

Giuseppe Orlando

**Curriculum dell'attività didattica e
scientifica**

19 aprile 2010

Indice

1. Note biografiche.	>	2
2. Attività didattica.	>	4
3. Attività scientifica.	>	7
4. Elenco completo delle pubblicazioni scientifiche.	>	18

Capitolo 1

Note biografiche.

- L'Ing. Giuseppe Orlando è nato a Isola del Liri (FR) il 12/07/1966. Dall'8/9/2001 è sposato con Ilaria Mazzoni, e risiede ad Osimo (AN).
- Ha conseguito la Laurea in Ingegneria Elettronica il 23/07/1992 presso l'Università di Ancona riportando la votazione di 110/110 e lode. La tesi discussa aveva titolo: "Identificazione di un controllore sliding mode di movimenti intenzionali" (relatore: Prof. T. Leo).
- Nel Dicembre 1992, all'Università di Ancona, ha conseguito l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere.
- Ha svolto il Corso di Dottorato di Ricerca in Sistemi Artificiali e Intelligenti (VIII ciclo) presso il Dipartimento di Elettronica ed Automatica dell'Università di Ancona, dal Dicembre 1992, quando ha superato il relativo concorso, al Dicembre 1995, occupandosi di controllo non lineare con applicazione al controllo di veicoli sottomarini e alla modellazione di sistemi di controllo biologici.
- Nel corso del Dottorato ha effettuato un periodo di studio, dal primo di Marzo al 31 Maggio del 1994 alla Washington University di St.Louis, con la supervisione del Prof. T.J.Tarn.
- È Dottore di Ricerca dal 14 Novembre 1996, data in cui, presso il Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Telematica dell'Università di Genova, ha sostenuto e superato l'esame per il conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca, discutendo la tesi dal titolo: "Tec-

niche di controllo a struttura variabile per un veicolo sottomarino comandato a distanza”.

- Nel periodo 10/03/1997-10/03/1999 è stato titolare di una borsa di studio biennale per lo svolgimento di attività di ricerca post-dottorato (settore 09 - Ingegneria Industriale - sottosettore Controlli Automatici) svolta presso il Dipartimento di Elettronica ed Automatica dal titolo “Controllo a Struttura Variabile per veicoli autonomi”.
- Dal 16/09/99 al 16/03/2000 è stato titolare di un assegno di ricerca a tempo determinato (sei mesi) per la collaborazione all’attività di ricerca, Area 09 (Ingegneria Industriale e dell’Informazione), Settore Scientifico Disciplinare K04X (Automatica), essendo risultato vincitore della relativa selezione pubblica svoltasi il 21/07/99.
- In data 01/10/2000 ha preso servizio in qualità di ricercatore universitario nel S.S.D. ING-INF04 (Automatica) presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università di Ancona, Dipartimento di Elettronica ed Automatica. Attualmente, afferisce al Dipartimento di Ingegneria Informatica, Gestionale e dell’Automazione dell’Università Politecnica delle Marche (Ancona), in qualità di ricercatore universitario nel S.S.D. ING-INF04 (Automatica).
- Dalla data 01/10/2003 è Ricercatore Confermato presso il Dip. di Ingegneria Informatica, Gestionale e dell’Automazione dell’Università Politecnica delle Marche.

Capitolo 2

Attività didattica.

- L'ing. Orlando ha svolto le funzioni di coadiutore didattico, per conto dell'Ente Universitario del Fermano, nell'ambito del Diploma in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Ancona, con sede a Fermo (AP), collaborando alla preparazione del materiale didattico per lo svolgimento di esercitazioni in aula e di laboratorio per i corsi di:
 - Controlli Automatici Modulo I negli Anni Accademici 1996/97, 1997/98, 1998/99;
 - Controlli Automatici Modulo II negli Anni Accademici 1994/95 e 1998/99;
 - Teoria dei Sistemi Modulo I nell'A. A. 1998/99;
 - Teoria dei Sistemi Modulo II nell'A. A. 1997/98.
- Ha svolto le funzioni di coadiutore didattico, per conto del Consorzio Nettuno, nell'ambito del Diploma Universitario a distanza in Ingegneria Informatica del Politecnico di Torino, Polo Tecnologico Università di Camerino, con sede a Camerino (MC), curando lo svolgimento di esercitazioni per i corsi di:
 - Reti Logiche negli Anni Accademici 1996/97, 1997/98, 1998/99;
 - Teoria dei Sistemi nell'Anno Accademico 1996/97;
 - Controlli automatici nell'Anno Accademico 1997/98.
- Dall'anno accademico 2002-2003 a tutt'oggi ha l'affidamento del corso di “Modellistica ed identificazione dei processi dinamici” nel-

l'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione dell'Università Politecnica delle Marche, con sede a Fermo (AP).

- Dall'anno accademico 2004-2005 all'anno accademico 2008-2009 ha avuto l'affidamento del corso di "Progettazione assistita da calcolatore dei sistemi di controllo", nell'ambito del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica dell'Università Politecnica delle Marche.
- Dall'anno accademico 2006-2007 all'anno accademico 2008-2009 ha avuto l'affidamento del corso di "Laboratorio di Automazione industriale" nell'ambito del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale dell'Università Politecnica delle Marche, con sede a Fermo (AP).
- Dall'anno accademico 2008-2009 a tutt'oggi ha l'affidamento del corso di "Controllo Non Lineare" nell'ambito del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Automazione dell'Università Politecnica delle Marche.
- Ha avuto l'affidamento, per l'anno accademico 2004-2005, del corso di "Controlli Automatici", nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Lecce.
- Ha avuto l'affidamento, per l'anno accademico 2003-2004, del corso di "Sistemi ad Eventi Discreti" nell'ambito del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Automatica dell'Università degli Studi di Lecce.
- Ha collaborato con il Prof. T.Leo alla revisione dei lucidi delle lezioni del Corso di Controlli Automatici della Facoltà di Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche. Tali lucidi sono reperibili all'indirizzo Internet:

<http://www.diiga.univpm.it/C3I092/>

- Ha collaborato con il Prof. T.Leo alla preparazione del materiale didattico per il Corso di Controlli Automatici della Facoltà di Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche, nell'ambito del progetto e-learning di detta Università. Tale materiale è reperibile all'indirizzo Internet:

<http://moodle.univpm.it/>

- È coautore dei seguenti libri:
 - “Fondamenti di Automatica: Richiami ed esercizi”, di M.L. Corradini e G. Orlando, Casa Editrice Pitagora, Bologna, 2002. ISBN 88-371-1295-5.
 - “Controllo Digitale di Sistemi Dinamici”, di M.L. Corradini e G. Orlando, Casa Editrice Franco Angeli, Milano, 2005, ISBN 88-464-6426-5.

