

## CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM DI RUGGERI MASSIMILIANO

18 aprile 2011

### Dati Anagrafici

Cognome: **Ruggeri**

Nome: **Massimiliano**

### Corso di Studi

2009 **Dottorato** in Ingegneria della Gestione Industriale e del Collegamento tra Imprese presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia; titolo della tesi "Applicazioni Meccatroniche per Macchine Agricole e Movimento Terra, dal Componente al Sistema".

1995 **Laurea** in Ingegneria Elettronica Conseguita con votazione **98/100** presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bologna e abilitazione professionale.

Tesi di Laurea presso Istituto CEMOTER (Istituto per Macchine a Movimento Terra e Veicoli Fuoristrada) del C.N.R., via Canal Bianco 28, 44044 Cassana (Ferrara); Titolo della Tesi: *Controlli Fuzzy Applicati a Circuiti di Variazione della Cilindrata di Pompe Oleodinamiche*. Il sistema di controllo realizzato è oggetto di Brevetto Europeo.

1986 Diploma Superiore: Licenza Liceo Classico Conseguita con punteggio **60/60** presso Istituto Liceale L. Ariosto di Ferrara.

### Docenze Universitarie

Dal 2002 **Professore a contratto** presso Università degli studi di Ferrara, facoltà di Ingegneria, corso di laurea in Ingegneria elettronica, titolare dell'insegnamento di Sistemi di Elaborazione (ING/INF05), corso fondamentale della laurea specialistica.

Dal 2004 **Professore a contratto** presso Università degli studi di Ferrara, facoltà di Ingegneria, corso di laurea in Ingegneria elettronica, titolare dell'insegnamento di Calcolatori Elettronici (ING/INF05), corso fondamentale della laurea di primo livello.

Dal 2004 **Docente nell'ambito del Master Universitario** di secondo livello in Oleodinamica presso organizzato dall'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, per l'insegnamento di "Elettronica per sistemi embedded e controlli in ambiente oleodinamico".

### Attività Professionale

Dal 2010 Consiglio Nazionale delle Ricerche, Dipartimento Sistemi di produzione, **Capo progetto di Dipartimento** per progetti riguardanti la robotica mobile, i sistemi di produzione e movimentazione e le macchine.

2001/2010 Istituto CEMOTER e in seguito IMAMOTER - CNR, con l'incarico di **Ricercatore**, si occupa di elettronica e controlli per veicoli, macchine agricole e movimento

terra e macchine speciali.

1997/2001 Magneti Marelli S.p.A. Bologna, R & D - Divisione Sistemi Motopropulsione, con l'incarico di Capo Progetto Sistemi Elettronici Powertrain.

1996/1997 Ably S.r.l. Bologna, con l'incarico di Progettista Hardware e Software di Sistemi di Controllo e Regolazione per Impianti Industriali e controllo di processo.

1995/1996 B.L. S.p.A. Bologna, con l'incarico di Progettista Hardware e Software per sistemi di controllo per Automazione Industriale.

### **Incarichi Istituzionali**

Dal 2010 è delegato per il CNR alla Assemblea dei Soci Accredia.

Dal 2010 è nel Consiglio di Dottorato della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ferrara.

Dal 2004 è coordinatore del gruppo di lavoro italiano per la normazione elettronica nelle macchine movimento terra in ambito CUNA/UNI e rappresentante per l'Italia nel comitato tecnico ISO TC127/SC3 per conto di UNACOMA/COMAMOTER (Unione Costruttori Macchine Movimento Terra).

Dal 2003 è coordinatore gruppo di lavoro italiano per la normazione elettronica nelle macchine agricole in ambito CUNA/UNI e rappresentante per l'Italia nel comitato tecnico ISO TC23/SC19 per conto di UNACOMA (Unione Costruttori Macchine Agricole).

### **Competenze**

Progetto di sistemi robotici mobili.

Progettazione hardware e software di sistemi elettronici a microcontrollore di controllo motore, basati su sistemi operativi multi-tasking.

Progettazione hardware e software di sistemi di controllo per impianti oleodinamici in ambiente mobile e industriale.

