

Allegato D2



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI “MEDITERRANEA” DI REGGIO CALABRIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL’INFORMAZIONE, DELLE INFRASTRUTTURE E DELL’ENERGIA SOSTENIBILE

Regolamento didattico del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica L-8 R A.A. 2025-2026

Art. 1 – Premesse e finalità

- Il presente Regolamento didattico, redatto ai sensi dell’Art. 12, comma 1, del DM 22 ottobre 2004, n. 270, specifica gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica.
- Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica afferisce alla Classe L-8 R delle lauree universitarie di cui al DM n. 1648 del 19 dicembre 2023.
- Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica si svolge nel Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione, delle Infrastrutture e dell’Energia Sostenibile (DIIES). La struttura didattica competente è il Consiglio di Corso di Studio in Ingegneria Elettronica e Biomedica.
- Il Consiglio approva annualmente la proposta di manifesto degli studi da sottoporre all’esame del Consiglio di Dipartimento in cui sono definiti tutti gli aspetti didattici ed organizzativi non disciplinati dal presente Regolamento.

Art. 2 – Obiettivi formativi specifici

Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica si inserisce nel contesto più ampio dell’Ingegneria dell’Informazione, e forma una figura professionale, l’Ingegnere Elettronico e Biomedico, in grado di operare nei numerosi settori applicativi delle tecnologie dell’informazione. Alla figura professionale dell’ingegnere Elettronico e Biomedico è demandato il compito di progettare, realizzare, applicare e gestire i sistemi elettronici finalizzati all’acquisizione, misura, elaborazione e trasmissione dell’informazione, con competenze che coprono i diversi livelli di progetto (sistematico, circuitale, componentistico, tecnologico). Gli ambiti di operatività spaziano dall’elettronica di consumo, all’automazione industriale, ai sensori, alla strumentazione elettronica per le misure ed i controlli, all’elettronica biomedica e alle strumentazioni biomedicali.

Il percorso formativo del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica privilegia, nel suo complesso, l’acquisizione di una formazione ad ampio spettro nei diversi settori dell’Ingegneria dell’Informazione in ambito elettronico e biomedicale. Tale impostazione intende salvaguardare l’ampia apertura culturale del laureato come condizione essenziale per un proficuo inserimento professionale nella mutevolezza degli scenari tecnologici ed occupazionali, ed anche garantire la prosecuzione del processo formativo in percorsi di laurea specifici nei diversi settori dell’Ingegneria Elettronica e dell’Ingegneria Biomedica.

Le laureate e i laureati in Ingegneria Elettronica e Biomedica possiedono solide basi negli ambiti della matematica, della fisica e dell’informatica, così come conoscenze di base di chimica.

Il percorso formativo del Corso di Laurea ha come obiettivo quello di fornire ai laureati un bagaglio di conoscenze e competenze relative ai settori scientifico disciplinari caratterizzanti l’Ingegneria dell’Informazione quali: Elettronica (IINF-01/A), Campi elettromagnetici (IINF-02/A), Telecomunicazioni (IINF-03/A), Automatica (IINF-04/A), Bioingegneria (IBIO-01/A), Misure Elettriche ed Elettroniche (IMIS-01/B).

Il percorso di studi ha l’obiettivo di formare laureate e laureati in grado di collaborare alla ideazione, alla progettazione, allo sviluppo e alla gestione di apparecchiature, sistemi, processi, impianti e tecnologie innovative nell’area dell’ingegneria dell’informazione.

Per raggiungere tali obiettivi, le laureate e i laureati in Ingegneria Elettronica e Biomedica devono:

- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi dell'ingegneria;
- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria dell'informazione al fine di identificare, formulare e risolvere problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
- essere capaci di utilizzare tecniche e soluzioni ingegneristiche per la progettazione, la simulazione, la verifica e la gestione di componenti, dispositivi, apparecchiature, sistemi e processi;
- essere capaci di progettare e realizzare dispositivi e sistemi elettronici per diverse applicazioni che spaziano dal mondo ICT, Industria 5.0, alle tecnologie per l'IoT e la biomedica;
- essere capaci di condurre esperimenti e analizzare e interpretare i risultati;
- possedere gli strumenti per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze, con particolare riferimento agli ambiti caratterizzanti dell'ingegneria dell'informazione;
- essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, anche in lingua inglese;
- avere capacità relazionali e decisionali ed essere in grado di operare in gruppi di lavoro;
- essere in grado di valutare le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale;
- essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi;
- essere in grado di operare in contesti aziendali e professionali;
- essere in grado sia di inserirsi nel mondo del lavoro sia di proseguire gli studi in corsi di laurea magistrale nell'area dell'ingegneria dell'informazione e biomedica.
- conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche.

In coerenza con tali obiettivi, il presente Corso di Laurea prevede un percorso formativo articolato su tre livelli:

- a) formazione culturale di base, orientata alla conoscenza degli aspetti metodologico-operativi della matematica, della fisica, della chimica e dell'informatica;
- b) formazione nelle discipline ingegneristiche propedeutiche a quelle caratterizzanti, con particolare riferimento agli aspetti inerenti i circuiti elettronici, i trasduttori, la teoria dei sistemi e dei controlli, l'analisi e l'elaborazione dei segnali, i fondamenti dell'elettronica, delle misure e dei campi elettromagnetici;
- c) formazione di natura propriamente caratterizzante, finalizzata all'acquisizione di competenze interdisciplinari nei settori dei sensori e delle misure per applicazioni biomedicali e industriali, dei campi elettromagnetici, del bioelettromagnetismo, dell'elettronica e bioelettronica, dell'automatica e dei sistemi autonomi, delle telecomunicazioni.

Il Corso di Laurea prevede due orientamenti che consentono agli studenti di personalizzare il proprio percorso di studi:

1. Orientamento Elettronico, dedicato alla progettazione, realizzazione e gestione di dispositivi e sistemi elettronici ed elettromagnetici, nel contesto ampio dell'ICT.
2. Orientamento Biomedico, incentrato sulla progettazione, valutazione, sviluppo e gestione di dispositivi, sistemi, strumentazione e dispositivi medici.

Art. 3 – Ammissione al Corso di laurea e valutazione della preparazione iniziale

1. Per l'ammissione al Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di un analogo titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.
2. È altresì opportuno possedere le conoscenze di base della matematica (specificate dal syllabus approvato dalla Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Ingegneria italiane il 28 giugno 2006) e della fisica, capacità di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, e di interpretare correttamente il significato di un testo in lingua italiana e possedere un'adeguata capacità di ragionamento logico.
3. La valutazione della preparazione iniziale sarà effettuata attraverso una prova di ingresso, predisposta dal Centro Interuniversitario per l'accesso alle Scuole di Ingegneria e Architettura (CISIA), che prevede la soluzione di test relativi a capacità di ragionamento logico e di comprensione verbale, e ad argomenti di matematica, scienze fisiche e chimiche. I test possono essere svolti on line, più volte durante l'anno, presso le aule informatiche del Dipartimento preventivamente accreditate o in modalità TOLC@CASA, direttamente dall'abitazione dello studente. Le date, gli orari e le modalità di iscrizione al test sono consultabili on line sul sito web del Dipartimento DIIES (<http://www.dies.unirc.it/tolc.php>). Il sostenimento della prova è condizione vincolante per l'immatricolazione.
4. La prova di ingresso si considera superata se si acquisisce un punteggio superiore alla soglia minima, pari a 13,5. Il mancato raggiungimento del punteggio minimo comporta l'attribuzione di Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) che lo studente dovrà necessariamente recuperare prima dell'iscrizione al terzo anno.
5. Il recupero (totale o parziale) degli OFA avviene tramite il superamento di una prova di valutazione; l'eventuale debito formativo residuo potrà altresì essere recuperato attraverso il superamento del corrispondente esame curriculare: Analisi I e Geometria per la sezione Matematica, Fisica Generale I – Elementi di Chimica per la sezione Scienze.

