



# UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

<b>Insegnamento</b>	<b>Elettronica</b>
<b>Livello e corso di studio</b>	Laura Triennale in Ingegneria Industriale (L-9)
<b>Settore scientifico disciplinare (SSD)</b>	ING-INF/01 (ELETTRONICA)
<b>Anno di corso</b>	3
<b>Anno Accademico</b>	2020-2021
<b>Numero totale di crediti</b>	12
<b>Propedeuticità</b>	Elettrotecnica
<b>Docente</b>	<b>Stefano Salvatori</b> Facoltà: Ingegneria Nickname: salvatori.stefano Email: stefano.salvatori@unicusano.it (da utilizzare solo per comunicazioni interne e amministrative) <b>Orario di ricevimento:</b> Consultare il calendario delle videoconferenze sul sito d'Ateneo: <a href="https://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica">https://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</a>
<b>Presentazione</b>	L'insegnamento intende fornire le nozioni fondamentali nel campo dell'elettronica analogica e digitale, partendo da semplici componenti quali diodi, BJT e MOSFET, per arrivare a dispositivi più complessi come gli Amplificatori Operazionali. Le conoscenze acquisite sono poi applicate per lo studio di semplici sistemi analogici e amplificatori a singolo transistor.
<b>Obiettivi formativi</b>	L'insegnamento di elettronica ha i seguenti obiettivi formativi: 1. Rivedere le basi della teoria dei circuiti 2. Illustrare i concetti fondamentali dell'elettronica dello stato solido 3. Illustrare la struttura ed il principio di funzionamento di diodi, BJT, MOSFET ed amplificatori operazionali 4. Illustrare il funzionamento di semplici sistemi analogici 5. Illustrare l'implementazione di amplificatori a singolo transistor
<b>Prerequisiti</b>	La frequenza al corso richiede il superamento della propedeuticità di Elettrotecnica, inoltre si richiede la conoscenza dei concetti fondamentali della fisica. Al riguardo, si consiglia di rivedere tali nozioni, propedeutiche per l'apprendimento e l'approfondimento delle leggi dell'elettronica dello stato solido.
<b>Risultati di apprendimento attesi (learning outcomes)</b>	<b>Lo studente al termine dell'insegnamento avrà dimostrato capacità di:</b>  [Conoscenza e capacità di comprensione] Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle proprietà dei materiali semiconduttori e del funzionamento dei principali dispositivi a semiconduttore quali diodi, BJT e MOSFET. In particolare, lo studente sarà in grado di comprendere come le proprietà dei semiconduttori possono essere sfruttate per progettare dispositivi elettronici, e le funzioni espletate dai diversi dispositivi nei sistemi elettronici.  [Applicazione delle conoscenze] Lo studente sarà in grado di utilizzare la conoscenza delle proprietà dei materiali semiconduttori e del