Modellazione e simulazione di sistemi di controllo con l'ausilio di strumenti di simulazione *General Purpose* o dedicati.

Conoscenza di sistemi di controllo euristico quali controlli *Fuzzy e reti neurali*.

Sistemi *fail-safe e fault tolerant*.

Progettazione di sistemi di controllo di variabili ambientali in celle climatiche e controlli di condizionamento in ambiente industriale.

Sistemi di telecontrollo e su rete cablata o GSM.

Progettazione di sistemi automatici di *Leakage Test* e più in generale di banchi di test per fine linea di linee di produzione di componentistica elettronica, elettromeccanica e idraulica.

### **Attività di ricerca progettuale**

1) Progetti Europei:

a) Progetto PROHIPP (6 FP) – “New Design and Manufacturing Processes for high Pressure Fluid Power” (maggio 2004 - ottobre 2008). Progetto di sviluppo, validazione e diffusione di nuovi metodi di progetto e realizzazione di componenti elettro-idraulici per applicazioni nel campo delle alte pressioni.

b) Progetto STRATOS (7FP) in ICT-Agri - Progetto in corso, Progetto di sistemi elettronici ad elevato standard di sicurezza per macchine agricole, sotto gli standard ISOBUS e ISO 25119.

- c) Progetto “Multifunctional Terminals For Woody Biomass” in WoodWisdomNet (7FP) - Progetto in corso, Progetto di sviluppo di sistemi elettronici per la gestione e la certificazione della filiera del legno per impianti a biomasse.
- 2) Attività di ricerca svolta presso l’Istituto IMAMOTER/CEMOTER del C.N.R. per conto di aziende committenti:
- a) Progettazione di sistemi di controllo elettronici basati su sistemi euristici in logica *Fuzzy*, per il controllo della cilindrata di *pompe oleodinamiche a stantuffi assiali in circuito aperto*. Tali pompe, accoppiate ad un motore primo di tipo a ciclo diesel, sono utilizzate per la movimentazione di carichi in macchine per movimento terra. Durante tale attività è stato progettato e realizzato un sistema di controllo funzionante in tutte le condizioni operative che realizza il principio di controllo descritto nel brevetto C.N.R. MI94A001692.
  - b) Progettazione e realizzazione di sistemi di controllo elettronici per la realizzazione di sistemi di controllo della trazione mediante *trasmissioni idrostatiche* per macchine agricole e movimento terra. Per la realizzazione di tali sistemi di controllo si sono utilizzati microcontrollori RISC a 8 bit e a 16 bit.
  - c) Progettazione e realizzazione di sistemi di distributori idraulici a completo controllo elettronico, sia con elettronica *stand alone*, sia in rete CAN a controllo distribuito, per permettere l’integrazione di controlli sia sul carico, di tipo *load sensing* antisaturazione e di limitazione della coppia, sia di sicurezza.
  - d) Progettazione e realizzazione di sistemi integrati Load Sensing a controllo elettronico per la gestione dei carichi e della potenza nelle applicazioni oleodinamiche mobili.
  - e) Progetto di sistemi elettronici per il monitoraggio e il Fleet Management per ambito mobile.
  - f) Progetto di piattaforme evolute basate su Linux per l’acquisizione di immagini ad elevata frequenza e di dati per ambito corse automobilistiche.
  - g) Progetto e ottimizzazione di sistemi per il controllo di distributori multistadio a completo controllo elettronico per Trattatrici agricole.
  - h) Progetto di sistemi ISOBUS, tra cui Virtual Terminal, Tractor ECU, Sequence Controller.
  - i) Progetto di sistemi basati su Unità di Controllo con Sistema CodeSys.
  - j) Progetto di sistema di controllo remoto su rete GSM/GPRS/UMTS/3G per macchina semovente “Drum Chipper” per la generazione di biomasse da materiali legnosi.
- 3) Attività di ricerca svolta presso Magneti Marelli S.p.A. Divisione Sistemi Motopulsione:
- a) Progettazione di sistemi elettronici di controllo motore per motori a ciclo Otto ad iniezione in collettore, aderenti alla normativa EOBD (European on Board Diagnosis).  
In particolare progettazione e realizzazione del sistema di controllo motore *per Maserati 3200 GT coupè*, e progettazione della versione EOBD per la stessa vettura.
  - b) Progettazione e Realizzazione di un sistema di controllo di riconoscimento di mancate accensioni (*misfire detection*) per motore 8 cilindri a V ad alte prestazioni, basato sullo studio delle velocità ed accelerazioni locali della ruota fonica solidale all’albero motore, realizzando la prima applicazione del brevetto europeo CRF/Marelli TO93A000581 ad un motore con numero di cilindri maggiore di 4.