6. È prevista la nomina di specifici tutor accademici a supporto delle attività degli studenti neo-immatricolati.
7. Nel rispetto di quanto previsto dalla Legge n. 33 del 12 Aprile 2022, dal D.M. n. 930/2022 e dal Regolamento Didattico di Ateneo, ciascuno studente può iscriversi contemporaneamente a due diversi corsi di laurea, di laurea magistrale, anche presso più Università, Scuole o Istituti superiori ad ordinamento speciale, purché i corsi di studio appartengano a classi di laurea o di laurea magistrale diverse, conseguendo due titoli di studio distinti.
8. Al fine di favorire l'interdisciplinarità della formazione, l'iscrizione a due corsi di laurea o di laurea magistrale, appartenenti a classi di laurea o di laurea magistrale diverse, è consentita qualora i due corsi di studio si differenzino per almeno i due terzi delle attività formative.
9. È altresì consentita l'iscrizione contemporanea a un corso di laurea o di laurea magistrale e a un corso di master, di dottorato di ricerca o di specializzazione, ad eccezione dei corsi di specializzazione medica.
10. Ai fini della doppia iscrizione è istituita una Commissione all'interno del Consiglio di Corso di Laurea che, acquisita la documentazione utile dalla Segreteria Studenti, fornisce parere per l'accoglimento della domanda di iscrizione e il riconoscimento di attività formative in base alle disposizioni di legge sulla materia, in vigore alla data di richiesta dell'iscrizione.

Art. 4 – Organizzazione delle attività formative

1. L'elenco degli insegnamenti è riportato in Allegato 1, insieme all'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza (SSD), dei corrispondenti crediti formativi universitari (CFU), dell'eventuale articolazione in moduli, degli obiettivi formativi specifici e delle propedeuticità obbligatorie, il cui rispetto sarà controllato dalla piattaforma ESSE3.
2. Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica è organizzato in due orientamenti (Elettronica e Biomedica), come riportato in Allegato 2.
3. Le attività formative saranno svolte in due cicli didattici denominati semestri, della durata minima di dieci settimane effettive e massima di quattordici settimane effettive, intervallati da almeno sei settimane per lo svolgimento delle sessioni d'esame. Il numero delle sessioni d'esame per ogni semestre non è mai minore di due. Nel mese di settembre viene svolta una sessione di esami aggiuntiva.
4. Per le attività formative che prevedono lezioni ed esercitazioni in aula, ogni credito corrisponde a 8 ore di didattica frontale. Le esercitazioni hanno carattere di studio guidato e mirano a sviluppare la capacità dello studente di risolvere problemi ed esercizi.
5. La frequenza delle lezioni ed esercitazioni è fondamentale e fortemente incoraggiata, sebbene non siano previsti obblighi formali di frequenza per le attività formative, fatte salve le attività di laboratorio e/o tirocinio.

Art. 5 – Piani di studio

1. Gli studenti iscritti al secondo e terzo anno dovranno necessariamente presentare un piano di studio, comprensivo delle scelte previste negli orientamenti riportati nell'Allegato 2, altrimenti gli verrà assegnato di ufficio il piano di studio dell'orientamento Elettronica riportato nell'Allegato 2. Le attività formative a scelta previste al terzo anno potranno essere specificate tra quelle erogate nell'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. Gli studenti possono anche presentare un piano di studio individuale che dovrà rispettare gli obiettivi formativi ed il quadro generale delle attività formative indicati nell'Ordinamento Didattico del Corso di Studio.
2. I piani di studio dovranno, di norma, essere compilati dallo studente on line, accedendo alla propria area riservata sulla piattaforma ESSE3, entro il termine fissato dal manifesto degli studi e dovranno essere approvati dal Consiglio del Corso di Studio entro il termine di 45 giorni dalla data di scadenza prevista per la presentazione.

Art. 6 – Esami e verifiche del profitto

1. Per ciascuna attività formativa è previsto un esame, il cui superamento corrisponde all'acquisizione dei crediti corrispondenti.
2. Per ciascuna attività formativa l'esame è effettuato da un'apposita Commissione, costituita in accordo a quanto specificato dal Regolamento Didattico di Ateneo.
3. Per le attività riconducibili ad insegnamenti l'esame comporta, oltre l'acquisizione dei crediti, anche l'attribuzione di un voto espresso in trentesimi con eventuale lode, che concorre a determinare il voto di laurea. Negli altri casi il superamento della prova viene certificato con idoneità.
4. Gli esami possono consistere in una prova scritta e/o in una prova orale, in una relazione scritta e/o orale sull'attività svolta, in un test con domande a risposta libera o a scelta multipla, in una prova pratica di laboratorio o al computer. Le modalità di esame, che possono comprendere anche più di una tra le forme elencate in precedenza, dovranno essere indicate insieme al programma dell'insegnamento sul sito web del Corso di laurea.
5. Come previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo all'art. 40, comma 9, il verbale di esame può essere cartaceo o elettronico.

- a. Il verbale di esame, ove cartaceo, è firmato da tutti i membri della Commissione giudicatrice. Il Presidente della Commissione ha l'obbligo di curare la consegna del verbale debitamente compilato in tutte le sue parti alle rispettive Segreterie didattiche, di norma entro 24 ore dalla conclusione di ciascuna seduta d'esame.
- b. I verbali elettronici sono conformi alle Linee guida per l'implementazione del processo di verbalizzazione elettronica degli esami emanate dal Dipartimento per la Digitalizzazione della Pubblica Amministrazione e l'Innovazione Tecnologica del Ministero per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione. A tal fine, il verbale deve essere firmato solo digitalmente dal Presidente della Commissione. Non è prevista la firma da parte dello studente. L'opzione di accettazione/rifiuto differita del voto da parte dello studente non è ammessa.
- 6. Per quanto concerne la modalità di verifica dei CFU acquisiti durante un progetto formativo per tesi presso un'azienda/ente esterno all'università, un'attestazione di svolgimento dell'attività, con indicazione dei crediti conseguiti, viene formulata di concerto tra tutor accademico e tutor esterno.
- 7. Per quanto concerne la modalità di verifica dei crediti conseguiti all'estero, essi vengono valutati secondo l'usuale prassi ERASMUS nel caso che questi conseguano da un accordo in ambito ERASMUS+, e da una apposita commissione del Consiglio altrimenti.
- 8. I crediti acquisiti hanno validità per un periodo di sette anni dalla data dell'esame. Dopo tale termine il Consiglio del Corso di Laurea potrà verificare l'eventuale obsolescenza dei contenuti conoscitivi, confermando anche solo parzialmente i crediti acquisiti.

Art. 7 - Periodi di studio svolti presso Università straniere

- 1. Il Consiglio di Corso di Laurea incoraggia la mobilità internazionale degli studenti come mezzo di scambio culturale e integrazione alla loro formazione personale e professionale ai fini del conseguimento del titolo di studio. Riconosce pertanto i periodi di studio svolti presso strutture universitarie straniere nell'ambito di accordi bilaterali (in particolare quelli previsti dal Programma Erasmus+, ma anche da altre convenzioni stipulate dall'Ateneo) come strumento di formazione analogo a quello offerto dal Dipartimento a parità di impegno dello studente e di contenuti coerenti con il percorso formativo.
- 2. Il Learning Agreement è il documento che definisce il progetto delle attività formative da seguire all'estero e da sostituire ad alcune delle attività previste per il Corso di Laurea. Esso stabilisce, preventivamente, un numero di crediti equivalente a dette attività, e deve essere elaborato dallo studente insieme al delegato Erasmus di Dipartimento.
- 3. La scelta delle attività formative da svolgere all'estero viene effettuata in maniera che esse, nel loro insieme, siano mirate all'acquisizione di conoscenze e competenze coerenti con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea, senza ricercare l'equivalenza dei contenuti, l'identità delle denominazioni o la corrispondenza univoca dei crediti tra le singole attività formative delle due istituzioni.
- 4. Al termine del periodo di studio, il Consiglio di Corso di Laurea, in base ai risultati conseguiti e adeguatamente documentati dall'Ateneo estero (nel caso del Programma Erasmus+, attraverso il Transcript of Records), riconosce l'attività formativa svolta all'estero sia per quanto riguarda i CFU acquisiti presso l'Università straniera che per l'eventuale votazione conseguita.
- 5. A ciascun esame il Consiglio di Corso di Laurea assegna una votazione corrispondente al giudizio di merito conseguito all'estero, basandosi, ove possibile, sul sistema semplificato "Tabella dei voti ECTS", riportato sulla Guida ECTS dell'Unione Europea, che mette a confronto la tabella che rileva la distribuzione statistica dei voti attribuiti nell'ultimo biennio nei corsi appartenenti all'Area di Ingegneria con la corrispondente tabella percentuale rilevata dall'Università che ha ospitato lo studente.
- 6. L'attività di studio e ricerca svolta all'estero ai fini della preparazione della prova finale o di tirocini formativi viene riconosciuta, in termini di CFU, nelle rispettive voci previste dall'ordinamento del Corso di Laurea. Le attività svolte all'estero nell'ambito del Programma Erasmus Placement/Erasmus+ Traineeship rientrano in quanto previsto da art. 6 comma 6.

