

manuale cremonese

**INFORMATICA E
TELECOMUNICAZIONI**

Copyright © 2011 Zanichelli editore S.p.A., via Irnerio 34, 40126 Bologna [6140]

I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale, su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), i diritti di noleggio, di prestito e di traduzione sono riservati per tutti i paesi.

L'acquisto della presente copia dell'opera non implica il trasferimento dei suddetti diritti né li esaurisce.

Le fotocopie per uso personale (cioè privato e individuale) possono essere effettuate, nei limiti del 15% di ciascun volume, dietro pagamento alla S.I.A.E. del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Tali fotocopie possono essere effettuate negli esercizi commerciali convenzionati S.I.A.E. o con altre modalità indicate da S.I.A.E.

Per le riproduzioni ad uso non personale (ad esempio: professionale, economico o commerciale) l'editore potrà concedere a pagamento l'autorizzazione a riprodurre un numero di pagine non superiore al 15% delle pagine del presente volume.

Le richieste per tale tipo di riproduzione vanno inoltrate a:

Associazione Italiana per i Diritti di Riproduzione
delle Opere dell'ingegno (AIDRO)
Corso di Porta Romana, 108
20122 Milano
e-mail segreteria@aidro.org e sito web www.aidro.org

L'editore, per quanto di propria spettanza, considera rare le opere fuori del proprio catalogo editoriale.

La riproduzione degli esemplari esistenti nelle biblioteche di tali opere è consentita, non essendo concorrenziale all'opera. Non possono considerarsi rare le opere di cui esiste, nel catalogo dell'editore, una successiva edizione, le opere presenti in cataloghi di altri editori o le opere antologiche.

Maggiori informazioni sul nostro sito: www.zanichelli.it/f_info_fotocopie.html

Progetto grafico, redazione e indice analitico: Stilgraf, Bologna

Impaginazione: Monograf, Bologna

Copertina: Francesca Malerba e Mariagela Zabatino, Buyschaert&Malerba

Prima edizione: gennaio 2011

Ristampa

5 4 3 2 1 2015 2014 2013 2012 2011

Questo libro è stampato su carta che rispetta le foreste. www.zanichelli.it/la-casa-editrice/carta-e-ambiente/

Realizzare un libro è un'operazione complessa, che richiede numerosi controlli:

sul testo, sulle immagini e sulle relazioni che si stabiliscono tra essi.

L'esperienza suggerisce che è praticamente impossibile pubblicare un libro

privo di errori. Saremo quindi grati ai lettori che vorranno segnalarceli.

Per segnalazioni o suggerimenti relativi a questo libro l'indirizzo a cui rivolgersi è:

Zanichelli editore S.p.A.
Via Irnerio 34
40126 Bologna
fax 051293322
e-mail: linea_universitaria@zanichelli.it
sito web: www.zanichelli.it

Prima di effettuare una segnalazione è possibile verificare se questa sia già stata inviata in precedenza, identificando il libro interessato all'interno del nostro catalogo on line (www.zanichelli.it/f_catalog.html) e selezionando il link ERRATA CORRIGE, dove sono disponibili le eventuali correzioni in formato PDF.

Per comunicazioni di tipo commerciale: universita@zanichelli.it

Stampa: Tipografia Gamma
Via G. Pastore, 9 - Cerbara - Città di Castello (PG)
per conto di Zanichelli editore S.p.A.
Via Irnerio 34, 40126, Bologna

Informatica

PREFAZIONE

Parlare di informatica oggi, significa affrontare un compito impegnativo e delicato. Se infatti gli sviluppi concreti delle tecnologie informatiche sono sotto gli occhi di tutti, una chiara definizione e una piena comprensione delle materie di studio che costituiscono l'oggetto di questa disciplina non sono univocamente riconosciute e condivise. Nell'esperienza comune, l'informatica coincide con i computer e con i programmi sviluppati per i computer. Più recentemente, all'informatica sono state associate le enormi potenzialità di comunicazione e condivisione dell'informazione rappresentate da Internet, con i conseguenti risvolti sociali, politici ed economici a livello mondiale. L'importanza di questa materia è oggi così affermata che si identifica il problema di coloro che non possono usufruirne coniato addirittura l'espressione *digital divide* (separazione digitale).