- c) Progettazione e realizzazione di un sistema di controllo di trazione integrato con controllo anti-slittamento di tipo ASR/MSR (BOSCH GmbH), connessi mediante linea CAN.
  - d) Progettazione e realizzazione di un sistema di *Safety and Dependability control*, per un sistema di controllo motore equipaggiato con farfalla motorizzata di tipo *Drive By Wire* e turbocompressore. Tale sistema, integrato nella centralina elettronica di controllo motore, realizza controlli su hardware connesso al sistema elettronico di controllo motore (sia sugli ingressi – sensori - sia sulle uscite - attuatori), sulle funzionalità dei microprocessori che compongono la centralina, basandosi su ridondanze hardware e funzionali, e realizza controlli funzionali sulle attuazioni di coppia del sistema, basandosi su ricostruzioni polinomiali e mappature che riproducono modelli del motore, del sistema di aspirazione e di scarico. Il sistema in oggetto si occupa anche della valutazione dell'affidabilità e dello stato delle altre centraline elettroniche di controllo della vettura connesse via rete CAN.
  - e) Progettazione e realizzazione di sistema di controllo motore integrato per la gestione di due diversi tipi di combustibile, per vetture alimentate sia a benzina che a metano (FIAT Multipla Bipower). Tale sistema è stato realizzato utilizzando lo stesso hardware dei normali prodotti della stessa classe alimentati con un solo tipo di combustibile. Il sistema comprende la gestione del sistema di diagnosi EOBD.
- 4) Attività di ricerca svolta in ambiti diversi:
- a) Progettazione di strategie di controllo, diagnosi e sicurezza per Drive by Wire *controller* per veicoli da competizione, su rete CAN per EFI Technology S.r.l. Il progetto consiste nella concezione, progettazione e realizzazione di una unità di controllo elettronico a microcontrollore, basata su architettura Motorola 68376, in grado di pilotare un attuatore valvola a farfalla di tipo Drive by Wire, dotato di rete CAN per la comunicazione con la centralina elettronica di controllo motore. Il dispositivo progettato e realizzato include un complesso sistema diagnostico a più livelli, in grado di diagnosticare tutti i componenti hardware coinvolti nel comando del motore del Drive by Wire, e di effettuare controlli di congruenza sfruttando ridondanze fisiche dirette o inferenze indirette, basate sulla osservazione dello stato del veicolo e del punto di lavoro del motore prima a combustione interna. Il prodotto è destinato all'ambiente delle competizioni automobilistiche e alle vetture di serie prodotte da Lamborghini S.p.A.
  - b) Progettazione di strategie di controllo motore per EFI Technology S.r.l. La collaborazione con EFI Technology è articolata e impegna su più fronti, tra i quali:
    - i) la progettazione di nuove strategie di rilevazione della detonazione su motori ad elevato numero di cilindri (fino a 12 cilindri) e sul controllo della detonazione, utilizzando nuovi componenti prodotti da ST Microelectronics e liberalizzati nell'anno 2003.
    - ii) La progettazione di un sistema diagnostico integrato per le unità elettroniche di controllo motore, controllo trasmissione e controllo drive by wire, in grado di riconoscere e isolare guasti e ricondurre il funzionamento del veicolo in condizioni di sicurezza, in tempo reale.
  - c) Progettazione di Sistemi di controllo trazione per veicoli Heavy-Duty per HP Hydraulics S.r.l.
  - d) Progettazione di sistemi di comando per valvole idrauliche per MC Elettronica S.r.l.

