



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Insegnamento	Costruzioni Elettroniche
Livello e corso di studio	Laura Magistrale in Ingegneria Elettronica (LM29)
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-INF/01 (ELETTRONICA)
Anno di corso	2
Anno Accademico	2020-2021
Numero totale di crediti	9
Propedeuticità	Per l'insegnamento di "Costruzioni Elettroniche", sono previste propedeuticità nell'ambito della Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica con in corsi di <i>Microelettronica</i> e <i>Misure Elettriche ed Elettroniche</i> .
Docente	Stefano Salvatori Facoltà: Ingegneria Nickname: salvatori.stefano Email: stefano.salvatori@unicusano.it (da utilizzare solo per comunicazioni interne e amministrative) Orario di ricevimento: Consultare il calendario delle videoconferenze sul sito d'Ateneo: https://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica
Presentazione	L'insegnamento di Costruzioni Elettroniche, al secondo anno del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica (LM-29), si propone di illustrare alcuni elementi principali adottati nella progettazione dei sistemi elettronici. In particolare, attraverso l'analisi di particolari casi pratici, viene indicata la possibile metodologia di progettazione di apparati elettronici basati sia su componenti discreti che su circuiti integrati standard. Obiettivo principale dell'insegnamento è quello di trasmettere agli studenti gli strumenti di analisi e di sintesi utili alla progettazione analogica nonché le strategie principali da adottare nella progettazione di sistemi digitali. Per la vastità del campo, ovviamente sarà possibile mostrare solo alcune tipologie circuitali. Gli incontri sono suddivisi in lezioni teoriche di tipo frontale, esercitazioni e discussione sui <i>report</i> forniti dagli studenti quali E-tivity. La teoria comprenderà lo studio di architetture particolarmente interessanti. Spesso si farà diretto riferimento ai brevetti e alle idee coinvolte nel particolare progetto. Alcuni argomenti devono essere svolti dallo studente in modo autonomo, producendo, al termine dello studio, un <i>report</i> di sintesi che viene valutato dal docente (E-tivity). Particolare attenzione viene rivolta alla ricerca e allo studio della documentazione utile allo sviluppo di progetti presi come esempi di apparati e sistemi reali.
Obiettivi formativi	L'insegnamento inizia con lo studio di un caso pratico in cui viene mostrato il progetto di un sistema utile al condizionamento di un segnale di corrente di debole intensità. Il tema consente di delineare le prime linee guida da adottare durante lo sviluppo del progetto: definizione attenta dei requisiti di sistema; ricerca e studio della documentazione; elaborazione di uno schema funzionale; sviluppo dello schema; analisi e collaudo. I moduli successivi sono sviluppati seguendo la stessa filosofia. Si analizzerà il progetto di sistemi utili al condizionamento di un segnale nel campo audio, il primo, e a radiofrequenza, il secondo. Il progetto di un alimentatore a basso rumore, ancora come caso pratico di progetto, è lo spunto per approfondire lo studio di regolatori e riferimenti di tensione, di importanza basilare in campo elettronico. Ampio spazio viene poi dato alla progettazione di sistemi embedded a microcontrollore. Viene dapprima illustrata l'architettura dei sistemi a microcontrollore nonché le linee fondamentali che si seguono nel progetto dello stesso microprocessore. Per lo spazio disponibile, il tema riguarderà il cosiddetto "processore minimo". Illustrando una panoramica degli elementi hardware e software utili al progetto di sistemi embedded, vengono poi mostrati alcuni semplici circuiti a microcontrollore, indicando il flusso da seguire nel progetto dei sistemi esaminati.
Prerequisiti	Conoscenza dei fondamenti di analisi matematica e di geometria. Conoscenza delle proprietà fondamentali dei dispositivi a semiconduttore. Conoscenza delle proprietà fondamentali degli amplificatori a transistor a uno o più stadi. Conoscenza nella analisi e sintesi di sistemi lineari e non lineari basati su amplificatore operazionale. Conoscenza della tecnica sintesi di filtri attivi. Conoscenza e competenza nell'analisi e nella sintesi di sistemi digitali combinatori e sequenziali.
Risultati di apprendimento attesi (learning outcomes)	Lo studente al termine dell'insegnamento avrà dimostrato capacità di: <i>[Conoscenza e capacità di comprensione]</i> <ul style="list-style-type: none">• conoscere e saper comprendere la terminologia, le proprietà e le grandezze fisiche coinvolte in particolari soluzioni circuitali adottate in ambito elettronico;• ricordare le caratteristiche peculiari di alcune soluzioni circuitali, prendendo spunto anche dal punto di vista