Eppure l'informatica nasce come studio della teoria dell'informazione, ponendo quindi le sue radici direttamente nella matematica. Essa prende in esame problemi e algoritmi di risoluzione, sviluppando teorie di interesse formale e non soltanto tecniche di automazione del calcolo. L'informatica classica affronta l'analisi dei linguaggi formali, degli automi, la teoria dei codici e dell'informazione, la teoria della complessità e della computabilità. L'applicazione a macchine e sistemi per l'elaborazione dell'informazione non è altro che la conseguenza tecnologica delle premesse scientifiche insite nelle discipline informatiche.

In un quadro così eterogeneo e comunque così radicato nella quotidianità di ciascuno di noi, l'informatica oscilla fra la pretesa di collocarsi al livello di scienza – scienza dell'informazione o, in inglese, *computer science* – e la riduzione a una semplice tecnica o tecnologia, come potrebbe sembrare dall'etimo introdotto nel 1962 dal francese Philippe Dreyfus: *informatique*, ovvero informazione automatica.

Insegnare e descrivere l'informatica è pertanto un compito vasto e difficile, poiché lo sforzo di abbracciare la materia in uno sguardo complessivo e d'insieme si scontra con la varietà dei temi che essa affronta e con l'ampiezza di ciascuno di essi. In questa trattazione si è ritenuto opportuno racchiudere in un capitolo di *Fondamenti*, contenuto nella *Parte generale* del Manuale Cremonese (vol. 1), quegli aspetti che maggiormente richiamano le basi teoriche dell'informatica, ovvero la rappresentazione numerica dell'informazione, le tecniche di codifica, l'algebra degli insiemi e booleana. Allo

stesso tempo, già nei *Fondamenti* si introducono concetti più vicini all'esperienza comune, parlando di struttura di un sistema di elaborazione, CPU, periferiche, memorie. Inoltre, rispettando la tradizionale suddivisione fra hardware e software, si introduce la nozione di sistema operativo, discutendola in due casi che presentano ampia diffusione al giorno d'oggi: Windows e Linux. Le principali applicazioni software, come per esempio l'elaborazione dei testi, i fogli elettronici, i browser e la posta elettronica, vengono infine introdotte per concludere la presentazione generale.

In questo volume, che tratta gli argomenti più complessi, si descrivono aspetti specialistici di informatica distinguendo fra una parte generale (capitoli 1-5) e una più avanzata (capitoli 6-10). La prima approfondisce la tematica della modellizzazione e realizzabilità di un sistema formale, inteso come *rete combinatoria* o *sequenziale*. Introduce inoltre la definizione dei *tipi di dati* e i principali *algoritmi* di ricerca e ordinamento. Riprende il discorso sui *sistemi operativi*, approfondendo le problematiche architetturali e di gestione dei processi, accennando poi alla gestione dell'ingresso e uscita e della memoria centrale. Una presentazione di base dei *linguaggi* e delle *tecniche di programmazione* conclude questa parte più generale, soffermandosi sui componenti tipici di una catena di programmazione – compilatori, interpreti, linker – sul ciclo di vita del software e sulle metodologie di programmazione e di progetto.

Nei capitoli 6-10 si abbandona il tradizionale paradigma di programmazione imperativa per introdurre il *modello di programmazione orientato agli oggetti*, con specifico riferimento a due linguaggi fra i più noti: Java e C++. Si affronta poi il tema delle *basi di dati*, precisando le motivazioni che hanno portato alla loro introduzione e soffermandosi sul diffuso modello relazionale e sul linguaggio di interrogazione e manipolazione SQL. Infine si descrivono gli sviluppi contemporanei dell'informatica, che consentono a un sistema di elaborazione di aprirsi verso l'esterno, interagendo con reti e altri computer secondo protocolli definiti, al fine di fornire servizi che permettono a un utente di comunicare con persone lontane o di utilizzare strumenti di commercio elettronico, remote banking, social networks. Si discutono pertanto le *reti di computer*, le *architetture* e la *programmazione di rete*, nonché i problemi di sicurezza informatica. La necessaria distinzione fra *tecnologie web*

client side e *server side* viene inoltre trattata presentando i principali linguaggi e le tecniche utilizzate.

