INTRODUZIONE AI SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

- **Struttura di un sistema di telecomunicazioni (schema a blocchi)** PAG 7-8
- **Classificazione tra sistemi di comunicazione** PAG 9
  - Sistemi di comunicazione analogici e numerici PAG 9
  - Numerizzazione di un segnale informativo analogico PAG 9
  - Sistemi di telecomunicazione in banda base e in banda passante PAG 10
- **Modelli di canale di propagazione (Canale di trasmissione)** PAG 10
  - Canale AWGN
  - Canale meno benevolo (es cavo coassiale)
  - Canale radiomobile
- **Mezzi trasmissivi guidati e non guidati (tipi di canali fisici)** PAG 11
  - Linea bifilare (doppino telefonico)
  - Cavo coassiale
  - Fibra ottica
  - Propagazione non guidata (radio trasmissione)
    - Problemi trasmissione via radio
- **Necessità dell'operazione di modulazione** PAG 12
- **Risorse di un sistema di TLC** PAG 12

MODULAZIONI ANALOGICHE

MODULAZIONE AM

- **Modulazione AM** PAG 13
  - Espressione analitica del segnale AM e sua trasformata di Fourier
  - DSP segnale AM
  - Generatore di un segnale AM --> Modulatore quadratico
  - Demodulatore AM --> Rivelatore di inviluppo
    - Schema circuitale, dimensionamento costante di tempo RC, problema della sovramodulazione
- **Modulazione DSB-SC** PAG 20
  - Espressione analitica del segnale DSB e sua trasformata di Fuorier
  - DSP segnale DSB
  - Modulatore bilanciato
  - Demodulazione coerente di un segnale DSB
    - Effetti di errori di frequenza e/o di fase nella ricostruzione locale della portante
  - Demodulatore DSB con reinserzione della portante
  - Sincronizzatore di portante
  - Limitatore in ampiezza
  - Confronti dei formati di modulazione AM e DSB (guardare riassunti)
    - Confronto efficienza spettrale e energetica PAG 21
    - Confronto demodulatore PAG 25
    - Confronto difficolta implementative e altri confronti PAG 29
- **Tecnica di multiplazione a divisione di frequenza (FDM)** PAG 29
- **Trasformata di Hilbert** PAG 30
  - Segnale analitico, inviluppo complesso, rappresentazione passa basso del segnale passa banda
  - Componente in fase e in quadratura, espressione generale di un segnale passa banda
  - Condizione per cui un segnale passa banda sia modulato solo in ampiezza
- **Equivalente in banda base di un sistema** PAG 34
  - Equivalente in BB di un rivelatore di inviluppo
  - Equivalente in BB di un filtro passa banda
- **Filtro simmetrico** PAG 35
  - Equivalente in BB
- **Demodulatore I/Q** PAG 36

- Schema a blocchi
- Effetto di un errore nel sincronismo di portante
- Equivalente in BB

- **Modulazione SSB** PAG 38
  - Inviluppo complesso e espressione analitica (SSB-UB e SSB-LB)
  - Generazione di un segnale SSB
    - Modulatore SSB a sfasamento
    - Modulatore SSB diretto
  - Condizione sulla depressione intorno alla continua e banda di transizione
  - DSP del segnale SSB-UB con modulatore diretto
  - Ricevitore SSB
    - Demodulatore SSB coerente ed effetto di errori nel recupero della portante
    - Demodulatore SSB con reinserzione della portante
  - Confronto DSB e SSB (pdf Modulazioni)

MODULAZIONE FM

- **Espressione analitica modulazione FM** PAG 48
- **Frequenza istantanea**
- **Deviazione dalla frequenza portante e deviazione massima di frequenza**
- **Indice di modulazione di frequenza**
- **Segnale FM con modulante sinusoidale**
  - Segnale analitico e calcolo dello spettro
- **Definizione banda di Carson**
- **Confronto FM con SSB e DSB (analisi spettrale) (riassunti)**
- **Generazione segnale FM**
  - Modulatore FM con VCO
  - Modulatore di Armstrong
    - Limitatore di ampiezza + Moltiplicatore di frequenza
- **Discriminatore di frequenza** PAG 57: parto con lo schema a blocchi del discriminatore, poi limitatore di ampiezza(PAG 60) e dopo il demodulatore FM
  - Mediante filtro accordato
    - Blocco derivazione
  - Mediante doppio filtro accordato
  - Limitatore di ampiezza
- **Struttura del ricevitore supereterodina**
  - Problema della frequenza immagine

