



INGEGNERIA
ELETTRO
NICA PER
L'INTER
NET OF
THINGS
LAUREA
MAGISTRALE

Il corso di **Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica per l'Internet-of-Things** (classe LM-29 Ingegneria Elettronica) fornisce competenze interdisciplinari sui sistemi e le tecnologie elettroniche necessarie per affrontare efficacemente le sfide poste dall'attuale evoluzione della **"Information and Communication Technology" (ICT)**. Nel prossimo decennio, infatti, si prevede un grande incremento del numero degli oggetti ("**things**") connessi a Internet, in grado di interagire tra loro e con l'uomo, in modo energeticamente e funzionalmente autonomo. Si parla di "**smart objects**" ovunque connessi ("**ubiquitous connectivity**"), spesso con tecnologie di tipo wireless.

Di conseguenza, questi oggetti intelligenti, dovranno essere:

Per soddisfare questi bisogni, il corso trasmette agli studenti **competenze** di elettronica e micro-elettronica, **sistemi elettronici "embedded"**, sistemi **"wireless"** e propagazione elettromagnetica, **sensori** e sistemi di misura distribuiti, sistemi digitali di elaborazione e trasmissione dell'informazione, **reti di telecomunicazione**, **telerilevamento** e diagnostica ambientale. Tali competenze generaliste sono specializzate alle **applicazioni** tipiche dei predetti scenari evolutivi.

dell'ICT. In particolare: utilizzo di **materiali elettronici innovativi** riciclabili, biodegradabili e di uso comune; tecniche di progettazione elettronica per il **risparmio energetico e lo sfruttamento dell'energia disponibile nell'ambiente** (emissioni zero); tecniche di acquisizione dati attraverso sensori (dai sensori elettronici integrati ai sensori elettromagnetici per il telerilevamento, da terra e da satellite). Infine, il corso approfondisce le tecniche e le tecnologie di **elaborazione dei segnali e di telecomunicazione**, sia terrestre che satellitare, in grado di soddisfare le esigenze di velocità, efficacia, efficienza energetica e sicurezza poste dalla sempre crescente quantità di dati (**Big-Data**) generata dalla crescente presenza di sorgenti d'informazione (**smart objects**) distribuite nell'ambiente e densamente interconnesse tra loro e la rete Internet.

I numerosi **laboratori disponibili** permettono agli studenti di approfondire gli aspetti applicativi attraverso attività autonome e di gruppo.

programma Erasmus+ o ad altri programmi di internazionalizzazione, svolgendo all'estero una parte del proprio percorso di studi (esami, tirocinio, tesi di laurea), presso università o centri di ricerca di prestigio.

Il corso di Laurea Magistrale è finalizzato al conseguimento del titolo di Dottore magistrale in **Ingegneria Elettronica per l'Internet-of-Things**. Il corso è strutturato per trasferire allo studente la mentalità e la cultura tipica dell'ingegnere, che consiste nell'**affrontare e risolvere problemi complessi** attraverso la loro scomposizione in problemi di complessità inferiore, tenendo conto delle risorse disponibili, con un processo che procede per iterazione tra analisi e possibili soluzioni, fino alla scelta progettuale definitiva.

In questo modo il nostro laureato sarà in grado di applicare autonomamente le competenze acquisite nel suo percorso di studi alle specifiche richieste del mondo del lavoro, con particolare riferimento a quelle dell'elettronica (dispositivi, circuiti, sensori, sistemi di acquisizione e misura, campi elettromagnetici, ecc.), e delle telecomunicazioni (elaborazione, trasmissione e





INTERNET
THINGS

ricezione dei dati, propagazione elettromagnetica, antenne, ecc.) per progettare sistemi e oggetti innovativi (**smart-objects**), anche eco-sostenibili, largamente interconnessi secondo il paradigma dell' "**Internet of Things**", con campi di applicazione che spaziano dal **monitoraggio ambientale** alla diagnostica elettro-medica (**e-Health**), dai sistemi **automotive** (radar anticollisione, telemetria, navigazione, ecc.) a quelli **aerospaziali** (**payload satellitari** e **aeronautici**), dalla logistica alla produzione industriale, dalla **domotica** all'**home entertainment**.

MODALITÀ DI ACCESSO

Per essere ammessi al corso di studio occorre essere in possesso della **laurea o del diploma universitario di durata triennale**, o di altro titolo di studio estero riconosciuto idoneo. Inoltre, si richiede il possesso di requisiti curriculari e di un'adeguata preparazione personale circa i metodi e i contenuti generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline caratterizzanti l'Ingegneria dell'informazione.