Capitolo 3

Attività scientifica.

Introduzione

La commissione nazionale per il merito scientifico, nominata dal CIRA (Centro Interuniversitario di Ricerca in Automatica), e formata dal prof. Garofalo, dal prof. Guardabassi, dal prof. Isidori, dal prof. Marro e dal prof. Picci, ha espresso nel 2002 il seguente giudizio sull'ing. Giuseppe Orlando: «... ha manifestamente maturato una esperienza scientifica compatibile con l'attività di professore di seconda fascia».

L'attività di ricerca dell'ing. Giuseppe Orlando si è svolta prevalentemente presso l'Università Politecnica delle Marche, già Università di Ancona, ed ha riguardato principalmente il controllo robusto. Come tradizione del gruppo di ricerca all'interno del quale l'ing. Giuseppe Orlando era ed è tuttora inserito, sono sempre state curate molto, oltreché l'aspetto metodologico, anche le ricadute applicative dei risultati teorici raggiunti, ed è sempre stato considerato rilevante l'aspetto implementativo di tali risultati.

Per riassumere in un'unica espressione i contenuti dell'attività di ricerca svolta, si può sicuramente far riferimento a: "Controllo Robusto". All'interno di questa vastissima tematica, i problemi affrontati possono essere così classificati:

1. Controllo robusto di sistemi non lineari in presenza di non linearità non smooth (dead zone, backlash, isteresi, saturazione) negli attuatori e nei sensori;
2. Controllo robusto di sistemi a tempo discreto incerti, in presenza di variazioni parametriche e di disturbi deterministici;

3. Controllo robusto di sistemi lineari a tempo discreto, in presenza di disturbi stocastici limitati ed “ampie” variazioni parametriche, o guasti nel sistema di attuazione;
4. Controllo robusto di sistemi non lineari, con applicazione alla robotica (veicoli sottomarini, robot mobili terrestri) e alla modellazione di processi biomeccanici (controllo del movimento dell’arto superiore umano).

NOTA. Di seguito è riportata, divisa in paragrafi, una breve descrizione dell’attività scientifica in ognuna delle aree sopra indicate. Alla fine di ogni paragrafo è riportata una lista di pubblicazioni rappresentative di quell’area. La numerazione delle pubblicazioni fa riferimento all’elenco completo riportato in fondo a questo documento.

3.1 Controllo Robusto di Sistemi non lineari in presenza di non linearità non smooth (dead zone, backlash, isteresi, saturazione) negli attuatori e nei sensori

È stato considerato inizialmente il problema di controllare processi non lineari ad un solo ingresso, in presenza di nonlinearità (dead-zone e backlash) nel blocco di attuazione del controllore. Come è ben noto, le non linearità di attuazione sono fra i fattori chiave che limitano le prestazioni statiche e dinamiche di un sistema di controllo. Esse rendono infatti il sistema non affine nella variabile di controllo; inoltre il loro modello matematico è spesso caratterizzato da parametri incerti. In [A8] è stata proposta una legge di controllo a struttura variabile (VSC, Variable Structure Control) per la stabilizzazione di un processo in cui siano presenti nel blocco di attuazione fenomeni come dead-zone e backlash, caratterizzati da parametri incerti. Con l’assunzione che questi parametri possano assumere valori all’interno di intervalli limitati e noti, la legge di controllo garantisce che l’attuatore lavori sempre nella zona di funzionamento lineare, qualunque siano i valori assunti dai parametri all’interno degli intervalli di variazione degli stessi. Si noti che il processo da controllare è anch’esso non lineare, e soggetto a variazioni parametriche. Inoltre, contrariamente a quanto avviene negli approcci maggiormente diffusi in letteratura (si veda per esempio: “G. Tao and P.V. Kokotovic: Adaptive Control of Systems with Actuator and Sensor nonlinearities, Wiley

& Sons, 1996”), non è richiesta alcuna inversione del modello delle non linearità.

Tale approccio è stato poi esteso al caso in cui il blocco di attuazione sia caratterizzato da una non linearità ad isteresi [A14]. Inoltre, è stato considerato il problema della presenza di non-linearità incerte anche nei sensori, oltre che nei dispositivi di attuazione (non linearità a “sandwich”). In [A12] è descritta una legge di controllo a struttura variabile per un sistema non lineare incerto, con ulteriori non linearità ed incertezze nei sensori e negli attuatori. Tale legge garantisce la limitatezza delle variabili di stato. Si noti che lo stato non è direttamente accessibile, ma è misurabile attraverso dei sensori caratterizzati da una non linearità a zona morta.

Recentemente è stato affrontato anche il caso in cui il blocco di attuazione sia caratterizzato da una non linearità a saturazione, ed il processo da controllare è lineare ed incerto. La soluzione proposta, prima per sistemi SISO e poi estesa a sistemi MIMO, si basa sull’introduzione di una superficie di scivolamento tempo variante, sulla quale lo stato del sistema è costretto a rimanere fin dall’istante iniziale. Scegliendo opportunamente i parametri che caratterizzano tale superficie, si riesce ad imporre che il valore dell’ingresso di controllo sia sempre inferiore al valore limite dato dalla saturazione, e che lo stato del sistema sia asintoticamente stabile [A17] [A21] [B55].

Tale approccio è stato anche applicato al controllo di sistemi con stato ed uscita quantizzati [A19].

Pubblificazioni rappresentative:

[A8] Corradini M.L., Orlando G.: “Robust stabilization of nonlinear uncertain plants with backlash or dead-zone in the actuator”. IEEE Transactions on Control Systems Technology. Vol.10, No.1, pp.158-166, 2002.

[A12] Corradini M.L., Orlando G.: “Robust practical stabilization of nonlinear uncertain plants with input and output nonsmooth nonlinearities”, IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol.11, n.2, pp.196-203, 2003.

[A14] Corradini M.L., Orlando G., Parlangeli G.: “A VSC approach for the robust stabilization of nonlinear plants with uncertain non-smooth actuator nonlinearities - a unified framework”. IEEE Transactions on Automatic Control, Vol.49, n.5, pp.807-813, 2004.