	<p>funzionamento dei principali dispositivi a semiconduttore per l'analisi di circuiti elettronici analogici (applicando appropriati metodi e modelli analitici) e per progettare semplici sistemi elettronici con la finalità di ottenere specifiche prestazioni.</p> <p><i>[Capacità di trarre conclusioni]</i> Lo studente sarà in grado di individuare i modelli più appropriati per descrivere i singoli blocchi funzionali di un sistema elettronico complesso, di interpretare le specifiche fornite dalle case costruttrici dei dispositivi, e di applicare metodi di verifica critica dei risultati ottenuti.</p> <p><i>[Abità comunicative]</i> Lo studente sarà in grado di descrivere e sostenere conversazioni sui materiali semiconduttori, sui dispositivi a semiconduttore e su semplici sistemi elettronici, individuando correttamente le grandezze fisiche rilevanti, e adoperando una terminologia adeguata.</p> <p><i>[Capacità di apprendere]</i> Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle nozioni fondamentali necessarie per l'analisi di circuiti elettronici analogici e per progettare semplici sistemi elettronici. Tutto ciò gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore maturità e gli fornirà le basi per poter apprendere quanto verrà proposto nei corsi specialistici di elettronica.</p>
<p><b>Organizzazione dell'insegnamento</b></p>	<p>L'insegnamento è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.</p> <p>Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni.</p> <p>La didattica interattiva è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende Etivity che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria.</p> <p>In particolare, il Corso di Elettronica prevede 12 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è compreso tra 290 e 310 ore così suddivise in:</p> <p>circa 200 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale (33 lezioni videoregistrate di Teoria e 43 ore per lo studio delle esercitazioni).</p> <p>Circa 90 ore di Didattica Interattiva per l'elaborazione e la consegna delle Etivity</p> <p>Circa 6 ore di Didattica Interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione.</p> <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 12 settimane dedicando tra le 20 alle 30 ore di studio a settimana</p> <p>Si noti che le esercitazioni e gli esercizi proposti dal docente (attività interattive) mirano a far acquisire allo studente le capacità analitiche per risolvere i problemi di analisi e sintesi di circuiti con la dovuta proprietà di linguaggio tecnico nonché la capacità di applicare gli strumenti teorici idonei. Quindi le attività interattive consentono al discente di poter sostenere in maniera proficua l'esame. Sono altresì proposti esercizi "finali" di autovalutazione, di tipo asincrono, che consistono in tracce di esame mirate ad aiutare lo studente a capire il livello di preparazione raggiunto. Anche questa attività, che si avvale degli strumenti forniti in piattaforma, è da considerarsi interattiva e richiede ulteriori ore di studio gestite in autonomia dallo studente. Infine, la didattica si avvale di strumenti sincroni come il ricevimento in web-conference e chat disponibili in piattaforma che consentono un'interazione in tempo reale con gli studenti/docente.</p>
<p><b>Contenuti</b></p>	<p><b>Modulo 1</b> – Introduzione all'elettronica (2 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 9 ore - settimana 1) dove sono affrontati i seguenti argomenti: Breve storia dell'elettronica, classificazione dei segnali elettronici (segnali analogici, segnali digitali e conversione tra i due domini), alcuni richiami di teoria dei circuiti.</p> <p><b>Modulo 2</b> – Ripasso di elettrotecnica (5 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10 ore - settimane 1 e 2) dove sono affrontati i seguenti argomenti: richiami di teoria dei circuiti (analisi delle reti, partitori di tensione e corrente, equivalente Thevenin e Norton).</p> <p><b>Modulo 3</b> - Elettronica dello stato solido (2 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10 ore - settimane 1 e 2) dove sono affrontati i seguenti argomenti: Proprietà dei semiconduttori, semiconduttori estrinseci, modello a bande di energia, fabbricazione dei circuiti integrati.</p> <p><b>Esercitazione:</b> Elettronica dello stato solido (11 ore di carico di studio)</p> <p><b>Etivity 1</b> – Esercitazione sull'elettronica dello stato solido (13 ore di carico di studio - settimana 3)</p> <p><b>Modulo 4</b> – Diodo a stato solido (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 14 ore - settimana 4).</p> <p>Diodo a giunzione pn, diodo a barriera Schottky, analisi dei circuiti a diodi.</p> <p><b>Esercitazione:</b> Circuiti contenenti diodi (10 ore di carico di studio)</p> <p><b>Etivity 2</b> – Esercitazione sui circuiti a diodi (13 ore di carico di studio - settimana 5)</p> <p><b>Modulo 5</b> – Transistore bipolare a giunzione BJT (4 lezione di teoria videoregistrata per un impegno di 20 ore - settimana 6) Struttura e principio di funzionamento, modello del trasporto, caratteristica esterna corrente-tensione, polarizzazione del BJT.</p> <p><b>Esercitazione:</b> Polarizzazione del BJT (10 ore di carico di studio)</p>

