

Università di Pisa

Regolamento didattico

Corso di Studio	WCN-LM - COMPUTER ENGINEERING
Tipo di Corso di Studio	Laurea Magistrale
Classe	Classe delle lauree magistrali in Ingegneria informatica (LM-32)
Anno Ordinamento	2025/2026
Anno Regolamento (coorte)	2025/2026

Presentazione

Struttura didattica di riferimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE
	- ALESSIO BECHINI
	- CINZIA BERNARDESCHI
	- PIERFRANCESCO FOGLIA
	- ENZO MINGOZZI
	- MARCO MORETTI
Docenti di Riferimento	- PERICLE PERAZZO
	- COSIMO ANTONIO PRETE
	- GIOVANNI STEA
	- ALESSIO VECCHIO
	- ANTONIO VIRDIS
	- CINZIA BERNARDESCHI
Tutor	- ENZO MINGOZZI
	- GIOVANNI STEA
Durata	2 Anni
CFU	120
Titolo Rilasciato	Laurea Magistrale in COMPUTER ENGINEERING
Titolo Congiunto	No
Doppio Titolo	No
Modalità Didattica	Convenzionale

Lingua/e in cui si tiene il Corso	Inglese
Indirizzo internet del Corso di Studio	https://computer.ing.unipi.it/ce-lm
Il corso è	Trasformazione di corso 509
Massimo numero di crediti riconoscibili	12
Corsi della medesima classe	WAI-LM - ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DATA ENGINEERING
Percorsi di studio	CLOUD AND NETWORK INFRASTRUCTURES AND SERVICE (1) CYBER-PHYSICAL SYSTEMS (3) CYBERSECURITY (4)
Sedi del Corso	Università di Pisa (Responsabilità Didattica)

Obiettivi della Formazione

Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)

L'Università di Pisa è attualmente impegnata da una profonda evoluzione, innescata dalla pubblicazione del D.M. 270/04, incentrata su innovativi processi di autonomia, di responsabilità e di qualità. L'attuazione di tali processi, però, dipende anche dalla possibilità di realizzare una più efficace integrazione tra università e apparato produttivo. L'autonomia didattica si sta indirizzando verso alcuni obiettivi di sistema, come il ridurre e razionalizzare il numero dei corsi di laurea e delle prove d'esame, migliorare la qualità e la trasparenza dell'offerta e il rapportarsi tra progettazione e analisi della domanda di conoscenze e competenze espressa dai principali attori del mercato del lavoro, come elemento fondamentale per la qualità e l'efficacia delle attività cui l'università è chiamata.

Si è chiesto ai consessi l'espressione di un parere circa l'ordinamento didattico del corso in Ingegneria Informatica per la Gestione d'Azienda.

Il fatto che l'Università di Pisa abbia privilegiato nel triennio la formazione di base spostando al secondo livello delle lauree magistrali numerosi indirizzi specialistici che potranno coprire alcune esigenze di conseguimento di professionalità specifiche per determinati settori, è stato giudicato positivamente sottolineando anche che, oltre all'attenzione posta alla formazione di base, positivi sono sia la flessibilità curricolare che l'autonomia e la specificità della sede universitaria, che mostra in questo contesto tutte le eccellenze di cui è depositaria.

Il corso di studio, in previsione del riesame annuale, nell'intento di verificare e valutare gli interventi mirati al miglioramento del corso stesso effettuerà nuove consultazioni con le organizzazioni maggiormente rappresentative nel settore di interesse.

Consultazione con le organizzazioni rappresentative – a livello nazionale e internazionale – della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)

La consultazione con le organizzazioni interessate viene fatta in maniera indiretta anche attraverso documenti e studi di settore. E' di grande rilievo, per la sua rappresentatività, il rapporto redatto annualmente

dall'Osservatorio delle Competenze Digitali, condotto dalle principali associazioni di categoria del mondo del lavoro e delle professioni del settore IT (Aica, Anitec-Assinform, Assintel e Assinter Italia), e promosso dal Ministero dell'Università e Ricerca, e dall'Agenzia per l'Italia Digitale.

Lo studio approfondito del rapporto 2024 ha permesso di comprendere in modo oggettivo e statisticamente rilevante lo stato della situazione attuale in materia, offrendo nuovi elementi conoscitivi: dai requisiti delle professioni future ai numeri del gap di professionisti IT, alle caratteristiche dei percorsi di formazione dei laureati e di aggiornamento della forza lavoro, anche sulla base di una analisi con tecniche avanzate di Big Data delle offerte di lavoro pubblicate attraverso il Web. A seguito dello studio, è stato deciso di introdurre e/o potenziare, in insegnamenti già esistenti, argomenti relativi alle tecnologie quantistiche e alla industria 5.0.

Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

ANALISTA E PROGETTISTA DI SISTEMI CYBER-FISICI

Funzioni in un contesto di lavoro:

I laureati della Laurea Magistrale in Computer Engineering utilizzano le loro conoscenze con funzioni di responsabilità nel progetto, sviluppo, verifica e valutazione di sistemi avanzati di calcolo embedded e di reti di sensori per la realizzazione di sistemi cyber-fisici, ovvero sistemi di calcolo e di comunicazione distribuiti che interagiscono dinamicamente con il mondo reale, con applicazioni in molteplici settori quali la domotica, l'automotive, l'avionica, l'automazione e la robotica, le fabbriche intelligenti, le città intelligenti, e l'Internet delle Cose.

Competenze associate alla funzione:

La Laurea Magistrale fornisce una solida e approfondita preparazione per il complesso progetto di sistemi embedded utilizzando le più moderne tecnologie dell'ingegneria informatica.

I laureati con questo profilo sono professionisti specializzati capaci di progettare, sviluppare e analizzare sistemi embedded e reti di sensori e attuatori altamente complessi.

I laureati sono anche preparati a compiere ulteriori studi di livello avanzato nei vari settori dell'ingegneria informatica.

Sbocchi occupazionali:

I laureati con questo profilo sono professionisti specializzati che trovano facilmente impiego nell'industria e nelle imprese private che operano nel campo dell'automazione industriale, l'avionica, i sistemi automotive, la robotica, e le telecomunicazioni, o negli enti pubblici e pubbliche amministrazioni interessate all'utilizzo dell'informatica e dei sistemi embedded per la pianificazione, lo sviluppo e la gestione delle proprie funzioni. I laureati con questo profilo possono anche intraprendere l'attività libero-professionale in qualità di consulenti per enti privati e pubblici operanti nei settori sopra menzionati.

ANALISTA E PROGETTISTA DI SISTEMI DI CALCOLO E RETI INFORMATICHE

Funzioni in un contesto di lavoro:

I laureati della Laurea Magistrale in Computer Engineering utilizzano le loro conoscenze con funzioni di responsabilità nel progetto, sviluppo, verifica e valutazione di architetture e sistemi informatici in rete; infrastrutture di calcolo e applicazioni distribuite e su larga scala, applicazioni mobili e pervasive; sistemi informatici intelligenti; servizi web.

Competenze associate alla funzione:

La laurea magistrale fornisce una solida e approfondita preparazione in linea con le necessità di innovazione nel campo dell'ingegneria informatica.

I laureati con questo profilo sono in grado di sviluppare soluzioni innovative in tutti i domini di applicazione delle tecnologie per sistemi e infrastrutture di calcolo distribuiti, applicazioni distribuite e reti informatiche, anche interagendo con ingegneri o altri professionisti aventi differenti specializzazioni.

I laureati sono anche preparati a compiere ulteriori studi di livello avanzato nei vari settori dell'ingegneria informatica.

Sbocchi occupazionali:

I laureati con questo profilo sono professionisti specializzati che trovano facilmente impiego nell'industria, in imprese private e nelle pubbliche amministrazioni che operano nell'ambito della produzione, sviluppo e gestione di sistemi e servizi informatici in rete.

I laureati con questo profilo possono anche intraprendere l'attività libero-professionale in qualità di consulenti per enti privati e pubblici operanti nei settori sopra menzionati.

ANALISTA, GESTORE E PROGETTISTA DI SISTEMI E APPLICAZIONI SICURI

Funzioni in un contesto di lavoro:

I laureati della Laurea Magistrale in Computer Engineering utilizzano le loro conoscenze con funzioni di responsabilità nel progetto, sviluppo, verifica e valutazione di soluzioni di sicurezza e protezione informatica, a livello sia applicativo sia di sistema, in molteplici settori tra cui i servizi e le applicazioni mobili e distribuite, i sistemi cyber-fisici, le infrastrutture critiche, l'Internet delle Cose ed il trattamento dei dati personali.

Competenze associate alla funzione:

La Laurea Magistrale fornisce una solida e approfondita preparazione per il complesso progetto di sistemi, architetture ed applicazioni sicure utilizzando le più moderne tecnologie dell'ingegneria informatica.

I laureati con questo profilo sono professionisti specializzati capaci di progettare, sviluppare ed analizzare soluzioni di protezione e sicurezza informatica nell'ambito dei sistemi informatici in rete, dei sistemi embedded e safety-critical, anche interagendo con ingegneri o altri professionisti aventi differenti specializzazioni.

I laureati sono anche preparati a compiere ulteriori studi di livello avanzato nei vari settori dell'ingegneria informatica.

