

FACOLTÀ	INGEGNERIA
ANNO ACCADEMICO	2014/15
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE	Ingegneria delle Telecomunicazioni
INSEGNAMENTO	Trasmissione numerica
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Ingegneria delle Telecomunicazioni
CODICE INSEGNAMENTO	07657
ARTICOLAZIONE IN MODULI	No
NUMERO MODULI	
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-INF/03
DOCENTE RESPONSABILE	Matteo CAMPANELLA Professore Ordinario Università degli Studi di Palermo matteo.campanella@unipa.it
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	81
PROPEDEUTICITÀ	Nozioni di base di comunicazioni elettriche
ANNO DI CORSO	II
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare l'orario delle lezioni: http://portale.unipa.it/Ingegneria/
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, discussioni in aula su argomenti preventivamente stabiliti
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa
METODI DI VALUTAZIONE	Prova scritta, prova orale comprendente una discussione delle esercitazioni
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Secondo semestre
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il calendario didattico: http://portale.unipa.it/Ingegneria/
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Dal Lunedì al Venerdì in mattinata, o per appuntamento via mail matteo.campanella@unipa.it

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente al termine del corso avrà acquisito una serie di nozioni sulla teoria della trasmissione numerica non incluse nei corsi di laurea triennale, che gli forniranno lo strumento teorico per comprendere sistemi di modulazione complessi, anche innovativi. In particolare egli potrà inquadrare correttamente tali sistemi nella trattazione generale dei sistemi di modulazione con memoria e del comportamento dei canali con fading.

Tali conoscenze lo metteranno in grado di comprendere il ruolo di ciascuna delle parti di un sistema di trasmissione numerica e le operazioni matematiche che ne rappresentano il funzionamento. Esse gli consentiranno inoltre di comprendere la dipendenza delle prestazioni di un sistema di trasmissione numerica dallo schema di modulazione, dalle caratteristiche del canale e dai principali parametri del sistema

A tal fine, durante il corso saranno presentate le principali tecniche per la modellazione matematica di schemi di modulazione complessi e per la trattazione statistica di canali con *fading*. In ciascuno scenario verrà discussa la struttura del ricevitore ottimo.

Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni in aula di carattere teorico .

La verifica del raggiungimento di questo obiettivo sarà ottenuta tramite la prova scritta e la prova orale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite e la comprensione degli argomenti del corso allo studio di specifici schemi di modulazione, alcuni dei quali esplicitamente trattati all'interno di corso. Al termine del corso lo studente sarà in condizione di applicare le conoscenze acquisite anche ad altri sistemi di trasmissione numerica che gli si potranno presentare nel corso della sua vita professionale.

Per il raggiungimento di tale obiettivo sono previste nel corso alcune lezioni ed esercitazioni di carattere applicativo; alcune di queste ultime comprenderanno discussioni comparative di soluzioni alternative ad uno stesso problema, con il contributo attivo degli studenti, nonché discussioni, da parte degli studenti, di argomenti loro preventivamente proposti.

La verifica del raggiungimento di tale obiettivo sarà ottenuta sia attraverso la prova scritta, che comprenderà un'applicazione, sia attraverso quella parte del colloquio che verterà su argomenti di carattere applicativo che sono stati oggetto di esercitazioni in aula.

Autonomia di giudizio

Lo studente sarà in grado di giudicare e mettere a confronto fra loro più soluzioni di uno stesso problema sulla base di valutazioni quantitative delle principali caratteristiche di ciascuna soluzione.

Per il raggiungimento di tale obiettivo sono previste alcune esercitazioni in cui vengono confrontate criticamente soluzioni alternative, con il contributo attivo degli studenti. In esse si discutono pregi e difetti di ciascuna delle soluzioni possibili da diversi punti di vista, quali ad esempio la banda occupata, la potenza richiesta per la trasmissione, la complessità del ricevitore.

La verifica di tale obiettivo sarà effettuata in sede di prova orale, riprendendo discussioni comparative su temi affrontati in esercitazioni ed affrontando discussioni su argomenti simili.

Abilità comunicative

Lo studente sarà in grado di comunicare con chiarezza problemi e soluzioni relative a tematiche, anche relative a sistemi complessi, nell'ambito della trasmissione numerica, . In particolare sarà in grado di motivare le scelte effettuate nella risoluzione dei problemi di analisi o di progetto.

Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso prevede discussioni in aula, da parte degli studenti, di argomenti loro preventivamente proposti.

La verifica di tali capacità verrà effettuata in sede di prova orale.

