



Autore: Francesco Marino

<http://www.francescomarino.net>

info@francescomarino.net

Integrazione al Vol. 1, UD 2

Sistemi di comunicazione: principi generali

UD2.6i Breve storia delle telecomunicazioni

I primi sistemi di comunicazione a distanza possono essere definiti «servizi di trasmissione dati in forma binaria»: in un mondo in cui l'informazione fondamentale era «arriva il nemico» o «non arriva il nemico», la trasmissione di un bit in tempo reale era in molti casi sufficiente a salvare un'intera città. L'informazione raggiungeva la destinazione in forma luminosa (falò, nuvole di fumo) o acustica; nel XVII secolo, ai tempi del pirata Morgan, un colpo di cannone proveniente dalla Cordigliera avvertiva gli abitanti della piana di Caracas dell'arrivo dei corsari. L'avvento delle comunicazioni elettriche, dalla metà del XIX secolo, ha radicalmente modificato le abitudini umane, sino allo sviluppo della cosiddetta «società dell'informazione», che si evolve oggi prevalentemente sulla base dell'informatica e dell'innovazione tecnologica. Gli appunti che seguono si limitano ad indicare alcune tappe significative nelle discipline connesse alle telecomunicazioni, seguite da cenni sullo sviluppo delle applicazioni. Brevi note biografiche sui protagonisti più importanti sono inserite nei libri di testo di volta in volta nell'ambito della trattazione.

2.6i.1 Scienze fisiche e matematiche

Fisica ed Elettronica

- 1745: P. Van Musschenbroek realizza il primo apparato per accumulare energia elettrica, noto come «bottiglia di Leida»;
- 1789: C. A. de Coulomb descrive l'omonima legge di attrazione elettrostatica;
- 1799: proseguendo gli esperimenti di Luigi Galvani, Alessandro Volta realizza il primo dispositivo di produzione di energia elettrica, noto come «pila di Volta»;
- 1820: H. C. Oersted descrive la deviazione di un ago magnetico nelle vicinanze di un filo percorso da corrente;
- 1827: G. S. Ohm formula l'omonima legge;
- 1827: A. M. Ampère pone le basi teoriche dell'elettromagnetismo;
- 1831: M. Faraday scopre il fenomeno dell'induzione e.m.;
- 1847: G. R. Kirchhoff enuncia le omonime leggi;
- 1873: J. M. Maxwell formula le omonime equazioni nell'ambito di una teoria unificata dei fenomeni elettrici, magnetici e luminosi;
- 1887: H. R. Hertz prova sperimentalmente l'esistenza delle onde e.m. a radiofrequenza;
- 1906: L. De Forest realizza il triodo a vuoto, aprendo la strada all'amplificazione dei segnali;
- 1948: J. Bardeen, W. H. Brattain e W. B. Shockley realizzano il prototipo del transistor;
- 1958: J. C. Kilby realizza presso la Texas Instruments il primo circuito integrato;
- 1960: T. H. Maiman realizza il LASER a rubino;
- 1970: la Corning Glass Work realizza la prima fibra ottica a bassa attenuazione, aprendo il campo alle applicazioni.

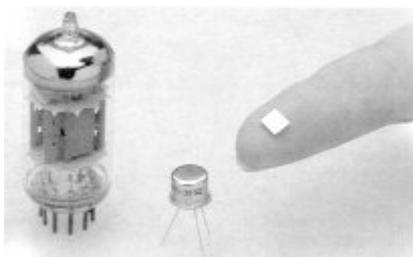


Fig. 2.6i.1

Tubo a vuoto (valvola), transistor e circuito integrato (microchip).

Matematica

- 1679: G. W. Leibniz individua gli elementi fondamentali della matematizzazione della logica;
- 1807: J. B. J. Fourier elabora la rappresentazione delle funzioni periodiche in serie trigonometriche (la formalizzazione definitiva è del 1822);
- 1816: A. L. Cauchy, basandosi sulle idee di Fourier, enuncia la trasformata di Fourier;
- 1854: G. Boole formalizza i contenuti dell'algebra delle proposizioni logiche;
- 1893: C. P. Steinmetz sviluppa il metodo simbolico per la risoluzione dei circuiti in regime sinusoidale;
- 1928: H. Nyquist espone in una conferenza il teorema del campionamento, poi formalizzato da Shannon;
- 1937: A. Reeves concepisce la codifica PCM;
- 1938: C. E. Shannon evidenzia il legame esistente tra la teoria dei circuiti di commutazione e l'algebra di Boole;
- 1949: C. E. Shannon fonda la moderna teoria dell'informazione.

