

Regolamento didattico del corso di laurea magistrale Biomedical Engineering LM-21

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2026-2027

Data di approvazione del Regolamento dal Senato Accademico: 18 marzo 2026

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica

Indice

Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo	2
Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati	3
Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari	5
Art. 4. Modalità di ammissione	5
Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari.	6
Art. 6. Organizzazione della didattica	9
Art. 7. Articolazione del percorso formativo	10
Art. 8. Piano di studio	11
Art. 9. Mobilità internazionale	11
Art. 10. Caratteristiche della prova finale	12
Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale	12
Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative	12
Art. 13. Altre fonti normative	13
Art. 14. Validità	13

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del corso di studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento:

<https://ingegneriaindustrialeelettromecanica.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>

Qualora cada di sabato o di giorno festivo, ogni scadenza presente nel Regolamento è da intendersi posticipata al primo giorno lavorativo successivo.

Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering è finalizzato a formare un Dottore Magistrale che, padroneggiando un insieme di tecnologie e metodi di base comuni a più settori applicativi, sia in grado di progettare e gestire apparati, sistemi e dispositivi biomedici, nel loro intero ciclo di vita, e di sviluppare metodi e servizi ad alto valore aggiunto per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di conoscenze associate alla tutela della salute e del benessere.

A tal fine egli sarà in grado, a conclusione del percorso formativo, di svolgere attività di progettazione complessa ed attività direzionali di pianificazione, organizzazione, guida, coordinamento e controllo connesse con la produzione di beni e l'erogazione di servizi del settore biomedico, e delle tecnologie a tutela della salute e del benessere. A lui sarà quindi richiesto di risolvere, in modo economicamente efficiente e con un approccio interdisciplinare, problemi di pianificazione, progettazione, ingegnerizzazione, produzione e gestione di componenti, dispositivi, apparati, sistemi e servizi orientati al soddisfare le esigenze proprie delle società industriali avanzate in termini di salute e benessere.

Al termine del ciclo di studi egli avrà consolidato una approfondita preparazione multidisciplinare basata sull'integrazione tra l'ingegneria dell'informazione, l'ingegneria industriale e le scienze della vita. In questo modo si vuole formare una figura professionale con competenze multidisciplinari che sia in grado di:

- sviluppare metodi quantitativi per lo studio dei sistemi biologici e fisiologici, nonché per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, segnali ed immagini di interesse biologico e medico;
- progettare dispositivi e sistemi per la diagnosi, la terapia e la riabilitazione, organi artificiali e protesi, sistemi di supporto funzionale e ausili per disabili;
- sviluppare metodologie di progettazione integrata materiali/componenti che si avvalgano anche dei più moderni approcci multi-scala fino alle nanotecnologie per la realizzazione di materiali e/o superfici multifunzionali;
- contribuire al miglioramento dell'assistenza sanitaria, nelle strutture pubbliche e private, organizzando una gestione delle apparecchiature biomediche che ne garantisca un impiego sicuro, corretto ed economico, oltre che alla progettazione di soluzioni impiantistiche e tecnologiche energeticamente sostenibili;
- utilizzare le tecnologie dell'informazione per la gestione e interpretazione dei dati per un corretto e sicuro utilizzo di una tecnologia biomedica, anche con riferimento alle relative fonti regolatorie.

Per garantire quindi da una parte un approfondimento dei contenuti di impostazione metodologica per il rafforzamento delle conoscenze di natura scientifica e tecnica, e dall'altra la formazione di una figura professionale con una marcata connotazione interdisciplinare, il Corso di Laurea Magistrale si pone come obiettivo quello di garantire l'acquisizione autonoma e continua nel tempo di metodologie e tecniche che consentano di gestire l'innovazione tecnologica nelle diverse aree dell'Ingegneria Biomedica.

Per raggiungere questi obiettivi, ad una formazione più specificatamente orientata alle materie caratterizzanti della classe nell'ambito dell'ingegneria biomedica, si accompagna un insieme di attività formative affini o integrative in specifici campi dell'ingegneria industriale e dell'informazione, e nelle scienze applicate al settore biomedico. Il corso prevede, all'interno di molti insegnamenti, la presenza di esercitazioni di laboratorio, finalizzate alla conoscenza delle metodiche sperimentali e della strumentazione biomedica, per permettere agli studenti di sviluppare un'adeguata sensibilità all'analisi sperimentale in campo biomedico.

Il laureato formato tramite il Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering deve essere in grado di progettare e gestire sistemi, impianti, apparati nel loro intero ciclo di vita, e di sviluppare servizi ad alto valore aggiunto per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di conoscenze associate alla tutela della salute e del benessere. Sarà quindi in grado, a conclusione del percorso formativo, di svolgere attività di progettazione complessa ed attività direzionali di pianificazione, organizzazione, guida, coordinamento e controllo connesse con la produzione di beni e l'erogazione di servizi del settore della sanità, e delle tecnologie a tutela della salute e del benessere.

Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

1. Specialista della progettazione, produzione e certificazione di dispositivi medici

a) Funzione in un contesto di lavoro

È l'ingegnere che, all'interno di una azienda, svolge attività di supporto e coordinamento della progettazione di dispositivi medici, e che è impegnato nel coordinamento del ciclo produttivo e di certificazione degli stessi. Oltre alla definizione delle specifiche progettuali, e il coordinamento del progetto, tra le funzioni richieste è prevista l'interazione con altre figure professionali (con competenze disciplinari), la supervisione al testing e alla certificazione.

b) Competenze associate alla funzione

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, con particolare riferimento agli aspetti relativi alla progettazione dei dispositivi medici;
- risolvere problemi di progettazione, e definire specifiche di progetto in ambito biomedicale;
- conoscere ed applicare le direttive comunitarie che fanno riferimento ai dispositivi medici, in fase di progettazione e di certificazione.

c) Sbocchi occupazionali

- società e industrie di progettazione, produzione e commercializzazione di biomateriali, dispositivi, apparecchiature e sistemi medicali (26.6 Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettroterapeutiche, 32.5 Fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche); gestione di dispositivi, apparecchi, sistemi e impianti in sede ospedaliera ed in ambito farmaceutico (mansioni tecnico/gestionali per il gruppo di attività 86 Assistenza sanitaria, 21 Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici);
- gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità).

2. Responsabile di prodotto in ambito biomedicale

a) Funzione in un contesto di lavoro

È l'ingegnere che, a supporto del settore commerciale, opera in una azienda del settore biomedicale nella fase che precede la vendita, per la corretta definizione delle specifiche, ed in quella ad essa successiva, fornendo assistenza, supporto e formazione ai clienti. Ha competenze tecniche approfondite su un insieme di dispositivi medici, e, tra le funzioni richieste sono incluse quelle legate all'interazione con l'utenza del prodotto e con i responsabili della progettazione, anche per verificare l'adeguatezza tecnica del prodotto rispetto alle richieste del mercato, agli aspetti di innovazione tecnologica, e alle modifiche derivanti da innovazioni nella normativa a riguardo.

b) Competenze associate alla funzione

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere problemi di progettazione, e definire specifiche di progetto in ambito biomedicale;
- conoscere ed applicare le direttive comunitarie che fanno riferimento ai dispositivi medici, in fase di progettazione e di certificazione;
- conoscere i contesti aziendali e professionali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

c) Sbocchi occupazionali

- società e industrie di progettazione, produzione e commercializzazione di biomateriali, dispositivi, apparecchiature e sistemi medicali (26.6 Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettroterapeutiche, 32.5 Fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche); gestione di dispositivi, apparecchi, sistemi e impianti in sede ospedaliera ed in ambito farmaceutico (mansioni tecnico/gestionali per il gruppo di attività 86 Assistenza sanitaria, 21 Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici);

- gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità);
- valutazione dell'impatto biologico di prodotti industriali ed ergonomia della attività di produzione (71.2 Collaudi ed analisi tecniche).

3. Ingegnere clinico

a) Funzione in un contesto di lavoro

È il professionista che svolge attività all'interno delle strutture sanitarie per gli aspetti relativi alla programmazione, acquisizione e gestione delle tecnologie biomediche. Ha competenze tecniche approfondite su un insieme di dispositivi medici, e, tra le funzioni richieste sono incluse quelle legate all'interazione con gli operatori e la dirigenza delle strutture sanitarie per la definizione dei piani di acquisizione delle tecnologie biomediche. Coordina le attività di gestione e manutenzione delle tecnologie biomediche, e fornisce assistenza e supporto agli operatori sanitari nell'uso corretto e sicuro dei dispositivi medici, anche per la gestione del rischio associato al loro uso.

b) Competenze associate alla funzione

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere i principi di funzionamento delle tecnologie biomediche e delle sue modalità di utilizzo in ambito clinico;
- conoscere ed applicare le direttive comunitarie che fanno riferimento ai dispositivi medici, in fase di certificazione e di uso;
- avere conoscenze nel campo della valutazione del rischio in ambito sanitario;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Inoltre, la Laurea Magistrale in Biomedical Engineering, facendo capo alla Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Biomedica, consente di sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione professionale alla Sezione A dell'Albo degli Ingegneri, sia nel Settore dell'ingegneria dell'Informazione, sia nel settore dell'Ingegneria Industriale.

c) Sbocchi occupazionali

- gestione di servizi tecnici ed informatici in aziende ospedaliere e sanitarie (84.12.1 regolamentazione delle attività degli organismi preposti alla sanità);
- valutazione dell'impatto biologico di prodotti industriali ed ergonomia della attività di produzione (71.2 Collaudi ed analisi tecniche).

4. Specialista di ricerca e sviluppo in ambito biomedico

a) Funzione in un contesto di lavoro

È lo specialista che, all'interno di un centro di ricerca operante in ambito biomedico, fornisce le proprie competenze per la ideazione e progettazione di metodi, sistemi e strumenti innovativi. Tra le funzioni richieste, la analisi della letteratura del settore biomedico, sviluppare metodi innovativi, e contribuire alla validazione e/o alla sperimentazione clinica del metodo, sistema, strumento sviluppato.

b) Competenze associate alla funzione

Il profilo professionale deve quindi:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, con particolare riferimento agli aspetti relativi all'ideazione dei metodi e allo sviluppo delle tecniche proprie della bioingegneria;
- risolvere problemi di progettazione, e definire specifiche di progetto in ambito biomedicale;
- saper identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, i problemi propri delle applicazioni in campo biomedico, di tipo complesso, che richiedano un approccio multidisciplinare;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

c) Sbocchi occupazionali

- laboratori di ricerca industriali, ospedalieri, universitari e di altri enti (72.1 Ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze naturali e dell'ingegneria).

5. Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

- Ingegneri biomedici e bioingegneri (2.2.1.8.0)

Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari

L'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering avviene a partire dalle lauree triennali appartenenti alla classe delle lauree dell'Ingegneria dell'Informazione o Ingegneria Industriale (DM 509/99 e DM 270/04). L'iscrizione di studenti con laurea triennale diversa da quelle specificate, o di titolo conseguito in paese estero, sarà valutata dal Collegio Didattico sulla base del curriculum di studi dello studente. Eventuali carenze curriculari, individuate dal Collegio Didattico, dovranno essere colmate prima dell'immatricolazione attraverso l'iscrizione a singoli insegnamenti e il superamento dei relativi esami.

È inoltre richiesto allo studente di essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese. Per l'accesso è richiesto un livello di conoscenza della lingua inglese non inferiore al B2 del quadro comune europeo di riferimento. Il riconoscimento dell'idoneità linguistica è effettuato sulla base del superamento di prove di verifica svolte presso il Centro Linguistico di Ateneo di Roma Tre o dell'Ateneo di provenienza e sulla base della documentazione eventualmente prodotta dallo studente a riguardo. Il livello di conoscenza della lingua straniera deve essere certificato all'atto dell'immatricolazione.

Art. 4. Modalità di ammissione

È richiesto il possesso della laurea triennale nelle Classi dell'Ingegneria dell'Informazione o Ingegneria Industriale (di cui al D.M. 509/1999 o D.M. 270/2004) o laurea in Ingegneria conseguita secondo il Preesistente Ordinamento (ante D.M. 509/1999).

Possono presentare domanda anche i laureandi che prevedono di conseguire il titolo entro la data indicata sul *Bando per l'ammissione ai corsi di Laurea Magistrale*.

La domanda preliminare, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta entro la data di scadenza riportata sul bando per via telematica seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e quelle riportate sul bando per la consegna della documentazione; gli studenti provenienti da altri Atenei dovranno inoltre necessariamente far pervenire i programmi degli insegnamenti i cui esami sono stati superati, mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata a didattica.biomedica@uniroma3.it

Per accedere proficuamente al Corso di Laurea Magistrale in Biomedical Engineering è necessario che:

- lo studente conosca adeguatamente gli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base, di quelle caratterizzanti e di quelle affini proprie dell'ingegneria dell'informazione (classe L-8 del DM 270/04 delle lauree in "Ingegneria dell'informazione" e classe 9 del DM 509/99) o dell'ingegneria industriale (classe L-9 del DM 270/04 delle lauree in "Ingegneria Industriale" e classe 10 del DM 509/99);
- lo studente sia in possesso di una certificazione che attesti il conseguimento di livello almeno B2 (o equivalente) relativo alla conoscenza della lingua inglese per poter sostenere i relativi esami di profitto.

In relazione al percorso didattico pregresso non sono previsti crediti formativi aggiuntivi per i laureati delle classi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Industriale e per tutti i laureati, che rispettino i requisiti minimi come disposto dal decreto D.M. del 4 agosto 2000 e dal decreto D.M. n.157 del 16 marzo 2007 del MUR per la classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione e per la classe delle Lauree in Ingegneria Industriale. Nel caso in cui lo studente, laureato nella classe prevista, abbia conseguito competenze differenti da quelle prese a riferimento nella progettazione del presente Corso di Laurea Magistrale, ma sia in grado di raggiungere i previsti obiettivi formativi con un percorso di studi personalizzato di 120 CFU, l'accesso è consentito con l'obbligo di seguire un piano di studi individuale, coerente con il percorso formativo del Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering.

Per i laureati in classi diverse da quelle precedentemente indicate, potranno essere individuate competenze necessarie che saranno valutate per ogni singolo caso in relazione al percorso didattico presentato. La verifica delle competenze è effettuata sulla base del curriculum del candidato ed eventualmente accertata tramite un colloquio. La eventuale acquisizione di tali competenze dovrà avvenire con l'iscrizione a corsi singoli e con il superamento dei relativi esami prima dell'immatricolazione, e comunque entro il 28 febbraio di ciascun anno.

Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari.

1. Norme comuni

La domanda di passaggio da altro corso di laurea dell'Università degli Studi Roma Tre, trasferimento da altro Ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando rettorale di ammissione al corso di laurea.

Relativamente al passaggio degli studenti da un altro Corso di Studio dello stesso livello dell'Ateneo, e al trasferimento degli studenti da un Corso di Studio dello stesso livello di un'altra Università, viene assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati dallo studente, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Quando il trasferimento è effettuato da un Corso di Studio appartenente alla stessa classe, la quota di CFU relativi al medesimo Settore Scientifico-Disciplinare direttamente riconosciuti allo studente non sarà comunque inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia stato svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% sarà riconosciuta solo se il corso di provenienza risulti accreditato ai sensi del Decreto Legislativo 27 gennaio 2012, n. 19.

Per l'accesso al Corso di Studio è possibile riconoscere CFU maturati da Laureati di altre Classi; viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

Nelle pratiche di passaggio, trasferimento, reintegro ed iscrizione al Corso di Studio come secondo titolo, ai fini del riconoscimento di un insegnamento presente nel percorso formativo obbligatorio dello studente e avente CFU maggiori dell'esame da riconoscere, si chiede allo studente di sostenere una prova integrativa, cui seguirà la verbalizzazione sul portale dei crediti residui. Insegnamenti ed attività non direttamente riconoscibili nel percorso formativo della laurea, potranno essere convalidati nelle attività a scelta dello studente e/o nel tirocinio.

Le regole per l'attribuzione del voto d'esame sono le seguenti:

- sarà confermato il voto attribuito allo studente nella sua carriera pregressa nel caso in cui l'insegnamento da riconoscere abbia un numero di CFU uguale o inferiore a quello relativo all'insegnamento già sostenuto;
- nel caso di richiesta di integrazione sarà calcolata la media tra il voto attribuito all'insegnamento già sostenuto e quello attribuito all'integrazione, pesata attraverso i CFU precedentemente acquisiti e quelli da acquisire;
- nel caso di riconoscimento di più attività acquisite che confluiscono in un'attività presente nel percorso formativo obbligatorio dello studente, sarà calcolata la media dei voti ottenuti nelle rispettive attività considerate, pesata attraverso i CFU corrispondenti.

Il Consiglio di Collegio Didattico valuterà la non obsolescenza dei contenuti formativi verificando la congruenza dei programmi dei corsi sostenuti dallo studente con quanto previsto negli obiettivi formativi del percorso formativo obbligatorio dello studente.

Le attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni universitarie europee sono quantificate sulla base dell'European Credit Transfer System (ECTS).

2. Passaggi e crediti riconoscibili

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un altro Corso di Studi dell'Ateneo e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della laurea è stabilito dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale. La domanda preliminare di passaggio, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

Gli studenti per i quali sono riconoscibili fino ad un massimo di 23 CFU sono ammessi al I anno; gli studenti

per i quali sono riconoscibili almeno 24 CFU sono ammessi al II anno.

3. Trasferimenti e crediti riconoscibili

La convalida in termini di CFU delle attività formative già acquisite e il percorso formativo che lo studente deve seguire vengono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti e acquisibili con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Laurea.

La domanda preliminare di trasferimento, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

È obbligatorio presentare autocertificazione del titolo di I livello, nonché tutti i programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti, sia nella Laurea che nella Laurea Magistrale di provenienza. I programmi dovranno pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata a didattica.biomedica@uniroma3.it.

In particolare, sono direttamente ammessi studenti provenienti da Corsi di Studio della Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Biomedica.

Gli studenti per i quali sono riconoscibili fino ad un massimo di 23 CFU sono ammessi al I anno; gli studenti per i quali sono riconoscibili almeno 24 CFU sono ammessi al II anno.