	<p>del progettista che ha ideato proprio tali soluzioni;</p> <ul style="list-style-type: none"> • riconoscere soluzioni circuitali sia elementari che avanzate, basate su dispositivi analogici di tipo standard e analizzarle per comprenderne le caratteristiche peculiari e i rispettivi vantaggi e svantaggi; • ricordare alcuni modelli fondamentali di componenti e circuiti; • memorizzare le tecniche analitiche necessarie a comprendere il funzionamento di un sistema elettronico. <p><i>[Applicazione delle conoscenze]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • utilizzare una terminologia adeguata nella descrizione di un sistema elettronico; • descrivere il principio di funzionamento di alcuni componenti integrati (scelti come esemplificativi di una particolare tecnologia o soluzione circuitali); • interpretare lo schema di un circuito anche complesso, magari dal punto di vista del progettista, anche con un approccio pratico, ma comunque rigoroso. <p><i>[Capacità di trarre conclusioni]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • scegliere una determinata soluzione circuitali in base alle specifiche progettuali; • individuare i blocchi circuitali necessari per lo svolgimento di una funzionalità voluta e le necessarie interconnessioni tra i blocchi; • interpretare i risultati ottenuti durante lo svolgimento di un esercizio numerico sia in termini di coerenza fisica dei risultati ottenuti sia in termini di fattibilità ingegneristica della soluzione individuata. <p><i>[Abitudine comunicativa]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • sviluppare un linguaggio tecnico-scientifico corretto e comprensibile con cui esprimere nel modo più chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito della teoria dei circuiti elettronici. <p><i>[Capacità di apprendere]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali mediante circuiti elettronici integrati e dispositivi elettronici allo stato solido.
<p>Organizzazione dell'insegnamento</p>	<p>Attività Didattiche e Attività di Apprendimento</p> <p>L'insegnamento consiste in attività didattiche e in attività di apprendimento. Le attività didattiche corrispondono a lezioni preregistrate e/o lezioni sincrone in web conference. Le attività di apprendimento corrispondono allo studio autonomo delle dispense fornite dal docente e allo studio autonomo necessario per lo svolgimento di esercizi di autovalutazione e delle e-tivity. Gli esercizi di autovalutazione contenuti nei moduli sono necessari per verificare velocemente la comprensione dell'argomento in studio. Il loro svolgimento può essere inviato al docente tramite messaggistica in piattaforma per attestare il livello raggiunto in ogni momento e, quindi, per richiedere chiarimenti riguardo gli argomenti di cui non si è compreso pienamente il procedimento risolutivo o dubbi che sorgono nella preparazione.</p> <p>Calendario di studio</p> <p>L'insegnamento di <i>Costruzioni Elettroniche</i> prevede 9 CFU (Crediti Formativi Universitari), con un carico totale di studio pari a circa 225 ore. L'insegnamento è organizzato in modo da poter essere svolto in due mesi circa, prevedendo un impegno settimanale di almeno 25 ore. Tuttavia, se non si riesce a seguire tale tempistica, è probabile che due mesi non siano sufficienti a consentire una preparazione adeguata.</p> <p>L'insegnamento è organizzato secondo una modalità autonoma, idonea anche per studenti lavoratori. Lo studente che si accinge allo studio dell'insegnamento deve comunicare al docente tale intenzione in modo che possa essere abilitato alla partecipazione della Classe Virtuale e delle e-tivity. Le e-tivity vanno svolte individualmente da ciascuno studente e consegnate al docente tramite messaggio in piattaforma almeno una settimana prima della prova d'esame cui lo studente si è prenotato. Per la e-tivity E01 è concesso un massimo di 24 ore dal momento in cui lo studente vi accede (registrato dalla piattaforma), mentre per la E02 è concesso un massimo di 48 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. Si consiglia di pianificare l'Esame di Profitto a non meno di due mesi dall'inizio dello studio.</p> <p>Classe Virtuale</p> <p>L'insegnamento è dotato di una classe virtuale. Le comunicazioni con il docente relativamente agli argomenti dell'insegnamento devono avvenire nel forum di classe virtuale. Le E-tivity richiedono sempre attività di discussione docente-studente e studente-studente in un forum dedicato.</p> <p>Carico di Studio</p> <p>Il Carico di Studio totale dell'Insegnamento è di 225 ore suddivise in circa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 170 ore dedicate allo studio autonomo (visualizzazione e studio delle lezioni videoregistrate e delle dispense); • 50 ore di didattica interattiva per l'elaborazione delle e-tivity; • 5 ore di didattica interattiva per l'esecuzione di esercizi di autovalutazione.
<p>Contenuti</p>	<p>Modulo M01 - Introduzione: un esempio di progetto</p> <p><i>[Carico di studio: 41 h - 8,2 giorni - 1,6 CFU]</i></p> <p><i>Attività didattiche</i></p> <p>Il modulo prevede l'erogazione di 4,5 ore di lezioni pre-registrate. Dato il tempo necessario per il riascolto delle lezioni videoregistrate, la lettura della documentazione correlata all'argomento e le eventuali lezioni erogate in modalità sincrona, sono complessivamente richieste 13,5 ore di impegno studente per la sola</p>

