



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



Corso di Laurea Magistrale in

Ingegneria

Elettrica e dell'Automazione

Orientamento in Itinere - 26 Settembre 2018

Giorgio Battistelli

Francesco Grasso

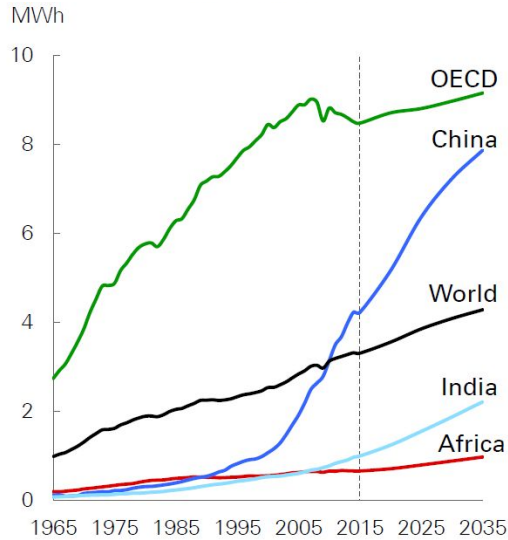
www.ing-eam-unifi.it



La classe di laurea

- Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica e dell'Automazione appartiene alla Classe delle **Lauree Magistrali in Ingegneria dell'Automazione (LM25)**
- Ricade in due dei tre settori dell'Albo Professionale degli Ingegneri:
 - **Ingegneria dell'Informazione**
 - **Ingegneria Industriale**

Perché Ingegneria Elettrica e dell'Automazione?



Consumo di Energia Elettrica
procapite



Industria 4.0



Organizzazione
del percorso
formativo

Il corso di laurea magistrale è
organizzato in due curriculum:

- **AUTOMAZIONE E ROBOTICA**
- **INGEGNERIA ELETTRICA**

CURRICULUM **AUTOMAZIONE E ROBOTICA**

I ANNO

- **AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**
- **IMPIANTI ELETTRICI**
- **OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI COMPLESSI**
- **MECCATRONICA**
- **MACCHINE ELETTRICHE**
- **STIMA E IDENTIFICAZIONE**
- ~~INFORMATICA INDUSTRIALE/INGEGNERIA DEL SOFTWARE~~

II ANNO

- **COMPLEMENTI E LABORATORIO DI ROBOTICA**
- **LABORATORIO DI AUTOMATICA**
- **SISTEMI DINAMICI NON LINEARI - CONTROLLO ROBUSTO E NON LINEARE (C.I.)**
- **SISTEMI MULTIAGENTE E DI CONTROLLO SU RETE (C.I.)**



CURRICULUM **INGEGNERIA ELETTRICA**

I ANNO

- **AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**
- **IMPIANTI ELETTRICI**
- **OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI COMPLESSI**
- **MECCATRONICA**
- **MACCHINE ELETTRICHE -
CONVERTITORI DI POTENZA (C.I.)**
- **SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA**
- **CONTROLLI AUTOMATICI**

II ANNO

- **CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI PER LE
SMART GRID**
- **GESTIONE EFFICIENTE DELL'ENERGIA
ELETTRICA - MOBILITA' ELETTRICA
(C.I.)**
- **DIAGNOSTICA E SICUREZZA DEI
SISTEMI**
- **CIRCUITI E FILTRI ANALOGICI**



Ulteriori attività
a comune nei
due percorsi

- **Esami a Scelta Libera (12CFU)**
- **Tirocinio (6CFU)**
- **Tesi di Laurea (15CFU)**



I requisiti di accesso

- Possono iscriversi, senza debito formativo, tutti i laureati della Scuola di Ingegneria di Firenze in
 - **Ingegneria Meccanica**
percorso Elettrico-Automazione
 - **Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni**
percorso Automazione



I requisiti di accesso

- E' possibile accedere anche da **altri percorsi** o **CdS della Scuola di Ingegneria**, ma è necessario aver sostenuto determinati esami per l'accesso senza debito formativo.
- Ad esempio
 - **chi proviene da altri percorsi del CdL in Ingegneria Meccanica** può inserire due esami tra:
 - **Fondamenti di Automatica (6 cfu)**
 - **Elettrotecnica Industriale (6 cfu)**
 - **Robotica Industriale (6 cfu)**
 - **Affidabilità e Controllo di Qualità (6 cfu)**



I requisiti di accesso

- E' possibile accedere anche da **altri percorsi** o **CdS della Scuola di Ingegneria**, ma è necessario aver sostenuto determinati esami per l'accesso senza debito formativo.
- Ad esempio
 - chi proviene da altri percorsi dei CdL in **Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni** e **Ingegneria Informatica** può inserire:
 - **Controlli automatici (6 cfu)**
 - **Robotica Industriale (6 cfu)**

CdS	Percorso	Vincoli di Accesso
Ingegneria Informatica		12 CFU tra: ING-INF/04, ING-IND/13
Ingegneria Elettronica	Automazione	NESSUNO
	Elettronica	NESSUNO*
	Telecomunicazioni	
	Biomedica	
Ingegneria Meccanica	Elettrico-automazione	NESSUNO
	Meccanico	12 CFU tra: ING-INF/04, ING-INF/07
	Scientifico Meccanico	
	Gestionale	12 CFU tra: ING-INF/07, ING-IND/32
	Professionalizzante **	NESSUNO**
Ingegneria Gestionale	Progettuale Industriale ***	18 CFU tra ING-IND/31, ING-INF/07 ING-IND/09 ***

* Gli esami a scelta sono solo suggeriti

** Gli esami a scelta sono liberi, ma è necessario modificare alcuni esami curriculari

*** Gli esami a scelta sono vincolati e ci si deve laureare con 186 CFU



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Corso di Laurea Magistrale in

INGEGNERIA ELETTRICA E DELL'AUTOMAZIONE

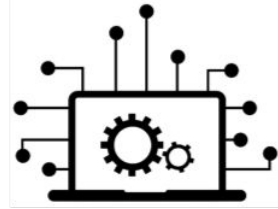


Cosa si studia

Automazione industriale

Il corso è rivolto ai futuri **progettisti** e **sviluppatori** per il settore della **Produzione Industriale** e fornisce le competenze basilari sui **Processi Automatizzati** riguardo a:

