

# Gianni Bianchini - Curriculum Vitae

## Dati personali.

*Nome* Gianni Bianchini  
*Ufficio* Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Siena  
Via Roma 56, 53100 Siena. Tel. 0577 234644  
*Email* [giannibi@dii.unisi.it](mailto:giannibi@dii.unisi.it)  
*WWW* <http://control.dii.unisi.it/giannibi>  
<http://www.giannibi.net>

## Formazione.

- Titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria dei Sistemi, XIII ciclo, conseguito nell'anno accademico 2000/2001 presso l'Università degli studi di Bologna. Tesi: "*Synthesis of robust controllers for uncertain plants with rank one real perturbations*".
- Abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere, 19/06/1997, votazione 116/120.
- Laurea in Ingegneria Elettronica, indirizzo automazione, conseguita nell'anno accademico 1995/96 presso l'Università degli Studi di Firenze, votazione 110/110 e lode. Tesi: "*Tecniche di controllo  $H_\infty$  per sistemi non lineari*".
- Diploma di Maturità scientifica, anno scolastico 1988/89, votazione 60/60.

**Lingue.** Italiano (madrelingua), Inglese (livello avanzato).

**Posizione attuale.** Dal novembre 2005, ricercatore universitario confermato a tempo pieno nel settore scientifico disciplinare ING-INF/04 (automatica) in servizio presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università degli Studi di Siena.

**Posizioni precedenti.** Dal novembre 2002 al novembre 2005, ricercatore universitario non confermato a tempo pieno nel settore scientifico disciplinare ING-INF/04 (automatica) in servizio presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università degli Studi di Siena.

Dal novembre 2000 al novembre 2002, titolare di assegno di ricerca nel settore scientifico disciplinare ING-INF/04 (automatica) presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università degli Studi di Siena.

**Temi di ricerca.** Controllo robusto, analisi e controllo di sistemi non lineari, controllo di sistemi spazialmente distribuiti (si veda descrizione in allegato).

**Visite presso istituti di ricerca stranieri.**

- Partecipazione come studente visitatore ai corsi ed alle attività di ricerca in automazione e teoria del controllo del Department of Mechanical and Environmental Engineering e del Center for Control Engineering and Computation, University of California at Santa Barbara, USA, su tematiche di analisi e controllo di sistemi spazialmente distribuiti (Gennaio-Giugno 2000).

### **Corsi e seminari scientifici frequentati.**

- Scuola CIRA per dottorato “*Modellistica e controllo attivo delle strutture flessibili - Sistemi non lineari*”, Bertinoro, Luglio 1998
- Scuola CIRA per dottorato “*La confluenza tra la visione computazionale e il controllo - Metodi statistici per l'identificazione*”, Bertinoro, Luglio 1999
- Scuola CIRA per dottorato “*Controllo robusto - Identificazione Set Membership*”, Bertinoro, Luglio 2000
- Corso CNR “*Caos deterministico ed Ingegneria dell'Informazione*”, Politecnico di Milano, Settembre 1998
- Partecipazione al ciclo di lezioni e seminari nell'ambito del corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dei Sistemi dell'Università di Bologna, presso le sedi consorziate di Bologna, Firenze, Padova, Siena, 1998-2000
- Partecipazione ai corsi di livello Ph.D.
  - “*Modeling and control of infinite dimensional systems*”, Prof. B. Bamieh
  - “*Introduction to Adaptive Control*”, Prof. P. Kokotovic
  - “*Nonlinear and Adaptive Control*”, Prof. P. Kokotovic

presso il Center for Control Engineering and Computation, University of California at Santa Barbara (USA), Gennaio-Giugno 2000

- Corso “Convex Optimization”, prof. Stephen Boyd (Stanford University), Siena, Settembre 2003.

### **Partecipazione a congressi internazionali.** (con presentazione di lavori).

- 38th IEEE Conference on Decision and Control, Phoenix, AZ, USA, Dicembre 1999
- 14th Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems, Perpignan, Francia, Giugno 2000
- European Control Conference 2001, Porto, Portogallo, Settembre 2001
- 40th IEEE Conference on Decision and Control, Orlando, FL, USA, Dicembre 2001
- European Control Conference 2003, Cambridge, UK, Settembre 2003
- 42nd IEEE Conference on Decision and Control, Maui, HI, USA, Dicembre 2003
- International Workshop on Stability, Complexity and Robust Control of Dynamic Systems, Santa Clara University, Santa Clara, CA, USA, Dicembre 2003

- IFAC World Congress 2005, Praga, Rep. Ceca, Luglio 2005
- 44th IEEE Conference on Decision and Control/ECC 2007, Sevilla, Spagna, Dicembre 2005

### **Attività didattica istituzionale.**

- Codocenza per l'insegnamento di Fondamenti di Automatica al corso di Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Firenze, sede di Prato, A.A. 2000/2001
- Codocenza per l'insegnamento di Teoria dei Sistemi per i Corsi di Laurea in Ingegneria Informatica ed Ingegneria delle Telecomunicazioni dell'Università degli Studi di Siena, A.A. 2000/2001
- Codocenza per l'insegnamento di Fondamenti di Automatica al corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione dell'Università degli Studi di Firenze, sede di Prato, A.A. 2001/2002
- Codocenza per l'insegnamento di Fondamenti di Automatica al corso di Laurea in Ingegneria Informatica e delle Telecomunicazioni dell'Università degli Studi di Siena, A.A. 2001/2002
- Codocenza per l'insegnamento di Fondamenti di Automatica al corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione dell'Università degli Studi di Siena, sede di Arezzo, negli A.A. da 2001/2002 a 2006/2007
- Titolare per supplenza del corso di Progetto dei Sistemi di Controllo al corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione dell'Università degli Studi di Siena, sede di Arezzo, negli A.A. da 2002/2003 a 2006/2007
- Titolare per supplenza del corso di Controllo Digitale al corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione dell'Università degli Studi di Siena, sede di Arezzo, negli A.A. da 2003/2004 a 2006/2007

### **Presentazioni invitate.**

- "Synthesis of restricted complexity controllers for  $l_2$  parametric stability margin maximization", Laboratoire d'Automatique de Grenoble, Grenoble, Francia, Gennaio 2003
- "A characterization of robust SPR synthesis for systems with  $l_p$  parametric uncertainty", Santa Clara University, Dicembre 2003.

### **Seminari.**

- Ciclo di lezioni "Applicazioni di controllo robusto parametrico", scuola CIRA per dottorato, Bertinoro, Luglio 2000
- Ciclo di seminari "Problemi di controllo distribuito per sistemi spazio invarianti", Dip. Ing. dell'Informazione, Univ. di Siena, Gennaio 2002

### **Attività editoriali.**

- Membro del Conference Editorial Board della IEEE Control Systems Society dal 2003. Associate Editor per la IEEE Conference on Decision and Control e la American Control Conference.

- Associate editor per International Journal of System Science (IJSS)

### **Partecipazioni varie.**

- Afferisce al Centro per lo Studio dei Sistemi Complessi (CSC) dell'Università di Siena.

### **Attività didattiche e seminariali diverse (non aggiornato).**

- Docenza in corsi di formazione per amministratori di sistema e configurazione di reti locali e servizi internet in ambiente Unix/Linux presso Elea S.p.A. (Mag.-Set. 1998)
- Docenza in corsi di formazione per conto di CTT Toscana Telematica (2000-2001) e presso istituti superiori (2002): sistema GNU/Linux, amministrazione di sistema e sicurezza di rete.
- Docenza al corso di formazione per tecnici superiori (IFTS) presso l'Istituto Tecnico Industriale "Galilei", Arezzo (2002): progetto di sistemi di controllo.
- Seminario "*Applicazioni di tecniche crittografiche e steganografiche alle comunicazioni in rete ed agli archivi di dati*", Convegno *E-Privacy: riservatezza e diritti individuali in Rete*, Comune di Firenze, Aprile 2002.
- Seminario "*Architetture Firewall*", *Master in Economia Digitale ed E-business*, edizioni 2002 e 2003, Centro per lo Studio dei Sistemi Complessi, Università di Siena.
- Seminario "*Firma digitale, aspetti tecnologici*", Convegno *E-Privacy: riservatezza e diritti individuali in Rete*, Comune di Firenze, Giugno 2003 - Webbit, Padova, Luglio 2003.
- Seminario "*Software libero e condivisione della conoscenza*", Progetto *Nuovi percorsi di qualità*, Facoltà di Giurisprudenza, Università di Siena, 2003.
- Seminario "*Firma digitale, aspetti tecnici e informatici*", Master in Diritto delle Tecnologie Informatiche, Centro Studi Informatica Giuridica, Marzo 2004.
- Seminario "*RFID - Identificazione automatica a radiofrequenza: impatto sulla privacy*", Convegno *E-Privacy: riservatezza e diritti individuali in Rete*, Facoltà di Scienze Politiche, Università di Firenze, Maggio 2004.

### **Sviluppo software.**

- Collaboratore allo sviluppo del "Model Predictive Control Toolbox per Matlab<sup>TM</sup>" prodotto da The Mathworks, Inc.

### **Competenze ed interessi diversi**

- Reti di calcolatori, amministrazione di sistema in ambiente Unix-GNU/Linux.
- Sicurezza dei sistemi e tutela della privacy personale in ambito informatico, crittografia applicata.
- Attività di promozione del software libero. Socio fondatore dell'Associazione Software Libero (<http://www.softwarelibero.org>) affiliata a Free Software Foundation Europe.

## Descrizione delle tematiche di ricerca (non aggiornato)

### 1 – Controllo robusto.

- *Procedure di ottimizzazione per il progetto di controllori per impianti incerti*

La teoria del controllo robusto fornisce una serie di metodi per il progetto di compensatori che garantiscano il mantenimento delle prestazioni del sistema di controllo a fronte di perturbazioni sull'impianto. Un problema che ha ricevuto particolare attenzione in questo contesto è quello della massimizzazione del margine di stabilità parametrico, che esprime in termini di norma la minima perturbazione che rende instabile l'anello chiuso progettato in condizioni nominali. Tale problema, considerato sull'intera classe dei controllori stabilizzanti l'impianto nominale, è in generale un problema non convesso. Recenti contributi hanno dimostrato la possibilità di rendere tale problema convesso con l'impiego di particolari parametrizzazioni del controllore. La complessità di calcolo rimane in ogni caso molto elevata, in quanto il problema di ottimizzazione che ne deriva è infinito dimensionale. Da qui la necessità di determinare strutture e metodi che permettano la ricerca di soluzioni subottimali di ordine fissato a priori, con ragionevole onere computazionale.

Il lavoro finora svolto [c.1,c.8,t.1] ha permesso di individuare classi di controllori, descritte da parametri liberi, sulle quali la ricerca dell'elemento ottimale può essere ricondotta ad un problema di ottimizzazione convessa finito dimensionale la cui soluzione può essere ottenuta con metodi Linear Matrix Inequalities. Tale procedura si basa essenzialmente sulla possibilità di progettare filtri razionali che conferiscano la proprietà di stretta reale positività ad una famiglia di funzioni di trasferimento correlata con la classe a cui appartiene l'impianto incerto.

Come proseguimento di questa linea di ricerca si prevede l'estensione dello studio svolto a sistemi descritti da diverse rappresentazioni dell'incertezza e ad altre classi di controllori.

- *Sintesi robusta di filtri*

Il problema del progetto di filtri che assicurino la proprietà di stretta reale positività robusta (RSPR) ad una famiglia incerta di funzioni di trasferimento è di rilevante importanza nel contesto dell'analisi della stabilità assoluta di sistemi non lineari e in quello del progetto di procedure ricorsive di stima per il controllo adattativo. I risultati disponibili in letteratura forniscono condizioni di esistenza e procedure di sintesi per varie rappresentazioni dell'incertezza: tali procedure sono però essenzialmente basate su approssimazione per serie, non forniscono la soluzione in forma chiusa e l'ordine del filtro risultante è solitamente molto elevato e non noto a priori.

L'attività svolta finora si è concentrata sul superamento di questo tipo di limitazioni: in [j.1] è stato proposto un procedimento che permette di determinare il filtro richiesto in forma chiusa per mezzo della soluzione di un problema di fattorizzazione polinomiale, nel caso in cui l'incertezza sul sistema sia parametrica e rappresentata da un ellissoide nello spazio dei coefficienti. Alcune generalizzazioni di questo risultato sono state proposte in [c.2]. In [c.5] e [j.3] è stata affrontata l'estensione al caso di sistemi tempo discreti. In [c.10] è stato proposto un metodo numerico di sintesi di filtri SPR con incertezza polinomiale. Una caratterizzazione generale del problema per incertezza  $l_p$  generica è riportata in [j.6].

Si prevede il proseguimento dello studio del problema di sintesi SPR robusta per altre rappresentazioni dell'incertezza.

### 2 – Controllo di sistemi spazialmente distribuiti.

- *Controllo ottimo di sistemi spazio invarianti con vincoli strutturali*

La teoria dei sistemi a parametri distribuiti trova applicazione in problemi di fluidodinamica, di controllo di strutture flessibili, processi chimici, linee di produzione ed in generale nel controllo di processi descritti da equazioni alle derivate parziali, con l'impiego di sensori e attuatori distribuiti nello spazio. La proprietà di invarianza spaziale, caratteristica di alcune comuni classi di sistemi distribuiti, mitiga alcune difficoltà di progetto tipicamente collegate al controllo di sistemi infinito-dimensionali. In particolare, problemi di regolazione ottima con obiettivo quadratico possono essere ricondotti alla soluzione di famiglie di problemi parametrici finito dimensionali; dalle corrispondenti leggi di controllo, che necessitano in ogni punto dello spazio di feedback dall'intera struttura, è possibile ottenere, per troncamento, soluzioni subottime caratterizzate da un intrinseco grado di decentralizzazione spaziale, requisito fondamentale per ottenere realizzazioni efficienti sia dal punto di vista computazionale che da quello della complessità delle strutture di comunicazione necessarie. I termini del compromesso tra grado di ottimalità e grado di decentralizzazione del controllo risultano in generale fortemente dipendenti dallo specifico problema ed inoltre, in alcuni casi, la struttura di comunicazione è soggetta a vincoli. Risulta allora naturale la necessità di determinare soluzioni ottime a fronte di un prescritto grado di decentralizzazione o di requisiti imposti a priori sulla struttura. A questo scopo, in [c.6] sono state studiate strutture di comunicazione spazio- e tempo-discrete che generano una parametrizzazione convessa dei controllori stabilizzanti nel caso di impianto stabile. Su queste strutture è quindi possibile la determinazione di leggi di controllo globalmente ottime [j.2]. Si prevede la continuazione di questa linea di ricerca con l'analisi delle proprietà di altre strutture, l'approfondimento di alcune questioni riguardanti la parametrizzazione dei controllori stabilizzanti nel caso di impianti instabili e l'estensione dei risultati a sistemi spazio- e tempo-continui.

### 3 – Analisi e controllo di sistemi non lineari

- *Controllo  $H_\infty$  per sistemi non lineari*

Il progetto di controllori  $H_\infty$  con retroazione dallo stato per sistemi non lineari si basa sulla ricerca di soluzioni della disuguaglianza di Hamilton-Jacobi-Isaac. Tali soluzioni sono tipicamente costituite da funzioni aventi un termine quadratico, che rappresenta la soluzione per il corrispondente sistema linearizzato, più termini di ordine superiore scelti in modo da estendere il più possibile la regione dello spazio degli stati in cui il controllo assicura il livello di prestazione  $L_2$  fissato. Le procedure per la determinazione di tali soluzioni sono in generale del tutto numeriche ed è fondamentale disporre di criteri per il confronto delle prestazioni di soluzioni diverse. In particolare, l'analisi del comportamento di controllori lineari rispetto a controllori non lineari costituisce un aspetto importante.

L'attività di ricerca in questo campo ha avuto come oggetto la stima del dominio di validità di controllori  $H_\infty$  per classi di sistemi non lineari che generalizzano la ben nota famiglia dei sistemi in forma di Lur'e. In [c.3] è stata proposta una classe di soluzioni in forma analitica, per la quale risulta possibile ottenere una stima in forma chiusa del dominio di validità; inoltre sono state determinate condizioni sufficienti per l'esistenza di un controllore che all'interno della classe stessa massimizza l'estensione di tale dominio.

In [c.7] e [j.4], è stata introdotta una classe più generale di soluzioni ed è stato fornito un criterio geometrico di semplice applicazione per verificarne la validità globale (nell'intero spazio degli stati.)

Nello spirito dei risultati precedenti, in [c.9] è stato sviluppato un metodo per il progetto di controllori  $H_\infty$  per sistemi lineari soggetti a saturazione sull'ingresso. La legge di controllo è fornita in forma esplicita.

- *Analisi di serie temporali da dinamiche complesse*

In questa linea di ricerca vengono considerati problemi di costruzione di modelli dinamici non lineari a partire da serie temporali di dati, sulla base della ricostruzione dello spazio di embedding secondo il teorema di Takens e della successiva stima della mappa di evoluzione in questo spazio. L'approssimazione di tale mappa presuppone la scelta della struttura del modello da stimare.

Nel lavoro finora svolto [c.4], è stato proposto un metodo per la stima dei parametri di modelli aventi una struttura analoga a quella dei sistemi in forma di Lur'e: la motivazione per tale scelta risiede nella varietà di dinamiche complesse che tale struttura è in grado di generare a fronte della semplicità con cui può essere parametrizzata.

## **Pubblicazioni scientifiche**

### **Articoli su riviste internazionali**

- j.1 G. Bianchini, A. Tesi, A. Vicino, "Synthesis of robust strictly positive real systems with  $l_2$  parametric uncertainty", *IEEE Transactions on Circuits and Systems I*, vol. 48, n. 4, Apr. 2001, pp. 438-450
- j.2 G. Bianchini, "Synthesis of robust strictly positive real discrete-time systems with  $l_2$  parametric perturbations", *IEEE Transactions on Circuits and Systems I*, vol. 49, n. 8, 2002, pp. 1221-1225
- j.3 P. Voulgaris, G. Bianchini, B. Bamieh, "Optimal  $H_2$  controllers for spatially invariant systems with delayed communication requirements", *Systems and Control Letters*, Vol. 50, N. 5, pp. 347-361, 2003
- j.4 G. Bianchini, R. Genesio, A. Parenti, A. Tesi, "Global  $H_\infty$  controllers for a class of nonlinear systems", *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 49, N. 2, pp. 244-249, 2004
- j.5 G. Bianchini, A. Tesi, A. Vicino, "A characterization of robust SPR synthesis for systems with  $l_p$  parametric uncertainty", *Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems*, Vol 12-b, pp. 413-430, 2004
- j.6 G. Bianchini, P. Falugi, A. Tesi, A. Vicino, "A convex lower bound for the  $l_2$  parametric stability margin of linear control systems with restricted complexity controllers", *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 52, N. 3, pp. 514-520, 2007