- I laureati triennali nella classe L-8 Ingegneria dell'Informazione presso l'Ateneo di Perugia sono in possesso dei requisiti d'iscrizione.

- I laureati presso altri Atenei in corsi di laurea della stessa classe L-8 sono, di norma, in possesso dei requisiti d'iscrizione.

- I laureati nelle classi L-9 Ingegneria Industriale, L-30 Scienze e Tecnologie Fisiche e L-31 Scienze e Tecnologie Informatiche possono richiedere una valutazione, anche informale, sia del possesso dei requisiti, sia di possibili percorsi per colmare le eventuali lacune. Per i laureati che non rispettino i requisiti curriculari è possibile il riconoscimento di equipollenza (anche parziale) dei crediti ottenuti durante la laurea triennale e delle conoscenze acquisite in eventuali altre attività (formative e lavorative). Tale equipollenza e ammissione al corso di laurea deve essere deliberata dal Consiglio di Corso di Studio. Lo studente che non dovesse essere in possesso di tutti i requisiti curriculari potrebbe beneficiare di un supporto specifico di accompagnamento finalizzato al recupero delle competenze mancanti.

Per il testo completo dei requisiti d'accesso si consulti il portale di University
www.university.it

AMBITI OCCUPAZIONALI

Grazie a un'istruzione multidisciplinare che rafforza i fondamenti dell'Ingegneria Elettronica con quelli dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni, gli sbocchi professionali dei nostri **laureati magistrali** sono molteplici e principalmente orientati verso imprese che progettano, sviluppano, producono, utilizzano o comunque hanno a che fare con le tecnologie, i dispositivi e gli **apparati tipici dell'ICT** nell'accezione più attuale, dell'**Internet-of-Things** e della **Ubiquitous Connectivity**. In modo non esaustivo possiamo citare aziende che richiedono competenze di **sistemi elettronici e micro-elettronici analogici e digitali**, di **reti di sensori e di telecomunicazione**, di sistemi di **sensori distribuiti e diagnostica**, di sistemi di **multimedialità e connettività capillare**, e che hanno sensibilità agli aspetti di **risparmio e di autonomia** energetica nonché di **compatibilità con i materiali** e i **processi produttivi** degli oggetti di uso comune.

L'impiego aziendale dei nostri laureati spazia dai reparti di **ricerca e sviluppo**, agli uffici di **progettazione**, ai reparti di **produzione**, **installazione**, **test e collaudo**, fino a includere uffici **marketing**, **vendita e post-vendita**, con ruoli che tipicamente in breve tempo includono **responsabilità di gestione**, anche **dirigenziali**.

I nostri laureati hanno notevoli possibilità occupazionali sul territorio regionale, nazionale e internazionale, favorite anche dalle collaborazioni tra docenti e imprese, con la possibilità di svolgere le attività di tesi in azienda.

In base ai dati disponibili sul portale Alma laurea, il 100% dei laureati magistrali del corso di studi nella classe LM-29 dell'Università di Perugia trova lavoro a 1 anno dalla laurea o prosegue gli studi nel corso di Dottorato di Ricerca. Non è raro che le aziende si accordino con gli studenti per un'assunzione prima della laurea.

Tra i principali ambiti occupazionali, non esaustivamente, si possono elencare:

- Progettazione e sviluppo di **sistemi e sottosistemi elettronici autonomi per l'acquisizione e il trasferimento dell'informazione dall'ambiente verso Internet.**
- Progettazione e sviluppo di sistemi embedded, con applicazioni alla **domotica**, alla **produzione industriale**, all' "**entertainment**", alle **comunicazioni**, al **settore energia** fino ad applicazioni **logistiche** (es. RFID), di "**e-commerce**", "**e-government**" o **militari**.
- Progettazione e sviluppo di sensori, dispositivi, sistemi elettronici e apparati per applicazioni in ambito **aerospaziale** e "**automotive**", per **sistemi a guida autonoma** (droni, veicoli, ecc.) e di **radio-comunicazione**.
- Progettazione e sviluppo di componenti per **piattaforme di comunicazione e controllo** in sistemi **aerospaziali**.
- Progettazione e assistenza di **procedure di test** per la **compatibilità elettromagnetica** con particolare riferimento ai **sistemi aerospaziali**.
- Progettazione e sviluppo di sistemi mobili, distribuiti e aerospaziali per sorveglianza e **monitoraggio anche in aree disastrate**.
- Progettazione e sviluppo di sistemi di **alimentazione senza fili** (Wireless Power Transfer) a breve e a lungo raggio.
- Progettazione e sviluppo di dispositivi, sensori, circuiti e sistemi elettronici per la salute elettronica ("**e-Health**") e la **telemedicina**, per "**smart cities**" e "**precision-farming**".