- [A17] Corradini M.L., Orlando G.: “Linear unstable plants with saturating actuators: robust stabilization by a time varying sliding surface ”. Automatica, Volume 43, n.1, pp.88-94, 2007.
- [A19] Corradini M.L., Orlando G.: “Robust quantized feedback stabilization of linear systems”. Automatica, in pubblicazione, settembre 2008.
- [A21] Corradini M.L., Cristofaro A., Orlando G.: “Robust Stabilization of Multi Input Plants With Saturating Actuators”. IEEE Transactions on Automatic Control, Vol.55, n.2, pp.419-425, 2010.
- [B55] Corradini M.L., Orlando G. A result on the robust stabilization of MIMO plants with saturating actuators. 46th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2007), New Orleans, 12-14 Dicembre 2007.

3.2 Controllo robusto di sistemi a tempo discreto incerti, in presenza di variazioni parametriche e di disturbi deterministici

In questo settore si è dato un contributo alla riformulazione del controllo a struttura variabile, che è una metodologia di controllo nata a tempo continuo, in un contesto a tempo discreto.

Come è ben noto dalla letteratura, infatti, notevoli sono i problemi che si incontrano in fase di implementazione al computer delle leggi di controllo a struttura variabile. Tale metodologia di controllo, infatti, oltre ad essersi sviluppata storicamente per sistemi a tempo continuo, produce algoritmi di controllo discontinui rispetto alla variabile di stato. Tale discontinuità, teoricamente accettabile, comporta in pratica oscillazioni ad alta frequenza nella variabile di controllo, inaccettabili da un punto di vista applicativo: infatti la legge di controllo discontinua presuppone una frequenza di commutazione infinita, che fisicamente non può essere realizzata. Tali problemi si presentavano già in un'implementazione di tipo analogico, ed aumentano inevitabilmente con il diffondersi dell'implementazione digitale delle leggi di controllo. Per questo motivo in letteratura si è sviluppata una teoria del controllo a struttura variabile per sistemi a tempo discreto, nella quale si notano fin dall'inizio difficoltà metodologiche rispetto al caso a tempo continuo. La più importante è sicuramente il fatto che a tempo discreto è impossibile ottenere lo sliding mode ideale. Si introduce quindi il concetto di quasi sliding mode: lo stato del sistema è mantenuto in un intorno della superficie di scivolamento, detto sliding sector. Per la sintesi, risultano cruciali:

- la definizione della superficie di scivolamento;
- la dinamica di raggiungimento dell'intorno, che influenza il transitorio;
- la legge di controllo all'interno dello sliding sector.

In questo contesto, nei lavori [A2], [A3], [A4] sono state sintetizzate leggi di controllo VSC a tempo discreto, per sistemi incerti, caratterizzate da:

- l'introduzione di nuove superfici di scivolamento;
- nuove leggi di controllo all'interno dello sliding sector;
- possibilità di modellare il transitorio, tramite l'introduzione di "tuning knobs" opportuni, cioè di parametri di progetto che permettono la "modulazione" dell'azione di controllo.

In particolare, in [A2] sono state proposte due leggi di controllo a struttura variabile a tempo discreto e a minima varianza generalizzata per sistemi MIMO, ed applicate al controllo di un veicolo sottomarino comandato a distanza; in [A3] si è fatto ricorso ai vantaggi derivanti dall'utilizzo del Controllo Predittivo Generalizzato (GPC), potenziato tramite l'inserimento di un meccanismo a struttura variabile a tempo discreto in grado di gestire in modo robusto sistemi incerti. Tale approccio, applicato in simulazione ad un benchmark di letteratura, cioè al modello matematico non lineare di un reattore chimico, ha dimostrato di migliorare la risposta a ciclo chiuso, di ridurre gli sforzi di controllo iniziali, ma soprattutto di consentire la modellazione del transitorio per mezzo di "tuning knobs" opportuni; in [A4] il controllore proposto è in grado di gestire disturbi dipendenti non linearmente dallo stato, e di garantire simultaneamente la stabilizzazione robusta di un sistema SISO ed il 'transient shaping'. In particolare si fa uso della reazione dallo stato, e la scelta della superficie di sliding può essere fatta in modo da assegnare la dinamica del sistema di ordine ridotto. Si noti che l'imposizione della condizione di sliding all'interno del settore, realizzata in letteratura in genere in modo approssimato, avviene tramite l'uso del Time Delay Control (TDC).

A testimonianza dell'attualità dei temi trattati, si consideri la discussione riportata in [A15].

Pubblicazioni rappresentative:

[A2] Corradini M.L., Orlando G.: A Discrete Adaptive Variable Structure Controller for MIMO Systems, and its application to an Underwater ROV. IEEE Trans. Control Systems Technology, Vol. 5, No. 3, pp.349-359, 1997.

[A3] Corradini M.L., Orlando G.: A VSC algorithm based on Generalized Predictive Control. Automatica, Vol. 33, No. 5, pp.927-932, 1997.

[A4] Corradini M.L., Orlando G.: Variable Structure Control of Discretized Continuous-Time Systems. IEEE Trans. Automatic Control, Vol.43, No.9, pp.1329-1334, 1998.

[A15] Corradini M.L., Orlando G.: "Author's reply to "Comments on 'Variable Structure Control of Discretized Continuous-Time Systems' ". IEEE Transactions on Automatic Control, vol.50, n.4, pp.541, 2005.

3.3 Controllo robusto di sistemi lineari a tempo discreto, in presenza di disturbi stocastici limitati ed "amplie" variazioni parametriche, o guasti nel sistema di attuazione

Il contributo in quest'ambito ha riguardato l'utilizzo di metodologie di controllo switching per sistemi lineari, ed in questo contesto può essere così caratterizzato:

- a) estensione della classe dei sistemi considerati (sistemi MIMO, a tempo discreto, con disturbi stocastici limitati, in aggiunta alle variazioni parametriche);
- b) calcolo esplicito del raggio di stabilità, che consente di effettuare praticamente la partizione;
- c) introduzione nel supervisore un algoritmo "intelligente" di scelta del controllore stabilizzante: miglioramento rispetto all'algoritmo prerouted;
- d) drastica riduzione della durata della ricerca del controllore stabilizzante, tramite abbinamento del VSC alla legge di controllo switching.

