e controllo delle funzionalità della trattrice agricola dotata di display LCD grafico, detta *Virtual Terminal*, secondo la nomenclatura data dalla norma ISO 11783 sulla comunicazione nelle trattrici agricole basata su rete CAN. Il progetto consentirà di realizzare un sistema interamente aderente alla norma ISO che si trova oggi in stato di FDIS (Final International Draft Standard).

La realizzazione di un sistema su rete CAN che comprenda anche un'unità dotata di LCD grafico permetterà poi di implementare sistemi di visione mediante telecamere digitali installate sulle macchine operatrici, anch'esse gestite dal *Virtual Terminal* su rete dedicata.

L'introduzione di sistemi che permettano di eliminare le "zone d'ombra" nelle macchine agricole e nelle macchine operatrici in genere, è considerato argomento importante anche per la riduzione degli incidenti sul lavoro.

Attività

La fase operativa consiste nella progettazione di un *Virtual Terminal* e di diverse unità di controllo di *Implement* (ovvero un qualsiasi rimorchio e/o macchinario per le lavorazioni agricole dotati - o dotabili - di controlli di tipo elettronico). Le unità progettate e realizzate saranno introdotte in una linea CAN dedicata su trattrice agricola e interfacciate con la rete CAN dedicata al *Powertrain* della trattrice stessa, mediante *Gateway* appositamente progettato. Su tale sistema si introdurrà una rete dedicata alla trasmissione dei dati da parte di telecamere, digitali o analogiche, per visualizzazione direttamente su *Virtual Terminal*. La rete per il trasferimento dei dati delle telecamere sarà valutata in base alle prestazioni e ai costi e sarà scelta tra quelle maggiormente utilizzate in commercio (*USB* o *Firewire* per telecamere digitali, rete analogica per telecamere analogiche).

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ M.Ruggeri, "Uomo/Macchina, quale interfaccia?", *Macchine edili* n. 257 giugno 2003, ed. Tecniche Nuove (Milano)

- ◆ Tesi di Laurea Relatore M.Ruggeri, Autore Marco Corallini, Piattaforma di controllo per LCD grafico con microcontrollore Fujitsu MB91F362G, Università di Ferrara, Facoltà di Ingegneria, C.d.L. in Ingegneria Elettronica, A.A. 2002 – 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ UNACOMA - Unione costruttori macchine agricole: collaborazione finalizzata allo sviluppo della normativa direttamente o indirettamente collegata alle applicazioni elettroniche in ambito ISO

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto hardware e software di un Virtual Terminal conforme alla norma ISO 11783.

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

I risultati potrebbero essere applicati a tutte le trattrici agricole e a tutti gli *implement*. L'aderenza alla norma ISO 11783 costituisce certamente un valore aggiunto per i macchinari destinati ai mercati tedesco, nord europeo, americano e canadese, dove questa norma è fortemente appoggiata.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Settore delle macchine agricole
- ◆ Costruttori di macchine e *implement*, quali ad esempio sprayer, concimatrici, rotoballatori, macchine per il trattamento del terreno.

I possibili link per informazioni

- ◆ www.iso.ch; www.unacoma.it; www.imamoter.cnr.it

Persone di contatto

- ◆ Ing. Massimiliano Ruggeri, e-mail: m.ruggeri@imamoter.cnr.it
- ◆ Ing. G. Luca Zarotti, e-mail: gl.zarotti@imamoter.cnr.it

Tematica 3: Pompa a stantuffi assiali con controllo elettronico ibrido di potenza

Descrizione

Obiettivi

Il progetto di ricerca ha come obiettivo la progettazione e realizzazione di una unità elettronica di controllo di un sistema di gestione integrata della potenza idraulica fornita da una pompa oleodinamica a stantuffi assiali a cilindrata variabile, applicata ad un veicolo di tipo *heavy-duty* per movimento terra. Pompe di questo tipo sono installate su macchine a movimento terra per la movimentazione dei carichi, lo scavo e lo sbancamento del terreno. Tali veicoli sono soggetti a sessioni di lavoro molto gravose per il motore diesel di cui sono dotate e spesso sono sottoposte a sovraccarichi sia di richiesta di potenza sia di sforzo di lavoro.

Un controllo ibrido, quale è quello proposto, che realizza contemporaneamente controlli di pressione massima, *load sensing*, coppia massima richiesta e velocità target del motore, consente di preservare maggiormente i circuiti idraulici, allungando conseguentemente la vita della macchina. Inoltre il controllo ibrido può contare sui vantaggi tipici delle applicazioni elettro-idrauliche che, al contrario di quelle puramente idrauliche, sono caratterizzate da: versatilità, miglior sfruttamento della coppia anche ai bassi regimi, sistemi di protezione da sovraccarichi, integrazione con sistemi di diagnostica e *fault recovery*, integrazione con il controllo del motore diesel per il controllo delle emissioni inquinanti.