Art. 8 – Criteri per il riconoscimento di crediti acquisiti in altri Corsi di laurea

- 1. In caso di trasferimento da un altro Corso di laurea, il numero di crediti riconosciuti sarà stabilito dopo avere valutato le conoscenze e le abilità acquisite, che dovranno essere certificate ufficialmente dall'Università di provenienza.
- 2. Le modalità per colmare eventuali debiti formativi saranno individuate caso per caso.
- 3. Se il trasferimento avviene da un Corso di laurea appartenente alla stessa classe, la quota di crediti riconosciuti per ogni settore scientifico-disciplinare non sarà inferiore al 50% di quelli già acquisiti.
- 4. Per gli studenti provenienti da Corsi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione dell'Ateneo, istituiti secondo preesistenti ordinamenti, i crediti acquisiti saranno riconosciuti integralmente.

5. Ai fini dell'ammissione al secondo anno è necessario che siano riconosciuti almeno 24 CFU. Ai fini dell'iscrizione al terzo anno è necessario che siano riconosciuti almeno 72 CFU.

Art. 9 – Riconoscimento di conoscenze e abilità professionali

Può essere riconosciuto un massimo di 12 CFU corrispondenti a conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché ad altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso, visto il Decreto Ministeriale n. 931 del 04-07-2024.

Art. 10 – Prova finale

1. La prova finale è intesa a verificare la maturità scientifica raggiunta in relazione alla capacità di affrontare tematiche specifiche dell'ingegneria dell'informazione, applicando le conoscenze acquisite per l'identificazione, la formulazione e la soluzione di problemi.
2. La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un elaborato progettuale sviluppato sotto la guida di uno o più relatori, o di una relazione sull'attività effettuata durante un eventuale tirocinio svolto, sotto la supervisione di un docente relatore, presso aziende o enti esterni sulla base di apposite convenzioni, oppure presso un laboratorio del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, delle Infrastrutture e dell'Energia Sostenibile o più in generale dell'Ateneo. L'elaborato finale può essere redatto in lingua italiana o inglese.
3. Per essere ammessi a sostenere la prova finale, i candidati devono aver acquisito tutti i restanti crediti formativi almeno dieci giorni prima della sessione di laurea.
4. La domanda di ammissione alla prova finale deve essere presentata presso la Segreteria Studenti secondo i termini e le modalità specificate nel Manifesto degli Studi.
5. L'elaborato oggetto della prova finale deve essere consegnato alla segreteria studenti almeno sette giorni prima della data della seduta di Laurea.
6. La discussione della prova finale è pubblica ed avviene davanti ad una Commissione d'esame composta da almeno cinque docenti del Corso di Laurea, nominata dal Direttore del Dipartimento DIIES. Il calendario delle sedute di laurea viene annualmente pubblicato sul sito del DIIES (http://www.diies.unirc.it/sedute_laurea.php).

Art. 11 – Conseguimento della Laurea

1. Il conseguimento della Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica avviene con il superamento della prova finale.
2. Il voto di Laurea, espresso in centodici con eventuale lode, viene determinato valutando il *curriculum* dello studente e la prova finale come segue:
 - a) viene calcolata la media pesata dei voti, espressi in trentesimi, senza arrotondamenti, attribuiti a ciascun insegnamento del piano di studi del candidato (ad esclusione delle attività formative di cui al DM 270/2004, art. 10, comma 5, lettere c) d) e), utilizzando come pesi i relativi crediti. A tale media, convertita in centodici senza arrotondamenti, viene sommato un punto per ogni blocco di moduli di 15 crediti conseguiti con lode. A questo voto vengono aggiunti:
 - b) 4 punti se la Laurea è conseguita entro la durata normale del Corso di Laurea, che si riducono a 2 punti se è conseguita entro il primo anno fuori corso. In caso di passaggio di corso di studio o di trasferimento in entrata da altri atenei, la durata degli studi è computata a partire da quella di immatricolazione al primo corso di studio in cui siano stati maturati crediti riconosciuti presso il Corso di Laurea;
 - c) per eventuali periodi Erasmus/Erasmus+ per i quali siano stati riconosciuti almeno 12 CFU, 2 punti se la Laurea è conseguita entro la durata normale del Corso; essi si riducono ad 1 punto se la Laurea è conseguita oltre la durata normale del Corso;
 - d) agli studenti immatricolati per la prima volta nell'A.A. del presente regolamento e regolarmente iscritti al 2° anno nel successivo anno accademico, 2 punti se alla data del 31/12 dell'anno solare successivo all'immatricolazione avevano acquisito almeno 40 CFU.

Il valore così ottenuto, arrotondato all'intero più vicino, costituisce il voto di base.

- e) al voto di base è aggiunto un punteggio intero fino a un massimo di 5 punti per la prova finale.
3. Ai candidati che, partendo da un voto base di almeno 106, raggiungono il punteggio di 110 può essere attribuita la lode con voto unanime della Commissione.

Art. 12 - Attività di ricerca a supporto delle attività formative

Le attività formative previste possono vantare corrispondenti attività di ricerca in pressoché tutte le discipline caratterizzanti l’area ‘Ingegneria dell’Informazione’ ed in particolare nelle aree concernenti l’Ingegneria Elettronica e Biomedica. Le attività di ricerca svolte dai corrispondenti docenti sono strettamente connesse agli obiettivi formativi degli insegnamenti proposti, ed una analoga affermazione è valida per quanto concerne gli altri settori che caratterizzano il Corso.

Rinviano al sito Web <http://www.diiies.unirc.it> e <https://iris.unirc.it/> per una descrizione più dettagliata delle attività di Ricerca presenti, e per un elenco delle pubblicazioni più recenti, si fornisce nel seguito una brevissima descrizione dei temi trattati per i settori maggiormente caratterizzanti il Corso di Laurea (ed i suoi obiettivi specifici).

Per quanto concerne il settore IINF-01/A Elettronica, esso svolge ricerche finalizzate allo studio di materiali e dispositivi compatibili con le tecnologie microelettroniche, alla modellistica e caratterizzazione sperimentale di dispositivi elettronici a semiconduttore per alte potenze, allo studio di trasduttori e tecniche con ultrasuoni per la localizzazione spaziale, alle reti di sensori wireless integrati su chip, alle tecniche di energy harvesting anche a radiofrequenza per sistemi energeticamente autonomi, ai sistemi embedded e ai sistemi neuromorfici per l’intelligenza artificiale.

Per quanto riguarda il settore IINF-02/A Campi Elettromagnetici, alcune delle attività di ricerca svolte riguardano la soluzione di problemi inversi in elettromagnetismo applicato, con particolare enfasi sul problema inverso di diffusione elettromagnetica, la progettazione di sistemi radianti (array di antenne) ad elevate prestazioni e di dispositivi elettromagnetici innovativi basati su opportune modifiche di strutture periodiche. Le principali applicazioni per la prima attività includono la diagnostica o imaging biomedico non invasivo, il subsurface imaging tramite GPR e la localizzazione indoor. La seconda attività è focalizzata su applicazioni di telecomunicazioni e radar, di terapia biomedica (l’ipertermia a microonde), MRI shimming e wireless power transfer.

Per quanto concerne il settore IINF-03/A Telecomunicazioni particolare attenzione è data, nelle attività di ricerca, a tematiche legate alla progettazione di architetture innovative per la rete Internet del futuro, i sistemi wireless di quinta generazione e successive (5G/6G) e la programmabilità delle reti, le soluzioni di edge intelligence e in network computing, la virtualizzazione e i digital twin, le applicazioni a larghissima banda (ogrammi, realtà aumentata) e mission-critical (guida autonoma, e-health, ecc.), l’Internet of Things e la sua evoluzione nel metaverso, nonché alla valutazione delle prestazioni delle soluzioni tecnologiche proposte mediante studi simulativi, modelli analitici e test-bed sperimentalni.

Le attività di ricerca nell’ambito di IINF-04/A Automatica si concentrano sullo studio dei problemi legati alla navigazione e al controllo di squadre di robot mobili operanti in ambienti non strutturati. Le principali aree di interesse includono il controllo vincolato, il controllo predittivo, le tecniche di controllo tolleranti ai guasti e la progettazione di sistemi automatici per la rilevazione e l’isolamento dei guasti.