Sbocchi occupazionali:

I laureati con questo profilo sono professionisti specializzati che trovano facilmente impiego nell'industria e nelle imprese private che sviluppano soluzioni di sicurezza informatica, in quelle che utilizzano l'informatica nei propri prodotti e servizi e, più in generale, in tutte quelle organizzazioni, compresa la Pubblica Amministrazione, interessate all'utilizzo dell'informatica e per la pianificazione, lo sviluppo e la gestione delle proprie funzioni. I laureati con questo profilo possono anche intraprendere l'attività libero-professionale in qualità di consulenti per enti privati e pubblici operanti, compresa l'Autorità Giudiziaria.

Il corso prepara alla professione di (Codifiche ISTAT):

- Specialisti in reti e comunicazioni informatiche (2.1.1.5.1)
- Analisti e progettisti di basi dati (2.1.1.5.2)
- Amministratori di sistemi (2.1.1.5.3)
- Specialisti in sicurezza informatica (2.1.1.5.4)
- Ingegneri progettisti di calcolatori e loro periferiche (2.2.1.4.2)
- Analisti e progettisti di software (2.1.1.4.1)
- Analisti di sistema (2.1.1.4.2)
- Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione (2.6.2.3.2)
- Analisti e progettisti di applicazioni web (2.1.1.4.3)

Conoscenze richieste per l'accesso

I requisiti curriculari per l'accesso alla Laurea Magistrale in Computer Engineering, per i candidati in possesso di titolo di studio acquisito in Italia, sono i seguenti:

- aver conseguito almeno 36 CFU negli SSD: MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT09, FIS/01, FIS/03;
- aver conseguito almeno 36 CFU negli SSD ING-INF/05, INF/01;
- aver conseguito almeno 18 CFU negli SSD: ING-INF/03, ING-INF/04, ING-INF/01, ING-IND/31, ING-IND/35.

Per i candidati con titolo di studio acquisito all'estero e riconosciuto idoneo, la verifica dei suddetti requisiti viene effettuata sulla base dello specifico percorso formativo del candidato.

È inoltre richiesta una adeguata conoscenza della lingua inglese almeno di livello minimo B2, secondo il Quadro Comune Europeo di riferimento per le Lingue.

La verifica della preparazione personale è effettuata sulla base del curriculum di studi del candidato, e può prevedere un colloquio orale.

Modalità di ammissione

Il Corso di Laurea Magistrale non è ad accesso programmato. Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Computer Engineering Classe LM-32 occorre essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. L'ammissione viene decisa sulla base del soddisfacimento dei requisiti curriculari e dell'adeguatezza della preparazione personale. Il Consiglio di Corso di Studio (CdS) nomina una Commissione Istruttoria di Valutazione (CIV) composta da due o più docenti. La CIV, in accordo con il Regolamento Didattico di Ateneo, sulla base della documentazione presentata con la domanda di ammissione:

- verifica il possesso dei requisiti curriculari e della preparazione personale,
- propone al Consiglio di CdS l'ammissione o la non ammissione del candidato,
- indica le eventuali modalità per l'ottenimento dei requisiti mancanti.

Possesso dei requisiti curriculari

Il candidato soddisfa i requisiti curriculari se è in possesso di una laurea conseguita presso un ateneo italiano in una delle seguenti classi:

- L-8 Ingegneria dell'Informazione
- L-31 Scienze e Tecnologie Informatiche

Alternativamente, soddisfa i requisiti curriculari il candidato in possesso di una laurea conseguita presso un ateneo italiano che abbia acquisito un numero sufficiente di CFU nei seguenti gruppi di settori scientifico disciplinari (SSD):

SSD Gruppo 1: MATH-02/A, MATH-02/B, MATH-03/A, MATH-03/B, MATH-04/A, MATH-05/A, MATH-06/A, PHYS-01/A, PHYS-03/A: ≥ 36 CFU.

SSD Gruppo 2: IINF-05/A, INFO-01/A: ≥ 18 CFU.

SSD Gruppo 3: IINF-01/A, IINF-03/A, IINF-04/A, IIET-01/A, IEGE-01/A: ≥ 12 CFU.

Nel caso di candidato con titolo acquisito all'estero, la CIV valuta il possesso dei requisiti curriculari sulla base della durata temporale dei singoli insegnamenti e dei programmi dei relativi esami sostenuti.

Adeguatezza della preparazione personale

La CIV verifica l'adeguatezza della preparazione iniziale, con particolare riguardo ai fondamenti della matematica e dell'ingegneria informatica, esaminando il percorso formativo dello studente, ed eventualmente con una prova di verifica, su argomenti specifici che tengano conto di linee guida approvate dal Consiglio del CdS.

È richiesta anche una conoscenza della lingua inglese equiparabile al livello B2 del quadro comune di riferimento europeo. Il possesso di tale requisito potrà essere certificato dagli studenti in fase di iscrizione o, in assenza di tale certificazione, sarà accertato durante la prova di verifica.

In base all'esito della verifica, la CIV formula un giudizio di idoneità oppure di non idoneità all'ammissione, eventualmente evidenziando i requisiti mancanti.

Nel caso di laureati in possesso di un titolo della classe L-8 o L-31 e che abbiano acquisito almeno 36 CFU nei settori IINF-05/A e INFO-01/A, la preparazione personale viene considerata automaticamente adeguata, previa verifica della conoscenza della lingua inglese.

Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo

Il corso di Laurea Magistrale permette di acquisire una solida preparazione specialistica capace di rispondere alle esigenze di innovazione dei molteplici settori inerenti l'ingegneria informatica.

Il laureato magistrale è dotato di un'approfondita preparazione degli aspetti metodologico-operativi sia delle scienze di base che delle scienze dell'ingegneria tale da consentirgli di interagire con gli specialisti di tutti i settori dell'ingegneria; inoltre possiede le conoscenze specialistiche che gli permettono di dominare il settore informatico in termini di competenza e flessibilità.

Il Corso di studio prevede il completamento delle conoscenze metodologiche ed informatiche in modo che lo studente possa approfondire le seguenti aree tematiche di apprendimento.

Sistemi e infrastrutture di calcolo:

- architetture e tecnologie per la realizzazione di infrastrutture di calcolo e memorizzazione dei dati distribuite e su larga scala;
- architetture di piattaforme e strumenti di sviluppo commerciali per servizi basati su tecnologie web;
- applicazioni per la mobilità degli utenti e dei dispositivi.

Reti informatiche:

- architetture e protocolli di rete;
- gestione e distribuzione in rete di informazioni di tipo multimediale.

Sistemi cyber-fisici:

- progettazione di sistemi embedded;
- architetture e protocolli per reti di sensori;
- tecnologie per l'Internet delle Cose;
- architetture e sistemi informatici in rete, infrastrutture e software per sistemi "intelligenti".

Sistemi e applicazioni sicuri:

- metodologie di progettazione, analisi e sviluppo di applicazioni sicure
- metodologie di gestione della sicurezza: dall'analisi del rischio alla politica di sicurezza da utilizzare;
- metodologie e strumenti per l'attacco e la difesa di sistemi informatici in rete;
- metodologie e strumenti per la verifica della sicurezza di un sistema.

Il corso di studio è organizzato in semestri, ed è articolato in tre curricula di 18 CFU, che specializzano il percorso formativo rispettivamente nelle aree dei sistemi e infrastrutture di calcolo e reti informatiche, dei sistemi cyber-fisici, e dei sistemi sicuri.

È previsto che gli studenti possano recarsi presso università straniere, per seguire corsi e sostenere esami che poi vengono riconosciuti in questa laurea, oppure che vadano all'estero in Università o aziende per svolgere la tesi di laurea.

Il lavoro di tesi dà allo studente una visione del panorama bibliografico relativo ad un particolare argomento e si propone di spingerlo a formulare un avanzamento dello stato dell'arte.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering è conferita a studenti che siano capaci di applicare le proprie conoscenze, capacità di comprensione e abilità attraverso metodologie di progettazione, analisi e sviluppo atte a risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al proprio settore di studio.

Le competenze sono assunte dal laureato attraverso un marcato coinvolgimento diretto nelle attività di esercitazione e laboratorio, nonché lo sviluppo di progetti con crescente grado di autonomia. Il lavoro di tesi finale, in cui il grado di autonomia e la capacità di proporre soluzioni originali e innovative costituiscono i principali criteri di giudizio, rappresenta il momento di sintesi e verifica di questo processo di apprendimento.

Infine, ulteriori capacità di comprensione applicata vengono acquisite attraverso visite presso imprese

operanti nel settore informatico, o anche in altri settori, ma interessate all'utilizzo dell'informatica per il miglioramento dei propri processi produttivi. Ugualmente importanti sono lo sviluppo di progetti in collaborazione con i dottorandi di ricerca, e lo svolgimento di tirocini extracurricolari e di esperienze internazionali nell'ambito dei progetti di scambio e mobilità studentesca.

Al termine di queste ulteriori attività, la verifica del conseguimento delle capacità viene comunque condotta nel corso degli esami di profitto relativi agli insegnamenti direttamente coinvolti e/o tramite la valutazione di elaborati.

Conoscenza e comprensione e Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dettaglio

1. SISTEMI DI CALCOLO E RETI

Conoscenza e capacità di comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che abbiano dimostrato conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle tipicamente associate al primo ciclo e consentono di elaborare e/o applicare idee originali, spesso in un contesto di ricerca.

Il laureato magistrale ha una conoscenza avanzata dei seguenti aspetti dei sistemi di calcolo e reti:

- architetture e tecnologie per la realizzazione di infrastrutture di calcolo e memorizzazione dei dati distribuite e su larga scala;
- architetture di piattaforme e strumenti di sviluppo commerciali per servizi basati su tecnologie web;
- sistemi intelligenti;
- architetture e protocolli di rete;
- gestione e distribuzione in rete di informazioni di tipo multimediale.