Attività

La ricerca si trova attualmente in uno stadio preliminare ed è in fase di allestimento un banco prova presso la sede IMAMOTER-CNR di Ferrara, dotato di un motore diesel e una pompa a stantuffi assiali a cilindrata variabile, che è stata caratterizzata in modo esaustivo nella sua realizzazione puramente idraulica, e che verrà modificata per l'applicazione di valvole elettro-idrauliche proporzionali a controllo elettronico.

Le attività previste per lo sviluppo del sistema riguardano la progettazione di una unità elettronica a microcontrollore, la progettazione delle strategie di controllo ibrido in ambiente simulativo e l'adattamento di tali strategie alla scheda hardware progettata e realizzata in forma prototipale.

Un sistema di *tuning* dei parametri e di *data logging* su piattaforma PC sarà inoltre realizzato utilizzando linguaggi visuali, quali *LabView* di *National Instruments*, o piattaforme di sviluppo quali *Visual C++* di *Microsoft*, per permettere la verifica del buon funzionamento del sistema e per consentirne l'adattamento alle diverse piattaforme di utilizzo.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ R. Paoluzzi, L.G. Zarotti, M. Ruggeri, C. Fantuzzi, Electronic Hybrid Limiter (EHL) for Pump Displacement, IMECE 1996
- ◆ Tesi di Laurea, autore N. Peratello, correlatori G.L. Zarotti, M. Ruggeri, Sperimentazione di una pompa oleodinamica a cilindrata variabile, Università di Bologna, Facoltà di Ingegneria, C.d.L. in Ingegneria Meccanica, A.A. 2001-2002
- ◆ Tesi di Laurea, autore M. Ruggeri, correlatori G.L. Zarotti, R. Paoluzzi, Controlli Fuzzy applicati a circuiti di variazione della cilindrata di pompa oleodinamiche, Università di Bologna, Facoltà di Ingegneria, C.d.L. in Ingegneria Elettronica, A.A. 1994-1995
- ◆ Tesi di Laurea, autore M. Martelli, correlatori G.L. Zarotti, R. Paoluzzi, Modellistica e controllo di una pompa oleodinamica a cilindrata variabile per impiego mobile, Università di Ferrara, Facoltà di Ingegneria, C.d.L. in Ingegneria Elettronica, A.A. 1998-1999
- ◆ Tesi di Laurea, autore C. Ziotti, relatore M. Ruggeri, Sistema embedded per il controllo di potenza in impianti oleodinamici per impiego mobile, Università di Ferrara, Facoltà di Ingegneria, C.d.L. in Ingegneria Elettronica, A.A. 2001-2002

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

Le conoscenze maturate possono essere applicate a sistemi di gestione della potenza idraulica in ambiente mobile in un gran numero di applicazioni diverse, che possono riguardare il controllo di FAN Drive, la gestione di sistemi per sfalcio dell'erba, la gestione di auto-betoniere, ecc.

L'istituto IMAMOTER C.N.R. detiene un brevetto riguardante questo tipo di controlli per pompe oleodinamiche: brev. N. MI94A001692.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Settore delle macchine operatrici e movimento terra
- ◆ Costruttori di macchine e componentisti

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Casappa S.p.A. - Cavalli di Collecchio (PR): collaborazione operativa per la messa a disposizione macchine, componenti e attrezzature per lo sviluppo delle ricerche nell'ambito controlli multipli per pompe a stantuffi assiali applicabili nei circuiti oleodinamici per ambiente mobile ed industriale.

I possibili link per informazioni

- ◆ www.imamoter.cnr.it
- ◆ www.casappa.com

Persone di contatto

- ◆ Ing. Massimiliano Ruggeri, e-mail: m.ruggeri@imamoter.cnr.it
- ◆ Ing. G. Luca Zarotti, e-mail: gl.zarotti@imamoter.cnr.it

Tematica 4: Trasmissioni oleodinamiche e idromeccaniche a recupero di energia per la locomozione di veicoli e macchine

Descrizione

Obiettivo

Lo scopo principale di questa tematica è lo studio delle modalità più efficienti ed efficaci per recuperare energia dai sistemi di locomozione dei veicoli e delle macchine.