- e) Progettazione di sistemi di controllo distributori per Dinoil S.r.l.
- f) Progettazione di Sistemi di controllo di fusione stampi in polietilene con tecnica rotativa (brev.) per Vetroresina Padana S.r.l.
- g) Concezione, progettazione e direzione di progetto per Fiori S.p.A. per lo sviluppo di una innovativa Betoniera autocaricante, in grado di produrre calcestruzzo certificato agli stessi standard qualitativi del calcestruzzo prodotto negli impianti fissi. Progetto finanziato.
- h) Concezione e realizzazione di banco per Walvoil per il testing di sistemi load sensing anti-saturazione.
- i) Concezione progettazione e realizzazione di controlli multipli per pompe a cilindrata variabile per Casappa S.p.A.
- j) Progetto di unità di controllo motore per Piaggio S.p.A. per veicoli Porter a norma di legge Euro IV per le emissioni inquinanti
- k) Progetto e realizzazione di sistema di controllo auto-configurante per SPAL Automotive S.p.A.
- l) Progetto di sistemi di Fleet Management per ambito Automotive per VEGA S.r.l.

### **Conoscenze Informatiche**

Sistemi operativi: UNIX, Linux, Solaris – Sun, WinNT/2000/XP/7.

Sistemi operativi embedded: ERTK, BEOS, Real Time Kraft, FreeRTOS, Standard OSEK.

Linguaggi di programmazione: C, C++, C#, ASM68000, Asm86, VHDL (FPGA).

Emulatori: Lauterbach per Motorola fam. 68332 (32 bit); Hitachi per H7051 (32 bit) e per H8/3048 (16 bit); Microchip per PICXX e dsPIC, AVR per ATMEL.

Compilatori: Microtask, Intermetrics, per Motorola fam. 68332; Iar e GNU – C per Hitachi; CSC, Hi-Tech per Microchip; Borland C, Visual C++ Microsoft, .

CAD elettronico: Protel.

Configuration Management tools: Continuus in ambiente integrato UNIX/WinNT.

Sistemi di analisi e simulazione: EASY5x BCS (Boeing Computer Services); Matrix-X, Matlab/Simulink, AMESim.

Word Processors: Frame Maker; Interleaf; Word per Windows.

LabView National Instruments.

### **Lingue Straniere**

Inglese, buona conoscenza scritto e parlato.

Francese, ottima conoscenza scritto e parlato.

### **Pubblicazioni**

1. M.MARTELLI, RUGGERI M., V. FORTE (2011). CoDeSys vs Embedded Approach to Electronic Control Design for Small Production Series: a Case Study. In: SICFP 2011. Tampere, 18 - 20 Maggio 2011, TAMPERE: Tampere University of Technology, vol. 1
2. A.REVENAZ, RUGGERI M., V.TRALLI (2011). Low Latency WI-FI Real-Time Protocol for Agricultural Machines Synchronization Using Linux RT Kernel. In: Proceedings of ISIE 2011 IEEE Conference. Gdansk, Polonia, 27 - 30 giugno 2011, GDANSK: IEEE, vol. 1
3. D.CARLI, D.BRUNELLI, L.BENINI, RUGGERI M. (2011). An Effective Multi-Source