- architetture e normative di riferimento
- dispositivi di controllo industriali
- digitalizzazione e conversione dei segnali
- tecnologie per la connettività
- sistemi real-time
- linguaggi di programmazione



Ottimizzazione dei sistemi complessi

Obiettivi

- Fornire le conoscenze di algoritmi standard per problemi di ottimizzazione non lineare
- Studiare sia da un punto di vista modellistico che algoritmico classi di problemi di ottimizzazione "complessi" derivanti da settori applicativi dell'ingegneria e dell'informatica
- Rendere lo studente capace di progettare nuovi algoritmi

Contenuti

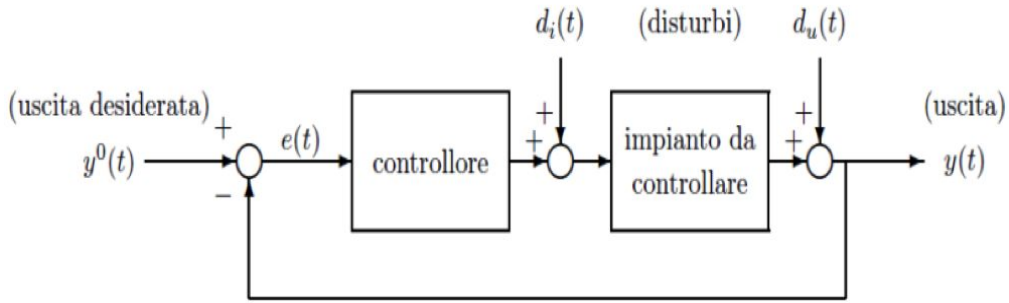
- Ottimizzazione a larga scala (Big Data, apprendimento automatico, equilibrio di reti)
- Ottimizzazione multi-agente (giochi ed equilibri di Nash, analisi di reti di telecomunicazioni)
- Ottimizzazione sparsa (analisi di immagini e segnali)
- Ottimizzazione a più obiettivi (portfolio ottimo, apprendimento automatico)
- Ottimizzazione intera (vehicle routing, scheduling)



Controlli automatici

Il Corso ha lo scopo di fornire gli strumenti per l'analisi e la sintesi di sistemi di controllo lineari stazionari a retroazione

- Analisi dei sistemi di controllo a retroazione: stabilità, prestazioni dinamiche (inseguimento di segnali di riferimento, reiezione di disturbi, limitazioni ...)
- Sintesi di controllori a tempo continuo: controllori stabilizzanti, tecniche dirette, regolatore
- Tecniche per l'implementazione digitale di controllori a tempo continuo



Stima e identificazione

- Corso che si propone di fornire strumenti statistici per l'analisi e l'elaborazione dei dati con particolare riferimento a problemi di stima di parametri, segnali e modelli di sistemi dinamici.
- In particolare, si introducono le metodologie del filtraggio alla Kalman e delle sue estensioni non lineari fino al filtraggio a particelle, di grande rilevanza per la navigazione di sistemi (veicoli, velivoli, robot) autonomi.

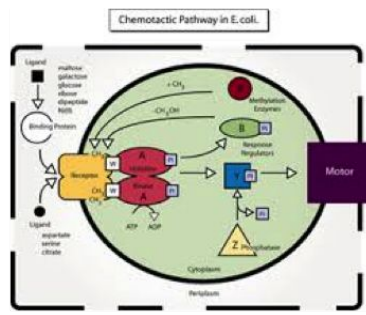




Sistemi dinamici non lineari

- Sistemi Nonlineari: Esempi e Definizioni
- Stabilità di Sistemi Nonlineari: tecniche di linearizzazione e alla Lyapunov
- Analisi di stabilità robusta per sistemi nonlineari
- Sistemi non lineari passivi
- Sintesi di controllori per sistemi nonlineari

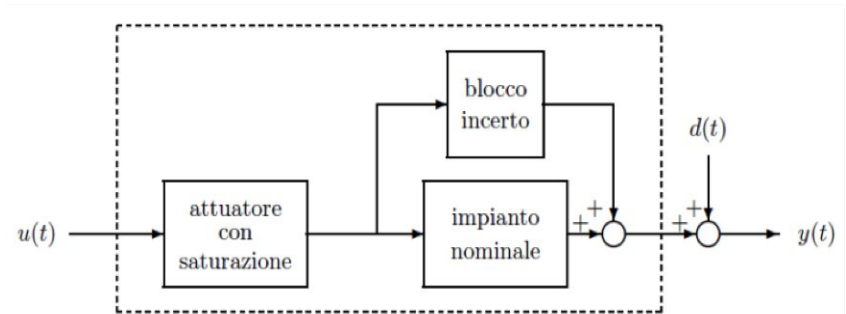
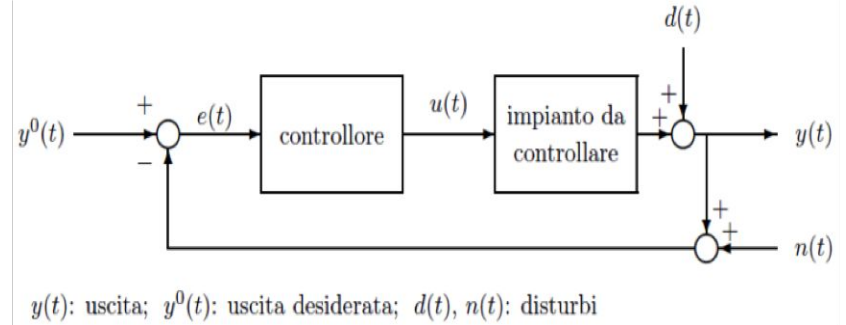
Applicazioni in: ingegneria chimica, bio-ingegneria, robotica, biologia, etc.



Controllo robusto e non lineare

Lo scopo è di fornire gli strumenti per l'analisi e la sintesi di sistemi di controllo a retroazione in presenza di elementi incerti e/o non lineari

- Analisi e sintesi di sistemi di controllo in presenza di elementi incerti: stabilità e prestazioni robuste, tecnica di loopshaping
- Analisi di sistemi di controllo in presenza di elementi non lineari: stabilità assoluta, oscillazioni periodiche
- Tecniche di linearizzazione per il progetto di controllori di sistemi non lineari: stima della regione di stabilità, linearizzazione esatta.

