

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA**

**FACOLTÀ di INGEGNERIA**

**LAUREA SPECIALISTICA**

**in**

**INGEGNERIA DEI SERVIZI**

**Classe di Laurea specialistica: 35/S – Ingegneria Informatica**

**REGOLAMENTO DIDATTICO**

ai sensi dell'art. 12 del D.M. 509/99

Approvato dal Consiglio di Facoltà del 5 Luglio 2007

## **Art. 1. Denominazione del Corso di studio e classe di appartenenza**

Il *Corso di laurea specialistica in Ingegneria dei servizi* della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli studi di Pavia appartiene alla Classe 35/S delle Lauree specialistiche in *Ingegneria informatica*.

## **Art. 2. Norme generali**

L'ordinamento e l'organizzazione degli studi del *Corso di laurea specialistica in Ingegneria dei servizi* sono disciplinati, nel rispetto della libertà di insegnamento e di quanto stabilito nello Statuto dell'Università di Pavia, dai seguenti regolamenti:

- Regolamento generale d'Ateneo;
- Regolamento didattico d'Ateneo;
- Regolamento della Facoltà di Ingegneria;
- Regolamento didattico del Corso di laurea specialistica (costituito dal presente regolamento).

## **Art. 3. Struttura responsabile del coordinamento didattico e organizzativo**

Nel rispetto delle competenze e dei criteri stabiliti dai regolamenti indicati all'art. 2, il coordinamento didattico e organizzativo delle attività del Corso di studio è assicurato dal *Consiglio Didattico di Ingegneria dell'Informazione*, nel seguito indicato semplicemente come *Consiglio Didattico (CD)*.

## **Art. 4. Obiettivi formativi del Corso di studio**

Il corso di laurea specialistica in Ingegneria dei servizi è finalizzato alla formazione di figure professionali con conoscenza approfondita degli aspetti teorici e pratici delle discipline ingegneristiche di base e di quelle caratterizzanti la classe, capaci di identificare, analizzare, formalizzare e risolvere, in modo innovativo, i principali problemi, anche complessi, tipici dei servizi.

L'attività formativa, nella quale particolare importanza è data agli aspetti metodologici, intende fornire competenze ingegneristiche progredite per attività di elevata qualificazione negli ambiti:

- Progettazione e realizzazione servizi informatizzati, attraverso una formazione completa sulla analisi dei processi gestionali, una attività di progettazione su casi pratici e una formalizzazione delle conoscenze su basi di conoscenza;
- Progettazione di sistemi inter-aziendali con applicazioni di tipo ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management) e altri sistemi di impresa;
- Progettazione e realizzazione di sistemi informativi di controllo ed analitici, basati su tecnologie di tipo DSS (Decision Support System) e Data Warehousing, finalizzati al controllo delle prestazioni dei processi del servizio e alla analisi del servizio al cliente;
- Progettazione e realizzazione di architetture di elaborazione e di rete orientate ai servizi;
- Progettazione e realizzazione di sistemi software;
- Ottimizzazione e prestazioni dei sistemi di elaborazione delle informazioni e analisi e monitoraggio delle loro prestazioni;

Nella trattazione degli aspetti ingegneristici, particolare importanza è data alla generalizzazione dei contenuti teorici e pratici che si presuppongono acquisiti in un precedente corso di laurea, affinché la preparazione fornita consenta di affrontare problemi nuovi e offra la piattaforma concettuale su cui appoggiare i successivi aggiornamenti.

Contestualmente, il percorso formativo permetterà allo studente di acquisire competenze nella progettazione e nell'uso degli strumenti informatici necessari nelle applicazioni dell'ingegneria informatica, con attenzione anche alle problematiche economiche e gestionali tipiche delle imprese e dei contesti di mercato. Il percorso formativo inoltre prepara lo studente anche ad affrontare le

certificazioni professionali informatiche caratteristiche dei profili Business Analyst ed Information Systems Analyst, specificate dal syllabus dei relativi profili dello schema EUCIP Elective, definite a livello europeo dal CEPIS, l'associazione delle società dei professionisti informatici, di cui l'AICA è membro per l'Italia.

Il corso di laurea specialistica mira inoltre a fornire le conoscenze su cui basare ulteriori approfondimenti nell'ambito di corsi di studio successivi (Master di 2° livello e Dottorati di Ricerca).

#### **Art. 5. Regole per l'accesso al Corso di studio**

1. Per l'iscrizione al *Corso di laurea specialistica in Ingegneria informatica* è richiesto il possesso di un diploma di laurea o di diploma universitario triennale, o di altro titolo di studio equipollente conseguito all'estero e riconosciuto idoneo ai sensi delle leggi vigenti.

2. L'ammissione al corso di laurea specialistica senza debiti formativi è subordinata al possesso dei seguenti requisiti curriculari, fissati attraverso la definizione del numero minimo di crediti formativi universitari (CFU) che il candidato deve aver acquisito nella sua carriera pregressa, riconosciuti idonei dal CD, con riferimento alle diverse attività formative di cui all'art. 10 del D.M. 3/11/99 n° 509, a singoli settori scientifico disciplinari e/o a gruppi di settori scientifico disciplinari (SSD):

SSD	CFU
Algebra (MAT/02), Geometria (MAT/03), Analisi matematica (MAT/05), Analisi Numerica (MAT/08)	20
Fisica sperimentale (FIS/01)	10
Automatica (ING-INF/04)	9
Sistemi di elaborazione delle informazioni (ING-INF/05)	25
Elettrotecnica (ING-IND/31)	5
Ingegneria economico-gestionale (ING-IND/35), Economia applicata SECS-P/06, Economia aziendale SECS-P/07, Economia e gestione delle imprese SECS-P/08	5

Il corsi di laurea in Ingegneria informatica attivati presso l'Università di Pavia, sedi di Pavia e di Mantova, comprendono almeno un curriculum i cui crediti formativi sono integralmente riconosciuti ai fini dell'ammissione al corso di laurea specialistica in *Ingegneria dei Servizi* e pertanto soddisfano i requisiti curriculari necessari per l'ammissione (v. Art. 6).

3. L'ammissione al corso di laurea specialistica è subordinata alla verifica dell'adeguatezza della personale preparazione del candidato. I criteri e le modalità di verifica sono fissati dal Consiglio di Facoltà su proposta del Consiglio Didattico.

#### **Art. 6. Riconoscimento di crediti formativi ed eventuali debiti formativi**

1. Agli studenti in possesso di Laurea triennale in *Ingegneria informatica* (Classe 9: Ingegneria dell'informazione), conseguita presso l'Università di Pavia e non derivante da mero riconoscimento amministrativo del Diploma Universitario, dopo la verifica di cui all'art. 5, comma 3, vengono integralmente riconosciuti i 180 CFU acquisiti nel corso di laurea di primo livello.

2. Gli studenti in possesso di qualunque altro titolo di Laurea dovranno fare valutare dal CD le attività formative superate e i CFU equivalenti ad esse (nel caso di laurea secondo i precedenti ordinamenti didattici, gli esami superati dovranno essere tradotti in CFU). Gli studenti di cui sopra saranno di norma ammessi al *Corso di laurea specialistica in Ingegneria dei servizi* se il CD dichiarerà la congruità di tali attività per almeno 150 CFU, indicando contestualmente in quali settori scientifico-disciplinari dovranno essere colmati gli eventuali debiti formativi, che non dovranno superare i 30. Il recupero dei debiti formativi dovrà avvenire entro il primo anno del Corso di laurea specialistica e condiziona l'iscrizione al secondo anno.

3. Agli studenti in possesso di Laurea secondo i precedenti ordinamenti didattici, ai laureati secondo i nuovi ordinamenti che siano in possesso di un titolo di Master universitario di primo o di

secondo livello in discipline affini, e in generale ai laureati che abbiano svolto attività formative e acquisito CFU ulteriori rispetto a quelli richiesti per la laurea di primo livello, il CD, al momento dell'iscrizione e in base alla carriera pregressa, può riconoscere più di 180 CFU. La tesi di laurea specialistica dovrà comunque essere elaborata nell'ambito delle attività formative specifiche del *Corso di laurea specialistica in Ingegneria dei Servizi* dell'Università di Pavia.

4. Il CD può altresì riconoscere CFU acquisiti in corsi di formazione extra-universitari, organizzati dallo Stato, da Enti locali o da istituzioni scientifiche pubbliche o private, purché pertinenti ad ambiti disciplinari previsti dal piano didattico del Corso di laurea specialistica, e purché gestiti secondo modalità e criteri assimilabili a quelli universitari e nei quali sia prevista la frequenza obbligatoria. Il riconoscimento dei CFU è subordinato alla presentazione di un certificato, emesso dalla struttura interessata, nel quale vengano precisati la denominazione dei corsi con i voti conseguiti nelle prove d'esame, una breve descrizione dei loro contenuti e degli obiettivi formativi, il numero delle ore di lezione e l'obbligo della frequenza.

5. Possono formare oggetto di riconoscimento anche gli studi compiuti all'estero che non abbiano portato al conseguimento di un titolo accademico, purché adeguatamente documentati.

6. Ogni anno il CD propone alla Facoltà il numero degli studenti stranieri extra-comunitari non regolarmente soggiornanti in Italia da accogliere nel Corso di laurea specialistica.

#### **Art. 7. Ordinamento didattico del Corso di studio e quadro generale delle attività formative**

1. La durata del Corso di laurea specialistica è di due anni. Il CD, sulla base dei CFU riconosciuti con le modalità di cui ai precedenti articoli, deciderà l'eventuale abbreviazione del Corso di laurea specialistica.

2. Per conseguire la laurea specialistica in *Ingegneria dei Servizi*, lo studente dovrà avere maturato nel suo percorso complessivo di studi almeno 300 CFU, inclusi quelli acquisiti nel corso di studio di primo livello e riconosciuti per l'ammissione alla laurea specialistica.

3. Le attività formative specifiche del Corso di laurea specialistica corrispondono di norma a un totale di 120 CFU, ferma restando la possibilità per lo studente di acquisire crediti in soprannumero. Il carico di lavoro fissato per ciascun anno accademico dovrà consentire allo studente l'acquisizione di 60 CFU. Eventuali eccezioni, in difetto o in eccesso, potranno riguardare gli studenti per i quali è possibile l'abbreviazione del corso di studio o gli studenti in debito formativo, così come previsto dall'art. 6.

4. L'attività didattica è organizzata secondo diverse forme di insegnamento: lezioni frontali, esercitazioni, attività pratiche o di laboratorio. La suddivisione delle ore di insegnamento nelle tre attività sopra indicate è stabilita dal docente sulla base dei CFU attribuiti all'insegnamento, prendendo come riferimento i seguenti valori guida per CFU:

7,5 ore di lezione frontale

15 ore di esercitazione

22,5 ore di laboratorio

Le ore aggiuntive necessarie al raggiungimento del carico didattico complessivo a carico dello studente, secondo quanto stabilito dal Regolamento Didattico di Ateneo dell'Università di Pavia, sono intese per la rielaborazione personale e per l'acquisizione dei contenuti e dei metodi impartiti nelle lezioni, per lo studio e l'approfondimento dei testi e dei materiali consigliati dal docente, per la stesura di relazioni o di altri documenti relativi all'attività formativa svolta.

5. Nel piano di studio formulato annualmente dagli organi competenti, possono essere previsti percorsi formativi diversi (*curriculum*), per consentire allo studente di approfondire specificamente tematiche particolari di proprio interesse nel settore dell'Ingegneria informatica.

6. Nel piano di studio formulato annualmente dal Consiglio di Facoltà su proposta del CD i 120 CFU del Corso di Laurea specialistica saranno ripartiti nel rispetto dei limiti sotto indicati:

*Formazione di base:* insegnamenti scelti negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari sotto indicati, per un numero di crediti che, sommato al numero minimo di CFU richiesto per l'ammissione alla laurea specialistica, dia un totale di almeno 50:

- Matematica, informatica e statistica (ING-INF/05, MAT/03, MAT/05, MAT/08)
- Fisica e chimica (CHIM/07, FIS/01)

*Formazione caratterizzante:* insegnamenti scelti negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari sotto indicati, per un totale di CFU compreso tra 35 e 70 e tale che, sommato al numero minimo di CFU richiesto per l'ammissione alla laurea specialistica, dia un totale di almeno 70:

- Ingegneria informatica (ING-INF/05)
- Ingegneria dell'automazione (ING-INF/04)

*Formazione affine o integrativa:* insegnamenti scelti negli ambiti e nei settori scientifico-disciplinari sotto indicati, per un numero di CFU minimo di 5 tale che, sommato al numero minimo di CFU richiesto per l'ammissione alla laurea specialistica, dia un totale di almeno 30:

- Discipline ingegneristiche (ING-IND/10, ING-IND/13, ING-IND/24, ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-IND/35, ING-INF/01, ING-INF/02, ING-INF/03, ING-INF/06)
- Cultura scientifica, giuridica, economica, socio-politica (SECS-P/01, SECS-P/05, SECS-P/06, SECS-P/07, SECS-P/08, SECS-P/10, SECS-S/02, IUS/04, IUS/10)

*Attività formative a scelta dello studente* per un totale di 5 CFU

*Altre attività (art. 10, comma 1, lettera f):* lo studente potrà scegliere fra diverse attività utili ai fini dell'inserimento nel mondo del lavoro, specificate annualmente nel piano di studio, per un totale di CFU compreso fra 8 e 20. Queste attività possono comprendere, tra l'altro:

- lavori autonomi (di tipo progettuale, sperimentale o informatico) assegnati e seguiti da un docente;
- tirocinio da svolgersi presso Aziende ed Enti pubblici o privati, operanti nel settore;
- insegnamenti riguardanti argomenti quali l'etica, le tecniche redazionali e di comunicazione o altri aspetti legati al mondo del lavoro e della professione;
- certificazioni informatiche di livello professionale, presenti sul mercato nazionale ed europeo, e rilasciate sia da aziende del settore, che da organizzazioni indipendenti.

*Prova finale:* per la preparazione della tesi di laurea verrà riconosciuto un numero di CFU compreso fra 10 e 22.

7. A norma dell'art. 30 del Regolamento didattico di Ateneo, il CD può attivare entro il Corso di laurea specialistica corsi intensivi o particolari percorsi di studio finalizzati al conseguimento di specifici obiettivi formativi, anche in un quadro di convenzioni e/o collaborazioni internazionali. L'università può rilasciare ai partecipanti a tali corsi un attestato di frequenza o, quando previsto dai protocolli di attivazione, uno speciale e specifico attestato.

### **Art. 8. Insegnamenti attivabili, tipologia e relativi obiettivi formativi**

Gli insegnamenti attivabili, con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza, del tipo di attività formativa e dei relativi CFU, sono i seguenti

Insegnamento	Settore Scientifico-Disciplinare	Tipo di attività formativa (*)	CFU	Numero di moduli
Apprendimento automatico in biomedicina	ING-INF/06	A	5	1
Architetture dei processori	ING-INF/05	C	5	1
Architetture VLSI per elaborazione digitale dei segnali	ING-INF/01	A	5	1
Automazione dei sistemi elettrici	ING-IND/33	A	5	1
Automazione industriale	ING-INF/04	C	5	1
Azionamenti elettrici industriali	ING-IND/32	A	5	1
Basi di dati LS	ING-INF/05	C	5	1
Business Analysis I	ING-INF/05	C	5	1
Business Analysis II	ING-INF/05	C	5	1
Controllo industriale	ING-INF/04	C	5	1

Coprogettazione di sistemi digitali	ING-INF/05	C	5	1
Crittografia e protezione dell'informazione	ING-INF/05	A	5	1
Economia dell'innovazione	SECS-P/06	A	5	1
Elementi di elettronica di potenza	ING-INF/01	A	5	1
Elettronica dei sistemi digitali	ING-INF/01	A	5	1
Enterprise Systems I	ING-INF/05	C	5	1
Enterprise Systems II	ING-INF/05	C	5	1
Fisica tecnica	ING-IND/10	A	5	1
Grafica 3D e simulazioni visuali	ING-INF/05	C	5	1
Identificazione dei modelli e analisi dei dati LS	ING-INF/04	C	5	1
Impianti di elaborazione LS	ING-INF/05	C	5	1
Informatica industriale	ING-INF/05	C	5	1
Ingegneria del software LS	ING-INF/05	C	5	1
Intelligenza artificiale I	ING-INF/05	C	5	1
Intelligenza artificiale II	ING-INF/05	C	5	1
Interazione uomo-macchina	ING-INF/05	C	5	1
Management della innovazione nei servizi	SECS-P/06	A	5	1
Metodi numerici per l'ingegneria	MAT/08	B	5	1
Microsensori, microsistemi integrati e MEMS	ING-INF/01	A	5	1
Modelli e metodi matematici I	MAT/08	B	5	1
Organizzazione aziendale	ING-IND/35	A	5	1
Ottimizzazione	MAT/08	B	5	1
Progetto di servizi digitali I	ING-INF/05	C	5	1
Progetto di servizi digitali II	ING-INF/05	C	5	1
Reti telematiche	ING-INF/05	C	5	1
Robotica	ING-INF/04 e 05	C	5	1
Sicurezza nei sistemi e nei servizi	ING-INF/05	C	5	1
Sistemi decisionali in medicina	ING-INF/06	A	5	1
Sistemi informativi direzionali	ING-INF/05	C	5	1
Sistemi e tecnologie multimediali	ING-INF/05	C	5	1
Sistemi real-time	ING-INF/05	C	5	1
Tecnologie per sistemi distribuiti	ING-INF/05	C	5	1
Visione artificiale	ING-INF/05	C	5	1

(\*) A = affine o integrativa; B = di base; C = caratterizzante

Gli obiettivi formativi dei predetti insegnamenti sono i seguenti.

*Apprendimento automatico in biomedicina* - Il corso si propone di fornire allo studente competenze metodologiche e tecniche per impiegare in ambito biomedico una vasta classe di algoritmi che sono in grado di apprendere regole decisionali da dati e di migliorare automaticamente le loro prestazioni sulla base dell'esperienza. Ogni argomento trattato durante le lezioni sarà oggetto di esercitazioni e laboratori.

*Architetture dei processori* - Il corso illustra in maniera approfondita l'architettura dei processori usati sia per le applicazioni generali che per quelle verticali. L'obiettivo è consentire allo studente di valutare l'efficacia delle strutture di elaborazione delle varie tipologie di microprocessori nelle applicazioni: particolare attenzione verrà posta nell'esame della micro-architettura dei microprocessori INTEL e dei più diffusi microprocessori per applicazioni embedded.

*Architetture VLSI per elaborazione digitale dei segnali* - L'obiettivo del corso è quello di mettere lo studente in condizioni di operare scelte tra differenti architetture che soddisfano la stessa specifica logica. Verranno perciò presentati i differenti approcci per implementare le operazioni elementari, dettagliate le strutture di filtri FIR ed IIR e di un DSP. Lo studente alla fine del corso sarà in grado di simulare in VHDL e sintetizzare correttamente le strutture studiate, applicandole a casi di interesse nel condizionamento di segnali in applicazioni tipiche della microelettronica e delle telecomunicazioni.

*Automazione dei sistemi elettrici* - Acquisizione di conoscenze specialistiche sulla gestione e sul controllo in tempo reale della produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Acquisizione delle tecniche di simulazione del funzionamento transitorio delle reti elettriche, dal punto di vista modellistica e numerico. Acquisizione delle principali nozioni in merito all'automazione industriale.

*Automazione industriale* - Il corso si propone di introdurre gli allievi alle principali metodologie di automazione, pianificazione e controllo della produzione industriale, con particolare riferimento all'industria manifatturiera. I problemi analizzati sono dapprima presentati a livello descrittivo, quindi ne viene data una formulazione matematica e vengono risolti facendo ricorso alle tecniche della programmazione matematica e del controllo ottimo.

*Azionamenti elettrici industriali* - Il corso si propone di fornire i concetti di base sul funzionamento, le caratteristiche operative, la regolazione, il dimensionamento e le applicazioni degli azionamenti elettrici a velocità variabile per quanto riguarda il comportamento a regime ed alcuni cenni sul comportamento transitorio.

*Basi di dati LS* - Lo studente acquisirà i concetti avanzati della gestione delle basi di dati, estendendo la trattazione a database multimediali, con particolare riguardo alle tecnologie emergenti nella memorizzazione e gestione dei dati e alle ottimizzazioni delle interrogazioni. Saranno inoltre forniti esempi di studi e ricerche per fornire le necessarie conoscenze e il metodo di studio per approfondire tematiche avanzate.

*Business Analysis 1* Il corso propone una metodologia integrata di analisi e progettazione dei processi gestionali. Argomento specifico del corso é la analisi di processi esistenti. L'analisi include la modellazione dei processi gestionali, la definizione e la valutazione delle prestazioni quantitative dei processi, la analisi della architettura organizzativa del processo. Il corso si basa sulla simulazione da parte degli studenti della analisi di un caso reale.

*Business Analysis 2* Il corso approfondisce, attraverso un progetto guidato dal docente, le fasi metodiche di progettazione e realizzazione dei processi gestionali informatizzati attraverso una successione di fasi che includono la Definizione del processo gestionale *to be*, la Definizione dei requisiti informativi dei processi e la rifinitura dei requisiti informativi e la Prototipazione

*Controllo industriale* - Il corso si propone di introdurre gli allievi alle principali metodologie di sintesi di regolatori per sistemi dinamici lineari, multivariabili sia a tempo continuo sia a tempo discreto. Vengono estese le definizioni di funzioni di sensitività, sensitività complementare, sensitività del controllo e se ne analizzano le caratteristiche tramite indici di prestazioni opportunamente definiti. Si presentano i metodi di stima dello stato per sistemi deterministici e stocastici, con particolare enfasi sul filtraggio alla Kalman. Tramite numerosi esempi si discute l'applicazione delle tecniche precedenti a significativi problemi di controllo industriale.

*Coprogettazione di sistemi digitali* - Il corso si prefigge di far acquisire allo studente familiarità con la progettazione congiunta di hardware e software nei sistemi digitali, utilizzando metodologie di specifica basate su linguaggi di descrizione di alto livello (VHDL e SystemC) e adottando uno stile di modellizzazione che spazi dall' RTL "Register Transfer Level" al TML "Transactional Level Modeling".

*Crittografia e protezione dell'informazione* - L'enorme sviluppo delle comunicazioni vie rete, con il conseguente rischio di manipolazioni da parte dei pirati informatici ha reso necessario sviluppare sistemi atti a proteggere i dati da eventuali intrusioni. Molti di questi sistemi si basano su algoritmi crittografici. Obiettivo di questo corso è quello di fornire le basi teoriche su cui si basa le

crittografia moderna, presentare i cifrari attualmente in uso (sia quelli simmetrici che quelli a chiave pubblica), studiarne le caratteristiche e analizzare i possibili schemi di attacco. Particolare attenzione si darà agli algoritmi che realizzano i cifrari.