4. Reintegro a seguito di decadenza o rinuncia

Lo studente decaduto o rinunciatario può, inoltrando apposita domanda compilata secondo le indicazioni del bando, richiedere il reintegro nella qualità di studente nel Corso di laurea secondo il D.M. 270/2004, con riconoscimento degli esami sostenuti prima della decadenza o rinuncia. Il Consiglio di Collegio Didattico valuterà la non obsolescenza della formazione pregressa e definirà conseguentemente il numero di crediti da riconoscere in relazione agli esami già sostenuti e le ulteriori attività formative necessarie per il conseguimento del titolo di studio.

5. Iscrizione al corso come secondo titolo

I laureati che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale Biomedical Engineering per il conseguimento del secondo titolo dovranno essere in possesso di un titolo di livello equivalente.

È possibile riconoscere crediti maturati da Laureati di altre Classi sulla base della congruenza culturale dei programmi degli insegnamenti superati. Viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei crediti già maturati, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

La domanda preliminare di iscrizione come secondo titolo, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

È obbligatorio presentare autocertificazione del titolo di I livello, nonché tutti i programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti, sia nella Laurea che nella Laurea Magistrale. I programmi dovranno pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata a didattica.biomedica@uniroma3.it.

Sono riconoscibili i crediti formativi acquisiti nell'ambito di carriere pregresse in corsi di laurea magistrale di durata biennale, purché compatibili con gli obiettivi formativi del corso. Sono riconoscibili i crediti formativi relativi a una carriera svolta nell'ambito dell'ordinamento ante D.M. n. 509/99, sebbene il relativo titolo di studio sia presentato quale titolo d'accesso, limitatamente alle attività formative ritenute equiparabili a quelle svolte in un corso di laurea magistrale biennale del vigente ordinamento, in seguito a una valutazione da effettuarsi a cura della competente Commissione didattica del Collegio Didattico. Non sono riconoscibili i crediti acquisiti per il conseguimento della laurea presentata quale titolo d'accesso al corso di studio.

6. Riconoscimento delle conoscenze extra universitarie

Il Consiglio di Collegio Didattico può riconoscere, ai fini dell'attribuzione di CFU:

- a) conoscenze e abilità professionali, certificate ai sensi della normativa vigente in materia,
- b) altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario;
- c) attività formative svolte nei cicli di studio presso gli istituti di formazione della pubblica amministrazione;
- d) altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario, alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso;

- e) conseguimento da parte dello studente di medaglia olimpica o paralimpica ovvero del titolo di campione mondiale assoluto, campione europeo assoluto o campione italiano assoluto nelle discipline riconosciute dal Comitato olimpico nazionale italiano o dal Comitato italiano paralimpico.

Ai fini del riconoscimento, è necessario che le suddette conoscenze e abilità siano certificate a norma di legge dall'ente e/o dalla struttura presso cui sono state svolte le attività formative o lavorative tramite cui le conoscenze e le abilità sono state conseguite. Se le attività sono state svolte presso una pubblica amministrazione è sufficiente che lo studente presenti un'autocertificazione, ai sensi dell'art. 46 del D.P.R. n. 445/2000. Se le attività sono state svolte presso un ente e/o una struttura non afferenti alla pubblica amministrazione, è necessario che lo studente presenti una certificazione rilasciata a norma di legge dall'ente e/o dalla struttura presso cui le attività sono state svolte. La certificazione deve, altresì, riportare il numero di ore delle attività formative svolte, la valutazione dell'apprendimento e le competenze acquisite all'esito dell'attività certificata.

Il riconoscimento viene effettuato:

- a) nei limiti previsti dalle norme vigenti: massimo 24 CFU per i corsi di laurea magistrale;
- b) sulla base di criteri di stretta coerenza con gli obiettivi formativi e i risultati di apprendimento attesi riferibili a questo corso di studio.

Pertanto, sono riconoscibili crediti formativi riferibili alle seguenti attività formative previste nell'ordinamento didattico del corso di studio:

- a) attività formative previste tra le discipline di base o caratterizzanti o affini del corso di studio, nel caso in cui sia documentato il possesso di capacità e competenze corrispondenti agli obiettivi formativi e ai risultati di apprendimento attesi di uno o più corsi di insegnamento previsti dal regolamento didattico del corso di studio. Il riconoscimento può riguardare l'intero numero di CFU attribuiti al corso di insegnamento o un numero di CFU inferiore. Nel caso di riconoscimento di un numero inferiore di CFU, per l'acquisizione dei restanti CFU lo studente è tenuto a svolgere l'esame o l'altra forma di verifica del profitto di cui al successivo Art. 6 comma 6;
- b) attività formative a scelta dello studente, con l'applicazione dei medesimi criteri di cui alla lettera a);
- c) attività formative volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso.

Allo studente è consentita la possibilità di chiedere più volte nel corso della carriera accademica il riconoscimento delle attività formative di cui ai commi precedenti, purché il numero dei crediti complessivamente riconosciuti non superi il limite massimo previsto dalle norme vigenti. Le attività formative già riconosciute come CFU nell'ambito di corsi di laurea non possono essere nuovamente riconosciute nell'ambito di corsi di laurea magistrale. Il riconoscimento viene effettuato esclusivamente sulla base delle competenze dimostrate dal singolo studente. Sono escluse forme di riconoscimento attribuite collettivamente.

Il Collegio Didattico assicura il riconoscimento dei crediti formativi attraverso una sua valutazione.

7. Riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra universitarie

Il riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra-universitarie acquisite è quantificato sulla base della certificazione ufficiale e della valutazione del Centro Linguistico d'Ateneo.

8. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari

Ai sensi delle norme relative alla contemporanea iscrizione a due diversi corsi di studio universitari, introdotte dalla legge 12 aprile 2022, n. 33 e dal decreto ministeriale n. 930 del 29/07/2022, tali corsi non devono appartenere alla stessa classe e devono differenziarsi per almeno i due terzi delle attività formative. Inoltre, nel caso in cui uno dei corsi di studio sia a frequenza obbligatoria, è consentita l'iscrizione a un secondo corso di studio che non presenti obblighi di frequenza. Pertanto, in presenza di una richiesta di iscrizione al corso di studio, disciplinato dal presente Regolamento, quale contemporanea iscrizione a uno di due diversi corsi universitari, l'organo competente effettua una valutazione specifica, caso per caso, considerando, ai fini dell'individuazione della differenziazione per almeno i due terzi delle attività formative dei due corsi, esclusivamente gli insegnamenti (discipline di base, caratterizzanti, affini, esame a scelta) previsti dai piani di

studio seguiti dallo studente interessato in entrambi i corsi e in particolare computando la differenza dei due terzi sul numero dei CFU relativi ai suddetti insegnamenti. Nel caso in cui la differenziazione sia da computarsi tra corsi di studio di differente durata, il calcolo dei due terzi è da riferirsi al corso di studio di durata inferiore. È possibile presentare istanza di riconoscimento dei crediti acquisiti nell'ambito di una delle due carriere contemporaneamente attive, ai fini del conseguimento del titolo nell'altra carriera.

Art. 6. Organizzazione della didattica

1. Numero complessivo di esami di profitto previsti per il conseguimento del titolo di studio

Per il conseguimento del titolo di studio sono previsti un massimo di 12 esami o valutazioni finali di profitto anche favorendo prove di esame integrate per più insegnamenti o moduli coordinati.

2. Tipologia delle forme didattiche

Ai sensi dell'art 10 del D.M. 270/2004, le attività formative di base, caratterizzanti e affini/integrative sono costituite da corsi di insegnamento svolti in forma frontale e articolati in lezioni, esercitazioni e seminari nonché esercitazioni pratiche (svolte anche in laboratorio, in forma assistita o individuale).

Le attività autonomamente scelte dallo studente sono costituite da corsi di insegnamento attivati presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica o da un altro Dipartimento di Ateneo.

Le altre attività formative comprendono: la preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio, la verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera, le attività formative volte ad agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro e ogni altra attività ritenuta utile alla formazione degli studenti.

I corsi di insegnamento sono composti da uno o più moduli. Ogni modulo rientra nell'ambito di un Settore Scientifico Disciplinare ed è affidato ad un docente.

3. CFU ed ore di didattica frontale

Ad ogni attività didattica (e ad ogni modulo) viene attribuito un numero intero di CFU. A ogni CFU corrispondono 25 ore d'impegno complessivo dello studente, delle quali, per i corsi di insegnamento, almeno 6 debbono essere costituite da attività didattiche frontali. Lo studio individuale non può essere comunque inferiore al 50% dell'impegno complessivo dello studente.

Il corso di laurea magistrale prevede un impegno di didattica frontale che varia tra le 7 e le 8 ore a CFU a seconda della tipologia dell'insegnamento

4. Calendario delle attività didattiche

Il calendario delle attività didattiche è organizzato secondo la seguente scansione cronologica.

- Le attività didattiche frontali iniziano i primi di ottobre (con possibilità di anticipare all'ultima settimana di settembre) e sono suddivise in due semestri;
- Ciascun semestre è a sua volta suddiviso in un periodo iniziale di circa 14 settimane dedicato alla didattica frontale (con eventuali prove di valutazione intermedia e altre attività svolte dagli studenti, ove previste) ed un periodo di circa 5 settimane dedicato allo svolgimento degli esami;
- Il mese di settembre è dedicato allo svolgimento degli esami con possibilità di anticipare all'ultima settimana di settembre l'inizio di alcune lezioni. Inoltre, nello stesso mese di settembre si svolgono le attività propedeutiche per gli studenti immatricolati.

Prima dell'inizio delle lezioni il Collegio Didattico definisce e rende pubblico il calendario delle attività didattiche sul sito del Dipartimento

[\(Lezioni - aule e orari - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica \(uniroma3.it\)\)](#)

[Appelli d'esame - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica \(uniroma3.it\)](#)

Il calendario delle attività didattiche frontali deve garantire la possibilità di frequenza possibilmente a tutte le attività formative previste in ciascun anno di corso.

Prima dell'inizio delle lezioni ciascun docente rende noto il dettaglio delle modalità d'esame del proprio corso. Il programma dettagliato dell'insegnamento tenuto viene fornito dal docente prima della conclusione delle lezioni.

5. Tutorato

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica organizza attività di tutorato, volte ad assistere gli studenti nell'apprendimento. Queste attività sono svolte, oltre che da professori, ricercatori e cultori della materia, anche da studenti di dottorato, individuati per mezzo di apposite procedure.

6. Esami di profitto e composizione delle commissioni

Per ogni corso di insegnamento è prevista una verifica dei risultati delle attività formative sotto forma di esami di profitto. Possono essere previste prove di valutazione intermedia da svolgersi durante il corso d'insegnamento corrispondente, del cui esito si potrà tener conto ai fini della valutazione finale. Tutte le prove di valutazione, intermedia e finale, si svolgeranno mediante prove scritte e/o orali e/o prove di laboratorio.

Il Collegio assicura un minimo di cinque appelli ad anno accademico per le prove d'esame, così suddivisi:

- due appelli nella sessione invernale
- due appelli nella sessione estiva
- un appello nella sessione autunnale
- un appello nella sessione primaverile.

Infine, potrà essere aggiunto, a seguito di delibera del Consiglio di Dipartimento, un ulteriore appello straordinario nel mese di novembre riservato ai soli studenti laureandi.

Gli esami di profitto sono svolti in presenza per tutte le tipologie dei corsi di studio. Lo svolgimento a distanza degli esami di profitto, ferma restando la necessità di individuare idonee misure relative all'univoca identificazione dei candidati e al corretto svolgimento delle prove, è consentito nei seguenti casi:

- specifiche situazioni personali, relative a studenti con gravi e documentate patologie o infermità ai sensi della legge n. 104/1992 e della legge n. 17/1999 o a studenti in detenzione nel rispetto delle linee guida definite dal Ministero della Giustizia - Dipartimento dell'Amministrazione Penitenziaria d'intesa con la Conferenza nazionale dei delegati dei Rettori per i poli universitari penitenziari;
- temporanee situazioni emergenziali che consentono l'erogazione della didattica a distanza, nonché l'eventuale svolgimento a distanza delle prove d'esame. In tal caso il provvedimento dell'Ateneo che dispone l'attivazione temporanea della modalità a distanza della didattica ovvero delle prove d'esame è sottoposto al preventivo nulla osta ministeriale.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto sono disciplinate dal Regolamento didattico di Ateneo.

7. Studenti a tempo parziale

Lo studente che opta per il tempo parziale sottopone il piano degli studi scelto all'approvazione del Consiglio di Collegio Didattico entro la data riportata sul sito ufficiale.

Per la disciplina di questo punto si rinvia al Regolamento Carriera.

8. Inclusione degli studenti con disabilità o DSA

Il Corso di Studio promuove con il massimo impegno i percorsi di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA come sancito nel Regolamento Carriera.

A tal proposito, il Dipartimento individua un referente.

Per quanto concerne le figure coinvolte, le responsabilità e le procedure connesse, il Dipartimento adotta e rinvia al "VADEMECUM per promuovere il processo di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA" predisposto dall'Ateneo e disponibile al link <https://www.uniroma3.it/roma-tre-inclusiva-studenti-con-disabilita-e-con-dsa/>

Art. 7. Articolazione del percorso formativo

Il corso di Laurea in Biomedical Engineering prevede un curriculum unico che include insegnamenti necessari per fornire competenze approfondite nell'ambito dei settori caratterizzanti della classe di Laurea, quelli necessari per approfondire le competenze legate ai settori dell'ingegneria industriale e dell'informazione per le applicazioni in ambito biomedico, e quelli legati all'approfondimento delle competenze di contesto, per un totale di sette insegnamenti comuni (60 CFU). A questi si aggiunge la presenza di una larga offerta di

insegnamenti dedicati all'approfondimento di quelle conoscenze e competenze proprie di specifici settori dell'ingegneria industriale e dell'informazione e delle scienze della vita che hanno una diretta applicazione ai contesti clinici e biomedici. Lo studente potrà costruire il proprio percorso formativo attingendo da questa offerta, per un totale di ulteriori 33 CFU. Concludono il percorso formativo le ulteriori attività a scelta libera dello studente e i crediti attribuiti per lo svolgimento del tirocinio nell'ambito delle attività formative previste dall'art. 10 comma 5 lett. d) del D.M. n.270 del 22/10/2004, e per la prova finale.

L'elenco delle attività formative programmate ed erogate è specificato negli allegati n.1 e 2 al presente regolamento. Il percorso formativo è riportato nell'allegato n.3.

I criteri per l'espletamento e per la verifica dei risultati del tirocinio sono esplicitati nell'allegato n.4.

Art. 8. Piano di studio

a) Il piano di studio è l'insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale. L'eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l'ammissione ai relativi appelli di esame, disciplinata dal Regolamento Carriera, è consentita fino a un massimo di 9 crediti, oltre tale soglia è consentita esclusivamente tramite l'iscrizione a singoli insegnamenti. Tali attività didattiche non sono comprese nel piano di studio e non concorrono al calcolo dei crediti e della media per il conseguimento del titolo.

Le mancate presentazione e approvazione del piano di studio comportano l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

Lo Studente iscritto ad anni successivi al primo presenta il proprio Piano di Studio entro la scadenza riportata sul sito del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Didattica –Ingegneria Elettronica.

La presentazione del Piano di Studio deve essere effettuata in accordo con quanto riportato nel *percorso formativo*, tenendo conto dei consigli per la compilazione dei Piano di Studio che di anno in anno vengono proposti dal Consiglio di Collegio Didattico. In caso di presentazione di un Piano di Studio individuale comprendente anche attività formative diverse da quelle previste dal presente regolamento, il Collegio Didattico valuterà la coerenza con l'ordinamento didattico del corso di studio dell'anno accademico di immatricolazione.

Si ricorda la delibera del Consiglio di Collegio Didattico (seduta del 06 giugno 2008) che stabilisce in 3 (tre) il numero minimo di studenti necessario per l'attivazione di un insegnamento ai sensi del D.M. 270/2004.

b) Per gli studenti a tempo parziale, il Collegio Didattico definisce individualmente sulla base della proposta dello studente uno specifico percorso formativo, organizzato nel rispetto dei contenuti didattici dell'ordinamento del Corso, distribuendo le attività formative ed i crediti da conseguire.

c) È possibile l'acquisizione di crediti formativi presso altri atenei italiani sulla base di convenzioni stipulate tra le istituzioni interessate, ai sensi della normativa vigente.

Art. 9. Mobilità internazionale

Gli studenti e le studentesse assegnatari di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* da sottoporre all'approvazione del docente coordinatore disciplinare obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal Regolamento Carriera e dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

Gli studenti di sedi estere, assegnatari di borsa di mobilità internazionale presso l'Università degli Studi Roma Tre, prima di effettuare la mobilità devono preparare e sottoporre all'approvazione del docente coordinatore disciplinare il Learning Agreement firmato dal referente accademico presso l'università di appartenenza,

secondo le norme stabilite dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

Art. 10. Caratteristiche della prova finale

La laurea magistrale in Biomedical Engineering si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio.

La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

Tale attività può essere svolta sia nei laboratori dell'Ateneo, sia presso aziende o enti di ricerca in Italia e all'estero.

Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale

La prova finale verte sulla discussione orale della tesi di laurea. La Commissione per l'esame finale è composta da almeno cinque Docenti. La modalità di nomina delle commissioni è contemplata nel Regolamento Didattico di Ateneo.

I criteri orientativi per la valutazione della prova finale di laurea e dell'intero curriculum degli studi ai fini della determinazione del voto finale sono definiti nel *Regolamento per la prova finale* (Allegato 5).

Ai fini dell'ammissione all'esame di laurea, lo studente dovrà fare riferimento al Regolamento qui allegato nonché alle scadenze e alle modalità di presentazione della domanda di conseguimento titolo pubblicate sul Portale dello Studente <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>.

La prova finale è svolta di norma in presenza. Lo svolgimento a distanza della prova finale, ferma restando la necessità di individuare idonee misure relative all'univoca identificazione dei candidati e al corretto svolgimento delle prove, è consentita nei seguenti casi:

- specifiche situazioni personali, relative a studenti con gravi e documentate patologie o infermità ai sensi della legge n. 104/1992 e della legge n. 17/1999 o a studenti in detenzione nel rispetto delle linee guida definite dal Ministero della Giustizia - Dipartimento dell'Amministrazione Penitenziaria d'intesa con la Conferenza nazionale dei delegati dei Rettori per i poli universitari penitenziari;
- temporanee situazioni emergenziali che consentono l'erogazione della didattica a distanza nonché l'eventuale svolgimento a distanza dell'esame finale previo apposito provvedimento dell'Ateneo.

Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative

Il Collegio Didattico si avvale di un Gruppo di Riesame, cui partecipa almeno un rappresentante della componente studentesca, per il monitoraggio e la valutazione periodica della qualità dell'offerta formativa, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo relativi alle seguenti azioni:

- monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita);
- valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari di valutazione) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento e dell'adeguatezza delle strutture didattiche;
- monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo);
- valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita),

e provvede a stilare un rapporto presentato e discusso annualmente in Consiglio di Dipartimento.
Il Coordinatore del Collegio Didattico promuove la revisione con cadenza annuale del regolamento didattico alla luce dell'autovalutazione e dei processi di valutazione ed accreditamento periodici previsti dalla normativa vigente.

Art. 13. Altre fonti normative

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento Carriera.

Art. 14. Validità

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall'a.a. 2026/2027 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato da partire dal suddetto a.a. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi percorsi formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di successive modifiche regolamentari.

Gli allegati 1, 2, 3, 4 e 5 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica.

Allegato 1

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio. Allegato della didattica programmata generato dall'applicativo informativo utilizzato per la gestione dell'attività didattica

Allegato 2

Elenco delle attività formative erogate. Allegato didattica erogata generato dall'applicativo informativo utilizzato per la gestione dell'attività didattica

Allegato 3

Percorso formativo del corso di laurea magistrale

Allegato 4

Regolamento per le attività di tirocinio

Allegato 5

Regolamento per la prova finale di laurea

DIDATTICA PROGRAMMATA 2026/2027

Biomedical Engineering (LM-21 R)

Dipartimento: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA

Codice CdS: 108662

Codice SUA: 1628310

Area disciplinare: ScientificoTecnologica

Curricula previsti:

- Curriculum unico

CURRICULUM: Curriculum unico

Primo anno

Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20840115 - BIOMATERIALS				
MODULO - BIOMATERIALS (MODULE 1) <i>TAF B - Discipline biomediche</i>	CHEM-06/A	6	48	ENG
MODULO - BIOMATERIALS (MODULE 2) <i>TAF B - Discipline biomediche</i>	MEDS-22/A	3	24	ENG
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
20840087 - NEURAL AND REHABILITATION ENGINEERING <i>TAF B - Bioingegneria</i>	IBIO-01/A	9	72	ENG

Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING <i>TAF B - Bioingegneria</i>	IBIO-01/A	9	72	ENG
20840085 - DESIGN OF BIOMEDICAL DEVICES <i>TAF B - Bioingegneria</i>	IBIO-01/A	9	72	ENG
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
20840086 - MACHINE LEARNING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING <i>TAF B - Bioingegneria</i>	IBIO-01/A	6	48	ENG

Secondo anno

Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20810016 - CLINICAL ENGINEERING <i>TAF B - Bioingegneria</i>	IMIS-01/A	9	72	ENG
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS	IBIO-01/A	9	72	ENG

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
TAF B - Bioingegneria				

Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20810226 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE TAF D - A scelta dello studente		9	72	ITA
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
20810422 - PROVA FINALE DI LAUREA TAF E - Per la prova finale		12	300	ENG
20802015 - TIROCINIO TAF F - Tirocini formativi e di orientamento		6	150	ENG

GRUPPI OPZIONALI

GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20840116 - ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS				
MODULO - ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS (MODULE 1) <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IMIS-01/B	6	48	ENG
MODULO - ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS (MODULE 2) <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	PHYS-03/A	3	24	ENG
20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-02/A	9	72	ENG
20810547 - ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SIGNAL PROCESSING <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-03/A	9	72	ITA
20840093 - CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DI BIOMATERIALI <i>TAF B - Discipline biomediche</i>	CHEM-06/A	9	72	ITA
20810552 - ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-02/A	9	72	ENG
20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-02/A	9	72	ENG
20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-01/A	9	72	ITA
20840089 - HUMAN MOVEMENT BIOMECHANICS <i>TAF B - Bioingegneria</i>	IBIO-01/A	9	72	ENG
20840095 - INGEGNERIA DELLO SPORT <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IIND-02/A	9	72	ITA
20840096 - MACCHINE A FLUIDO PER L'INGEGNERIA BIOMEDICA <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IIND-06/A	9	72	ITA
20840090 - SOLID MECHANICS IN MEDICINE AND BIOLOGY <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	MATH-04/A	9	72	ENG

GRUPPO OPZIONALE INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO A SCELTA				
Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20840088 - AFFECTIVE COMPUTING <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-03/A	6	48	ITA
20810548 - BIOMETRICS AND MULTISENSORIAL INTERACTION <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-03/A	6	48	ITA
20840094 - FISICA MEDICA APPLICATA <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	PHYS-06/A	6	48	ITA
20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IJET-01/A	6	48	ITA
20810613 - PHOTOBIOLOGY <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	BIOS-15/A	6	48	ENG
20840091 - TELEMEDICINE <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	IINF-03/A	6	48	ENG

TIPOLOGIE ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)

Sigla	Descrizione
A	Base
B	Caratterizzanti
C	Attività formative affini o integrative
D	A scelta studente
E	Prova Finale o Per la conoscenza di almeno una lingua straniera
F	Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)
R	Attività formative in ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare
S	Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali

OBIETTIVI FORMATIVI

20840116 - ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

(ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS (MODULE 1))

Italiano

Acquisire conoscenze essenziali sui principi fisici e sulle tecnologie di misura avanzate utilizzate nell'ingegneria biomedica. Sviluppare la capacità di analizzare e applicare alcune tra le tecniche elettroniche, magnetiche, criogeniche e spettroscopiche per le misure in ambito biomedico. Essere in grado di valutare le prestazioni tecniche di tali sistemi e di applicare metodi appropriati per risolvere problemi di misura e di strumentazione in contesti biomedici.

Inglese

Acquire essential knowledge of the physical principles and advanced measurement technologies used in biomedical engineering. Develop the ability to analyze and apply electronic, magnetic, cryogenic, and spectroscopic techniques for biomedical measurements. Be able to evaluate technical performance of these systems and apply appropriate methods to solve measurement and instrumentation problems in biomedical contexts.

20840116 - ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

(ADVANCED ELECTRICAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS (MODULE 2))

Italiano

Acquisire conoscenze essenziali sui principi fisici e sulle tecnologie di misura avanzate utilizzate nell'ingegneria biomedica. Sviluppare la capacità di analizzare e applicare alcune tra le tecniche elettroniche, magnetiche, criogeniche e spettroscopiche per le misure in ambito biomedico. Essere in grado di valutare le prestazioni tecniche di tali sistemi e di applicare metodi appropriati per risolvere problemi di misura e di strumentazione in contesti biomedici.

Inglese

Acquire essential knowledge of the physical principles and advanced measurement technologies used in biomedical engineering. Develop the ability to analyze and apply electronic, magnetic, cryogenic, and spectroscopic techniques for biomedical measurements. Be able to evaluate technical performance of these systems and apply appropriate methods to solve measurement and instrumentation problems in biomedical contexts.

20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS

Italiano

Il corso permette di apprendere conoscenze avanzate sull'interazione tra campo elettromagnetico e materia naturale, artificiale e vivente. Tali conoscenze sono utili per l'analisi ed il progetto dei sistemi elettromagnetici orientati per applicazioni riguardanti i circuiti, i dispositivi, gli apparati ed i sistemi per l'elettronica, la biomedica e per le telecomunicazioni.

Inglese

The course aims at learning advanced knowledge on the interaction between electromagnetic field and natural, artificial and living matter. This knowledge is useful for the analysis and design of electromagnetic systems oriented for applications in circuits, devices, and systems for electronics, bio-engineering and telecommunications.

20840088 - AFFECTIVE COMPUTING

Italiano

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze teoriche e le competenze metodologiche necessarie per la modellazione, l'elaborazione e l'interpretazione computazionale degli stati affettivi dell'essere umano, a partire da segnali fisiologici e biomedici, con particolare riferimento ad applicazioni in ambito sanitario, clinico e di benessere.

Inglese

The course aims to provide students with the theoretical knowledge and methodological skills necessary for the modeling, processing, and computational interpretation of human affective states, starting from physiological and biomedical signals, with particular reference to applications in healthcare, clinical settings, and wellbeing.

20810547 - ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SIGNAL PROCESSING

Italiano

The course introduces the fundamental principles and methods used in artificial intelligence, including the main machine learning and deep learning paradigms, with a specific focus on the approaches aiming to unveil the relevant information hidden in signals collected in real-world applications, such as those associated with electrical and mechanical sensors, audio and speech, images and videos, or biological and medical records, among many others.

Inglese

The course introduces the fundamental principles and methods used in artificial intelligence, including the main machine learning and deep learning paradigms, with a specific focus on the approaches aiming to unveil the relevant information hidden in signals collected in real-world applications, such as those associated with electrical and mechanical sensors, audio and speech, images and videos, or biological and medical records, among many others.

20840115 - BIOMATERIALS

(*BIOMATERIALS (MODULE 1)*)

Italiano

Il corso intende fornire agli studenti gli strumenti necessari ed affrontare lo studio dei processi chimici elementari e dei materiali maggiormente impiegati nella costruzione di dispositivi biomedicali, sia dal punto di vista teorico che applicativo.

Inglese

The course aims to provide students with the tools necessary to approach the study of elementary chemical processes and materials covered in this course, as well from a theoretical as from a practical point of view.

20840115 - BIOMATERIALS

(*BIOMATERIALS (MODULE 2)*)

Italiano

Il corso intende fornire agli studenti gli strumenti necessari ed affrontare lo studio dei processi chimici elementari e dei materiali maggiormente impiegati nella costruzione di dispositivi biomedicali, sia dal punto di vista teorico che applicativo.

Inglese

The course aims to provide students with the tools necessary to approach the study of elementary chemical processes and materials covered in this course, as well from a theoretical as from a practical point of view.

20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING

Italiano

Acquisire le competenze specifiche sulle metodiche di elaborazione e classificazione di dati e segnali biomedicali, mettendo gli allievi in grado di comprendere e collegare le varie metodologie in un contesto integrato di elaborazione. Estendere le competenze acquisite nei corsi di teoria e di elaborazione dei segnali per la loro applicazione nell'ambito biomedico.

Inglese

The aim is the acquisition of the competencies for the processing and the classification of the biomedical signals. The students will be trained to understand the connections among the different techniques of signal processing. Special attention will be devoted to the extension of the signal processing competencies to the biomedical field.

20810548 - BIOMETRICS AND MULTISENSORIAL INTERACTION

Italiano

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti necessari per l'analisi e la progettazione di sistemi biometrici. Inoltre, le informazioni multisensoriali derivate da diversi organi, saranno analizzate nel contesto del riconoscimento biometrico. Saranno analizzati e descritti sia i sistemi unimodali che multimodali. L'insegnamento inoltre affronta in modo esaustivo i requisiti di sicurezza e privacy nel progetto dei sistemi biometrici. Le nozioni apprese durante il corso verranno messe a frutto realizzando un sistema biometrico funzionante durante l'attività di laboratorio.

Inglese

The course aims to provide the necessary instruments for analyzing and designing biometric systems. In addition, multisensory information derived from different sensory organs will be exploited in the biometric framework. Unimodal and multimodal systems will be addressed. It comprehensively addresses the principles of including the needed security and privacy requirements in the system's project. New notions learned during the course will be brought to fruition by realizing a functioning biometric system during the lab activity.

20840093 - CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DI BIOMATERIALI

Italiano

Conoscere le principali tecniche di sintesi e analisi dei materiali avanzati utilizzati nella progettazione e costruzione di biodispositivi. Saper svolgere attività teorico-sperimentali rivolte all'apprendimento dei principali processi chimici di preparazione (superfici nanostrutturate, nano-particelle, etc) e delle tecniche di caratterizzazione (tensione superficiale, FTIR, spettroscopia di impedenza, diffrazione ai raggi X, etc) di biomateriali avanzati quali titanio e sue leghe, materiali biologici, etc.

Inglese

The aim of the course is to introduce the student to the main synthesis and analysis techniques of advanced materials used in the design and construction of bio-devices. The course includes theoretical-experimental activities aimed at learning the main chemical preparation processes (nanostructured surfaces, nano-particles, etc) and characterization techniques (surface tension, FTIR, impedance spectroscopy, X-ray diffraction, etc) of advanced biomaterials such as titanium and its alloys, biological materials, etc.

20810226 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE

Italiano

Per il completamento del proprio Piano degli Studi, lo studente potrà scegliere tra gli ulteriori insegnamenti offerti a scelta dello studente, oppure insegnamenti offerti nelle altre Lauree Magistrali attive in Ateneo.

Inglese

To complete their Study Plan, students can choose from additional courses offered in this "Laurea Magistrale" (Master's degree) or courses offered in the other active "Laurea Magistrale" degrees (Master's degrees) of this University.

20810016 - CLINICAL ENGINEERING

Italiano

Nel corso verranno presentate le metodologie per la verifica della sicurezza e la verifica della qualità prestazionale della apparecchiature per terapia e diagnostica, oltre ai criteri per l'organizzazione e la gestione di un servizio di manutenzione della apparecchiature medicali, nel contesto del sistema sanitario italiano.

Inglese

The present subject deals with methods for safety and performance quality evaluation of devices for therapy and diagnosis. Moreover, the organization and management of a clinical engineering service will be examined in the perspective of the maintenance of biomedical devices, within the italian health system.

20840085 - DESIGN OF BIOMEDICAL DEVICES

Italiano

L'obiettivo è fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici necessari per affrontare il processo di progettazione di dispositivi medici, dalla fase di concezione iniziale fino allo sviluppo di prototipi funzionali. Il corso si propone inoltre di consentire agli studenti di pianificare e gestire un progetto di sviluppo pre-industrializzazione nel campo dell'ingegneria biomedica, a partire dall'analisi dei requisiti clinici e funzionali fino alla definizione dell'architettura del sistema. A tal fine, gli studenti acquisiranno i fondamenti della progettazione elettronica biomedica, con particolare attenzione alla scelta dei sensori, ai sistemi di acquisizione dei segnali, ai microcontrollori e alle architetture embedded utilizzate per il controllo dei dispositivi e l'elaborazione dei dati.

Inglese

The objective is to provide students with the knowledge and methodological tools necessary to address the process of medical device design, from the initial concept phase to the development of functional prototypes. Also, the course aims at enabling students plan and manage a pre-industrialization development project in the biomedical engineering field, starting from the analysis of clinical and functional requirements up to the definition of the system architecture. To this end, students will gather fundamental aspects of biomedical electronic design, with particular attention to sensor selection, signal acquisition systems, microcontrollers, and embedded architectures used for device control and data processing.

20810552 - ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Italiano

L'obiettivo di questo insegnamento è fornire una solida comprensione dei meccanismi alla base delle interferenze elettromagnetiche, dei concetti fondamentali riguardanti sia le emissioni radiate che condotte, e dei principi fondamentali

della diafonia. Inoltre, l'insegnamento offre le competenze necessarie per comprendere e progettare dispositivi di schermatura e di assorbimento dei campi elettromagnetici, nonché per affrontare le sfide legate alle tecniche di misurazione in questo ambito.

Inglese

The aim of this course is to provide a solid understanding of the mechanisms underlying electromagnetic interference, the fundamental concepts related to both radiated and conducted emissions, and the basic principles of crosstalk. Additionally, the course equips students with the necessary skills to comprehend and design electromagnetic shielding and absorption devices, as well as to tackle challenges associated with measurement techniques in this field.

20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

Italiano

Conoscere le normative e linee guida sull'esposizione ai campi elettromagnetici. Conoscere le principali applicazioni dei campi elettromagnetici per il monitoraggio in remoto dei parametri biometrici e saper progettare antenne e circuiti nell'ambito di Body Area Network. Acquisire competenze sul calcolo dosimetrico dei campi elettromagnetici nei tessuti biologici attraverso tecniche numeriche e simulatori elettromagnetici.

Inglese

To know laws and guidelines on the exposure to electromagnetic fields. To know the main applications of the electromagnetic fields for the remote monitoring of vital parameters and to be able to design antennas and circuits for Body Area Networks. To acquire skills on the dosimetry of electromagnetic fields in biological tissues through numerical techniques and electromagnetic softwares.

20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI

Italiano

L'insegnamento consente allo studente di apprendere e applicare le tecniche di progettazione dei sistemi digitali in generale e di approfondire in particolare gli aspetti che riguardano l'implementazione tramite piattaforme programmabili. Il corso analizza la struttura tipica e la tecnologia dei moderni componenti elettronici programmabili, sviluppa la capacità di progettare un sistema elettronico digitale dalle specifiche fino all'implementazione e alla verifica sperimentale del comportamento, la capacità di redazione di un rapporto tecnico relativo al progetto e alla caratterizzazione di un componente o sistema elettronico digitale.

Inglese

The course allows the students to acquire the knowledge and the ability to apply design techniques for digital systems in general and in particular with programmable platforms. The course analyzes the typical structure and the technology of modern programmable electronic components, develops the ability to design a digital electronic system from specifications to implementation and experimental verification of the behavior, the ability to draft a technical report on the design and characterization of a component or digital electronic system.

20840094 - FISICA MEDICA APPLICATA

Italiano

Applicazioni delle radiazioni ionizzanti nel contesto della medicina nucleare; comprensione dei principi fisici di base nelle tecnologie diagnostiche di imaging; capacità di applicare tali conoscenze per la risoluzione di problemi pratici come l'ottimizzazione della dose al paziente in diagnostica e in radioterapia oncologica.

Inglese

Applications of ionising radiations in nuclear medicine; understanding of the basic physical principles on nuclear imaging techniques; ability to apply this knowledge to solving practical problems such as optimising patient dose in radiation oncology.

