

# Prefazione alla terza parte

**D**opo che nelle prime due parti del testo sono state gettate le basi della teoria dei segnali, intesi come entità apportatrici di informazione, e dopo aver analizzato le loro caratteristiche nel tempo, in frequenza e dal punto di vista energetico, gli aspetti probabilistici applicati ai loro valori (singoli o multipli), il campionamento, la densità spettrale ed il filtraggio, il processo di modulazione, la teoria dell'informazione e della codifica di sorgente, dopo tutto questo, la terza parte si occupa di studiare gli aspetti legati alla necessità di *trasmettere a distanza* le informazioni impresse sul segnale.

Il capitolo 15 affronta la *trasmissione dati in banda base*, in cui l'informazione simbolica codificata da *cifre binarie* (bit) viene impressa in un segnale analogico per il solo scopo di poterlo trasmettere. Il *segnale dati* è quindi definito come un'onda PAM di cui valutiamo la densità spettrale, ed individuiamo le *condizioni di Nyquist* per l'assenza di ICI. Si passa poi a determinare la *probabilità di errore* sul simbolo e sul bit per una trasmissione multilivello a coseno rialzato, ed a descrivere le modalità per attuare il controllo di errore, come FEC e codifica di canale. Il capitolo termina affrontando l'argomento della *acquisizione della temporizzazione*, e quello del *ricevitore ottimo*, che suddivide l'impulso a coseno rialzato tra trasmettitore e ricevitore.

Le possibilità offerte dalla combinazione delle tecniche di modulazione con quelle di trasmissione numerica sono affrontate al cap. 16, in cui si descrive come i metodi a portante singola costituiscano una vera e propria *famiglia* di tecniche. A queste si aggiunge la tecnica OFDM a portante multipla, che viene analizzata in dettaglio nei suoi diversi aspetti: architetturali, di prestazione, di equalizzazione, di distribuzione ottima della potenza, di sincronizzazione e di approccio all'accesso multiplo. Infine si affrontano i sistemi a *spettro espanso*, incluse le relative problematiche di sincronizzazione, per assolvere alle comuni necessità quotidiane, dal modem ADSL alla televisione, dalla telefonia cellulare al WiFi.

I tempi sono a questo punto maturi per tornare ad affrontare (al cap. 17) gli aspetti della teoria dell'informazione legati alla *capacità di canale* ed al *controllo di errore*: un susseguirsi di definizioni e risultati teorici porta a stabilire le limitazioni intrinseche del processo comunicativo, al cui raggiungimento tendono le tecniche di codifica,

affrontate in un crescendo di approcci via via più sofisticati fino ai metodi iterativi come *turbo* e LDPC adottati dai sistemi più recenti.

Il capitolo 18 sviluppa tre argomenti che, anche se *marginali* rispetto alla trasmissione dei segnali, sono profondamente legati agli aspetti *fisici* che la caratterizzano: innanzi tutto viene svolta una analisi degli effetti che i *circuiti elettrici* producono sui segnali in transito; quindi, viene descritta la modalità con cui tenere conto del *rumore* introdotto dagli apparati, compreso il caso dei collegamenti sviluppati mediante una catena di ripetitori; infine, si affronta in modo abbastanza approfondito il tema della *equalizzazione*, ovvero come ovviare agli effetti di distorsione lineare eventualmente introdotta da un canale.

La caratterizzazione dei mezzi fisici di trasmissione *cablata*, ovvero il cavo in rame e la fibra ottica, viene svolta al cap. 19, ponendola nel contesto del *bilancio di collegamento*, ovvero della valutazione della potenza necessaria a coprire una determinata distanza<sup>28</sup>. Il caso del canale radio viene quindi trattato al cap. 20, in cui viene approfondito lo studio delle particolarità che rendono le trasmissioni mobili una sorta di palestra, in cui le basi teoriche discusse nella prima parte dispiegano tutta la loro versatilità, consentendo di ottenere un modello concettuale dei fenomeni, e volgerli a vantaggio dell'esigenza trasmissiva.

L'ultimo capitolo (21) di questa parte dedica una sessantina di nuove pagine alla trattazione dei sistemi multi-antenna (MIMO), la cui realizzazione si è resa possibile grazie ai progressi tecnologici intervenuti nel frattempo, che consentono ai moderni sistemi radio una estrema flessibilità di utilizzo, a tutto vantaggio delle prestazioni delle attuali tecniche di trasmissione, siano esse di tipo punto-punto, di accesso multiplo, o broadcast, realizzando il triplice traguardo di prestazioni migliori, un utilizzo più efficiente della risorsa radio, ed una estrema flessibilità nel suo impiego.

---

<sup>28</sup>O equivalentemente, della distanza che è possibile coprire conoscendo la potenza trasmessa, e quella che è necessario ricevere.

L'opera

# ***Trasmissione dei Segnali e Sistemi di Telecomunicazione***

è il risultato di un progetto ventennale di cultura libera, aggiornato di continuo ed evolutosi fino alla forma attuale. La sua disponibilità pubblica è regolata dalle norme di licenza CREATIVE COMMONS

*Attribuzione - Non commerciale -  
Condividi allo stesso modo*



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.it>

e tutte le risorse relative al testo sono accessibili presso

<https://teoriadeisignali.it/libro/>

Puoi contribuire al suo successo promuovendone la diffusione e supportarne lo sviluppo attraverso una donazione, in buona parte devoluta ai progetti *open source*<sup>1</sup> che ne hanno resa possibile realizzazione e divulgazione. Ai donatori viene accordato un accesso *vitalizio* al formato PDF *navigabile* di tutte le edizioni presenti *e future*.

---

1

- . Lyx - <http://www.lyx.org/>
- . L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X - <https://www.latex-project.org/>
- . TeX Users Group - <https://tug.org/>
- . Inkscape - <http://www.inkscape.org/>
- . Gnuplot - <http://www.gnuplot.info/>
- . Octave - <http://www.gnu.org/software/octave/>
- . Geany - <https://www.geany.org/>
- . Linux - <https://www.linux.it/>
- . Free Software Foundation - <https://shop.fsf.org/>
- . GNOME Foundation - <https://www.gnome.org/>
- . Mozilla Foundation - <https://www.mozilla.org/it/>
- . Wikipedia - <https://it.wikipedia.org>
- . Internet Archive - <https://archive.org/about/>
- . Creative Commons - <https://creativecommons.it/chapterIT/>
- . WordPress - <https://it.wordpress.org/>
- . Phplist - <https://www.phplist.org/>