Per quanto riguarda i primi tre punti, nel lavoro [A13] è stato affrontato il problema del controllo robusto di un processo intervallare,

multivariabile ed in presenza di disturbi stocastici limitati. La soluzione proposta consiste in uno schema di controllo non lineare composto dalla connessione di un controllore non stazionario e di un supervisore, il cui compito è quello di stabilire gli istanti di “switching” fra le diverse possibili configurazioni del controllore non stazionario. La logica di commutazione è basata sull’introduzione di un indice opportuno che fa sì che il supervisore selezioni il controllore associato al modello del processo che in quel momento “assomiglia di più al processo reale”: ciò consente un notevole miglioramento rispetto agli algoritmi “prerouted”.

Per quanto riguarda il quarto punto, in [A11] è stata proposta un’architettura di controllo switching a retroazione dall’uscita, combinata con il controllo a struttura variabile, per sistemi SISO, lineari ed incerti, stabilizzabili, nel caso nominale, con retroazione statica dall’uscita. L’introduzione nello schema del VSC consente di ridurre la durata della fase di scansione delle possibili configurazioni stabilizzanti. Ciò permette di abbreviare la durata del transitorio iniziale, in cui l’uscita del sistema potrebbe divergere o diventare troppo grande, prima che il controllore stabilizzante venga selezionato dal supervisore. Tale approccio è stato esteso a sistemi MIMO lineari ed incerti, stabilizzabili, nel caso nominale, con retroazione dinamica dall’uscita [A18].

Un ulteriore contributo è quello descritto in [A16], in cui è stato affrontato il problema di controllare un processo in presenza di guasti negli attuatori. Il processo è lineare, soggetto a variazioni parametriche. I guasti sulle componenti degli attuatori avvengono in istanti di tempo incogniti, ed assumono un andamento temporale non noto, ma limitato. La legge di controllo proposta è basata sul controllo a commutazione, commutazione che avviene fra diversi controllori a struttura variabile. La logica di commutazione adottata, insieme all’utilizzo del controllo a struttura variabile, consente di:

- rilevare il guasto, isolarlo e compensarlo con un’opportuna ridistribuzione dell’attività di controllo fra gli attuatori ancora funzionanti;
- ottenere un compromesso fra gli sforzi di controllo degli attuatori ancora funzionanti e la prontezza nel recuperare la stabilità del sistema dopo uno o più guasti.

Pubblicazioni rappresentative:

[A11] Corradini M.L., Orlando G.: “A switching controller for the output feedback stabilization of uncertain interval plants via sliding modes”.

IEEE Transactions on Automatic Control, vol.47, n.12, pp.2101-2108, 2002.

[A13] Corradini M.L., Jetto L., Orlando G.: “Robust Stabilization of Multivariable Uncertain Plants via Switching Control”, IEEE Transactions on Automatic Control, Vol.49, n.1, pp.107-114, 2004.

[A16] Corradini M.L., Orlando G.: “Actuator Failure Identification and Compensation Through Sliding Modes”. IEEE Trans. Control Systems Technology, vol.15, n.1, pp.184-189, 2007.

[A18] Corradini M.L., Orlando G.: “An observer based switching control strategy for the stabilization of uncertain multi-input-multi-output plants”. International Journal of Control, vol.80, n.4, pp.583-592, 2007.

3.4 Controllo robusto di sistemi non lineari, con applicazione alla robotica (veicoli sottomarini, robot mobili terrestri) e alla modellazione di processi biomeccanici (controllo del movimento dell’arto superiore umano).

3.4.1 Veicoli sottomarini

È stata studiata la possibilità di applicare il controllo a struttura variabile al controllo di un veicolo sottomarino comandato a distanza (ROV), impiegato nell’ispezione delle condotte sottomarine. L’adozione di un controllore a tempo continuo e a retroazione dallo stato può produrre prestazioni inaccettabili in una situazione reale. Lo studio di fattibilità si è quindi indirizzato verso tecniche a struttura variabile a tempo discreto e a retroazione dall’uscita (vedere anche paragrafo 3.2). Sono state utilizzate le leggi di controllo proposte in [A2], una delle quali contiene anche un meccanismo adattativo, ottenuto tramite connessione con uno stimatore parametrico MIMO di tipo indiretto.

Pubblicazioni rappresentative:

[A2] Corradini M.L., Orlando G.: A Discrete Adaptive Variable Structure Controller for MIMO Systems, and its application to an Underwater ROV. IEEE Trans. Control Systems Technology, Vol. 5, No. 3, pp.349-359, 1997.

3.4.2 Robot mobili terrestri

I veicoli terrestri sono utilizzati nelle più svariate applicazioni, da quelle industriali a quelle sanitarie, come l'assistenza ai disabili. In generale, comunque, a prescindere dal particolare compito che il veicolo terrestre deve svolgere, è necessario dotare il veicolo stesso di un sistema di controllo in grado di guidarlo lungo un percorso assegnato, anche in presenza di perturbazioni, quali disturbi o variazioni parametriche, sempre presenti nelle situazioni reali. È quindi fondamentale utilizzare leggi di controllo che siano dotate di robustezza. Il controllo robusto di veicoli terrestri è stato appunto il tema fondamentale dell'attività di ricerca dell'Ing.Orlando durante il Post Dottorato. Sono stati considerati i problemi di stabilizzazione e di inseguimento di una traiettoria assegnata con l'utilizzo di tecniche di controllo a struttura variabile, sia a tempo continuo che a tempo discreto. Lo studio si può dividere in due linee principali:

- controllo cinematico;
- controllo dinamico.

Nell'ambito del controllo cinematico, è stato considerato il caso in cui il vincolo anolonomo del veicolo sia violato da un disturbo incognito, ma limitato da una costante nota. Si suppone cioè che il moto del veicolo non sia ideale, ma che possano verificarsi improvvisi slittamenti, situazione che accade di frequente nella realtà, soprattutto se il veicolo si deve muovere ad una velocità elevata. Il disturbo sul vincolo si riflette in un disturbo sul modello cinematico che non soddisfa le condizioni di matching. Il problema è stato risolto in [A10], nel caso in cui l'obiettivo di controllo sia l'inseguimento di una traiettoria assegnata. In [A10], inoltre, la legge di controllo è stata verificata sperimentalmente, sul veicolo mobile terrestre LABMATE, disponibile presso il Laboratorio di Robotica del Dipartimento di Elettronica ed Automatica dell'Università di Ancona.