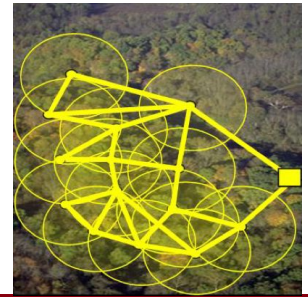
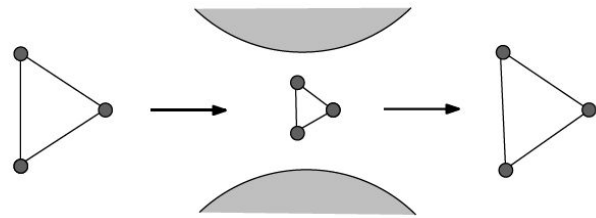
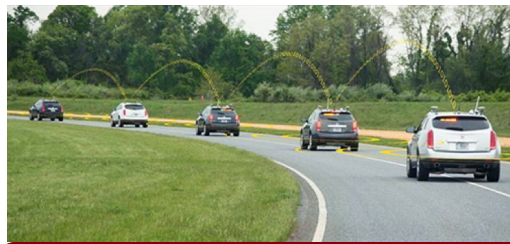


Sistemi multi-agente

Obiettivo: progettare e controllare sistemi di agenti autonomi in modo tale che siano in grado di portare a termine compiti complessi ↔ progettare sistemi intelligenti distribuiti in grado di gestire:

- agenti fisici e virtuali (robot, veicoli autonomi, sensori, processori, ecc.)
- un elevato numero di agenti, anche non omogenei, interagenti tra loro
- un'informazione non centralizzata ma locale

Contenuti: modelli di sistemi multi-agente, algoritmi distribuiti di controllo e elaborazione dati, applicazioni (sistemi multi-robot, controllo di formazione, platooning, reti di sensori, apprendimento distribuito, ecc.)

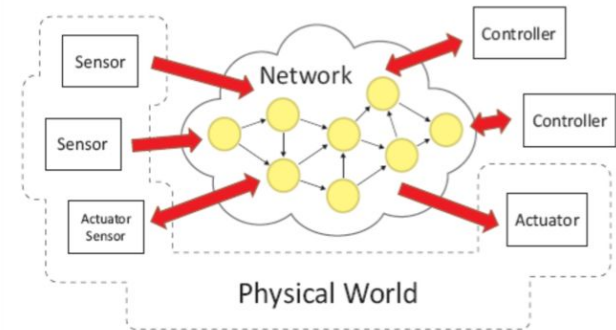
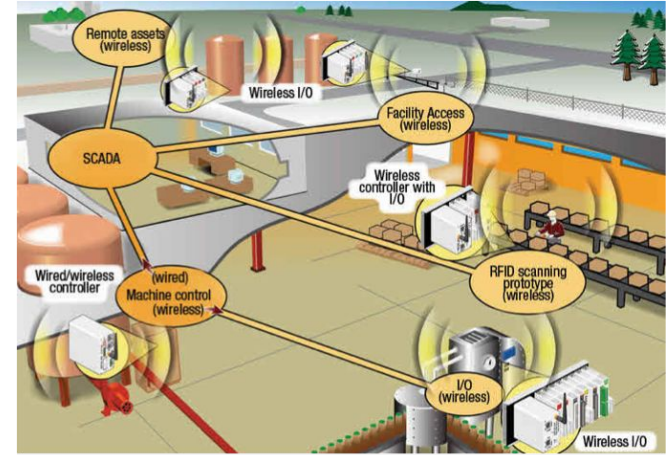


Sistemi di controllo su rete

Obiettivo: analizzare e progettare sistemi di controllo su rete, centralizzati e distribuiti, in grado di gestire:

- comunicazione digitale (e.g. wireless)
- comunicazione ad eventi
- perdita dati

Contenuti: modelli di sistemi a dati campionati ed ibridi, controllo ad eventi, algoritmi distribuiti per il controllo e l'elaborazione dati, applicazioni (computer-controlled systems, reti di sensori, automazione wireless, ecc.), strumenti software.



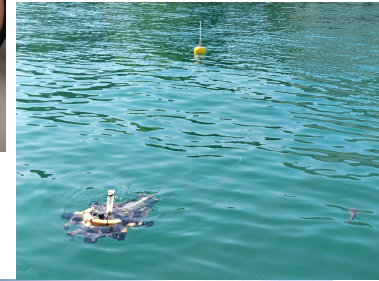
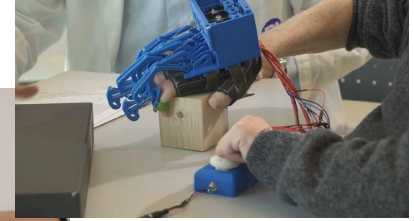
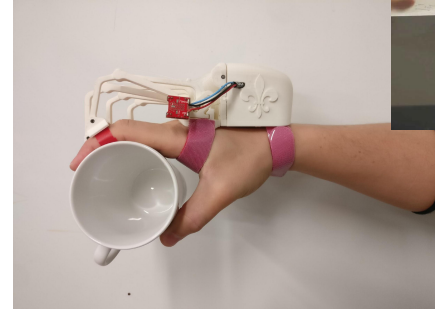
Complementi e laboratorio di robotica

Complementi di robotica:

- Modellazione cinematica e dinamica di sistemi meccanici
- Vincoli olonomi e anolomi e studio di controllabilità
- Tecniche di controllo per robot
- Asservimento visivo

Laboratorio di robotica:

Allievi singoli o gruppi di due allievi dovranno elaborare il progetto di un sottosistema di un robot destinato ad operare in campo aperto (acqua, aria, terra) o in zone confinate (edifici, infrastrutture civili)



Macchine Elettriche

- La conversione elettromeccanica dell'energia regola i fenomeni che consentono la trasformazione da energia meccanica in energia elettrica e viceversa. I dispositivi che operano questa conversione sono detti **MACCHINE ELETTRICHE**.
- L'insegnamento fornisce gli strumenti per comprendere il principio di funzionamento, il comportamento elettromagnetico e meccanico delle principali macchine elettriche: motori e generatori in c.a. ed in c.c., trasformatori.
- Vantaggi dei motori elettrici: elevato rendimento [0.8-0.9], minore inquinamento rispetto ai motori a combustione interna, facilità di controllo e regolazione
- Al termine del corso gli allievi sapranno scegliere trasformatori, generatori e motori per le applicazioni industriali e sapranno determinarne le caratteristiche principali
- Gli argomenti di Tesi di Laurea vertono sulle topologie di macchine elettriche e sul loro sistema di controllo per applicazioni ai sistemi eolici di generazione dell'energia elettrica, per i veicoli elettrici, per i sistemi navali ed avionici, per gli impianti "Oil&Gas".

