

DALLE ORIGINI DEI BIT AL 6G. TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE

a cura del prof. Maurizio Magarini – Telecomunicazioni

Descrizione del corso

L'incredibile crescita delle telecomunicazioni negli ultimi anni, soprattutto grazie allo sviluppo di tecniche sempre più avanzate per le trasmissioni radio e ottica, ha creato le premesse per garantire a tutti e in ogni luogo i servizi e le applicazioni offerti da Internet. Da un lato, un numero sempre maggiore di dispositivi permette di accedere alla rete, dall'altro, l'informazione scambiata è sempre più "multimediale" (filmati, immagini, audio, ecc.) e in tempo reale.

Il corso permette agli studenti di seguire l'intero percorso dell'informazione, dall'acquisizione di un segnale multimediale alla sua codifica, alla sua trasmissione in un mezzo trasmissivo, fino alla sua ricezione e decodifica. Gli studenti apprenderanno il funzionamento di un sistema di comunicazione e i metodi per misurarne le prestazioni, sia nel caso di trasmissione radio sia in quello di trasmissione in fibra ottica. È inoltre previsto un laboratorio con l'uso di programmi software specifici per la simulazione e lo studio delle prestazioni dei sistemi di trasmissione.

Il corso fornirà anche rudimenti di acquisizione di immagini, codifica/compressione di segnali, trasmissione dell'informazione ed elaborazione numerica dei segnali. La metodologia impiegata parte da una descrizione preliminare del funzionamento dei dispositivi e degli apparati presenti nei sistemi di trasmissione per arrivare alla loro modellazione, sperimentazione e simulazione al calcolatore.

Organizzazione del corso

Il corso è suddiviso in **4 moduli**; durante ogni modulo gli studenti avranno accesso a diversi **materiali didattici online**, tra cui dispense, videolezioni e schede di esercitazione. Gli studenti saranno in contatto costante con docenti e tutor del Politecnico. Inoltre, grazie a un **forum online** potranno lavorare insieme agli altri iscritti all'interno di una classe virtuale. È prevista infine anche la partecipazione a un **webinar**, tenuto direttamente dal docente del corso. Al termine del corso, gli studenti che avranno partecipato a tutti i webinar e completato tutti gli esercizi e le attività proposte dai docenti riceveranno un **attestato di partecipazione** e un **badge digitale** da inserire nel proprio CV.

Struttura del corso

Modulo 1:

La teoria dell'informazione è la disciplina che si occupa di definire i concetti fondamentali e gli strumenti matematici per la misura e la trasmissione dell'informazione. Tale teoria ha i suoi capisaldi nei teoremi di Shannon, concernenti rispettivamente:

- la codificazione di sorgente;
- la capacità trasmissiva dei canali di comunicazione.

L'attività svolta in questo modulo sarà focalizzata sulle basi della teoria dell'informazione, cruciali per comprendere il funzionamento dei moderni sistemi di comunicazione. La teoria dell'informazione è fondata sulla teoria delle probabilità e della statistica; le sue applicazioni riguardano tutti i problemi caratterizzati da un'incertezza a priori per cui non è possibile sapere il risultato se non dopo averlo osservato. Tale incertezza è direttamente proporzionale al contenuto informativo: tanto più raro è il verificarsi di un evento e tanto maggiore sarà l'informazione ad esso associata!

Modulo 2:

In questo modulo si introdurranno i concetti fondamentali che caratterizzano il progetto di un sistema di comunicazione numerico. Particolare attenzione sarà rivolta alla trasmissione su canali che sono affetti da disturbi, generalmente indicati come “rumore”, che introducono una distorsione sul segnale ricevuto. Tale distorsione si traduce in una stima del segnale originale che contiene delle imperfezioni che, nel caso di trasmissione numerica, è misurata con la probabilità d’errore sul bit. In tale contesto assume un’importanza fondamentale la “codifica di canale” che consiste nella possibilità di introdurre ridondanza nell’informazione numerica trasmessa mediante bit aggiuntivi che non portano nessuna informazione ma che consentono invece di individuare e correggere gli errori introdotti dalla fase di decodifica al ricevitore. Verranno illustrati esempi di semplici codici (es. codice di parità, codice di Hamming) e la scrittura di programmi software per la simulazione delle loro prestazioni.

Modulo 3:

La simulazione al calcolatore ha un ruolo fondamentale nel progetto di un sistema di comunicazione e nello studio delle sue prestazioni. Tale disciplina coinvolge aspetti di tipo multidisciplinare che riguardano molti rami dell’ingegneria, della matematica e della statistica. In questo modulo si illustrerà l’importanza della definizione di modelli matematici per la simulazione di un sistema di comunicazione. Parte dell’attività sarà focalizzata sull’introduzione a MATLAB e Simulink, software molto diffusi per la simulazione in ambito scientifico/ingegneristico.

Modulo 4:

Quest’ultimo modulo consisterà principalmente di un’attività al calcolatore per la simulazione di un sistema di trasmissione numerico in cui le forme d’onda portatrici d’informazione sono inviate su un canale rumoroso. Come esempio applicativo si considera la trasmissione di un segnale video acquisito mediante una webcam. Si avrà modo di vedere l’effetto degli errori sui bit sul segnale video trasmesso riprodotto al ricevitore e l’effetto sulla qualità dell’immagine della compressione introdotta per ridurre il numero di bit trasmessi.

Note biografiche

Maurizio Magarini – Ha conseguito la laurea magistrale nel 1994 e il dottorato di ricerca in Ingegneria Elettronica nel 1999 presso il Politecnico di Milano. Ha lavorato come ricercatore nello stesso ateneo dal 2001 al 2018; attualmente è professore associato di Telecomunicazioni presso il Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria. Da agosto 2008 a gennaio 2009 ha trascorso un periodo sabbatico presso Nokia Bell Labs, Holmdel, New Jersey, USA. I suoi interessi scientifici riguardano la teoria della comunicazione e dell’informazione, e in particolare la sincronizzazione, la stima di canale, l’equalizzazione e la codifica sia nell’ambito dei sistemi di comunicazione wireless che ottici. La sua attività di ricerca più recente si è concentrata sulle comunicazioni molecolari, i sistemi massive-MIMO, lo studio di forme d’onda per sistemi cellulari 5G, le reti di sensori wireless per applicazioni “mission-critical” e le reti wireless che utilizzano droni e piattaforme ad alta quota. È autore e coautore di oltre 100 articoli in riviste e a conferenze. Ha ricevuto quattro premi come miglior articolo della conferenza. Dal 2017 è editore delle riviste IEEE Access e Nano Communication Networks (Elsevier). Partecipa e ha partecipato a numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali.