



# Progettazione di Sistemi di Controllo

a.a. 2007-2008 (I trimestre)

Laurea Specialistica



[Docente](#)

[Descrizione](#)

[Materiale](#)

[Laboratori](#)

[Comunicazioni varie](#)

## Docente

[Luca Schenato](#),

Telefono: 049 827 7925

Ufficio: 315 DEI/B

E-mail: [schenato@dei.unipd.it](mailto:schenato@dei.unipd.it) ( NO [luca.schenato@dei.unipd.it](mailto:luca.schenato@dei.unipd.it) !!!!)

Webpage: <http://www.dei.unipd.it/~schenato>

Orari ricevimento: su appuntamento email o telefonico

## Descrizione

### Scopo ed argomenti del corso:

- Principi di progettazione per moderni sistemi di controlli.
- Analisi dell'interazione fra controllo, sistemi di comunicazione, implementazione embedded, software per applicazioni in tempo reale.
- Problematiche in sistemi di controllo interconnessi (Networked Control Systems) e a tempo reale (Embedded Control Systems).
- Controllo quadratico (LQ) e stima a minima varianza (Kalman) per sistemi con ritardo casuale e perdita di pacchetti di comunicazione.
- Coordinazione e consenso in sistemi di controllo distribuiti
- Sistemi a tempo reale e scheduling
- Analisi, progettazione ed implementazione di sistemi di controllo tramite reti di sensori wireless

### Programma ed orari:

- Programma delle lezioni (da aggiornare):

Settimana	MERCOLEDI	GIOVEDI	VENERDI
1 (3-5/10)	Introduzione al corso	(no lezione)	Richiami variabili aleatorie e probabilita' ( <b>Lezione1 PDF</b> e <b>latex aggiornato 05/10/07</b> )
2 (10-12/10)	Filtro di Kalman (I) ( <b>Lezione2 PDF</b> e <b>latex</b> e classe <b>.sty</b> )	<b>(Lezione ore 13:30-16:15)</b> Filtro di Kalman a regime: caso scalare ( <b>Lezione3 PDF</b> )	Filtro di Kalman a regime: caso multivariabile( <b>Lezione4 PDF aggiornata 26/10/07</b> ) + DISCUSSIONE PROGETTI
3 (17-19/10)	(no lezione)	(no lezione)	Filtro di Kalman con perdita pacchetti ( <b>Lezione5 PDF aggiornata 26/10/07</b> )

4 (24-27/10)	Filtro a guadagno costante con perdita pacchetti ( <b>Lezione6</b> <a href="#">PDF</a> aggiornata 09/11/07 <sup>NEW</sup> )	( <b>Lezione ore 13:30-16:15</b> ) Stimatori con perdita pacchetti ( <b>Lezione7</b> <a href="#">PDF</a> aggiornata 26/10/07)) Stimatori con sensori intelligenti ( <b>Lezione8</b> <a href="#">PDF</a> aggiornata 26/10/07)	Stimatori a regime con ritardi aleatori ( <b>Lezione9</b> <a href="#">PDF</a> ) Stimatori ottimi a regime con ritardi aleatori ( <b>Lezione10</b> <a href="#">PDF</a> )
5 (31/10-02/11)	Stimatori ottimi a regime con ritardi aleatori e sensori distribuiti( <b>Lezione11</b> <a href="#">PDF</a> )	(no lezione)	(no lezione)
6 (07-09/11)	controllo ottimo LQ ( <b>Lezione12</b> <a href="#">PDF</a> )	( <b>Lezione ore 13:30-16:15</b> ) controllo ottimo LQG ( <b>Lezione13</b> <a href="#">PDF</a> )	tecniche di controllo per compensazione perdita pacchetti ( <b>Lezione14</b> <a href="#">PDF</a> )
7 (14-16/11)	stima distribuita e riassunto perdita pacchetti ( <b>Lezione15</b> <a href="#">PDF</a> , <b>lucidi lezione</b> <a href="#">PDF</a> ) Algoritmi di consensus: motivazioni e applicazioni ( <b>Lezione16</b> <a href="#">PDF</a> )	( <b>Lezione ore 13:30-16:15</b> ) Teorema di Peron e matrici stocastiche ( <b>Lezione17</b> <a href="#">PDF</a> )	(no lezione)
8 (21-23/11)	Matrici stocastiche e grafi di comunicazione ( <b>Lezione18</b> <a href="#">PDF</a> )	( <b>Lezione ore 13:30-16:15</b> ) Prodotto di matrici stocastiche tempo-varianti ( <b>Lezione19</b> <a href="#">PDF</a> )	Matrici stocastiche tempo-varianti e grafi ( <b>Lezione20</b> <a href="#">PDF</a> )
9 (28-30/11)	Algoritmi di consensus randomizzati (I) ( <b>Lezione21a</b> <a href="#">PDF</a> e <b>Lezione21b</b> <a href="#">PDF</a> )	( <b>Lezione ore 12:30-16:15</b> ) Algoritmi di consensus randomizzati (I) ( <b>Lezione22</b> <a href="#">PDF</a> )	Algoritmi di consensus randomizzati con memoria, gossip, etc ( <b>Lezione23</b> <a href="#">PDF</a> )
10 (5-7/12)	(no lezione)	( <b>ore 14:30-16:00 Aula Me</b> ) Reti Wireless per applicazioni industriali prof. S. Vitturi	Esempi di algoritmi e tecniche di controllo per le comunicazioni wireless prof. M. Rossi

### Libri di testo:

- Appunti dalle lezioni
- Articoli e libri indicati dal docente
- Link a manuali, dispense, lucidi, etc... disponibili su Internet ( vedi [Manuali](#) per dettagli).

### Modalità di svolgimento d'esame:

L'esame consiste in:

- Stesura degli appunti di una lezione in latex (**obbligatorio**)
- 2-3 Esercitazioni MATLAB che riguardano gli argomenti del corso (**obbligatorio**)
- Sviluppo di progetto teorico/sperimentale da svolgere durante il corso in gruppi di 3-4 persone. Alla fine del corso e' richiesta la stesura di una relazione scritta (**formato doppia colonna stile articolo IEEE** ) e di una presentazione orale di gruppo (**40%**). Infine ci sara' un breve orale personale nel quale viene discusso il contributo dello studente nel progetto di gruppo (**30%**)

## Materiale

### Appunti vecchio corso 2006:

1. **Lezione 1** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#) e [.bib](#) e classe [.sty](#)).
2. **Lezione 2** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
3. **Lezione 3** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
4. **Lezione 4** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
5. **Lezione 5** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))

6. **Lezione 6** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
7. **Lezione 7** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
8. **Lezione 8** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
9. **Lezione 9** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
10. **Lezione 10** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
11. **Lezione 11** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
12. **Lezione 12** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
13. **Lezione 13** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
14. **Lezione 14** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
15. **Lezione 15** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
16. **Lezione 16** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
17. **Lezione 17** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))
18. **Lezione 18** ([PDF](#)), (file sorgente [.tex](#))

**Lezioni L.Palopoli:** [lec1](#), [lec2](#), [lec3](#)

**Lezione S.Vitturi:** [slides](#)

### **Esercitazioni:**

1. Esercitazione 1 ([PDF](#) e [latex](#)). Alcune funzioni MATLAB utili ([.zip](#)). **Scadenza 10 Novembre 2007.**
2. Esercitazione 2 ([PDF](#) e [latex](#)). Alcune funzioni MATLAB utili ([.zip](#)). **Scadenza 24 Novembre 2007.**
3. Esercitazione 3 ([PDF](#)) (**Aggiornato 10/12/2007**). **Scadenza 07 Gennaio 2007** **NEW**.

### **Libri:**

1. Giorgio Picci, "Filtraggio Statistico (Wiener, Levinson, Kalman) e Applicazioni", Libreria Progetto, 2006

### **Articoli:**

1. Bruno Sinopoli, Luca Schenato, Massimo Franceschetti, Kameshwar Poolla, Michael I. Jordan, Shankar S. Sastry. "**Kalman Filtering with Intermittent Observations**", *IEEE Transactions on Automatic Control*, September 2004. [[PDF](#)] [Sinopoli:04]
2. L.Schenato "**Optimal estimation in networked control systems subject to random delay and packet drop**". [[PDF](#)] [Schenato:06] (vedi anche articolo [Sinopoli:04])
3. L.Schenato "**Optimal sensor fusion for distributed sensors subject to random delay and packet loss**". [[PDF](#)] [Schenato:07a] submitted to CDC'07
4. João Hespanha, Payam Naghshtabrizi, Yonggang Xu. "**A survey of recent results in Networked Control Systems**". Proceedings of IEEE, January 2007, 95(1), pp. 138-162. [[PDF](#)] [Hespanha:05]
5. Luca Schenato, Bruno Sinopoli, Massimo Franceschetti, Kameshwar Poolla, Shankar S. Sastry, "**Foundations of Control and Estimation over Lossy Networks**", Proceedings of IEEE, January 2007, 95(1), pp. 163-187. [[PDF](#)] [Schenato:07b]

