



## COMUNICAZIONI ELETTRICHE

### PROGRAMMA DEL CORSO 2013-2014

per il Corso di Laurea di: Ingegneria Informatica

**Prof. Giovanni Schembra**

#### 1. Trasmissione di segnali digitali in banda base

- Schema di riferimento; Modulazione digitale PAM (Pulse Amplitude Modulation); Filtro di trasmissione
- **Codici di linea e spettri:** Codici di linea binari: Segnalazione unipolare, polare e bipolare, segnalazione RZ e NRZ, segnalazione Manchester; calcolo dello spettro di potenza dell'NRZ unipolare con sagomatura a impulso rettangolare; Codifica differenziale
- **Codifica multilivello:** rappresentazione di un simbolo con una base di segnali ortogonali ed ortonormali; impulsi rettangolari e impulsi a seno cardinale; larghezza di banda di un segnale digitale multilivello; spettro di potenza dei codici di linea multilivello; Efficienza spettrale di un codice di linea con sagomatura a impulso rettangolare
- **Interferenza intersimbolica (ISI):** Calcolo della risposta all'impulso all'uscita del sistema di trasmissione in banda base, per qualunque formattazione degli impulsi del segnale trasmesso; *Primo criterio di Nyquist per l'annullamento dell'ISI:* annullamento tramite progettazione del filtro adattato in ricezione; filtro di Nyquist a coseno rialzato; realizzabilità del filtro di Nyquist; progettazione del filtro di Nyquist con codifica multilivello; Secondo e Terzo criterio di Nyquist per il controllo dell'ISI.
- **Bit error rate (ber) per trasmissioni digitali in banda base:** Schema di riferimento per un sistema di trasmissione binaria: dispositivo di decisione; filtro adattato; espressione generale della BER; BER con filtro adattato e rumore bianco; BER con filtro passa-basso e filtro adattato per i diversi binaria e multilivello.

#### 2. Trasmissione di segnali analogici e digitali in banda base

- **Modulazione PCM**
- Vantaggi e svantaggi della trasmissione digitale per segnali analogici; ripetitori lineari e ripetitori rigenerativi
- Dal segnale analogico ad una sequenza PCM: campionamento, quantizzazione e codifica: codifica Gray e codifica naturale; Sistema di trasmissione PCM; decodifica PCM; Banda dei segnali PCM;
- Disturbi sul segnale PCM: la qualità del segnale analogico a destinazione; *PCM a quantizzazione uniforme* e non uniforme; legge A e legge  $\mu$ ;



- Progetto di un segnale PCM per un sistema telefonico
- Applicazione del PCM a sistemi audio ad alta fedeltà

### 3. Modulazioni analogiche

- Definizioni: segnali in banda passate, segnale modulante, segnale modulato, segnale portante
- Inviluppo complesso dei segnali in banda passante; rappresentazione dei segnali modulati;
- Spettro e densità spettrale di potenza dei segnali in banda passante;
- Potenza media totale e potenza di picco dei segnali in banda passante;
- Teorema del campionamento per segnali passa-banda
  
- **Modulazioni analogiche di ampiezza (AM, DSB-SC, SSB, VSB)**
- Inviluppo complesso e segnale modulato: espressione matematica e grafico; indici di profondità di modulazione; Spettro del segnale AM; Potenza media normalizzata e potenza di picco; Efficienza di modulazione
  
- **Modulazioni analogiche d'angolo: PM ed FM;** Inviluppo complesso e segnale modulato: espressione matematica e grafico; Frequenza istantanea; deviazioni di frequenza e di fase (istantanea, di picco e picco-picco); Indici di modulazione di fase e di frequenza; Regola di Carson
  
- **Disturbi sulle modulazioni analogiche:** Rapporto segnale-rumore in banda base, all'ingresso e all'uscita del demodulatore.

### 4. Modulazioni digitali

- **Modulazione OOK:** Inviluppo complesso e segnale modulato: espressione matematica e grafico
- DSP dell'inviluppo complesso e del segnale modulato; Banda di trasmissione con sagomatura dell'impulso a impulso rettangolare e a cos rialzato
  
- **Modulazione BPSK:** Inviluppo complesso e segnale modulato: espressione matematica e grafico; Indice di modulazione; DSP dell'inviluppo complesso e del segnale modulato; Banda di trasmissione con sagomatura dell'impulso a impulso rettangolare e a cos rialzato
  
- **Modulazione FSK:** Modulazione FSK a fase discontinua e a fase continua: inviluppo complesso e segnale modulato; Esempio di calcolo di Spettro di un segnale FSK: modem V.21 (escluso dimostrazione con sviluppo in serie di Fourier); Banda di trasmissione dei segnali FSK
  
- **Modulazioni digitali multilivello MPSK e QPSK:** Segnale modulante, inviluppo complesso, segnale modulato; Rappresentazione dell'inviluppo complesso tramite costellazione; Densità spettrale di potenza; Sagomatura con impulsi rettangolari e con impulsi a coseno rialzato: banda nullo-nullo ed efficienza spettrale
  
- **Modulazioni digitali QAM:** Segnale modulante, inviluppo complesso, segnale modulato;



Università degli Studi di Catania

**Dipartimento di Ingegneria Elettrica Elettronica e Informatica (DIEEI)**

Viale A. Doria, 6 - 95125 CATANIA (ITALY) - TEL. 095 7382375 - FAX 095 7387975

Rappresentazione dell'involuppo complesso tramite costellazione; Densità spettrale di potenza; Sagomatura con impulsi rettangolari e con impulsi a coseno rialzato: banda nullo-nullo ed efficienza spettrale

- **Disturbi sulle modulazioni digitali (Bit Error Rate – BER):** Rapporto segnale-rumore in banda base (senza modulazione); BER per Modulazioni binarie ASK, BPSK, FSK, MPSK, QAM