Il gruppo di ricerca del settore IINF-05/A Sistemi di Elaborazione delle Informazioni, che ha come principali tematiche di interesse la cybersecurity, l’intelligenza artificiale e i sistemi distribuiti, con specifiche competenze nell’ambito della sicurezza dei sistemi distribuiti e evoluti su rete, della rappresentazione della conoscenza, degli agenti intelligenti, dei social network e dell’e-government.

Il gruppo di ricerca del settore IBIO-01/A Bioingegneria si focalizza sulla descrizione, modellazione, acquisizione ed elaborazione di segnali biomedici del corpo umano (biopotenziali, segnali meccanici e acustici), oltre che sullo studio, progettazione, sviluppo e ingegnerizzazione di dispositivi, circuiti, apparecchiature, strumentazione e sistemi elettronici avanzati per applicazioni biomedicali. Particolare attenzione è rivolta all’investigazione, progettazione e prototipazione di sensori intelligenti, sia indossabili che contactless, destinati all’acquisizione di dati clinici, al monitoraggio continuo e remoto dei parametri vitali e al rilevamento in tempo reale di situazioni di emergenza.

Il gruppo di ricerca del settore IMIS-01/B Misure Elettriche si caratterizza per temi legati alla progettazione, la realizzazione e la caratterizzazione di metodi, componenti e sistemi per la misurazione, con particolare attenzione al miglioramento delle prestazioni metrologiche ottenute. Il settore vanta inoltre specifiche competenze sul monitoraggio delle emissioni elettromagnetiche mediante reti distribuite di sensori.

Art. 13 – Modifiche al Regolamento

1. Le modifiche al presente Regolamento sono proposte dal Consiglio del Corso di Studio e saranno sottoposte alla definitiva approvazione del Consiglio di Dipartimento.
2. Con l’entrata in vigore di eventuali modifiche al Regolamento Didattico di Ateneo o di altre disposizioni in materia si procederà alla verifica e alla eventuale modifica del presente Regolamento.

Art. 14 – Norme transitorie

1. Per tutto ciò che non è previsto dal presente Regolamento, si applicano le disposizioni contenute nello Statuto e nel Regolamento Didattico di Ateneo e del Manifesto degli studi del Dipartimento.

ALLEGATO 1

**Elenco Insegnamenti e Tabella delle Propedeuticità del
Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica (L-8 R)
(A.A. 2025/2026)**

AMBITO DI ATTIVITA'	SSD	CFU	PROPEDEUTICITÀ OBBLIGATORIE
<i>Attività formative di base (DM 270/2400 – art. 10/comma 1/lettera a)</i>			
Analisi matematica I	MATH-03/A	9	--
Fondamenti di informatica	IINF-05/A	9	--
Geometria	MATH-02/B	6	--
Analisi matematica II e Calcolo delle probabilità	MATH-03/A e MATH-03/B	9	--
Fisica generale I (6) e Elementi di chimica (3)	PHYS-01/A e CHEM-06/A	9	--
Fisica generale II	PHYS-01/A	6	--
<i>Attività formative caratterizzanti (DM 270/2400 – art. 10/comma 1/lettera b)</i>			
Fondamenti di telecomunicazioni	IINF-03/A	9	--
Campi elettromagnetici I	IINF-02/A	9	--
Fondamenti di elettronica	IINF-01/A	9	--
Teoria dei sistemi	IINF-04/A	9	--
Fondamenti di bioingegneria	IBIO-01/A	9	--
Misure elettroniche II	IMIS-01/B	6	--
Dispositivi e circuiti a microonde	IINF-02/A	6	--
Fondamenti di controlli automatici	IINF-04/A	6	--
Laboratorio di progettazione elettronica	IINF-01/A	6	--
Elettronica	IINF-01/A	9	--
Apparecchiature biomedicali	IBIO-01/A	6	--
Dispositivi elettromagnetici per la biomedica	IINF-02/A	6	--
Misure e sensori per la biomedica	IMIS-01/B	6	--
Fondamenti di misure elettroniche	IMIS-01/B	9	--
<i>Attività formative affini o integrative (DM 270/2400 – art. 10/comma 5/lettera b)</i>			
Sistemi elettrici ed elettronici per le energie rinnovabili	IIND-08/B	6	--
Elettrotecnica	IIET-01/A	9	--
Fisiologia	BIOS-06/A	6	--
Anatomia	BIOS-12/A	6	--
<i>Attività formative a scelta dello studente consigliate (DM 270/2004 – art. 10/comma 5/lettera a)</i>			
– Infrastrutture connesse per veicoli autonomi	CEAR-03/A	6	--
– Infrastrutture di trasporto ICT-based	CEAR-03/A	6	--
– Circuiti e modelli per la biomedica	IIET-01/A	6	--
– Brain connectivity and machine interface	IIET-01/A	6	--
– Fonti energetiche rinnovabili	IIND-07/B	6	--
– Optoelettronica	IINF-01/A	6	--

– Laboratorio di antenne e microonde	IINF-02/A	6	--
– Tecniche radar e per imaging e.m.	IINF-02/A	6	--
– Reti satellitari e droni	IINF-03/A	6	--
– Laboratorio di internet	IINF-03/A	6	--
– Reti di telecomunicazioni e internet	IINF-03/A	12	--
– Algoritmi e strutture dati	IINF-05/A	6	--
– Sistemi operativi	IINF-05/A	6	--
– Calcolo numerico	MATH-05/A	6	--
– Fisica dei semiconduttori e tecnologie quantistiche	PHYS-01/A	6	--

Altre attività (DM 270/2004 – art. 10/comma 5/lettere c, d, e)

Inglese (art.10 c.5 lett. c)		6	
Attività formative per ulteriori conoscenze e abilità: Contamination Lab: Laboratorio sperimentale e di cultura imprenditoriale (art.10 c.5 lett. d)		8	
Prova finale		4	

ALLEGATO 2

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica

L-8 R: Offerta didattica programmata coorte 2025-2026

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica (L-8 R)				
ORIENTAMENTO ELETTRONICA				
Didattica programmata per la Coorte A.A. 2025-2026				
I Anno				
Insegnamento	SSD	CFU	Sem	
1 Analisi matematica I	MATH-03/A	9	I	
2 Fondamenti di informatica	IINF-05/A	9	I	
3 Geometria	MATH-02/B	6	I	
- Contamination Lab: laboratorio sperimentale e di cultura imprenditoriale (art.10 c.5 lett. d)		8	I	
4 Analisi matematica II e Calcolo delle probabilità	MATH-03/A e MATH-03/B	9	II	
5 Fisica generale I (6) e Elementi di chimica (3)	PHYS-01/A e CHEM-06/A	9	II	
- Inglese (art.10 c.5 lett. c)		6	II	
	TOTALE CFU	56		
II Anno				
Insegnamento	SSD	CFU	Sem	
6 Fisica generale II	PHYS-01/A	6	I	
7 Fondamenti di misure elettroniche	IMIS-01/B	9	I	
8 Elettrotecnica	IIET-01/A	9	I	
9 Fondamenti di telecomunicazioni	IINF-03/A	9	I	
10 Campi elettromagnetici I	IINF-02/A	9	II	
11 Fondamenti di elettronica	IINF-01/A	9	II	
12 Teoria dei sistemi	IINF-04/A	9	II	
	TOTALE CFU	60		
III Anno				
Insegnamento	SSD	CFU	Sem	
13 Sistemi elettrici ed elettronici per le energie rinnovabili	IIND-08/B	6	II	
14 Fondamenti di bioingegneria	IBIO-01/A	9	I	
15 Misure elettroniche II	IMIS-01/B	6	I	
16 Dispositivi e circuiti a microonde	IINF-02/A	6	I	
17 Fondamenti di controlli automatici	IINF-04/A	6	II	
18 Laboratorio di progettazione elettronica	IINF-01/A	6	II	

19	Elettronica	IINF-01/A	9	II
20	Insegnamenti a scelta (12 CFU)¹		12	II
	Prova Finale		4	
	TOTALE CFU			64

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Biomedica (L-8 R)				
ORIENTAMENTO BIOMEDICA				
Didattica programmata per la Coorte A.A. 2025-2026				
I Anno				
	Insegnamento	SSD	CFU	Sem
1	Analisi matematica I	MATH-03/A	9	I
2	Fondamenti di informatica	IINF-05/A	9	I
3	Geometria	MATH-02/B	6	I
-	Contamination Lab: laboratorio sperimentale e di cultura imprenditoriale (art.10 c.5 lett. d)		8	I
4	Analisi matematica II e Calcolo delle probabilità	MATH-03/A e MATH-03/B	9	II
5	Fisica generale I (6) e Elementi di chimica (3)	PHYS-01/A e CHEM-06/A	9	II
-	Inglese (art.10 c.5 lett. c)		6	II
	TOTALE CFU			56
II Anno				
	Insegnamento	SSD	CFU	Sem
6	Fisica generale II	PHYS-01/A	6	I
7	Fondamenti di misure elettroniche	IMIS-01/B	9	I
8	Elettrotecnica	IIET-01/A	9	I
9	Fondamenti di telecomunicazioni	IINF-03/A	9	I
10	Campi elettromagnetici I	IINF-02/A	9	II
11	Fondamenti di elettronica	IINF-01/A	9	II
12	Teoria dei sistemi	IINF-04/A	9	II
	TOTALE CFU			60
III Anno				
	Insegnamento	SSD	CFU	Sem
13	Anatomia	BIOS-12/A	6	II
14	Fondamenti di bioingegneria	IBIO-01/A	9	I
15	Fisiologia	BIOS-06/A	6	I
16	Apparecchiature biomedicali	IBIO-01/A	6	I

17	Dispositivi elettromagnetici per la biomedica	IINF-02/A	6	I
18	Misure e sensori per la biomedica	IMIS-01/B	6	II
19	Elettronica	IINF-01/A	9	II
20	Insegnamenti a scelta (12 CFU)¹		12	II
	Prova Finale		4	
		TOTALE CFU	64	

¹ *Insegnamenti a Scelta (12 CFU):*

Attività formative scelte autonomamente dallo studente, purché coerenti con gli obiettivi formativi del corso di laurea (Art. 10 del D.M. 270/2004).

Progettazione Corso di Studio

ID	1
Insegnamento	Analisi matematica I
Obiettivi formativi	Scopo del corso è fornire le conoscenze di base del calcolo infinitesimale, del calcolo differenziale, del calcolo integrale per funzioni reali di una variabile reale, dei numeri complessi e delle serie numeriche. Alla fine del corso, gli studenti dovranno essere in grado di utilizzare correttamente gli strumenti matematici introdotti nell'analisi e nello studio dei fenomeni fisici e nella risoluzione dei problemi dell'Ingegneria.
Programma	Numeri (ordinamento e completezza di numeri reali, elementi di topologia, numeri complessi). Funzioni reali di variabile reale (concetto di funzione e proprietà, definizione di limite e teoremi, infinitesimi ed infiniti, funzioni continue e proprietà). Calcolo differenziale per funzioni di una variabile (definizione di derivata e significato geometrico, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, studio del grafico di una funzione, formula di Taylor). Calcolo integrale (integrazione secondo Riemann, integrali indefiniti e metodi di integrazione, integrali impropri). Successioni e serie numeriche (successioni reali, limiti notevoli, serie numeriche convergenti, divergenti, indeterminate, criteri per serie a termini non negativi, serie assolutamente convergenti, serie a termini di segno alterno).

ID	2
Insegnamento	Analisi matematica II e Calcolo delle probabilità
Obiettivi formativi	L'obiettivo del corso è fornire i fondamenti del calcolo differenziale ed integrale per le funzioni di due o più variabili, del calcolo vettoriale, delle equazioni differenziali e delle serie di funzioni oltre a una solida base sui principi fondamentali della probabilità. Alla fine del corso, gli studenti dovranno aver assimilato il processo dimostrativo e risolutivo del problema matematico ed essere in grado di applicare le conoscenze acquisite in modo efficace nei successivi corsi applicativi.
Programma	Modulo di Analisi 2: Funzioni di più variabili (limiti, continuità, derivate parziali, differenziale, formula di Taylor, estremi relativi ed assoluti), Integrali multipli (formule di riduzione, cambiamento di variabili, coordinate sferiche e cilindriche), Calcolo vettoriale (gradiente, rotore, divergenza, integrali curvilinei, teoremi di Gauss-Green nel piano, teoremi della divergenza e di Stokes), Equazioni differenziali (EDO del primo e secondo ordine, problema di Cauchy). Modulo di Calcolo delle Probabilità: Spazi di probabilità (algebra degli eventi, probabilità condizionata, teoremi di Bayes e delle probabilità totali), Variabili aleatorie (discrete: Bernoulli, binomiale, Poisson, e continue: normale, esponenziale, valore medio, varianza).

	Variabili aleatorie multidimensionali (indipendenza, covarianza, legge dei grandi numeri, teorema del limite centrale).
--	---

ID	3
Insegnamento	Fondamenti di informatica
Obiettivi formativi	Il corso fornisce nozioni di base sul funzionamento dei calcolatori elettronici e introduce alla programmazione, con riferimento al linguaggio C, linguaggio largamente utilizzato per la programmazione di dispositivi.
Programma	<p>Introduzione all'elaborazione automatica delle informazioni: La nozione di algoritmo. Linguaggi per l'implementazione di algoritmi. Nozioni di base sull'architettura dei calcolatori. Cenni sul linguaggio macchina e sul linguaggio assembler.</p> <p>Il software di base di un elaboratore; cenni sui compilatori e sugli interpreti.</p> <p>La rappresentazione delle informazioni: sistemi di numerazione, rappresentazione di interi, caratteri, aritmetica intera rappresentazioni binarie.</p> <p>Algebra di Boole.</p> <p>Programmazione in Linguaggio C: Variabili, assegnamenti, input/output, Costrutti di selezione e di iterazione, Tipi e tipi derivati, Array</p> <p>Puntatori, Stringhe, Funzioni e passaggio dei parametri, File</p>

ID	4
Insegnamento	Geometria
Obiettivi formativi	<p>La materia introduce gli strumenti fondamentali di algebra lineare e geometria analitica. Lo studente acquisisce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e Comprensione: concetti di matrici, determinanti, spazi vettoriali, applicazioni lineari, autovalori e autovettori, diagonalizzazione, e geometria analitica in due e tre dimensioni. • Capacità Applicativa: utilizzo dell'algebra lineare per risolvere problemi analitici e strutturali. • Autonomia di Giudizio: capacità di individuare e applicare tecniche al contesto adeguato. • Abilità Comunicative: esposizione chiara e rigorosa di concetti e calcoli con linguaggio scientifico. • Capacità di Apprendimento: autonomia nello studio e nell'applicazione delle conoscenze a nuovi contesti.
Programma	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemi lineari e matrici: equazioni lineari, matrici, eliminazione gaussiana, operazioni con matrici, inversione, fattorizzazione triangolare. (1 CFU) 2. Spazi vettoriali: sottospazi, indipendenza lineare, basi, dimensioni, trasformazioni lineari, nucleo e immagine. (1 CFU) 3. Ortonormalità: vettori ortogonali, proiezioni, metodo dei minimi quadrati, basi ortonormali, Gram-Schmidt. (1 CFU)

	4. Determinanti: proprietà, formule di calcolo e applicazioni. (1 CFU) 5. Autovalori e autovettori: diagonalizzazione, matrici simili. (1 CFU) 6. Matrici definite positive e forma canonica di Jordan. (1 CFU)
--	---

ID	5
Insegnamento	Fisica generale I e Elementi di chimica
Obiettivi formativi	Il corso di Fisica Generale I intende trasferire agli studenti i concetti fondamentali e le leggi fisiche alla base della meccanica, della termodinamica e dei fenomeni ondulatori nei mezzi elastici. Sono forniti gli strumenti per applicare le nozioni teoriche alla risoluzione di semplici problemi di meccanica, sia dal punto di vista dinamico che energetico, di termodinamica e onde.
Programma	<p>Mod. Fisica Generale I: CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE. Moto in una, due e tre dimensioni. Moto armonico e moto circolare uniforme.</p> <p>DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE E DEI SISTEMI DI PARTICELLE. Leggi di Newton. Lavoro. Energia cinetica. Potenza. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Forze non conservative. Urti. Sistemi di particelle. Centro di massa. Dinamica rotazionale del corpo rigido.</p> <p>ELEMENTI DI MECCANICA DEI FLUIDI. Statica dei fluidi. Dinamica dei Fluidi</p> <p>OSCILLAZIONI E ONDE. Oscillatore armonico semplice. Composizione di moti armonici. Oscillatore armonico smorzato e forzato. Onde sinusoidali. Trasporto di energia e intensità delle onde. Interferenza. Onde stazionarie.</p> <p>TERMODINAMICA. Sistemi e stati termodinamici. Capacità termica e calore specifico. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Primo Principio della Termodinamica. Gas ideali. Macchine termiche. Ciclo di Carnot. Macchine frigorifere. Secondo Principio della Termodinamica. Entropia.</p> <p>Mod. Chimica: Struttura dell'Atomo e tavola periodica degli elementi. Orbitali e configurazione elettronica. Proprietà periodiche: Potenziale di ionizzazione, Affinità elettronica ed Elettronegatività. Il legame chimico.</p> <p>Stato gassoso. Equazione generale dei gas ideali. I gas reali. Temperatura critica. Diagramma di Andrews. Lo Stato liquido. Lo Stato solido. I cambiamenti di stato.</p> <p>Le soluzioni. Solubilità: effetti della temperatura e della pressione. Modi di esprimere la concentrazione di una soluzione. Proprietà colligative. La dissociazione elettrolitica.</p> <p>La spontaneità delle reazioni chimiche.</p> <p>La legge dell'equilibrio chimico. Spostamento degli equilibri, principio di Le Chatelier. L'equilibrio chimico in fase gas</p> <p>Dissociazione ionica dell'acqua. Prodotto ionico dell'acqua, K_w, pK_w, pH, pOH.</p> <p>Acidi e basi: definizione, forza degli acidi e delle basi, K_A e K_B. Calcolo del pH di una soluzione di acido o base forte. Calcolo del pH di una soluzione di acido o base debole. Idrolisi. Prodotto di solubilità.</p>

	Pile. Elettrodi. Elettrodi di riferimento. Equazione di Nernst. Misura della f.e.m. di una pila. L'elettrolisi. Le leggi di Faraday
--	---

ID	6
Insegnamento	Fisica generale II
Obiettivi formativi	L'obiettivo formativo del corso di Fisica Generale II è trasferire agli studenti i concetti fondamentali e le leggi fisiche alla base dell'elettromagnetismo. Particolare attenzione è rivolta alla metodologia di risoluzione di semplici problemi di elettrostatica e elettromagnetismo applicando le equazioni di Maxwell.
Programma	ELETTROSTATICA: Legge di Coulomb – Campo elettrico E - Legge di Gauss – Potenziale ed energia potenziale – Capacità –Dielettrici CORRENTE ELETTRICA: Intensità e densità di corrente – Conducibilità e resistività – Resistenza – Legge di Ohm -- Effetto Joule IL CAMPO MAGNETICO: Forza di Lorentz – Leggi di Laplace - Legge di Ampere - Proprietà magnetiche della materia. CAMPPI VARIABILI NEL TEMPO ED EQUAZIONI DI MAXWELL: Legge di Faraday – Forza e.m. indotta – Autoinduzione – Induttanza - Corrente di spostamento - Equazioni di Maxwell- Cenni sulle onde e.m.

ID	7
Insegnamento	Fondamenti di bioingegneria
Obiettivi formativi	Il corso offre una formazione avanzata sui principi fondamentali per la comprensione, modellizzazione, acquisizione ed elaborazione dei segnali biomedici (biopotenziali, meccanici e acustici). Approfondisce le tecnologie dei sensori e dei sistemi di misura impiegati nelle apparecchiature mediche, analizzando le caratteristiche dei segnali e i circuiti elettronici dedicati all'amplificazione, al condizionamento e alla digitalizzazione. Particolare attenzione è dedicata alla modellizzazione elettrica e alle principali tecniche di elaborazione dei segnali biomedici.
Programma	<ul style="list-style-type: none"> • Generalità sui sistemi di misura: architettura, descrizione funzionale, errori di misura e metodi per ridurre tali fenomeni indesiderati. • Prestazioni dei sistemi di misura: caratteristiche statiche e dinamiche. • Fenomeni fisici di trasduzione. • Origini dei biopotenziali. • Circuiti elettronici e requisiti per l'amplificazione, il filtraggio e l'acquisizione dei biosegnali. • Misura dei biopotenziali: elettrocardiografia, elettroencefalografia, elettromiografia, elettroneurografia, elettroretinografia. • Fotopletismografia e misure cardiocircolatorie. • Misura della pressione arteriosa. • Misure dell'attività respiratoria.

	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche di elaborazione dei segnali biomedici.
--	---

ID	8
Insegnamento	Apparecchiature Biomedicali
Obiettivi formativi	<p>Il corso fornisce una formazione teorica e pratica sulle moderne apparecchiature biomedicali, evidenziando come queste consentano la valutazione funzionale dei principali sistemi fisiologici umani (cuore, cervello, sistema vascolare e respiratorio). Gli argomenti trattati includono: principi di funzionamento, progettazione, schemi a blocchi e circuiti principali, applicazioni cliniche delle principali apparecchiature biomedicali (come elettrocardiografi, elettroencefalografi, ecc.), nonché normative e sicurezza. Inoltre, il corso esplora tecnologie emergenti e le loro potenziali applicazioni nel campo della biomedicina. Al termine, gli studenti saranno in grado di comprendere, progettare, ottimizzare e valutare apparecchiature biomedicali per applicazioni cliniche, diagnostiche e terapeutiche.</p>
Programma	<ul style="list-style-type: none"> • Lo sviluppo della Bioingegneria tra passato, presente e futuro. Stato dell'arte, esempi progetti di ricerca e le principali sfide nella progettazione delle apparecchiature biomedicali del futuro. • Introduzione alle apparecchiature biomedicali. • Principi di funzionamento delle apparecchiature biomedicali: descrizione funzionale, fenomeni fisici e principi di trasduzione, schemi a blocchi, circuiti elettronici e architetture principali. • Apparecchiature biomedicali per specifiche applicazioni: elettrocardiografi (ECG), elettroencefalografi (EEG), elettromiografi (EMG), misuratori di pressione arteriosa, monitor respiratori e cardiocircolatori, apparecchiature di diagnostica per immagini. • Tecnologie emergenti e innovazione: sensori avanzati e nuove metodologie di misura (come radar biomedicali e ECG capacitivo). • Normative e sicurezza: standard tecnici per apparecchiature biomedicali, sicurezza elettrica e compatibilità elettromagnetica.

ID	9
Insegnamento	Fondamenti di telecomunicazioni
Obiettivi formativi	<p>Il Corso di Fondamenti di Telecomunicazioni ha l'obiettivo di fornire le nozioni di base per lo studio dei sistemi di comunicazione, focalizzandosi principalmente sul trasferimento dell'informazione in modalità digitale. Il primo obiettivo formativo riguarda la capacità di analizzare segnali determinati a tempo continuo, sia nel dominio del tempo che nel dominio della frequenza, e di comprendere le interazioni tra segnali e sistemi, con particolare attenzione ai sistemi lineari e stazionari. Il secondo obiettivo formativo mira a sviluppare la competenza nell'analisi e comprensione delle diverse fasi che caratterizzano il trasferimento dell'informazione digitale dalla sorgente alla destinazione. Verrà posta particolare enfasi sulla conversione da</p>

	<p>analogico a digitale, sulla trasmissione dei segnali numerici in Banda Base e sulle tecniche di modulazione digitale.</p> <p>Il terzo obiettivo formativo è fornire agli studenti la capacità di utilizzare l'ambiente di programmazione Matlab per l'analisi dei segnali e la simulazione di sotto-sistemi di telecomunicazioni, permettendo di acquisire competenze pratiche nell'applicazione delle teorie studiate.</p>
Programma	<p>1 – Cenni di Teoria dell'informazione. 2 – Analisi in Frequenza dei Segnali a tempo continuo. 3 – Sistemi monodimensionali a tempo continuo. 4 – Conversione Analogico/Digitale. 5 – La trasmissione numerica in banda base. 6 – I sistemi di comunicazione digitali operanti in banda base ed in banda passante. 7 – L'ambiente di programmazione Matlab. 8 – Utilizzo di Matlab per l'analisi dei segnali e la simulazione dei sistemi di TLC.</p>

ID	10
Insegnamento	Campi elettromagnetici I
Obiettivi formativi	Acquisizione dei fondamenti teorici della propagazione ondosa su linee di trasmissione ed in spazio libero. Capacità di risolvere ed adattare circuiti a costanti distribuite.
Programma	Equazioni di Maxwell e loro soluzioni fondamentali. Forza di Lorentz. Equazione di continuità della corrente. Relazioni costitutive e proprietà dei mezzi materiali. Conduttori e dielettrici perfetti. Teoria circuitale delle linee di trasmissione con e senza perdite: equazioni dei telegrafisti in termini di onde viaggianti e onde stazionari. Tensione, corrente, rapporto di onda stazionaria, impedenza caratteristica, costante di propagazione, coefficiente di riflessione lungo una linea di trasmissione. Definizione e massimizzazione della potenza in linea. Cavo coassiale: induttanza e capacità per unità di lunghezza. Onde piane: definizione e proprietà matematico-fisiche fondamentali. Leggi di Snell; coefficienti di Fresnel; riflessione totale e angolo limite; trasmissione totale e angolo di Brewster. Potenziali elettromagnetici.