*Data mining* Il corso costituisce un'introduzione alle principali metodologie impiegate nella moderna metodologia di analisi dei dati nota come Data Mining. La metodologia verrà corredata dallo svolgimento di esercitazioni pratiche mediante software di analisi statistica dei dati. Il corso dapprima introdurrà il significato e l'ambito applicativo del data mining. Verranno quindi esaminati i principali concetti statistici e computazionali necessari per risolvere problemi di data mining: dall'organizzazione delle basi di dati, all'analisi esplorativa, alla specificazione di modelli, computazionali e statistici, di tipo descrittivo e previsivo, ai modelli locali. Particolare enfasi verrà dedicata al tema del confronto fra metodi alternativi, mediante opportune metodologie di validazione.

*Economia dell'innovazione* - Il corso si propone di far acquisire agli studenti la griglia concettuale e la conoscenza dei modelli di base volti a interpretare le strategie innovative delle imprese, le dinamiche competitive settoriali e le politiche pubbliche nel campo del trasferimento tecnologico, dei diritti di proprietà intellettuale e della ricerca. Particolare attenzione è volta all'impatto economico delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione (ICTs). Le conoscenze trasmesse attraverso il corso sono fondamentali per orientare manager, imprenditori, operatori del sistema tecnologico e scientifico in contesti ad elevato tasso di innovazione e più in generale nell'economia basata sulla conoscenza e sul paradigma dell'ICT.

*Elementi di elettronica di potenza* - Fornire una conoscenza di base sui dispositivi a semiconduttore, sui convertitori elettronici di potenza e sulle relative applicazioni.

*Elettronica dei sistemi digitali* - Fornire un panorama aggiornato sull'elettronica digitale in tecnologia CMOS, con particolare riguardo ai metodi ed agli strumenti di progettazione per le differenti tecnologie realizzative. Sviluppare i concetti relativi alla collaudabilità dei circuiti integrati digitali. Introdurre lo studente alla progettazione di blocchi circuitali tramite descrizione e simulazione in linguaggio VHDL. Al termine del corso lo studente deve essere in grado di descrivere in VHDL, sintetizzare, rappresentare fisicamente e controllare tramite verifica post-layout semplici circuiti digitali.

*Enterprise Systems 1* - Il corso si propone di fornire uno schema di riferimento della architettura di elaborazione e di rete, dei dati e software e dei sistemi di impresa attraverso la analisi di sistemi reali., anche attraverso casi aziendali reali (*workshop* e testimonianze) su sistemi specifici di settore (servizi, *e-government*). Il corso approfondisce i software che informatizzano le attività di front end delle aziende, come i sistemi CRM (*Customer Relationship Management*), analizzando le caratteristiche paradigmatiche dei canali web, voce e presenza e la evoluzione delle relative tecnologie di base, e proponendo approccio ed esempi di personalizzazione ed integrazione del software.

*Enterprise Systems 2* - Il corso considera la progettazione e la realizzazione di sistemi che informatizzano i processi gestionali interni della aziende, come i sistemi ERP (*Enterprise Resource Planning*), PLM (*Product Life Cycle Management*) e SCM. (*Supply Chain Management*). Sono previsti esempi ed esercizi di analisi e personalizzazione di software ERP e lo studio di progetti e casi aziendali reali, inclusi sistemi specifici di settore.

*Fisica tecnica* - Il corso intende fornire le basi culturali necessarie alla comprensione dei principi fondamentali della termodinamica e dell'analisi energetica dei sistemi e le nozioni di base dello scambio termico per conduzione, convezione ed irraggiamento per applicarle, mediante esercitazioni, a componenti meccanici. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di impostare lo studio delle dissipazioni termiche da apparecchiature e di progettare a grandi linee il



raffreddamento di componenti, nonché di affrontare, a più ampio spettro, l'analisi termica di un sistema.

*Grafica 3D e simulazioni visuali* - Progettare e realizzare applicazioni interattive con grafica tridimensionale eventualmente collegate ad un motore di calcolo esterno. Familiarizzare con algoritmi e strutture dati tipici della modellazione e visualizzazione tridimensionale. Apprendere le basi delle interfacce di programmazione per la grafica tridimensionale.

*Identificazione dei modelli e analisi dei dati LS* - Conoscenza delle nozioni di base di: teoria della stima (stima a massima verosimiglianza, stima a posteriori); identificazione di modelli mediante reti neurali; processi casuali (media, autocovarianza, densità spettrale di potenza, predizione ottima); identificazione di modelli ARMAX. Capacità di risolvere problemi di identificazione e predizione a partire dalla formalizzazione del problema di identificazione fino all'uso di strumenti informatici per stimare i parametri ed effettuare simulazioni.

*Impianti di elaborazione LS* - Il corso si propone di studiare gli impianti di elaborazione con particolare riferimento alla valutazione delle prestazioni e della Qualità del Servizio (QoS). Si introdurranno le tecniche e gli strumenti per analizzare e prevedere le prestazioni di un impianto e si discuteranno alcuni casi di studio. Al termine del corso lo studente avrà acquisito competenze sufficienti per pianificare e intraprendere autonomamente attività di valutazione delle prestazioni e di capacity planning.