La capacità di comprensione di argomenti di livello universitario elevato viene anche raggiunta attraverso l'elaborazione di progetti e l'utilizzo esteso di laboratori e tecniche di simulazione. Inoltre, attraverso l'opportunità di svolgere la tesi di laurea magistrale all'interno delle imprese o come lavori che si collocano in progetti di ricerca, il laureando consegue conoscenze inerenti agli aspetti applicativi dei suoi studi, già introdotti mediante le sessioni di esercitazione e laboratorio. L'accertamento è effettuato mediante le prove ed esami di profitto relativi ai diversi insegnamenti e tramite la valutazione degli eventuali elaborati, con particolare riferimento alla tesi finale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che siano capaci di applicare le proprie conoscenze, capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al proprio settore di studio.

Il laureato magistrale è in grado di sviluppare soluzioni innovative in tutti i domini di applicazione delle tecnologie per sistemi e infrastrutture di calcolo distribuiti, applicazioni distribuite e reti informatiche, anche interagendo con ingegneri o altri professionisti aventi differenti specializzazioni.

Le capacità applicative sono assunte dal laureato attraverso un marcato coinvolgimento diretto nelle attività di esercitazione e laboratorio, nonché lo sviluppo di progetti con crescente grado di autonomia. Il lavoro di tesi per la Laurea Magistrale, in cui il grado di autonomia e la capacità di proporre soluzioni originali e innovative costituiscono i principali criteri di giudizio, rappresenta il momento di sintesi e verifica di questo processo di apprendimento. Infine, ulteriori capacità di comprensione applicata vengono acquisite attraverso le opportunità scaturite da visite presso le imprese, lo sviluppo di progetti in collaborazione con i dottorandi di ricerca, lo svolgimento di tirocini ed esperienze internazionali collegate ai progetti di scambio e mobilità studentesca. Al termine di queste ulteriori attività, la verifica del conseguimento delle capacità viene comunque condotta nel corso degli esami di profitto relativi agli insegnamenti direttamente coinvolti.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

583II ADVANCED COMPUTER NETWORKING 9

876II CLOUD COMPUTING 9

588II COMPUTER ARCHITECTURE 9

879II DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES 6

598II ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS 9

595II INTELLIGENT SYSTEMS 6

883II LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES 9

592II PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS 9

911II SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING 6

1182I QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET 9

2. SISTEMI CYBER-FISICI

Conoscenza e capacità di comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che abbiano dimostrato conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle tipicamente associate al primo ciclo e consentono di elaborare e/o applicare idee originali, spesso in un contesto di ricerca.

Il laureato magistrale ha una conoscenza avanzata dei seguenti aspetti dei sistemi cyber-fisici:

- progettazione di sistemi embedded;
- architetture e protocolli per reti di sensori;
- tecnologie per l'Internet delle Cose;
- architetture e sistemi informatici in rete, infrastrutture e software per sistemi "intelligenti".

La capacità di comprensione di argomenti di livello universitario elevato viene anche raggiunta attraverso l'elaborazione di progetti e l'utilizzo esteso di laboratori e tecniche di simulazione. Inoltre, attraverso l'opportunità di svolgere la tesi di laurea magistrale all'interno delle imprese o come lavori che si collocano in progetti di ricerca, il laureando consegue conoscenze inerenti agli aspetti applicativi dei suoi studi, già introdotti mediante le sessioni di esercitazione e laboratorio. L'accertamento è effettuato mediante le prove ed esami di profitto relativi ai diversi insegnamenti e tramite la valutazione degli eventuali elaborati, con particolare riferimento alla tesi finale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che siano capaci di applicare le proprie conoscenze, capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al proprio settore di studio.

Il laureato magistrale è un professionista specializzato capace di progettare, sviluppare e analizzare sistemi embedded e reti di sensori e attuatori altamente complessi.

Le capacità applicative sono assunte dal laureato attraverso un marcato coinvolgimento diretto nelle attività di esercitazione e laboratorio, nonché lo sviluppo di progetti con crescente grado di autonomia. Il lavoro di tesi per la Laurea Magistrale, in cui il grado di autonomia e la capacità di proporre soluzioni originali e innovative costituiscono i principali criteri di giudizio, rappresenta il momento di sintesi e verifica di questo processo di apprendimento. Infine, ulteriori capacità di comprensione applicata vengono acquisite attraverso le opportunità scaturite da visite presso le imprese, lo sviluppo di progetti in collaborazione con i dottorandi di ricerca, lo svolgimento di tirocini ed esperienze internazionali collegate ai progetti di scambio e mobilità studentesca. Al termine di queste ulteriori attività, la verifica del conseguimento delle capacità viene comunque condotta nel corso degli esami di profitto relativi agli insegnamenti direttamente coinvolti.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:
910II INDUSTRIAL APPLICATIONS AND PRODUCT INNOVATION 9
882II INTERNET OF THINGS 9
885II MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS 6

3. SISTEMI E APPLICAZIONI SICURI

Conoscenza e capacità di comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che abbiano dimostrato conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle tipicamente associate al primo ciclo e consentono di elaborare e/o applicare idee originali, spesso in un contesto di ricerca.

Il laureato magistrale ha una conoscenza avanzata dei seguenti aspetti dei sistemi e delle applicazioni sicuri:

- metodologie di progettazione, analisi e sviluppo di applicazioni sicure;
- metodologie di gestione della sicurezza: dall'analisi del rischio alla politica di sicurezza da utilizzare;
- metodologie e strumenti per l'attacco e la difesa di sistemi informatici in rete;
- metodologie e strumenti per la verifica della sicurezza di un sistema.

La capacità di comprensione di argomenti di livello universitario elevato viene anche raggiunta attraverso l'elaborazione di progetti e l'utilizzo esteso di laboratori e tecniche di simulazione. Inoltre, attraverso l'opportunità di svolgere la tesi di laurea magistrale all'interno delle imprese o come lavori che si collocano in progetti di ricerca, il laureando consegue conoscenze inerenti agli aspetti applicativi dei suoi studi, già introdotti mediante le sessioni di esercitazione e laboratorio. L'accertamento è effettuato mediante le prove ed esami di profitto relativi ai diversi insegnamenti e tramite la valutazione degli eventuali elaborati, con particolare riferimento alla tesi finale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che siano capaci di applicare le proprie conoscenze, capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al proprio settore di studio.

Il laureato magistrale è un professionista specializzato capace di progettare, sviluppare ed analizzare soluzioni di protezione e sicurezza informatica nell'ambito dei sistemi informatici in rete, dei sistemi em-bedded e safety-critical, anche interagendo con ingegneri o altri professionisti aventi differenti specializzazioni.

Le capacità applicative sono assunte dal laureato attraverso un marcato coinvolgimento diretto nelle attività di esercitazione e laboratorio, nonché lo sviluppo di progetti con crescente grado di autonomia. Il lavoro di tesi per la Laurea Magistrale, in cui il grado di autonomia e la capacità di proporre soluzioni originali e innovative costituiscono i principali criteri di giudizio, rappresenta il momento di sintesi e verifica di questo processo di apprendimento. Infine, ulteriori capacità di comprensione applicata vengono acquisite attraverso le opportunità scaturite da visite presso le imprese, lo sviluppo di progetti in collaborazione con i dottorandi di ricerca, lo svolgimento di tirocini ed esperienze internazionali collegate ai progetti di scambio e mobilità studentesca. Al termine di queste ulteriori attività, la verifica del conseguimento delle capacità viene comunque condotta nel corso degli esami di profitto relativi agli insegnamenti direttamente coinvolti.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:
602II DEPENDABLE and SECURE SYSTEMS 9

Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di Apprendimento

Autonomia di giudizio (making judgements):

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che abbiano acquisito la capacità di integrare le conoscenze e gestire la complessità, nonché di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione delle loro conoscenze e giudizi. Tali obiettivi sono ottenuti attraverso l'elaborazione, con crescente grado di autonomia, di progetti, esercizi, ed applicazioni. Le capacità di giudizio vengono inoltre ampliate attraverso incontri e colloqui con esponenti del mondo del lavoro promossi con l'organizzazione di seminari, conferenze, visite aziendali. La tesi di laurea magistrale, infine, rappresenta il momento più alto in cui lo studente elabora idee originali e innovative, assumendosi il compito, durante la discussione, di illustrarle e sostenerne la validità. L'accertamento è effettuato mediante le prove ed esami di profitto relativi ai diversi insegnamenti e tramite la valutazione degli eventuali elaborati, con particolare riferimento alla tesi finale.

Capacità di apprendimento (learning skills):

La Laurea Magistrale in Computer Engineering può essere conferita a studenti che abbiano sviluppato capacità di apprendimento tali da consentire loro di impostare in modo autonomo lo studio di discipline ingegneristiche e di base anche non contemplate nel proprio curriculum. Gli studi di ingegneria da sempre hanno avuto l'obiettivo di fornire metodi e capacità per affrontare problemi di natura tecnico-ingegneristica non necessariamente uguali o simili a quelli affrontati durante gli studi. Pertanto la capacità di affrontare ulteriori studi dopo la laurea magistrale sia autonomi che mediante percorsi formativi post-laurea magistrale è nella tradizione del laureato magistrale in ingegneria. Nel Corso, tale capacità viene stimolata mediante attività di sintesi e attività progettuali, presenti in molti insegnamenti, in cui occorre raccogliere in modo autonomo informazioni, elaborarle e acquisire in modo autonomo ulteriori conoscenze, al fine di sviluppare elaborati di progetto o di laboratorio. Inoltre, nel lavoro per la preparazione della tesi, viene sviluppata la capacità del singolo di costruire le necessarie nuove competenze, non incluse nei programmi di studio, attraverso ricerche, studi e applicazioni autonomamente condotti. L'accertamento è effettuato mediante la valutazione di progetti ed elaborati sviluppati dagli studenti nell'ambito dei diversi insegnamenti e tramite un giudizio sul lavoro svolto per la redazione della tesi finale.

Caratteristiche della prova finale

Le caratteristiche della prova finale (tesi) sono le seguenti: 1) il giudizio sulla prova finale è affidato ad una commissione di laurea nominata dal Direttore del Dipartimento (Art. 24 dello Statuto), su proposta del Corso di studio. Tale commissione, valutata la prova finale, provvede a determinare il voto di laurea. 2) La prova mira a valutare la capacità del candidato di svolgere in completa autonomia: l'approfondimento di un'attività di progettazione o di ricerca, documentata in una dissertazione scritta; l'illustrazione in forma di presentazione scritta e orale del lavoro svolto.

Modalità di svolgimento della prova finale

La tesi per la prova finale viene svolta sotto la supervisione di almeno due relatori, almeno uno dei quali deve essere professore o ricercatore universitario afferente al Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e inquadrato nel settore scientifico disciplinare IINF-05/A.

L'argomento di tesi viene concordato con i relatori. Qualora la complessità dell'argomento da trattare lo

richiede, è consentito il suo sviluppo da parte di una coppia di studenti.

La tesi può essere svolta in collaborazione con un'azienda italiana o estera, o con un istituto italiano o estero. In questi casi, tra i relatori deve essere presente un esperto afferente alla struttura esterna. Al fine di garantirne la coerenza metodologica con gli obiettivi formativi, lo svolgimento di tesi in collaborazione con strutture esterne all'Ateneo richiede una preventiva approvazione da parte del Presidente del CdS.

Lo studente, prima dell'inizio del lavoro di tesi, deve inoltrare al Presidente del CdS una domanda di tesi che indichi i primi due relatori e l'argomento, secondo modalità stabilite dal CdS.

Le modalità di svolgimento della prova finale seguono i seguenti criteri:

1. La prova mira a valutare la capacità del candidato a svolgere in autonomia: l'approfondimento di un'attività di progettazione o di ricerca, documentata in una dissertazione scritta; l'illustrazione in forma di presentazione scritta e orale del lavoro svolto.

2. La commissione, accertato nella discussione il livello di autonomia e di padronanza di specifiche metodologie raggiunto dal candidato, esprime un giudizio di idoneità provvedendo a determinare il voto di laurea. Il voto di laurea è da considerarsi formalmente una prerogativa della Commissione di Laurea la quale, per dare continuità nel tempo alle valutazioni, adotta regole di calcolo che mettono in relazione il voto di laurea con la media degli esami.

3. Per la determinazione del voto di laurea, espresso in centodecimi, sono adottati i seguenti criteri:

- la media è calcolata pesando le votazioni riportate nei singoli insegnamenti sulla base dei relativi crediti formativi universitari (media pesata sui CFU);

- le votazioni con lode sono contate come 33/30;

- l'attribuzione della votazione 110/110 richiede una media non inferiore a 27/30;

- l'attribuzione della votazione 110/110 e lode richiede una media non inferiore a 28/30.

4. Per determinare il voto di laurea, la Commissione traduce la media degli esami, calcolata come sopra, in un punteggio base espresso in centodecimi, utilizzando la formula: $(\text{media degli esami}) \times 3 + 22$. A tale punteggio base la Commissione può aggiungere fino ad un massimo di 6 punti, in base al giudizio espresso dal relatore di tesi e in base a come il lavoro di tesi è stato sviluppato, presentato e discusso di fronte alla commissione.

Esperienza dello Studente

Aule

<https://su.unipi.it/OccupazioneAule>

Laboratori e Aule informatiche

Vedi allegato

Sale Studio

<https://www.unipi.it/campus-e-servizi/servizi/biblioteche-e-sale-studio/>

Biblioteche

<http://www.sba.unipi.it/it/biblioteche/polo-5/ingegneria>

Orientamento in ingresso

<https://www.unipi.it/didattica/iscrizioni/orientamento/>

Orientamento e tutorato in itinere

<https://www.unipi.it/campus-e-servizi/servizi/servizio-di-tutorato-alla-pari-gli-studenti-esperti-tutor/>

Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'estero (Tirocini e stage)

<https://www.unipi.it/campus-e-servizi/verso-il-lavoro/>

Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti

<https://www.unipi.it/didattica/studi-e-tirocini-alleestero/studiare-alleestero/>

Accompagnamento al lavoro

<https://www.unipi.it/campus-e-servizi/verso-il-lavoro/career-service/>

Eventuali altre iniziative

A livello di Scuola di Ingegneria è nominato un referente per l'orientamento per ciascun dipartimento. E' inoltre possibile richiedere un primo colloquio di orientamento, su prenotazione, al responsabile dell'Unità Didattica del dipartimento di riferimento.

Il CdS partecipa agli Open Day organizzati dalla Scuola di Ingegneria. Viene inoltre organizzata annualmente una presentazione degli obiettivi della Laurea Magistrale e delle attività formative dedicata agli studenti che frequentano il terzo anno.

Nell'ambito delle attività formative previste dal progetto FoReLab del Dipartimento di Ingegneria

dell'Informazione, risultato vincitore del Bando Dipartimenti di Eccellenza del MIUR 2022/2027, è attivato un percorso formativo di eccellenza incentrato sulle tematiche di ricerca del progetto FoReLab, e rivolto principalmente agli studenti che aspirino a proseguire la propria formazione con un dottorato di ricerca. Lo studente iscritto al CdLM Computer Engineering che: acquisisce almeno 18 CFU da insegnamenti del paniere FoReLab, costituito da insegnamenti selezionati dalla programmazione di questo o degli altri CdLM afferenti al Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, per l'attinenza dei rispettivi obiettivi e contenuti con le tematiche del FoReLab; svolge un lavoro di tesi finalizzato ad affrontare e risolvere un problema di ricerca allo stato dell'arte che sia attinente alle tematiche del progetto FoReLab, e scrive la tesi in lingua inglese; completa il percorso con successo, e riceve un attestato dal Dipartimento, su proposta del CdLM, che certifica il titolo conseguito. In via transitoria, il rilascio dell'attestato si applica anche agli studenti già iscritti al CdLM al momento dell'approvazione delle presenti regole.

Il CdS partecipa ai programmi di mobilità nazionale e internazionale promossi dall'Ateneo e dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione. Sono attivi attualmente circa 50 accordi bilaterali per la mobilità nell'ambito del programma Erasmus+ nel settore ICT (codice 061), di specifico interesse per il CdS.

Inoltre, studenti di dottorato partecipano a iniziative di supporto alla didattica.

Opinioni studenti

Vedi allegato

Opinioni laureati

Vedi allegato

Risultati della Formazione

Dati di ingresso, di percorso e di uscita

Vedi allegato

Organizzazione e Gestione della Qualità

Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

<https://www.unipi.it/ateneo/qualita-e-valutazione/>

Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio

<https://www.unipi.it/ateneo/qualita-e-valutazione/>

Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative

<https://www.unipi.it/ateneo/qualita-e-valutazione/>

Riesame annuale

<https://www.unipi.it/ateneo/qualita-e-valutazione/>

Classe/Percorso

Classe	Classe delle lauree magistrali in Ingegneria informatica (LM-32)
Percorso di Studio	CLOUD AND NETWORK INFRASTRUCTURES AND SERVICE

Quadro delle attività formative

Caratterizzante				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Ingegneria informatica	69	45 - 72	ING-INF/05	1 - CLOUD COMPUTING, 9 CFU, OBB
				1183I - Advanced Computer Networking, 9 CFU, OBB
				1 - FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY, 9 CFU, OBB
				1 - COMPUTER ARCHITECTURE, 9 CFU, OBB
				1 - SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING, 6 CFU, OBB
				1 - LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES, 9 CFU, OBB
				1 - DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES, 6 CFU, OBB
				1 - INTELLIGENT SYSTEMS, 6 CFU, OBB
				1 - MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS, 6 CFU, OBB
Totale Caratterizzante	69	45 - 72		

Affine/Integrativa				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di	SSD	Attività Formative

		CFU da RAD		
Attività formative affini o integrative	18	15 - 33	ING-INF/01	1 - COMMUNICATIONS SYSTEMS, 5 CFU, OBB
		15 - 33	ING-INF/03	1 - COMMUNICATIONS SYSTEMS, 4 CFU, OBB
		15 - 33	ING-INF/05	1 - PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS, 9 CFU, OBB
Totale Affine/Integrativa	18	15 - 33		

A scelta dello studente				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	9	9 - 9	ING-INF/05	1182I - QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET, 9 CFU, OPZ
		9 - 9	NN	1 - FREE ACTIVITY, 9 CFU, OPZ
Totale A scelta dello studente	9	9 - 9		

Lingua/Prova Finale				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Per la prova finale	23	23 - 23	PROFIN_S	1 - FINAL EXAMINATION, 23 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z)) (Segmento del Modulo 1 - FINAL EXAMINATION dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
				1 - FINAL EXAMINATION, 23 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z)) (Segmento del Modulo 1 - FINAL EXAMINATION dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
Totale Lingua/Prova Finale	23	23 - 23		

Altro				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	1 - 1	PROFIN_S	2 - FURTHER ACTIVITIES, 1 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
Totale Altro	1	1 - 1		

Totale	120	93 - 138		
--------	-----	----------	--	--

Classe/Percorso

Classe	Classe delle lauree magistrali in Ingegneria informatica (LM-32)
Percorso di Studio	CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Quadro delle attività formative

Caratterizzante				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Ingegneria informatica	69	45 - 72	ING-INF/05	1 - INTERNET OF THINGS, 9 CFU, OBB
				1260I - INDUSTRIAL APPLICATIONS AND PRODUCT INNOVATION, 9 CFU, OBB
				1 - FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY, 9 CFU, OBB
				1 - COMPUTER ARCHITECTURE, 9 CFU, OBB
				1 - SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING, 6 CFU, OBB
				1 - LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES, 9 CFU, OBB
				1 - DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES, 6 CFU, OBB
				1 - INTELLIGENT SYSTEMS, 6 CFU, OBB
				1 - MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS, 6 CFU, OBB
Totale Caratterizzante	69	45 - 72		

Affine/Integrativa				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative

Attività formative affini o integrative	18	15 - 33	ING-INF/01	1 - COMMUNICATIONS SYSTEMS, 5 CFU, OBB
		15 - 33	ING-INF/03	1 - COMMUNICATIONS SYSTEMS, 4 CFU, OBB
		15 - 33	ING-INF/05	1 - PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS, 9 CFU, OBB
Totale Affine/Integrativa	18	15 - 33		

A scelta dello studente				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	9	9 - 9	ING-INF/05	1182I - QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET, 9 CFU, OPZ
		9 - 9	NN	1 - FREE ACTIVITY, 9 CFU, OPZ
Totale A scelta dello studente	9	9 - 9		

Lingua/Prova Finale				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Per la prova finale	23	23 - 23	PROFIN_S	1 - FINAL EXAMINATION, 23 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z)) (Segmento del Modulo 1 - FINAL EXAMINATION dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
				1 - FINAL EXAMINATION, 23 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z)) (Segmento del Modulo 1 - FINAL EXAMINATION dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
Totale Lingua/Prova Finale	23	23 - 23		

Altro				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	1 - 1	PROFIN_S	2 - FURTHER ACTIVITIES, 1 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
Totale Altro	1	1 - 1		

Totale	120	93 - 138		
---------------	------------	-----------------	--	--

Classe/Percorso

Classe	Classe delle lauree magistrali in Ingegneria informatica (LM-32)
Percorso di Studio	CYBERSECURITY

Quadro delle attività formative

Caratterizzante				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Ingegneria informatica	69	45 - 72	ING-INF/05	1 - SYSTEM AND NETWORK HACKING, 9 CFU, OBB
				1 - DEPENDABLE AND SECURE SYSTEMS, 9 CFU, OBB
				1 - FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY, 9 CFU, OBB
				1 - COMPUTER ARCHITECTURE, 9 CFU, OBB
				1 - SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING, 6 CFU, OBB
				1 - LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES, 9 CFU, OBB
				1 - DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES, 6 CFU, OBB
				1 - INTELLIGENT SYSTEMS, 6 CFU, OBB
				1 - MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS, 6 CFU, OBB
Totale Caratterizzante	69	45 - 72		

Affine/Integrativa				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Attività formative affini o	18	15 - 33	ING-INF/01	1 - COMMUNICATIONS

integrative				SYSTEMS, 5 CFU, OBB
		15 - 33	ING-INF/03	1 - COMMUNICATIONS SYSTEMS, 4 CFU, OBB
		15 - 33	ING-INF/05	1 - PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS, 9 CFU, OBB
Totale Affine/Integrativa	18	15 - 33		

A scelta dello studente				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	9	9 - 9	ING-INF/05	1182I - QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET, 9 CFU, OPZ
		9 - 9	NN	1 - FREE ACTIVITY, 9 CFU, OPZ
Totale A scelta dello studente	9	9 - 9		

Lingua/Prova Finale				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Per la prova finale	23	23 - 23	PROFIN_S	1 - FINAL EXAMINATION, 23 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z)) (Segmento del Modulo 1 - FINAL EXAMINATION dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
				1 - FINAL EXAMINATION, 23 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z)) (Segmento del Modulo 1 - FINAL EXAMINATION dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
Totale Lingua/Prova Finale	23	23 - 23		

Altro				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	1 - 1	PROFIN_S	2 - FURTHER ACTIVITIES, 1 CFU, OBB (Modulo dell'Attività formativa integrata FINAL EXAMINATION (1818Z))
Totale Altro	1	1 - 1		

Totale	120	93 - 138		
--------	-----	----------	--	--

Percorso di Studio: comune (PDS0)

CFU totali: 107, di cui 89 derivanti da AF obbligatorie e 18 da AF a scelta

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>COMPUTER ARCHITECTURE (588II)</p> <p>Obiettivi Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la conoscenza, in termini architettonici, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e consolidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)</p> <p>Obiettivi L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architettoniche e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.</p>	5	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/01	Si
<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)</p>	4	LM-32	C	Attività formative	ING-INF/03	Si

Obiettivi L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.				affini o integrative		
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II) Obiettivi L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati "a riposo" ed "in transito" e di cui impareranno a valutare l'impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II) Obiettivi L'obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e lo sviluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragionamento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

<p>Obiettivi Il corso ha l'obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile gestire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.</p>						
<p>PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II) Obiettivi L'obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l'analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l'eliminazione dei transitori e l'analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.</p>	9	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	Si
<p>QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I) Obiettivi L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.</p>	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II) Obiettivi</p>	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

<p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middleware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.</p>						
<p>FINAL EXAMINATION (1818Z)</p> <p>Moduli FINAL EXAMINATION (1) FURTHER ACTIVITIES (2)</p>	24	LM-32	E	Per la prova finale	PROFIN_S	Si
<p>FREE ACTIVITY (608ZW)</p> <p>Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.</p>	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
<p>MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)</p> <p>Obiettivi L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.</p>	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
<p>QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)</p> <p>Obiettivi L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di</p>	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No

programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.						
SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II) Obiettivi Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

Percorso di Studio: CLOUD AND NETWORK INFRASTRUCTURES AND SERVICE (1)

CFU totali: 125, di cui 107 derivanti da AF obbligatorie e 18 da AF a scelta

Sede Didattica

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
CLOUD COMPUTING (876II) Obiettivi Lo studente apprenderà i principi del cloud computing attraverso una combinazione di comprensione teorica e conoscenze tecniche e pratiche. I principi base e argomenti su tecnologie cloud avanzate sono discusse coprendo sia concetti infrastrutturali e che di piattaforme. Modelli di programmazione orientati a sistemi cloud in aggiunta ad esempi pratici sullo sviluppo di applicazioni sono inoltre presentati. Lo studente che completa con successo il corso è in grado di dimostrare le conoscenze necessarie per comprendere, progettare e analizzare le infrastrutture e applicazioni cloud attuali e future.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
COMPUTER ARCHITECTURE (588II) Obiettivi Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la conoscenza, in termini architetturali, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e consolidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II) Obiettivi	5	LM-32	C	Attività formative	ING-INF/01	Si

L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elet-tronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetturali e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.				affini o integrative		
ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II) Obiettivi L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elet-tronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetturali e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.	4	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/03	Si
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II) Obiettivi L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati "a riposo" ed "in transito" e di cui impareranno a valutare l'impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.						
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II) Obiettivi L'obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e lo sviluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragionamento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II) Obiettivi Il corso ha l'obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile gestire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II) Obiettivi L'obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l'analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l'eliminazione dei transitori e l'analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.	9	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	Si
QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I) Obiettivi L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No

<p>una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.</p>					
--	--	--	--	--	--

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>Advanced Computer Networking (1183I)</p> <p>Obiettivi Il corso tratta una ampia gamma di argomenti avanzati sui protocolli di rete e sui sistemi di reti di calcolatori, unendo alla comprensione teorica conoscenze di tipo tecnico-pratico. Vengono discussi concetti avanzati di rete ed il loro utilizzo in architetture e tecnologie di rete all'avanguardia, con particolare riferimento a Internet. Tra gli argomenti trattati vi sono il routing, la gestione di reti, la virtualizzazione delle reti, le reti basate su software, le reti di data center e le reti mobili. Lo studente che completa con successo il corso è in grado di dimostrare le conoscenze e le competenze necessarie per comprendere, progettare, configurare e risolvere i problemi dei sistemi e delle tecnologie di rete attuali e di prossima generazione.</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
<p>DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)</p> <p>Obiettivi Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middle-ware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.</p>	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
FINAL EXAMINATION (1818Z)	24	LM-32	E	Per la prova finale	PROFIN_S	Si

Moduli						
FINAL EXAMINATION (1)	23					
FURTHER ACTIVITIES (2)	1					
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II) Obiettivi L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I) Obiettivi L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No
SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II) Obiettivi Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

Percorso di Studio: CYBER-PHYSICAL SYSTEMS (3)

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>COMPUTER ARCHITECTURE (588II)</p> <p>Obiettivi Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la conoscenza, in termini architetture, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e consolidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)</p> <p>Obiettivi L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.</p>	5	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/01	Si
<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)</p> <p>Obiettivi L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti</p>	4	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/03	Si

abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elet-tronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.						
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II) Obiettivi L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati "a riposo" ed "in transito" e di cui impareranno a valutare l'impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II) Obiettivi L'obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e lo sviluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragionamento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
INTERNET OF THINGS (882II) Obiettivi Il corso si propone di fornire le conoscenze teoriche sull'Internet of Things (IoT) e le metodologie di base per lo sviluppo di applicazioni IoT. Gli studenti imparano a progettare e sviluppare applicazioni	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

basate sul paradigma IoT in diversi ambiti applicativi, quali smart cities, smart buildings, smart energy, smart industry, ecc.						
<p>LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>Il corso ha l'obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile gestire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
<p>PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l'analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l'eliminazione dei transitori e l'analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.</p>	9	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	Si
<p>QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.</p>	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II) Obiettivi Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middle-ware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
FINAL EXAMINATION (1818Z) Moduli FINAL EXAMINATION (1) FURTHER ACTIVITIES (2)	24 23 1	LM-32	E	Per la prova finale	PROFIN_S	Si
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
INDUSTRIAL APPLICATIONS AND PRODUCT INNOVATION (1260I) Obiettivi L'obiettivo del corso è insegnare i fondamenti e le metodologie di progetto a supporto dello sviluppo di applicazioni embedded e industriali con risorse limitate. Verranno inoltre analizzate le architetture e le tecnologie caratteristiche di questo dominio applicativo. Gli studenti acquisiranno le competenze necessarie per progettare e sviluppare applicazioni embedded e industriali, tenendo conto degli algoritmi, delle interfacce con sensori e attuatori, nonché delle infrastrutture hardware e software. Attraverso attività sperimentali, gli studenti svilupperanno inoltre competenze nell'innovazione di prodotto e di servizio in ambito industriale ed embedded, arrivando fino alla realizzazione di prototipi dimostrativi.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II) Obiettivi L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.						
<p>QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.</p>	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No
<p>SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.</p>	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

Percorso di Studio: CYBERSECURITY (4)

CFU totali: 125, di cui 107 derivanti da AF obbligatorie e 18 da AF a scelta

Sede Didattica

Università di Pisa

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>COMPUTER ARCHITECTURE (588II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la conoscenza, in termini architetturali, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e consolidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.						
<p>DEPENDABLE AND SECURE SYSTEMS (602II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è fornire agli studenti i principi fondamentali della dependability di un sistema, considerando anche problematiche di attacchi di sicurezza, e fornire le conoscenze di base sui metodi formali di supporto alla progettazione e sviluppo di sistemi sicuri. Agli studenti saranno presentate le principali tecniche per progettare sistemi dependable (tecniche di fault tolerance and error detection), i metodi per la valutazione quantitativa della dependability, le tecniche di analisi delle minacce e quelle di valutazione del rischio per la cybersecurity. Saranno inoltre introdotti formalismi per la modellazione di componenti hardware e software, e strumenti per la verifica formale di proprietà di sicurezza di sistemi. Il corso prevede l'applicazione in pratica dei metodi formali ad alcune problematiche di sicurezza: confidenzialità dei dati; rilevamento di malware; attacchi di security in sistemi ciberfisici.</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architettoniche e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.</p>	5	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/01	Si
<p>ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti</p>	4	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/03	Si

abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elet-tronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.						
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II) Obiettivi L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati "a riposo" ed "in transito" e di cui impareranno a valutare l'impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II) Obiettivi L'obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e lo sviluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragionamento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II) Obiettivi Il corso ha l'obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

comprendono in che modo è possibile gestire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.						
<p>PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l'analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l'eliminazione dei transitori e l'analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.</p>	9	LM-32	C	Attività formative affini o integrative	ING-INF/05	Si
<p>QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)</p> <p>Obiettivi</p> <p>L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.</p>	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)</p> <p>Obiettivi</p> <p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e</p>	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middle-ware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.						
FINAL EXAMINATION (1818Z)	24	LM-32	E	Per la prova finale	PROFIN_S	Si
Moduli FINAL EXAMINATION (1) FURTHER ACTIVITIES (2)	23 1					
FREE ACTIVITY (608ZW) Obiettivi Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	NN	No
MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II) Obiettivi L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.	6	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si
QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I) Obiettivi L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.	9	LM-32	D	A scelta dello studente	ING-INF/05	No
SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)	6	LM-32	B	Ingegneria	ING-INF/05	Si

<p>Obiettivi Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.</p>				informatica		
<p>SYSTEM AND NETWORK HACKING (912II) Obiettivi L'obiettivo del corso è fornire agli studenti una visione completa e operativa delle principali vulnerabilità dei sistemi e delle reti di calcolo, le tecniche utilizzate dagli aggressori per sfruttare queste vulnerabilità e le relative contromisure per mitigare gli attacchi. Gli studenti impareranno a riconoscere le vulnerabilità in tutte le componenti di un sistema informatico, dall'hardware, al sistema operativo, ai linguaggi di programmazione, alle applicazioni che si interfacciano con la rete. Impareranno a utilizzare gli strumenti principali utilizzati dagli aggressori e ad attuare le misure più efficaci per combatterli.</p>	9	LM-32	B	Ingegneria informatica	ING-INF/05	Si

Piano di Studio: WCN-LM-25-25-25

Anno Regolamento Didattico	2025/2026
Anno di Coorte	2025/2026
Anno di Revisione	2025/2026

Schema di piano: 1 - COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS

Percorso di Studio	1 - CLOUD AND NETWORK INFRASTRUCTURES AND SERVICE
Stato Piano generato	Approvato
Schema Statutario	Sì
Totale CFU	120
Totale CFU Obbligatorie	111

Anno di Corso: 1° (2025/2026)

Regola 1: OBBLIGATORI CSN 1 ANNO (Obbligatoria)
Attività Obbligatorie. 7AF.

CFU obbligatori	60
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatorie

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
CLOUD COMPUTING (876II)	9	B	CLOUD COMPUTING	ING-INF/05	Sì	No
COMPUTER ARCHITECTURE (588II)	9	B	COMPUTER ARCHITECTURE	ING-INF/05	Sì	No
ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)	9	C	ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS	ING-INF/03, ING-INF/01	Sì	No
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)	9	B	FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY	ING-INF/05	Sì	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II)	6	B	INTELLIGENT SYSTEMS	ING-INF/05	Sì	No
LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)	9	B	LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES	ING-INF/05	Sì	No
PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)	9	C	PERFORMANCE	ING-INF/05	Sì	No

		EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS			
--	--	---	--	--	--

Anno di Corso: 2° (2026/2027)

Regola 2: OBBLIGATORI CSN 2 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	9
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
Advanced Computer Networking (1183I)	9	B	Advanced Computer Networking	ING-INF/05	Sì	No

Regola 3: OBBLIGATORI COMUNI 2 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 3AF.

CFU obbligatori	18
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)	6	B	DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES	ING-INF/05	Sì	No
MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)	6	B	MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS	ING-INF/05	Sì	No
SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)	6	B	SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING	ING-INF/05	Sì	No

Regola 4: FINAL EXAMINATION (Obbligatoria)
Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	24
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FINAL EXAMINATION (1818Z)	24		FINAL EXAMINATION		Sì	No
Moduli						
FINAL EXAMINATION (1)	23	E	FINAL EXAMINATION			
FURTHER ACTIVITIES (2)	1	F	FURTHER ACTIVITIES			

Regole valide per ogni anno di corso

Regola 5: Attività a scelta (Da elenco)
9 CFU a scelta tra i seguenti.

TAF	D - A scelta dello studente
Ambito	20594 - A scelta dello studente
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FREE ACTIVITY (608ZW)	9	D	FREE ACTIVITY	NN	No	No
QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)	9	D	QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET	ING-INF/05	No	No

Schema di piano: 3 - CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Percorso di Studio	3 - CYBER-PHYSICAL SYSTEMS
Stato Piano generato	Approvato
Schema Statutario	Sì
Totale CFU	120
Totale CFU Obbligatorie	111

Anno di Corso: 1° (2025/2026)

Regola 1: OBBLIGATORI CPS 1 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 7AF.

CFU obbligatori	60
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatorie

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
COMPUTER ARCHITECTURE (588II)	9	B	COMPUTER ARCHITECTURE	ING-INF/05	Sì	No
ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)	9	C	ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS	ING-INF/03, ING-INF/01	Sì	No
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)	9	B	FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY	ING-INF/05	Sì	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II)	6	B	INTELLIGENT SYSTEMS	ING-INF/05	Sì	No
INTERNET OF THINGS (882II)	9	B	INTERNET OF THINGS	ING-INF/05	Sì	No
LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)	9	B	LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES	ING-INF/05	Sì	No
PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)	9	C	PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER	ING-INF/05	Sì	No

			SYSTEMS AND NETWORKS			
--	--	--	----------------------	--	--	--

Anno di Corso: 2° (2026/2027)

Regola 2: OBBLIGATORI CPS 2 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	9
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
INDUSTRIAL APPLICATIONS AND PRODUCT INNOVATION (1260I)	9	B	INDUSTRIAL APPLICATIONS AND PRODUCT INNOVATION	ING-INF/05	Sì	No

Regola 3: OBBLIGATORI COMUNI 2 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 3AF.

