UNIVERSITÀ DI PISA

TELECOMUNICAZIONI

MICHELE MORELLI

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA ELETTRONICA
Codice	1008I
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
TELECOMUNICAZIONI	ING-INF/03	LEZIONI	60	MICHELE MORELLI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Il corso fornisce agli studenti le conoscenze di base relative ai sistemi di telecomunicazione, con particolare riferimento alla teoria della modulazione analogica e numerica, alle tecniche di accesso multiplo al canale, alla ricezione dei segnali in presenza di rumore e alle tecniche di equalizzazione per correggere le distorsioni dovute al canale. Le conoscenze acquisite consentono agli studenti di procedere alla modellizzazione e all'analisi di un sistema di telecomunicazione sia in banda base che in banda passante.

Modalità di verifica delle conoscenze
Ad inizio di ogni lezione, il docente farà un breve riepilogo degli argomenti trattati la volta precedente, rivolgendo domande al riguardo agli studenti presenti allo scopo di verificare le conoscenza acquisite.

Capacità
Al termine del corso, lo studente avrà siluppato le seguenti capacità:
1) Modellizzazione ed analisi di sistemi di comunicazione sia analogici che numerici, operanti sia in banda base che in banda passante;
2) Confronto tra diversi sistemi di comunicazione in termini di efficienza spettrale ed efficienza energetica ;
3) Modellizzazione delle distorsioni introdotte dal canale sul segnale trasmesso;
4) Scelta della tecnica di trasmissione più adatta sulla base dei requisiti richiesti (velocità di informazione, probabilità di errore sul bit) e delle risorse disponibili (banda a disposizione e potenza disponibile)

Modalità di verifica delle capacità
Le capacità acquisite dallo studente saranno verificate mediante esercizi che il docente con regolarità assegnerà agli studenti. La correzione di tali esercizi avverrà in aula durante la lezione successiva, in modo da fornire agli studenti gli strumenti per giudicare il loro livello di preparazione e sensibilizzarli a seguire il corso in maniera attiva.

Comportamenti
Gli studenti verranno sollecitati dal docente a partecipare attivamente alle lezioni in aula, proponendo loro stessi esercizi relativi all'analisi di sistemi di telecomunicazione che avranno reperito su testi e/o in rete e che abbiano trovato particolarmente interessanti e sfidanti. In questo modo, essi potranno acquisire e sviluppare una propria sensibilità nello studio di questa disciplina, insieme ad un adeguato rigore metodologico e scientifico.

Modalità di verifica dei comportamenti
La verifica dei comportamenti avverrà in aula durante le lezioni frontali. In quell'occasione il docente potrà verificare la partecipazione attiva o meno degli studenti, anche attraverso domande a loro rivolte su temi specifici trattati durante la lezione precedente.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Si raccomanda allo studente una buona conoscenza dei principi di base della teoria dei segnali, con particolare riguardo all'analisi spettrale dei processi stocastici.

Corequisiti
Nessuno

Prerequisiti per studi successivi
Il corso di Telecomunicazioni rappresenta un prerequisito fondamentale per l'analisi e il progetto dei circuiti elettronici per le telecomunicazioni che verrà affrontato in insegnamenti successivi.

