Reti di telecomunicazioni

Giuliano Benelli
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università di Siena

Il programma del corso

Programma del corso

- Introduzione
- Caratterizzazione del traffico (voce, dati, immagini,..)
- Rete telefonica
- Trasmissione dati
- Multiplex
- Accesso Multiplo
- Modello OSI
- TCP/IP
- Reti locali
- Reti geografiche
- Reti wireless

Sviluppo delle tecnologie

- 1837 (170 anni) : codice di Morse
- 1876 (131 anni) : telefono di Bell
- 1895 (112 anni) : radio di Marconi
- 1968 (39 anni) : ARPANET

Lo sviluppo di Internet

- Primo computer a programma registrato: 1949
- ARPANET 56 kbit/s: 1969
- TCP/IP: 1972
- Personal Computer: 1981
- Local Area Network: 1982
- World-Wide Web: 1989
- Java: 1995
- XML: 1997

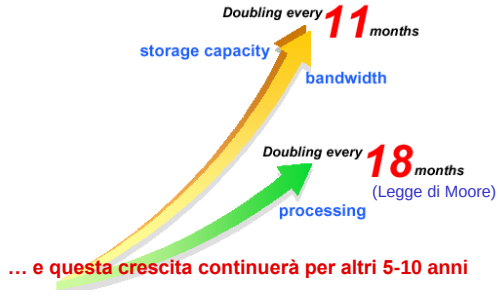
La crescita esponenziale delle ICT

- I parametri più importanti delle tecnologie informatiche e di telecomunicazione raddoppiano ogni 2-3 anni
  - Numero di transistor in un chip
  - Velocità di calcolo
  - Grandezza delle memorie
  - Dimensioni dei dispositivi
  - Larghezza di banda
  - .....

Legge di Moore generalizzata

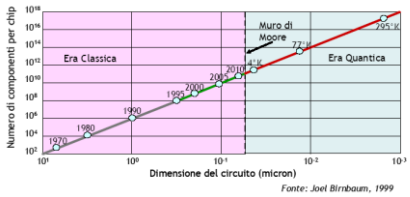
- Negli ultimi anni si parla anche di legge di Moore generalizzata estendendone l'applicabilità non soltanto alla crescita del numero di transistor all'interno di un chip ma anche alle memorie, alla diminuzione delle dimensioni fisiche di un dispositivo e alla crescita della banda di trasmissione nelle reti.

Crescita delle prestazioni



La crescita esponenziale dell'ICT

- La legge di Moore (presidente di Intel negli anni '70) dice che il numero di transistor per chip tende a raddoppiare ogni 18 mesi.
- Nella figura viene mostrato come varia negli anni il numero di componenti che possono essere inseriti all'interno di un chip della dimensione di circa 1 cm^2.
- Oggi è possibile avere circa 10 miliardi di elementi attivi (transistor)

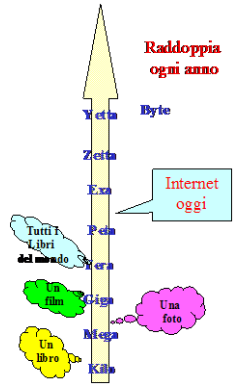


Fonte: Joel Birnbaum, 1999

- La legge di Moore è valida per l'intera decade e possiamo beneficiare dell'aumento esponenziale almeno fino al 2010-2015, quando le dimensioni dei circuiti saranno troppo piccole e si arriverà si arriverà al limite fisico della teoria tradizionale.
- In futuro si prevede di poter continuare con la crescita esponenziale superando il cosiddetto muro di Moore sviluppando macchine basate sul calcolo quantistico (quantum computing) e operanti a temperature basse.

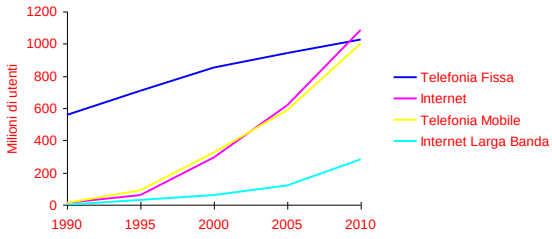
Quanta informazione?

- Oltre 7 Bilioni di Pagine Web a metà 2002
- Crescita annuale >100%
- Contenuti informativi memorizzati in forma analogica e digitale alla fine del 2000: stimata in parecchi Exabyte (tra 10 e 100)



La società dell'Informazione!!!!

Sviluppo dei sistemi di comunicazioni



Trasmissione di segnali

- **Il numero di bit necessari per rappresentare un segnale varia molto col tipo di segnale.**
- **Esempio :**
  - segnale telefonico : 64.000 bit/sec
  - immagine fissa a media risoluzione : 2 Mbit/sec
  - immagine fissa ad alta risoluzione : centinaia di bit/sec o Gbit/sec
  - segnali televisivi ad alta risoluzione : Gbit /sec

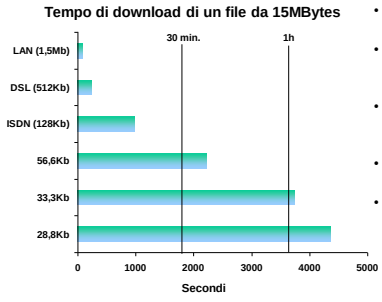
ESEMPI DI RAPPRESENTAZIONE DI OPERE D'ARTE