fruizione delle lezioni.

Risultati di Apprendimento

Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:

- analizzare un circuito di front-end basato su integratore di precisione;
- leggere, in modo critico, i dati forniti nel datasheet relativo a un integratore di precisione;
- ricordare le caratteristiche fondamentali, i vantaggi e gli svantaggi offerti da un convertitore corrente-tensione basato su integratore di precisione, anche in confronto alla soluzione a transimpedenza;
- riprodurre il modello equivalente di un integratore di precisione che presenti gli elementi per la cancellazione degli errori di offset e di bias.

Obiettivi di Apprendimento

In questo modulo viene illustrato il possibile progetto di una elettronica di front-end per il condizionamento di sensori con uscita in corrente. La soluzione descritta riguarda l'impiego di un integratore di precisione, indicato quindi per la realizzazione di un sistema di acquisizione accurato, in grado però di operare a bassa frequenza. A tal proposito sarà illustrata la tecnica di annullamento della tensione di offset e della corrente di bias o di leakage, nonché quella di perdita che si ha dal sensore stesso. Il tema prevede altresì una fase di ricerca della documentazione e quindi di un suo studio, con osservazione critica dei dati ivi riportati.

Modulo M02 - Progetto di un alimentatore a basso rumore

[Carico di studio: 33 h - 6,6 giorni - 1,3 CFU]

Attività didattiche

Il modulo prevede l'erogazione di 4,6 ore di lezioni pre-registrate. Dato il tempo necessario per il riascolto delle lezioni videoregistrate, la lettura della documentazione correlata all'argomento e le eventuali lezioni erogate in modalità sincrona, sono complessivamente richieste 13,8 ore di impegno studente per la sola fruizione delle lezioni.