20840089 - HUMAN MOVEMENT BIOMECHANICS

Italiano

Saper individuare il modello biomeccanico del corpo umano più adeguato e saper determinarne i parametri geometrici ed inerziali. Conoscere gli strumenti concettuali e matematici utili per rappresentare il movimento umano in realtà virtuale e per descrivere la cinematica articolare. Saper stimare i momenti articolari nonché le forze agenti sui tessuti passivi, duri e molli, e trasmesse dai muscoli durante il movimento. Saper descrivere un atto motorio utilizzando il linguaggio del lavoro meccanico e dell'energia. Conoscere gli strumenti che consentono la misura del movimento umano e delle forze esterne. Conoscere le principali proprietà meccaniche dei tessuti biologici molli e duri nonché i meccanismi che ne regolano l'adattamento funzionale. Conoscere la biomeccanica delle articolazioni umane e della colonna vertebrale. Conoscere la biomeccanica di attività motorie della vita quotidiana quali la deambulazione, salita e discesa di gradini,

alzarsi e sedersi ecc. Avere familiarità con il laboratorio di analisi del movimento e relativi protocolli sperimentali, per scopi clinici e con riferimento allo sport ed all'ergonomia. Conoscere i principi di funzionamento degli ausili per disabili, dei tutori e delle protesi. Saper valutare i rischi a carico dell'apparato locomotore nello sport e sul lavoro. Conoscere le caratteristiche strutturali delle macchine e delle attrezzature per il fitness. Conoscere le proprietà dei materiali utilizzati per le pavimentazioni degli impianti sportivi, delle calzature e degli attrezzi sportivi in relazione ai loro effetti sulla prestazione e sulla sicurezza.

Inglese

Knowing how to identify the biomechanical model of the human body and be able to determine the most appropriate geometric and inertial parameters. Know the conceptual and mathematical tools useful for representing human motion in virtual reality and to describe joint kinematics. Being able to estimate the joint moments and forces acting on the hard and soft passive tissues transmitted by the muscles during movement. Being able to describe a motor act using the language of the mechanical work and energy. Know basic mechanical properties of soft and hard biological tissues. Understanding the biomechanics of human joints and spine. Know the biomechanics of physical activities of daily living such as walking, climb and descent of stairs, getting up and sitting etc.. Know the basic biomechanical principles to describe and evaluate sports paradigmatic gestures (jumping, throwing, hitting). Being familiar with the tools that allow the measurement of human movement and external forces. Be familiar with the laboratory of movement analysis and experimental protocols. Knowing how to assess risks for the locomotor apparatus in sport and at work. Acquiring the ability to design an experimental procedure, based on the use of these instruments and protocols, for clinical purposes or with reference to sport and ergonomics.

20840095 - INGEGNERIA DELLO SPORT

Italiano

Il corso mira a fornire agli studenti strumenti concettuali e metodologici per l'analisi e la progettazione di attrezzature e sistemi impiegati nello sport. L'attenzione è rivolta alla modellazione dell'interazione biomeccanica tra atleta, attrezzo e ambiente e alla comprensione del ruolo di parametri meccanici quali massa, rigidità, smorzamento e geometria nel determinare prestazioni, comfort e sicurezza. Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare principi di meccanica e biomeccanica alla progettazione e alla valutazione ingegneristica di dispositivi sportivi.

Inglese

The course aims to provide students with conceptual and methodological tools for the analysis and design of equipment and systems used in sports. Particular attention is devoted to the modeling of the biomechanical interaction between athlete, equipment, and environment, and to understanding the role of mechanical parameters such as mass, stiffness, damping, and geometry in determining performance, comfort, and safety. By the end of the course, students will be able to apply principles of mechanics and biomechanics to the design and engineering evaluation of sports devices.

20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA

Italiano

Dopo una introduzione agli algoritmi fondamentali dell'Intelligenza Artificiale (IA), verrà mostrato come l'IA sia un potente alleato nella progettazione in campo ingegneristico. Verranno studiate ed indagate diverse applicazioni trasversali dell'Ingegneria: dalla risoluzione e ottimizzazione di modelli matematici e sistemi fisici, all'analisi e classificazione di dati. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di utilizzare tecniche di IA anche senza l'utilizzo di librerie o software specifici.

Inglese

After an introduction to the fundamental algorithms of Artificial Intelligence (AI), it will be shown how AI is a powerful ally in engineering design. Different transversal applications of Engineering will be studied and investigated: from the resolution and optimization of mathematical models and physical systems, to the analysis and classification of data. At the end of the course, students will be able to use AI techniques even without using specific libraries or software.

20840096 - MACCHINE A FLUIDO PER L'ENERGIA BIOMEDICA

Italiano

Il corso ha lo scopo di approfondire i concetti fondamentali della termodinamica e della fluidodinamica e di fornire metodi avanzati per trasferire tali contenuti scientifici in strumenti idonei alla descrizione del funzionamento delle macchine a fluido. Con riferimento all'ambito biomedico, lo studente si confronterà con le principali applicazioni relative a macchine e dispositivi operanti con fluidi reali, anche non newtoniani, e acquisirà la capacità di analizzare macchine e dispositivi per applicazioni biomedicali, tenendo conto delle principali specifiche tecniche.

Inglese

The course aims to examine thermodynamics and fluid dynamics in depth and to provide advanced methods for

describing the operation of fluid machinery and devices in physiological systems. With reference to the biomedical field, students will explore the behaviour of real fluids, including non-Newtonian ones, and will acquire the ability to analyse machines and devices for biomedical applications.

20840086 - MACHINE LEARNING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

Italiano

Acquisire le competenze specifiche sulle tecniche di addestramento automatico per la classificazione e predizione di dati di interesse nell'ambito biomedico e clinico. Essere in grado di applicare tali competenze per la risoluzione di problemi nel settore di riferimento, attraverso l'implementazione su strumenti di calcolo e programmazione.

Inglese

The aim is to let the student acquire specific skills in automatic training techniques for the classification and prediction of data of interest in the biomedical and clinical fields. Also, to let the student be able to apply these skills to solve problems in the relevant sector, through implementation using computational and programming tools.

20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS

Italiano

Presentare il quadro globale delle tecnologie usate in sanità, con specifico riferimento ai sistemi di immagini per la diagnostica e la cura. Fornire gli elementi, anche di tipo statistico, per la gestione dei dati ai fini della diagnosi e della valutazione dei trattamenti.

Inglese

The course aims at: • presenting a comprehensive framework of the technologies commonly used in healthcare, with specific reference to imaging systems, used for diagnostic purposes and for treatment, and • giving the fundamentals for the management of data for the diagnosis and for the assessment of treatments.

20840087 - NEURAL AND REHABILITATION ENGINEERING

Italiano

Acquisire le conoscenze specifiche di teorie, metodi e tecnologie per la comprensione e l'analisi delle funzionalità del sistema nervoso umano. Acquisire le competenze necessarie per lo sviluppo di tecniche, metodi e tecnologie di interesse nell'ambito della riabilitazione, il recupero e l'assistenza in condizioni di disabilità.

Inglese

Acquire specific knowledge of the theories, methods, and technologies for understanding and analyzing the functions of the human nervous system. Acquire the skills necessary for the development of techniques, methods, and technologies relevant to rehabilitation, recovery, and assistance in conditions of disability.

20810613 - PHOTOBIOLOGY

Italiano

Conoscere i fondamenti dell'interazione tra luce e organismi viventi e l'utilizzo biomedico della luce. Far comprendere allo studente i principi della fotosintesi, della fotosintesi, della penetrazione della luce nei tessuti umani, della fluorescenza, della bioluminescenza, della fotosensibilità e degli effetti delle radiazioni ultraviolette. Applicare tali principi per affrontare problemi in ambito biomedico (fotodiagnostica, malattie fotosensibili, fototerapia, terapia fotodinamica e farmaci fotosensibilizzanti).

Inglese

To let the student know the fundamentals of the interactions of light and living organisms and the biomedical use of the light. To let the student understand the principles of photophysics, photosynthesis, penetration of light in human tissues, fluorescence and bioluminescence photosensory, and ultraviolet radiation effects. To let the student learn how to apply such fundamentals to solve problems in the biomedical field (photodiagnosis, photosensitivity diseases, phototherapeutics, photodynamic therapy and photosensitizing drugs).

20810422 - PROVA FINALE DI LAUREA

Italiano

La laurea magistrale si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio. La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei

contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

Inglese

The Master's degree is awarded after passing a final exam, which consists in defending a written report (the Master's thesis) on a work activity developed by the candidate, under the guidance of a supervisor, and possibly of other co-supervisors, of an innovative nature, and concerning aspects of analysis and/or synthesis associated with topics relevant to the learning outcomes of the Master's degree program. The final exam aims to verify the candidate's level of learning of the technical and scientific contents, her/his ability to work independently, and her/his level of organisation, communication and innovation in the analysis and synthesis of complex projects. The activities carried out during the preparation of the thesis work may be performed in the University's laboratories and in companies or research bodies in Italy and abroad.

20840090 - SOLID MECHANICS IN MEDICINE AND BIOLOGY

Italiano

Acquisire una comprensione operativa delle nozioni di tensore degli sforzi e delle deformazioni e la capacità di analizzare i risultati di prove di trazione uniassiale/biassale su bio-materiali. Comprensione dei fenomeni visco-elastici e capacità di utilizzare i corrispondenti modelli reologici. Comprensione delle caratteristiche meccaniche dei tessuti biologici e dei modelli meccanici usati per lo studio del loro comportamento: conoscenza di esempi prototipo quali i tessuti biologici, la pompa cardiaca, le protesi articolari (anca, ginocchio o gomito) e gli stent per quanto riguarda le biostrutture.

Inglese

Acquire a working understanding of stress and strain tensor concepts and the ability to analyze the results of uniaxial/biaxial tensile tests on biomaterials. Understand viscoelastic phenomena and the ability to use the corresponding rheological models. Understanding the mechanical characteristics of biological tissues and the mechanical models used to study their behavior: knowledge of prototype examples such as biological tissues, the cardiac pump, joint prostheses (hip, knee, or elbow), and stents for biostructures.

20840091 - TELEMEDICINE

Italiano

Acquisire conoscenze ingegneristiche di sistema sulle tecnologie di comunicazione dati di tipo wireless per applicazioni di telemedicina. Saper configurare i blocchi funzionali di un sistema complesso di comunicazione, analisi ed elaborazione dei dati. Fornire una panoramica su alcuni sistemi tipici di elaborazione di segnali e immagini per ingegneria biomedica, descrivendo sommariamente concetti metodologici e tecniche di progetto operativi fondamentali.

Inglese

To provide basic system knowledge of wireless data communication technologies for telemedicine applications. To manage the functional blocks of a complex system of data communication, analysis, and processing. To give an overview of some typical signal and image processing methods for biomedical engineering, by a short look at fundamental methodological concepts and basic performing techniques.

20802015 - TIROCINIO

Italiano

Lo studente dovrà svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

Inglese

The Student must carry out a period of training and orientation called internship, aimed at experimenting and developing the technical and methodological skills acquired during the studies, as well as facilitating professional choices, through the direct knowledge of the industrial reality.

DIDATTICA EROGATA 2026/2027

Biomedical Engineering (LM-21 R)

Dipartimento: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA
Codice CdS: 108662

INSEGNAMENTI

Primo anno

Primo semestre

20840115 - BIOMATERIALS (MODULE 1) (- CHEM-06/A - 6 CFU - 48 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ORSINI MONICA	48	Carico didattico	

20840115 - BIOMATERIALS (MODULE 2) (- MEDS-22/A - 3 CFU - 24 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	24	Bando	

20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING (- IINF-02/A - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Mutuazioni:

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20810337 ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING in Biomedical Engineering LM-21 R PONTI CRISTINA	72	

20840094 - FISICA MEDICA APPLICATA (- PHYS-06/A - 6 CFU - 48 ore - ITA)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PLASTINO WOLFANGO	48	Affidamento di incarico retribuito	

20840087 - NEURAL AND REHABILITATION ENGINEERING (- IBIO-01/A - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	72	Bando	

20840091 - TELEMEDICINE (- IINF-03/A - 6 CFU - 48 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GIUNTA GAETANO	48	Carico didattico	

Secondo semestre

20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING (- IBIO-01/A - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CONFORTO SILVIA	72	Carico didattico	

20840085 - DESIGN OF BIOMEDICAL DEVICES (- IBIO-01/A - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BIBBO DANIELE	42	Carico didattico	
BIBBO DANIELE	30	Affidamento di incarico retribuito	

20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI (- IINF-01/A - 9 CFU - 72 ore - ITA)

Curricula: Curriculum unico

Mutuazioni:

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20802093 ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione LM-29 N0 SAVOIA ALESSANDRO STUART	72	

20840095 - INGEGNERIA DELLO SPORT (- IIND-02/A - 9 CFU - 72 ore - ITA)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BOTTA FABIO	72	Affidamento di incarico retribuito	

20840096 - MACCHINE A FLUIDO PER L'INGEGNERIA BIOMEDICA (- IIND-06/A - 9 CFU - 72 ore - ITA)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GIOVANNELLI AMBRA	72	Affidamento di incarico retribuito	

20840086 - MACHINE LEARNING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING (- IBIO-01/A - 6 CFU - 48 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SCHMID MAURIZIO	48	Affidamento di incarico retribuito	

20840090 - SOLID MECHANICS IN MEDICINE AND BIOLOGY (- MATH-04/A - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
TERESI LUCIANO	48	Affidamento di incarico retribuito	
TERESI LUCIANO	24	Carico didattico	

Secondo anno

Primo semestre

20810547 - ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SIGNAL PROCESSING (- ING-INF/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA)

Curricula: Curriculum unico

Mutuazioni:

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20810547 ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SIGNAL PROCESSING in Ingegneria delle Telecomunicazioni LM-27 MAIORANA EMANUELE	72	

20810015 - BIOMECHANICS (- ING-INF/06 - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	72	Bando	

20810016 - CLINICAL ENGINEERING (- ING-IND/12 - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SCORZA ANDREA	32	Carico didattico	
SCIUTO SALVATORE ANDREA	24	Carico didattico	
FIORI GIORGIA	16	Carico didattico	

20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING (- ING-INF/02 - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PONTI CRISTINA	72	Carico didattico	

20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS (- ING-INF/06 - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SCHMID MAURIZIO	48	Carico didattico	
SCHMID MAURIZIO	24	Affidamento a titolo gratuito	

Secondo semestre

20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS (- ING-INF/02 - 9 CFU - 72 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Mutuazioni:

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20810338 ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS in Ingegneria delle Telecomunicazioni LM-27 BILOTTI FILIBERTO	72	

20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI (- ING-INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA)

Curricula: Curriculum unico

Mutuazioni:

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20802093 ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione LM-29 N0 SAVOIA ALESSANDRO STUART	72	

20810402 - EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS (- CHIM/07 - 9 CFU - 63 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
DE SANTIS SERENA	54	Affidamento di incarico retribuito	
DE SANTIS SERENA	9	Carico didattico	

20810397 - PHOTOBIOLOGY (- BIO/19,ING-INF/06 - 9 CFU - 63 ore - ENG)

Curricula: Curriculum unico

Docenti:

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LUCIDI MASSIMILIANO	32	Affidamento di incarico retribuito	
Da assegnare	21	Bando	
LUCIDI MASSIMILIANO	10	Carico didattico	

INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica
BIBBO DANIELE	72	Carico didattico	42	20840085 - DESIGN OF BIOMEDICAL DEVICES
		Affidamento di incarico retribuito	30	20840085 - DESIGN OF BIOMEDICAL DEVICES
BOTTA FABIO	72	Affidamento di incarico retribuito	72	20840095 - INGEGNERIA DELLO SPORT
CONFORTO SILVIA	72	Carico didattico	72	20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING
DE SANTIS SERENA	63	Affidamento di incarico retribuito	54	20810402 - EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS
		Carico didattico	9	20810402 - EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS
FIORI GIORGIA	16	Carico didattico	16	20810016 - CLINICAL ENGINEERING
GIOVANNELLI AMBRA	72	Affidamento di incarico retribuito	72	20840096 - MACCHINE A FLUIDO PER L'INGEGNERIA BIOMEDICA
GIUNTA GAETANO	48	Carico didattico	48	20840091 - TELEMEDICINE
LUCIDI MASSIMILIANO	42	Carico didattico	10	20810397 - PHOTOBIOLOGY
		Affidamento di incarico retribuito	32	20810397 - PHOTOBIOLOGY
		Carico didattico	10	20810397 - PHOTOBIOLOGY
		Affidamento di incarico retribuito	32	20810397 - PHOTOBIOLOGY
ORSINI MONICA	48	Carico didattico	48	20840115 - BIOMATERIALS
PLASTINO WOLFANGO	48	Affidamento di incarico retribuito	48	20840094 - FISICA MEDICA APPLICATA
PONTI CRISTINA	72	Carico didattico	72	20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING
SCHMID MAURIZIO	120	Affidamento di incarico retribuito	48	20840086 - MACHINE LEARNING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING
		Carico didattico	48	20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS
		Affidamento a titolo gratuito	24	20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS
SCIUTO SALVATORE ANDREA	24	Carico didattico	24	20810016 - CLINICAL ENGINEERING
SCORZA ANDREA	32	Carico didattico	32	20810016 - CLINICAL ENGINEERING
TERESI LUCIANO	72	Carico didattico	24	20840090 - SOLID MECHANICS IN MEDICINE AND BIOLOGY
		Affidamento di incarico retribuito	48	20840090 - SOLID MECHANICS IN MEDICINE AND BIOLOGY
DOCENTE NON DEFINITO	189	Bando	24	20840115 - BIOMATERIALS
		Bando	72	20810015 - BIOMECHANICS
		Bando	72	20840087 - NEURAL AND REHABILITATION ENGINEERING
		Bando	21	20810397 - PHOTOBIOLOGY
Totale ore	1062			

CONTENUTI DIDATTICI

20840115 - BIOMATERIALS

(BIOMATERIALS (MODULE 1))

Docente: ORSINI MONICA

Italiano

Prerequisiti

Conoscenze di base di chimica e fisica.

Programma

1. Introduzione Storia dei biomateriali. Definizione di biomateriale. Biocompatibilità. Sterilizzazione e prevenzione delle infezioni. Classificazione dei biomateriali. 2. Proprietà dei materiali Proprietà meccaniche: modulo di Young; curve sforzo–deformazione di diversi tipi di materiali. Cedimento per fatica dinamica. Viscoelasticità. Durezza. Proprietà termiche. 3. Chimica organica Origini della chimica organica. Principi della struttura atomica. Formazione dei legami: regola dell'ottetto. Legami ionici e covalenti. Elettronegatività e polarità dei legami. Strutture di Lewis. Legami multipli. Risonanza. Legami π . Ibridazione e geometria. Rotazione dei legami. Struttura e proprietà degli idrocarburi: alcani, alcheni, alchini e idrocarburi aromatici. Forze intermolecolari. Gruppi funzionali. Struttura e proprietà dei composti organici: composti alogenati, alcoli, tioli, eteri, ammine, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici. Acidi e basi di Brønsted–Lowry. Reazioni di condensazione tra acidi e alcoli: esteri. Reazioni di condensazione tra acidi carbossilici e ammoniaca o ammine: ammidi. Stereochimica. 4. Polimeri Definizione. Classificazione dei polimeri. Caratteristiche e proprietà dei materiali polimerici: grado di polimerizzazione, peso molecolare, grado di polidispersione, grado di reticolazione, temperatura di transizione vetrosa, temperatura di fusione. Polimeri da condensazione: poliammidi, poliesteri, poliuretani. Svantaggi dei polimeri da condensazione. Polimeri da addizione: policlورو di vinile (PVC), polimetacrilato (PMA), polimetilmetacrilato (PMMA), idrogel, Teflon (PTFE). Stereochimica dei polimeri. Stato fisico dei polimeri: polimeri cristallini, semicristallini e amorfi. Fibre. Elastomeri: gomma naturale, gomme sintetiche, siliconi. Comportamento dei polimeri in funzione della temperatura: polimeri termoplastici e termoindurenti. Polimeri termoplastici ad alta resistenza: poliacetali, polisolfoni, policarbonati. Polimeri biodegradabili. 5. Biomateriali metallici Struttura, proprietà e applicazioni. Tipi e composizione degli acciai inossidabili. Leghe a base di cobalto: CoCrMo e CoNiCrMo. Titanio e leghe di titanio (Ti6Al4V). Leghe a memoria di forma: Ni–Ti. Corrosione degli impianti metallici. 6. Biomateriali ceramici Proprietà fisiche. Sinterizzazione. Utilizzo dei materiali ceramici. Ceramiche bioinerti: allumina, zirconia e carbonio pirolitico. Ceramiche bioattive: idrossiapatite (HA), biovetri e vetroceramiche. Ceramiche biorassorbibili: fosfato tricalcico (TCP). 7. Protesi d'anca Caratteristiche delle protesi d'anca e biomateriali utilizzati. Protesi cementate e non cementate. Stress-shielding. Cemento osseo. 8. Valvole cardiache impiantabili Funzioni del cuore e delle valvole cardiache naturali. Patologie valvolari cardiache. Valvole meccaniche: a gabbia e sfera, monodisco e bidisco. Valvole bioprotesiche: valvole porcine, valvole pericardiche, bioprotesi senza stent e bioprotesi percutanee. Scelta della protesi ottimale per il singolo paziente. 9. Protesi vascolari Patologie arteriose: stenosi e aneurismi. Caratteristiche ideali di un graft vascolare. Impianti di origine biologica e sintetica. Materiali utilizzati negli impianti sintetici. Porosità/permeabilità e compliance delle protesi vascolari sintetiche. 10. Impianti oftalmici Lenti a contatto e lenti intraoculari. Proprietà generali dei materiali per lenti a contatto. Lenti rigide. Lenti morbide. Lenti biomimetiche. Materiali utilizzati per le lenti intraoculari. 11. Risposta tissutale agli impianti Risposta cellulare agli impianti: ceramiche, metalli e polimeri. Effetti sistemici degli impianti. Compatibilità ematica. 12. Metodi di sterilizzazione dei biomateriali Panoramica delle principali tecniche di sterilizzazione utilizzate nelle applicazioni biomediche, incluse sterilizzazione a vapore, ossido di etilene, irradiazione gamma, fascio di elettroni, ozono e sterilizzazione con perossido di idrogeno. Verranno discussi i principi di funzionamento, i vantaggi, i limiti e gli effetti sulle proprietà dei biomateriali e sulla biocompatibilità. 13. Modificazione superficiale dei biomateriali Rivestimenti covalenti: trattamento al plasma, deposizione chimica da vapore (CVD), deposizione fisica da vapore (PVD), grafting mediante radiazione/fotografting, monostrati autoassemblati (SAM), grafting chimico, modificazione biologica (immobilizzazione di biomolecole). Rivestimenti non covalenti: coating in soluzione, film di Langmuir-Blodgett, additivi modificanti la superficie. Metodi di modificazione superficiale senza rivestimento: impiantazione ionica, trattamento al plasma, coating di conversione. Patterning superficiale. 14. Tecniche di caratterizzazione dei materiali Spettroscopia FT-IR, spettroscopia Raman, microscopia elettronica: SEM e TEM, spettroscopia fotoelettronica a raggi X (XPS). 15. Ingegneria tissutale Principi di base e applicazioni dell'ingegneria tissutale. Caratteristiche degli scaffold.

Testi

ppunti e slide delle lezioni forniti dal docente, articoli scientifici e testi di riferimento consigliati durante il corso.

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Il corso sarà svolto mediante didattica frontale con lezioni in aula supportate da materiale didattico multimediale e discussione di casi applicativi nel campo dei biomateriali.

Modalità di valutazione

La valutazione prevede una prova scritta e una prova orale finalizzate ad accertare la conoscenza degli argomenti trattati durante il corso. È inoltre prevista la realizzazione e presentazione di un progetto/seminario su uno specifico argomento del corso scelto autonomamente dallo studente.

English

Prerequisites

Basic knowledge of chemistry and physics.

Programme

1. Introduction History of biomaterials. Definition of biomaterials. Biocompatibility. Sterilization, prevention of infection. Classification of Biomaterials 2. Material properties Mechanical properties: Young's modulus; Stress–strain curves of different types of materials. Dynamic fatigue failure. Viscoelasticity. Hardness. Thermal Properties. 3. Organic Chemistry The Origins of Organic Chemistry. Principles of Atomic Structure. Bond Formation: The Octet Rule. Ionic and covalent Bonding. Electronegativity and Bond Polarity. Lewis

Structures. Multiple Bonding. Resonance. Pi Bonding. Hybridization and geometry. Bond rotation. Structure and properties of Hydrocarbons: alkanes, alkenes, alkynes and aromatic hydrocarbons. Intermolecular Forces. Functional groups. Structure and properties of organic compounds: Halogenated compounds; Alcohols; Thiols; Ethers; Amines; Aldehydes; Ketones; Carboxylic acids. Brønsted–Lowry Acids and Bases. Condensation reaction of Acids with Alcohols: Esters. Condensation reaction of carboxylic acid and ammonia or an amine: Amides. Stereochemistry. 4. Polymers Definition. Classification of polymers. Characteristics and properties of polymeric materials: Degree of Polymerization; Molecular Weight; Degree of Polydispersity; Reticulation degree; Glass transition temperature; Melting temperature. Condensation polymers: Polyamides; Polyesters; Polyurethanes. Disadvantages of condensation polymers. Addition Polymers: Polyvinyl Chloride (PVC); polymethacrylate (PMA); Polymethyl methacrylate (PMMA); Hydrogels; Teflon (TFPE). Stereochemistry of polymers. The physical state of the polymers: Crystalline Polymers, Semi-Crystalline Polymers, Amorphous Polymers. Fibers. Elastomers: Natural Rubber, Synthetic rubbers, Silicones. Behavior of polymers as a function of temperature: thermoplastic polymers, thermosetting polymers. Thermoplastic polymers with high resistance: Polyacetals, Polysulfones, Polycarbonates. Biodegradable polymers. 5. Metallic biomaterials Structure, Properties and Applications. Types and Composition of Stainless Steels. Cobalt-based alloys: CoCrMo and CoNiCrMo alloy. Ti and Ti-based alloys (Ti6Al4V). Shape–memory alloys: Ni–Ti alloy. Corrosion of metallic implants. 6. Ceramic biomaterials Physical Properties. Sintering. Use of ceramic materials. Bioinert ceramics: alumina, zirconia and pyrolytic carbon. Bioactive ceramics: hydroxyapatite (HA), bioglasses or glass-ceramics. bioresorbable ceramics: tricalcium phosphate (TCP). 7. Hip prostheses Characteristics of hip prostheses and biomaterials used. Cementless and Cemented hip prostheses. Stress-shielding. Bone cement. 8. Heart Valve Implants The Functions of the Heart and natural Heart valves. Valvular heart disease. Mechanical valves: Caged ball valve, Monoleaflet mechanical valve, Bileaflet mechanical valve. Bioprosthetic valves: Porcine bioprosthetic valves, Pericardial bioprosthetic valves, Stentless Bioprostheses, Percutaneous Bioprostheses. Selecting the Optimal Prosthesis in the Individual Patient. 9. Vascular Prostheses Arterial disease: stenosis and aneurysm. Ideal characteristics of a graft. Implants of biological origin and implants of synthetic origin. Materials used in synthetic Implants. Porosity/permeability and Compliance of synthetic vascular prostheses. 10. Ophthalmic implants Contact lenses and intraocular lenses. General Properties of Materials of Relevance to Contact Lenses. Hard contact lenses. Soft contact lenses. Biomimetic lenses. Materials used for intraocular lenses. 11. Tissue response to implants Cellular Response to Implants: Ceramics, metals and polymers. Systemic Effects by Implants. Blood Compatibility. 12. Sterilization methods for biomaterials: Overview of the main sterilization techniques used in biomedical applications, including steam sterilization, ethylene oxide, gamma irradiation, electron beam, ozone, and hydrogen peroxide sterilization. Principles of action, advantages, limitations, and effects on biomaterial properties and biocompatibility will be discussed. 13. Surface modification of biomaterials Covalent coatings: Plasma treatment, Chemical vapor deposition (CVD), Physical vapor deposition (PVD), Radiation grafting/photografting, Self-assembled monolayer (SAM), Chemical grafting, Biological modification (biomolecule immobilization). Noncovalent coatings: Solution coatings, Langmuir-Blodgett films, Surface-modifying additives. Surface modification methods with no overcoat: Ion beam implantation, Plasma treatment, Conversion coatings. Patterning. 14. Material characterization techniques FT-IR Spectroscopy, Raman Spectroscopy, Electron Microscopy: SEM and TEM, XPS X-Ray Photoelectron Spectroscopy. 15. Tissue engineering Basic principles and applications of Tissue engineering. Characteristics of scaffolds.

Reference books

Lecture notes and slides provided by the instructor, scientific articles, and reference textbooks recommended during the course.

Reference bibliography

-

Study modes

-

Exam modes

-

20810012 - BIOMEDICAL DATA PROCESSING

Docente: CONFORTO SILVIA

Italiano

Prerequisiti

Elementi di elaborazione numerica dei segnali, equazioni integro-differenziali.

Programma

Introduzione al corso. Segnali biomedici: Elettroencefalografia (EEG), Elettromiografia (EMG), Elettrocardiografia (ECG). Elementi di base di elaborazione dei segnali: rappresentazione nel dominio della frequenza, filtraggio, rimozione di rumore ed artefatti. Stima spettrale: approcci di tipo parametrico e non-parametrico. Analisi tempo-frequenza: Short Time Fourier Transform e lo Spettrogramma, Wavelet e lo Scalogramma. Esercitazioni in Matlab.

Testi

L. Sornmo, P. Laguna. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Elsevier Academic Press. 2005. Materiale on-line (appunti, esercizi, soluzioni. Download da Moodle).

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Tradizionale

Modalità di valutazione

Prova orale, prova pratica

English

Prerequisites

Programme

Introduction to the course. Biomedical signals: Electroencephalography (EEG), Electromyography (EMG), Electrocardiography (ECG). Basic Elements of Signal Processing: representation in the Fourier domain, filtering, artifacts and noise rejection. Spectral estimation: non-parametric and parametric techniques. Time-frequency analysis: Short Time Fourier Transform and Spectrogram, Wavelet and Scalogram. Matlab Labs.

Reference books

L. Sornmo, P. Laguna. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Elsevier Academic Press. 2005. Materials on-line (notes, exercises, solutions. Download from Moodle).

Reference bibliography

-

Study modes

Traditional

Exam modes

-

20810016 - CLINICAL ENGINEERING

Docente: FIORI GIORGIA

Italiano

Prerequisiti

Nessun prerequisito

Programma

Introduzione al corso. Richiami di metrologia generale. Fondamenti di statistica applicata alle misure per la diagnostica clinica. Analisi delle principali grandezze fisiche rilevate dalla strumentazione biomedica e dei relativi sistemi di misura. Cenni sulle misure per la diagnostica clinica. Caratteristiche della strumentazione terapeutica e diagnostica e metodologie per la loro verifica. Misura della pressione sanguigna. Misure dei parametri caratteristici della meccanica polmonare. Macchine per anestesia e ventilatori polmonari. Strumentazione ad ultrasuoni per la diagnostica clinica: A-mode, B-mode, Doppler. Cenni sulle principali apparecchiature di diagnostica per immagini e criteri di valutazione della qualità. Richiami sui principali impianti. Metodologie per il collaudo della strumentazione biomedica e degli impianti, verifiche della qualità prestazionale. Criteri per la gestione della manutenzione del parco di apparecchiature. Criteri di massima per l'organizzazione di un servizio di ingegneria clinica.

Testi

• APPUNTI DISTRIBUITI DAL DOCENTE. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 1", SPRINGER-VERLAG ITALIA, 2000. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 2", SPRINGER-VERLAG ITALIA, 2008. • J.G. WEBSTER "MEDICAL INSTRUMENTATION:APPLICATION AND DESIGN", ED. WILEY AND SONS.

Bibliografia di riferimento

Eventuale bibliografia di riferimento verrà indicata durante le lezioni.

Modalità erogazione

Lezioni frontali, in presenza.

Modalità di valutazione

Il colloquio orale, oltre alla discussione di argomenti affrontati in aula, può prevedere lo svolgimento di qualche piccolo esercizio applicativo.

English

Prerequisites

No prerequisite is required

Programme

Introduction to the course. Review of metrology. Fundamentals of statistics for diagnostic measurements. Main physical quantities in biomedical equipment and measurement systems. An overview of measurements for diagnostics. Characterization and testing of medical instruments for diagnosis and therapy. Principles and techniques of blood pressure measurement. Measurements for mechanical ventilation characterization and testing. Respiratory mechanics and diagnostic instruments. Basics of anesthesia delivery systems. Pulmonary ventilators. Diagnostic ultrasound physics and instrumentation: A-mode, B-mode, Doppler ultrasound. An overview of diagnostic imaging systems in hospitals and quality assurance programs. An overview of systems and installations in hospitals. Test methods for biomedical equipment and installations, audits for quality assurance. Management and maintenance criteria of the medical equipment. General criteria for the organization of a clinical engineering department.

Reference books

• NOTES AND PRESENTATIONS FROM THE COURSE. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 1", SPRINGER-VERLAG ITALIA, 2000. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 2", SPRINGER-VERLAG ITALIA, 2008. • J.G. WEBSTER "MEDICAL INSTRUMENTATION:APPLICATION AND DESIGN", ED. WILEY AND SONS.

Reference bibliography

Any reference bibliography will be indicated during class lectures.

Study modes

Frontal teaching.

Exam modes

-

20810016 - CLINICAL ENGINEERING

Docente: SCORZA ANDREA

Italiano

Prerequisiti

Conoscenza dei fondamenti della Fisica di base, dell'Analisi matematica e della Geometria, dell'Elettrotecnica e dell'Elettronica.

Programma

Introduzione al corso. Richiami di metrologia generale. Fondamenti di statistica applicata alle misure per la diagnostica clinica. Analisi delle principali grandezze fisiche rilevate dalla strumentazione biomedica e dei relativi sistemi di misura. Cenni sulle misure per la diagnostica clinica. Caratteristiche della strumentazione terapeutica e diagnostica e metodologie per la loro verifica. Misura della pressione sanguigna. Misure dei parametri caratteristici della meccanica polmonare. Macchine per anestesia e ventilatori polmonari. Strumentazione ad ultrasuoni per la diagnostica clinica: A-mode, B-mode, Doppler. Cenni sulle principali apparecchiature di diagnostica per immagini e criteri di valutazione della qualità. Richiami sui principali impianti. Metodologie per il collaudo della strumentazione biomedica e degli impianti; verifiche della qualità prestazionale. Criteri per la gestione della manutenzione del parco di apparecchiature. Criteri di massima per l'organizzazione di un servizio di ingegneria clinica.

Testi

• APPUNTI DISTRIBUITI DAL DOCENTE. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 1", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2000. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 2", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2008. • J.G. WEBSTER "MEDICAL INSTRUMENTATION:APPLICATION AND DESIGN", ED. WILEY AND SONS.

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Lezioni frontali, in presenza.

Modalità di valutazione

Il colloquio orale, oltre alla discussione di argomenti affrontati in aula, può prevedere lo svolgimento di qualche piccolo esercizio applicativo.

English

Prerequisites

Recommended preparation: Physics (Mechanics, Fluids, Waves, Thermodynamics, Optics, Electricity and Magnetism), Mathematical Analysis and Geometry, Basics of Electrotechnics and Electronics

Programme

Introduction to the course. Review of metrology. Fundamentals of statistics for diagnostic measurements. Main physical quantities in biomedical equipment and measurement systems. An overview of measurements for diagnostics. Characterisation and testing of medical instruments for diagnosis and therapy. Principles and techniques of blood pressure measurement. Measurements for mechanical ventilation characterization and testing. Respiratory mechanics and diagnostic instruments. Basics of anesthesia delivery systems. Pulmonary ventilators. Diagnostic ultrasound physics and instrumentation: A-mode, B-mode, Doppler ultrasound. An overview on diagnostic imaging systems in hospitals and quality assurance programs. An overview on systems and installations in hospitals. Test methods for biomedical equipment and installations, audits for quality assurance. Management and maintenance criteria of the medical equipment. General criteria for the organization of a clinical engineering department.

Reference books

• NOTES AND PRESENTATIONS FROM THE COURSE. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 1", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2000. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 2", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2008. • J.G. WEBSTER "MEDICAL INSTRUMENTATION:APPLICATION AND DESIGN", ED. WILEY AND SONS.

Reference bibliography

-

Study modes

Frontal teaching.

Exam modes

-

20810016 - CLINICAL ENGINEERING

Docente: SCIUTO SALVATORE ANDREA

Italiano

Prerequisiti

Conoscenze derivanti dai precedenti corsi nell'ambito dell'ingegneria biomedica, dell'elettronica, degli scambi di calore, dell'analisi strutturale e della fisica.