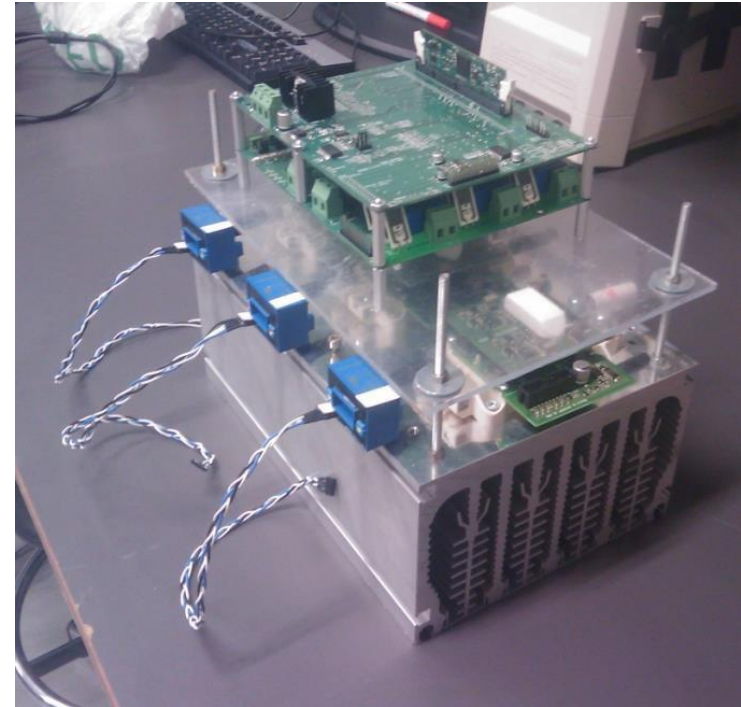
Alternatore da 23 MVA



Convertitori di Potenza

- L'insegnamento tratta i principali apparati utilizzati per la **CONVERSIONE STATICA CONTROLLATA DI ENERGIA ELETTRICA**: Componenti semiconduttori di potenza, Convertitori c.a./c.c, Convertitori c.c./c.c.; Regolatori di tensione in c.a.; Convertitori c.c./c.a, Convertitori c.a./c.a; loro applicazioni più significative.
- Di ciascuna topologia di conversione vengono esaminate le caratteristiche di funzionamento nonché i criteri base di dimensionamento.
- Al termine del corso gli allievi gli saranno in grado di comprendere il principio di funzionamento e i criteri di progetto dei principali apparati contenenti componenti semiconduttori di potenza, in funzione anche della loro specifica applicazione.
- Gli argomenti di Tesi di Laurea vertono sulle topologie di conversione statica dell'energia e sul relativo sistema di controllo per applicazioni alle Smart Grid basate sull'impiego delle energie rinnovabili, ai veicoli elettrici, ai sistemi navali ed avionici, agli impianti di produzione industriale "Oil&Gas".

