

**PIANO DI LAVORO ANNUALE**

**Classe 5F - Indirizzo Informatica e Telecomunicazioni - Articolazione Telecomunicazioni**

**Disciplina: Telecomunicazioni**

**Prof. Genesio Minichiello / I.T.P. Domenico Balestrucci**

***A) Finalità della disciplina***

La didattica si propone di conseguire i seguenti obiettivi in termini di conoscenze e competenze da parte degli allievi:

**Introduzione: Generalità sui sistemi e sulle reti di telecomunicazioni**

- Schema a blocchi generale di un sistema di telecomunicazioni
- Rete di telecomunicazioni a maglia incompleta
- Commutazione di circuito e di pacchetto

**Modulo 1: Elementi di teoria dei segnali e dei sistemi nel dominio del tempo e della frequenza**

**Unità 1: Elementi di teoria dei segnali deterministici nel dominio del tempo**

- Segnali analogici e numerici
- Segnali deterministici nel dominio del tempo ed eventuali proprietà
- Operazioni sui segnali
- Segnale costante, gradino, finestra rettangolare, senoide, impulso sinc, impulso di Dirac
- Sviluppo in serie di Fourier di segnali periodici
- Sovrapposizione integrale di impulsi ideali per la scissione di un segnale qualsiasi
- Segnale campionato PAM, S/H, ideale
- Campionamento
- Quantizzazione
- Codifica (a lunghezza fissa)
- Conversione analogico-digitale
- Decodifica
- Ricostruzione ed errore di quantizzazione
- Conversione digitale-analogico

**Unità 2: Elementi di teoria dei segnali deterministici nel dominio della frequenza**

- Segnali deterministici nel dominio della frequenza e trasformata di Fourier
- Proprietà dello spettro
- Banda di un segnale
- Spettro e banda di segnali notevoli

**Unità 3: I sistemi nel dominio del tempo e della frequenza**

- Sistemi nel dominio del tempo ed eventuali proprietà
- Risposta all'impulso
- Sistemi nel dominio della frequenza
- Funzione risposta in frequenza, risposta in ampiezza e risposta in fase
- Banda passante di un sistema
- Filtraggio da parte di sistemi LTI (LPF, HPF, BPF, DBF)
- Principali filtri passivi (RC, CR, RL, LR, RLC, RCL, LCR)
- Interconnessione di sistemi (cascata, parallelo, controreazione)

## **Modulo 2: La commutazione di circuito e la moltiplicazione a divisione di frequenza o di tempo**

### **Unità 1: Trasmissione e modulazioni analogiche**

- Modulazioni analogiche: modulazioni di ampiezza (DSB, AM, SSB) ed angolari (PM, FM)
- Trasmissione con moltiplicazione FDM

### **Unità 2: Trasmissione e modulazioni digitali**

- Tecniche digitali: acquisizione, digitalizzazione e distribuzione dati
- Entropia della sorgente e misura dell'informazione; ridondanza della sorgente
- Modulazioni digitali (OOK, ASK, PSK, QAM, FSK) binarie o M-arie

### **Unità 3: Tecnica PCM nella moltiplicazione TDM**

- Trasmissione con moltiplicazione TDM
- Tecnica PCM
- Compressione analogica, quantizzazione non lineare e codifica
- Compressione numerica
- Struttura della trama e multitraccia PCM
- Ricezione, decodifica e ricostruzione

### **Unità 4: Moltiplicazione numerica a gerarchia plesiocrona (PDH) o sincrona (SDH)**

- Moltiplicazione numerica asincrona dei tributari PCM e giustificazione (stuffing) di bit
- Moltiplicazione numerica sincrona dei fasci tributari PCM primari e secondari
- Strutture numeriche e gerarchia STM

## **Modulo 3: Trasmissione televisiva**

### **Unità 1: Televisione analogica b/n**

- Segnale di luminanza e scansione nello schermo
- Segnali di deflessione orizzontale e verticale
- Righe e quadri, pixel, standard europeo (PAL) e statunitense (NTSC)
- Allocazione in banda

### **Unità 2: Televisione analogica a colori**

- Terna di colori primari (RGB)
- Matrice dei segnali di luminanza e cromaticità

### **Unità 3: Televisione digitale**

- Trasformazione lineare dalle matrici primarie a quelle di luminanza e cromaticità
- Velocità di bit, compressione e relativi standard

## **Modulo 4: Fondamenti di telefonia**

### **Unità 1: Principi generali**

- Apparecchio telefonico
- Caratteristiche dei collegamenti

### **Unità 2: Rete telefonica nazionale**

- Piano regolatore delle Telecomunicazioni
- Evoluzione della rete

### **Unità 3: Nozioni di traffico telefonico**

- Utenti e risorse
- Congestione
- Dimensionamento
- Generazione ed intensità di traffico

## **Modulo 5: Segnali acustici e ottici**

### **Unità 1: Trasduzione di segnali acustici**

- Caratteristiche fisiche del suono e della voce umana
- Trasduzione acustico-elettrica (microfoni)
- Trasduzione elettro-acustica (altoparlanti)