La trasmissione di potenza per via fluida (oleodinamica) si presta in modo naturale al recupero energetico. Non a caso, intorno agli anni '70, furono condotte le prime ricerche e sperimentazioni sul tema. L'interesse sulla questione si è successivamente ridimensionata fino alla recente introduzione delle trasmissioni idromeccaniche (insieme complesso di componenti meccanici associato a macchine idrostatiche opportunamente regolate) che hanno ottenuto un grande successo in molti settori, tra cui quello delle macchine agricole. A questo si è aggiunto un nuovo interesse per i sistemi a recupero che si sono concentrati su applicazioni legate a veicoli commerciali e di servizio (come dimostrano recenti iniziative di grandi costruttori statunitensi).

Attività

Rispetto alle soluzioni più appariscenti basate su componenti di tipo elettrico, i sistemi oleodinamici basati su accumulatori hanno il vantaggio di prestarsi ad ambienti operativi più aggressivi e a mercati non tecnicamente evoluti (come per esempio quelli dei paesi in via di sviluppo). Esse richiedono comunque lo sviluppo di strumenti progettuali e gestionali relativamente nuovi rispetto a quelli di tipo prettamente automobilistico, associati alla soluzione robusta e affidabile di specifici problemi di controllo e regolazione.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ G. Miotto, "Trasmissione idromeccanica per veicolo a recupero di energia", Tesi di Laurea discussa presso il Politecnico di Torino (aa. 1976/1977), relatori F.Filippi e G.L.Zarotti
- ◆ G.L. Zarotti, "Sviluppo di componenti oleodinamici a risparmio di energia per mezzi mobili", Atti del Seminario Generale delle Unità Operative del Progetto Finalizzato 'Energetica 2' (Pisa), Vol.3-UF, PFE, Roma, 1986, pp. 439-443
- ◆ G.L. Zarotti, "Rotary regenerative assemblies - Operation and control", Proc. of the 2nd International Conference 'Fluid Power Transmission and Control' (Hangzhou, RPC), International Academic Publishers, Beijing, 1989, pp. 355-360

- ◆ G.L. Zarotti, "A Survey of Hydrostatic and Hydromechanical Transmissions", Rapporto elaborato per conto della New Holland Italia (NH Hydraulic Competence Center), Pubblicazione CEMOTER 559, 2000, pp.86 (circolazione limitata)
- ◆ G.L. Zarotti, "Trasmissioni Idrostatiche - Nozioni e Lineamenti Introduttivi", Quaderni Tematici N.5, IMAMOTER-CNR (in avanzata preparazione)

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Department of Mechanical Engineering, Monash University, Melbourne (Australia): la collaborazione è attiva mediante un protocollo d'intesa di carattere generale in cui vengono evidenziate le attività relative ai sistemi di risparmio energetico nell'ambito delle trasmissioni oleodinamiche. La collaborazione si esplica mediante scambio di ricercatori e attività comuni nell'ambito delle trasmissioni idrostatiche a recupero di energia.
- ◆ HP Hydraulics (Pieve di Cento – FE): sviluppo e prototipazione di sistemi avanzati di controllo e gestione di trasmissioni idrostatiche per impiego su macchine mobili;
- ◆ Fiori S.p.A. (Finale Emilia – FE): applicazione e sviluppo di tecniche innovative di gestione della trazione su 'concept vehicle' appositamente messo a disposizione;
- ◆ Sampierana Macchine (PG): applicazione e valutazione di prototipi di sistemi di controllo e gestione della trasmissione su macchine operatrici.

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ "Sviluppo di componenti oleodinamici a risparmio di energia per impianti mobili", Progetto Finalizzato Energetica 2 - Sottoprogetto "Usi Finali" (1985 – 1987)

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Risparmio energetico dei veicoli ad azionamento idraulico

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese costruttrici di componenti e circuiti oleodinamici
- ◆ Imprese costruttrici di veicoli e macchine operatrici

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

Sono attivi rapporti con aziende regionali su temi collegati alla tematica in oggetto:

- ◆ HP Hydraulics (Pieve di Cento – FE): sviluppo e prototipazione di sistemi avanzati di controllo e gestione di trasmissioni idrostatiche per impiego su macchine mobili;
- ◆ Fiori S.p.A. (Finale Emilia – FE): applicazione e sviluppo di tecniche innovative di gestione della trazione su 'concept vehicle' appositamente messo a disposizione;
- ◆ Casappa S.p.A. (Cavalli di Collecchio – PR): sviluppo di Hardware e Software di controllo per pompe a cilindrata variabile.