### **Articoli sottomessi per la pubblicazione a riviste internazionali**

- j.7 A. Bemporad, G. Bianchini, F. Brogi, "Passivity analysis and passification of discrete-time hybrid systems", sottomesso a *IEEE Transactions on Automatic Control*
- j.8 G. Bianchini, A. Tesi, " $H_\infty$  design for a class of saturated systems", sottomesso a *Automatica*

### **Pubblicazioni a conferenze internazionali**

- c.1 G. Bianchini, P. Falugi, A. Tesi, A. Vicino, “Restricted complexity robust controllers for uncertain plants with rank one real perturbations”, *Proc. of 37th IEEE Conference on Decision and Control*, Tampa (FL) USA, 1998, pp. 1213-1218
- c.2 G. Bianchini, A. Tesi, A. Vicino, “Filter design for robust strict positive realness of systems with parametric uncertainty”, *Proc. of 38th IEEE Conference on Decision and Control*, Phoenix, AZ, USA, 1999, pp. 1833-1838
- c.3 G. Bianchini, R. Genesio, A. Parenti, A. Tesi, “Validity domain estimation for a class of nonlinear  $H_\infty$  controllers”, *Proc. of 38th IEEE Conference on Decision and Control*, Phoenix, AZ, USA, 1999, pp. 3776-3781
- c.4 G. Bianchini, R. Genesio, M. Nitti, “A reduced structure for nonlinear modeling of time series”, *Proc. of 2000 Conference on Control of Oscillations and Chaos*, St. Petersburg, Russia, 2000, pp. 384-387
- c.5 G. Bianchini, A. Tesi, A. Vicino, “On the synthesis of robust strictly positive real discrete-time systems”, *Proc. of 14th Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems*, Perpignan, France, June 2000
- c.6 P. Voulgaris, G. Bianchini, B. Bamieh, “Optimal decentralized controllers for spatially invariant systems”, *Proc. of 39th IEEE Conference on Decision and Control*, Sydney, Australia, Dec. 2000, pp. 3763-3768
- c.7 G. Bianchini, R. Genesio, A. Parenti, A. Tesi, “On  $H_\infty$  control of a class of nonlinear systems”, *Proc. of European Control Conference 2001*, Porto, Portugal, pp. 693-696
- c.8 G. Bianchini, P. Falugi, A. Tesi, A. Vicino, “On the synthesis of restricted complexity controllers for uncertain plants with ellipsoidal perturbations”, *Proc. of 40th IEEE Conference on Decision and Control*, Orlando, FL, USA, 2001, pp. 1562-1567
- c.9 G. Bianchini, A. Tesi, “On the validity domain of  $H_\infty$  controllers under saturation constraints”, *European Control Conference 2003*, Cambridge, UK, 2003
- c.10 G. Bianchini, “A note on computing polynomial filters for robust SPR of systems with polyhedral uncertainty”, *Proc. of 42nd IEEE Conference on Decision and Control*, Maui, Hawaii, USA, 2003
- c.11 A. Bemporad, G. Bianchini, F. Brogi, F. Barbagli. “Passivity analysis and passification of discrete-time hybrid systems”, *IFAC World Congress 2005*, Praha, CZ, 2005
- c.12 A. Bemporad, G. Bianchini, F. Brogi, G. Chesi, “Passivity analysis of discrete-time hybrid systems using piecewise polynomial storage functions”, *Proc. of 44th IEEE Conference on Decision and Control, ECC 05*, Sevilla, ES, 2005

### **Tesi di Dottorato**

- t.1 G. Bianchini, “Synthesis of robust controllers for uncertain plants with rank one real perturbations”, *Tesi di Dottorato in Ingegneria dei Sistemi*, Università degli Studi di Bologna, Feb. 2001

### **Tesi di Laurea**

t.2 G. Bianchini, “Tecniche di controllo  $H_\infty$  per sistemi non lineari”, *Tesi di Laurea in Ingegneria Elettronica*, Università degli Studi di Firenze, Apr. 1997

**Ultimo aggiornamento:** Gennaio 2007