- Energy harvester for Low Power Applications. In: proceedings of DATE 2011. Grenoble, 14 - 18 marzo 2011, GRENOBLE: European Design and Automation Ass., EDA IEEE, vol. 1
4. RUGGERI M. (2011). Robotica, Sistemi di produzione e Sistemi di Movimentazione in ambienti poco Strutturati. In: AA.VV.. Le Ricerche del Dipartimento Sistemi di Produzione del CNR e lo sviluppo delle prospettive internazionali. vol. 1, p. 321-336, ROMA: CNR Editor Claudio Bertoli, ISBN/ISSN: 978-88-903312-9-9
  5. RUGGERI M. (2011). Approccio mecatronico alla progettazione dei Circuiti load Sensing. PROGETTARE, vol. 3, ISSN: 1125-1549
  6. ALFREDO REVENAZ, RUGGERI M., MASSIMO MARTELLI (2010). Wireless Communication Protocol for Agricultural Machines Synchronization and Fleet Management. In: Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Industrial Electronics. Bari (Italia), 4-7 luglio 2010 IEEE, vol. 1, p. 3498-3504, ISBN/ISSN: 978-1-4244-6391-6
  7. DEBOLI ROBERTO, RUGGERI M., CALVO ANGELA (2010). Tracciabilità del cippato in una logica di filiera corta. In: Convegno RES & Ricerca. Ancona, 16 - 17 dicembre 2010, ANCONA: AIIA - Italian Society of Agricultural Engineering, vol. 1
  8. BOTTARELLI MICHELE, ANTONELLI PAOLO, RUGGERI M. (2010). UN SISTEMA DIGITALE A BASSO COSTO PER IL MONITORAGGIO DELLA TEMPERATURA NEL TERRENO. In: XVI Convegno AIPT, Atti del Convegno. Modena, 24 Settembre 2010, MODENA: AIPT, p. 1-10
  9. RUGGERI M., SIMONE GARDENGHI (2010). Benefit of The Asymmetrical half Bridge on Proportional valve Electronic Control. In: 7th IFK, International Fluid Power Conference. Aachen, Germania, 22-24 marzo 2010, AACHEN: Apprimus Verlag, vol. 2, p. 419-430, ISBN/ISSN: 978-3-940565-91-4
  10. RUGGERI M., MASSIMO MARTELLI, EUGENIO LEATI (2010). Variable Load Sensing electro-proportional Valve with Torque, Power and Anti-Stall Control for variable displacement axial piston pumps. In: 7th IFK, International Fluid Power Conference. Aachen, Germania, 22-24 marzo 2010, AACHEN: Apprimus Verlag, vol. 1, p. 117-128, ISBN/ISSN: 978-3-940565-91-4
  11. RUGGERI M. (2010). ISOBUS, Un "Ciclone" Investe le Macchine Agricole. M & MA. MACCHINE E MOTORI AGRICOLI, vol. 1; p. 6-14, ISSN: 0024-8967
  12. RUGGERI M. (2010). Incremento della sicurezza nella comunicazione su rete CAN. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 1/2010; p. 50-54, ISSN: 1122-5017
  13. RUGGERI M. (2009). Nuove Frontiere del controllo remoto valvole sulle trattrici agricole. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 12/2009; p. 178-185, ISSN: 1122-5017
  14. GUIDO BELFORTE, ROBERTO PAOLUZZI, RUGGERI M. (2008). Sicurezza in Fluidodinamica. Cosa cambia con l'Impiego Massiccio dell'Elettronica?. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 3; p. 50-56, ISSN: 1122-5017
  15. RUGGERI M., MARCO GUIDETTI (2008). Variable Load sensing and Anti-stall electronic control with sliding mode and adaptive PID. In: Proceedings of the 7th JFPS International Symposium on Fluid Power. Toyama, 15-18 settembre 2008, TOKYO: Y. Tanaka, vol. 2, p. 301-306, ISBN/ISSN: 4-931070-07-X
  16. RUGGERI M. (2007). Integration of Electronics: Evolution Between Norms and