QUADRO	Risoluzione spaziale (pixel /cm)	Risoluzione (bit/pixel)	Memoria
Nascita di Venere Botticelli 172x278 cm Uffizi	40 40 10 10 1 1	24 8 24 8 24 8	1,836 Gbit 612 Mbit 114.4 Mbit 38,4 Mbit 1,12 Mbit 400 Kbit
Madonna in trono Duccio da Boninsegna 290x450 Uffizi	40 40 10 10 1 1	24 8 24 8 24 8	5,012 Gbit 1,67 Gbit 3,128 Gbit 1.04 Gbit 312.8 Mbit 104 Mbit
La Gioconda Leonardo da Vinci 53x77 cm Louvre	40 40 10 10 1 1	24 8 24 8 24 8	156,8 Mbit 52,8 Mbit 9,6 Mbit 3.2 Mbit 80 Kbit 3,2 Kbit

Trasmissione di immagini

Grandezza dell'immagine	64 kbit/sec	2 Mbit/sec	10 Mbit/sec	45 Mbit/sec	155 Mbit/sec
512x512	98 sec	3,14 sec	0,629 sec	0,14 sec	0,04 sec
1024x1024	394 sec	12,5 sec	2,5 sec	1,6 sec	0,16 sec
2048x2048	1575 sec	50,33 sec	10 sec	2,2 sec	0,7 sec
4096x4096	6300 sec	201,3 sec	40 sec	9 sec	2,6 sec
Nascita di Venere	7,9 h	20 minuti	183,6 sec	40,8 sec	11,8 sec

Velocità di trasmissione e "peso" dei servizi



15 MBytes sono:

- **0,8 secondi di trasmissione video non compressa**
- **31 minuti e 15 secondi di conversazione su rete fissa (ISDN)**
- **3 ore e 28 minuti di conversazione su rete mobile (GSM)**
- **3-5 brani di musica leggera compressi in Mp3**
- **93.750 SMS di 160 caratteri**

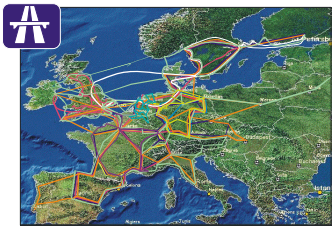
Le reti di telecomunicazioni

- Reti di telecomunicazioni fisse e mobili (grandi quantità di reti e di tecnologie diverse)
  - Reti Locali (LAN)
  - Reti Metropolitane (MAN)
  - Reti geografiche (WAN)
- Il maggior ostacolo alla realizzazione la società dell'informazione è il cosiddetto

  Problema dell'ultimo miglio

- Oggi il problema dell'ultimo miglio è in fase di risoluzione mediante nuove tecnologie quali:
  - ***ADSL***
  - ***Reti wireless (Wi-Fi, Wi-Max,….)***
  - ***GPRS, UMTS***

...in Europa sono state costruite Autostrade Ottiche...



- *Più di 17 M di km di fibra posata in Europa tra il 1998 e il 2002* (KMI Dic. 2001)
- *Più di 25 carriers hanno realizzato dorsali ottiche*
  - *per la maggior parte tra le stesse città principali*
- *Il prezzo di fibra Dark tra queste città è calato sensibilmente*

Standard

- Esistono numerose organizzazioni che si occupano di sviluppare standard per le telecomunicazioni e per i sistemi informatici
- Esempi
  - ITU (International Telecommuncation Unit)
  - ISO (International Standard Organisation)
  - ETSI (European Telecommunication Standard Institute)

Le alliances

Associazione di aziende impegnate nello sviluppo di una nuova tecnologia.

I partecipanti possono essere concorrenti nel mercato, oppure essere tra loro complementari.

Generalmente si costituisce una nuova società, il cui fine è promuovere e sviluppare la tecnologia di cui si occupa.

Bluetooth alliance

The Bluetooth SIG will support a collaborative environment and drive programs to develop and advance Bluetooth wireless technology in order to exceed personal connectivity expectations and meet the needs of a changing world

Bluetooth alliance

Sono presenti sia i colossi sia aziende sconosciute nei settori:

- Hardware e software
- Fonia mobile
- Networking
- Telecomunicazioni
- Elettronica

Wi-Fi alliance

The Wi-Fi Alliance is a global, non-profit industry association of more than 200 member companies devoted to promoting the growth of wireless Local Area Networks (WLANs).

Wi-Fi alliance

Ne fanno parte:

- Produttori di hardware per computer
- Produttori di apparati di networking
- Compagnie telefoniche
- Produttori di apparecchi telefonici
- Produttori di stampanti, telecamere, fotocamere, autoradio e navigatori

Modello OSI

- Lo standard OSI definisce un **modello di riferimento** per lo scambio di informazioni tra due calcolatori.