CARATTERIZZAZIONE DEL RUMORE: confronto le modulazioni dal punto di vista energetico

- **Sistema di confronto standard in banda base** PAG 65
- **Definizione di guadagno di demodulazione per un sistema modulato**
- **Calcolo delle DSP delle componenti in fase e in quadratura di un processo passa banda e DSP mutua**
- **Calcolo DSP dell'inviluppo complesso di un processo e sue relazioni con la DSP del processo**
- **Calcolo del guadagno di demodulazione per un segnale AM, DSB, SSB, FM in presenza di rumore**
  - Per AM e FM: valore nel caso di segnale modulante perfettamente sinusoidale (segnale prototipo)
- **Confronto con le altre modulazioni** PAG 80
- **Filtri di pre-enfasi e de-enfasi**
- **Confronto energetico tra le varie modulazioni** (grafico SNR sistema in funzione di SNR_{BB})

NUMERIZZAZIONE DI UN SEGNALE ANALOGICO: PAG 84

- **Tecnica PCM -> PCM standard**
  - **Conversione A/D mediante la tecnica PCM**
    - **Quantizzazione dei campioni di segnale**: quantizzazione dei livelli
      - Caratteristica quantizzatore a 8 livelli
      - Perché non conviene usare una caratteristica traslata di $\Delta/2$ verso l'alto?
    - **Conversione dei campioni quantizzati in una sequenza di bit**: codificatore a v bit
  - **Conversione D/A mediante la tecnica PCM**: ricostruzione del segnale a partire dai bit ricevuti (decodificatore e interpolatore)
- **Analisi delle fonti di distorsioni di un sistema PCM standard**
- **Distorsioni provenienti dall'operazione di quantizzazione:** calcolo SNR di quantizzazione in un sistema PCM
  - Calcolo potenza del rumore di quantizzazione
  - SNR_Q
  - Legge dei 6dB
- **Effetto degli errori introdotti dal canale**
  - Errore introdotto dal sistema di TLC
  - BER
  - Valore quadratico medio dell'errore introdotto dal sistema di TLC
- **SNR totale per un sistema PCM**
  - Curve di prestazioni
- **PCM con la tecnica companding**: trasmettitore e ricevitore
- **Multiplazione a divisione di tempo (TDM)**
  - Interallacciamento di canale e di bit
  - Come avviene la TDM nel PCM standard? PCM primario, secondario, etc

master COPY COPISTERIA

SISTEMI DI TLC NUMERICI (digitali): PAG 96

- **TX:** Codifica di sorgente, Codifica di canale (Codici a blocco), Mappatore, Frequenza di segnalazione, Modulatore numerico
- **RX:** Demodulatore numerico, Demappatore, Decodificatore di canale
- **Schema a blocchi sistema di comunicazione numerico**
- **PAM**: il segnale trasmesso è di tipo passa basso
  - **TX**: schema a blocchi, alfabeto PAM, espressione analitica, analisi spettrale segnale PAM (DSP, fare i conti), due modi per calcolare la potenza di un segnale PAM
  - Analisi nel caso di simboli incorrelati a media non nulla e a media nulla (equiprobabili) (simboli i.i.d.)
  - Sistema PAM a M livelli realistico
  - Calcolo energia media per simbolo e per bit in un sistema PAM
  - Codifica di linea
    - Codifica bipolare
  - **Struttura generale di un sistema PAM**: schema a blocchi, ricevitore ottimo, espressione del campione in IN al decisore
  - **Interferenza intersimbolica ISI**
  - **Condizione di Nyquist**: nel dominio del tempo e della frequenza
    - Impulso di Nyquist
    - Banda minima di Nyquist
    - Impulso di banda minima
  - Come scelgo l'impulso di Nyquist?
  - Effetto di un errore di campionamento (errore di timing)
    - Sincronizzatore di timing
  - Impulsi a coseno rialzati RCR
  - Fattore di Roll-Off: dimensionamento del fattore di Roll-Off

master COPY

- **Teoria del filtro adattato** PAG 116
  - Risposta impulsiva del filtro
  - SNR in IN al decisore (PAM) e condizione per SNR_{MAX}
  - Dimensionamento dei filtri in trasmissione e ricezione in un sistema PAM in presenza di canale non distorcente
- **Algoritmo di decisione: MAP**
  - Applicazione della strategia MAP al caso di una trasmissione PAM binaria con simboli non equiprobabili
  - Strategia a Massima Verosimiglianza (MV)
- **Calcolo della SER sistema PAM a M livelli**
  - Operazione AGC
  - Commenti dei risultati ottenuti relativamente al calcolo della SER per segnali PAM: grafico SER in funzione di Ed PAG 133
- **Efficienza spettrale di un sistema PAM** PAG 132
- **Criteri di progetto con cui viene scelta la cardinalità di un sistema PAM**
  - Perdita energetica di una PAM M-aria rispetto ad una PAM binaria
- **Relazione tra la probabilità di errore sul bit (BER) e probabilità di errore sul simbolo (SER)**
- **Mappa Gray** PAG 135
- (**Esercizio**) Effetto del mismatching (disadattamento tra filtro TX e RX): calcolo perdita (probabilità di errore) PAG 136

- **Sistemi di comunicazione numerici in banda passante** (ASK, QAM, PSK) PAG 139
  - Schema **TX** e inviluppo complesso segnale trasmesso (equivalente in BB)
    - Analisi spettrale segnale trasmesso: DSP, potenza media e efficienza spettrale
  - Schema **RX** e equivalente in BB
    - Strategia di decisione MAP e MV
    - Zone di decisione
  - Calcolo della **probabilità di errore** in un sistema di comunicazione numerico in banda passante
- **ASK**: il segnale trasmesso è di tipo passa banda
  - Schema **TX**, DSP e potenza segnale trasmesso, energia media per simbolo trasmesso, banda occupata, efficienza spettrale
  - Schema **RX**, BER
- **QAM**: il segnale trasmesso è di tipo passa banda
  - Schema **TX**, analisi spettrale ed efficienza spettrale
  - Schema **RX**, equivalente in BB, effetto di un piccolo errore di fase nella ricostruzione della portante (interferenza co-canale), zone di decisione con e senza errore di fase, BER
  - Confronto QAM, ASK e PAM in termini di efficienza spettrale e energetica PAG 152
- **PSK**: il segnale trasmesso è di tipo passa banda PAG 155
  - Schema **TX**, costellazione BPSK, QPSK, 8PSK
    - Analisi spettrale: energia media per simbolo trasmesso, efficienza spettrale
  - Schema **RX**, zone di decisione
  - Prestazioni di un sistema PSK in termini di probabilità di errore (BER): curve

CARATTERIZZAZIONE DEL CANALE RADIOMOBILE: PAG 161

- **Propagazione Multipath**
  - Canale a due raggi
- **Power delay profile**
  - Ritardo medio differenziale e RMS delay spread
- **Banda di coerenza del canale**: ordine di grandezza caso indoor e outdoor
- **Tipi di canale**
  - Canale non selettivo in frequenza (canale piatto): problema (fading) e contromisura (ricezione in diversità)
  - Canale selettivo in frequenza: problema e contromisure

    - Canale veloce
    - Canale lento
- **Tempo di coerenza del canale**: frequenza e banda doppler
- **Canale lento e non selettivo**: canale di Rice e di Rayleigh, analisi delle prestazioni
- **Trasmissione multiportante**: TX e RX
    - Modulazione adattativa

Note

- **Analizzare in frequenza un segnale**
    - Se segnale deterministico faccio la TCF del segnale
    - Se segnale aleatorio (processo) calcolo la DSP come TCF della funzione di autocorrelazione
- **Diagramma fasoriale**
    - "-" indica un anticipo di 180°
    - Il sen è in ritardo di 90° rispetto al cos
- Il valore quadratico medio di un processo è l'integrale della sua DSP (=**potenza**)

master COPY COPISTERIA
master COPY