Programma

Introduzione al corso. Richiami di metrologia generale. Analisi delle principali grandezze fisiche rilevate dalla strumentazione biomedica e dei relativi sistemi di misura. Cenni sulle misure per la diagnostica clinica. Richiami di biologia cellulare. Caratteristiche della strumentazione terapeutica e diagnostica e metodologie per la loro verifica. Strumentazione di sala operatoria e terapia intensiva. Misura della pressione sanguigna. Pompe per infusione. Misure dei parametri caratteristici della meccanica polmonare. Macchine per anestesia e ventilatori polmonari. Elettrobisturi e bisturi ad ultrasuoni. Sistemi per circolazione extracorporea. Cenni sulle principali apparecchiature di diagnostica per immagini e criteri di valutazione della qualità. Richiami sui principali impianti. Metodologie per il collaudo della strumentazione biomedica e degli impianti; verifiche della qualità prestazionale. Criteri per la gestione della manutenzione del parco di apparecchiature. Criteri di massima per l'organizzazione di un servizio di ingegneria clinica.

Testi

• APPUNTI DISTRIBUITI DAL DOCENTE. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 1", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2000. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 2", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2008. • J.G. WEBSTER "MEDICAL INSTRUMENTATION:APPLICATION AND DESIGN", ED. WILEY AND SONS.

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Lezioni in aula ed eventualmente su piattaforma Teams. Esercitazioni teoriche e sperimentali. Diffusione del materiale didattico attraverso piattaforma Moodle. Discussione del materiale didattico e di argomenti trattati in presenza e su piattaforma Teams.

Modalità di valutazione

Esame orale. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare, gli esami saranno svolti secondo quanto previsto nell'art. 1 del D.R. n. 703/2020 del 5/05/2020 (colloquio orale) incluse le possibilità di cui all' art. 2 comma 3 del medesimo D.R., vale a dire "L'esame orale, che è comunque determinante per l'attribuzione della valutazione finale, può tenere conto di una o più prove scritte o pratiche, quali elaborati progettuali, tesine etc., realizzate preliminarmente allo svolgimento del colloquio orale.", intendendo che tale prova potrà circostanziarsi con uno o più esercizi scritti, da svolgersi "in diretta" prima dell'inizio del colloquio orale, che potrà anche esso essere accompagnato dal disegno di schemi, dalla spiegazione scritta di formule, dallo svolgimento di esercizi ed elaborazioni, ecc..

English

Prerequisites

Knowledge from previous courses in biomedical engineering, electronics, heat exchanges, structural analysis and physics.

Programme

Introduction to the course. Review of metrology. Main physical quantities in biomedical equipment and measurement systems. An overview of measurements for diagnostics. Fundamentals of cell biology. Characterisation and testing of medical instruments for diagnosis and therapy. Equipment for operating room and intensive care. Principles and techniques of blood pressure measurement. Medical infusion pumps. Measurements for mechanical ventilation characterization and testing. Respiratory mechanics and diagnostic instruments. Basics of anesthesia delivery systems. Pulmonary ventilators. Ultrasonic and electrosurgical devices. Systems for extracorporeal circulation. An overview on diagnostic imaging systems in hospitals and quality assurance programs. An overview on systems and installations in hospitals. Test methods for biomedical equipment and installations, audits for quality assurance. Management and maintenance criteria of the medical equipment. General criteria for the organization of a clinical engineering department.

Reference books

• NOTES AND PRESENTATIONS FROM THE COURSE. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 1", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2000. • FRANCESCO PAOLO BRANCA "FONDAMENTI DI INGEGNERIA CLINICA - VOL. 2", SPRINGER-VERLAG ITALIA 2008. • J.G. WEBSTER "MEDICAL INSTRUMENTATION:APPLICATION AND DESIGN", ED. WILEY AND SONS.

Reference bibliography

-

Study modes

Class lectures in presence and in some cases broadcasted on Teams. Theoretical and experimental exercises. Dissemination of educational material by Moodle platform. Discussion of teaching material and topics in presence and on Microsoft Teams.

Exam modes

-

20840085 - DESIGN OF BIOMEDICAL DEVICES

Docente: BIBBO DANIELE

Italiano

Prerequisiti

Formazione sugli elementi generali della Bioingegneria e dell'utilizzo della strumentazione di base di un laboratorio di Bioingegneria

Programma

L'obiettivo complessivo del corso è fornire agli studenti una visione integrata e interdisciplinare del processo di progettazione dei dispositivi medici, mettendoli in grado di comprendere e affrontare le principali sfide tecniche, metodologiche e applicative tipiche dello sviluppo di tecnologie biomedicali innovative. Il programma prevede lo sviluppo dei seguenti argomenti: • L'idea progettuale, dal problema all'ideazione di possibili progetti e criteri di scelta tra diverse soluzioni. • Principi base per la prototipazione e la realizzazione di una proof-of-concept • Sviluppo delle interfacce software e dei sistemi di comunicazione necessari per la gestione del dispositivo e per l'interazione con l'utente o con sistemi esterni. • Protocolli di trasmissione dei dati, con riferimento alle tecnologie comunemente impiegate anche nei dispositivi medici portatili e indossabili. • Tecniche di pre-elaborazione dei segnali in remoto o direttamente a bordo del dispositivo (on-board processing) con attenzione particolare alla riduzione del rumore, la compressione dei dati e l'ottimizzazione del consumo energetico. • Cenni di strumenti e metodologie di "digital manufacturing" per i dispositivi biomedicali: prototipazione rapida, la stampa 3D e l'integrazione tra progettazione elettronica, modellazione CAD e fabbricazione digitale • Ciclo di sviluppo e test dei dispositivi. • Elementi normativi necessari alla progettazione e alla validazione di specifici dispositivi presi come casi di studio: requisiti regolatori e influenza sulle scelte progettuali. • Documentazione tecnica e le procedure di verifica. • Il trasferimento tecnologico e la valorizzazione industriale delle soluzioni sviluppate: protezione della proprietà intellettuale, le strategie di brevettazione e principali problematiche associate al passaggio dal prototipo alla produzione.

Testi

-BRONZINO - BIOMEDICAL ENGINEERING HANDBOOK, TAYLOR AND FRANCIS GROUP -Materiale fornito dal docente sulla piattaforme istituzionali di sharing

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Il corso prevede lezioni di didattica frontale in aula accompagnate da attività di progettazione guidate dal docente.

Modalità di valutazione

Prova scritta e/o orale con verifica delle competenze sulle attività progettuali.

English

Prerequisites

Training on the general elements of bioengineering and the use of basic instrumentation in a bioengineering laboratory

Programme

The overall objective of the course is to provide students with an integrated and interdisciplinary vision of the medical device design process, enabling them to understand and address the key technical, methodological, and applicative challenges inherent in the development of innovative biomedical technologies. The program covers the following topics: • The design concept, from the problem to the conception of possible designs and criteria for choosing between different solutions. • Basic principles for prototyping and creating a proof-of-concept. • Development of software interfaces and communication systems required for device management and interaction with the user or external systems. • Data transmission protocols, with reference to technologies commonly used in portable and wearable medical devices. • Signal pre-processing techniques, either remotely or directly on the device (on-board processing), with particular attention to noise reduction, data compression, and energy consumption optimization. • Overview of digital manufacturing tools and methodologies for biomedical devices: rapid prototyping, 3D printing, and the integration of electronic design, CAD modeling, and digital manufacturing. • Device development and testing cycle. • Regulatory elements necessary for the design and validation of specific devices used as case studies: regulatory requirements and their influence on design choices. • Technical documentation and verification procedures. • Technology transfer and industrial exploitation of developed solutions: intellectual property protection, patenting strategies, and main issues associated with the transition from prototype to production.

Reference books

-BRONZINO - BIOMEDICAL ENGINEERING HANDBOOK, TAYLOR AND FRANCIS GROUP -Materials provided by the teacher on institutional sharing platforms

Reference bibliography

-

Study modes

The course includes classroom lectures accompanied by design activities led by the teacher.

Exam modes

-

20810337 - ELECTROMAGNETISM FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

Docente: PONTI CRISTINA

Italiano

Prerequisiti

Conoscenza dei contenuti dei corsi di Fisica, in particolare dell'elettromagnetismo. Conoscenza dei contenuti del corso di Campi elettromagnetici.

Programma

Parte I – Normative e prevenzione dei rischi da radiazioni non ionizzanti e ionizzanti Radiazioni non ionizzanti: campi elettromagnetici e radiazione ottiche coerenti e non coerenti. Studi e linee guida IRCNIP e OMS per l'esposizione ai campi elettromagnetici. Direttive europee e legislazione nazionale. Sorgenti di campi elettromagnetici di bassa frequenza: elettrodotti, apparecchiature biomediche, apparecchiature elettriche. Limiti di esposizione per sorgenti di bassa frequenza. Campi elettromagnetici a radiofrequenza. Apparecchiature biomediche a radiofrequenza. Dosimetria dei campi elettromagnetici e valutazione del rischio in ambienti di lavoro e sanità. Radiazioni ionizzanti. Direttive Euratom e legislazione nazionale per la radioprotezione dalle radiazioni ionizzanti. Parte II – Applicazioni di sensori elettromagnetici in telemedicina Applicazioni cliniche dei campi elettromagnetici per il monitoraggio a distanza dei parametri vitali di pazienti mediante Body Area Network (BAN) ed Implanted Body Area Network (IBAN) e Personal Area Network (PAN). Standard IEEE e caratteristiche delle trasmissioni. Propagazione e sensori per comunicazioni on-body, in-body ed off-body. Applicazioni al monitoraggio di parametri fisiologici di pazienti: insulina, frequenza cardiaca, pressione, temperatura corporea. Sensori e circuiti per sistemi indossabili. Materiali e tecniche di realizzazione di sensori su tessuti. Sensori e circuiti per sistemi impiantabili. Compatibilità tra sensori indossabili e mezzi biologici. Parte III – Modellistica dei campi elettromagnetici per dosimetria ed imaging Tecniche per la valutazione dosimetrica ed il calcolo del SAR nei tessuti biologici. Modelli antropomorfi per la dosimetria numerica dei campi elettromagnetici. Tecniche di dosimetria sperimentale su fantocci. Standard IEEE 62209-1528. Utilizzo di software commerciale per la simulazione elettromagnetica delle proprietà radiative dei sensori e per valutazioni dosimetriche di interazione bioelettromagnetica tra sensori e tessuti biologici. Imaging a microonde per la diagnostica non invasiva di neoplasie. Applicazioni di breast cancer imaging e brain imaging.

Testi

Dispense fornite dal Docente. Douglas H. Werner (Editor), Zhi Hao Jiang (Editor), "Electromagnetics of Body Area Networks: Antennas, Propagation, and RF Systems", Wiley IEEE-press, ISBN: 978-1-119-02946-5

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Testi da definire

Modalità di valutazione

Prova orale

English

Prerequisites

Knowledge of the courses of physics, in particular the topics relevant to electromagnetic fields. Knowledge of the course of Electromagnetic Fields, and in particular of the topics: plane waves, refraction and reflection of plane waves, electromagnetic radiation, guided field theory.

Programme

Part I – Legislation and prevention against risk of non-ionizing and ionizing radiations Non-ionizing radiations: electromagnetic fields and coherent and not-coherent optical radiations. Studies and regulations by ICNIRP and OMS on the exposure to electromagnetic fields. European directives and national legislation. Sources of low-frequency electromagnetic fields: power lines, biomedical equipment, electrical equipment. Limits of exposure to low-frequency sources. Electromagnetic fields in radio-frequency range. Radio-frequency biomedical equipment. Dosimetry of electromagnetic fields and evaluation of occupational risks of exposure in work environments and healthcare. Evaluation and risk management. Ionizing radiations: Euratom directives and national legislation for radioprotection against ionizing radiations. Medical risk of exposure for diagnostic and radiotherapy treatments. Part II – Applications of electromagnetic sensors in telemedicine Clinical applications of electromagnetic fields for remote monitoring of vital parameters of patients through Body Area Network (BAN), Implanted Body Area Network (IBAN), and Personal Area Network (PAN). IEEE Standards and properties of transmissions. Propagation and sensors for on-body, in-body, and off-body communications. Applications to the healthcare monitoring of physiological parameters of patients: insulin, heart rate, blood pressure, body temperature. Sensors and circuits for wearable systems. Materials and techniques of realization of sensors on textiles. Sensors and circuits for implantable systems. Compatibility between implantable sensors and biological tissues. Part III – Modelling of electromagnetic fields in dosimetry and imaging Techniques for dosimetric evaluations and SAR calculation in biological tissues. Antropomorphic models for the numerical dosimetry of the electromagnetic fields. Experimental dosimetry on phantoms. IEEE Standard 62209-1528. Use of electromagnetic software for the electromagnetic modelling of radiative properties of sensors, and for the dosimetry of bioelectromagnetic interaction among sensors and biological tissues. Microwave imaging for non-invasive diagnostic of cancer. Applications of breast-cancer imaging and brain imaging.

Reference books

Dispense fornite dal docente. Douglas H. Werner (Editor), Zhi Hao Jiang (Editor), "Electromagnetics of Body Area Networks: Antennas, Propagation, and RF Systems", Wiley IEEE-press, ISBN: 978-1-119-02946-5

Reference bibliography

-

Study modes

-

Exam modes

20810402 - EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS

Docente: DE SANTIS SERENA

Italiano

Prerequisiti

Conoscenze basilari di Chimica e Biomateriali

Programma

Richiami di biomateriali. Metodi avanzati di caratterizzazione dei materiali per applicazione in ingegneria biomedica. - Microscopia ottica; microscopia elettronica in scansione (SEM); microscopia elettronica in trasmissione (TEM); microscopia a forza atomica (AFM); diffrazione ai raggi X; Spettroscopia infrarossa e Raman; angolo di contatto e bagnabilità; tecniche di caratterizzazione elettrochimiche

Testi

Appunti delle lezioni Slide del corso sul sito moodle Bibliografia: presentata durante il corso e riportata sulle slides di riferimento

Bibliografia di riferimento

-

Modalità erogazione

Tradizionale

Modalità di valutazione

Tesina con attività di laboratorio, seguita da esame orale.

English

Prerequisites

Basic knowledge of Chemistry and Biomaterials

Programme

Fundamental concepts of Biomaterials. Advanced methods of materials characterization for application in biomedical engineering - Optical microscopy; scanning electron microscopy (SEM); transmission electron microscopy (TEM); Atomic Force Microscopy (AFM); x-ray diffraction; Infrared and Raman spectroscopy; contact angle and wettability; electrochemical characterization techniques

Reference books

Lecture notes Course slides on moodle site presented during the course and reported on the reference slides

Reference bibliography

-

Study modes

The Course is composed of frontal lessons and the attendance is not compulsory.

Exam modes

-

20840094 - FISICA MEDICA APPLICATA

Docente: PLASTINO WOLFANGO

Italiano

Prerequisiti

Conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di fisica medica.

Programma

- Dispositivi per l'imaging in Medicina Nucleare - Medicina Nucleare per la Diagnosi e la Terapia - Strutture di Medicina Nucleare e requisiti normativi

Testi

- D. Volterrani, P.A. Erba, G. Mariani (a cura di), "Fondamenti di Medicina Nucleare. Tecniche e Applicazioni", Springer - D.L. Bailey, J.L. Humm, A. Todd-Pokropek, A. van Aswegen (Editors), "Nuclear Medicine Physics", IAEA [disponibile gratuitamente sul sito web IAEA-UN (International Atomic Energy Agency-United Nations): <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1617web-1294055.pdf>]

Bibliografia di riferimento

Per ulteriori approfondimenti si consiglia: - J.T. Bushberg, J.A. Seibert, E.M. Leidholdt, J.M. Boone, "The Essential Physics of Medical Imaging", Fourth Edition, Lippincott Williams & Wilkins

Modalità erogazione

Didattica in presenza: lezioni di teoria ed esercitazioni numeriche; stage sulle Applicazioni Nucleari in Medicina e Radioprotezione presso UPMC Hillman Cancer Center - Ospedale San Pietro Fatebenefratelli.

Modalità di valutazione

La valutazione delle conoscenze avviene attraverso un colloquio orale in cui vengono proposte domande, atte a verificare la comprensione dei concetti e la capacità dello studente di applicarli in contesti reali. Nella valutazione dell'esame la determinazione del voto finale terrà conto: del livello e della qualità della conoscenza degli argomenti; della capacità di analizzare un tema in modo critico; dell'utilizzo di un lessico appropriato alla disciplina oggetto di studio.

English

Prerequisites

Familiarity with the topics in the Medical Physics.

Programme

- Nuclear Medicine Imaging Devices - Nuclear Medicine for Diagnosis and Treatment - Nuclear Medicine Facilities and Regulatory Requirements

Reference books

- D. Volterrani, P.A. Erba, G. Mariani (a cura di), "Fondamenti di Medicina Nucleare. Tecniche e Applicazioni", Springer - D.L. Bailey, J.L. Humm, A. Todd-Pokropek, A. van Aswegen (Editors), "Nuclear Medicine Physics", IAEA [disponibile gratuitamente sul sito web IAEA-UN (International Atomic Energy Agency-United Nations): <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1617web-1294055.pdf>]

Reference bibliography

For further studies, the following is suggested: - J.T. Bushberg, J.A. Seibert, E.M. Leidholdt, J.M. Boone, "The Essential Physics of Medical Imaging", Fourth Edition, Lippincott Williams & Wilkins

Study modes

Face-to-face teaching: lectures and numerical exercises; stage on Nuclear Medicine Applications and Radiation Protection at the UPMC Hillman Cancer Center - Ospedale San Pietro Fatebenefratelli.