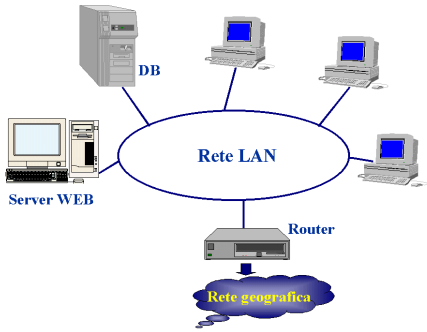
PRINCIPALI OBIETTIVI DEL MODELLO OSI

- Fornire una base comune per la realizzazione di standard nel settore dell'interconnessione di sistemi informatici e di telecomunicazione.
- Facilitare l'interconnessione tra apparati prodotti da aziende diverse.
- Costruire una struttura di riferimento per realizzare una rete aperta e trasparente per l'utente

TCP/IP

- Modello su cui è basato Internet
- Non rispetta completamente il modello OSI

Rete aziendale



Reti locali
Principali aspetti

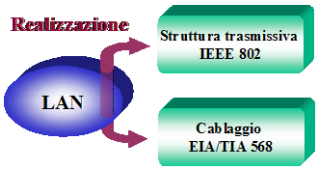
- Progettazione di una rete:
  - scelta del tipo di rete
  - Analisi del traffico e dei servizi
  - Progettazione della struttura logica della rete
- Definizione della struttura della rete
  - Cablaggio
  - Apparati
  - Sicurezza
- Realizzazione della rete
- Certificazioni e misure
- Gestione della rete

Elenco standard gruppo IEEE 802

- **IEEE 802.1 Higher layer LAN protocols**
- **IEEE 802.2 Logical link control**
- **IEEE 802.3 Ethernet**
- **IEEE 802.4 Token bus (dismesso)**
- **IEEE 802.5 Token Ring**
- **IEEE 802.6 Metropolitan Area Network (dismesso)**
- **IEEE 802.7 Broadband TAG (dismesso)**
- **IEEE 802.8 Fiber Optic TAG (dismesso)**
- **IEEE 802.9 Integrated Services LAN (dismesso)**
- **IEEE 802.10 Interoperable LAN Security (dismesso)**
- **IEEE 802.11 Wireless local area network**
- **IEEE 802.12 demand priority**
- **IEEE 802.13 (non utilizzato)**
- **IEEE 802.14 Cable modem (dismesso)**
- **IEEE 802.15 Wireless personal area network**
- **IEEE 802.16 Broadband wireless access**
- **IEEE 802.17 Resilient packet ring**
- **IEEE 802.18 Radio Regulatory TAG**
- **IEEE 802.19 Coexistence TAG**
- **IEEE 802.20 Mobile Broadband Wireless Access**
- **IEEE 802.21 Media Independent Handoff**
- **IEEE 802.22 Wireless Regional Area Network**

Realizzazione di una rete LAN

- la progettazione e realizzazione di una rete LAN investe due problematiche:
  - *la struttura trasmissiva (protocolli, modalità di gestione dei collegamenti, …) regolata dagli standard IEEE 802;*
  - *il cablaggio della rete, regolato dalle norme EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11801.*

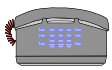


Caratteristiche delle reti LAN

- Nelle reti locali tutte le stazioni condividono lo stesso canale trasmissivo, generalmente ad alta velocità.
- Quando una stazione ottiene l'accesso alla trasmissione, essa occupa temporaneamente tutta la banda disponibile per il tempo necessario a trasmettere uno o più pacchetti.
- I pacchetti immessi sulla rete sono ricevuti da tutte le stazioni presenti sulla LAN e perciò la trasmissione è di tipo "broadcast".
- Ogni pacchetto contiene l'indirizzo di destinazione, oltre a quello della stazione trasmittente, e può però essere recuperato dalla stazione ricevente.

Il cablaggio strutturato

- Integrazione dei due principali sistemi di distribuzione di segnali in un edificio commerciale: telefonia e rete dati





- Eliminazione dei costi di modifica dell'impianto conseguenti alla dinamica dell'utilizzo dell'edificio
- Estensione a tutti i possibili sistemi che trasmettono/ricevono segnali

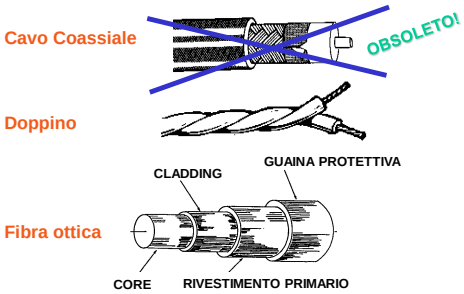
Il cablaggio strutturato

- Il cablaggio è un'infrastruttura per la trasmissione di segnali in un edificio o in più edifici in un campus
- Si compone di un insieme di componenti passivi posati in opera: cavi, connettori, prese, permutatori, ecc.
- Ogni spazio che possa ospitare un posto di lavoro è raggiunto da prese "telematiche"

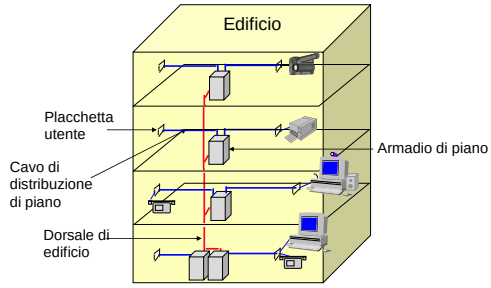
- Ogni presa può essere attivata per erogare un qualsiasi servizio (es. telefono o rete dati o videocitofono ecc.)