	<p><b>Modulo 6</b> – Transistore ad effetto di campo MOSFET (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 14 ore - settimana 7) Strutture, principio di funzionamento e caratteristiche dei MOSFET a svuotamento ed arricchimento. Polarizzazione del MOSFET.</p> <p><b>Esercitazione:</b> Polarizzazione del MOSFET (10 ore di carico di studio)</p> <p><b>Modulo DIG</b> – Sistemi combinatori e sequenziali (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 18 ore - settimana 8). Sistemi di analisi e sintesi di circuiti combinatori. Elementi di sistemi sequenziali. Analisi e sintesi di circuiti sequenziali.</p> <p><b>Esercitazione:</b> Sistemi di numerazione; minimizzazione di circuiti combinatori (10 ore di carico di studio)</p> <p><b>Modulo A1</b> – Sistemi analogici (5 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 23 ore – settimana 9) Concetto di amplificazione, parametri degli amplificatori analogici, modello a doppio bipolo degli amplificatori, funzione di trasferimento e risposta in frequenza.</p> <p><b>Modulo A2</b> – Il transistore come amplificatore e modelli per piccoli segnali (5 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 23 ore - settimana 10) Amplificatori a BJT e MOSFET, circuiti equivalenti dc ed ac, modelli per piccoli segnali (del diodo, del BJT e del MOSFET), amplificatori a emettitore comune e a source comune.</p> <p><b>Modulo A3</b> – Amplificatori a singolo transistore (4 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 20 ore - settimana 11) Classificazione degli amplificatori, amplificatori invertenti, circuiti inseguitori, amplificatori non invertenti.</p> <p><b>Etivity 3</b> – Esercitazione sugli amplificatori a singolo transistore (20 ore di carico di studio - settimane 11).</p> <p><b>Modulo A4</b> – Amplificatori operazionali (5 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 23 ore – settimana 12) Modello e caratteristiche dell’amplificatore operazionale ideale. Caratteristiche e limiti principali dell’operazionale reale.</p> <p><b>Modulo A5</b> – Applicazioni lineari degli amplificatori operazionali (5 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 23 ore – settimana 13) Circuiti con amplificatori operazionali ideali, amplificatore operazionale reale, esempi applicativi dell’op-amp.</p> <p><b>Etivity 4</b> – Analisi di un semplice circuito con software di simulazione online (15-20 ore di carico di studio - settimane 13).</p>
<b>Materiali di studio</b>	<p>MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</p> <p>Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 9 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.</p> <p>Testi consigliati:</p> <p>Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, “Microelettronica: Elettronica Analogica”, McGraw-Hill.</p>
<b>Nota: “programma ridotto”</b>	<p>Gli studenti che, a seguito dell’avvenuto riconoscimento di un esame affine, sostenuto in una precedente carriera accademica, devono sostenere l’esame di Elettronica sono invitati a contattare il docente inviando il programma dell’esame già sostenuto. In tal modo, potranno essere definiti i moduli da assegnare per il sostenimento dell’esame in <i>forma ridotta</i> (e non da 12 CFU).</p>
<b>Modalità di verifica dell’apprendimento</b>	<p>L’esame consiste nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione, nonché la proprietà di linguaggio, dei concetti acquisiti e nello svolgimento di una serie di attività (e-tivity). La prova scritta sarà valutata in 27esimi, mentre le e-tivity potranno conseguire una valutazione massima di 5 punti. La valutazione complessiva, pertanto, è espressa in 32esimi. Una votazione pari a 32/32 corrisponde a 30 e lode. I risultati di apprendimento delle conoscenze e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le e-tivity, nonché le altre attività in itinere proposte in diversi moduli.</p> <p>La prova scritta (della durata di 90 minuti) prevede lo svolgimento di cinque esercizi di natura applicativa, di analisi o sintesi, che riguardano l’intero programma dell’insegnamento. Tra gli esercizi possono essere proposte delle domande su parti teoriche di particolare importanza. Nella valutazione delle risposte concorrono la capacità dello studente di rielaborare, applicare e presentare con proprietà di linguaggio il materiale presente in piattaforma (maturata anche a valle dello svolgimento delle attività interattive). Ciascun esercizio ha un punteggio massimo pari a 5.4 punti. Ogni risposta verrà valutata in base ai seguenti parametri aventi pari dignità: attinenza al quesito, completezza delle informazioni, modalità di sviluppo dell’argomento. Lo svolgimento di esercizi di analisi o sintesi verrà invece valutato in base ai seguenti parametri: scelta dei metodi risolutivi, quantità nello svolgimento, ordine del procedimento, esattezza del calcolo. I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le E-tivity. Queste ultime, vanno svolte <b>individualmente</b> da ciascuno studente e consegnate al docente tramite messaggio in piattaforma <b>almeno una settimana prima della prova d’esame</b> cui lo studente si è prenotato. Per ciascuna e-tivity è concesso un massimo di 24 ore dal momento in cui lo studente vi accede (registrato dalla piattaforma). Il materiale da consegnare per ciascuna e-tivity deve essere un file con estensione “.pdf” contenente un report dettagliato dell’attività.</p> <p>A partire da gennaio 2020, lo studente che deve sostenere l’esame sull’intero programma da 12 CFU potrà scegliere, indicando in sede d’esame la sua scelta, di svolgere l’esame attraverso DUE ESAMI PARZIALI (si</p>