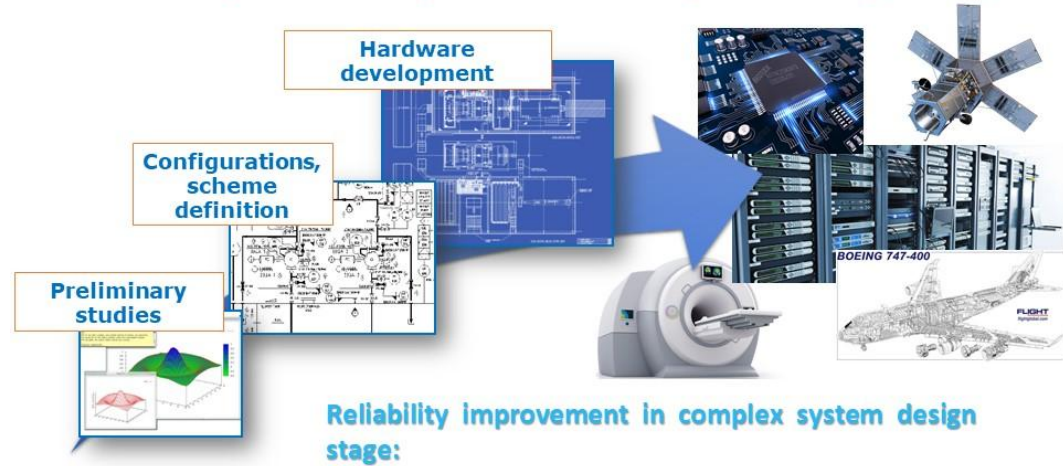
Convertitore trifase



Diagnostica e Sicurezza dei Sistemi

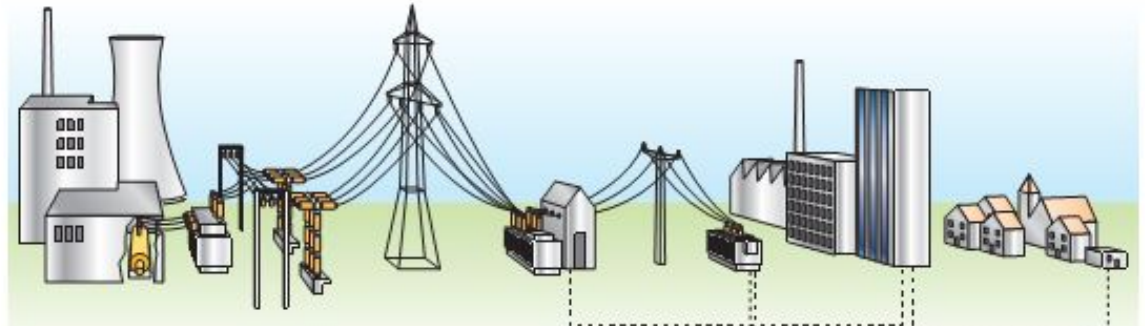
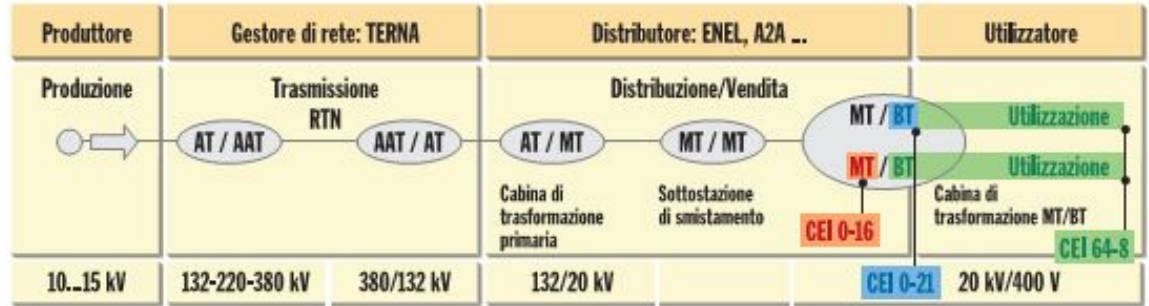
- Concetti e tecniche RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety)
- Metodologie di valutazione del rischio/sicurezza, calcolo di SIL. Presentazione di tecniche nel contesto industriale e applicazioni.
- Diagnostica di componenti e sistemi. Caratterizzazione di componenti e sistemi mediante prove di laboratorio, gestione della strumentazione e l'analisi dei risultati.
- Sono proposti i metodi di indagine per la valutazione dei meccanismi di guasto in ambito elettrico-elettronico.

Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)



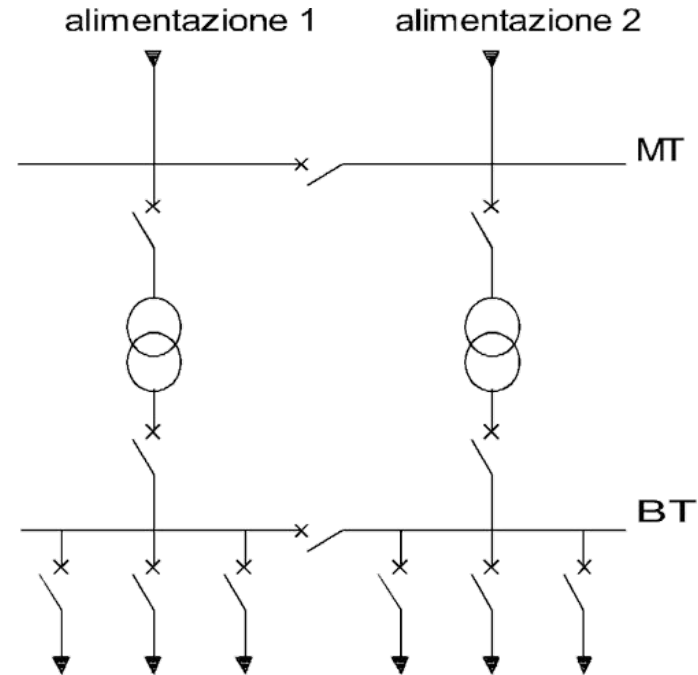
Sistemi Elettrici per l'Energia

- Sistemi di trasmissione dell'energia elettrica in Alta e Altissima Tensione
- Dimensionamento delle linee elettriche e loro calcolo elettrico e meccanico.
- Organizzazione del sistema di trasmissione nazionale.



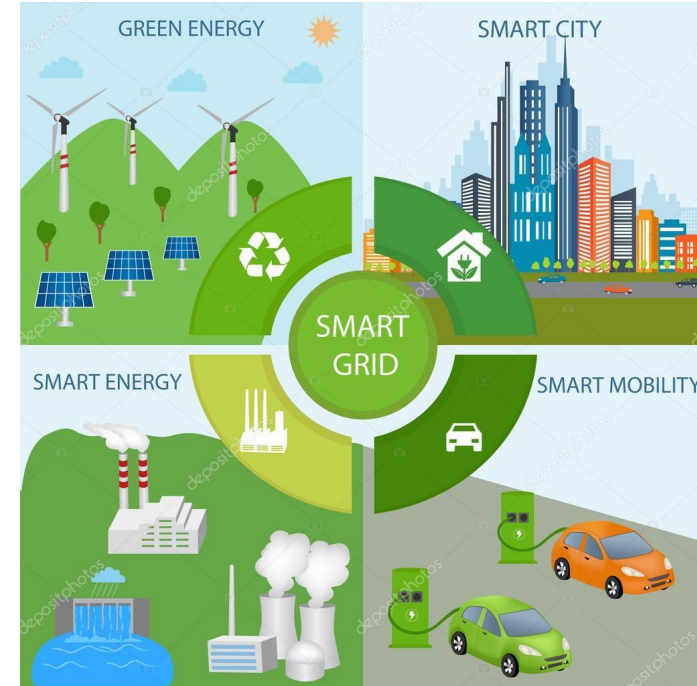
Impianti Elettrici

- Architettura delle reti in media tensione e stato di esercizio del neutro
- Cabine elettriche Mt/BT
- Sicurezza elettrica e valutazione del rischio elettrico;
- Dimensionamento degli impianti elettrici e criteri di progettazione.



Circuiti e Sistemi Elettrici per le Smart Grid

- Consente di acquisire le conoscenze relative alle architetture di una smart grid, alle tecnologie per le comunicazioni e per le misure nelle smart grid.
- Fornisce le basi teoriche e le definizioni pratiche per l'analisi della potenza elettrica in condizioni non sinusoidali.
- Presenta gli strumenti per l'analisi delle prestazioni e della stabilità delle smart grid.
- Affronta la progettazione di smart grid.
- Fornisce metodi e strategie per l'integrazione delle energie rinnovabili, dei sistemi di accumulo e della mobilità elettrica nelle smart grid.