### **Facoltativi:**

1. D. Estrin, D. Culler, K. Pister, G. Sukhatme. "**Connecting the Physical World with Pervasive Networks**". IEEE Pervasive Computing, pp. 59-69, January-March 2002. [[PDF](#)] [Estrin:02]
2. James R. Moyne, Dawn M. Tilbury, "**The Emergence of Industrial Control Networks for Manufacturing Control, Diagnostics, and Safety Data**," Proceedings of IEEE, January 2007, 95(1), pp. 29-47. [[PDF](#)] [Moyne:07].
3. L.Schenato, "**To zero or to hold control inputs in lossy networked control systems?**", Proceedings of ECC'07, July 2007, [[PDF](#)] [Schenato:07c].
4. V. Gupta, S. Adlakha, B. Sinopoli and A. Goldsmith, "**Towards Receding Horizon Networked Control**", submitted to Automatica, 2007 [[PDF](#)]. [Gupta:07]
5. N Elia, JN Eisenbeis "**Limitations of linear remote control over packet drop networks**", Proceedings CDC'04, [[PDF](#)] [Elia:04]
6. E. Song, Y. Zhu, J. Zhou, Z. You "**Optimal Kalman filtering fusion with cross-correlated sensor noises**", to appear in Automatica, [[PDF](#)] [Song:07]

### **Manuali ed esempi Matlab/Simulink:**

- Link a esempi di controlli automatici MATLAB e Simulink on-line [Control Tutorials for MATLAB and Simulink](#) sviluppati a CMU
- Link alle [Esercitazioni Matlab](#) per il corso di "Fondamenti di Automatica" per Informatici a.a. 04-05 (Prof. Zampieri) con esempi, esercizi svolti e proposte di esercizi per progettazione di controllori.

#### **Toolbox per Matlab:**

- [TrueTime](#): toolbox per simulazione di sistemi interconnessi ed embedded a tempo reale

#### **Latex:**

- Text Editor per latex: [TeXnicCenter](#) (freeware) e [WinEdt](#) (a pagamento)
- E' necessario installare [Miktex](#) per poter compilare file latex
- [Texpoint](#): Add-in software per scrivere equazioni Latex in presentazioni PowerPoint, utilissimo !!
- Per fare grafici e figure da inserire su documenti io trovo comodo utilizzare PowerPoint, stampo la slide su PDF, e poi utilizzo Tools-->Advance Editing-->Crop per selezionare la parte della slide che mi interessa, ed infine la salvo come .eps .

#### **Siti utili:**

- Link alla pagina dell' [addetto informatico del DEI](#) con molte informazioni e guide on-line sia Matlab che Latex.

## **Laboratori**

Il laboratorio di Navigazione Autonoma (NavLab) dove svolgere la parte sperimentale del progetto si trova al piano terra DEI/A

## **(Alcuni) Progetti Finali 2006**

Pianificazione di Percorso e controllo di un unicycle ( relazione [PDF](#))

Controllo di una traiettoria di un WMR mediante retroazione da WEB-CAM ( relazione [PDF](#))

Coordinazione di veicoli multipli per problemi di rendezvous, flocking e deployment ( relazione [PDF](#))

Controllo di confort per edifici ( relazione [PDF](#))

Pianificazione del moto e controllo di un unicycle (relazione [PDF](#))

Configurazioni a minima energia per reti di sensori wireless (relazione [PDF](#))

Metodi per il visual tracking (relazione [PDF](#))

## **Annunci e comunicazioni varie**

Proposta progetti per il corso a.a. 2007-2008(relazione [PDF](#)) (**Aggiornato 25/10/2007**) 

---

**Ultimo aggiornamento di questo sito: 25/10/07**