Informatica e Cibernetica

- 1605: F. Bacone descrive un cifrario che costituisce il primo esempio documentato di codifica dell'informazione in forma binaria;
- 1931: R. L. A. Valtat propone di rappresentare in numeri in forma binaria ai fini del calcolo automatico;
- 1941: J. V. Atanasoff realizza il primo elaboratore elettronico;
- 1943: nascono i primi grandi elaboratori: in Gran Bretagna Colossus, peraltro rimasto segreto fino al 1975, negli stati Uniti il più noto ENIAC;
- 1951: l'UNIVAC, prodotto in serie dalla Remington Rand, inaugura la prima generazione di computer;
- 1958: Digital, Siemens, Sperry Rand e IBM producono elaboratori a transistor di seconda generazione;
- 1964: IBM inaugura con il Sistema 360 la terza generazione di computer, basata su microchip;
- 1969: Ken Thompson sviluppa nei Bell Laboratories UNIX;
- 1971: Intel 4004, contenente 2250 transistor, è il primo microprocessore; il suo sviluppo inaugura la quarta generazione di computer;
- 1976: Apple II è il primo Personal Computer di successo commerciale;
- 1981: nasce il PC IBM, su Intel 8088 a 4,77 MHz, 64 kB di RAM e sistema operativo Microsoft DOS;
- 1984: Apple introduce il computer Macintosh;
- 1985: nasce Microsoft Windows;
- 1991: Linus Torvalds, basandosi su UNIX, realizza LINUX;
- 2002: i microprocessori per PC contengono decine di milioni di transistor e lavorano a frequenze superiori a 1 GHz; i grandi elaboratori basati su architetture parallele hanno potenze di calcolo dell'ordine del Teraflop (10^{12} operazioni in virgola mobile al secondo).

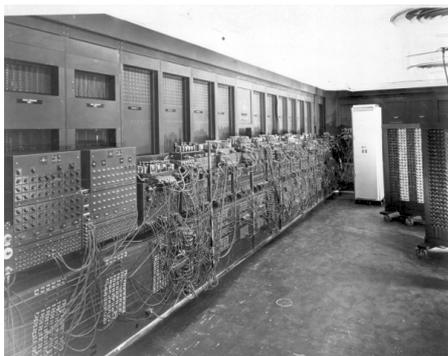


Fig. 2.6i.2

L'ENIAC aveva 18.000 valvole collegate da 500.000 saldature a mano, pesava 30 tonnellate, occupava lo spazio di 180 mq e consumava 150 kW.

2.6i.2 - Applicazioni

Per motivi di sintesi, questo breve excursus si limita a tre percorsi: trasmissione dati, telefonia, sistemi radio. I sistemi telegrafici, utilizzati per la trasmissione di testi a distanza, sono considerati nell'ambito della trasmissione dati.

Trasmissione dati

- Fino al 1790: mediante sistemi ottici (falò, nuvole di fumo, sbandieramenti) o acustici (tamtam, colpi di cannone), è possibile comunicare brevi messaggi in tempo (quasi) reale, sino a distanze limitate solo dal numero di stazioni di ripetizione; l'idea più interessante è quella del telegrafo ottico cartaginese (*vedi riquadro*);
- 1790: C. Chappe realizza in Francia un telegrafo ottico evoluto, in grado di trasmettere messaggi alfanumerici mediante «semafori» situati sulle torri delle stazioni ripetitrici (Parigi - Lione in 20 minuti);
- 1837: S. Morse brevetta il telegrafo elettrico, inaugurato nel 1845;
- 1845: inizia lo sviluppo in larga scala delle reti telegrafiche pubbliche e private;
- 1858: posa del primo cavo telegrafico transoceanico;
- 1875: J. É. Baudot presenta un sistema telegrafico basato sull'omonimo codice a 5 cifre binarie;
- 1960: viene attivato il servizio TELEX;
- 1969: la Bolt Beranek & Newman realizza negli USA, per conto dell'ARPA (Advanced Research Projects Agency), la base di una rete informatica denominata Arpanet, destinata ad ampliarsi per divenire il nucleo fondante di Internet;
- 1973: Vint Cerf e Bob Kahn definiscono il protocollo TCP, trasformato nel 1978, principalmente ad opera dello stesso Cerf, di Jon Postel e Danny Cohen, in TCP/IP;
- 1978: la Hayes lancia sul mercato il primo modem; le velocità sono dell'ordine dei 100 bit/s;
- 1980: iniziano a formarsi in ambito universitario, prima negli USA e poi nel resto del mondo, le reti informatiche TCP/IP che interconnesse tra loro e con Arpanet (successivamente ceduta dalla Difesa statunitense agli istituti di ricerca) danno vita a Internet; contemporaneamente, lo sviluppo delle tecnologie per reti LAN rende possibile l'interconnessione in ambito locale;
- anni 80: attivazione delle reti dati pubbliche (in Italia nel 1984 è attivata Itapac);
- anni 90: sviluppo delle reti ISDN a banda stretta (nel 1994 in Italia);
- 1995: Internet e i suoi servizi, tra cui in particolare WWW e E-mail, raggiungono le masse;
- 1998: le tecnologie XDSL consentono capacità trasmissive dell'ordine del Mbit/s sul doppino telefonico;
- 2002: l'unità di misura delle reti a banda larga è il Gbit/s.

Il telegrafo ottico cartaginese

I Cartaginesi, in epoca sicuramente anteriore al IV secolo a.C., escogitarono un sistema di comunicazione basato sul tempo. Erano predisposte una serie di piattaforme dotate di un recipiente pieno d'acqua con un galleggiante al centro e un foro sul fondo; sul galleggiante era montata un'asta verticale, su cui era dipinta una serie di segnali convenzionali di tipo militare. Per inviare un messaggio, l'addetto alla prima stazione agitava una bandiera e liberava il foro; l'operazione era ripetuta dalle altre stazioni. Quando l'asta si era abbassata al giusto livello, con il simbolo da trasmettere allineato al bordo del recipiente, veniva sventolata la bandiera di fine trasmissione e il foro veniva chiuso. Poiché le attrezzature delle varie stazioni erano assolutamente identiche, a fine trasmissione l'asta segnalava in tutte le postazioni il simbolo trasmesso.

Baudot		Baudot									
Alfabeto lettere	Alfabeto numeri	Alfabeto lettere	Alfabeto numeri								
⊥	K	J	A	•	(6	1	⊥	K	J	A
Z	L	H	E	:	=		&	⊙	⊙	⊙	⊙
X	M	G	E	,)	7	2	⊙	⊙	⊙	⊙
W	N	F	I	?	N°	E	3	⊙	⊙	⊙	⊙
V	P	D	O	'	%	0	5	⊙	⊙	⊙	⊙
T	Q	C	U	!	/	9	4	⊙	⊙	⊙	⊙
S	R	B	Y	;	-	8	5	⊙	⊙	⊙	⊙

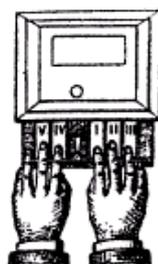


Fig. 2.6i.3

Il telegrafo di Baudot prevedeva un dispositivo a cinque tasti più una leva di scambio lettere/simboli.

Telefonia

- 1854: Antonio Meucci realizza il telefono, registrato nel 1871 con un brevetto provvisorio; per motivi economici non rinnova il brevetto e nel 1876 A. G. Bell brevetta un analogo dispositivo, dando il via alla moderna telefonia;
- 1880: inizia lo sviluppo in larga scala delle reti telefoniche pubbliche basate sulla commutazione manuale;
- 1889: Almond Strowger realizza il selettore a sollevamento e rotazione, alla base delle centrali a commutazione automatica sviluppate negli anni venti;
- anni 50: si sviluppano i sistemi di multiplexione FDM;
- 1956: il primo cavo telefonico transoceanico consente 36 telefonate contemporanee;
- anni 60: inizia la migrazione delle reti di giunzione verso il formato PCM e la multiplexione TDM;
- anni 70: si diffonde la trasmissione via fax;
- 1988: posa del primo cavo transoceanico in fibra ottica: quattro fibre gestiscono 40.000 telefonate con circa 100 ripetitori, contro le 10.000 telefonate con 600 ripetitori del cavo in rame precedente;
- anni 80: nasce il mercato dei telefoni cellulari; contemporaneamente le reti di giunzione dei paesi più sviluppati divengono interamente numeriche;
- anni 90: la telefonia cellulare, ora digitale, diventa oggetto di nuovi servizi orientati alla trasmissione dati (SMS, WAP, GPRS);
- 2002: si prepara il lancio, previsto in Italia per il 2003, dei servizi di telefonia mobile UMTS ad alta capacità trasmissiva.

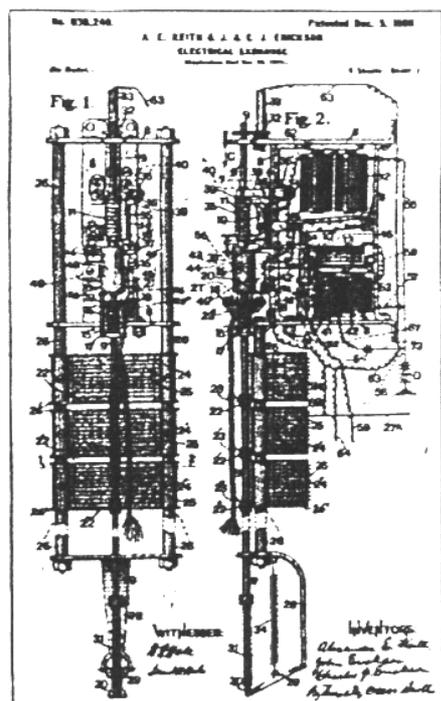


Fig. 2.6i.4

Una pagina tratta dal brevetto di Strowger. Si noti la complessità del dispositivo.

Sistemi radio

- 1895: Guglielmo Marconi riesce a trasmettere segnali a distanza mediante onde e.m.; nel 1901 viene realizzata la prima trasmissione transatlantica di un segnale telegrafico;
- 1906: R. A. Fessenden realizza la trasmissione audio via radio;
- 1920: la KPKA inaugura in USA l'era delle trasmissioni radiofoniche, avviate in Italia nel 1924;
- 1923: V. C. Zworykin inventa il sistema di videoripresa denominato «iconoscopio»;
- 1926: J. L. Baird realizza la trasmissione video mediante un sistema a dischi rotanti;
- 1935: Sir R. A. Watson-Watt inventa il radar;
- 1936: la BBC inaugura in Gran Bretagna l'era delle trasmissioni televisive, avviate in USA nel 1941 e in Italia nel 1954;
- 1938: V. C. Zworykin perfeziona l'iconoscopio, primo sistema di videoripresa elettronico;
- 1945: lo scrittore A. C. Clarke ipotizza un sistema di copertura radio quasi globale mediante tre satelliti geostazionari posti a 120 gradi l'uno dall'altro;
- 1953: in USA viene introdotta la Tv a colori;
- 1957: i russi mettono in orbita il primo satellite artificiale, lo Sputnik 1; nel 1962 viene realizzata la prima diffusione televisiva satellitare mediante il Telstar 1, sviluppato dalla AT&T;
- anni 90: nasce il mercato degli impianti satellitari privati dapprima analogici, poi digitali;
- 1998: nascono in USA i primi standard per la TV digitale terrestre e satellitare.

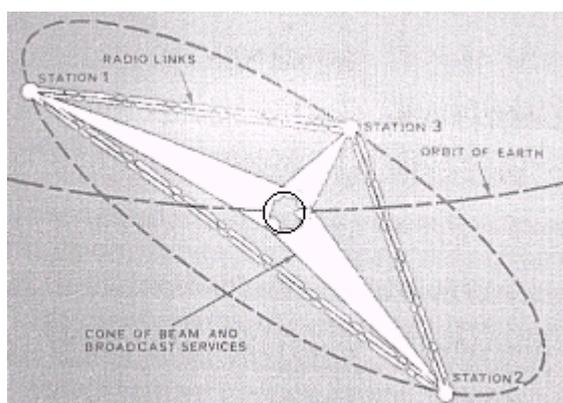


Fig. 2.6i.5

Lo schema che accompagnava l'articolo di Arthur Clarke sui satelliti geostazionari.

2.6i.3 Schema riassuntivo

Come sintesi dei paragrafi precedenti, in fig. 2.6i.6 è riportato uno schema riassuntivo in cui è descritta, in una linea temporale, l'evoluzione dei principali servizi di telecomunicazioni con riferimento alle reti utilizzate. Si notino in particolare la progressiva affermazione del formato digitale nel campo audio-video, e la più o meno prossima convergenza della totalità dei servizi nell'ambito di una rete integrata nei servizi a larga banda (B-ISDN, *Broadband ISDN*), che potrà essere di tipo cablato o satellitare. Oltre a ciò, si deve evidenziare la prossima scomparsa delle reti cellulari analogiche, così come si possono ipotizzare, in una prospettiva a lungo termine, la riconversione della rete telefonica e di quella telex e la possibile scomparsa delle trasmissioni radiotelevisive analogiche; se tali ipotesi saranno verificate, entro la metà del prossimo secolo la totalità, o quasi, dei sistemi di telecomunicazione sarà di tipo numerico.