Le tecnologie informatiche cambiano radicalmente la vita degli individui e delle popolazioni, offrendo sempre nuove applicazioni che si affermano in tutte le dimensioni della vita umana: da quella professionale a quella personale, creando da una parte nuove necessità, e dall'altra rispondendo alle esigenze di automazione e ottimizzazione dei processi che regolano la nostra società. Negli ultimi decenni si è assistito a uno sviluppo esponenziale delle conoscenze e degli strumenti tipici dell'ambito informatico, sia dal punto di vista della capacità di elaborazione

dell'informazione sia relativamente alle applicazioni disponibili. Comprendere i principi fondamentali dell'informatica, le sue basi teoriche, le regole formali di funzionamento di un computer e saperne allo stesso tempo progettare e utilizzare i programmi e le funzioni di controllo, risulta essere oggi non solo un'opportunità, ma addirittura una necessità per mantenere il passo con le potenzialità del nostro tempo. È con questo spirito che la presente trattazione intende rivolgersi al lettore.

Dott. Ing. MARCO LINO FERRARIO
Software Engineer

Telecomunicazioni

PREFAZIONE

La sezione di *Telecomunicazioni* della parte specialistica del Manuale Cremonese è stata pensata per offrire in 18 capitoli una visione complessiva dei sistemi e delle reti di telecomunicazioni, che partendo dai segnali arriva alle reti convergenti multiservizio NGN (*Next Generation Network*) e alle reti cellulari di quarta generazione (LTE, *Long Term Evolution*). L'ottica con cui sono stati trattati gli argomenti è quella di riassumere nei vari capitoli, in modo organico, concetti fondamentali, schemi a blocchi, metodi di calcolo e linee guida, tabelle ed esercizi svolti che siano di valido aiuto per chi deve studiare o operare nel vasto contesto delle telecomunicazioni.

Per agevolare la ricerca di definizioni, formule o schemi a blocchi, esercizi svolti e più in generale informazioni utili per chi deve affrontare uno specifico problema, la trattazione dei 18 capitoli è suddivisa in tre parti: *Prerequisiti* (composta da quattro capitoli), *Sistemi di trasmissione* (sette capitoli), *Reti di telecomunicazione* (sette capitoli).

Questa suddivisione segue anche ciò che avviene nello scambio di informazioni su un sistema di telecomunicazioni: segnale informativo → sistema di trasmissione → rete di telecomunicazioni.

La prima parte (*Prerequisiti*) comprende quattro capitoli che forniscono informazioni di base sui segnali, sulle unità logaritmiche e sulla valutazione della qualità dei segnali: descrizione delle forme d'onda sinusoidali (cap. 1); classificazione e analisi dei segnali (cap. 2), utilizzo dei decibel nelle telecomunicazioni (cap. 3), problematiche legate alla valutazione della qualità di un segnale (S/N , rumore, distorsioni, interferenze, cap. 4). Nei capitoli sono presenti numerose tabelle con formule utili e diversi esercizi svolti.

La seconda parte (*Sistemi di trasmissione*) comprende sette capitoli. La loro trattazione segue quella che è stata l'evoluzione dei mezzi e dei sistemi di trasmissione, presentando informazioni sui seguenti argomenti.

- Mezzi trasmissivi: sono trattati in tre capitoli linee, fibre ottiche, portante radio; nel cap. 5 sono riassunte le informazioni legate alla costituzione delle linee a coppie simmetriche e dei cavi coassiali, nonché al problema molto importante della valutazione del grado di adattamento di una linea e degli adattatori; nel

cap. 6 sono riassunte le informazioni relative alle fibre ottiche: costituzione, parametri caratteristici, dimensionamento; nel cap. 7 si riassumono le informazioni legate alla trasmissione di segnali: via radio, onde elettromagnetiche e loro propagazione, principali tipi di antenne e loro parametri caratteristici, bilancio di potenza di un collegamento radio.

- Modulazioni analogiche (cap. 8), in cui si riassumono le informazioni utili relative alle modulazioni AM e FM.
- Digitalizzazione dei segnali analogici (cap. 9), in cui si danno informazioni relative ai CODEC (codificatori-decodificatori), all'elaborazione digitale dei segnali, alle tecniche di multiplazione.
- Teoria dell'informazione (cap. 10), in cui sono descritti i concetti fondamentali relativi alla valutazione della capacità di un canale e alla codifica di canale.
- Tecniche di trasmissione digitali (cap. 11), in cui si forniscono informazioni legate alla trasmissione di segnali digitali in banda base, alle modulazioni digitali, alla schematizzazione dei ponti radio digitali, alle tecniche più recenti di tipo Spread Spectrum e OFDM.