Exam modes

-

20840095 - INGEGNERIA DELLO SPORT

Docente: BOTTA FABIO

Italiano

Prerequisiti

Programma

• Introduzione all'ingegneria dello sport • Interazione biomeccanica atleta–attrezzo–ambiente • Modelli meccanici applicati allo sport • Vibrazioni e dinamica delle attrezzature sportive • Materiali per applicazioni sportive • Progettazione di attrezzature sportive • Superfici sportive • Sport paralimpico e tecnologie assistive

Testi

Testi da definire

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Didattica frontale

Modalità di valutazione

Prova orale

English

Prerequisites

Programme

Introduction to Sports Engineering * Biomechanical Interaction between Athlete, Equipment, and Environment * Mechanical Models Applied to Sports * Vibrations and Dynamics of Sports Equipment * Materials for Sports Applications * Design of Sports Equipment * Sports Surfaces * Paralympic Sports and Assistive Technologies

Reference books

-

Reference bibliography

-

Study modes

-

Exam modes

-

20840096 - MACCHINE A FLUIDO PER L'ENERGIA BIOMEDICA

Docente: GIOVANNELLI AMBRA

Italiano

Prerequisiti

Programma

Testi da definire

Testi

Testi da definire

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Testi da definire

Modalità di valutazione

Testi da definire

English

Prerequisites

Programme

-

Reference books

-

Reference bibliography

-

Study modes

-

Exam modes

-

20840086 - MACHINE LEARNING FOR BIOMEDICAL ENGINEERING

Docente: SCHMID MAURIZIO

Italiano

Prerequisiti

Non ci sono prerequisiti ulteriori rispetto a quelli richiesti per l'ammissione al Corso di laurea magistrale.

Programma

Questo corso utilizzerà una modalità di apprendimento problem-based per fornire agli studenti nozioni sui recenti progressi dell'ingegneria biomedica, con particolare attenzione alla progettazione di sistemi di classificazione per il supporto alla decisione clinica. Agli studenti verranno forniti elementi di teoria associata all'utilizzo delle principali tecniche di apprendimento automatico, esplorando gli aspetti di apprendimento supervisionato e non supervisionato, e approfondendo la applicazione di tali tecniche al contesto generale della tutela della salute. Gli studenti acquisiranno competenze relative alla implementazione di tali tecniche in ambienti di programmazione di utilizzo comune (Python/MATLAB). Gli studenti lavoreranno quindi in gruppi e utilizzeranno le conoscenze teoriche acquisite e le competenze di programmazione conseguite per risolvere un progetto di interesse nell'ambito dell'ingegneria biomedica, facendo anche riferimento ai database disponibili (MIMIC, Physionet, ...). Utilizzando gli elementi di teoria acquisiti e sulla base delle attività pratiche svolte, gli studenti potranno quindi validare concretamente le soluzioni a problemi di ingegneria biomedica reali di rilevanza clinica.

Testi

Non è presente un libro di testo ufficiale. Per la consultazione, si utilizza materiale reso disponibile sulla piattaforma di ateneo (diapositive delle lezioni, registrazioni A/V, esercitazioni guidate, esempi di progetti).

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Lezioni teoriche (30% del carico orario) Esercitazioni guidate (30% del carico orario) Attività supervisionate di progetto (40% del carico orario)

Modalità di valutazione

Sviluppo, redazione, presentazione, e discussione di un progetto sviluppato attorno ad un quesito diagnostico o di procedura di trattamento. Nella redazione del progetto è inclusa la scrittura del codice per la risoluzione del quesito.

English

Prerequisites

There are no additional prerequisites beyond those required for admission to the Master's program.

Programme

This course will use a problem-based learning approach to provide students with an understanding of recent advances in biomedical engineering, with a focus on the design of clinical decision support systems. Students will be provided with elements of theory associated with the use of the main machine learning techniques, exploring aspects of supervised and unsupervised learning, and exploring the application of these techniques to the general context of health care. Students will be taught to implement these techniques in commonly used programming environments (Python/MATLAB). The students will then work in groups and use the acquired theoretical knowledge and programming skills to solve a project of interest in the field of biomedical engineering, also referring to available databases (MIMIC, Physionet, ...). Using the acquired competences in theoretical elements and on the basis of the practical activities performed, students will then be able to concretely validate solutions to real biomedical engineering problems of clinical relevance.

Reference books

There is no official textbook. For consultation, material made available on the university platform is used (lecture slides, A/V recordings, guided exercises, project examples).

Reference bibliography

-

Study modes

Frontal lessons (30%) Guided exercises (30%) Supervised project work (40%)

Exam modes

-

20810017 - MEDICAL DEVICES AND SYSTEMS

Docente: SCHMID MAURIZIO

Italiano

Prerequisiti

Non ci sono prerequisiti ulteriori rispetto a quelli richiesti per l'ammissione al Corso di laurea magistrale.

Programma

Principi e caratteristiche comuni ai dispositivi e sistemi biomedici. Area diagnostica - Medical Imaging: Imaging RX: Principi di funzionamento; apparecchiature, specifiche e caratteristiche; dosimetria Imaging TC: principi di funzionamento; tecniche di ricostruzione; apparecchiature, specifiche e caratteristiche; contrasto; nuove linee tecnologiche Imaging US: principi di funzionamento; apparecchi, specifiche e caratteristiche; imaging morfologico e funzionale (doppler) Imaging RM: principi di funzionamento; tecniche di ricostruzione; apparecchi, specifiche e caratteristiche; sequenze; imaging morfologico e funzionale (fMRI) Area terapeutica - chirurgia mini-invasiva: Sistemi per angioplastica (balloon, stent): principi di funzionamento; procedure; strumenti, specifiche e caratteristiche Area terapeutica - chirurgia invasiva e sostituzione funzionale: Valvole cardiache: principi di funzionamento; procedure; strumenti, specifiche, caratteristiche

Testi

- Diapositive, appunti, materiale di approfondimento, esercizi svolti disponibili online gratuitamente sulla piattaforma moodle di ateneo.

Bibliografia di riferimento

- Selezioni da: Webb's physics of medical imaging Introduction to biomedical imaging

Modalità erogazione

Lezioni teoriche frontali (60%) Esercitazioni guidate (40%)

Modalità di valutazione

Sono previste due prove in itinere, con esercizi da risolvere, domande a risposta aperta, domande a risposta multipla (tempo concesso 2 ore). In alternativa, prova scritta, con esercizi da risolvere, domande a risposta aperta, domande a risposta multipla (tempo concesso 1.5 ore), e colloquio orale su aspetti di teoria.

English

Prerequisites

There are no additional prerequisites beyond those required for admission to the Master's program.

Programme

Medical devices and systems: common operating principles and specs Diagnostic medical devices - Medical imaging X-Ray Imaging: operating principles and theory (x-ray production, x-ray detection); equipment, specs, technical considerations; patient dose; quality parameters; angiography CT Imaging: operating principles and theory; image reconstruction; instrumentation, specs, technical considerations; quality parameters; contrast agents; current technology trends US Imaging: operating principles and theory, instrumentation, procedures, specs, technical considerations; Doppler US MR Imaging: MR theory and operating principles; image reconstruction; instruments, specs, technical considerations; pulse sequences; functional MRI (fMRI); current technology trends Therapeutics medical devices - Minimally invasive surgery Systems for angioplasty (balloon, stent): operating principles; procedures; equipment, specs, technical considerations Therapeutics medical devices - Open surgery procedures and Functional substitution Heart valve replacement: artificial heart valves, biological heart valves; operating principles; procedures; instrumentation; specifications.

Reference books

- Slides, handouts, exercises, available online on Roma Tre Moodle platform.

Reference bibliography

- Readings from: Webb's physics of medical imaging Introduction to biomedical imaging

Study modes

Frontal theory lessons (60%) Guided exercises (40%)

Exam modes

-

20810397 - PHOTOBIOLOGY

Docente: Lucidi Massimiliano

Italiano

Prerequisiti

Conoscenze di base di biochimica e citologia.

Programma

Il corso fornisce le nozioni di base relative alle interazioni tra la luce e gli organismi viventi, concentrandosi sull'uso della luce per la diagnosi e la terapia. Vengono descritti in dettaglio la fotoproduzione di energia (fotosintesi e sue applicazioni nella produzione di energia ecosostenibile), i fenomeni fotofisici, la propagazione della luce nei tessuti umani e l'uso della luce nel trattamento di tumori e altre patologie. Vengono esaminate applicazioni biomediche relative a fotodiagnosi, fotosensibilità, fototerapia, terapia fotodinamica e farmaci fotosensibilizzanti. Una parte del corso copre argomenti relativi all'Optogenetica, una nuova branca della Fotonica che utilizza la luce per controllare i neuroni, che sono stati geneticamente modificati per esprimere canali ionici attivabili dalla luce. L'Optogenetica utilizza una combinazione di tecniche ottiche e genetiche per controllare le attività dei singoli neuroni nei tessuti viventi.

Testi

Prasad PN. Introduction to Biophotonics 2nd edition. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ. 2003; Björn LO. Photobiology: The Science of Life and Light, 2nd edition. Springer-Verlag, New York. 2008.

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

Testi da definire

Modalità di valutazione

Singola prova orale.

English

Prerequisites

Basic knowledge of biochemistry and cytology

Programme

The Course provides the fundamentals of light and living organism interactions, focusing on using light for diagnosis and therapy. Photoproduction of energy (photosynthesis and its applications in green energy production), photophysical phenomena, light propagation in human tissues, and use of light in treating tumors and other pathologies are described in detail. Biomedical applications related to photodiagnosis, photosensitivity, phototherapy, photodynamic therapy, and photosensitizing drugs are examined. In addition, part of the course covers topics related to Optogenetics, a novel technique that uses light to control neurons, which have been genetically modified to express light-sensitive ion channels. Optogenetics uses a combination of optical and genetic techniques to control the activities of individual neurons in living tissues.

Reference books

Prasad PN. Introduction to Biophotonics 2nd edition. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ. 2003; Björn LO. Photobiology: The Science of Life and Light, 2nd edition. Springer-Verlag, New York. 2008.

Reference bibliography

Study modes

Exam modes

20840090 - SOLID MECHANICS IN MEDICINE AND BIOLOGY

Docente: TERESI LUCIANO

Italiano

Prerequisiti

Algebra lineare; operazioni vettoriali Derivazione e integrazione Equazioni differenziali Nozioni base di meccanica dei solidi

Programma

L'insegnamento si articola in tre parti. Parte I. Vengono rivisti ed approfonditi concetti noti dalla Scienza delle Costruzioni e dalla Meccanica dei sistemi biologici, esemplificati con specifico riferimento a diversi biomateriali naturali e sintetici. Attraverso lezioni ed esercitazioni, gli studenti saranno guidati nello studio della MECCANICA dei BIOMATERIALI: dalle nozioni di sforzo e deformazione all'analisi del comportamento meccanico dei materiali. In parte in classe e in parte a casa sarà sviluppato lo studio di specifici modelli reologici nonché delle evidenze sperimentali sulla rigidità e resistenza di alcuni materiali biologici che emergono dall'analisi di opportune curve sforzo-deformazione, oggetto di articoli pubblicati su riviste scientifiche del settore biomedico. Risultati di apprendimento attesi: comprensione dello stato di sforzo e deformazione che emerge in una prova di trazione uniaxiale e/o biassiale e relazione con la resistenza del materiale sotto test; elaborazione dei fenomeni di "creep" e "rilassamento" attraverso il modello reologico solido standard. Parte II. Lo studio prosegue con l'analisi del comportamento meccanico di alcuni MATERIALI BIOLOGICI e BIOMATERIALI, distinti in due classi: materiali duri e materiali soffici. Nella classe dei materiali duri, speciale attenzione verrà data al materiale osseo e alla sua capacità di rimodellazione. Nella classe dei materiali soffici, sarà proposto lo studio del tessuto vascolare e tendineo, nonché di tessuti biologici oggetto di studio negli anni più recenti quali il tessuto muscolare, con la sua capacità di contrarsi. In parte in classe e in parte a casa, lo studio sarà sviluppato attraverso l'analisi di articoli scientifici pubblicati su riviste scientifiche del settore biomedico. Risultati di apprendimento attesi: comprensione delle caratteristiche meccaniche dei tessuti biologici analizzati. Parte III. Infine sarà proposta l'analisi di STRUTTURE BIOLOGICHE e BIOSTRUTTURE elementari. Gli esempi prototipo che verranno esaminati sono la pompa cardiaca, per quanto riguarda le strutture biologiche e le protesi articolari (anca, ginocchio o gomito) e gli stent per quanto riguarda le biostrutture. Lo studio di specifiche strutture biologiche riportato nella letteratura di settore costituiranno punto di discussione in classe, sul quale fondare eventuali approfondimenti, anche portati avanti in gruppo. Useremo come base modelli proposti nella più recente letteratura per sviluppare la opportuna sensibilità rispetto al concetto di resistenza di biomateriali. Risultati di apprendimento attesi: capacità di comprendere e valutare la resistenza di una semplice struttura biologica (o biostruttura). Saranno organizzati dei seminari extra-curricolari tenuti da ricercatori/docenti esterni, che possono inquadrarsi nelle AAF per le quali il Corso di Studi prevede l'acquisizione di 1 CFU.

Testi

Dispense fornite dal docente, comprensive di esercizi

Bibliografia di riferimento

Testi da definire

Modalità erogazione

L'insegnamento viene erogato in presenza in aula, attraverso lezioni ed esercitazioni durante le quali verranno discussi e risolti in dettaglio alcuni degli argomenti teorici proposti. Si prevedono inoltre delle verifiche scritte periodiche.

Modalità di valutazione

Lo studente viene valutato sulla base di una prova orale costituita da domande sul programma del corso.

English

Prerequisites

Linear algebra, vector operations. Derivation and integration Differential equations Basic notions of solid mechanics

Programme

The course is divided into three parts. Part I. Concepts familiar from the science of building blocks and the mechanics of biological systems are reviewed and explored, using specific examples of various natural and synthetic biomaterials. Through lectures and exercises, students will be guided through the study of the mechanics of biomaterials: from the concepts of stress and strain to the analysis of the mechanical behavior of materials. Specific rheological models will be studied, partly in class and partly at home, as well as experimental evidence on the stiffness and strength of certain biological materials, emerging from the analysis of appropriate stress-strain curves, which are the subject of articles published in scientific journals in the biomedical field. Expected learning outcomes: understanding the stress and strain states emerging from a uniaxial and/or biaxial tensile test and their relationship to the strength of the material under test; understanding the phenomena of "creep" and "relaxation" using the standard solid rheological model. Part II. The study continues with the analysis of the mechanical behavior of several BIOLOGICAL MATERIALS and BIOMATERIALS, divided into two classes: hard materials and soft materials. In the hard materials class, special attention will be given to bone and its ability to remodel. In the soft materials class, the study will focus on vascular and tendon tissue, as well as biological tissues that have been studied in more recent years, such as muscle tissue, with its ability to contract. Partly in class and partly at home, the study will be developed through the analysis of scientific articles published in biomedical journals. Expected learning outcomes: understanding the mechanical characteristics of the biological tissues analyzed. Part III. Finally, the analysis of elementary BIOLOGICAL STRUCTURES and BIOSTRUCTURES will be presented. The prototypical examples that will be examined are the cardiac pump, for biological structures, and joint prostheses (hip, knee, or elbow) and stents, for biostructures. The study of specific biological structures reported in

the relevant literature will serve as a starting point for class discussion, which may also serve as a basis for further study, including group discussions. We will use models proposed in the most recent literature as a basis to develop an appropriate understanding of the concept of biomaterial resistance. Expected learning outcomes: ability to understand and evaluate the resistance of a simple biological structure (or biostructure). Extracurricular seminars will be held by external researchers/instructors, who may be included in the AAF (Article of the Academic Year) programs for which the program requires the acquisition of 1 credit.

Reference books

Free pdf notes, comprehensive of exercises .

Reference bibliography

-

Study modes

Teaching is delivered in person, through lectures and exercises during which some of the theoretical topics covered will be discussed and addressed in detail. Periodic written tests are also provided.

Exam modes

-

20840091 - TELEMEDICINE

Docente: GIUNTA GAETANO

Italiano

Prerequisiti

nessuno

Programma

Panoramica sulla telemedicina e sull'evoluzione della tecnologia delle telecomunicazioni. Rassegna dei vari standard e protocolli presenti nella telemedicina, con particolare attenzione alle tendenze attuali. Identificazione di diverse sfide di implementazione e dello stato dell'arte in questo settore. Segnali e sistemi discreti. Operazioni lineari e non lineari tra sequenze. Cambiamento di scala dei segnali discreti (interpolazione e decimazione digitali). Trasformate numeriche. Filtraggio. Analisi dei sistemi lineari. Filtri ottimi. Stimatori numerici e loro prestazioni. Predizione. Stimatori spettrali. Applicazioni di telemedicina. Digitalizzazione di servizi sanitari. Esercitazioni numeriche di laboratorio con la piattaforma MatLab. Maggiori dettagli sul sito: <https://sp4te.uniroma3.it/signal>

Testi

G. Giunta, Slides of Signal Processing for Biomedical Engineering, edition 2015. TAMAL BOSE, FRANCOIS MEYER, "DIGITAL SIGNAL AND IMAGE PROCESSING", DECEMBER 2003, WILEY PUBL. A.V. OPPENHEIM, R.W. SHAFER, J.R. BUCK, "DISCRETE-TIME SIGNAL PROCESSING", PRENTICE-HALL, UPPER SADDLE RIVER, NJ (USA), 1999.

Bibliografia di riferimento

B. Fong, A.C.M. Fong, C.K. Li, Telemedicine Technologies, Wiley, 2011.

Modalità erogazione

lezioni e esercitazioni

Modalità di valutazione

orale con scritto preliminare

English

Prerequisites

none

Programme

An overview of telemedicine and the evolution of telecommunications technology; A review of the various standards and protocols present in telemedicine, with a focus on the current trends; Identification of several deployment challenges along with the state-of-the-art in this area. Discrete signals and systems. Operations between sequences. Scale changes. Digital transforms. Filtering. Linear system analysis. Optimum filters. Digital estimators and performance. Prediction. Spectral estimators. Applications of telemedicine. Digital health systems. Laboratory of numerical examples by MatLab platform. Further details at: <https://sp4te.uniroma3.it/signal>

Reference books

G. Giunta, Slides of Signal Processing for Biomedical Engineering, edition 2015. TAMAL BOSE, FRANCOIS MEYER, "DIGITAL SIGNAL AND IMAGE PROCESSING", DECEMBER 2003, WILEY PUBL. A.V. OPPENHEIM, R.W. SHAFER, J.R. BUCK, "DISCRETE-TIME SIGNAL PROCESSING", PRENTICE-HALL, UPPER SADDLE RIVER, NJ (USA), 1999.