### **Unità 2: Trasduzione di segnali ottici**

- Caratteristiche della luce
- Caratteristiche fisiologiche dell'occhio umano
- Trasduzione ottico-elettrica
- Trasduzione elettro-ottica

## **Modulo 6: Onde elettromagnetiche**

### **Unità 1: Proprietà delle onde elettromagnetiche**

- Teoria della propagazione
- Fronti d'onda
- Ottica geometrica
- Energia di un'onda elettromagnetica

### **Unità 2: Propagazione delle onde guidate**

- Linee di trasmissione
- Guide d'onda
- Cavi coassiali
- Fibre ottiche

### **Unità 3: Antenne**

- Diagrammi di radiazione
- Parametri principali
- Effetto del suolo e principio delle immagini
- Dipolo hertziano, Dipolo marconiano
- Larghezza di banda
- Antenne riceventi, Antenne direttive, Antenne per radiocollegamenti

### **Unità 4: Onde radio**

- Classificazione onde radio + Propagazione onde radio

### **Unità 5: Ponti radio**

- Equazione di Friis o del collegamento

### **Unità 6: Satelliti per le TLC**

- Orbita geostazionaria, Orbita a bassa quota (LEOS)

## **Modulo 7: Fondamenti di trasmissione dati**

### **Unità 1: Introduzione alla trasmissione dati**

- Principio di funzionamento del MODEM
- Instaurazione di un collegamento dati su rete telefonica commutata
- Limiti del collegamento telefonico per la trasmissione dati
- Applicazioni multimediali

### **Unità 2: Protocolli di comunicazione**

- Architettura a strati e modello di riferimento OSI

## **Modulo 8: Reti a commutazione di pacchetto**

### **Unità 1: Struttura di una rete a pacchetto**

- Apparati di adattamento e concentrazione di pacchetti
- Nodi di commutazione
- Rete di accesso
- Centri di gestione e manutenzione

### **Unità 2: Raccomandazioni**

- X.25
- X.28, X.29 e X.3

## **Modulo 9: Reti LAN**

### **Unità 1: Topologia di una rete LAN**

- Bus, stella, anello, ibrida

### **Unità 2: Modello IEEE 802**

- IEEE 802.1
- IEEE 802.2, 802.3, 802.4, 802.5, FDDI

### **Unità 3: Reti Ethernet e standard IEEE 802.3**

- Hub, Switch, VLAN

### **Unità 4: Fast Ethernet e Gigabit Ethernet**

- Fast Ethernet
- Gigabit Ethernet

### **Unità 5: Rete Token Ring e standard IEEE 802.5**

- Trasmissione delle PDU
- Active monitor
- Priorità di accesso

- Il livello fisico

### **Unità 6: Wireless LAN**

- Struttura protocollare
- Tecniche a radiofrequenza e a infrarosso
- Sicurezza

### **Unità 7: Cablaggio strutturato**

- Architettura generale del cablaggio strutturato
- Sistemi di cablaggio strutturato

## **Modulo 10: Protocollo TCP/IP**

### **Unità 1: Suite di protocolli TCP/IP**

- Criteri generali
- Documenti RFC (Request for comments)

### **Unità 2: Protocolli Internet versione 4**

- ARP, RARP, Subnetting, Traceroute, ICMP, IGMP
- Indirizzi IP4

### **Unità 3: Protocolli di trasporto (TCP, UDP)**

- Struttura del segmento TCP
- Three way handshake
- Datagramma UDP

**Unità 4: Internetworking**

- Interconnessioni di LAN
- Protocolli di routing
- IGP e EGP
- Distance Vector

**Unità 5: Configurazione automatica degli indirizzi IP**

- BOOTP
- DHCP

**Unità 6: Internet**

- Cenni storici
- Indirizzamento
- DNS
- Registrazione di un dominio

**Modulo 11: Reti di telecomunicazioni integrate a larga banda**

**Unità 1: Rete ISDN**

- Modalità di accesso
- Terminazioni di rete
- Trasmissione su doppino telefonico

**Unità 2: Sistemi di accesso DSL**

- ADSL
- ADSL2 e ADSL2+
- VDSL e VDSL2

**Unità 3: Reti convergenti**

- NGN e nuovi servizi
- NGAN

**Unità 4: Voice over IP**

- Problematiche del VoIP
- Qualità di servizio
- Sicurezza VoIP

**Modulo 12: Telefonia mobile**

**Unità 1: Principi base dei sistemi radiomobili**

- Tecniche di accesso (FDMA, TDMA)
- Tecniche di copertura

**Unità 2: Evoluzione dei sistemi radiomobili**

- Sistemi di prima generazione
- Sistemi di seconda generazione
- Sistema GSM
- Sistemi di terza generazione
- Sistema UMTS
- Sistemi di quarta generazione (4G)
- Tecnologia LTE
- Tecnica MIMO