La terza parte (*Reti di telecomunicazione*) fornisce informazioni sulla costituzione e sul funzionamento delle reti sia in ambito pubblico che privato. La successione dei capitoli, articolata anche qui secondo l'evoluzione della tecnologia delle reti, è la seguente.

- Reti a commutazione di circuito (cap. 12), in cui si riassumono informazioni sulla costituzione della rete telefonica tradizionale (PSTN) e sull'ISDN, che è stata una sua evoluzione, nonché sui sistemi di trasmissione (PDH e SDH) e sui sistemi di segnalazione.
- Reti a commutazione di pacchetto (cap. 13), in cui si forniscono informazioni legate all'architettura dei protocolli, con particolare riferimento alla suite TCP/IP e agli indirizzi IPv4 e IPv6.
- Topologia fisica delle reti locali (cap. 14), in cui si descrivono le tecnologie Ethernet e WiFi, con le quali si realizzano le LAN, presentando anche linee guida utili per operare in questo ambito.
- Topologia logica delle reti IP (cap. 15), in cui si riassumono informazioni legate ai piani di indirizzamento IP, ai router e alla loro configurazione, sia a linea di comando (CLI) sia con interfaccia grafica (GUI).

- Reti geografiche e sistemi di accesso remoto (cap. 16), in cui si danno informazioni legate ai sistemi di accesso alle reti IP geografiche (Internet, Intranet, Extranet), commutati, dedicati, xDSL e su fibra ottica (FTTx); si forniscono utili informazioni sui protocolli di linea (HDLC, PPP, LAP), sulle reti in tecnica Virtual Circuit (X.25, Frame Relay, ATM), sulle reti private virtuali (VPN), sulla sicurezza delle reti, sui principali comandi di diagnostica IP (ping, ecc.).
- Reti di nuova generazione (NGN, *Next Generation Network*) (cap. 17), in cui si forniscono informazioni sulle reti convergenti multiservizio che stanno alla base delle moderne reti di telecomunicazione e supportano i più avanzati servizi di telecomunicazioni (telefonia su IP, IPTV, ecc.).
- Sistemi cellulari (cap. 18), in cui sono date informazioni sui sistemi cellulari seguendo la loro evoluzione, dal sistema GSM al sistema UMTS e al sistema di quarta generazione LTE.

Prof. Ing. ONELIO G. BERTAZIOLI

Indice generale

INFORMATICA

Parte prima

INFORMATICA GENERALE

1 Reti logiche

1	Definizioni	1.1
2	Reti combinatorie	1.3
3	Bistabili	1.9
4	Macchine sequenziali	1.11
4.1	Macchine sequenziali sincrone	1.11
4.2	Macchine sequenziali asincrone	1.16

2 Strutture dati e algoritmi

1	Introduzione agli algoritmi e ai tipi di dati	2.1
2	Tipi di dati primitivi	2.3
3	Tipi di dati derivati	2.4
3.1	Array	2.5
3.2	Matrici	2.6
3.3	Stringhe	2.6
3.4	Record	2.7
3.5	Strutture complesse	2.8
3.6	Puntatori	2.9
3.7	Liste	2.11
3.8	Alberi	2.17
4	Ricerca di dati	2.20
4.1	Ricerca sequenziale	2.21
4.2	Ricerca binaria	2.21
5	Ordinamento di dati	2.22
5.1	Ordinamento per inserimento	2.22
5.2	Ordinamento per selezione	2.23
5.3	Ordinamento per scambio a bolle	2.24
5.4	Ordinamenti evoluti: shellsort	2.25
5.5	Ordinamenti evoluti: quicksort	2.25
6	Complessità degli algoritmi	2.27

3 Sistemi operativi

1	Evoluzione storica dei sistemi operativi	3.1
2	Funzioni e caratteristiche dei sistemi operativi	3.2
3	Architettura dei sistemi operativi	3.3
3.1	Architettura di Windows NT e Windows XP	3.5
4	Gestione dei processi	3.5
4.1	Schedulazione dei processi	3.9
4.2	Cooperazione e sincronizzazione	3.13
4.3	Blocco critico	3.19
5	Gestione dell'ingresso e uscita	3.21
6	Gestione della memoria centrale	3.22
6.1	Memoria virtuale	3.24

