



## Principali informazioni sull'insegnamento

Denominazione dell'insegnamento	<b>Architettura degli Elaboratori e Sistemi Operativi (track cognomi A-D)</b>	
Corso di studio	<b>Informatica</b>	
Anno Accademico	2025/2026	
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	9 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	ING-INF/05	
Lingua di erogazione	Italiano	
Anno di corso	Primo	
Periodo di erogazione	1 <sup>a</sup> semestre, le date esatte sono riportate nel manifesto/regolamento	
Obbligo di frequenza	La frequenza è fortemente raccomandata	
Sito web del corso di studio	<a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/informatica-270/laurea-triennale-in-informatica-d.m.-270-1">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/informatica-270/laurea-triennale-in-informatica-d.m.-270-1</a>	

Docente/i	
Nome e cognome	Giuseppe Pirlo
Indirizzo mail	<a href="mailto:giuseppe.pirlo@uniba.it">giuseppe.pirlo@uniba.it</a>
Telefono	NA
Sede	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n. 611-612, VI piano.
Sede virtuale	Piattaforma ADA - <a href="https://elearning.di.uniba.it/">https://elearning.di.uniba.it/</a>
Sito web del docente	<a href="https://islab.di.uniba.it">https://islab.di.uniba.it</a>
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Su appuntamento

Syllabus	
Obiettivi formativi	<i>Comprensione delle fondamentali problematiche dei Sistemi di Elaborazione e dei Sistemi Operativi. Conoscenza dei principi, delle tecniche e dei metodi di funzionamento e di utilizzazione delle Architetture di Calcolo e dei Sistemi Operativi.</i>



	<i>Capacità di utilizzare e gestire i sistemi di calcolo, applicando le conoscenze acquisite nel corso.</i>
<b>Prerequisiti</b>	<i>Buona preparazione nelle materie di base della scuola media secondaria, abilità matematiche, logiche e di ragionamento.</i>
<b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b>	<p><b>INTRODUZIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Approccio strutturale</li><li>• Linguaggi: livelli e macchine virtuali. Attuali macchine multilivello. Evoluzione delle macchine multilivello</li><li>Pietre miliari nell'architettura dei computer:</li><li>• Tipologie di computer: Forze tecnologiche ed economiche. Tipologie di computer. Computer usa e getta. Microcontrollori. Dispositivi mobili e da gioco. Personal computer. Server. Mainframe.</li><li>• Esempi di famiglie di computer</li><li>• Unità metriche</li></ul> <p><b>ORGANIZZAZIONE DEI SISTEMI DI CALCOLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Processori: Organizzazione della CPU. Esecuzione dell'istruzione. RISC contro CISC. Principi di progettazione dei calcolatori moderni. Parallelismo a livello di istruzione. Parallelismo a livello di processore</li><li>• Memoria principale: Bit. Indirizzi di memoria. Ordinamento di byte. Codici correttori. Memorie cache. Assemblaggio e tipi di memoria</li><li>• Memoria secondaria</li><li>• Input/Output: Bus. Terminali. Mouse. Controller per videogiochi. Stampanti. Apparecchiature per telecomunicazioni. Macchine fotografiche digitali. Codifica dei caratteri</li></ul> <p><b>LIVELLO LOGICO DIGITALE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Teoria dell'Algebra di Boole</li><li>• Mappe di Karnaugh</li><li>• Livello logico digitale</li><li>• Circuiti logici digitali elementari</li><li>• Memoria</li><li>• Chip della CPU e bus</li><li>• Esempi di chip della CPU</li><li>• Esempi di bus</li><li>• interfacce</li></ul> <p><b>LIVELLO DI MICROARCHITETTURA E DI ARCHITETTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Esempi di microarchitettura</li><li>• Esempio di ISA: IJVM</li><li>• Implementazione di esempio</li><li>• Formati di istruzioni</li><li>• Formati di indirizzamento</li><li>• Progettazione del livello di microarchitettura</li><li>• Miglioramento delle prestazioni</li><li>• Codice operativo espandibile</li><li>• Notazione polacca inversa ed algoritmi</li><li>• Esempi del livello di microarchitettura</li></ul>