CFU obbligatori	18
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)	6	B	DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES	ING-INF/05	Sì	No
MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)	6	B	MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS	ING-INF/05	Sì	No
SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)	6	B	SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING	ING-INF/05	Sì	No

Regola 4: FINAL EXAMINATION (Obbligatoria)
Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	24
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FINAL EXAMINATION (1818Z)	24		FINAL EXAMINATION		Sì	No
Moduli						
FINAL EXAMINATION (1)	23	E	FINAL EXAMINATION			
FURTHER ACTIVITIES (2)	1	F	FURTHER ACTIVITIES			

Regole valide per ogni anno di corso

Regola 5: Attività a scelta (Da elenco)
9 CFU a scelta tra i seguenti.

TAF	D - A scelta dello studente
Ambito	20594 - A scelta dello studente
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FREE ACTIVITY (608ZW)	9	D	FREE ACTIVITY	NN	No	No
QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)	9	D	QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET	ING-INF/05	No	No

Schema di piano: 4 - CYBERSECURITY

Percorso di Studio	4 - CYBERSECURITY
Stato Piano generato	Approvato
Schema Statutario	Sì
Totale CFU	120
Totale CFU Obbligatorii	111

Anno di Corso: 1° (2025/2026)

Regola 1: OBBLIGATORI COMUNI 1 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 6AF.

CFU obbligatori	51
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatorii

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
COMPUTER ARCHITECTURE (588II)	9	B	COMPUTER ARCHITECTURE	ING-INF/05	Sì	No
ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)	9	C	ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS	ING-INF/03, ING-INF/01	Sì	No
FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)	9	B	FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY	ING-INF/05	Sì	No
INTELLIGENT SYSTEMS (595II)	6	B	INTELLIGENT SYSTEMS	ING-INF/05	Sì	No
LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)	9	B	LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES	ING-INF/05	Sì	No
PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)	9	C	PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND	ING-INF/05	Sì	No

			NETWORKS			
--	--	--	----------	--	--	--

Regola 5: OBBLIGATORI CYB 1° ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	9
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
DEPENDABLE AND SECURE SYSTEMS (602II)	9	B	DEPENDABLE AND SECURE SYSTEMS	ING-INF/05	Sì	No

Anno di Corso: 2° (2026/2027)

Regola 2: OBBLIGATORI CYB 2 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	9
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatorii

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
SYSTEM AND NETWORK HACKING (912II) Propedeuticità: Almeno 1 attività formative: FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)	9	B	SYSTEM AND NETWORK HACKING	ING-INF/05	Sì	No

Regola 3: OBBLIGATORI COMUNI 2 ANNO (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 3AF.

CFU obbligatori	18
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatorii

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)	6	B	DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES	ING-INF/05	Sì	No
MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)	6	B	MOBILE AND	ING-INF/05	Sì	No

			SOCIAL SENSING SYSTEMS			
SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)	6	B	SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING	ING-INF/05	Sì	No

Regola 4: FINAL EXAMINATION (Obbligatoria)

Attività Obbligatorie. 1AF.

CFU obbligatori	24
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO
Priorità appelli	1 - Insegnamenti Obbligatoria

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FINAL EXAMINATION (1818Z)	24		FINAL EXAMINATION		Sì	No
Moduli						
FINAL EXAMINATION (1)	23	E	FINAL EXAMINATION			
FURTHER ACTIVITIES (2)	1	F	FURTHER ACTIVITIES			

Regole valide per ogni anno di corso

Regola 6: Attività a scelta (Da elenco)

9 CFU a scelta tra i seguenti.

TAF	D - A scelta dello studente
Ambito	20594 - A scelta dello studente
Sovrannumeraria	NO
Abilita scelta da libretto	NO

Attività Formativa	CFU	TAF	Ambito	Settori	Statutaria	Controllo Anno
FREE ACTIVITY (608ZW)	9	D	FREE ACTIVITY	NN	No	No
QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)	9	D	QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET	ING-INF/05	No	No

Obiettivi attività formative

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- COMPUTER ARCHITECTURE (588II)

Obiettivi Formativi

Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con parti-colare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la co-noscenza, in termini architetturali, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e con-solidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un siste-ma basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamen-te il sistema di elaborazione.

- ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elet-tronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetturali e le tecno-logie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elet-tronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetturali e le tecno-logie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del net-working e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli

studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati “a riposo” ed “in transito” e di cui impareranno a valutare l’impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.

- **FREE ACTIVITY (608ZW)**

Obiettivi Formativi

Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- **INTELLIGENT SYSTEMS (595II)**

Obiettivi Formativi

L’obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e le metluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragiona-mento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.

- **LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)**

Obiettivi Formativi

Il corso ha l’obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile ge-stire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.

- **PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)**

Obiettivi Formativi

L’obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisi-ti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l’analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l’eliminazione dei transitori e l’analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.

- **QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

- **DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)**

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e

algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middle-ware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.

- FINAL EXAMINATION (1818Z)

- FREE ACTIVITY (608ZW)

Obiettivi Formativi

Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.

- QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

- SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- CLOUD COMPUTING (876II)

Obiettivi Formativi

Lo studente apprenderà i principi del cloud computing attraverso una combinazione di comprensione teorica e conoscenze tecniche e pratiche. I principi base e argomenti su tecnologie cloud avanzate sono discusse coprendo sia concetti infrastrutturali e che di piattaforme. Modelli di programmazione orientati a sistemi cloud in aggiunta ad esempi pratici sullo sviluppo di applicazioni sono inoltre presentati. Lo studente che completa con successo il corso è in grado di dimostrare le conoscenze necessarie per comprendere, progettare e analizzare le infrastrutture e applicazioni cloud attuali e future.

- **COMPUTER ARCHITECTURE (588II)**

- **Obiettivi Formativi**

- Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la co-noscenza, in termini architetturali, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e con-solidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.

- **ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetturali e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- **ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetturali e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- **FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati "a riposo" ed "in transito" e di cui impareranno a valutare l'impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.

- **FREE ACTIVITY (608ZW)**

- **Obiettivi Formativi**

Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- INTELLIGENT SYSTEMS (595II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e lo sviluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragionamento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.

- LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)

Obiettivi Formativi

Il corso ha l'obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile gestire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.

- PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l'analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l'eliminazione dei transistori e l'analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.

- QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

- Advanced Computer Networking (1183I)

Obiettivi Formativi

Il corso tratta una ampia gamma di argomenti avanzati sui protocolli di rete e sui sistemi di reti di calcolatori, unendo alla comprensione teorica conoscenze di tipo tecnico-pratico. Vengono discussi concetti avanzati di rete ed il loro utilizzo in architetture e tecnologie di rete all'avanguardia, con particolare riferimento a Internet. Tra gli argomenti trattati vi sono il routing, la gestione di reti, la virtualizzazione delle reti, le reti basate su software, le reti di data center e le reti mobili. Lo studente che completa con successo il corso è in grado di dimostrare le conoscenze e le competenze necessarie per comprendere, progettare, configurare e risolvere i problemi dei sistemi e delle tecnologie di rete attuali e di prossima generazione.

- DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middleware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.

- FINAL EXAMINATION (1818Z)

- FREE ACTIVITY (608ZW)

Obiettivi Formativi

Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.

- QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

- SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- COMPUTER ARCHITECTURE (588II)

Obiettivi Formativi

Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la conoscenza, in termini architetturali, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi

domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e con-solidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.

- **ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- **ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- **FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati "a riposo" ed "in transito" e di cui impareranno a valutare l'impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.

- **FREE ACTIVITY (608ZW)**

- **Obiettivi Formativi**

- Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- **INTELLIGENT SYSTEMS (595II)**

- **Obiettivi Formativi**

- L'obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e lo sviluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragionamento, apprendimento e adattamento. Lo

studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.

- **INTERNET OF THINGS (882II)**

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di fornire le conoscenze teoriche sull'Internet of Things (IoT) e le metodologie di base per lo sviluppo di applicazioni IoT. Gli studenti imparano a progettare e sviluppare applicazioni basate sul paradigma IoT in diversi ambiti applicativi, quali smart cities, smart buildings, smart energy, smart industry, ecc.

- **LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)**

Obiettivi Formativi

Il corso ha l'obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile gestire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.

- **PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l'analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l'eliminazione dei transistori e l'analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.

- **QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

- **DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)**

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middleware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.

- FINAL EXAMINATION (1818Z)
- FREE ACTIVITY (608ZW)
Obiettivi Formativi
Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.
- INDUSTRIAL APPLICATIONS AND PRODUCT INNOVATION (1260I)
Obiettivi Formativi
L'obiettivo del corso è insegnare i fondamenti e le metodologie di progetto a supporto dello sviluppo di applicazioni embedded e industriali con risorse limitate. Verranno inoltre analizzate le architetture e le tecnologie caratteristiche di questo dominio applicativo. Gli studenti acquisiranno le competenze necessarie per progettare e sviluppare applicazioni embedded e industriali, tenendo conto degli algoritmi, delle interfacce con sensori e attuatori, nonché delle infrastrutture hardware e software. Attraverso attività sperimentali, gli studenti svilupperanno inoltre competenze nell'innovazione di prodotto e di servizio in ambito industriale ed embedded, arrivando fino alla realizzazione di prototipi dimostrativi.
- MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)
Obiettivi Formativi
L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.
- QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)
Obiettivi Formativi
L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.
- SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)
Obiettivi Formativi
Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.