4 Linguaggi di programmazione

1	Linguaggi naturali e linguaggi formali	4.1
2	Linguaggi di programmazione	4.5
3	Paradigmi di programmazione	4.8
4	Strutture di controllo	4.9
5	Compilatori e interpreti	4.11
6	Linker	4.12
6.1	Formato ELF	4.14
7	Linguaggi assembleri	4.15

5 Tecniche di programmazione

1	Metodologie di programmazione	5.1
2	Scomposizione funzionale: procedure e funzioni	5.2
2.1	Regole di visibilità	5.2
2.2	Parametri e passaggio dei parametri	5.3
2.3	Ricorsione	5.4
3	Ciclo di vita del software	5.5
3.1	Modello a cascata	5.5
3.2	Modello agile	5.7
4	Metodologie di progetto	5.8
4.1	Diagrammi di flusso	5.9
4.2	Data flow diagrams	5.9
4.3	Structured analysis and design technique	5.10
4.4	Modello entità relazioni	5.11
4.5	Unified modeling language	5.13

Parte seconda

INFORMATICA AVANZATA

6 Programmazione orientata agli oggetti

1	Programmazione a oggetti	6.1
1.1	Classi e oggetti nel linguaggio C++	6.1
1.2	Classi e oggetti nel linguaggio Java	6.3
2	Ereditarietà	6.4
2.1	Ereditarietà nel linguaggio C++	6.5
2.2	Ereditarietà nel linguaggio Java	6.5
3	Polimorfismo	6.6
3.1	Polimorfismo nel linguaggio C++	6.6
3.2	Polimorfismo nel linguaggio Java	6.7
4	Overloading	6.7
4.1	Overloading nel linguaggio C++	6.7
4.2	Overloading nel linguaggio Java	6.8
5	Interfacce utente	6.8
5.1	Interfacce grafiche	6.8
6	Gestione degli eventi	6.10

7 Gestione di database

1	Introduzione ai database	7.1
1.1	Modello entità relazioni	7.3
1.2	Progetto di un database	7.4
2	Il modello relazionale	7.5
2.1	Operatori relazionali	7.7
2.2	Normalizzazione	7.10
3	Il linguaggio SQL	7.11
3.1	Definizione dei dati	7.11
3.2	Manipolazione dei dati	7.12
3.3	Controllo di accesso ai dati	7.14

8 Tecnologie per la programmazione di rete

1	Introduzione alle reti di computer	8.1
2	Architetture di rete	8.3
2.1	Il modello OSI	8.3
2.2	Il modello basato su TCP/IP	8.5

3	La sicurezza nei sistemi informatici	8.9
4	Programmazione di rete	8.11

9 Tecnologie web client side

1	Il protocollo HTTP	9.1
2	Elementi e attributi del linguaggio HTML	9.3
3	I fogli di stile CSS	9.8
4	XML	9.9
5	Linguaggi e tecnologie client side	9.10

10 Tecnologie web server side

1	CGI	10.1
2	PERL	10.3
3	PHP	10.4
4	Servlet	10.5
5	JSP	10.8
6	ASP	10.11

TELECOMUNICAZIONI

Parte prima

PREREQUISITI**1 Richiami di nozioni fondamentali**

1	Descrizione di una forma d'onda sinusoidale	1.1
2	Formule utili nella descrizione di un segnale sinusoidale tramite vettori e numeri complessi	1.1
3	Esercizio svolto	1.2

2 Segnali

1	Classificazione dei segnali	2.1
2	Analisi nel dominio del tempo e della frequenza	2.1
3	Determinazione dello spettro e della banda di un segnale deterministico periodico o modulato	2.4
4	Proprietà utili nella determinazione dello spettro e della banda di un segnale	2.5
4.1	Traslazione nel tempo di un segnale	2.5
4.2	Traslazione in frequenza dello spettro di un segnale	2.6
4.3	Traslazione sull'asse delle ampiezze	2.7
4.4	Moltiplicazione di un segnale per una costante	2.7
4.5	Somma di segnali	2.7
5	Esercizi svolti	2.7

3 Decibel

1	Definizione	3.1
2	Guadagno e attenuazione di un quadripolo	3.2
3	Livelli assoluti di potenza e tensione	3.2
3.1	Livello assoluto di potenza: dBm e dBW	3.2
3.2	Livello assoluto di tensione: dBV, dBuV, dBu	3.3
3.3	Calcolo dei livelli di potenza a partire dalla conoscenza del valore di tensione e dell'impedenza di carico	3.3

4	Passaggio inverso	3.4
5	Rapporto S/N	3.6
6	Bilancio di potenza di un collegamento o link budget	3.7
7	Formulario su altre unità di trasmissione	3.8
8	Esercizi svolti	3.10

4 S/N, rumore, distorsioni e interferenze

1	Calcolo del rapporto S/N	4.1
2	Rumore	4.1
2.1	Definizione, modello di riferimento e tipi di rumore	4.1
3	Rumore interno	4.2
3.1	Definizioni	4.2
3.2	Rumore termico	4.3
3.3	Rumore granulare	4.4
3.4	Rumore 1/f	4.4
4	Caratterizzazione delle sorgenti di rumore	4.4
4.1	Temperatura di rumore	4.5
4.2	Rapporto G/T	4.7
4.3	Fattore di rumore e figura di rumore	4.7
4.4	Fattore di rumore di una cascata di quadripoli	4.7
4.5	Importanza del fattore di rumore e della figura di rumore	4.8
4.6	Legame tra fattore di rumore e sensibilità di un ricevitore	4.8
4.7	Legame tra fattore di rumore e temperatura di rumore	4.8
4.8	Tabelle riassuntive	4.9
4.9	Esercizi svolti	4.11
5	Rumore esterno	4.12
5.1	Rumore pesante	4.13
6	Distorsioni	4.16
6.1	Condizioni di non distorsione	4.16
7	Tipi di distorsione	4.16
7.1	Distorsione da non linearità	4.17

7.2	Distorsione di ampiezza	4.20
7.3	Distorsione di fase e di ritardo di gruppo	4.21
8	Interferenze	4.22

Parte seconda

SISTEMI DI TRASMISSIONE

5 Portanti fisici

1	Modello di riferimento e funzioni fondamentali di un sistema di trasmissione	5.1
2	Mezzi trasmissivi	5.3
3	Classificazione dei portanti fisici	5.3
4	Coppie simmetriche intrecciate o twisted pair	5.4
4.1	Diafonia o crosstalk	5.6
5	Cavi coassiali	5.7
5.1	Fattore di velocità e velocità di propagazione	5.7
5.2	Attenuazione	5.7
6	Teoria delle linee di trasmissione	5.8
6.1	Modello elettrico	5.8
6.2	Impedenza caratteristica e adattamento	5.9
6.3	Propagazione su linea adattata	5.9
6.4	Comportamento di una linea disadattata	5.10
6.5	Parametri per la valutazione del disadattamento	5.11
6.6	Adattamento di carichi resistivi con tronco $\lambda/4$	5.13
6.7	Comportamento reattivo delle linee di trasmissione	5.13
6.8	Diagramma di Smith (Smith chart)	5.14
6.9	Adattamento di carichi complessi	5.16
7	Esercizi	5.16

6 Fibre ottiche

1	Segnale ottico	6.1
2	Struttura di una fibra ottica	6.1
3	Classificazione e standardizzazione delle fibre ottiche	6.3
3.1	Attenuazione di una fibra ottica e finestre di trasmissione	6.3
3.2	Standardizzazione delle fibre ottiche	6.4
3.3	Cavi ottici	6.6
4	Sistemi di trasmissione su fibra ottica	6.6
4.1	Trasmettitori e ricevitori ottici	6.7
4.2	Connettori e giunti	6.7
4.3	Sorgenti ottiche	6.9
4.4	Fotorivelatori	6.9
5	Dispersioni causate da una fibra ottica	6.10
5.1	Dispersione modale	6.10
5.2	Dispersione cromatica	6.11
5.3	Fenomeni non lineari: PMD e FWM	6.12
6	Banda e capacità trasmissiva di una fibra ottica	6.12
6.1	Prodotto banda-distanza	6.12
6.2	Banda modale (modal bandwidth)	6.13
6.3	Banda in presenza di dispersione cromatica	6.14
7	Dimensionamento di un sistema di trasmissione su fibra ottica	6.14
7.1	Bilancio di potenza o link budget	6.14
7.2	Dispersione totale e banda di un sistema di trasmissione su fibre ottiche	6.15

8	Applicazioni ed evoluzione dei sistemi su fibre ottiche	6.16
8.1	Amplificatori ottici	6.16
8.2	Trasmissione solitonica	6.17
8.3	Sistemi WDM	6.17
9	Esercizi svolti	6.18

7 Portante radio

1	Caratteristiche fondamentali delle onde elettromagnetiche	7.1
1.1	Definizioni	7.1
1.2	Propagazione nello spazio libero	7.2
1.3	Propagazione delle radioonde e loro classificazione	7.4
1.4	Propagazione per onda diretta o in visibilità ottica (line of sight)	7.7
1.5	Fading	7.9
1.6	Propagazione per onda spaziale (sky wave)	7.11
1.7	Assorbimento	7.12
2	Antenne	7.12
2.1	Caratteristiche fondamentali di un sistema d'antenna	7.13
2.2	Caratterizzazione delle antenne riceventi	7.17
3	Principali tipi di antenne	7.17
3.1	Antenne omnidirezionali	7.17
3.2	Antenna ground plane	7.20
3.3	Antenne caricate	7.20
3.4	Dipolo ripiegato (folded dipole)	7.20
4	Antenne direttive unidirezionali	7.21
4.1	Antenna Yagi	7.21
4.2	Antenne collineari e a cortina	7.22
4.3	Antenne a parabola	7.22
4.4	Connettori e adattatori per antenne	7.25
5	Antenne MIMO (Multiple In Multiple Out)	7.25
6	Attenuazione di un collegamento radio	7.25
6.1	Attenuazione dello spazio libero	7.26
7	Bilancio di potenza (link budget) di un collegamento radio	7.27
8	Esercizi svolti	7.28

8 Tecniche di modulazione analogiche

1	Modello di riferimento per la trasmissione in alta frequenza di un segnale analogico	8.1
2	Trasmissioni radio a modulazione di ampiezza	8.2
2.1	Modulazione di ampiezza (AM)	8.2
2.2	Trasmettitori AM	8.7
2.3	Metodi per generare la modulazione AM	8.8
3	Ricevitori radio supereterodina	8.9
3.1	Frequenza immagine	8.10
3.2	Tipi di demodulazione	8.11
3.3	Demodulazione di un segnale modulato AM tramite il rivelatore di involuppo	8.11
4	Altri tipi di modulazione di ampiezza	8.12
4.1	Modulazione DSB-SC	8.13
4.2	Modulazione SSB	8.14
4.3	Modulatori DSB-SC e SSB	8.14
4.4	Demodulatori DSB-SC e SSB	8.15
4.5	Modulazione VSB	8.17
5	Modulazione di frequenza	8.17
5.1	Modulatori FM	8.19
5.2	Trasmettitori FM	8.20