- *Livello di architettura dell'insieme di istruzioni: Panoramica del livello ISA; Proprietà del livello ISA; Modelli di Memoria; Registri; Istruzioni; Tipi di dati; Tipi di dati numerici; Tipi di dati non numerici*

#### *INTRODUZIONE AI SISTEMI OPERATIVI*

- *Obiettivi e funzioni dei sistemi operativi*
- *Il sistema operativo come interfaccia utente/computer*
- *Il sistema operativo come gestore delle risorse*
- *Facilità di evoluzione di un sistema operativo*
- *Evoluzione dei sistemi operativi*
- *Elaborazione seriale*
- *Semplici sistemi batch*
- *Sistemi batch multiprogrammati*
- *Sistemi time-sharing*
- *Caratteristiche dei sistemi operativi moderni*

#### *DESCRIZIONE E CONTROLLO DEI PROCESSI*

- *Stati dei processi*
- *Un modello a due stati*
- *Creazione e terminazione dei processi*
- *Un modello a cinque stati*
- *Processi sospesi*
- *Descrizione dei processi*
- *Strutture di controllo dei processi*
- *Attributi dei processi*
- *EFLAGS del Pentium*
- *Il ruolo del PCB*
- *Controllo dei processi*
- *Modi di esecuzione*
- *Creazione dei processi*
- *Cambio dei processi: cambiamento di modo*
- *cambiamento dello stato di un processo*
- *Esecuzione del Sistema Operativo: Kernel non implementato con processi; Esecuzione*
- *all'interno dei processi utente; Sistemi operativi basati sui processi*
- *Gestioni dei processi*
- *Stati dei processi*
- *Descrizione dei processi*

#### *THREAD, SMP E MICROKERNEL*

- *Processi e thread: Multithreading; Funzionalità dei thread; Thread a livello utente e di Kernel*
- *Multiprocessing simmetrico: Architettura SMP*
- *Organizzazione SMP; Considerazioni per la progettazione di sistemi operativi multiprocessore*
- *Processi e thread concorrenti; Schedulazione; Sincronizzazione*
- *Microkernel: Architettura del Microkernel; Benefici di un'organizzazione a mikrokernel; Prestazioni del Microkernel; Progettazione del Microkernel*

#### *CONCORRENZA: Mutua esclusione e Sincronizzazione.*

- *Principi della concorrenza: Un semplice esempio*



- *Problemi di concorrenza nei sistemi operativi*
  - *Interazione tra processi: competizione per le risorse; cooperazione tramite condivisione; cooperazione tramite comunicazione*
  - *Mutua esclusione: approcci software*
  - *Algoritmo di Dekker: Insidie della programmazione concorrente*
  - *tentativo di soluzione e la soluzione corretta*
  - *Algoritmo di Peterson*
  - *Mutua esclusione supporto hardware*
  - *Abilitazione e disabilitazione degli interrupt*
  - *Istruzioni di macchina speciali: Test and set e Scambio*
  - *Uso di Test-set e Scambio per la mutua esclusione*
  - *Semafori*
  - *Definizione della primitiva Signal e wait*
  - *Primitive Signal e wait per i semafori binari*
  - *Mutua esclusione con semafori*
  - *Il problema del produttore consumatore*
  - *Soluzione non corretta del problema produttoreconsumatore con semafori binari nel caso di buffer infinito*
  - *Soluzione generale corretta del problema del produttore-consumatore nel caso di buffer infinito*
  - *Soluzione del problema del produttore-consumatore nel caso di buffer finito*
  - *Implementazione dei semafori*
  - *Il problema del barbiere ingiusto*
  - *Il problema del barbiere equo*
  - *Monitor*
  - *Monitor di Hoare*
  - *Risoluzione del problema Produttore/Consumatore con Monitor Hoare*
  - *Monitor di Lampson-Redell*
  - *Scambio di messaggi*
  - *Sincronizzazione*
  - *Indirizzamento*
  - *Formato di messaggi*
  - *Organizzazione delle code*
  - *Mutua esclusione usando i messaggi*
  - *Soluzione del problema produttore/consumatore con buffer limitato usando i messaggi*
- GESTIONE DELLA MEMORIA**
- *Introduzione*
  - *allocazione contigua della memoria*
  - *monoallocazione*
  - *partizionamento statico*
  - *partizionamento dinamico*
  - *segmentazione*
  - *allocazione non contigua della memoria*
  - *paginazione*
  - *memoria virtuale*
  - *Principi di base della gestione della Memoria Centrale*
  - *Parametri di confronto degli schemi di gestione*