Risultati di Apprendimento

Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:

- riprodurre il flusso tipico usato per lo sviluppo di un progetto di un sistema elettronico;
- leggere in modo critico i dati riportati sul datasheet di un componente;
- riconoscere la tipologia circuitale di un regolatore di tensione integrato;
- conoscere e descrivere il principio di funzionamento dei riferimenti a band-gap;
- analizzare le sezioni integrate di un regolatore di tensione monolitico;
- ricordare le caratteristiche dei condensatori reali;
- dimensionare un radiatore in base alle caratteristiche di dissipazione di un circuito integrato.

Obiettivi di Apprendimento

In questo modulo viene illustrato il flusso delle azioni coinvolte nel processo di progettazione che riguardano: i requisiti e le specifiche di progetto; studio della documentazione (*datasheet* e *application notes*); ricerca dei componenti e sistemi; stesura della possibile soluzione. In particolare, nella ricerca del componente più idoneo viene mostrato il metodo di ricerca parametrica su siti specifici. Per il tema trattato, vengono quindi ripresi i concetti di base dei regolatori di tensione lineari e i riferimenti di tensione a zener. Quali dispositivi di precisione, è illustrato il principio di funzionamento dei riferimenti a bandgap. In questo ambito sono presentate alcune soluzioni integrate e, per il particolare progetto esaminato, i regolatori a basso dropout. Viene approfondito lo studio del regolatore LM2940, esaminandone lo schema di principio e studiandone le diverse sezioni: il riferimento a bandgap; l'amplificatore differenziale; la protezione dal sovraccarico; la protezione termica. Prestandosi a una applicazione reale, sono anche riprese le caratteristiche dei condensatori reali, nonché il problema della dissipazione della potenza con il dimensionamento di un radiatore.

Modulo M03 - Esempi di progetto di amplificatori

[Carico di studio: 28 h - 5,6 giorni - 1,1 CFU]

Attività didattiche

Il modulo prevede l'erogazione di 3,0 ore di lezioni pre-registrate. Dato il tempo necessario per il riascolto delle lezioni videoregistrate, le eventuali lezioni erogate in modalità sincrona, la consultazione dei documenti di sintesi dei filtri e di altra documentazione tecnica, sono complessivamente richieste almeno 10 ore di impegno studente per la fruizione delle lezioni.

Risultati di Apprendimento

Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:

- scegliere la soluzione circuitale per la realizzazione di un preamplificatore audio;
- dimensionare i componenti in base alle specifiche assegnate;
- simulare il circuito ricorrendo a strumenti disponibili in rete;
- realizzare una ricerca parametrica su siti specializzati;
- applicare i metodi delle costanti di tempo per la valutazione delle caratteristiche dinamiche di un sistema;
- completare il progetto di un circuito a BJT per includere gli elementi di polarizzazione;
- utilizzare la tecnica di incremento dell'amplificazione mediante carico accordato;
- comprendere alcune tecniche di realizzazione del prototipo e della sua verifica sul campo.

Obiettivi di Apprendimento

In questo modulo vengono illustrati due casi relativi al progetto di un amplificatore: un preamplificatore per applicazioni audio; un amplificatore a radiofrequenza che presenti un prodotto guadagno-larghezza di banda superiore a 1 GHz.

Relativamente al primo, è illustrato il caso pratico di un progetto di un filtro in base alle specifiche assegnate.

Il tema prevede lo studio della stabilità del sistema e la scelta di criteri progettuali più idonei alla risoluzione del problema. Inoltre, sono mostrate le tecniche di accoppiamento di ingresso e di uscita del preamplificatore. Infine, viene proposta l'analisi del sistema progettato ricorrendo a strumenti di simulazione disponibili in rete. Per il secondo, dopo aver inquadrato il problema, si passa allo studio della documentazione tecnica. Viene mostrato il limite che si ha ricorrendo a una soluzione che faccia uso di dispositivi integrati standard, passando così alla formulazione di una soluzione che impieghi componenti discreti. Sono quindi richiamate le caratteristiche fondamentali dei BJT e quindi la scelta del componente idoneo mediante una ricerca parametrica su siti specializzati. Il progetto prevede poi lo sviluppo dei seguenti punti: stime e considerazioni qualitative iniziali; stima del tempo di risposta con l'applicazione dei metodi delle costanti di tempo (*Open Circuit Time Constant, Short Circuit Time Constant, Zero Voltage Time Constant*); soluzione per la polarizzazione; simulazione del sistema; metodo di incremento del guadagno mediante carico accordato; realizzazione del prototipo; risultati sperimentali relativi alle verifiche sul campo: risposta in frequenza, al gradino e all'impulso; applicazione pratica: front-end per l'adattamento di un rivelatore in diamante (R_s elevata).

