

PROGRAMMA DI FONDAMENTI DI COMUNICAZIONI ELETTRICHE / TELECOMUNICAZIONI

Laurea in Ingegneria Elettronica (FCE), Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrotecnica (TLC)
Anno Accademico 2026-2027

Prof. Luca De Nardis

LIBRI DI TESTO:

Comunicazioni Elettriche – Fondamenti, Maria-Gabriella Di Benedetto, **Pearson Prentice Hall**, ISBN 978-88-7192-332-1, 1a edizione: settembre 2007.

Comunicazioni Elettriche – Esercizi e temi d'esame, Maria-Gabriella Di Benedetto, Daniele Domenicali, Luca De Nardis, **Pearson Prentice Hall**, ISBN 978-88-7192-331-4, 1a edizione: giugno 2007.

Elementi di un sistema di telecomunicazione [2 ore]

Sistema di telecomunicazione. Collegamento. Nodo utente e nodo centrale. Nodo sorgente, nodo destinatario, e canale. Trasmissioni simplex, half-duplex, duplex.
Segnali continui tempo-continuo (analogici), continui tempo-discreto, discreti tempo-continuo, discreti tempo-discreto.
Collegamento analogico e collegamento numerico. Collegamenti in banda-base e in banda-traslata. Codificatore e filtro di trasmissione. Velocità di trasmissione. Modulazione analogica e numerica.
Canale ideale e canale perfetto. Canale perfetto con rumore additivo gaussiano in uscita.
Filtro di ricezione. Schema del collegamento analogico e del collegamento numerico.
Caso di collegamento in banda traslata

Trasmissioni analogiche e numeriche [6 ore]

Caso di collegamento numerico in banda-base. Probabilità di errore sul simbolo.
Trasmissione di un segnale analogico su un collegamento numerico. Campionamento e quantizzazione.
Formatore di impulsi. TDM vs. FDM. Modalità ZR-NZR
Condizioni di Nyquist nel tempo e nella frequenza.
Trasmissione multi-livello. Diagramma ad occhio. Margine di tempo e di ampiezza

Schemi circuitali nel trasferimento di segnali su un mezzo fisico di trasmissione [6 ore]

Circuiti Lineari e Permanenti [filtri]. Relazioni di transito per segnali in banda-base ed in banda traslata. Generatore, carico, rete 2P e relativi modelli descrittivi.
Distinzione tra (spettro di densità di) potenza o energia di un segnale e (spettro di densità di) potenza o energia assorbito da un carico. Potenza ed energia a breve e lungo termine assorbita da un resistore e relative distribuzioni spettrali. Generalizzazione del concetto di (spettro di densità di) potenza o energia a lungo termine al caso di carico generico. Unità di misura logaritmiche della potenza e del rapporto tra potenze.
Connessione tra generatore e carico: condizioni di adattamento. Connessione tra generatore e carico attraverso una rete due porte: caratterizzazione del trasferimento del segnale [funzione di trasferimento: modulo, fase e tempo di ritardo di gruppo] e della potenza [guadagno di potenza; guadagno disponibile].

Rumore [6 ore]

Caratterizzazione del rumore termico nei bipoli attivi e passivi e reti 2P passive e attive. Fattore di rumore. Caso di reti 2P in cascata.

Trasmissione di segnali analogici e numerici in banda traslata [16 ore]

Segnali di banda base e banda traslata - analitici - componenti analogiche trasferimento attraverso filtri.

Introduzione alla modulazione. Modulazione con portante sinusoidale ed impulsiva. Caratterizzazione di un segnale modulato mediante le componenti analogiche di bassa frequenza. Concetti di frequenza e fase istantanea. Schemi di estrazione delle componenti analogiche di bassa frequenza mediante demodulatori sincroni.

Modulazione di ampiezza: BLD-PI, BLD-PS, BLU, BLR. Relativi spettri di densità di potenza in funzione della potenza totale.

Modulazione di angolo: modulazione di fase e di frequenza. Spettri di densità di potenza per segnali modulati angolarmente e per segnale modulante sinusoidale [banda di Carson] ovvero membro di un processo gaussiano. Modulazioni numeriche. Schemi di modulazione di ampiezza [ASK, ON-OFF, QAM] e di angolo [PSK, FSK].

Collegamenti [12 ore]

Equazione delle linee simmetriche e coassiali: circuito equivalente di una linea. Condizioni di adattamento o meno nel caso generale e nel caso di linee molto lunghe.

Caratteristiche trasmissive e peggioramenti introdotti dai doppi e dai cavi coassiali.

Fibre ottiche. Attenuazione e dispersione.

Rumore quantico e termico

Caratteristiche dei fotodiodi a diodo PIN e APD; valutazione del rapporto segnale/rumore dovuto al contributo termico e quantico in funzione del livello di potenza ottico trasmesso.

Collegamenti Hertziiani

Caratteristiche di un collegamento radio ideale. Guadagno delle antenne, attenuazione dello spazio libero.

Valutazione di prestazioni [12 ore]

Valutazione di prestazioni per trasmissioni analogiche a modulazione di ampiezza e di frequenza. Valutazione di prestazioni per trasmissioni numeriche di banda traslata. Probabilità di errore nel caso QAM.