*Informatica industriale* - Lo scopo del corso è quello di fornire le conoscenze circa l'uso di alcune metodologie informatiche nello sviluppo di processi industriali. Al termine delle attività, lo studente dovrebbe essere in grado di interfacciare il computer con diversi sistemi di controllo, acquisire dati sensoriali da periferiche, pilotare comuni attuatori di uso industriale, gestire la comunicazione digitale con altri computer, elaborare dati digitali, eseguire il filtraggio numerico di segnali, e calcolare i relativi parametri statistici. Inoltre, il corso fornisce un'introduzione alle reti neurali come metodologia generale per effettuare l'elaborazione dei dati, la classificazione di parametri, il riconoscimento di pattern, e il controllo adattivo di sistemi.

*Ingegneria del software LS* - Conoscenza approfondita delle metodologie di analisi e progetto software, con particolare riferimento alle metodologie Object-Oriented. Capacità operativa di sviluppare un progetto software completo incorporando elementi significativi di innovazione tecnologica.

*Intelligenza artificiale I* - Il corso si propone di fornire gli elementi di base dei metodi di rappresentazione cognitiva, simbolica e non, ai fini della descrizione progettuale e la programmazione di sistemi informatici. In particolare, il corso riguarda gli elementi fondamentali del calcolo simbolico (logica proposizionale) e delle reti neurali.

*Intelligenza artificiale II* - Il corso si propone di fornire gli elementi di base delle tecniche di programmazione di sistemi informatici basati sulla rappresentazione cognitiva (simbolica o numerica) e sulle forme di programmazione indiretta tramite calcolo evolutivo. Al termine del corso, lo studente dovrà aver acquisito le nozioni fondamentali relative alle tecniche trattate ed al loro ambito di applicazione, anche attraverso la realizzazione di un progetto di laboratorio.

*Interazione uomo-macchina* - Obiettivo del corso è quello di avviare gli studenti alla progettazione, lo sviluppo e la valutazione di interfacce utente per sistemi interattivi. Il corso presuppone una conoscenza di base degli appropriati strumenti tecnologici e insiste sugli strumenti metodologici e concettuali sviluppati per orientare il progettista alla realizzazione di sistemi facili da capire ed efficienti da utilizzare. Il corso privilegia il World Wide Web come ambito di studio e intende presentare un approccio strutturato all'usabilità del Web (*Web usability*).

*Management dell'innovazione nei servizi* - Il corso si propone di sviluppare ed applicare un approccio che permetta di comprendere e valutare il ruolo della gestione dell'innovazione e della tecnologia nel perseguimento e nel raggiungimento di queste strategie. Il corso fornirà ai partecipanti: una conoscenza critica dei principali approcci volti a studiare la relazione tra innovazione, tecnologia e gestione; strumenti per l'analisi (sia dall'interno e dall'esterno dell'impresa) del ruolo ricoperto dalla tecnologia e dall'innovazione nella strategia di specifiche imprese e nella dinamica competitiva all'interno di specifici settori e mercati.

*Metodi numerici per l'ingegneria* - Il corso si propone di fornire allo studente le nozioni di base relative ai principali metodi dell'algebra computazionale e dei metodi di approssimazione sviluppando la pratica computazionale matriciale e l'uso delle funzioni di MATLAB.

*Microsensori, microsistemi integrati e MEMS* - Il corso, a carattere principalmente informativo, si propone di fornire allo studente una panoramica delle tecnologie di fabbricazione, dei principi di funzionamento e delle applicazioni dei sistemi micro-elettro-meccanici (MEMS) e micro-opto-elettro-meccanici (MOEMS) su silicio. Al termine del corso lo studente avrà acquisito anche conoscenze relative agli aspetti di caratterizzazione sperimentale di MEMS e MOEMS, nonché dell'interfacciamento con l'elettronica di elaborazione.

*Modelli e metodi matematici I* - Il corso si propone di fornire allo studente le nozioni elementari e il linguaggio preliminare proprio dell'analisi funzionale lineare (spazi di Hilbert) e dei principi variazionali, introducendolo contemporaneamente alle problematiche e alle tecniche risolutive più semplici legate all'equazione di Laplace.

*Organizzazione aziendale* - Fornire allo studente la visione più aggiornata disponibile sui temi della progettazione organizzativa, integrando i concetti e i modelli della teoria organizzativa con i mutevoli eventi del mondo contemporaneo, con il fine di aiutarlo a comprendere i propri mondi organizzativi di riferimento e a risolvere problemi della vita reale.

*Ottimizzazione* - Il corso si propone di fornire i concetti ed il linguaggio connesso ai problemi di minimo sia libero che vincolato, sviluppando la capacità di formulare e di classificare i problemi di ottimizzazione, introducendo lo studente ai principali algoritmi implementati sia in librerie di calcolo scientifico che nell' Optimization Toolbox di MATLAB ed alla valutazione dell'efficienza e dei limiti degli algoritmi mediante applicazioni a problemi modello.

*Progetto di servizi digitali 1* - Il corso guida la progettazione di un sistema di impresa e/o di servizio informatizzato sotto la responsabilità di un docente di un insegnamento caratterizzante del primo anno dell'orientamento "Servizi Digitali" ed ha lo scopo di rinforzare con una attività pratica le nozioni teoriche sulla analisi e sulla progettazione di sistemi a supporto di servizi digitali.

*Progetto di servizi digitali 2* - Il corso, analogo a Progetto I, guida la progettazione / prototipazione di sistema e servizio di impresa sotto la responsabilità di un docente di un insegnamento caratterizzante del primo o del secondo anno dell'orientamento "Servizi Digitali" ed ha lo scopo di rinforzare con una attività pratica gli teorici.

*Reti telematiche* - Il corso si pone l'obiettivo di riprendere i concetti di base sulle reti a commutazione di pacchetto, per poi sviluppare alcuni temi specifici legati agli attuali criteri di progettazione e costruzione delle moderne reti ad alta velocità. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di comprendere e confrontarsi con le soluzioni tecnologiche attualmente presenti sul mercato e/o in corso di studio/sperimentazione..