I mezzi trasmissivi

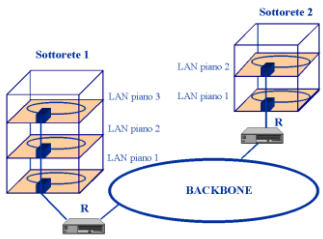


Cablaggio di un edificio

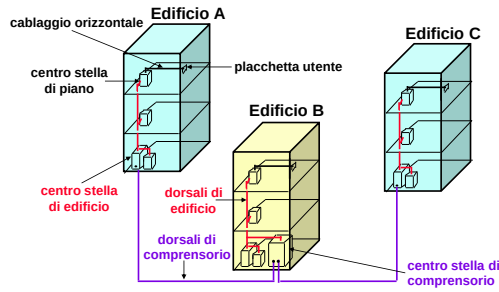


Struttura di una rete LAN

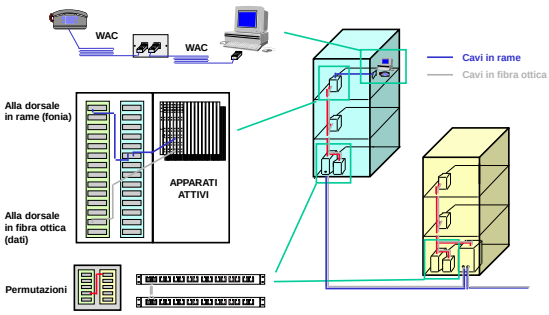
- Principali elementi di una LAN:
  - Backbone o dorsale: permette l'interconnessione e la gestione di sottoreti all'interno della stessa area locale. Il backbone deve essere progettato accuratamente in quanto gestisce il traffico tra le diverse sottoreti e verso l'esterno, per cui rappresenta un elemento critico nello sviluppo della rete. Esso deve avere una velocità (o una banda) sufficientemente ampia da garantire il corretto funzionamento della rete.
  - Sottoreti locali: distribuiscono la rete ai diversi piani o gruppi di lavoro;
  - Le apparecchiature di interconnessione tra backbone e sottoreti;



Topologia di un cablaggio strutturato

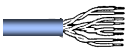


Cablaggio strutturato



Componenti per il cablaggio

- Cablaggio orizzontale
  - doppino in rame a 4 coppie (UTP o FTP)
  - prese RJ45







- Cablaggio verticale
  - doppino multicoppia per la telefonia
  - fibra ottica per la rete dati e per eventuali altri servizi
- Permutazione
  - per cavi in rame
  - per fibra ottica

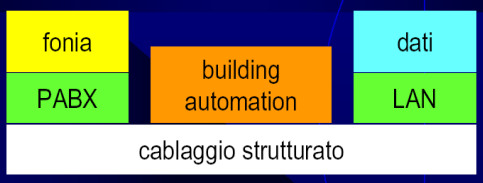




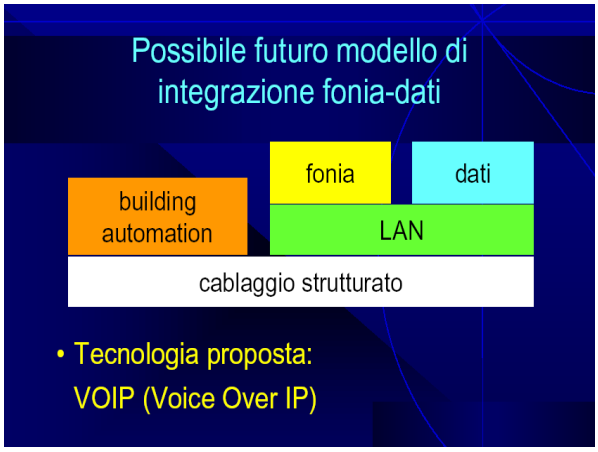
L'esigenza del cablaggio strutturato - II

- Eliminazione dei costi di modifica dell'impianto conseguenti alla dinamica dell'utilizzo dell'edificio
- Estensione a tutti gli altri sistemi che trasmettono/ricevono segnali
  - controllo accessi, telesorveglianza
  - interfoni, apriporta
  - impianti di antenna e TV a circuito chiuso
  - ...

Attuale modello di integrazione fonia-dati



- L'integrazione si basa su una infrastruttura fisica comune



Reti geografiche

1. Rete di trasporto a lunga distanza;
2. Rete di trasporto a medio/breve distanza;
3. Rete di accesso.

Da un punto di vista strutturale e tecnologico una generica rete di Telecomunicazioni può essere suddivisa in 3 livelli fondamentali:



I primi due livelli sono caratterizzati da:
- elevatissima larghezza di banda
- lunghe distanze tra i nodi di rete;
- utilizzo della fibra ottica come supporto trasmissivo.