	<p><i>MEMORIA VIRTUALE</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Principi Operativi</i></li><li>• <i>Memoria Virtuale con Paginazione</i></li><li>• <i>Tabella delle pagine</i></li><li>• <i>Tabella di descrizione dei file</i></li><li>• <i>Interrompibilità dell'istruzione ed esempi esplicativi</i></li><li>• <i>Gestione della memoria virtuale:</i></li><li>• <i>strategia di allocazione</i></li><li>• <i>strategia di ricerca</i></li><li>• <i>strategia di sostituzione</i></li><li>• <i>strategia di posizionamento</i></li><li>• <i>Località dei programmi</i></li><li>• <i>Algoritmi di sostituzione delle pagine</i></li><li>• <i>Algoritmo FIFO</i></li><li>• <i>Algoritmo LRU</i></li><li>• <i>Algoritmo di Belady</i></li><li>• <i>Algoritmo NRU</i></li><li>• <i>Confronto operativo tra gli algoritmi</i></li><li>• <i>Concetti di distanza futura e distanza passata</i></li><li>• <i>Working-Set</i></li><li>• <i>Supporti hardware per la memoria virtuale</i></li></ul> <p><i>FILE SYSTEM</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>I file</i></li><li>• <i>Denominazione di File</i></li><li>• <i>Struttura dei File</i></li><li>• <i>Tipi di File</i></li><li>• <i>Accesso ai File</i></li><li>• <i>Attributi</i></li><li>• <i>Operazioni sui file</i></li><li>• <i>File mappati in memoria</i></li><li>• <i>Le Directory</i></li><li>• <i>Sistemi Gerarchici di Directory</i></li><li>• <i>I path name</i></li><li>• <i>Operazioni sulle Directory</i></li><li>• <i>Implementazione del File System</i></li><li>• <i>Implementazione dei File</i></li><li>• <i>Implementazioni delle Directory</i></li><li>• <i>File condivisi</i></li><li>• <i>Gestione dello spazio su disco</i></li><li>• <i>Affidabilità del file system</i></li><li>• <i>Prestazioni del file system</i></li><li>• <i>Sicurezza</i></li><li>• <i>L'ambiente di sicurezza</i></li><li>• <i>Principi di progettazione per la sicurezza</i></li><li>• <i>Autenticazione dell'utente</i></li><li>• <i>Meccanismi di protezione</i></li><li>• <i>I domini di protezione</i></li><li>• <i>Liste di controllo degli accessi</i></li><li>• <i>Le capability list</i></li><li>• <i>Modelli di protezione</i></li><li>• <i>Canali nascosti</i></li></ul>
<b>Testi di riferimento</b>	Per la parte di Architettura degli Elaboratori:



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Architettura dei Calcolatori: un approccio strutturale: A. S. Tanenbaum, Pearson 2013</li> </ul> <p>Per la parte di Sistemi Operativi, uno dei seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemi Operativi Concetti ed esempi: Silberschatz. Pearson 2019</li> <li>Sistemi Operativi; William Stallings: Jackson Libri, 2005</li> </ul> <p>Gli studenti che lo desiderano possono ottenere i testi in prestito dalla Biblioteca. Può convenire verificarne la disponibilità mediante il Sistema Bibliotecario di Ateneo <a href="https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php?">https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php?</a> e contattare la biblioteca per concordare il prestito.</p>		
<b>Note ai testi di riferimento</b>	-		
<b>Organizzazione della didattica</b>			
<b>Ore</b>			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, progetto, esercitazione, altro)	Studio individuale
225 ore	56 ore	30 ore	139 ore
<b>CFU/ETCS</b>			
9 CFU	7 CFU	2 CFU	