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://fluid.power.net>
- ◆ <http://www.permo-drive.com.au>

Persone di contatto

- ◆ Ing. Roberto Paoluzzi, e-mail: r.paoluzzi@imamoter.cnr.it
- ◆ Ing. G. Luca Zarotti, e-mail: gl.zarotti@imamoter.cnr.it

Struttura 6: REI - REGGIO EMILIA INNOVAZIONE

REI - REGGIO EMILIA INNOVAZIONE - Società Consortile a Responsabilità Limitata

Indirizzo: Via Caduti delle Reggiane, 23
42100 Reggio Emilia

Presidente: Stefano Landi

Attività

TEMA 1 - Simulazione ambientale su sistemi meccatronici

TEMA 2 - Sistemi di diagnosi predittiva ed intelligente per sistemi meccatronici

Tematica 1: Simulazione ambientale su sistemi meccatronica

Descrizione

Obiettivi

La ricerca rientra nell'ambito dell'affidabilità dei prodotti meccatronici. Molte applicazioni prevedono l'impiego dei componenti in condizioni aggressive sia dal punto di vista meccanico (vibrazioni) sia dal punto di vista climatico (umidità e temperatura). Il quadro ambientale complessivo può esaltare il degrado dei componenti interni al sistema portando a prematuri malfunzionamenti durante l'esercizio.

Lo sviluppo e la redditività di un nuovo prodotto meccatronico risentono fortemente del tempo dedicato alla convalida sperimentale effettuata direttamente sul campo. Infatti, i principali limiti ad una corretta progettazione del componente meccatronico sono connessi con la difficoltà nell'identificare con precisione e tempestività i fattori principali che condizionano il funzionamento in esercizio del componente. Infatti, da un lato, la lentezza con cui le sollecitazioni ambientali interessano il prodotto e, dall'altro, il costo economico connesso con il verificarsi di un cedimento in opera, rendono poco efficiente l'utilizzo dello studio sperimentale come base di conoscenza per lo sviluppo del prodotto meccatronico.

Al contrario, la ricerca proposta mira alla messa in funzione di un banco di simulazione ambientale ed alla definizione di un protocollo per prove accelerate con cui svolgere il collaudo sperimentale in forma controllata e riproducibile. In questo modo vengono significativamente accelerati i tempi di verifica e studio del comportamento dei componenti.

Attività

L'attività comprende tre fasi:

- ◆ acquisizione di dati ambientali sui sistemi in esercizio effettivo;
- ◆ riproduzione accelerata al banco in condizioni ambientali simulate;
- ◆ catalogazione e analisi statistica dei cedimenti caratteristici dei prodotti meccatronici.

L'acquisizione di dati ambientali serve a definire protocolli di prova significativi per le diverse condizioni ambientali che i prodotti meccatronici incontrano sul campo.

La verifica di durata serve a mettere in luce fenomeni di degrado meccanico (fatica strutturale, corrosione, usura) che sono la causa predominante di avaria non solo dei componenti meccanici ma anche di quelli meccatronici.

La catalogazione e l'analisi statistica servono a dedurre informazioni quantitative sull'incidenza delle avarie utili per effettuare la progettazione sull'affidabilità di nuovi prodotti meccatronici.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Dalpiaz, A. Rivola and R. Rubini, 1996, "Dynamic Modelling of Gear System for Condition Monitoring and Diagnostics", Proceedings of the Congress of Technical Diagnostics, Vol. 2, pp. 185-192. Gdansk, Poland
- ◆ Rubini R., Sidahmed M., 1997, "Diagnostic of Gear Systems Using the Spectral Correlation Density of the Vibration Signal", Proceedings of the Symposium on Fault Detection , Supervision, and Safety for Technical Processes, pp.977-982. Hull, UK
- ◆ Dalpiaz G., A. Rivola and R. Rubini, 2000, "Effectiveness and Sensitivity of Vibration Processing Techniques for Local Fault Detection in Gears". Mechanical Systems and Signal Processing 14(3), pp.387-412
- ◆ Rubini R. and U. Meneghetti, 2001, "Application of the Envelope and Wavelet Transform Analyses for the Diagnosis of Incipient Faults in Ball Bearings". Mechanical Systems and Signal Processing 15(2), pp.287-302
- ◆ Rubini R. and U. Meneghetti, 2002 "On the Source of Vibrations in Damaged Rolling Bearings". Third AIMETA International Tribology Conference. Vietri sul mare, Salerno, Italia

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ DIEM, Università di Bologna – Bologna (BO): monitoraggio e diagnostica delle macchine attraverso la misura di vibrazioni
- ◆ Università di Lovagno - Lovagno (B): sviluppo di software per l'analisi del segnale proveniente da trasduttori di vibrazione

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

Trattandosi di un centro di recentissima costituzione, non sono ancora stati avviati specifici progetti.