Mobilità Elettrica

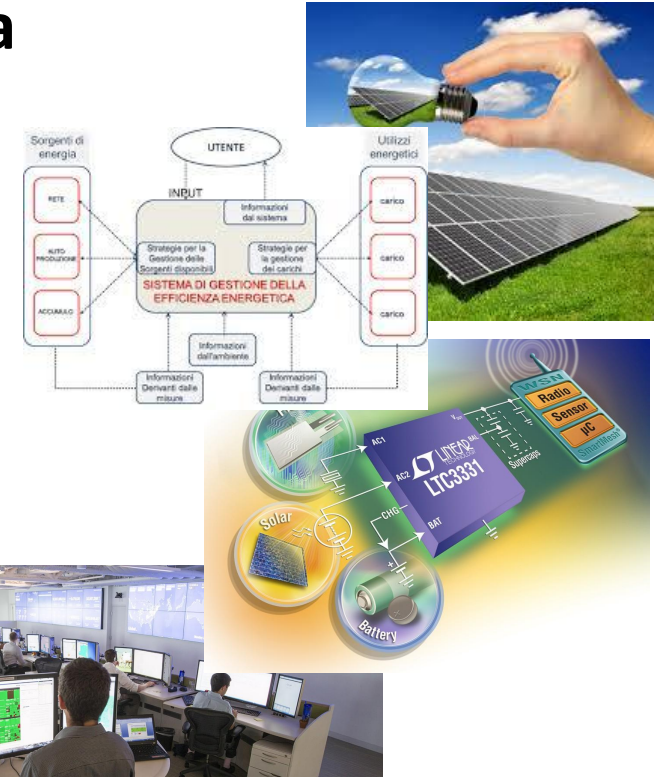
Il corso affronta i seguenti argomenti:

- Meccanica della locomozione
- Azionamenti elettrici per la trazione
- Sistemi di trasmissione e powertrain ibridi
- Standard di Elettrificazione
- Energy Storage e sistemi di ricarica
- Sistemi Maglev Innovativi
- Propulsione Marina



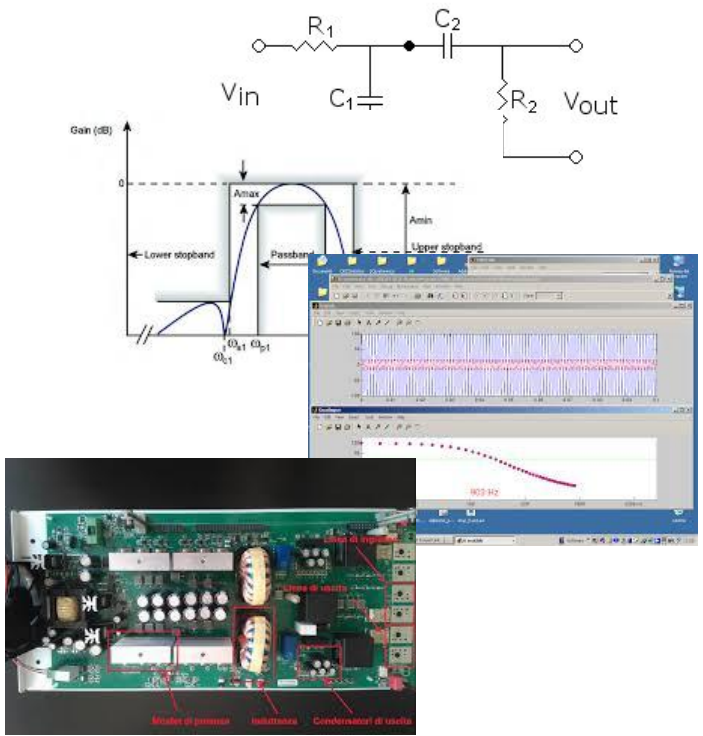
Gestione Efficiente dell'Energia Elettrica

- Il corso è volto a fornire le competenze e gli strumenti per un utilizzo più intelligente, efficiente e consapevole dell'energia elettrica e degli impianti, attraverso lo studio e la progettazione di sistemi per la gestione dell'energia.
- In particolare verranno analizzati gli Impianti fotovoltaici e i convertitori elettronici per applicazione nel settore delle rinnovabili e della WPT.



Circuiti e filtri analogici

- Il corso è volto a fornire le competenze e gli strumenti per analizzare e dimensionare filtri elettrici ed elettronici.
- In particolare vengono analizzate e classificate le funzioni filtranti.
- Sono presentati i metodi di Butterworth, Chebyshev, Cauer, Bessel. Trasformazioni in frequenza.
- Sintesi di reti passive.
- Sensibilità
- Sintesi di reti attive.
- Filtri a dati campionati.
- Filtri a condensatori commutati.
- Filtri passivi e attivi per la mitigazione di armoniche nei sistemi di potenza.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Corso di Laurea Magistrale in

INGEGNERIA ELETTRICA E DELL'AUTOMAZIONE



Le Tesi di Laurea



Le tesi di laurea

- **Tecniche di identificazione e machine learning per la previsione di crisi epilettiche**
- **Tecniche di assimilazione dati per il monitoraggio della qualità dell'aria utilizzando sensori wireless**
- **Analisi e simulazione di una cinematica generalizzata a cinque assi per macchine a controllo numerico**
- **Sistemi robotici multi-agente per la ricerca di sorgenti: simulazione e test sperimentali**
- **Studio e implementazione della teoria dei gas reali per il controllo di compressore centrifugo su PLC industriali**

Le tesi di laurea

- **Sviluppo di algoritmi di North Seeking basati su filtro di Kalman e sensori MEMS**
- **Metodo innovativo attivo basato su Variable Frequency Drives (VFD) per la riduzione delle vibrazioni torsionali in compressori reciproci**
- **Analisi e valutazione delle criticità negli impianti elettrici ospedalieri**
- **Sistema di regolazione e controllo dell'illuminazione pubblica per le Smart Cities**
- **Analisi della sicurezza di un banco prova per turbocompressori**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Corso di Laurea Magistrale in