*Robotica* - Il corso ha l'obiettivo di fornire gli strumenti metodologici di base per la modellizzazione e il controllo dei robot industriali. Il corso prevede due parti tra loro complementari. Una prima parte è dedicata ai sistemi sensoriali, alla rilevazione dell'ambiente operativo e alla sua rappresentazione. Una seconda parte è dedicata alla formulazione dei modelli geometrico-cinematici e dinamici dei robot e alla risoluzione di problemi di controllo del moto e dell'interazione con l'ambiente.

*Sicurezza nei sistemi e nei servizi* - Il corso consente di acquisire le conoscenze di base sulla sicurezza dei sistemi informatici e delle reti. Verranno in particolare trattate le tematiche di integrazione della sicurezza nelle applicazioni e nei servizi distribuiti con un approfondimento sugli standard e sugli aspetti normativi italiani ed europei vigenti.

*Sistemi e tecnologie multimediali* - Il corso vuole fornire allo studente le basi teoriche e pratiche che gli consentano di muoversi agevolmente all'interno delle tecnologie per la produzione di contenuti e contenitori multimediali (on-line/off-line), mettendolo in grado di operare le scelte più opportune nei diversi contesti.

*Sistemi decisionali in medicina* - L'obiettivo del corso è di fornire le metodologie per modellizzare problemi medici complessi, in cui si richiede di prendere decisioni in presenza di incertezza e/o tenendo conto delle preferenze del paziente. Si possono trattare problemi diagnostici, terapeutici e di monitoraggio. Lo studente, alla fine del corso, deve essere in grado di formalizzare un problema decisionale, individuando le variabili del dominio e scegliendo i formalismi più adatti, sia ai fini dell'acquisizione della conoscenza (interazione con la controparte medica per la costruzione del modello e interazione con il paziente per l'elicitazione delle preferenze), sia ai fini della risoluzione del problema.

*Sistemi informativi direzionali* - Il corso è complementare ad *Enterprise Systems 1 & 2* e fornisce una guida alla analisi ed alla progettazione di sistemi informativi direzionali (*Management Information Systems*) attraverso la analisi dei modelli gestionali di controllo budgetario, della architettura informatica dei sistemi di controllo, dei sistemi di analisi e di Business Intelligence, di progetti e di casi aziendali reali (anche attraverso workshop e testimonianze)

*Sistemi real-time* - Lo scopo del corso è quello di fornire delle metodologie informatiche avanzate adatte al supporto e allo sviluppo di sistemi in cui sia richiesto il rispetto di vincoli temporali sui processi applicativi. Alcune tipiche applicazioni in cui tali metodologie possono essere adoperate riguardano la regolazione di processi industriali, la robotica, i sistemi di difesa intelligenti, i simulatori di volo, i sistemi per il monitoraggio del traffico aereo, i sistemi multimediali, la realtà virtuale ed i videogiochi interattivi. Al termine del corso, lo studente acquisisce una conoscenza approfondita sui meccanismi di nucleo dei sistemi operativi real-time, la gestione del tempo, gli algoritmi di scheduling, i protocolli di sincronizzazione per la gestione di risorse condivise, l'analisi di fattibilità per la garanzia dei requisiti temporali.

*Tecnologie per sistemi distribuiti* - Il corso consente di acquisire le conoscenze di base sui sistemi distribuiti e necessarie per la progettazione e la integrazione di livello *enterprise*. Saranno affrontati i principali temi e le problematiche più ricorrenti nei progetti di EAI (Enterprise Application Integration) anche attraverso l'illustrazione dei principali *middleware* di mercato e dei paradigmi di progettazione proposti dai principali fornitori.

*Visione artificiale* - Questo corso si basa su lezioni teoriche (su 6-8 argomenti), corredate da altrettante esercitazioni sperimentali in cui si elaborano immagini e video. L'obiettivo è quello di acquisire familiarità con le principali tecniche per la visione artificiale sia attraverso la conoscenza dei problemi legati alla elaborazione di elevate quantità di dati, sia attraverso la scrittura di

programmi che consentano di utilizzare e confrontare algoritmi esistenti in letteratura. Infine, si da un accenno ai problemi delle architetture specializzate.

### **Art. 9. Propedeuticità**

Nel piano di studio formulato annualmente dagli organi competenti, potranno essere stabilite propedeuticità tra gli insegnamenti di cui all'Art. 8. In questo caso, non è possibile sostenere l'esame sotto vincolo di propedeuticità finché non è stato superato l'esame ad esso propedeutico. La collocazione degli insegnamenti negli anni del corso e nei rispettivi semestri sarà compatibile con le propedeuticità esistenti.

### **Art. 10. Organizzazione dell'attività didattica e Manifesto degli studi**

1. Ogni anno, in vista della scadenza fissata nel Regolamento d'Ateneo, il CD, sentiti i professori e i ricercatori interessati, organizza l'insieme delle attività didattiche per l'anno accademico successivo, nel rispetto di quanto disposto dai precedenti art. 7 e 8, e predispose il Manifesto degli studi contenente: (a) il piano degli studi ufficiale con la definizione degli eventuali curricula; (b) l'elenco degli insegnamenti attivati, col relativo settore scientifico-disciplinare, le eventuali propedeuticità e la precisazione di quali insegnamenti siano obbligatori e quali a scelta dello studente e delle relative modalità di scelta; (c) la collocazione degli insegnamenti nei vari periodi didattici. Il Manifesto degli studi deve essere approvato dal Consiglio di Facoltà.

2. Il CD può deliberare che alcuni insegnamenti siano mutuati da un altro Corso di studio della medesima o di altre Facoltà dell'Università di Pavia o di altra Università, nonché dai Collegi universitari pavese che abbiano attivato insegnamenti ufficiali riconosciuti dall'Università di Pavia a norma del Regolamento didattico d'Ateneo. In ogni caso dovrà essere acquisito l'assenso dei docenti del o dei settori scientifico-disciplinari direttamente interessati e dovrà essere fissato il numero di CFU attribuito all'insegnamento, conformemente al suo carico didattico.