	<p>veda fac-simile compito caricato in piattaforma). L'<b>esame parziale 1</b> (6 CFU) riguarderà i seguenti moduli: dal Modulo 1 al Modulo 6 e comprende l'E-Tivity 1 e 2. L'<b>esame parziale 2</b> (6 CFU) riguarderà i seguenti moduli: Modulo DIG, dal Modulo A1 al Modulo A5 e comprende le E-Tivity 3 e 4. Ciascun esame parziale è valutato come quello completo. Il voto finale sarà pari alla media dei voti di ciascuna prova parziale.</p>
<p><b>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</b></p>	<p>L'assegnazione dell'elaborato finale avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere.</p>

## Appendice

### Suggerimenti per la compilazione della scheda - Bologna

[http://www.bdp.it/lucabas/lookmyweb/templates/up\\_files/Bologna\\_promoters//Schede%20tematiche/Linee%20guida%20per%20la%20compilazione%20delle%20schede%20di%20insegnamento.pdf](http://www.bdp.it/lucabas/lookmyweb/templates/up_files/Bologna_promoters//Schede%20tematiche/Linee%20guida%20per%20la%20compilazione%20delle%20schede%20di%20insegnamento.pdf)

**Glossario** (tratto da *Un'introduzione a Tuning Educational Structures in Europe Il contributo delle Università al Processo di Bologna*, Versione italiana a cura di Carla Salvaterra. Traduzioni di Gaia Fanelli (testi da Tuning vol. II), Alessandro Gregori, Ennio Gozzi, Elena Montagna, Eleonora Santin (testi da Tuning. vol. I).

#### 1. DESCRITTORI DI DUBLINO = DUBLIN DESCRIPTORS

I *Dublin Descriptors* consistono in descrizioni molto generali dei risultati attesi e delle abilità caratteristiche associate a un titolo che rappresenti l'esito di uno dei tre cicli di Bologna. Sono stati sviluppati descrittori generali di livello per "il ciclo breve all'interno del primo ciclo", ed il primo, il secondo e il terzo ciclo. I descrittori consistono di una serie di criteri, espressi in termini di livelli di competenza, che permettono di distinguere in un modo ampio e generale tra i diversi cicli. Si possono distinguere le cinque seguenti serie di criteri:

- Conoscenze e capacità di comprensione (Knowledge and understanding)
- Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (Applying knowledge and understanding)
- Capacità di trarre conclusioni (Making judgements)
- Abilità comunicative (Communication skills)
- Capacità di apprendere (Learning skills).