Modulo M04 - Op-amp a reazione di corrente

[Carico di studio: 18 h - 4 giorni - 0,7 CFU]

Attività didattiche

Il modulo prevede lo studio autonomo da parte dello studente di 80 pagine di dispense relative alle caratteristiche dei CFA, *Current Feedback Amplifiers*. Al termine dello studio, lo studente deve produrre un documento di sintesi composto da un massimo di 2500 parole (5 pagine) con cui illustrare l'architettura e il funzionamento dei CFA. È richiesta anche la descrizione dell'ambito in cui questa tipologia di amplificatori trova applicazione.

Risultati di Apprendimento

Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:

- descrivere l'architettura di un amplificatore a reazione di corrente;
- descrivere lo stadio "diamond-buffer" mostrandone le peculiarità;
- confrontare i CFA con i VFA indicandone le principali peculiarità;
- descrivere alcune applicazioni pratiche di sistemi basati su CFA.

Obiettivi di Apprendimento

In questo modulo vengono dapprima illustrati i limiti che gli op-amp a reazione di tensione presentano in termini di prodotto guadagno-larghezza di banda. Dopo aver mostrato l'idea di base per un amplificatore a reazione di corrente e una breve storia dei CFA, vengono indicate le architetture e il modello equivalente per i moderni CFA, il diamond buffer come stadio di ingresso, nonché il confronto con i VFA. Nella seconda parte sono illustrate alcune note applicative dei CFA: amplificatori invertente e non-invertente; CFA reale; stabilità di un sistema reazionato basato su CFA: valore ottimale del resistore di reazione; carico capacitivo; realizzazione di filtri; esempio: amplificatore video; strumenti di progetto: *datasheet, application notes*, moduli di valutazione; campi di applicazione dei CFA (riferendosi alla documentazione disponibile sui siti specializzati delle aziende costruttrici di dispositivi a semiconduttore).

Modulo E01 - Note sulla conversione analogico-digitale e convertitori $\Sigma\Delta$

[Carico di studio: 25 h - 5 giorni - 1 CFU]

Attività didattiche

Il modulo prevede lo studio autonomo da parte dello studente della documentazione allegata all'argomento (dispense e documentazione tecnica fornita su siti specializzati). Al termine dello studio, lo studente deve produrre un documento di sintesi composto da un massimo di 2500 parole (5 pagine) con cui illustrare il funzionamento del convertitore $\Sigma\Delta$, indicandone pregi e difetti in confronto, ad esempio, a quelli ad approssimazioni successive. Nella relazione deve anche essere indicato l'ambito in cui questa tipologia di convertitori trova applicazione.

Risultati di Apprendimento

Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:

- riprodurre e illustrare le caratteristiche fondamentali degli ADC;
- illustrare l'architettura dei convertitori ad approssimazioni successive a capacità commutate;
- descrivere la tecnica di sovracampionamento e di noise shaping;
- illustrare l'architettura dei convertitori $\Sigma\Delta$;
- analizzare le caratteristiche di un convertitore $\Sigma\Delta$ commerciale.