Il controllo cinematico, anche se permette di considerare disturbi che violano il vincolo anolonomo, non consente di tenere conto di perturbazioni sempre presenti nella dinamica del veicolo, quali variazioni di massa, di dimensioni, oppure disturbi sulle coppie che muovono le ruote. Si è quindi affrontato il problema del controllo robusto del robot mobile utilizzando il modello dinamico, nel caso del problema di inseguimento. In questo caso i fattori di incertezza considerati sono quelli rappresentati da variazioni parametriche nel modello dinamico e da disturbi agenti sugli

ingressi di controllo (coppie di disturbo). Sono stati proposti approcci differenti, sia a tempo continuo [A6], che a tempo discreto [A7]. Le leggi di controllo proposte si basano essenzialmente sull'introduzione di due superfici di sliding non lineari. Quando lo stato del sistema si muove sull'intersezione di queste due superfici (sliding mode), i tre errori di inseguimento (due di posizione, uno di orientazione) tendono asintoticamente a zero, nonostante la presenza di variazioni parametriche e disturbi. L'unica ipotesi è che le perturbazioni, costituite da disturbi in ingresso o variazioni parametriche, siano limitate da costanti note. In [A7], inoltre, le leggi di controllo proposte sono state verificate sperimentalmente, sul veicolo mobile terrestre LABMATE.

Publicazioni rappresentative:

[A6] Corradini M.L., Orlando G.: "Robust Tracking Control of Mobile Robots in the presence of uncertainties in the dynamical model". *Journal of Robotic Systems*, Vol. 18, No. 6, pp.317-323, 2001.

[A7] Corradini M.L., Orlando G.: "Control of mobile robots with uncertainties in the dynamical model: a discrete time sliding mode approach with experimental results". *Control Engineering Practice*, Vol.10, No.1, pp.23-34, 2002.

[A10] Corradini M.L., Leo, T., Orlando G.: "Experimental testing of a discrete time sliding mode controller for the trajectory tracking of a wheeled mobile robot in the presence of skidding effects". *Journal of Robotic Systems*, Vol. 19, No. 4, pp.177-188, 2002.

3.4.3 Identificazione di sistemi di controllo biomeccanici con modelli a struttura variabile

In questa area, l'attività di ricerca ha riguardato l'identificazione con dati sperimentali di sistemi biomeccanici tramite modelli di Controllori a Struttura Variabile. Esiste in letteratura una vasta tendenza di ricerca secondo cui la teoria del controllo può essere un utile supporto allo studio del controllo neurofisiologico del movimento, in quanto i vari sistemi neuromuscolari sono esempi tipici di sistemi di controllo MIMO non lineari intelligenti. Possibili approcci alla comprensione della loro struttura di controllo sono o la semplice raccolta di dati sperimentali nella speranza che tale struttura emerga autonomamente, oppure l'adozione di principi di controllo mutuati dal background teorico corrente, e la validazione sperimentale di tali ipotesi. I risultati di uno studio precedente, secon-

do cui l'ordine di un modello ARMAX del controllore identificato veniva associato al programma motorio, hanno suggerito un'ipotesi di controllo gerarchico, in cui un blocco supervisore regola l'esecuzione del movimento fissando opportunamente l'ordine del controllore stesso. In questo contesto, la teoria dei Sistemi a Struttura Variabile (VSS) può essere usata per suggerire una diversa struttura di modello, in cui l'azione del supervisore si può ipotizzare consistente nella selezione di una opportuna superficie di sliding che descrive le specifiche di controllo. L'identificazione di un modello a Struttura Variabile del controllore dei movimenti intenzionali, svolta in base ai dati sperimentali, è stata effettuata in [A1]. Si noti come da questo studio sia emersa una possibile interpretazione delle diverse superfici di sliding identificate in termini di diversi programmi motori assegnati dal supervisore.

Publicazioni rappresentative:

[A1] Corradini M.L., Orlando G.: A MIMO Variable Structure Model of the Controller of Voluntary Arm Movements: an Identification Study. Automatica, Vol. 31, No. 11, pp.1673-1679, 1995.

Capitolo 4

Elenco completo delle pubblicazioni scientifiche.

A: RIVISTE INTERNAZIONALI

[A1] Corradini M.L., Orlando G.: A MIMO Variable Structure Model of the Controller of Voluntary Arm Movements: an Identification Study. *Automatica*, Vol. 31, No. 11, pp.1673-1679, 1995.

[A2] Corradini M.L., Orlando G.: A Discrete Adaptive Variable Structure Controller for MIMO Systems, and its application to an Underwater ROV. *IEEE Trans. Control Systems Technology*, Vol. 5, No. 3, pp.349-359, 1997.

[A3] Corradini M.L., Orlando G.: A VSC algorithm based on Generalized Predictive Control. *Automatica*, Vol. 33, No. 5, pp.927-932, 1997.

[A4] Corradini M.L., Orlando G.: Variable Structure Control of Discretized Continuous-Time Systems. *IEEE Trans. Automatic Control*, Vol.43, No.9, pp.1329-1334, 1998.

[A5] Longhi S., Orlando G.: Balanced reduction of linear periodic systems, *Kybernetika*, Vol.35, No.6, pp.737-751, 1999.

[A6] Corradini M.L., Orlando G.: "Robust Tracking Control of Mobile Robots in the presence of uncertainties in the dynamical model". *Journal of Robotic Systems*, Vol. 18, No. 6, pp.317-323, 2001.

[A7] Corradini M.L., Orlando G.: "Control of mobile robots with uncertainties in the dynamical model: a discrete time sliding mode approach with experimental results". *Control Engineering Practice*, Vol.10, No.1, pp.23-34, 2002.

[A8] Corradini M.L., Orlando G.: "Robust stabilization of nonlinear uncertain plants with backlash or dead-zone in the actuator". *IEEE Tran-*