Reference bibliography

B. Fong, A.C.M. Fong, C.K. Li, Telemedicine Technologies, Wiley, 2011.

Study modes

lectures and exercises

Exam modes

-

Percorso formativo a.a. 2026-2027 (coorte 2026-2027)						
LM-21 Laurea Magistrale Biomedical Engineering (DM 270/2004)						
PRIMO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
INSEGNAMENTI COMUNI DEL PRIMO ANNO PER TUTTI GLI STUDENTI (didattica erogata)						
1	Biomaterials		B	9	1	72
1a	<i>Biomaterials (module 1)</i>	CHEM-06/A		6	1_1	48
1b	<i>Biomaterials (module 2)</i>	MEDS-22/A		3	1_1	24
2	Biomedical data processing	IBIO-01/A	B	9	1_2	72
3	Design of biomedical devices	IBIO-01/A	B	9	1_2	72
4	Machine learning for biomedical engineering	IBIO-01/A	B	6	1_2	48
5	Neural and rehabilitation engineering	IBIO-01/A	B	9	1_1	72
SECONDO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
INSEGNAMENTI COMUNI DEL SECONDO ANNO PER TUTTI GLI STUDENTI (offerta programmata)						
6	Clinical engineering	IMIS-01/A	B	9	2_1	72
7	Medical devices and systems	IBIO-01/A	B	9	2_1	72
TOTALE CFU INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI				60		

INSEGNAMENTI DEL PRIMO E SECONDO ANNO						
8-11	Quattro insegnamenti da scegliere fra i seguenti, per un totale di 33 CFU, offerti nel primo o secondo anno:	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
	Advanced electrical measurement technologies for biomedical applications		C	9	2_2	
	<i>Advanced electrical measurement technologies for biomedical applications (module 1)</i>	IMIS-01/B		6	2_2	48
	<i>Advanced electrical measurement technologies for biomedical applications (module 2)</i>	PHYS-03/A		3	2_2	24
	Affective Computing *	IINF-03/A	C	6	2_1	48
	Caratterizzazione sperimentale di biomateriali *	CHEM-06/A	B	9	2_2	72
	Electromagnetic compatibility	IINF-02/A	C	9	2_2	72
	Electromagnetism for biomedical engineering	IINF-02/A	C	9	x_1	72
	Fisica medica applicata *	PHYS-06/A	C	6	x_1	48
	Human movement biomechanics	IBIO-01/A	B	9	2_1	72
	Ingegneria dello sport *	IIND-02/A	C	9	x_2	72
	Macchine a fluido per l'ingegneria biomedica*	IIND-06/A	C	9	x_2	72
	Photobiology	BIOS-15/A	C	6	2_2	48
	Solid mechanics in medicine and biology	MATH-04/A	C	9	x_2	72
	Telemedicine	IINF-03/A	C	6	x_1	48
<i>Insegnamenti mutuati da altri Corsi di Laurea Magistrale del Dipartimento</i>						
	Advanced engineering electromagnetics (da LM27)	IINF-02/A	C	9	2_2	72
	Artificial intelligence for signal processing (da LM27) *	IINF-03/A	C	9	x_1	72
	Biometrics and multisensorial interaction (da LM27) *	IINF-03/A	C	6	x_1	48
	Elettronica dei sistemi programmabili (da LM29) *	IINF-01/A	C	9	x_2	72
	Intelligenza artificiale per l'ingegneria (da LM29) *	IJET-01/A	C	6	x_2	48
TOTALE CFU INSEGNAMENTI di percorso				33		
* Questi insegnamenti saranno erogati in lingua italiana						

ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE						
12	A SCELTA DELLO STUDENTE		D	9		
	Esempi di insegnamenti offerti:					
	Ogni insegnamento tra quelli da 9 CFU non scelti in precedenza					
	Un insegnamento tra quelli da 9 CFU offerti nei Corsi di Laurea Magistrale del Dipartimento					
	TIROCINIO PROFESSIONALE			6	2	
	PROVA FINALE DI LAUREA			12	2	
	TOTALE CFU LAUREA MAGISTRALE				120	

LEGENDA

B: ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

C: ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI ED INTEGRATIVE

D: ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE (ART.10, COMMA 5, LETTERA A)

CFU: CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI

A_S: ANNO - SEMESTRE

Percorso formativo a.a. 2025-2026 (coorte 2024-2025)						
LM-21 Laurea Magistrale Biomedical Engineering (DM 270/2004)						
PRIMO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_SEM	Ore
INSEGNAMENTI COMUNI DEL PRIMO ANNO PER TUTTI GLI STUDENTI (didattica già fruita)						
1	Advances in biomedical engineering	ING-INF/06	B	6	1_2	48
2	Biomaterials	CHIM/07	C	9	1_1	72
3	Biomedical data processing	ING-INF/06	B	9	1_2	72
4	Biophysics and human physiology	BIO/09	C	9	1_1	72
5	Fundamentals of biomedical engineering	ING-INF/06	B	12	1	96
5a	<i>Fundamentals of biomedical engineering (module 1)</i>	ING-INF/06		6	1_1	48
5b	<i>Fundamentals of biomedical engineering (module 2)</i>	ING-INF/06		6	1_1	48
6	Neural engineering	ING-INF/06	B	6	1_2	48
7	Signal processing for biomedical engineering	ING-INF/03	C	6	1_1	48
TOTALE CFU INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI				57		

SECONDO ANNO						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI (offerta erogata)						
8	Advanced engineering electromagnetics (da LM27)	ING-INF/02	C	9	2_2	72
9	Biomechanics	ING-INF/06	B	9	2_1	72
10	Clinical engineering	ING-IND/12	C	9	2_1	72
11	Medical devices and systems	ING-INF/06	B	9	2_1	72
12	9 CFU a scelta tra:					
	Artificial Intelligence for Signal Processing (da LM27)	ING-INF/03	D	9	2_2	72
	Electromagnetism for biomedical engineering	ING-INF/02	D	9	2_1	72
	Elettronica dei sistemi programmabili (da LM29)	ING-INF/01	D	9	2_2	72
	Experimental characterization of biomaterials	CHIM/07	D	9	2_2	63
	Photobiology		D	9	2_2	63
		ING-INF/06		3		21
		BIO/19		6		42
	Ogni altro insegnamento offerto nelle altre Lauree Magistrali			9		
TOTALE CFU INSEGNAMENTI 2° ANNO				45		

ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE SECONDO ANNO			
	TIROCINIO PROFESSIONALE	6	2
	PROVA FINALE DI LAUREA	12	2
	TOTALE CFU LAUREA MAGISTRALE	120	

LEGENDA

B: ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

C: ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI ED INTEGRATIVE

D: ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE (ART.10, COMMA 5, LETTERA A)

CFU: CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI

A_S: ANNO - SEMESTRE

Si segnala, infine, che:

- l'insegnamento di *Fundamentals of biomedical engineering* è didatticamente diviso in due moduli e sono oggetto di esame unico.

REGOLAMENTO PER LE ATTIVITÀ DI TIROCINIO *Laurea Magistrale Biomedical Engineering-LM 21*

Art. 1 Norme generali

Preso atto dell'accertata possibilità di consentire l'accesso al tirocinio nell'ambito della Laurea Magistrale, considerato l'obiettivo di alta qualificazione di tali livelli di laurea, è necessario definirne le finalità, le procedure d'accesso e le formalità di controllo del profitto. Ciò è opportuno per garantire una stretta coerenza con le discipline di settore che caratterizzano la Laurea Magistrale. Pertanto, il tirocinio deve impegnare l'allievo su tematiche originali e di particolare attualità sviluppate presso Strutture interne ed esterne all'Ateneo fortemente qualificate sul piano professionale e/o di ricerca.

Art. 2 Definizione, sede e durata

Nell'ambito delle attività formative previste dall'art. 10 comma 5 lett. d) del D.M. n.270 del 22/10/2004, lo Studente può svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

Il tirocinio può essere svolto presso:

- una Struttura cioè un'Azienda, un'Impresa, un Ente pubblico o privato, un Laboratorio o un Centro di ricerca, sia italiano che estero, con il quale l'Ateneo abbia stipulato apposita convenzione didattica;
- un Laboratorio o un Centro di ricerca dello stesso Ateneo Roma Tre.

Il Collegio Didattico valuterà di volta in volta se altre attività posseggano caratteristiche assimilabili ad attività di tirocinio, definendone anche l'equivalenza in CFU.

Il tirocinio ha durata, di norma, pari a circa 150 ore e corrisponde a 6 CFU.

Art. 3 Assegnazione del tirocinio

Ai fini dell'assegnazione di un tirocinio, lo Studente contatta direttamente un Docente-Tutor.

Lo Studente, in accordo con il Docente-Tutor compila l'apposito modulo on-line disponibile sul sito del Dipartimento in cui sono indicati:

- la Struttura presso la quale si svolge il tirocinio;
- il Referente aziendale, operante presso l'eventuale sede esterna in cui si svolge il tirocinio;
- la descrizione delle attività previste dal tirocinio, con la definizione dei tempi di attuazione dello stesso, ed i CFU di cui è prevista l'attribuzione.

Il modulo con le informazioni sopra riportate, viene inviato sia alla Segreteria Didattica che al Docente-Tutor. Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, lo studente, il Docente-Tutor, e il Referente aziendale, oltre a espletare la procedura ivi descritta, dovranno adempiere, sul portale GOMP, alla procedura definita dall'Ateneo.

Lo Studente iscritto alla Laurea Magistrale può ottenere l'assegnazione del tirocinio quando, essendo iscritto almeno al secondo anno di corso, abbia già acquisito 60 CFU corrispondenti ad attività formative previste dal proprio piano degli studi.

Art. 4 Copertura assicurativa

L'Ateneo provvede ad assicurare lo Studente che svolge il tirocinio in sedi esterne all'Ateneo, contro gli infortuni sul lavoro presso l'INAIL, nonché per la responsabilità civile presso compagnie operanti nel settore. L'attività di tirocinio non può iniziare prima che si sia provveduto alle necessarie coperture assicurative.

Art. 5 Il controllo del profitto

Ultimato il tirocinio, l'allievo predisporrà, in formato pdf, un'articolata relazione delle attività svolte e dei risultati conseguiti. Tale relazione, firmata dal Docente-Tutor e, se pertinente, dal Referente Aziendale, dovrà sintetizzare gli obiettivi, i materiali e metodi studiati e/o utilizzati durante l'attività di tirocinio, i risultati principali, e le conclusioni tratte dall'attività svolta.

Lo studente compila l'apposito modulo on-line, disponibile sul sito del Dipartimento, che viene inviato sia alla Segreteria Didattica che al Docente-Tutor, allegando la relazione firmata, almeno due mesi prima dell'inizio della sessione di laurea affinché il Consiglio di Collegio Didattico (CCD) deliberi in merito al profitto e all'attribuzione dei relativi CFU.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, lo studente, il Docente-Tutor, e il Referente aziendale,

oltre a espletare la procedura ivi descritta, dovranno adempiere, sul portale GOMP, alla procedura definita dall'Ateneo.

Art. 6 Attestazione del tirocinio

A seguito della delibera di approvazione del CCD in merito al profitto dell'attività di tirocinio e all'attribuzione dei relativi CFU, il Coordinatore del Collegio Didattico provvede a verbalizzare l'idoneità conseguita.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, il Docente-Tutor, provvede a verbalizzare l'idoneità conseguita solo dopo l'approvazione del profitto dal CCD.

Art. 7 Studenti lavoratori

In considerazione delle finalità del tirocinio, può considerarsi attività di tirocinio un'opportuna attività lavorativa che lo Studente interessato potrà svolgere nell'Ente presso cui lavora. Tale attività deve comunque essere formalmente assegnata e specificamente attestata, secondo quanto previsto dal presente Regolamento.

REGOLAMENTO PER LA PROVA FINALE DI LAUREA ***Laurea Magistrale Biomedical Engineering-LM 21***

Art. 1 Definizione, quantificazione e svolgimento della Prova Finale di Laurea

La Prova Finale di Laurea (PFL) consiste nella redazione e discussione di un elaborato scritto relativo ad un progetto preparato dallo studente nell'ambito delle attività formative corrispondenti al suo indirizzo di studi o sviluppato nel tirocinio, con la guida di un docente di riferimento ed eventualmente di un tutor aziendale.

La quantificazione della PFL in termini di Crediti Formativi Universitari (CFU) è definita coerentemente con quanto riportato nel Manifesto degli Studi, ricordando che si attribuisce convenzionalmente un carico di lavoro per lo studente pari a 25 (venticinque) ore per ogni CFU.

Lo svolgimento della PFL è, di norma, realizzato nelle Strutture dell'Ateneo, ma potrà essere effettuata anche presso gli enti di ricerca pubblici o privati, italiani o stranieri e nelle Strutture Produttive (SP) italiane o straniere sulla base di Convenzioni stipulate con l'Ateneo.

Art. 2 Modalità di assegnazione della PFL

Lo studente che desidera iniziare l'attività per la PFL, fissa un colloquio con uno o più docenti del Collegio Didattico (CD), che illustrano gli argomenti disponibili, valutano le eventuali proposte dello studente per orientarlo sugli argomenti e sulle modalità della PFL, e possono dichiarare la propria disponibilità, o indicare i colleghi a loro avviso più adatti a seguire le proposte. Per assistere lo studente in questa fase, i docenti possono inserire sui propri siti web un elenco non esaustivo di argomenti su cui potrà vertere la PFL.

Il Docente-Relatore può essere un docente dell'Ateneo il cui Settore Scientifico Disciplinare sia presente nell'offerta formativa del Corso di Studi a cui è iscritto lo studente. Nel caso in cui il Docente-Relatore sia un docente a contratto è necessario che la tesi sia discussa entro il termine del contratto di insegnamento. In caso questo non sia possibile, lo studente dovrà individuare altro Docente-Relatore per il completamento della tesi. Lo studente, sulla base delle informazioni ottenute, e in accordo con il Docente-Relatore scelto, presenta la "domanda d'assegnazione tesi", selezionando l'apposita voce accedendo al sistema GOMP e compilando i campi con le informazioni richieste.

Lo studente può presentare domanda di assegnazione solo qualora debba conseguire non più di 30 CFU, con esclusione di quelli della PFL e dei 6 CFU del tirocinio.

Entro le scadenze indicate dalla Segreteria studenti (<https://portalestudente.uniroma3.it/accedi/area-studenti/istruzioni/come-presentare-la-domanda-di-assegnazione-tesi/>), lo studente dovrà effettuare la "domanda di conseguimento titolo" sul sistema GOMP. La procedura termina con l'upload della tesi e la conferma da parte del relatore che lo studente è ammesso all'esame di laurea.

Art. 3 Composizione della Commissione di Laurea e modalità di illustrazione della PFL

La commissione di Laurea (CL) è composta da almeno cinque docenti, ed è nominata dal Direttore del Dipartimento, su proposta del Coordinatore del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Per l'illustrazione dell'elaborato di fronte alla CL i candidati possono utilizzare i mezzi e gli strumenti audiovisivi ritenuti più opportuni, quali ad esempio:

- presentazione orale,
- presentazione mediante videoproiettore,

rispettando i tempi concessi loro dal Presidente della CL.

Art. 4 Modalità di valutazione della PFL

La commissione, nel rispetto dell'autonomia di valutazione dei singoli componenti attribuisce un punteggio alla prova finale e stabilisce il voto di laurea secondo le modalità qui di seguito riportate.

Il voto di laurea è espresso in centodecimi ed è ottenuto sulla base dei punteggi P_1 , e P_2 determinati come definito qui di seguito.

Il punteggio P_1 è calcolato facendo riferimento alle unità didattiche incluse nel Piano degli Studi (PdS) presentato dallo studente ed approvato dal Consiglio del Collegio Didattico. Fra queste, si considerano tutte quelle che prevedono un giudizio finale espresso con un voto. Si dovrà pertanto escludere la PFL, il tirocinio o altre attività che non prevedono un giudizio finale espresso con un voto.

Il procedimento del calcolo di tale media è il seguente:

- il voto corrispondente a ciascuna unità didattica è moltiplicato per il numero di CFU attribuiti all'unità stessa;
- i diversi prodotti sono sommati tra loro, e il risultato è diviso per la somma totale dei CFU attribuiti alle unità didattiche considerate.

Inoltre:

- nel suddetto calcolo, la votazione "trenta e lode" è valutata pari a 31 punti;
- in caso di inserimento di un esame a scelta che porti al superamento dei 120 CFU, i CFU in esubero concorrono al calcolo della media per il conseguimento del titolo (delibere del CCD nelle sedute del 11/09/2009 e del 30/10/2013). Attività didattiche, fino a un massimo di 9 crediti, inserite in sovrannumero ai sensi del Regolamento Carriera non saranno comprese nel piano di studio e non concorrono al calcolo della media per il conseguimento del titolo.

Il punteggio P_1 si ottiene esprimendo la media, così calcolata, in centodecimi.

Il punteggio P_2 (massimo 8 punti) tiene conto della valutazione della prova finale ed è attribuito dalla CL come di seguito riportato:

- 0-5 per la qualità dell'elaborato su proposta del relatore. Nel caso di tesi di carattere compilativo, l'incremento qui in oggetto è pari al massimo ad 1 (un) punto.
- 0-3 per la qualità della presentazione e della discussione della PFL.

L'incremento di 5 punti è proposto dal relatore per elaborati eccellenti (ad esempio per articoli scientifici già sottomessi o pubblicati o domande di brevetto, in cui sia enucleabile il contributo originale del candidato, inerenti il tema dell'elaborato).

La votazione di laurea è quindi ottenuta come somma dei punteggi P_1 , P_2 arrotondando il risultato all'intero consecutivo superiore se la parte frazionaria della somma supera i 50 centesimi. In caso contrario l'arrotondamento è all'intero consecutivo inferiore. Il voto finale non potrà comunque essere superiore alla media di partenza espressa in 110 non arrotondata e incrementata per un massimo di 8 punti.

L'attribuzione del punteggio finale è decisa a maggioranza. Qualora non si raggiunga la maggioranza sarà assegnato al laureando il punteggio che avrà raggiunto il maggior numero di voti. Se più proposte ottengono lo stesso numero di voti, al laureando sarà attribuito il punteggio più alto.

I componenti possono astenersi, ma possono esprimersi favorevolmente ad una sola proposta.

Art. 5 Modalità di attribuzione della lode nella PFL

L'attribuzione al laureando della lode è possibile con il raggiungimento di un punteggio finale almeno pari a centododici (su centodieci) e deve essere deliberata all'unanimità dalla CL.

Art. 6 Entrata in vigore

Il presente regolamento si applica a partire dalla coorte degli immatricolati dell'anno accademico 2019/2020.