Obiettivi di Apprendimento

In questo modulo sono dapprima riassunte le caratteristiche generali dei convertitori analogico digitali e le definizioni fondamentali. Quale esempio di convertitore integrato in sistemi più complessi, viene mostrata l'architettura degli ADC-SAR, ad approssimazioni successive. Successivamente sono illustrate le tecniche alla base dei convertitori $\Sigma\Delta$: sovracampionamento; noise-shaping; il modulatore $\Sigma\Delta$. Infine, quale esempio pratico sono mostrate le caratteristiche fondamentali dell'ADC commerciale ADS1675.

Modulo M05 - Sistemi embedded a microcontrollore

[Carico di studio: 50 h - 10 giorni - 2 CFU]

Attività didattiche

Il modulo prevede l'erogazione di 4,8 ore di lezioni pre-registrate. Dato il tempo necessario per il riascolto delle lezioni videoregistrate, nonché la consultazione della documentazione correlata all'argomento e le

	<p>eventuali lezioni erogate in modalità sincrona, sono complessivamente richieste 14,4 ore di impegno studente per la fruizione soltanto delle lezioni.</p> <p>Risultati di Apprendimento Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • descrivere le soluzioni attualmente adottate nella progettazione di sistemi embedded; • illustrare l'architettura di un sistema a microprocessore; • riprodurre e analizzare lo schema, a livello di datapath e RTL, di un processore minimo; • riprodurre e analizzare, a livello di datapath, l'architettura di un processore ARM7; • riconoscere gli elementi fondamentali di un sistema per lo sviluppo di progetti di sistemi embedded; • riprodurre alcuni esempi di sistemi embedded. <p>Obiettivi di Apprendimento In questo modulo è mostrata una breve panoramica dei sistemi embedded basati su microcontrollori, microprocessori, DSP, FPGA, o single-board-computer e sui sistemi per lo sviluppo dei progetti. Viene quindi presentata l'architettura dei sistemi a microprocessore e, nel dettaglio, il progetto di un processore minimo: schema a livello di datapath; sintesi RTL; progetto del blocco di decodifica e controllo. Viene anche presentata l'architettura del processore ARM7, diffuso nell'ambito embedded esaminandone le caratteristiche fondamentali, l'architettura, il set delle istruzioni e il modello per il programmatore. Sono quindi illustrate le caratteristiche dei sistemi utili allo sviluppo dei progetti, sia a livello hardware che software: panoramica; ambienti per lo sviluppo del firmware; moduli di valutazioni e schede di sviluppo. Infine, vengono mostrati alcuni esempi di progetti di sistemi embedded a microcontrollore.</p> <p>Modulo E02 - E-tivity [Carico di studio: 25 h - 5 giorni - 1 CFU]</p> <p>Attività didattiche Il modulo non prevede l'erogazione di ore di lezione o documentazione. L'apprendimento è perseguito solo mediante lo studio autonomo necessario per le attività proposte dal docente.</p> <p>Risultati di Apprendimento Alla fine del modulo lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • utilizzare una terminologia adeguata nell'ambito della progettazione di un semplice sistema elettronico; • valutare la metodologia più corretta per l'analisi di un sistema elettronico; • interpretare la documentazione tecnica di un dispositivo integrato; • progettare un semplice sistema che risponda alle specifiche e i requisiti assegnati. <p>Obiettivi di Apprendimento In questo modulo lo studente è impegnato nella risoluzione di un problema di complessità non banale. Il caso viene proposto allo studente sotto forma di E-tivity (Electronic-Activity) accompagnato da una scheda descrittiva e pubblicata nella Classe Virtuale relativa all'insegnamento e presente in piattaforma. L'E-tivity consiste nella produzione di un report relativo al <i>case-study</i> proposto e da opportune attività da svolgersi nel forum stesso di classe virtuale. La scheda descrittiva riporta sia le attività da svolgere da parte dello studente, sia le modalità di valutazione da parte del docente ai fini del computo del voto finale d'esame. Le E-tivity hanno una finalità di apprendimento oltre che di valutazione. Ciò significa che i Risultati di Apprendimento dichiarati nel modulo non sono raggiunti mediante la fruizione di lezioni, ma esclusivamente mediante lo studio autonomo e la risoluzione dei <i>case-study</i> proposti. La E-tivity è relativa al progetto di un sistema che prevede la ricerca del componente più opportuno alla risoluzione del problema proposto. L'attività E-tivity richiede sempre l'utilizzo del forum di classe virtuale ove poter discutere di argomenti teorici e di esercizi. N.B. Le E-tivity non sono da considerarsi Esoneri.</p>
Materiali di studio	<p>Materiali didattici a cura del docente. Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 7 sezioni che fanno riferimento ai contenuti dei moduli indicati nella presente scheda. Le sezioni sono organizzate in una serie di videolezioni, dispense ed esercizi asincroni correlati al contenuto dei moduli. Tutta la documentazione tecnica a cui si fa riferimento è fornita in inglese in quanto lingua ufficiale in ambito elettronico.</p> <p>Materiali didattici consigliati Per la professione si consiglia di inserire nella propria libreria i seguenti testi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Thompson, <i>Intuitive Analog Circuit Design</i>, Newnes-Elsevier, 2006; • R. A. Pease, <i>Troubleshooting Analog Circuits</i>, Newnes-Elsevier, 1999; • <i>Analog-Digital Conversion</i>, W. Kester ed., Analog Devices, www.analog.com; • S. Fuber, <i>ARM System-on-chip Architecture</i>, Pearson, 2001.
Nota: "programma ridotto"	<p>Gli studenti che, a seguito dell'avvenuto riconoscimento di un esame affine, sostenuto in una precedente carriera accademica, devono sostenere l'esame di Costruzioni Elettroniche 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 9 CFU).</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>Elementi di giudizio La verifica del raggiungimento dei Risultati di Apprendimento è svolta mediante la valutazione delle E-tivity e dell'Esame di Profitto. Le prove consentono di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verificare le conoscenze legate ad alcune soluzioni circuitali fondamentali nell'ambito dell'elettronica analogica, nonché la capacità di saperne indicare i vantaggi e gli svantaggi in confronto ad altre soluzioni; • valutare la metodologia adottata per l'analisi di un sistema elettronico;