<b>Metodi didattici</b>	
	Il corso viene erogato mediante lezioni in presenza ed esercitazioni in aula

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	Lo studente comprende i temi affrontati nel corso e riesce ad elaborare un ragionamento critico, con visione d'insieme e approfondita rispetto agli argomenti trattati
<b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	Lo studente è in grado di applicare le competenze acquisite nelle specifiche applicazioni previste dalla disciplina
<b>Competenze trasversali</b>	<p><b>Autonomia di giudizio</b> Lo studente è in grado di valutare una situazione proposta, analizzandone gli elementi a corredo, al fine di determinare quale approccio sia migliore (in termini di tempo, prestazioni, vantaggi e svantaggi delle soluzioni specifiche).</p> <p><b>Abilità comunicative</b> Lo studente è in grado di comunicare in maniera efficace i concetti a un pubblico di esperti e di non esperti. Lo studente padroneggia la terminologia del settore.</p>



	<p><b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b> Sviluppo di capacità di apprendimento che sono necessarie per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia.</p>
--	--

Valutazione											
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	<p>L'esame consta di una prova scritta ed una prova orale. Il superamento della prova scritta comporta l'ammissione alla prova orale. Il giudizio viene considerato mediante valutazione d'insieme di quanto esposto durante la prova orale, avendo quale riferimento quanto riscontrabile dai risultati della prova scritta.</p> <p>La prova scritta ha una durata di 30 minuti e si svolge mediante domande a risposta chiusa. I risultati verranno comunicati a mezzo email sull'indirizzo istituzionale degli studenti.</p> <p>Il giudizio complessivo è espresso mediante votazione in trentesimi.</p> <p>Non sono previste prove in itinere o prove parziali.</p>										
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> Lo studente dovrà dimostrare di conoscere e di aver compreso i concetti fondamentali dell'architettura degli elaboratori, dei sistemi operativi e dei loro componenti, sia individualmente che nel loro mutuo funzionamento.</li> <li><i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di selezionare il componente hardware o software maggiormente idoneo in una ipotetica situazione, enfatizzandone le peculiarità e le debolezze.</li> <li><i>Autonomia di giudizio:</i> Lo studente dovrà dimostrare di saper formulare un proprio giudizio, congruo con quanto la disciplina insegna, sulle scelte relative al funzionamento degli elaboratori sul piano hardware e a livello di sistema operativo.</li> <li><i>Abilità comunicative:</i> Lo studente dovrà dimostrare di saper comunicare le conoscenze acquisite nonché motivare le proprie scelte implementative in maniera idonea e approfondita.</li> <li><i>Capacità di apprendere:</i> Lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito la capacità di approfondire in autonomia gli argomenti attinenti la disciplina.</li> </ul>										
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<table> <tr> <th>Voto</th><th>Descrittori</th></tr> <tr> <td>&lt; 18 insufficiente</td><td>Conoscenze frammentarie e superficiali dei contenuti, errori nell'applicare i concetti, descrizione carente.</td></tr> <tr> <td>18 - 20</td><td>Conoscenze dei contenuti sufficienti ma generali, descrizione semplice, incertezze nell'applicazione di concetti teorici.</td></tr> <tr> <td>21 - 23</td><td>Conoscenze dei contenuti appropriate ma non approfondite, capacità di applicare i concetti teorici, capacità di presentare i contenuti in modo semplice.</td></tr> <tr> <td>24 - 25</td><td>Conoscenze dei contenuti appropriate ed ampie, discreta capacità di applicazione delle conoscenze, capacità di presentare i contenuti in modo articolato.</td></tr> </table>	Voto	Descrittori	< 18 insufficiente	Conoscenze frammentarie e superficiali dei contenuti, errori nell'applicare i concetti, descrizione carente.	18 - 20	Conoscenze dei contenuti sufficienti ma generali, descrizione semplice, incertezze nell'applicazione di concetti teorici.	21 - 23	Conoscenze dei contenuti appropriate ma non approfondite, capacità di applicare i concetti teorici, capacità di presentare i contenuti in modo semplice.	24 - 25	Conoscenze dei contenuti appropriate ed ampie, discreta capacità di applicazione delle conoscenze, capacità di presentare i contenuti in modo articolato.
Voto	Descrittori										
< 18 insufficiente	Conoscenze frammentarie e superficiali dei contenuti, errori nell'applicare i concetti, descrizione carente.										
18 - 20	Conoscenze dei contenuti sufficienti ma generali, descrizione semplice, incertezze nell'applicazione di concetti teorici.										
21 - 23	Conoscenze dei contenuti appropriate ma non approfondite, capacità di applicare i concetti teorici, capacità di presentare i contenuti in modo semplice.										
24 - 25	Conoscenze dei contenuti appropriate ed ampie, discreta capacità di applicazione delle conoscenze, capacità di presentare i contenuti in modo articolato.										