ALTRE INFORMAZIONI

Il corso di laurea Magistrale si articola in due curricula: **Elettronica per l'Internet-of-Things e Elettronica per l'Aerospazio**. I due curricula condividono una parte sostanziale di insegnamenti, quali i sistemi elettronici "embedded", la progettazione di circuiti elettronici integrati, i sistemi di trasmissione terrestri e satellitari, l'elaborazione numerica dei segnali e il telerilevamento.

- **Curriculum Elettronica per l'Internet-of-Things:** specializza sulle più recenti evoluzioni delle tecnologie elettroniche e delle tecniche di progettazione che abilitano la **Internet-of-Things** e la cosiddetta **Ubiquitous Connectivity**. In particolare si approfondiscono le tecniche di minimizzazione dei consumi energetici, le tecniche di cattura dell'energia disponibile nell'ambiente circostante (**Energy Harvesting**), l'utilizzo di materiali elettronici riciclabili e biodegradabili (**Green-Electronics**), la sensoristica in ambiente cloud, la compatibilità dei sistemi elettronici con i processi produttivi degli oggetti più comuni e con le conseguenti procedure di smaltimento a fine ciclo di vita.

- **Curriculum Elettronica per l'Aerospazio:** specializza sulle tecnologie e le tecniche di progettazione elettronica a **radio-frequenza e microonde**, sia di carattere sistemistico che di singolo componente, necessarie allo sviluppo dei futuri **sistemi aerospaziali, satellitari e avionici**, fondamentali per realizzare la **Ubiquitous Connectivity** in zone terrestri disagiate e nello spazio. In particolare, oltre alle tecniche classiche di progettazione elettronica ed elettromagnetica, si acquisiscono competenze

specifiche per **test di compatibilità elettromagnetica e certificazione di conformità avionica** per sistemi elettronici, di telecomunicazione e di telerilevamento, in applicazioni aerospaziali.

La intrinseca **interdisciplinarietà** del corso di laurea Magistrale è ulteriormente rafforzata attraverso insegnamenti che approfondiscono i principi di acquisizione, elaborazione e rice-trasmissione dei dati nelle moderne reti di telecomunicazione, sia cablate (ADSL, xDSL, ecc.) che wireless (Bluetooth, WiFi, LTE, 5G, DVB-T/S, ecc.).

Le lezioni si tengono in due periodi (**semestri**), come evidenziato dalla tabella degli insegnamenti. Le lezioni in ciascun semestre sono tipicamente nei periodi di **settembre-dicembre** e **febbraio-maggio**. Gli altri periodi dell'anno sono dedicati agli esami.

Il carico didattico totale è di 120 CFU (1 CFU = 25 ore di lavoro totale per lo studente, tra lezioni e studio).

Il Corso di laurea fornisce ai propri studenti numerose opportunità per integrare la loro preparazione. Per l'integrazione delle conoscenze acquisite a lezione, i nostri studenti possono frequentare laboratori specialistici all'avanguardia e collaborare a progetti di ricerca internazionali. Per i contenuti specialistici dell'ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni, il corso di studi si avvale dei seguenti laboratori di ricerca e didattici:

- Laboratorio di Microelettronica, Sensori e Microsistemi
- Laboratorio di Telecomunicazioni
- Laboratorio di Misure Elettroniche
- Laboratorio di Campi Elettromagnetici

- Laboratorio di Ingegneria delle Microonde e Radiofrequenze
- Laboratorio di Digital Signal Processing
- Laboratorio di Elettronica delle Alte Frequenze
- Camera anecoica per Radiofrequenze presso la sede di Terni

In considerazione della interdisciplinarietà che caratterizza il settore ICT, i nostri studenti, attraverso la scelta libera di alcuni insegnamenti o durante lo svolgimento della tesi, hanno l'opportunità di frequentare anche i seguenti laboratori didattici e di ricerca:

- Laboratorio di Ingegneria del Software
- Laboratorio di Automazione e Robotica
- Laboratorio di Ingegneria degli Algoritmi
- Laboratorio Multidisciplinare

ATTIVITÀ A CARATTERE INTERNAZIONALE

Il Dipartimento di Ingegneria, che collabora con vari Atenei e laboratori di ricerca internazionali, offre numerose opportunità di mobilità internazionale agli studenti del Corso di laurea. Tale mobilità per periodi di studio e specializzazione all'estero (esami, tesi di laurea, tirocinio e stage) è promossa in particolare all'interno del programma **Erasmus+**, con accordi bilaterali con oltre 60 Università estere e del Grand Challenges Scholar Programme (GCSP). Nello specifico, esistono accordi bilaterali con i seguenti Atenei: Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (Francia), Kaunas University of Technology (Lituania), Technical University of Kosice (Slovacchia), Tsinghua University of Beijing (Cina), Tunghai University (Taiwan), West Virginia University (USA).