#### 2. METODI DI INSEGNAMENTO E APPRENDIMENTO = TEACHING & LEARNING METHODS

Nelle università viene utilizzata una vasta gamma di metodi di insegnamento. L'insieme di questi metodi di insegnamento dipende fortemente dalla modalità con cui l'istruzione viene impartita (in presenza o a distanza). L'indagine del Tuning ha portato alla compilazione della seguente lista (ben lontana dall'essere esaustiva)

- Lezioni frontali
- Seminari (insegnamento a gruppi di studenti)
- Seminari ristretti (attività di Tutorato)
- Seminari di ricerca
- Esercitazioni
- Workshops (lezioni pratiche in aula)
- Lezioni incentrate sulla soluzione dei problemi (problem-solving)
- Laboratori
- Lezioni dimostrative
- Tirocini (internato/stage)
- Pratica di apprendimento sul lavoro (work- based practice)
- Lavoro sul campo
- e-learning (che può essere interamente on-line o 'misto', con l'utilizzo di altre tecniche e altri ambienti di apprendimento).

Tali liste sono solamente indicative e costituiscono esclusivamente una lista delle categorie delle attività didattiche, poiché le modalità secondo le quali ciascuna di essa può essere affrontata può variare ampiamente non solo tra i vari docenti ma anche nella pratica di ogni giorno di ciascun docente, a seconda dell'impostazione dell'insegnamento e dei risultati di apprendimento attesi.

Nelle università viene utilizzata una vasta gamma di attività di apprendimento. La seguente lista (inevitabilmente parziale) delle attività comunemente utilizzate può dare una qualche idea della ricchezza possibile nell'insegnamento e nell'apprendimento.

- Frequentare le attività didattiche, i seminari, i tutorati e le sessioni di laboratorio (in presenza e on-line).
- Partecipare a lezioni incentrate sulla risoluzione di problemi specifici (forum e aule virtuali).
- Prendere appunti
- Ricercare materiale di rilievo in biblioteche e on-line.
- Prendere in esame i testi di riferimento/consigliati.
- Leggere o studiare testi e altri materiali.

### **3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI = INTENDED LEARNING OUTCOMES**

Descrizione di cosa uno studente dovrebbe conoscere, comprendere e/o essere in grado di dimostrare al termine di un processo di apprendimento. I "risultati di apprendimento" descritti devono essere corredati da appropriati criteri di accertamento, necessari per valutare se i "risultati di apprendimento" attesi siano stati effettivamente raggiunti. I "risultati di apprendimento", insieme ai criteri di accertamento, specificano i requisiti per l'attribuzione dei crediti, mentre il voto finale si basa sul livello dei risultati raggiunti, che può essere superiore o inferiore ai requisiti per l'attribuzione dei crediti. I processi di accumulazione e trasferimento dei crediti sono facilitati dalla disponibilità di chiari "risultati di apprendimento" che indichino con precisione i risultati in base ai quali i crediti saranno attribuiti.

#### **Alcuni documenti di riferimento**

Panoramica dei Descrittori di Dublino applicati ai Corsi di Laurea in Business, Progetto Tuning, Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Business

<http://www.unideusto.org/tuningeu/publications/253-reference-points-for-the-design-and-deliveryof-degree-programmes-in-business.html>

Sulla qualità dei sistemi di valutazione degli studenti European Association for Quality Assurance in Higher Education, Standard e linee guida per l'Assicurazione della qualità nello Spazio Europeo dell'Istruzione superiore, IT version, marzo 2012

[http://www.bolognaprocess.it/content/index.php?action=read\\_cnt&id\\_cnt=6689](http://www.bolognaprocess.it/content/index.php?action=read_cnt&id_cnt=6689)

Su competenze e valutazione dell' apprendimento Un'introduzione a Tuning Educational Structures in Europe. Il contributo delle Università al processo di Bologna (Socrates Tempus)

[http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_Brochure\\_Italian\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Italian_version.pdf)

ANVUR: esempio di applicazione dei Descrittori di Dublino alle aree disciplinari per raggruppamenti i moduli di insegnamento per "aree CdLM in Economia e Legislazione d'Impresa (Classe LM-77)"

[www.rett.unict.it/nucleo/docs/varie/5-SUA\\_Esempio%203.pdf](http://www.rett.unict.it/nucleo/docs/varie/5-SUA_Esempio%203.pdf)