- sactions on Control Systems Technology. Vol.10, No.1, pp.158-166, 2002.
- [A9] Corradini M.L., Orlando G.: “Transient Improvement of Variable Structure Controlled Systems Via Multi-Model Switching”. Transactions of the ASME- Journal of Dynamic, Systems, Measurement and Control, Vol. 124, No.2, pp. 321-326, 2002.
- [A10] Corradini M.L., Leo, T., Orlando G.: “Experimental testing of a discrete time sliding mode controller for the trajectory tracking of a wheeled mobile robot in the presence of skidding effects”. Journal of Robotic Systems, Vol. 19, No. 4, pp.177-188, 2002.
- [A11] Corradini M.L., Orlando G.: “A switching controller for the output feedback stabilization of uncertain interval plants via sliding modes”. IEEE Transactions on Automatic Control, vol.47, n.12, pp.2101-2108, 2002.
- [A12] Corradini M.L., Orlando G.: “Robust practical stabilization of nonlinear uncertain plants with input and output nonsmooth nonlinearities”, IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol.11, n.2, pp.196-203, 2003.
- [A13] Corradini M.L., Jetto L., Orlando G.: “Robust Stabilization of Multivariable Uncertain Plants via Switching Control”, IEEE Transactions on Automatic Control, Vol.49, n.1, pp.107-114, 2004.
- [A14] Corradini M.L., Orlando G., Parlangeli G.: “A VSC approach for the robust stabilization of nonlinear plants with uncertain non-smooth actuator nonlinearities - a unified framework”. IEEE Transactions on Automatic Control, Vol.49, n.5, pp.807-813, 2004.
- [A15] Corradini M.L., Orlando G.: “Author’s reply to “Comments on ‘Variable Structure Control of Discretized Continuous-Time Systems’ ”. IEEE Transactions on Automatic Control, vol.50, n.4, pp.541, 2005.
- [A16] Corradini M.L., Orlando G.: “Actuator Failure Identification and Compensation Through Sliding Modes”. IEEE Trans. Control Systems Technology, vol.15, n.1, pp.184-189, 2007.
- [A17] Corradini M.L., Orlando G.: “Linear unstable plants with saturating actuators: robust stabilization by a time varying sliding surface ”. Automatica, Volume 43, n.1, pp.88-94, 2007.
- [A18] Corradini M.L., Orlando G.: “An observer based switching control strategy for the stabilization of uncertain multi-input-multi-output plants”. International Journal of Control, vol.80, n.4, pp.583-592, 2007.
- [A19] Corradini M.L., Orlando G.: “Robust quantized feedback stabilization of linear systems”. Automatica, Vol.44, n.9, pp.2458-2462, 2008.

[A20] Mariotti A., Grossi G., Amerio P., Orlando G., Mattei P.A., Tulli A., Romani G.L., and Merla A.: “Finger Thermoregulatory Model Assessing Functional Impairment in Raynaud’s Phenomenon”. *Annals of Biomedical Engineering*, Vol. 37, No. 12, pp. 2631-2639, 2009.

[A21] Corradini M.L., Cristofaro A., Orlando G.: “Robust Stabilization of Multi Input Plants With Saturating Actuators”. *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol.55, n.2, pp.419-425, 2010.

B: ATTI DI CONGRESSI INTERNAZIONALI

[B1] Conte G., Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Identification of a Variable Structure Controller of Voluntary Arm Movements. *Proc. of the 14th Congress of International Society of Biomechanics (ISB)*, Parigi, Francia, 4-8 Luglio 1993, Vol. 1, pp. 278-279.

[B2] Corradini M.L., Orlando G.: Identification of a Multi-Input Multi-Output Variable Structure Controller of Voluntary Arm Movements. *Proc. of the 15th Annual International Conference IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, San Diego, CA, USA, 28-31 Ottobre, 1993, Vol.III, pp. 1177-1178.

[B3] Corradini M.L., Orlando G.: Identification of a Nonlinear Controller Model of the Human Posture Control System. *Proc. of the IFAC Symposium on modelling and Control in Biomedical Systems*, Galveston, TE, USA, 27-30 Marzo 1994, pp.443-444.

[B4] Longhi S., Orlando G., Serrani A.: Advanced Control Strategies for a Remotely Operated Vehicle. *Proc. of the First World Automation Congress (WAC)*, Maui, Hawaii, USA, 14-17 Agosto 1994, pp.105-110.

[B5] Corradini M.L., Orlando G.: A Multi-Input Multi-Output Variable Structure Model of the Controller of Voluntary Arm Movements: an Identification Approach. *Proc. of the Workshop on Robust Control via Variable Structure & Lyapunov techniques*, Benevento, Italia, 7-9 Settembre 1994, pp. 238-245.

[B6] Conte G., Leo T., Orlando G.: Multi-Input Multi-Output VSS Control for a Remotely Operated Vehicle. *Proc. of the Workshop on Robust Control via Variable Structure & Lyapunov techniques*, Benevento, Italia, 7-9 Settembre 1994, pp. 230-237.

[B7] Corradini M.L., Orlando G.: A Multi-Input Multi-Output VSS-Type Self-Tuning Control for a Remotely Operated Vehicle. *Proc. of the First IFAC Workshop on New Trends in Design of Control Systems*, Smolenice, Slovacchia, 8-10 Settembre 1994, pp.19-24.

- [B8] Conte G., Orlando G.: A variable structure control for a remotely operated vehicle. Proc. of Oceans 94., Brest, Francia, 13-16 Settembre 1994, pp. 111-115.
- [B9] Corradini M.L., Orlando G.: Discrete Variable Structure Control for Nonlinear Systems. Proc. of the European Control Conference (ECC95), Roma, Italia, 5-8 Settembre 1995, pp.1465-1470.
- [B10] Conte G., Corradini M.L., Orlando G., Zingaretti P.: Discrete Time VSC with Visual Feedback applied to the Position Control of an Underwater Remotely Operated Vehicle: an emulation study. Proc. of the 6th IARP Workshop on Underwater Robotics, Tolone, Francia, 27-29 Marzo 1996.
- [B11] Orlando G., Zulli R.: Variable structure tracking control for a wheeled mobile robot. Proc. of the ISMCR 96, Brussels, Belgio, 9-11 Maggio 1996, pp. 83-87.
- [B12] Corradini M.L., Orlando G.: An Adaptive MIMO VSC algorithm, and its application to the control of an underwater vehicle. Proc. of the IFAC 96 13th World Congress, San Francisco, CA, USA, 30 Giugno-5 Luglio 1996, pp. 309-314.
- [B13] Corradini M.L., Orlando G.: Robust optimal control of discretized nonlinear systems: a Variable Structure approach. Proc. of the 4th Intern. Conf. on Control, Automation, Robotics and Vision ICARCV96, Westin Stamford, Singapore, 4-6 Dicembre 1996, pp.1776-1780.
- [B14] Corradini M.L., Orlando G.: Variable Structure Control for uncertain sampled data systems. IEEE International Workshop on Variable Structure Systems (VSS'96), Tokyo, Giappone, 5-6 Dicembre 1996, pp. 117-121.
- [B15] Corradini M.L., Orlando G.: Robust deadbeat control: a Variable Structure approach. Proc. of the ROCOND97 IFAC SYMPOSIUM, Budapest, Ungheria, 25-27 Giugno 1997, pp. 343-347.
- [B16] Corradini M.L., Orlando G.: Stabilization of uncertain nonlinear systems via sliding modes. Proc. of the European Control Conference ECC97, Brussels, Belgio, 1-4 Luglio 1997.
- [B17] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Variable Structure Control of a robotic assistance system. Proc. of the 5th IEEE Mediterranean Conference on Control and Systems, Paphos, Cipro, 21-23 Luglio 1997.
- [B18] Longhi S., Orlando G., Zulli R.: Robust eigenvalue assignment by output feedback. Proc. of the 2nd IFAC Workshop on New Trends in Design of Control Systems, Smolenice, Slovacchia, 7-10 Settembre 1997,

pp. 3-8.