INGEGNERIA ELETTRICA E DELL'AUTOMAZIONE



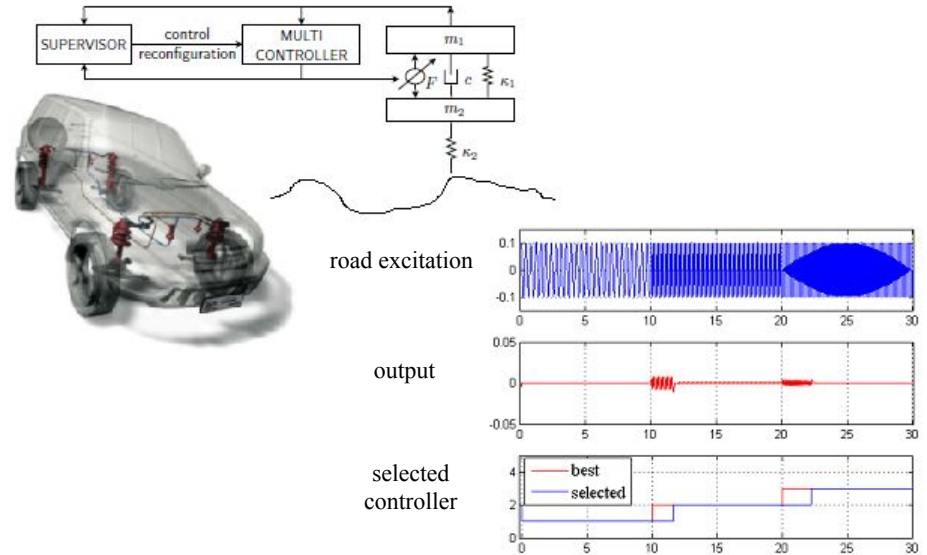
I laboratori e la ricerca

I temi di ricerca – area automazione

Sistemi distribuiti di controllo e monitoraggio con reti di sensori-attuatori

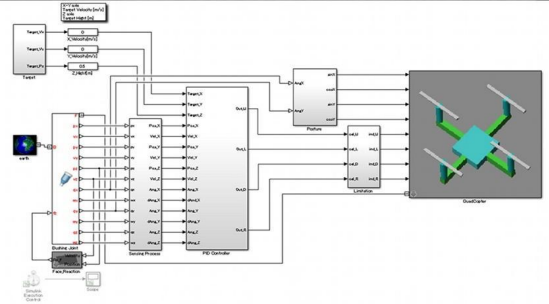


Riconfigurazione in tempo reale del controllo

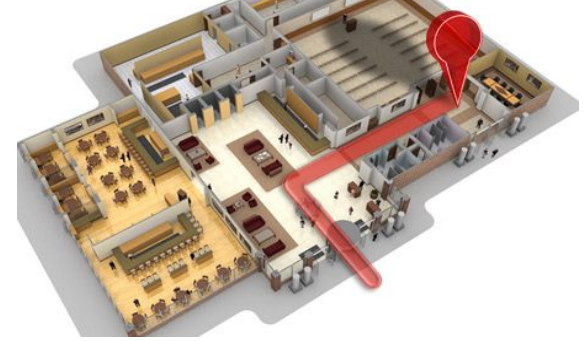


I temi di ricerca – area automazione

Controllo, navigazione e guida di velivoli autonomi

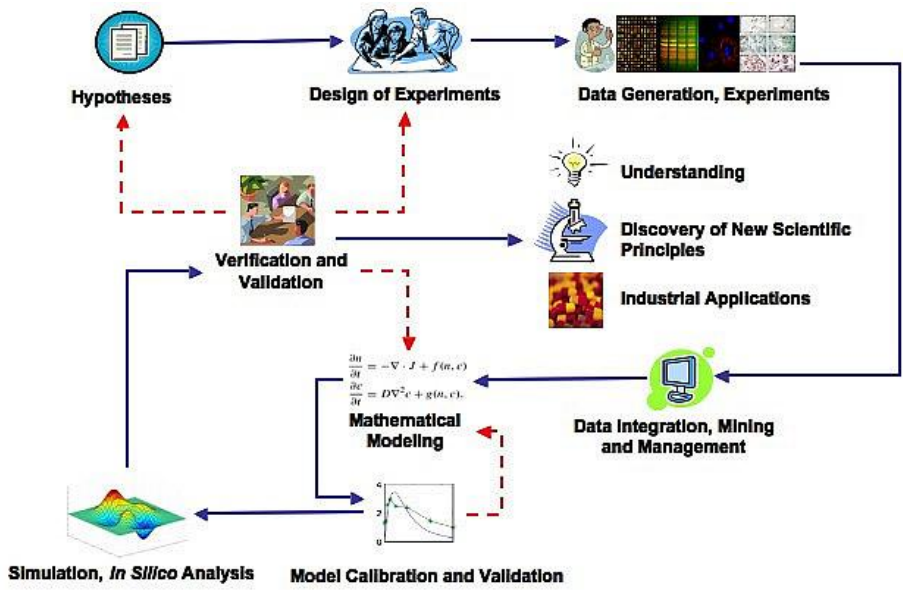


Navigazione outdoor/indoor da sensori wearables

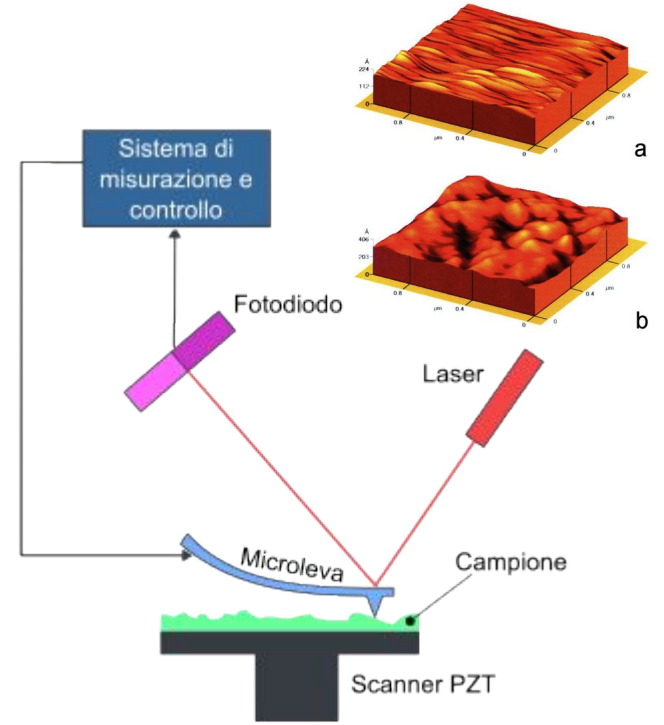


I temi di ricerca – area automazione

Systems biology

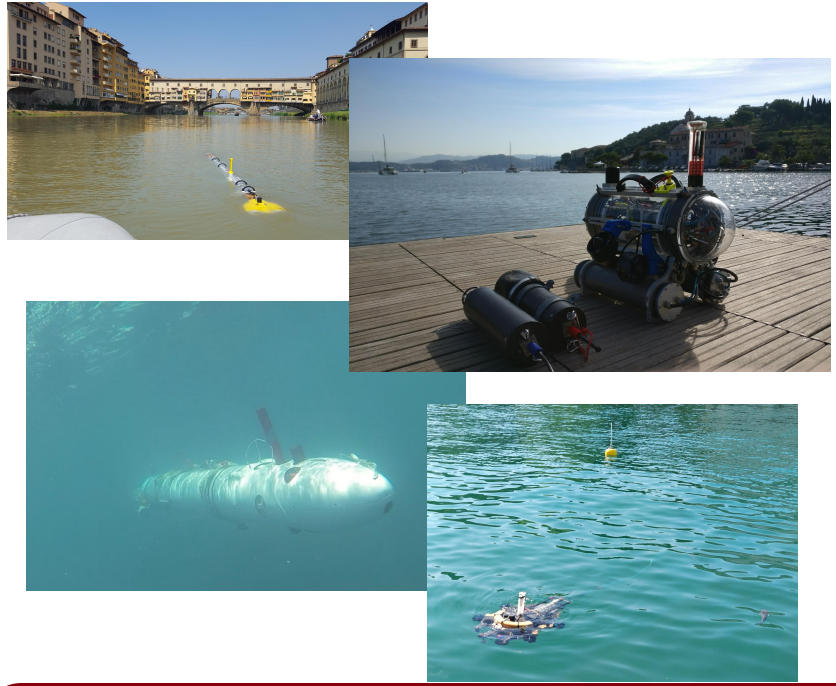


Nanotecnologie



I temi di ricerca: area robotica

AUV



ROBOTICA



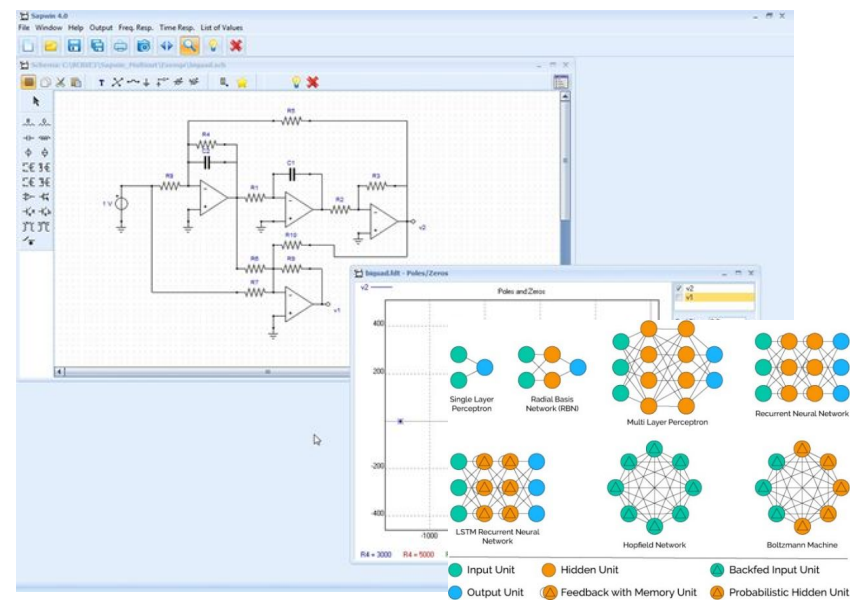


I temi di ricerca – area elettrica

Smart Grid



Progetto e controllo di reti elettriche, Analisi Simbolica, Diagnosi di Guasto



I temi di ricerca – area elettrica

Concentratori solari per la produzione combinata di energia elettrica e termica



Trasmissione senza fili dell'energia elettrica tramite convertitori risonanti



I temi di ricerca – area elettrica

Mobilità Elettrica e Storage



Sistemi per il miglioramento della power quality e dell'efficienza energetica





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Corso di Laurea Magistrale in

INGEGNERIA ELETTRICA E DELL'AUTOMAZIONE