14 Topologia fisica delle reti

1 Le reti locali. Definizione e aspetti generali . 14.1

2 Cablaggio strutturato 14.1

2.1 Cavi a coppie simmetriche per LAN 14.3

2.2 Connettori 14.5

3 Tecnologie Ethernet 14.8

3.1 Topologia fisica 14.9

4 Standardizzazione delle LAN: il progetto IEEE 802 14.11

4.1 Protocollo LLC 14.12

4.2 Header SNAP 14.13

4.3 Protocollo MAC 14.13

4.4 Indirizzo MAC 14.13

5 Standard per le tecnologie Ethernet 14.13

5.1 Apparat per LAN Ethernet 14.13

5.2 Power over Ethernet 14.16

5.3 Caratteristiche fisiche delle Fast Ethernet e Gigabit Ethernet 14.16

6 Virtual LAN 14.17

6.1 Principali tipi di VLAN 14.18

6.2 Procedura base per la creazione e la configurazione delle VLAN 14.19

7 Multilayer switch e content switch 14.20

8 Architettura fisica delle reti 14.20

8.1 Reti con architettura piatta 14.20

8.2 Reti con architettura gerarchica 14.21

9 Wireless LAN o Radio LAN 14.21

9.1 Modello di riferimento per le WLAN a standard IEEE 802.11 o WiFi 14.21

9.2 Canali radio 14.22

9.3 Apparat WiFi 14.25

10 Guida all'installazione e configurazione di una Wireless LAN 802.11 b/g/n (WiFi) 14.25

10.1 Principali parametri di configurazione 14.25

10.2 Elementi di progetto di una WLAN 14.26

10.3 Sicurezza degli accessi WiFi 14.28

11 Esercizi 14.31

15 Topologia logica delle reti

1 Caratteristiche generali 15.1

2 Piani di indirizzamento per reti e sottoreti IP 15.2

3 I router 15.5

3.1 Caratteristiche generali dei router 15.6

3.2 Identificazione delle interfacce e loro numerazione nei router Cisco 15.7

3.3 Tabella di routing 15.7

3.4 Principio di funzionamento di un router 15.9

3.5 Routing statico 15.9

3.6 Routing dinamico 15.10

4 Configurazione di base di un router Cisco 15.11

4.1 Sistema operativo IOS 15.11

4.2 Configurazione tramite interfaccia a linea di comando 15.12

4.3 Esempio di configurazione a linea di comando di un router Cisco 15.15

4.4 Configurazione tramite interfaccia grafica 15.21

5 Esempi 15.25

16 Reti geografiche e sistemi di accesso remoto

1 Caratteristiche generali 16.1

1.1 Definizioni 16.1

1.2 Principali tipi di sistemi di accesso 16.1

1.3 Classificazione degli apparati impiegati 16.3

1.4 Collegamenti a commutazione di circuito 16.3

1.5 Linee dedicate 16.6

1.6 Principali interfacce DTE-DCE 16.7

1.7 Sistemi xDSL 16.9

1.8 Rete di accesso e distribuzione su fibra ottica 16.15

2 Protocolli di linea 16.17

2.1 Protocollo HDLC 16.18

2.2 Protocolli della famiglia LAP 16.20

2.3 Protocollo PPP 16.20

3 Caratteristiche generali delle reti di tipo Virtual Circuit 16.21

3.1 X.25 16.21

3.2 Frame Relay 16.22

3.3 ATM 16.24

4 Virtual Private Network 16.26

5 Sicurezza delle reti 16.27

5.1 Sicurezza perimetrale 16.27

5.2 La suite IPsec 16.29

6 Comandi di diagnostica per la verifica della configurazione e della connettività TCP/IP 16.29

6.1 Il comando ping 16.30

6.2 Software per la gestione e la diagnostica di una rete 16.33

7 Esercizi 16.33

17 Le reti di nuova generazione

1 Le reti pubbliche di nuova generazione 17.1

1.1 Definizioni 17.1

1.2 Caratteristiche generali delle NGN 17.1

2 Reti convergenti in ambito privato 17.6

3 Protocolli per la comunicazione multimediale su reti IP 17.8

3.1 Protocolli RTP e RTCP 17.8

3.2 Protocolli H.323 17.8

3.3 Protocollo SIP 17.10

3.4 Protocolli MGCP/MEGACO 17.12

4 La qualità del servizio, quality of service 17.12

4.1 Architetture IntServ, DiffServ 17.14

4.2 MPLS, MultiProtocol Label Switching 17.15

18 I sistemi cellulari

1 Concetti generali relativi ai sistemi cellulari 18.1

1.1 Riutilizzo delle frequenze 18.1

1.2 Tecniche di accesso multiplo 18.2

1.3 Procedure per la gestione della mobilità 18.3

1.4 Evoluzione dei sistemi cellulari 18.4

2 GSM, Global System for Mobile communication 18.4

2.1 Mobile Station 18.5

2.2 BSS, Base Station Subsystem 18.6

2.3 SMSS, Switching and Management Subsystem 18.6

2.4 Interfaccia radio (Air Interface) 18.8

3 GPRS, General Packet Radio Service 18.10

3.1 Architettura del GPRS 18.10

3.2 Protocolli GPRS 18.10

3.3 Canali fisici e canali logici GPRS 18.12

4	UMTS, Universal Mobile Telecommunication System	18.12
4.1	Architettura del sistema UMTS	18.12
4.2	Convergenza fisso mobile	18.13
4.3	Accesso radio UTRA, UMTS Terrestrial Radio Access	18.15
4.4	WCDMA, Wideband Code Division Multiple Access	18.17

4.5	HSPA, High Speed Packet Access	18.17
5	LTE/SAE	18.17

INDICI ANALITICI

Informatica	A.3
Telecomunicazioni	A.17

INFORMATICA

PARTE PRIMA

INFORMATICA GENERALE

- 1** Reti logiche
- 2** Strutture dati e algoritmi
- 3** Sistemi operativi
- 4** Linguaggi di programmazione
- 5** Tecniche di programmazione

PARTE SECONDA

INFORMATICA AVANZATA

- 6** Programmazione orientata agli oggetti
 - 7** Gestione di database
 - 8** Tecnologie per la programmazione di rete
 - 9** Tecnologie web client side
 - 10** Tecnologie web server side
-