***Sono inoltre previste le seguenti esercitazioni di Laboratorio:***

- Analisi di segnali sinusoidali o comunque periodici (generati con Waveform Generator) attraverso Oscilloscopio (visualizzazione nel dominio del tempo) ed Analizzatore di Spettro (visualizzazione nel dominio della frequenza)
- Misura frequenze di taglio al 70% (e relativa banda passante a 3 dB) per i seguenti filtri (montati su breadboard): RC (LPF I ord.), CR (HPF I ord.), RL (HPF I ord.), LR (LPF I ord.), RLC (LPF II ord.), RCL (HPF II ord.), LCR risonante (BPF II ord. con calcolo frequenza di risonanza), mediante Oscilloscopio a doppia traccia e riscontro teorico dei risultati sperimentali
- Implementazione stadio software (Decisore) di un Decoder 8-PSK con criterio decisionale a minima distanza (prodotto scalare dell'osservabile con tutte le ipotesi e scelta per l'ipotesi che lo massimizza) in linguaggio C++
- Analisi nel dominio del tempo (Oscilloscopio) e della frequenza (Analizzatore di Spettro) delle principali modulazioni analogiche (AM, FM) generate con Waveform Generator
- Analisi della costellazione nello spazio delle osservazioni, attraverso Analizzatore di Spettro digitale, delle trasmissioni 8-ASK, 8-PSK, 16-QAM, BFSK
- Regolazione del duty cycle di un'onda quadra con variazione della tensione di riferimento (con OP-AMP in veste di comparatore) per attingere il sincronismo
- Misura della caratteristica di un LED e del corrispondente trasduttore di luce
- Varie misure su cavo coassiale con Waveform Generator ed Oscilloscopio a doppia traccia
- Ulteriori esercitazioni (per i moduli teorici da 7 a 12 precedentemente indicati) sono da concordare con il codocente tecnico/pratico di laboratorio durante lo sviluppo del programma

***E' infine previsto lo sviluppo del progetto dal titolo:***

***Controllo ed indagine su un LED remoto***

consistente in un'applicazione Client/Server di controllo e misura a distanza su un circuito di particolare rilievo tramite le Java-Socket su protocollo TCP.

***B) Principi e metodologie didattiche***

Saranno applicate diverse tecniche didattiche (lezione frontale, lezioni interattive in laboratorio con l'ausilio dei computer e del proiettore, della strumentazione, oltre che discussioni, etc.).

Le esercitazioni pratiche e di laboratorio saranno utilizzate per una costante verifica dei risultati ottenuti e dei progressi compiuti dai singoli studenti e verteranno, anche in modo combinato, sia sullo sviluppo di software applicativo, sia sull'utilizzo della strumentazione disponibile per l'implementazione di misurazioni, progetti e relazioni.

***C) Mezzi e sussidi didattici***

Oltre al libro di testo in adozione, che gli studenti sono guidati ad utilizzare con modalità selettive al fine di acquisire dimestichezza nell'individuazione e organizzazione delle informazioni essenziali, di sviluppare un metodo di studio efficace, di saper cogliere spunti che sollecitino la loro curiosità verso altri testi, tra gli strumenti didattici si farà ricorso a sussidi iconografici, audiovisivi e multimediali, oltre all'integrazione con informazioni tratte da altri manuali, monografie, riviste.

Il docente si impegna, in caso di necessità di approfondimento ulteriore, a rendere disponibili documenti essenziali o, in caso di necessità di sunto, documenti o slides riepilogativi delle lezioni.

### ***D) Criteri e modalità di valutazione delle verifiche***

Le verifiche, scritte, orali e pratiche, assolvono ad una funzione formativa e dunque si attuano sia in itinere sia alla conclusione dei nodi tematici principali.

Le verifiche scritte hanno caratteristiche di misurazione oggettiva (test a scelta multipla, a risposta aperta, completamenti, esercizi numerici).

Le prove orali, fondamentali per rilevare non solo le conoscenze acquisite, ma anche le abilità sviluppate, il livello di comprensione e il possesso del linguaggio specifico, costituiscono un generale strumento di ripasso e possono svolgersi anche all'inizio delle lezioni per richiamare gli argomenti sviluppati in precedenza.

Nelle prove pratiche di laboratorio gli allievi esibiranno la propria preparazione in merito all'utilizzo del software proposto ed agli ambienti di sviluppo e programmazione nonché all'utilizzo della strumentazione e del materiale a disposizione.

Rientrano nella valutazione l'interesse, la partecipazione attiva e propositiva, la costanza nell'impegno, lo svolgimento dei compiti affidati per casa e gli atteggiamenti del comportamento individuale nei confronti del singolo e del gruppo.

### ***E) Osservazioni***

Questo programma didattico è suscettibile di variazioni in relazione alle caratteristiche della classe o a problemi e/o esigenze contingenti che si dovessero presentare nel corso del suo sviluppo.

Al termine dell'anno scolastico si provvederà ad una compilazione aggiornata del programma effettivamente svolto.

Bolzano, 05/10/2023

Il docente  
Prof. **Genesio Minichiello**