Gli sbocchi professionali

Il laureato magistrale in Ingegneria Elettrica e dell'Automazione trova impiego in:

- Industria produttrice di macchine automatiche, di robot, di sistemi mecatronici e di sistemi elettronici di potenza;
- Imprese che producono, trasmettono e distribuiscono l'energia elettrica;
- Industria di processo;
- Industria operante nel settore dei trasporti;
- Industria produttrice di beni di largo consumo;
- Reti di pubblica utilità;
- Automazione industriale e domotica;
- Libera professione come progettisti del settore industriale e/o dell'informazione.
- **DOTTORATO DI RICERCA**



Condizione occupazionale ad un anno dalla laurea

Anno di Laurea	2011	2012	2013
Tasso di occupazione ISTAT	100%	94%	95%
Tempi di ingresso nel mondo del lavoro (mesi)	3.4	3.5	4
Tipologia contratto			
- autonomo o a tempo indeterminato	28.6%	35.7%	11.1%
- contratti formativi e simili	71.4%	64.3%	88.9%
Settore di attività			
- industria	85.7%	92.9%	88.9%
- servizi	14.3%	7.1%	11.1%
Efficacia della laurea nel lavoro svolto			
- molto efficace /efficace	42.9%	71.4%	61.1%
- abbastanza efficace	42.9%	28.6%	27.8%





Domande?

www.ing-eam.unifi.it





Referente del CdS

Prof. Luigi Chisci
luigi.chisci@unifi.it

Delegati all'Orientamento

AUTOMAZIONE E ROBOTICA

Prof. Giorgio Battistelli

giorgio.battistelli@unifi.it

INGEGNERIA ELETTRICA

Prof. Alberto Reatti

alberto.reatti@unifi.it