Rete di accesso

L' accesso secondario (ultimo miglio) oggi consiste prevalentemente in:

- Cavi telefonici in rame, per servizi telefonici tradizionali (POTS),
- ISDN(Integrated Service Digital Network),
- xDSL(xDigital Subscriber Line)
- Sistemi wireless
- Cavi coassiali, per trasmissioni di TV via cavo

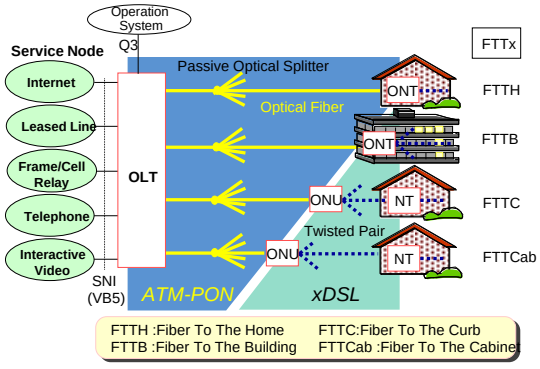
L'accesso primario, invece:

- Anelli in fibra con tecnologia SDH
- linee ottiche dedicate a 34 Mbps (E3)
- linee in rame dedicate a 2 Mbps (E1)

→ Connettono spesso le utenze affari di aree metropolitane ad "alta" concentrazione

Si assiste sempre più ad un aumento del traffico IP da e verso l'esterno, con possibile "congestione della rete di accesso"

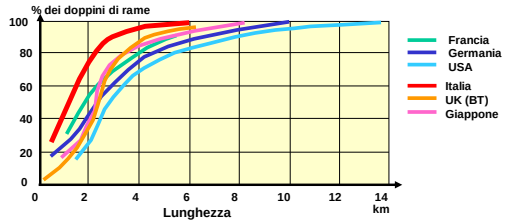
Fiber To The X (FTTx)



Storia xDSL

- Alla fine degli anni 80, la società telefonica statunitense Bellcore concepì una nuova tecnologia di trasmissione a larga banda in grado di utilizzare le normali linee telefoniche per trasmettere video ,immagini e dati a velocità superiori al milione di bit per secondo (Mbps),con l'obiettivo principale di risolvere il problema delle comunicazioni ad alta velocità sull' ultimo miglio .
- La tecnologia asimmetrica, basata su modem in grado di ricevere con velocità fino a 1.5Mbps e di trasmettere a 16 o 64 Kbps.
- L' asimmetria delle velocità permetteva a questi modem di operare su distanze molto maggiori rispetto a modem simmetrici, grazie alla possibilità di ridurre le interferenze tra il canale di ricezione e quello di trasmissione. Questa nuova tecnologia Asymmetric Digital Subscriber Line che significa appunto "linea digitale asimmetrica per collegare abbonati alle centrali telefoniche".

Distanza tra l'utente e la centrale locale



Al diminuire della distanza tra l'abitazione dell'utente e la centrale locale migliora la qualità dei servizi xDSL.

DSL (Digital Subscriber Line)

- DSL non si riferisce a una linea fisica, ma a una coppia di modem.
- Una coppia di modem DSL realizza linea di utente digitale (digital subscriber line) a una velocità di 160 Kb/s su fili di rame per una distanza di circa 5,5 Km.
- Modem DSL utilizzano la banda del doppino telefonico fino a circa 80 KHz, per cui non è possibile la trasmissione simultanea del segnale telefonico.



- DSL è nata con ISDN e utilizza 2 x 64 Kb/s + 16 Kb/s

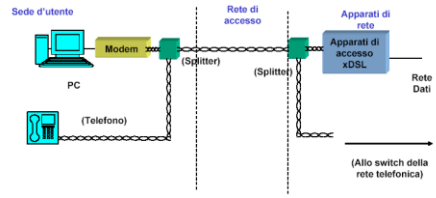
Tecnologie xDSL

- Con l'acronimo xDSL x Digital Subscriber Line) viene indicata l'insieme delle tecnologie sviluppate a partire dagli anni '70 per permettere la trasmissione digitale su uno o più doppini telefonici sfruttando le caratteristiche trasmissive del mezzo.
- All'interno della famiglia la x viene sostituita da una o più lettere che caratterizzano le singole tecnologie (ADSL, HDSL, VDSL, etc.).
- Lo sviluppo delle tecnologie xDSL è storicamente iniziato per permettere la multiplazione di più segnali di fonia su un singolo doppino, ed ha portato allo sviluppo di tecnologie che permettono di **riutilizzare la rete in rame come sistema di accesso a banda larga**.
- Le tecnologie xDSL si differenziano per vari fattori tecnici (potenza del segnale, banda occupata, tipo di modulazione) che portano a un impiego differenziato a seconda di :
  - Velocità massima di trasmissione;
  - Distanza massima su doppino;
  - Tecniche di distribuzione delle frequenze su doppini;
  - Tipologia di clientela target.