	<table><tr><td>26 - 27</td><td>Conoscenze dei contenuti precise e complete, buona capacità di applicare le conoscenze, capacità di analisi, descrizione chiara e corretta.</td></tr><tr><td>28 - 29</td><td>Conoscenze dei contenuti ampie, complete ed approfondite, buona applicazione dei contenuti, buona capacità di analisi e di sintesi, descrizione sicura e corretta.</td></tr><tr><td>30 30 e lode</td><td>Conoscenze dei contenuti molto ampie, complete ed approfondite, capacità ben consolidata di applicare i contenuti, ottima capacità di analisi, di sintesi e di collegamenti interdisciplinari, padronanza di descrizione.</td></tr></table>	26 - 27	Conoscenze dei contenuti precise e complete, buona capacità di applicare le conoscenze, capacità di analisi, descrizione chiara e corretta.	28 - 29	Conoscenze dei contenuti ampie, complete ed approfondite, buona applicazione dei contenuti, buona capacità di analisi e di sintesi, descrizione sicura e corretta.	30 30 e lode	Conoscenze dei contenuti molto ampie, complete ed approfondite, capacità ben consolidata di applicare i contenuti, ottima capacità di analisi, di sintesi e di collegamenti interdisciplinari, padronanza di descrizione.
26 - 27	Conoscenze dei contenuti precise e complete, buona capacità di applicare le conoscenze, capacità di analisi, descrizione chiara e corretta.						
28 - 29	Conoscenze dei contenuti ampie, complete ed approfondite, buona applicazione dei contenuti, buona capacità di analisi e di sintesi, descrizione sicura e corretta.						
30 30 e lode	Conoscenze dei contenuti molto ampie, complete ed approfondite, capacità ben consolidata di applicare i contenuti, ottima capacità di analisi, di sintesi e di collegamenti interdisciplinari, padronanza di descrizione.						
Altro	<p>Si suggerisce agli studenti di affidarsi esclusivamente alle informazioni/comunicazioni fornite sui siti ufficiali del Dipartimento di Informatica, ovvero sui gruppi social solo se costituiti e amministrati esclusivamente dai docenti dei relativi insegnamenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea</a></li><li>• <a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica</a></li><li>• <a href="https://elearning.di.uniba.it/">https://elearning.di.uniba.it/</a></li></ul> <p>I programmi degli insegnamenti sono disponibili qui:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="https://programmi.di.uniba.it/">https://programmi.di.uniba.it/</a></li></ul> <p>Le informazioni che tutti gli studenti dovrebbero conoscere sono scritte nei Regolamenti didattici e manifesti degli studi disponibili nel sito:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea</a></li></ul> <p>Si suggerisce agli studenti di diffidare delle informazioni e dei materiali circolanti su siti o gruppi social non ufficiali, poiché spesso sono risultati non affidabili, non corretti o incompleti. Per ogni dubbio, chiedere un incontro al docente secondo le modalità previste per il ricevimento.</p> <p>L'accesso al materiale didattico avviene mediante iscrizione al corso in Piattaforma ADA.</p>						