L'attività di ricerca svolta dai docenti del Corso di laurea in collaborazione con enti e istituzioni internazionali consente di ampliare ulteriormente il panorama dei tirocini e stage offerti in ambito Erasmus+ Traineeship. Fra questi, si possono annoverare: Vrije Universiteit Brussel (Belgio), Columbia University (New York), Goethe-Universität Frankfurt am Main (Germania), University of Amsterdam (Olanda), University of Cambridge (Inghilterra), Technical University of Delft (Olanda), CERN (Ginevra), Magneti Marelli, Engineering, IBM, Microsoft.

ACCESSO AI PERCORSI FORMATIVI SUCCESSIVI

Gli studenti laureati magistrali che intendano proseguire la loro carriera formativa possono accedere ad un corso di **dottorato di ricerca** o a **master di secondo livello**.

Il Dipartimento di Ingegneria propone un Corso di **Dottorato in Ingegneria Industriale e dell'Informazione**, di durata triennale, che si declina in due curricula diversi:

- Ingegneria dell'Informazione
- Ingegneria Industriale

Il corso di dottorato costituisce un naturale accesso verso l'attività tipica del ricercatore e del professore universitario, nonché verso tutte quelle figure aziendali che ricoprono incarichi legati alla ricerca e sviluppo ad alto livello. Il dottore di ricerca in Ingegneria Industriale e dell'Informazione, quindi, può intraprendere sia una carriera accademica, accedendo alle posizioni di ricerca e docenza

previste all'interno delle Università italiane e straniere, che una carriera lavorativa d'alto rilievo nell'industria.

INSEGNAMENTO	ANNO	CFU
Sistemi elettronici embedded	1	9
Antenne per IoT	1	9
Elaborazione digitale dei segnali	1	9
Reti wireless	1	6
Sistemi di trasmissione digitale	1	9
Elaborazione dei dati di misura	2	9
Progetto di circuiti integrati CMOS su scala nanometrica	2	9
Sensori e microsistemi in un contesto cloud computing	2	6
Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	2	9
Progettazione di circuiti integrati RF con laboratorio	2	9
Sistemi e circuiti per IoT	2	12
- Progetto di circuiti passivi per IoT		6
- Sistemi e sottosistemi elettronici per IoT		6
Insegnamento a scelta	2	9
Ulteriori conoscenze linguistiche	2	1
Prova finale	2	14

INSEGNAMENTO	ANNO	CFU
Antenne	1	9
Sistemi elettronici embedded	1	9
Sistemi wireless a microonde e radiofrequenza per l'aerospazio	1	9
Elaborazione digitale dei segnali	1	9
Sistemi di trasmissione digitale	1	9
Compatibilità elettromagnetica	2	6
Uno dei 2 insegnamenti in alternativa tra:	2	
- Progetto di sistemi avanzati a microonde e radiofrequenza		6
- Sensori e microsistemi in un contesto cloud computing		6
Sistemi di misura distribuiti	2	9
Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	2	9
Progettazione di circuiti integrati RF con laboratorio	2	9
Sistemi per l'aerospazio: conformità e test	2	9
Insegnamento a scelta	2	12
Ulteriori conoscenze linguistiche	2	1
Prova finale	2	14

INFORMAZIONI
DI CONTATTODipartimento
di Ingegneria

www.ing.unipg.it
segr-didattica.ing@unipg.it
orientamento.ing@unipg.it

Via G. Duranti, 93
 06125 Perugia (PG)

Tel. +39 075 585 36 03

Tel. +39 075 585 36 57

Fax +39 075 585 36 06

Direttore del Dipartimento

Prof. Ermanno Cardelli
ermanno.cardelli@unipg.it

Tel. +39 075 585 36 03

Presidente Corso di Laurea

Prof. Paolo Valigi
paolo.valigi@unipg.it

Responsabile del Tutorato

Prof. Paolo Mezzanotte
paolo.mezzanotte@unipg.it

Responsabile Orientamento
del Dipartimento

Prof. Daniele Passeri
daniele.passeri@unipg.it
<http://orienta.ing.unipg.it>

Responsabile Qualità
del Corso di Laurea

Prof. Alessio De Angelis
alessio.deangelis@unipg.it

Responsabile Qualità
del Dipartimento

Prof. Gianluca Reali
gianluca.reali@unipg.it