- Technologies. In: Convegno sulla trasmissione di Potenza. Assago (Milano), Italy, 31 maggio 2007, MILANO: TECNICHE NUOVE, vol. 1
17. RUGGERI M. (2007). Il futuro prossimo a bordo veicolo per il mondo mobile: Il protocollo FlexRay. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 11/2007; p. 60-76, ISSN: 1122-5017
  18. RUGGERI M., STEFANO MARZANI, CESARE FANTUZZI, ROBERTO MONTANARI (2006). Safety and system integrity of ISOBUS application for agricultural machine control system (AMCS). In: IFAC Mechatronics, 2006, vol. 1, p. 85-90
  19. C. FANTUZZI, RUGGERI M., S. MARZANI, C. SECCHI (2006). A Distributed Embedded Control System for Agricultural Machines. In: 4th International IEEE Conference on Industrial Informatics, INDIN'06. Singapore, 16-18 Agosto 2006IEEE, p. 898-903
  20. RUGGERI M. (2006). Norma ISO/DIS15998: Che cosa cambia nella progettazione e nel testing delle macchine movimento terra. IL NUOVO CANTIERE, ISSN: 0029-6325
  21. CORRADINI FLAVIO, RUGGERI M., BIANCHI MARCO (2006). Apparato e metodo per il controllo del funzionamento di un motore a combustione interna comandato da una centralina elettronica. RE2006A000071. CF3000 S.r.l.
  22. AMIRANTE R, BRUNO S. DEL VESCOVO G, RUGGERI M. (2005). Improvement of a Proportional Valve Dynamics by Means of a Peak & Hold Technique. In: Ninth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP'05. Linköping, Sweden, Giugno 1-3, 2000
  23. RUGGERI M. (2004). Linee guida per macchine sicure. MACCHINE EDILI, vol. 264; p. 114-118, ISSN: 1594-7041
  24. FAUSTO GAZZOLI, MARCO LUGLI, RUGGERI M. (2004). TUTTI I VANTAGGI DELL'ELETTRONICA. PROGETTARE, vol. 281; p. 41-43, ISSN: 1125-1549
  25. M. CORALLINI, RUGGERI M. (2004). Il Protocollo LIN su UART. ELETTRONICA OGGI, vol. 4 (aprile); p. 46-49, ISSN: 0391-6391
  26. M. MARTELLI, RUGGERI M. (2004). Digital Control Design and simulation in hydraulics. An integrated approach. In: 3rd FPNI – PHD Symposium on Fluid Power. Terrassa, Spain, luglio 2004, BARCELONA: Codina Macia, p. 349-356
  27. RUGGERI M. (2003). Uomo/Macchina. Quale interfaccia?. MACCHINE EDILI, vol. 257; p. 52-60, ISSN: 1594-7041
  28. RUGGERI M., M. LUGLI, F. GAZZOLI (2003). Nuovo controllo automotive per trasmissioni idrostatiche. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 4; p. 112-124, ISSN: 1122-5017
  29. RUGGERI M. (2002). CAN Bus in Oleodinamica, passo obbligato o scelta?. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 2; p. 146-161, ISSN: 1122-5017
  30. RUGGERI M. (2002). Flexible Automotive Strategy (FAST) for Hydrostatic Transmissions. In: 5th JFPS – 5th Japan Fluid Power Symposium. Nara, 12-15 novembre 2002, NARA: S.Yokota, vol. 3, p. 787-792, ISBN/ISSN: 4-931070-05-3
  31. N. MONTIBELLI, RUGGERI M., C. SIVIERO, C. BARBERIO (2000). Misfiring Detection on 8 Cylinders Turbo Engine. In: IFAC/SAFEPROCESS 2000. Budapest, 14 – 16 June 2000A.M. Edelmayer, vol. 1, p. 76-81
  32. C.BONIVENTO, RUGGERI M., C.FANTUZZI, R.PAOLUZZI (1997). Chapter 9: Fuzzy Logic Control of a Variable Displacement Hydraulic Pump. In: A ASTOLFI, D J

- N LIMEBEER, R B VINTER , C MELCHIORRI A TORNAMB. MODELLING AND CONTROL OF MECHANICAL SYSTEMS. vol. 1, p. 119-131, LONDON: A Astolfi, D J N Limebeer, R B Vinter, ISBN/ISSN: 1-86094-058-7, doi: 10.1142/9781848160873\_0009
33. PAOLUZZI R, ZAROTTI G.L, RUGGERI M., FANTUZZI C (1997). Limitatore ibrido di coppia-velocità (EHL) per pompe a cilindrata variabile. TRASMISSIONI DI POTENZA OLEODINAMICA PNEUMATICA LUBRIFICAZIONE, vol. 3; p. 90-100, ISSN: 1122-5017
34. R. PAOLUZZI, L.G. ZAROTTI, RUGGERI M., C. FANTUZZI (1996). Electronic Hybrid Limiter (EHL) for Pump Displacement. In: FPST – Fluid Power Systems and Technology – ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition 1996, 1996, vol. 3, p. 25-32

**Più di 70 Tesi di laurea sperimentali seguite come relatore presso l'Università di Ferrara e presso l'Università di Modena e Reggio Emilia.**