Concetti generali delle tecnologie xDSL

- Le tecnologie xDSL molto vantaggiose in quanto il doppino telefonico esiste già in tutti gli ambienti e quindi è possibile consentire la trasmissione dati a velocità medio-alte senza dover cablare nuovamente gli ambienti e quindi a basso costo.
- Esistono diverse tecnologie xDSL che si differenziano per le applicazioni e per la velocità dei collegamenti.
- La prima tecnologia xDSL è stata ISDN.
- Tecnologie molto interessanti oggi per le imprese sono ADSL e HDSL

Schema xDSL



- Le tecnologie xDSL permettono genericamente la **trasmissione digitale ad alta velocità** su uno o più doppini.
- A seconda della specifica tecnologia può essere possibile utilizzare lo stesso doppino per il trasporto della fonia analogica tradizionale. Nella figura le componenti utilizzate solo in caso di trasporto della fonia sullo stesso doppino sono segnate tra parentesi.
- In generale le tecnologie xDSL prevedono l'introduzione di un apparato di modulazione (modem xDSL) in sede di utente e di un apparato equivalente all'interno dell'infrastruttura di rete.

Tecnologie xDSL

- **La banda fruibile** attraverso la tecnologia DSL è **inversamente proporzionale alla distanza** tra la sede d'utente e la centrale in cui è presente l'apparato di accesso, cioè alla lunghezza del doppino telefonico, e **direttamente proporzionale al diametro del doppino** utilizzato.
- Tutte le tecnologie xDSL presentano una distanza massima oltre la quale il servizio non può essere fornito.
- Esempio:
  - Per la tecnologia ADSL la banda verso l'utente (con doppino da 0,4 mm) può essere di 6.1 Mbit/s a 2,7 Km o di 1,5-2 Mbit/s a 4,6 Km (fonte DSL Forum).

Le principali tecnologie xDSL

- **DSL (Digital Subscriber Line):** velocità di trasmissione 160Kbit/s simmetrica (uguale nei due sensi);
- **HDSL (High bit-rate DSL) :** velocità di trasmissione simmetrica 2Mbit/s;
- **ADSL (Asymmetric DSL) :** è una tecnologia asimmetrica poiché la velocità di trasmissione dal provider verso l'utente (downstream) è superiore a quella dall'utente verso il provider (upstream); ADSL consente velocità di trasmissione fino a 8 Mbit/s in downlink e 1 Mbit/s in uplink.
- **VDSL (Very high bit-rate DSL):** velocità di trasmissione asimmetrica di 52, 26 o 13Mbit/s nel downlink e 2Mbit/s nell'uplink.

Principali tecnologie xDSL

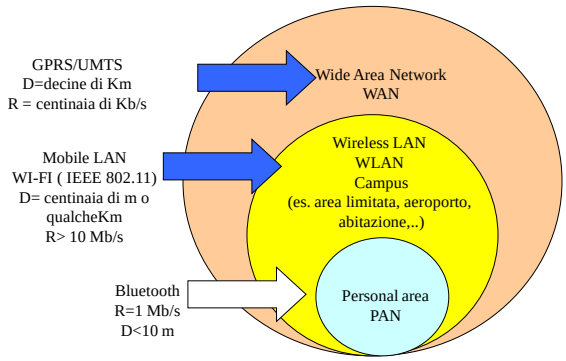
Tecnologia	Doppini utilizzati per accesso	Banda Fonica disponibile	Velocità massime (Mb/s) (1) 0,5 Km d	0,5 Km u	1 km d	1 km u	2 km d	2 km u	3 km d	3 km u	Distanza massima raggiungibile	Maturità
HDSL	2-3	N	2	2	2	2	2	2	2	2	4 Km	standard commercializzato/ fine ciclo di vita
SHDSL	1	N	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	6 km	standard /inizio commercializzazione
ADSL	1	S	8	1	7,4	1	6,2	1	5,5	1	6 km	standard commercializzato
ADSL+	1	S	14,5	1	13	1	10	1	5,9	1	6 km	in standardizzazione
VDSL	1	S	22	10	15	4,2	3,5	0,5	0	0	2-3 Km	standard sperimentazione

(1) Considerando un cavo 24 AWG senza interferenze esterne

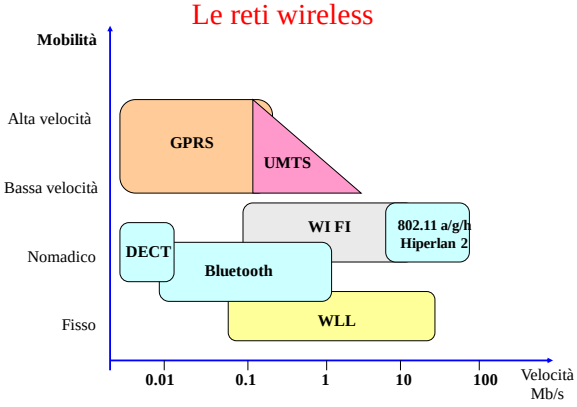
Fonte: Elaborazione Between

- d = downlink
- u = uplink

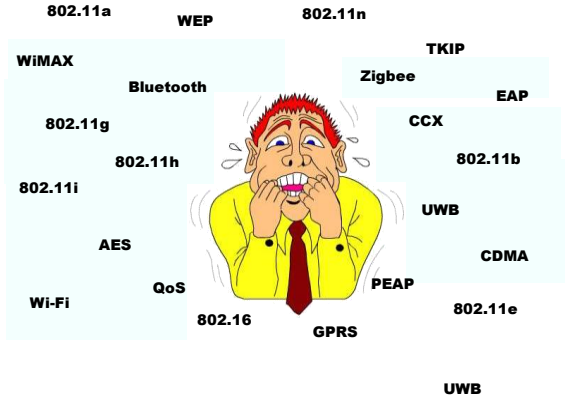
Le reti wireless



Le reti wireless



Acronym Anxiety



Perché senza fili?