3. L'organizzazione del calendario delle lezioni, il numero degli appelli d'esame e i periodi della loro effettuazione vengono deliberati dal Consiglio di Facoltà in modo da garantire l'indispensabile uniformità tra i diversi Corsi di studio che fanno capo alla Facoltà.

### **Art. 11. Piani di studio**

I piani di studio conformi alle regole e ai *curricula* illustrati nel manifesto degli studi, sono approvati d'ufficio. Lo studente ha la facoltà di presentare un piano degli studi individuale, che dovrà uniformarsi ai requisiti generali indicati nel precedente art. 7, comma 6, e che non potrà derogare dall'ordinamento didattico fissato dal Ministero per la Classe 35/s di laurea specialistica. I piani di studio individuali vengono esaminati da un'apposita Commissione, costituita annualmente, che, in caso di valutazione positiva, ne proporrà l'approvazione al CD. La medesima Commissione assisterà gli studenti nella compilazione dei piani di studio, in luoghi e orari che saranno resi noti.

### **Art. 12. Modalità di frequenza**

Il progetto formativo presuppone che lo studente, di norma, partecipi a tutte le attività didattiche organizzate nell'ambito degli insegnamenti.

Gli obblighi di frequenza ai singoli insegnamenti e le relative modalità di verifica sono proposti dal docente, approvati dal CD e indicati sul manifesto degli studi. Come criterio generale, la frequenza obbligatoria è prevista per attività di laboratorio o sperimentali.

L'obbligo di frequenza è assolto con la presenza ad almeno il 70% delle attività didattiche previste dall'insegnamento.

### **Art. 13. Modalità di valutazione del profitto**

1. In base alle caratteristiche dell' insegnamento, le prove di verifica potranno consistere in esami, scritti e/o orali, o in altre forme di valutazione, come: attività progettuali, attività di laboratorio o al calcolatore, tesine, ecc., predisposte in funzione dei contenuti e degli obiettivi formativi dell'insegnamento. Le prove orali sono pubbliche.
2. Indipendentemente dalle modalità di valutazione di cui al comma precedente, il voto dell'esame di profitto deve tenere conto dei risultati conseguiti nelle eventuali prove *in itinere*.
3. In ciascuna sessione lo studente può sostenere tutti gli esami relativi agli insegnamenti inseriti nel suo piano di studio, con il solo vincolo delle eventuali propedeuticità.

### **Art. 14. Periodi di studio effettuati presso Università estere**

1. Gli studenti del Corso di laurea specialistica possono svolgere parte dei propri studi presso Università estere con le quali siano stipulati accordi in regime di reciprocità.
2. Lo studente ammesso a trascorrere un periodo di studio all'estero presenterà al Consiglio didattico, per l'approvazione, un piano di studi nel quale indicherà le discipline da frequentare presso l'Università ospitante e la loro corrispondenza con quelle elencate nel presente Regolamento didattico. Il piano di studi dovrà essere avallato da almeno un docente del *Corso di laurea specialistica in Ingegneria dei Servizi*. Al termine del periodo di studi, sulla base della certificazione esibita, il CD delibererà il riconoscimento degli esami sostenuti all'estero, attribuendo i relativi CFU.

### **Art. 15. Prova finale per il conseguimento del titolo di studio**

1. La laurea specialistica in *Ingegneria dei servizi* è conferita a seguito della prova finale, che verifica il raggiungimento degli obiettivi formativi qualificanti il Corso di laurea specialistica.
2. La prova finale consiste nella discussione in seduta pubblica, di fronte ad apposita Commissione di Laurea Specialistica, di una tesi elaborata in modo originale sotto la guida di un docente con funzione di relatore. La dissertazione deve sviluppare tematiche specificamente attinenti agli obiettivi formativi del Corso di studio e rappresentare uno stadio avanzato e originale di ricerca o un progetto significativo per complessità in uno dei settori dell'Ingegneria Informatica e dell'Automatica.

### **Art. 16. Certificazioni**

Ai sensi dell'art. 11, comma 8, del Regolamento Generale sull'autonomia, la Segreteria studenti rilascia, come supplemento dell'attestazione del titolo di laurea specialistica conseguito, un certificato che riporta, secondo modelli conformi a quelli adottati dai paesi europei, le principali indicazioni relative al curriculum specifico seguito dallo studente per conseguire la laurea specialistica.

### **Art. 17. Tutorato**

1. Il servizio di tutorato è organizzato e gestito con le modalità fissate nel Regolamento di Facoltà e nel Regolamento didattico d'Ateneo.
2. L'attività di consulenza agli studenti per quanto riguarda i piani degli studi, i trasferimenti e il riconoscimento dei crediti è svolta dai docenti e dai ricercatori a ciò deputati dal CD.

### **Art. 18. Individuazione, per ogni attività, delle strutture e persone responsabili**

1. Per ogni attività necessaria al regolare funzionamento del Corso di studio in conformità al presente regolamento, ai regolamenti di cui al precedente art. 2, oltre che alla specifica legislazione di riferimento, devono essere individuate le persone che singolarmente o riunite in apposite

strutture ne assumono la responsabilità. A tal fine, il CD istituisce le strutture previste dal Regolamento di Facoltà.

3. Le persone che, singolarmente o nell'ambito delle strutture di cui al comma precedente, si assumono la responsabilità delle specifiche attività sono nominate dal CD.

#### **Art. 19. Revisione periodica del Regolamento**

È prevista, almeno ogni cinque anni, la revisione del presente Regolamento, in particolare per quanto riguarda il numero dei CFU assegnati ad ogni insegnamento o ad altra attività formativa.