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Riconoscimento e classificazione dei cedimenti caratteristici dei prodotti meccatronici
- ◆ Aumento della affidabilità dei sistemi meccatronica
- ◆ Aumento della sicurezza di funzionamento dei sistemi meccatronici

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Industria meccanica, elettromeccanica
- ◆ Industria automobilistica, ferroviaria e navale
- ◆ Industria aerospaziale
- ◆ Industria elettronica

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ ALSTOM Transport (Bologna): sviluppo di traversa mecatronica per azionamento di deviatoio ferroviario. Analisi di affidabilità in condizioni climatiche simulate.

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Banco di simulazione ambientale, costituito da tavola vibrante e camera climatica con controllo di umidità e temperatura
- ◆ Eccitatore elettrodinamico da 35 kN
- ◆ Camera climatica da 4400 litri per temperature da -40 a + 80 °C

I possibili link per informazioni

- ◆ www.dismi.unimore.it

Persone di contatto

- ◆ Prof. Eugenio Dragoni, e-mail: eugenio.dragoni@unimore.it

Tematica 2: Sistemi di diagnosi predittiva ed intelligente per sistemi meccatronici

Descrizione

Obiettivi

La ricerca riguarda lo sviluppo di metodi per la diagnosi della sorgente di guasti in sistemi di produzione di tipo meccatronico, e per la valutazione di variazione di parametri produttivi per la localizzazione preventiva di guasti per la manutenzione preventiva.

Nei sistemi di produzione automatizzati, in particolare quelli in cui sono presenti dispositivi di natura meccatronica, non e' sempre facile determinare le cause di malfunzionamento di una macchina o dispositivo automatizzato. Il mancato funzionamento di una parte della macchina puo' essere dovuto alla rottura di un sensore, o al malfunzionamento di un attuatore, oppure ad un errore del sistema di controllo. Inoltre, per loro caratteristica operativa, le macchine possono operare presso impianti in cui non sono presenti operatori specializzati (es. impianti macchine esportate nei paesi in via di sviluppo), che siano in grado di operare in modo corretto allo scopo di determinare e rimuovere il problema.

Attività

Il progetto vuole sviluppare un metodo operativo basato su un modello adeguato (knowledge-based o di tipo dinamico) dell'impianto da monitorare, allo scopo di rilevare la sorgente dei guasti per fornire un aiuto all'operatore non esperto per la rimessa in marcia della macchina.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ C. Fantuzzi, C. Secchi, and A. Visioli. On the fault detection and isolation of industrial robot manipulators. In 7th Symposium on Robot Control (Syroco '03), September 1-3 2003
- ◆ S. Simani, C. Fantuzzi, and R.J. Patton. Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems Using Identification Techniques. Advances in Industrial Control. Springer, London, Berlin, 2002. ISBN:1-85233-685-4
- ◆ C. Fantuzzi, S. Simani, S. Beghelli, and R. Rovatti. Identification of piecewise affine models in noisy environment. *Int. J. Control*, 75(18):1472-1485, 2002
- ◆ C. Fantuzzi and S. Simani. Parametric identification for robust fault detection. In Proceedings of 15th IFAC World Congress, Barcelona, Spain, July 21-26 2002
- ◆ Simani and C. Fantuzzi. Neural networks for fault diagnosis and identification of industrial processes. In ESANN'02, Bruges, Belgium, April, 24-26 2002. Proc. of the 10th European Symposium on Artificial Neural Networks. Invited paper

- ◆ C. Fantuzzi, S. Simani, and S. Beghelli. Robust fault diagnosis of dynamic processes using parametric identification with eigenstructure assignment approach. In Proc. of Conference on Decision and Control, CDC, pages 155-160, Orlando, FL, December 4-7 2001. Invited session

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Università di Ferrara, Dipartimento di Ingegneria – Ferrara (FE): la collaborazione riguarda lo studio di una metodologia per la diagnosi dei guasti in sistemi industriali, principalmente in riguardo a sensori e trasduttori

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

Diminuzione del fermo macchina dovuto a guasti. Pianificazione di manutenzione predittiva anziché preventiva, con conseguente diminuzione dei costi di manutenzione.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese meccatroniche

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Tetra Pak Carton Ambient (MO): la collaborazione ha riguardato un progetto di ricerca per la individuazione preventiva di guasti incipienti in motori elettrici di tipo brushless, per la movimentazione di sistemi meccatroniche.

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Sistema di acquisizione del segnale

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.ingre.unimo.it/docenti/fantuzzi/index.html>.

Persone di contatto

- ◆ Prof. Cesare Fantuzzi, e-mail: cesare.fantuzzi@unimore.it,