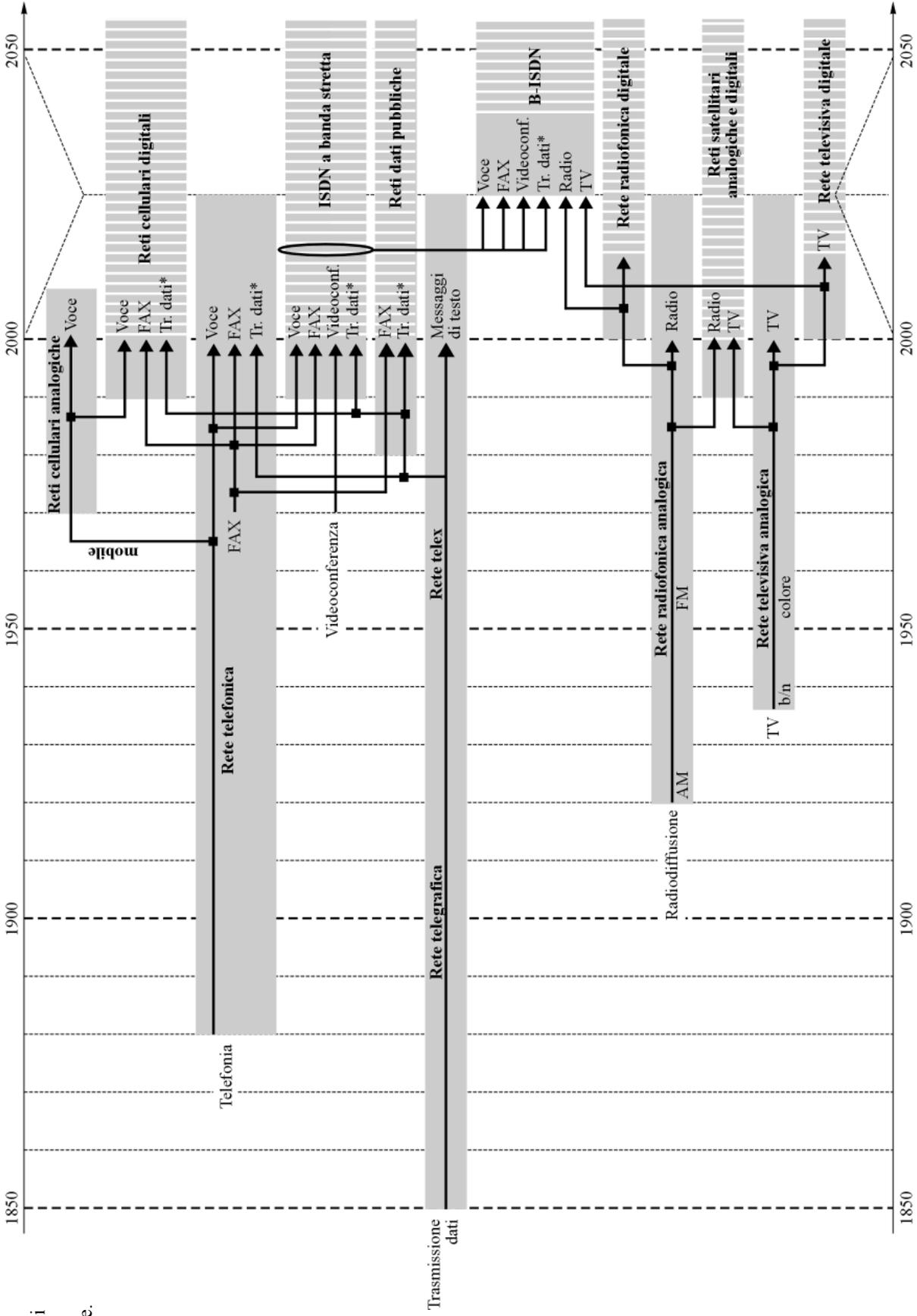


Fig. 2.6i.6
Evoluzione dei sistemi di comunicazione.

* Include accesso a Internet e relativi servizi (WWW, e-mail, ecc.)