Aspetti salienti dei sistemi di telecomunicazioni senza fili odierni

- Unico investimento iniziale;
- Rapporto **QUALITÀ/PREZZO** più vantaggioso rispetto a molti sistemi cablati;
- Installazione rapida ed economica;
- Costi di manutenzione irrisori;
- Capacità trasmissiva elevata per dati e fonia;
- Elevata flessibilità e versatilità d'uso;
- Investimento riutilizzabile.



I sistemi di telecomunicazioni senza fili sono sicuri

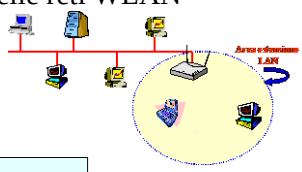
Un telefono cellulare irradia dalle 20 alle 2000 volte la potenza irradiata dai comuni apparati per telecomunicazioni senza fili. Più precisamente:

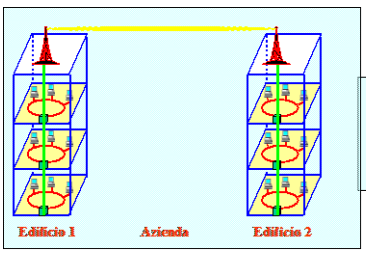
- Potenza massima irradiata da un telefono cellulare GSM: **~ 2 Watt**;
- Potenza massima irradiata da un apparato per telecomunicazioni senza fili in tecnologia Spread Spectrum: **0.001** ÷ **0.1 Watt**.

Inoltre, l'intensità della radiazione emessa è inversamente proporzionale al quadrato della distanza

Applicazioni delle reti WLAN

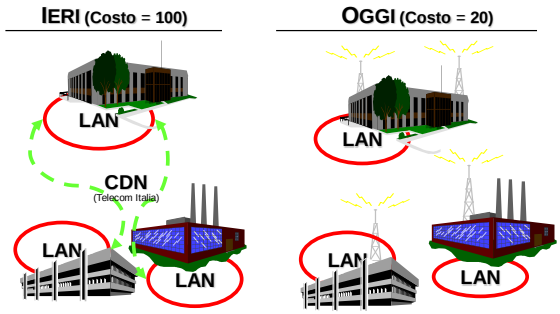
Estensione di una rete LAN in ambienti non cablati





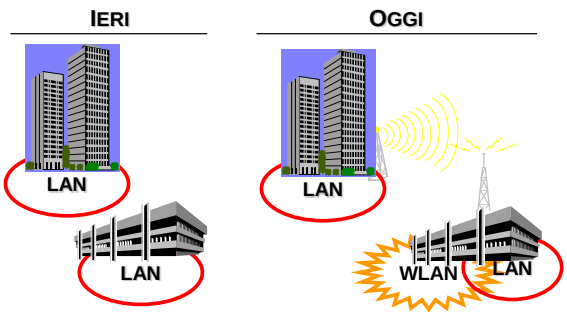
Collegamento tra LAN in edifici diversi

MaxMara: Ponti radio outdoor



CDN: Linee digitali dedicate; LAN: Rete Locale Cablata

ISTAT: Reti senza fili in/outdoor



LAN: Rete Locale Cablata; WLAN: Rete Locale via radio

Tipi di WLAN

Reti Indoor:
si sviluppano all'interno di un edificio
eliminano il cablaggio o si sovrappongono ad esso

Reti Outdoor:
connessione tra edifici con attraversamento del suolo pubblico (fondo)

Hot Spot:
copertura di rete in luoghi aperti delimitati di accesso pubblico
problematiche di rete simili alle reti Indoor
Requisiti di sicurezza, privacy e controllo degli accessi molto stringenti



Le tecnologie trasmissive

- Le reti WLAN possono essere realizzate mediante due diverse tecnologie:
  - Tecnologie radio: sono soggette a norme molto precise per evitare interferenze con altri servizi e problemi di inquinamento elettromagnetico; le bande radio di trasmissione sono spesso sature.
  - Tecnologie ottiche: presentano numerosi problemi su distanze superiori a qualche Km e risentono di condizioni atmosferiche particolari, come la presenza di nebbia.
- Le reti WLAN radio utilizzano presenti oggi sul mercato utilizzano prevalentemente la banda di frequenze ISM (Industrial –Scientific – Medical band) composta dalle seguente zone:
  - 902 – 928 MHz
  - 2,400 – 2,480 GHz
  - 5,150 – 5,250 GHz

Evoluzione delle reti WLAN

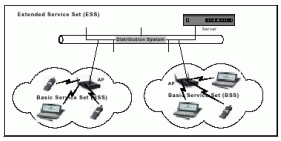
- Le reti WLAN sono state sviluppate in primo luogo dal gruppo IEEE 802.11, che è stato costituito nel 1989 e che ha sviluppato diverse classi di reti.

