

# **PROGRAMMA DI TELECOMUNICAZIONI**

**CLASSE: 4Ct**

**Indirizzo Telecomunicazioni**

**DOCENTI: Interdonato A. – Fedele A.**

## **MODULO 1: Teorema di Fourier**

Richiami su segnali periodici e sinusoidali - Enunciato del Teorema di Fourier e sviluppo in serie - Sviluppo in serie di Fourier di un segnale periodico, armoniche e spettro - Sviluppo in serie di Fourier di onda quadra bipolare ed unipolare: calcolo dei coefficienti dello sviluppo e rappresentazione dello spettro - Sviluppo in serie di Fourier dell'onda triangolare bipolare e determinazione dello spettro - Sviluppo in serie di Fourier per il segnale a dente di sega: calcolo dei coefficienti e rappresentazione dello spettro – Esercizi.

## **MODULO 2: Mezzi Trasmissivi, Cavi in rame e fibre ottiche**

Classificazione dei mezzi trasmissivi - Cavi in rame, doppino e cavo coassiale: struttura e caratteristiche.

Fibre ottiche: storia, struttura e materiali, dimensioni, vantaggi e svantaggi - Concetto di indice di rifrazione, fenomeni di riflessione e rifrazione nei dielettrici - Legge di Snell - Riflessione totale nella fibra ottica e calcolo dell'angolo limite - Angolo di accettazione ed apertura numerica - Calcolo dei modi di propagazione - Cause di attenuazione - Collegamento in fibra ottica: schema a blocchi, parametri ed attenuazioni del collegamento – Legge di bilancio delle potenze nel collegamento in fibra ottica ed attenuazione di connettori e giunti – Sensitivity del ricevitore - Definizione di Decibel per la potenza elettrica (unità in dB e dBm) ed esercizi su conversione tra le due unità di misura – Calcolo della potenza sul ricevitore e valutazione della qualità del collegamento mediante il parametro della sensitivity - Esercizi e problemi.

## **MODULO 3: I condensatori piani**

Struttura del condensatore piano e materiali - Formule di progetto: valore della capacità mediante i parametri geometrici ed elettrici - Fenomeni transitori del condensatore: carica e scarica - Concetto di costante di tempo - Circuiti, leggi analitiche del transitorio di carica e di scarica ed interpretazione grafica – Esercizi - Condensatori in serie e parallelo; calcolo della capacità equivalente.

## **MODULO 4: Propagazione delle onde elettromagnetiche**

Classificazione delle onde elettromagnetiche per la trasmissione a distanza – Onde radio e loro classificazione - Concetti di lunghezza d'onda e frequenza delle onde e. m. - Propagazione delle onde elettromagnetiche: generazione di onde in un conduttore filiforme - Propagazione delle onde e. m. negli strati dell'atmosfera - Tipologie di onde che si propagano nell'atmosfera: dirette, spaziali, terrestri.

## **MODULO 5: Le antenne**

Definizione di antenna - Principio di reciprocità – Diagrammi di radiazione - Antenne isotrope e direttive - Definizioni di densità di potenza – Definizioni di guadagno e direttività – Calcolo del campo elettrico nella direzione di massima irradiazione – Dipolo hertziano: caratteristiche, schema circuitale, guadagno, calcolo della lunghezza del dipolo – Esercizi.

## **ATTIVITA' DI LABORATORIO**

**Modalità di utilizzo degli strumenti di Laboratorio:** ripasso di generatore di segnale e oscilloscopio analogico per la misura di ampiezza, periodo di un segnale e tempo di ritardo tra due segnali sinusoidali con calcolo dello sfasamento - Oscilloscopio Digitale: funzionamento e configurazione dello strumento; uso della funzione FFT per il rilievo dello spettro di un segnale - Esercitazione pratica: Rilievo dello spettro di un segnale ad onda quadra di ampiezza 5V e frequenza 100kHz con l'uso della funzione FFT su oscilloscopio digitale e relazione di laboratorio della misura effettuata su modello predisposto.

**Forme d'onda delle grandezze elettriche** (ripasso): Sinusoidi e rappresentazione nel tempo, vettoriale e simbolica - Forma trigonometrica, polare e algebrica e formule di passaggio da una all'altra.

**Fondamenti di Elettrotecnica e componenti passivi:** Resistori, condensatori e induttori - Ripasso leggi di Ohm per i resistori - Condensatori, armature e dielettrico, relazione tra la capacità e le caratteristiche fisiche (area e distanza tra le armature) - Analisi qualitativa del funzionamento per tensioni continue e per tensioni con frequenze elevate - Autocostruzione di un condensatore a carta.

**Analisi della risposta all'onda quadra di un circuito RC:** Scelta della frequenza ottimale del segnale di ingresso in relazione alla costante di tempo - Visualizzazione all'oscilloscopio della carica e scarica del condensatore - Definizione e misura della costante di tempo e del tempo di salita - Relazione di laboratorio della misura effettuata su modello predisposto.

**Analisi del comportamento in corrente alternata sinusoidale:** Reattanza capacitiva, reattanza induttiva - Circuito RC sollecitato da generatore di corrente sinusoidale, analisi per analogia del circuito RL - Concetto di Impedenza - Tecniche di laboratorio utilizzate per l'analisi in frequenza (ingresso sinusoidale) dei circuiti

lineari - Misura del modulo della funzione di trasferimento e dello sfasamento (in radianti) tra segnale di ingresso e di uscita di un circuito pilotato da tensioni sinusoidali di varie frequenze - Costruzione dell'asse logaritmico per la rappresentazione delle frequenze nei grafici; definizione di decade, carta semilogaritmica.

**Quadripoli:** definizioni di guadagno e attenuazione di potenza, tensione, corrente - unità di misura logaritmiche - Resistenza o impedenza di ingresso e di uscita - Quadripoli in cascata - Risposta armonica di un quadripolo passivo - Attenuatore con partitore resistivo: valutazione dell'influenza delle impedenze di ingresso degli strumenti utilizzati nella misura; valutazione della resistenza interna del generatore utilizzato - Relazione di laboratorio della misura effettuata su modello predisposto.

**Filtri:** definizione di filtro attivo e passivo - classificazione dei filtri ideali e reali - simboli usati per i filtri (passa basso, passa alto, passa banda, elimina banda) – definizione di frequenza di taglio, in riferimento al modulo, al modulo in dB e alla fase della funzione di trasferimento.

**Analisi circuiti RC in regime sinusoidale:** funzione di trasferimento quadripolo RC in forma complessa; modulo e fase della funzione di trasferimento - grafico del modulo e della fase in funzione della frequenza - filtro Passa Basso e Passa Alto RC, pulsazione e frequenza di taglio - filtro Passa Banda con due quadripoli RC in cascata (a banda larga) - analisi della risposta armonica di un filtro RC passa-basso passivo - misure su circuito RC: ampiezza dei segnali di ingresso, di uscita e dello sfasamento al variare della frequenza; costruzione del grafico della  $|A_v(j\omega)|$  e dello sfasamento in funzione della frequenza su carta semilogaritmica - Relazione di laboratorio della misura effettuata su modello predisposto.

**Amplificatore di segnale e di potenza:** dispositivi tecnologici storicamente utilizzati per l'amplificazione: Tubi a vuoto; Transistor (ad effetto di campo e bipolari) – Amplificatori operazionali: caratteristiche generali; definizione di amplificazione e calcolo in Decibel; modello come quadripolo; formula dell'amplificazione in controeazione; alimentazione Duale e Dinamica massima dell'uscita; parametri ideali e reali di un A.O.; massa virtuale tra gli ingressi; caratteristica di trasferimento a media frequenza; banda passante di un A.O. reale; modello interno di un amplificatore operazionale, resistenza di ingresso e di uscita - amplificatore operazionale in configurazione non invertente e invertente - lettura caratteristiche amplificatore operazionale LM741 da datasheet.

Roma, 07/06/2021