Indicazioni metodologiche
Il corso si svolge attraverso lezioni frontali con ausilio di materiale didattico fornito dal docente. Sul sito di elearning è possibile reperire informazioni e comunicazioni docente-studenti, così come esempi di prove di esame scritte proposte in appelli precedenti. Sono previsti regolari ricevimenti per gli studenti, da concordarsi con il docente mediante posta elettronica.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Il programma è suddiviso in quattro parti:
1) Teoria delle modulazioni analogiche
Le modulazioni AM e DSB: modello analitico del segnale e sua densità spettrale di potenza, struttura del modulatore e del demodulatore. Teoria dei segnali passa banda: inviluppo complesso, componenti in fase e quadratura, equivalente in banda base di un modulatore e di un demodulatore, equivalente in banda base di un filtro passa-banda, demodulatore I/Q ed architettura supereterodina. La modulazione SSB: modello analitico del segnale e sua densità spettrale di potenza, struttura del modulatore e del demodulatore. Effetto di un errore di frequenza e di fase nelle modulazioni DSB e SSB. La modulazione FM: modello analitico del segnale, struttura del modulatore e del demodulatore, discriminatore di frequenza, limitatore di ampiezza, filtri di pre-enfasi e di de-enfasi. Definizione del guadagno di demodulazione e prestazioni delle modulazioni AM, DSB, SSB e FM in termini di efficienza energetica. Confronto tra i vari formati di modulazione analogici.
2) Conversione analogico/digitale di un segnale
Tecnica PCM: quantizzazione uniforme e non uniforme, compressore ed espansore di dinamica, interpolazione dei campioni. Prestazioni di un sistema PCM: rumore di quantizzazione ed effetto degli errori introdotti dal canale di trasmissione. Curve di prestazione del sistema PCM.
3) Teoria delle modulazioni numeriche
La modulazione PAM: modello analitico del segnale e sua densità spettrale di potenza, struttura del modulatore e del demodulatore, condizione di Nyquist per l'eliminazione dell'interferenza intersimbolica (ISI), progetto dei filtri di trasmissione e di ricezione. Impulsi a coseno rialzato. Le modulazioni QAM e PSK: modello analitico del segnale e sua densità spettrale di potenza, struttura del modulatore e del demodulatore, effetto di un errore di fase nella ricostruzione della portante. Zone di decisione e calcolo della probabilità di errore.
4) Tecniche di equalizzazione del canale
Modello del canale wireless: cammini multipli, banda di coerenza e tempo di coerenza. Modelli statistici di canale indoor, tipico urbano e hilly terrain. Equalizzatori lineari nel dominio del tempo. Criteri per il dimensionamento dei coefficienti di equalizzazione: Zero-Forcing e a minimo errore quadratico medio. Prestazioni delle tecniche di equalizzazione.

Bibliografia e materiale didattico
[1] A. N. D'Andrea, "Comunicazioni Elettriche", Edizioni ETS, Pisa, 2002.
[2] U. Mengali, M. Morelli, "Trasmissione Numerica", McGraw-Hill, 2001.
[3] L. W. Couch, "Digital and Analog Communication Systems", Prentice Hall, NJ, , 2002.
[4] S. Haykin, "Communication Systems", John Wiley & Sons, Inc. 200.

Indicazioni per non frequentanti
I temi affrontati nel corso sono ampiamenti trattati nei testi classici di comunicazioni elettriche e di comunicazioni numeriche, e quindi facilmente reperibili anche non frequentando le lezioni frontali. Per ogni chiarimento sugli argomenti del corso, è sempre possibile contattare il docente via posta elettronica chiedendo un appuntamento.

Modalità d'esame
L'esame è composto da una prova orale. Tale prova orale verte sulla teoria delle modulazioni analogiche e digitali, sulla numerizzazione di un segnale analogico, sulle tecniche di equalizzazione del canale e su temi relativi al rumore nei sistemi di comunicazione. Lo studente sosterrà un colloquio con il docente, durante il quale verrà verificata la comprensione degli aspetti teorici dell'insegnamento da parte del candidato. Si potrà anche richiedere la risoluzione di problemi/esercizi scritti davanti al docente o in separata sede. La prova sarà superata solo se il candidato mostra di sapersi esprimere in modo chiaro e con la giusta terminologia, rispondendo correttamente almeno alle domande sugli argomenti basilari del corso.

Stage e tirocini
Non è prevista alcuna attività di stage, tirocinio o collaborazione con terzi durante lo svolgimento del corso.

Altri riferimenti web
Nessuno

Note
Nessuna