[B19] Longhi S., Orlando G. : Balanced reduction of linear periodic systems. Proc. 6th IEEE Mediterranean Conference on Control and Automation, Alghero, 9-11 Giugno 1998, pp. 835-840.

[B20] Leo T., Orlando G.: Discrete time sliding mode control of a nonholonomic mobile robot. Proc. of the 4th IFAC Nonlinear Control System Design, NOLCOS98, Enschede, Olanda, 1-3 Luglio 1998, pp. 575-580.

[B21] Corradini M.L., Orlando G.: A quasi-sliding mode controller for the local stabilization of a discrete-time uncertain system. Proc. of the 5th International Workshop on Variable Structure Systems (VSS'98) , Longboat Key, Florida, 11-13 Dicembre 1998, pp. 26-29.

[B22] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Robust stabilization of a mobile robot violating the nonholonomic constraint via quasi-sliding modes. Proc. of the 1999 American Control Conference (ACC99), 2-4 Giugno 1999, San Diego, CA, USA.

[B23] Canelli E., Corradini M.L., Longhi S., Leo T., Orlando G.: How to evaluate cooperation between robot systems having comparable masses, Proc.of the 8th international Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD'99), Munich, June 1999, pp. 165-170.

[B24] Leo T., Orlando G.: Robust Discrete Time Control of a Nonholonomic Mobile Robot. Proc. of the 14th IFAC World Congress , 5-9 Luglio 1999, Pechino, Vol. B, pp.137-142.

[B25] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Robust stabilization of systems with actuator nonlinearities. Proc. of the 1999 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE99), 12-16 Luglio 1999, Bled, Slovenia, pp. 327-330.

[B26] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: The tracking problem for a mobile robot: a sliding mode controller for the dynamical model. Proc. of the 1999 European Control Conference (ECC99), 31 Agosto-3 Settembre 1999, Karlsruhe, Germania.

[B27] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Robust stabilization of a class of nonlinear systems via multiple model sliding mode control., American Control Conference (ACC2000), Chicago, Giugno 2000.

[B28] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Multi-model Switching Control of a Class of Nonlinear Systems Using Sliding Modes., 3rd IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND 2000), Praga, Giugno 2000.

[B29] Corradini M.L., Leo T., Orlando G.: Robust control of a mobile

robot subjected to skidding effects: a sliding mode controller using the kinematic model and its experimental testing., 6th IFAC Symposium on Robot Control (SYROCO '00), Vienna, Settembre 2000.

[B30] Corradini M.L., Leo, T., Longhi S., Orlando G.: "Control education over the internet: performing experiments in a remote laboratory", Proc IFAC/IEEE Symposium On Advances in control education (ACE2000), Gold Coast, Australia, 17-19 Dicembre 2000.

[B31] Corradini M.L., Orlando G. "Robust practical stabilization of nonlinear uncertain plants with input and output nonsmooth nonlinearities." 2001 International Symposium on Adaptive and Intelligent Systems and Control, Charlottesville, Virginia, 28 Giugno 2001 (invitato, invited paper).

[B32] Corradini M.L., Jetto L., Orlando G. "Robust stabilization of interval ARMAX models via switching control". European Control Conference ECC2001, Porto, Settembre 2001.

[B33] Corradini M.L., Leo T., Orlando G., Pasqualini T. "A robust tracking controller for mobile robots in the presence of uncertainties in the dynamical model, and its experimental validation". European Control Conference ECC2001, Porto, Settembre 2001.

[B34] Corradini M.L., Jetto L., Orlando G. "Inference of closed loop stability for a class of stochastic switched systems". 5th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems NOLCOS'2001, S.Pietroburgo, Luglio 2001.

[B35] Corradini M.L., Orlando G. "An output feedback switching controller for the stabilization of uncertain interval plants". 40th IEEE Conference on Decision and Control, CDC2001, Orlando, FL, Dicembre 2001.

[B36] Corradini M.L., Orlando G. "Practical stabilization of nonlinear plants with uncertain input and output nonlinearities". 15th IFAC World Congress, Barcellona, Luglio 2002.

[B37] Corradini M.L., Orlando G. "A switching controller for the robust stabilization of uncertain interval MIMO plants". 41th IEEE Conference on Decision and Control, CDC2002, Las Vegas, FL, Dicembre 2002.

[B38] Corradini M.L., Orlando G.: "An output feedback switching controller for actuator failure compensation via sliding modes". 4th IFAC Symposium on RobustControl Design (ROCOND03), Milano, Giugno 2003.

[B39] Corradini M.L., Orlando G., Parlangei G. Robust stabilization of nonlinear plants with uncertain hysteresis-like actuator nonlinearities. European Control Conference 2003 (ECC2003), University of Cambridge,

UK, 1- 4 September 2003.

[B40] Corradini M.L., Jetto L., Orlando G. Supervised Stabilization of Uncertain Stochastic Plants., IFAC Conference on Analysis and Design of Hybrid Systems (ADHS03), Saint-Malo (France), Giugno 2003.

[B41] Corradini M.L., Orlando G. A sliding mode controller for actuator failure compensation. IEEE Conference on Decision and Control 2003 (CDC2003), Maui (Hawaii), Dicembre 2003.

[B42] Corradini M.L., Orlando G. “Robust control of an underwater ROV in the presence of nonsmooth nonlinearities in the actuators”. IFAC Conference on Control Applications in Marine Systems (CAMS2004), Ancona (Italy), 7-9 Luglio 2004.

[B43] Corradini M.L., Orlando G., Parlangeli G. A switching scheme for the robust stabilization of discrete time systems with unmatched uncertainties, 16th IFAC World Congress, Praga, Luglio 2005.