Capacità d'apprendimento

Lo studente sarà in grado di approfondire autonomamente problematiche non affrontate direttamente nell'ambito delle lezioni frontali, attraverso lo studio personale di nuove tematiche.

Per il raggiungimento di tale obiettivo verranno proposti agli studenti argomenti da approfondire, con successiva discussione in aula.

La verifica di tali capacità verrà effettuata in sede di prova orale, nel corso della quale verrà ripresa la discussione degli argomenti proposti.

Le conoscenze acquisite consentiranno allo studente di approfondire autonomamente le tematiche riguardanti la disciplina, anche a livello di argomenti oggetto di ricerca.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso implementa gli obiettivi formativi previsti dal RAD del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni.

Gli obiettivi formativi specifici del corso di laurea riportati dal RAD sono rivolti al conseguimento da parte dello studente di una solida preparazione sugli aspetti di base e applicativi in tutti gli ambiti dell'ingegneria delle Telecomunicazioni. A tale scopo il corso si propone di fornire una panoramica delle tecnologie impiegate nei moderni sistemi di trasmissione numerica.

In accordo con i risultati di apprendimento attesi riportati dal RAD, una volta conseguito il titolo, il laureato magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni avrà conoscenze approfondite delle metodologie e degli strumenti utilizzabili per il progetto e la realizzazione di sistemi di telecomunicazione anche in settori avanzati.

In accordo con gli obiettivi formativi qualificanti della classe Ingegneria delle Telecomunicazioni, tra gli sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati secondo il RAD vi sono le industrie produttrici di sistemi integrati e singoli apparati specifici di telecomunicazione, i gestori di reti di telecomunicazioni di tipo fisso o mobile, le aziende che producono applicazioni d'utente e di rete per il settore delle telecomunicazioni, con particolare riferimento a quelle radiomobili.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
1	Introduzione al corso
9	Schemi di modulazione a fase continua (CPM): modello a stati finiti di un sistema CPM; stato di fase e stato correlativo; rappresentazione su trellis; prestazioni dei sistemi CPM in termini di banda e di probabilità di errore; distanza euclidea minima e distanza libera; tecniche di valutazione della distanza libera; struttura del ricevitore a massima verosimiglianza di sequenze negli schemi di modulazione CPM.

8	Tecniche di valutazione della probabilità di errore: riduzione del problema in presenza di isometrie; gruppo delle isometrie di una costellazione; costellazioni completamente simmetriche; limiti superiore ed inferiore per la probabilità di errore e loro proprietà asintotiche; valutazione della probabilità di errore mediante simulazione; limiti di affidabilità di una simulazione.
10	Sistemi di comunicazione in presenza di fading: modello multipath; fading di Rayleigh e di Rice; caratterizzazione generale della statistica di un canale lineare aleatorio; banda di coerenza e banda Doppler; diversità di spazio, di tempo e di frequenza; utilizzo della diversità in frequenza attraverso sistemi di modulazione a banda larga; ricevitori in diversità “selection combining”, “maximum ratio combining” e “equal gain combining”; valutazione della probabilità di errore con fading di Rayleigh; ricevitore Rake per uno schema di modulazione a larga banda.
12	Modulazione OFDM: struttura del segnale OFDM; intervallo di guardia e prefisso ciclico; struttura del trasmettitore OFDM; vantaggi e svantaggi dell’OFDM; alcune tecniche di sincronizzazione di portante e di frame; alcune tecniche di stima del canale per la modulazione OFDM.
3	Modulazione adattativa: ottimizzazione approssimata delle costellazioni in relazione alle caratteristiche del canale.
4	ADSL: caratterizzazione della diafonia; specificità dello schema di modulazione OFDM adoperato per ADSL e suoi principali parametri. Codifiche adoperate nella ADSL.
4	DAB: reti a singola frequenza (SFM); parametri del modulatore OFDM; tecniche di codifica di canale; struttura di un frame DAB.
ESERCITAZIONI	
25	Esercitazioni teoriche e numeriche sugli argomenti oggetto del corso.
5	Esercitazioni con discussioni comparative di soluzioni alternative ad uno stesso problema progettuale
5	Discussioni in aula di argomenti preventivamente assegnati agli studenti.
TESTI CONSIGLIATI	<ul style="list-style-type: none"> • Benedetto S. – Biglieri E. – Principles of digital transmission with wireless applications. Kluwer Academic. • Bahai A.R.S. – Saltzberg B.R. – Multicarrier digital communications – Theory and applications of OFDM. Kluwer Academic.