ID	11
Insegnamento	Dispositivi e circuiti a microonde
Obiettivi formativi	Acquisizione degli strumenti teorici per l'analisi e la modellizzazione di dispositivi e circuiti a microonde, spaziando dalle antenne fino ai circuiti risonanti e ai dispositivi guidanti.
Programma	Polarizzazione del campo EM. Dispositivi radianti: dipolo elementare e antenna filiforme. Array lineare di antenne con alimentazione a fase costante e a fase progressiva. Campo EM irradiato da un dipolo in presenza di un piano di conduttore elettrico perfetto: il teorema

	delle immagini. Parametri delle antenne in TX e in RX. Condizioni di adattamento in potenza e in polarizzazione di una antenna in RX. Dispositivi guidanti: Guida d'onda metallica e Lastra dielettrica: modi in guida, dispersione. Circuiti risonanti a microonde: risuonatori a linea di trasmissione. Fattore di merito per circuiti risonanti. Cavità risonanti e loro applicazioni.
--	---

ID	12
Insegnamento	Dispositivi elettromagnetici per la biomedica
Obiettivi formativi	Acquisizione degli strumenti teorici per l'analisi e la modellizzazione di dispositivi elettromagnetici per applicazioni mediche.
Programma	Polarizzazione del campo EM. Dispositivi radianti: dipolo elementare e antenna filiforme. Array lineare di antenne con alimentazione a fase costante e a fase progressiva. Campo EM irradiato da un dipolo in presenza di un piano di conduttore elettrico perfetto: il teorema delle immagini. Parametri delle antenne in TX e in RX. Condizioni di adattamento in potenza e in polarizzazione di una antenna in RX. Circuiti risonanti a microonde: risuonatori a linea di trasmissione. Fattore di merito per circuiti risonanti. I significati del fattore di merito. Meccanismi di interazione dei tessuti biologici con i campi elettromagnetici. Proprietà elettriche e magnetiche dei tessuti alle diverse frequenze. Determinazione della potenza specifica dissipata nei tessuti. Biosensori e antenne indossabili.

ID	13
Insegnamento	Fondamenti di elettronica
Obiettivi formativi	Il corso di "Fondamenti di Elettronica" intende trasferire agli studenti fondamentali concetti sul funzionamento e utilizzo dei dispositivi elettronici a semiconduttore per il trattamento di segnali sia analogici che digitali. Gli studenti sono anche posti in condizione di analizzare, a diversi livelli di astrazione, il comportamento di semplici circuiti basati su diodi e/o transistori. Di fondamentale importanza è l'acquisizione di nozioni che garantiscono allo studente la possibilità di confrontare i sistemi analogici e digitali in termini di prestazioni elettroniche.
Programma	Materiali semiconduttori e trasporto di carica. Giunzione p-n e polarizzazione di un diodo. Modello a piccoli segnali del diodo e circuiti raddrizzatori. Princípio di funzionamento del transistor bipolare a giunzione (BJT) e del transistor ad effetto di campo MOS (MOSFET); Modelli ad ampi segnali ed a piccoli segnali dei transistori. L'amplificatore Operazionale (OpAmp) ideale. Circuiti fondamentali ad OpAmp. Figure di merito di un sistema digitale. Sintesi ottima di reti logiche. Circuiti combinatori e sequenziali. Logica CMOS. Memorie a semiconduttore.

ID	14
----	----

Insegnamento	Elettronica
Obiettivi formativi	Gli studenti acquisiscono le tecniche di analisi essenziali all'approfondimento dello studio dei circuiti elettronici per l'elaborazione del segnale analogico e digitale. Conoscenze su sul comportamento in frequenza e all'impiego della tecnica della retroazione sono completano il corso, insieme alla comprensione dei meccanismi di base delle macchine sequenziali.
Programma	<p>Amplificatori differenziali e multistadio: Coppia differenziale a BJT. Funzionamento per piccoli segnali dell'amplificatore differenziale a BJT. Altre caratteristiche non ideali dell'amplificatore differenziale. Coppia differenziale a MOSFET. Amplificatori multistadio.</p> <p>Risposta in frequenza degli amplificatori: Generalità. Risposta in frequenza degli amplificatori. La funzione di trasferimento nel dominio della frequenza. Modello circuitale equivalente a π. Risposta in frequenza degli amplificatori a emettitore comune, collettore comune, base comune. Risposta in frequenza coppie CE/CB, CC/CE e differenziale.</p> <p>Retroazione: Generalità. Retroazione negativa e positiva. Tipologie di base degli amplificatori retroazionati e loro analisi. Reazione positiva: Trigger di Schmitt, Oscillatori sinusoidali. Esempi di circuiti elettronici pratici retroazionati.</p> <p>Amplificatori operazionali: Funzioni e caratteristiche dell'amplificatore operazionale ideale. Configurazione invertente e non-invertente. Effetto del guadagno ad anello aperto. Circuiti intergratore e derivatore. Circuito sommatore. Caratteristiche reali dell'amplificatore operazionale.</p> <p>Circuiti digitali: Macchine sequenziali sincrone e asincrone, cenni. Macchine di Mealy e di Moore. Sistemi SCO-SCA, cenni. Architetture di calcolo, cenni. Micropogrammazione, cenni. Progetto pratico di sistemi micropogrammati.</p>

ID	15
Insegnamento	Laboratorio di progettazione elettronica
Obiettivi formativi	Il corso di Laboratorio di Progettazione Elettronica intende consentire agli studenti di svolgere un'intensa attività sperimentale finalizzata all'acquisizione di strumenti, tecniche e metodologie per la progettazione, il test e la diagnosi di circuiti ed apparati elettronici i cui aspetti teorici sono stati affrontati in altri corsi fondamentali di elettronica.
Programma	<p>Introduzione alla strumentazione di laboratorio per la caratterizzazione di circuiti analogici.</p> <p>Cenni sugli alimentatori stabilizzati.</p> <p>Strumenti CAD per la progettazione di circuiti elettronici.</p> <p>Elettronica digitale.</p> <p>Introduzione ai microcontrollori e sistemi embedded.</p> <p>Intelligenza Artificiale (Machine Learning) applicata all'IoT.</p>

ID	16
----	----

Insegnamento	Sistemi elettrici ed elettronici per le energie rinnovabili
Obiettivi formativi	Obiettivo principale del corso è quello di far conoscere e far comprendere agli studenti il funzionamento e le principali problematiche di gestione di un moderno sistema elettrico per l'energia. È ricompreso negli obiettivi del corso anche quello di far conoscere e far comprendere il ruolo dei sistemi elettronici di potenza, sia ai fini del miglioramento delle performance del sistema elettrico per l'energia che ai fini della integrazione nello stesso degli impianti di generazione dell'energia elettrica dalle fonti rinnovabili.
Programma	Il corso studia innanzitutto le basi della produzione, della trasmissione, della distribuzione e dell'utilizzazione dell'energia elettrica, così da poter introdurre il funzionamento del cosiddetto "sistema elettrico per l'energia", in condizioni nominali. Vengono studiate la costituzione, il funzionamento e la modellazione dei singoli componenti fondamentali del predetto sistema; l'attenzione è quindi rivolta alle questioni inerenti al funzionamento del sistema elettrico per l'energia nella sua interezza. Segue una ampia disamina degli schemi funzionali dei più diffusi sistemi elettronici di potenza (sistemi elettronici con raddrizzatori, con chopper, con inverter e sistemi elettronici a più stadi) che, ciascuno con le proprie e specifiche peculiarità, quando integrati nel sistema elettrico per l'energia, permettono di migliorarne le performance e l'affidabilità nonché l'ottimale sfruttamento degli impianti di generazione di energia elettrica dalle fonti rinnovabili.

ID	17
Insegnamento	Teoria dei sistemi
Obiettivi formativi	Gli obiettivi del corso sono: introdurre lo studente alle problematiche della Teoria dei Sistemi, approfondire la conoscenza di alcuni strumenti matematici per l'analisi del comportamento di sistemi lineari stazionari nel dominio del tempo e della frequenza
Programma	Rappresentazione Interna dei Sistemi LTI - Definizione assiomatica di sistema dinamico - Classificazione dei sistemi – Sistemi lineari tempo invariati (LTI) continui e discreti Rappresentazione Esterna dei Sistemi LTI – Note sulla trasformata di Laplace e trasformata Z - Funzione di trasferimento – Realizzazioni canoniche di un sistema Stabilità nei Sistemi LTI– Definizione di stabilità', Stabilità interna ed autovalori nel continuo e nel discreto – Stabilità esterna e poli Proprietà Ingresso-Uscita nel Dominio del Tempo - Caratteristiche della risposta all'impulso ed al gradino di sistemi LTI del primo e secondo ordine nel dominio del tempo - La caratterizzazione dinamica della risposta ed i poli - La caratterizzazione dinamica della risposta e gli zeri. Proprietà Ingresso-Uscita nel Dominio della Frequenza – Funzione di risposta armonica e risposta in frequenza – Diagrammi di Bode

ID	18
Insegnamento	Fondamenti di controlli automatici
Obiettivi formativi	Il corso ha l'obiettivo principale di fornire agli studenti i concetti fondamentali per l'analisi e la progettazione dei sistemi di controllo in retroazione sia analogici che digitali.
Programma	<p>Introduzione ai sistemi di controllo. Risposta di sistemi lineari del primo e secondo ordine nel dominio del tempo: costanti di tempo, tempo di risposta, tempo di salita, tempo di assestamento.</p> <p>Analisi della stabilità dei sistemi lineari retroazionati. Criterio di Nyquist. Margine di fase e di guadagno.</p> <p>Specifiche di un sistema di controllo. Specifiche statiche e dinamiche. Trasformazione di specifiche nel dominio del tempo in specifiche sulla risposta armonica.</p> <p>Controllori standard di tipo PID. Metodi di taratura empirici, metodi analitici di taratura. Realizzazione tramite reti elettriche passive che amplificatori operazionali.</p> <p>Discretizzazione di un regolatore. Teorema di Shannon. Sintesi del controllore discreto per discretizzazione</p>

ID	19
Insegnamento	Fondamenti di misure elettroniche
Obiettivi formativi	Obiettivo del corso è fornire i fondamenti teorici e pratici della teoria della misurazione e dei principali metodi di misura al fine di mettere in condizioni l'allievo di utilizzare la strumentazione di base e di interpretarne correttamente le specifiche. Si intende quindi facilitare l'allievo nell'acquisizione di un appropriato livello di autonomia sia nella conoscenza teorica sia nell'utilizzo degli strumenti di misura di base. Si intende stimolare la capacità dello studente di riflessione e di comunicazione delle nozioni acquisite attraverso un linguaggio scientifico adeguato.
Programma	<p>Fondamenti di teoria della misurazione. Le unità di misura. L'incertezza di misura. La propagazione dell'incertezza nelle misurazioni indirette. Guida all'espressione dell'incertezza di misura: UNI CEI ENV 13005.</p> <p>Caratteristiche metrologiche principali degli strumenti di misura. Problematiche di inserzione della strumentazione nei circuiti di misura.</p> <p>Principali metodi di misura delle grandezze elettriche. Metodi di confronto. Metodi di ponte. Metodi di misura di resistenza elettrica. Metodo della caduta di potenziale. Metodo di ponte di Wheatstone. Metodo volt-amperometrico. Metodi di misura di impedenza. Metodo di ponte di De Sauty. Schermatura nei ponti in alternata. Metodo di ponte di Owen.</p> <p>Strumentazione elettronica e numerica di base: Conversione Analogico/Numerica, Oscilloscopio Analogico, Multimetro Numerico, Generatore di Funzione Arbitrario, Oscilloscopio Numerico, Impedenziometro numerico, Analizzatore di Spettro. Strumentazione</p>

	<p>di base per la misura diretta di periodo e frequenza: Contatore numerico, Contatore reciproco.</p> <p>Taratura e riferibilità metrologica della strumentazione di misura.</p> <p>Caratteristiche metrologiche dei sensori. Attività di Laboratorio: taratura di un multimetro e sensori di temperatura (PT100 e NTC).</p>
--	--

ID	20
Insegnamento	Misure elettroniche II
Obiettivi formativi	Fornire i fondamenti teorici e pratici dei principali metodi di misura per la sicurezza e di misure di compatibilità elettromagnetica.
Programma	<p>Misure su circuiti a regime</p> <p>Principi generali delle misure su circuiti trifase: misure di potenza su circuiti a più fili - Misure wattmetriche su sistemi trifase a tre fili - Potenze di fase di sistemi a tre fili - Inserzione Aron e con tre wattmetri.</p> <p>Misure per la sicurezza</p> <p>Pericolosità della corrente elettrica - Categoria dei sistemi elettrici - Stato del sistema e delle masse - Coordinamento delle protezioni - Definizione e misura delle resistenze di terra, della resistività, della tensione di passo e di contatto.</p> <p>Collaudo degli impianti: procedure tecniche e amministrative; norme tecniche e norme di legge; esami a vista; prove di verifica; prove su quadri elettrici.</p> <p>Misure magnetiche</p> <p>Rilievo del ciclo di isteresi dinamico - Misura della cifra di perdita - Separazione delle perdite in un provino ferromagnetico.</p> <p>Misure di compatibilità elettromagnetica</p> <p>Ambienti di misura: OATS, Camera anechoica, cella GTEM - Misure di emissione condotta - Misure di emissione radiata - Misure di suscettibilità condotta - Misure di suscettibilità radiata.</p>

ID	21
Insegnamento	Misure e sensori per la biomedica
Obiettivi formativi	<p>Il corso affronta le tematiche inerenti le misure e la strumentazione di misura in ambito biomedico.</p> <p>Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi le necessarie nozioni per la corretta gestione dei moderni sistemi di misura utilizzati in ambito biomedico. Saranno inoltre affrontati i concetti di base relativi allo studio, alla valutazione e all'interpretazione dei parametri vitali e dei segnali biomedicali tipici.</p> <p>Saranno descritte le specifiche dei principali sensori utilizzati in ambito biomedicale descrivendone i principi di funzionamento.</p> <p>Al termine del corso gli allievi acquisiranno idonee competenze inerenti le misure in ambito biomedico. Gli allievi svolgeranno attività laboratoriale al fine di conseguire specifiche competenze sulla caratterizzazione dei sensori. Si intende stimolare la capacità dello studente di riflessione e di comunicazione delle nozioni acquisite attraverso un linguaggio scientifico adeguato.</p>

Programma	Misure in campo biomedico. Sensori e trasduttori di misura per la trasduzione dei principali parametri vitali. Architettura della strumentazione biomedicale e classificazione dei dispositivi biomedicali. Caratteristiche metrologiche delle principali apparecchiature biomedicali. Sicurezza e rischio. Gestione e ciclo di vita della strumentazione biomedicale: accettazione e collaudo, manutenzione correttiva e preventiva, manutenzione ordinaria e straordinaria, verifiche elettriche, controlli qualità, gestione database tecnico delle apparecchiature, training degli operatori, dismissione. Normativa tecnica di settore: CEI 62. Attività di Laboratorio: verifica funzionalità e caratterizzazione di un sensore per il monitoraggio di parametri vitali.
-----------	--

ID	22
Insegnamento	Elettrotecnica
Obiettivi formativi	Il corso di Elettrotecnica si propone di introdurre lo studente ai fondamenti dei circuiti elettrici con riferimento alla teoria dei circuiti ma anche deducendo le principali grandezze elettriche e le proprietà di base dai modelli stazionari e quasi stazionari dell'elettromagnetismo. Il corso mira a fornire una base culturale e metodologica per lo studio di alcuni concetti chiave nell'ambito dell'Ingegneria.
Programma	Il programma di Elettrotecnica copre i concetti fondamentali dei circuiti elettrici e le metodologie per analizzarli. Si parte dal modello circuitale, passaggio campi-circuiti e definizione delle grandezze elettriche fondamentali; leggi di Kirchhoff, bipoli, n-poli e reti elettriche con classificazioni e convenzioni. Viene trattata la topologia delle reti (grafi, maglie, matrici fondamentali) e i metodi sistematici per la risoluzione dei circuiti, come correnti di maglia e potenziali nodali, supportati da strumenti software come SPICE e MATLAB. Si approfondiscono i circuiti in regime sinusoidale, con impedenza, fasori e potenza complessa, estendendo i teoremi delle reti. Vengono studiati i circuiti risonanti (RLC), le proprietà filtranti e i doppi bipoli. Infine, si analizzano circuiti dinamici nel dominio del tempo e tramite la trasformata di Laplace.