	<ul style="list-style-type: none"> • appurare l'uso di una terminologia adeguata alla descrizione di un sistema elettronico; • verificare la capacità di comprendere il funzionamento dello schema di principio di alcuni componenti integrati standard o di un circuito in generale, anche con un approccio pratico, magari con l'ottica del progettista; • giudicare la scelta di una soluzione circuitale in base alle specifiche e i requisiti assegnati, unitamente all'abilità di rappresentare il sistema e di interpretare in modo critico i risultati ottenuti; • appurare la chiarezza espositiva in cui è necessaria una terminologia tecnica adeguata all'ambito elettronico; • valutare l'abilità acquisita nel risolvere un problema nuovo. <p>Esame e valutazione</p> <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 quattro 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 6.75 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 individualmente da ciascuno studente e consegnate al docente tramite messaggio in piattaforma almeno una settimana prima della prova d'esame cui lo studente si è prenotato. Per ciascuna e-tivity è concesso un massimo di 24 ore per la prima e 40 ore per la seconda, 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 9 CFU potrà scegliere, indicando in sede d'esame la sua scelta, di svolgere l'esame attraverso DUE ESAMI PARZIALI (si veda fac-simile compito caricato in piattaforma). L'esame parziale 1 (6 CFU) riguarderà i seguenti moduli: dal Modulo 1 al Modulo 3 e comprende l'etivity E01. L'esame parziale 2 (6 CFU) riguarderà i seguenti moduli: Modulo 4 e Modulo 5 e comprende l'E-Tivity E02. Ciascun esame parziale è valutato come quello completo. Il voto finale sarà pari alla media dei voti di ciascuna prova parziale.</p>
<p>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</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

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.
- Riassumere testi

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

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

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