[B44] Corradini M.L., Orlando G., Parlangeli G. An observer-based fault-accommodating controller for nonlinear systems in the presence of sensor failures, 16th IFAC World Congress, Praga, Luglio 2005.

[B45] Corradini M.L.; Orlando G.; Parlangeli G. “A fault tolerant sliding mode controller for accommodating actuator failures”, 44th Conference on Decision and Control and 2005 European Control Conference, Pagg. 3091 – 3096, 2005.

[B46] Corradini M.L.; Orlando G.; Parlangeli G. “Robust control of nonlinear uncertain systems with sandwiched backlash. ”, 44th Conference on Decision and Control and 2005 European Control Conference, pagg. 8112 – 8117, 2005.

[B47] Corradini M.L., Orlando G.; Parlangeli G. “Robust stabilization of linear unstable plants with saturating actuators using a time varying sliding surface: preliminary results ”, VSS 2006, Alghero, 5-7 giugno 2006.

[B48] Corradini M.L., Jetto L., Orlando G., Orsini V. “A supervised switching technique for the robust stabilization of a class of linear discrete time time varying systems”, ICARV, Singapore, 5-8 dicembre 2006.

[B49] Gerini G., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G. “Advanced Control Strategies for Roll Stabilization of Ocean Motoryachts”, 7th IFAC Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft, MCMC 2006, Lisbona, 20-22 settembre 2006.

[B50] Corradini M.L., Orlando G., Parlangeli G. “Actuator failures compensation: a sliding mode control approach”. 14th Mediterranean Conference on Control Automation (MED 2006), Ancona, Giugno 2006.

- [B51] Corradini M.L., Orlando G., Manni A., Parlangeli G. “A fault tolerant control strategy for linear systems subject to a class of faults“. 45th Conference on Decision and Control (CDC2006), San Diego, Dicembre 2006.
- [B52] Corradini M.L., Orlando G.: “On the robust quantized feedback stabilization of linear systems”. European Control Conference (ECC2007), Kos (GR), Luglio 2007, pp.4723-4727.
- [B53] Corradini M.L., Orlando G., Orsini V., Parlangeli G. “Stabilization of a class of nonlinear systems with saturating actuators via sliding mode control”. 7th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems (NOLCOS 2007), Pretoria, 22-24 Agosto 2007.
- [B54] M. L. Corradini, S. Longhi, G. Orlando and A. Monteriù, “An Actuator Fault Tolerant Approach for Underwater Remotely Operated Vehicles”, Proceedings of the IFAC Conference on Control Applications in Marine Systems (CAMS 2007), Bol, Croatia, September 2007.
- [B55] Corradini M.L., Orlando G. “A result on the robust stabilization of MIMO plants with saturating actuators”. 46th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2007), New Orleans, 12-14 Dicembre 2007.
- [B56] Corradini M.L., Cristofaro A., Orlando G. “On the robust stabilization of discrete-time SISO plants with saturating actuators ”. 47th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2008), Cancun, Messico, 9-11 Dicembre 2008.
- [B57] Corradini M.L., Monteriù A., Orlando G. “ An Actuator Failure Tolerant Approach for Underwater Remotely Operated Vehicles”. 8th IFAC International Conference on Manoeuvring and Control of Marine Craft 2009 (MCMC 2009), Guarujà, Brasile, 16-18 settembre 2009.
- [B58] Corradini M.L., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G., Signorini R. “Neural-Network-Based Discrete-Time Variable Structure Control of Robotic Manipulators”. International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2009), Monaco (Germania), 22-26 giugno 2009.
- [B59] Corradini M.L., Ippoliti G., Orlando G., Pettinari S. “Robust Control of Hybrid Plants in the Presence of Quantization Errors”. 7th International Conference on Control and Automation (ICCA 2009), Christchurch, New Zealand, 9-11 dicembre 2009 (Invited Paper).
- [B60] Bastiani P., Corradini M.L., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G., Vannucci G. “Discrete-time Variable Structure Control of Permanent-Magnet Synchronous Motors”. 35th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronic Society (IECON 2009), Porto, Portugal, 3-5 Novembre

2009.

[B61] Corradini M.L., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G. “An Observer Based Quasi Sliding Mode Controller for Permanent-Magnet Synchronous Motors”. 20th International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM 2010), Pisa, 14-16 giugno 2010.

[B62] Giantomassi A., Corradini M.L., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G. “Discrete Time Variable Structure Control of Robotic Manipulators Based on Fully Tuned RBF Neural Networks”. IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2010), Bari, 4-7 luglio 2010.

[B63] Bastiani P., Corradini M.L., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G., Vannucci G. “Experimental Validation of a Sliding Mode Controller for Permanent-Magnet Synchronous Motors”. 18th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED 2010), Marrakech, Marocco 23-25 giugno 2010.

[B64] Corradini M.L., Ippoliti G., Longhi S., Orlando G. “An Observer Based Quasi Sliding Mode Controller for Permanent-Magnet Synchronous Motors”. 8th IFAC Symposium on Nonlinear Control Systems (NOLCOS 2010), Bologna, 1-3 settembre 2010.

C: RIVISTE NAZIONALI

[C1] Corradini M.L., Leo T., Levy Bacchelli A., Orlando G.: Controllo intelligente di un impianto petrolchimico. Automazione e Strumentazione, Anno XLVIII, n. 6, pp. 103-107, Giugno 2000.

D: ATTI DI CONGRESSI NAZIONALI

[D1] Corradini M.L., Leo T., Orlando G. Un modello non lineare del controllo motorio. Riunione Annuale AEI, Ancona, Ottobre 1993.

[D2] Corradini M.L., Leo T., Levy Bacchelli A., Orlando G.: Controllo intelligente di un impianto petrolchimico. Convegno Nazionale AUTOMAZIONE 99, 24-26 Novembre 1999, Roma.

[D3] Leo T., Orlando G., Zanolini S.M.: Sistemi di Controllo di Impianti Petrolchimici. Convegno Nazionale ANIPLA - Automazione 2001, 21-23 Novembre 2001, Ancona.

E: LIBRI

[E1] Corradini M.L., Orlando G. “Fondamenti di Automatica: Richiami ed esercizi”, Casa Editrice Pitagora, Bologna, 2002. ISBN 88-371-1295-5.

[E2] Corradini M.L., Orlando G. “Controllo Digitale di Sistemi Dinamici”, Casa Editrice Franco Angeli, Milano, 2005. ISBN 88-464-6426-5.