1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- COMPUTER ARCHITECTURE (588II)
Obiettivi Formativi
Il corso presenta la struttura dei sistemi di elaborazione general purpose ed embedded, con particolare riferimento alle micro-architetture Intel ed ARM; permette allo studente di acquisire la conoscenza, in termini architetturali, dei microprocessori superscalari e multithread, dei multicore, delle GPU, dei sistemi

domain-specific e dei sistemi logici programmabili. Quanto appreso e con-solidato durante il corso consentirà di sfruttare le specifiche caratteristiche del microprocessore nella progettazione di applicazione efficienti, di analizzare e migliorare le prestazioni di un sistema basato su microprocessore e di utilizzare benchmark specifici per dimensionare adeguatamente il sistema di elaborazione.

- **DEPENDABLE AND SECURE SYSTEMS (602II)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è fornire agli studenti i principi fondamentali della dependability di un sistema, considerando anche problematiche di attacchi di sicurezza, e fornire le conoscenze di base sui metodi formali di supporto alla progettazione e sviluppo di sistemi sicuri. Agli studenti saranno presentate le principali tecniche per progettare sistemi dependable (tecniche di fault tolerance and error detection), i metodi per la valutazione quantitativa della dependability, le tecniche di analisi delle minacce e quelle di valutazione del rischio per la cybersecurity. Saranno inoltre introdotti formalismi per la modellazione di componenti hardware e software, e strumenti per la verifica formale di proprietà di sicurezza di sistemi. Il corso prevede l'applicazione in pratica dei metodi formali ad alcune problematiche di sicurezza: confidenzialità dei dati; rilevamento di malware; attacchi di security in sistemi cibernetici.

- **ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- **ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS SYSTEMS (598II)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è duplice ed è conseguito attraverso l'organizzazione in due moduli. Nel primo modulo, l'obiettivo è fare in modo che gli studenti abbiano padronanza dei trade off di progettazione di circuiti integrati digitali, esperienza con gli strumenti CAD di progettazione elettronica allo stato dell'arte e con le metodologie di progettazione ad alto livello per tecnologie FPGA e semi-custom, e infine comprensione dei sistemi elettronici basati su sensori, includendo la misura, il condizionamento del segnale, e la fusione di dati provenienti da sensori distinti. Nel secondo modulo, l'obiettivo è descrivere le principali caratteristiche architetture e le tecnologie di base dei sistemi e delle apparecchiature di comunicazione utilizzate nel campo del networking e fornire esempi specifici di sistemi di comunicazione che utilizzano tali tecnologie. In particolare, gli studenti i) svilupperanno una conoscenza generale delle tecnologie di base che consentono la progettazione di sistemi di comunicazione cablati (rame, fibra) e wireless; ii) acquisiranno una conoscenza specifica degli standard principali di comunicazione per la rete di trasporto e di accesso e iii) valuteranno la rilevanza di tali standard e tecnologie nel contesto generale di una rete di comunicazione e di elaborazione digitale ad ampio raggio.

- **FOUNDATIONS OF CYBERSECURITY (880II)**

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie di base e le relative competenze per il progetto e lo sviluppo di protocolli ed applicazioni distribuite sicure. In particolare, agli studenti saranno presentate le metodologie di base per l'analisi delle minacce, la valutazione del rischio

cyber e la codifica sicura. Inoltre, saranno presentati i principali schemi crittografici moderni che gli studenti impareranno ad utilizzare per la protezione dei dati “a riposo” ed “in transito” e di cui impareranno a valutare l’impatto sulle prestazioni. I concetti presentati saranno esemplificati mediante la discussione di casi reali. Gli studenti applicheranno le metodologie acquisite in esercitazioni pratiche.

- **FREE ACTIVITY (608ZW)**

Obiettivi Formativi

Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- **INTELLIGENT SYSTEMS (595II)**

Obiettivi Formativi

L’obiettivo di questo corso è di insegnare i fondamenti teorici e le metluppo di sistemi intelligenti, cioè sistemi con capacità simili a quelle umane in termini di ragiona-mento, apprendimento e adattamento. Lo studente che completa con successo il corso sarà in grado di progettare e sviluppare sistemi intelligenti in diversi domini applicativi. Gli argomenti principali includeranno reti neurali artificiali, sistemi fuzzy e algoritmi genetici.

- **LARGE-SCALE AND MULTI-STRUCTURED DATABASES (883II)**

Obiettivi Formativi

Il corso ha l’obiettivo di fornire la teoria e la pratica dei moderni sistemi di basi di dati su larga scala e multi-strutturati. Alla fine del corso, gli studenti comprendono in che modo è possibile ge-stire e archiviare un insieme molto ampio di dati complessi e multi-strutturati, e conoscono i principi dei sistemi di basi di dati su larga scala più comuni, inclusa la loro architettura, le prestazioni e i costi.

- **PERFORMANCE EVALUATION OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS (592II)**

Obiettivi Formativi

L’obiettivo del corso è mettere in grado gli studenti di modellare ed analizzare sistemi informatici, reti e servizi, padroneggiando sia tecniche analitiche (nello specifico, la teoria delle code), sia simulazione ad eventi discreti. Per raggiungerlo, una prima parte del corso copre tutti i prerequisiti di teoria della probabilità e statistica che sono necessari per la teoria delle code e la simulazione. La seconda parte del corso copre i principi della simulazione ad eventi discreti, inclusa l’analisi del workflow per la simulazione, le strutture dati usate per la simulazione, la generazione di numeri casuali, l’eliminazione dei transitori e l’analisi dei dati di uscita. La terza parte del corso esplora la teoria e le applicazioni della teoria delle code, trattando sistemi a coda singola e reti di code.

- **QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)**

Obiettivi Formativi

L’obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

2° Anno (anno accademico 2026/2027)

- **DISTRIBUTED SYSTEMS AND MIDDLEWARE TECHNOLOGIES (879II)**

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti più appropriati, sia a livello concettuale che

tecnologico, per sviluppare applicazioni distribuite moderne. Dopo aver introdotto modelli, paradigmi e algoritmi per il software distribuito, verranno presentate varie classi di sistemi middleware, evidenziando le problematiche da essi affrontate. Gli studenti impareranno a progettare, implementare e integrare software distribuito, possibilmente costituito anche da moduli eterogenei. Inoltre, saranno in grado di scegliere e applicare le soluzioni middleware più appropriate per risolvere i vari problemi pratici tipici delle applicazioni enterprise distribuite.

- FINAL EXAMINATION (1818Z)

- FREE ACTIVITY (608ZW)

Obiettivi Formativi

Insegnamento a libera scelta, da sottoporre all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio.

- MOBILE AND SOCIAL SENSING SYSTEMS (885II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti una panoramica su problemi, soluzioni, metodi e tecnologie relativi ai sistemi mobili, indossabili e di social networking. Vengono discussi i principi fondamentali e le tecniche avanzate che riguardano la raccolta, il filtraggio e l'analisi di informazioni che possono essere estratte da piattaforme mobili e social, con enfasi sui dati provenienti da sensori fisici e umani. Alla fine del corso gli studenti avranno sviluppato le conoscenze e le competenze necessarie per progettare e implementare applicazioni intelligenti in una vasta gamma di domini, dall'e-health personalizzata all'analisi dei flussi di informazioni sociali.

- QUANTUM COMPUTING AND QUANTUM INTERNET (1182I)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza di base dei principi quantistici, dei modelli computazionali e delle loro applicazioni, preparandoli per ulteriori ricerche, sviluppi o impegni industriali nel campo in rapida evoluzione dell'informatica quantistica e comunicazioni. Il corso si propone di raggiungere i seguenti obiettivi: (1) esplorare i fondamenti teorici della computazione quantistica; (2) condurre un'esplorazione approfondita della teoria dell'informazione quantistica, concentrandosi su concetti chiave come il rumore quantistico e le operazioni quantistiche; (3) analizzare diverse tecniche per la correzione degli errori quantistici, inclusi codici di correzione degli errori quantistici e codici stabilizzatori; (4) approfondire l'architettura e i protocolli che sono all'avanguardia dell'Internet quantistica. Il corso includerà attività pratiche mirate a introdurre: (i) software di programmazione quantistica; e (ii) simulazione di reti quantistiche per lo sviluppo e il test di protocolli Internet quantistici.

- SOFTWARE SYSTEMS ENGINEERING (911II)

Obiettivi Formativi

Il corso si propone di analizzare in dettaglio tutte le fasi dello sviluppo del progetto di un sistema software, proponendo anche un insieme di tool per alcune fasi di supporto alla progettazione automatica. Attenzione viene posta alla qualità sia del progetto che del processo di produzione del software, illustrando i più noti standard internazionali.

- SYSTEM AND NETWORK HACKING (912II)

Obiettivi Formativi

L'obiettivo del corso è fornire agli studenti una visione completa e operativa delle principali vulnerabilità dei sistemi e delle reti di calcolo, le tecniche utilizzate dagli aggressori per sfruttare queste vulnerabilità e le relative contromisure per mitigare gli attacchi. Gli studenti impareranno a riconoscere le vulnerabilità in tutte le componenti di un sistema informatico, dall'hardware, al sistema operativo, ai linguaggi di programmazione, alle applicazioni che si interfacciano con la rete. Impareranno a utilizzare gli strumenti principali utilizzati dagli aggressori e ad attuare le misure più efficaci per combatterli.