WLAN standardizzate da IEEE 802.11

- ***IEEE 802.11 (1997):*** questa rete opera ad una velocità di 2 Mb/s nella banda di frequenze ISM (2,4 - 2,4835 GHz)
- ***IEEE 802.11b (Wi-Fi):*** questa rete, nota con la sigla Wi-Fi, opera ad una velocità massima di 11 Mb/s (ma anche 5,5, 2 e 1 Mb/s) nella banda di frequenze ISM (2,4 - 2,4835 GHz)
- ***IEEE 802.11a (WI-FI 5):*** questa rete opera nella banda 5-40 GHz e presenta una velocità fino a 54 Mb/s
- ***IEEE 802.11g:*** questa rete presenta una velocità fino a 54 Mb/s e risulta compatibile con la rete 802.11b e 802.11a.

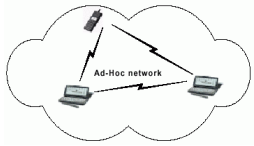
Reti strutturate

- La rete è organizzata in celle, ciascuna governata da un Punto di Accesso (**AP** – **Access Point**)
- L'AP rappresenta il bridge tra rete cablata e wireless
- L'AP sovraintende alle comunicazioni tra i singoli apparati
- L'AP gestisce il **"roaming"** degli utenti



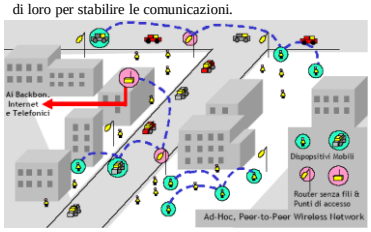
Reti Ad Hoc

- La comunicazione avviene tra i singoli terminali wireless
- Non è previsto accesso alla rete cablata
- Contesto di fiducia reciproca



Reti ad hoc

- Potremmo chiamarle in modo paradossale: le 'reti senza rete'.
- I terminali, i *computer* portabili diventano talmente potenti e economici da operare loro stessi come 'nodi' della rete, come *router*. E quindi la 'rete', intesa come infrastruttura dedicata e separata dai terminali di accesso, scompare, e i terminali stessi collaborano tra di loro per stabilire le comunicazioni.



- Nella figura viene mostrato uno scenario di 'Reti ad hoc' in cui i dispositivi di accesso/rete sono terminali portabili e terminali veicolari integrati nei 'navigatori' delle auto.

- Gli americani usano il termine latino 'ad hoc': la rete che si realizza, si configura, *ad hoc*, proprio in quell'istante per fare parlare tra di loro i terminali attivi.
- La rete muta dinamicamente di topologia, è diversa istante per istante, a seconda degli interlocutori che sta cercando di servire.

Standard WLAN

Standard	Max throughput	Bande di frequenza	Aree di applicazione
802.15 (Bluetooth)	2 Mbps	2.4 Ghz	LAN (Limitato a 10 m - Indoor)
802.11 a	54 Mbps	5.5 Ghz	LAN (Fissa , mobile) -100 m
802.11 b	11 Mbps	2.4 Ghz	LAN (Fissa , mobile) – 100 m
802.11g	54 Mbps	2.4 Ghz	LAN (Fissa , mobile) –100 m
802.11 h (HyperLan)	54 Mbps	5 Ghz	LAN (Fissa , mobile) -100m
802.16 (Wimax)	70 Mbps	5 Ghz, 11 Ghz	WAN (Fissa) – 50 Km
802.20 (i-burst)	40 Mbps	2.4 Ghz, 5.5. Ghz	WAN- Mobile , Larga banda

PAN (Personal Area Network)

IrDA

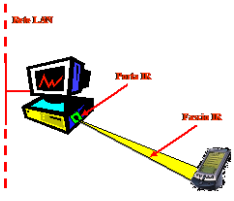
Caratteristiche di IrDA

- La tecnologia IrDA (Infrared Data Association) utilizza raggi infrarossi (IR) ed è ormai diffusa da molti anni.
- Attualmente i sistemi IrDA sono presenti in milioni di dispositivi, ad esempio per collegare dispositivi (mouse, tastiera, PDA, scanner,...) a un computer.
- La tecnologia IrDA consente velocità di trasmissione fino a 4 Mb/s e nel nuovo standard (FIR) la velocità di 16 Mb/s.
- La tecnologia IrDA presenta bassi costi (una porta IrDA ha un costo di circa 2 $)

Bluetooth

Principali limitazioni della tecnologia IrDA

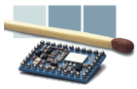
- Le distanze limitate (pochi metri)
- I dispositivi devono essere in visibilità diretta
- il raggio d'azione è abbastanza limitato perché presenta anche un'angolazione molto stretta per cui i segnali al di fuori di un cono di 30 gradi e distanti più di un metro non sono ricevuti.



Storia del Bluetooth

- Il sistema Bluetooth è stato originariamente proposto da Ericsson ed è stato espressamente per realizzare la comunicazione senza fili per apparecchi di piccole dimensioni e per distanze limitate.
- Bluetooth è stato standardizzato nel 1999
- Bluetooth è in grado di farinteragire fra loro dispositivi diversi (telefoni, stampanti, notebook, PDA, impianti HiFi, tv,computer, PC, cellulari, elettrodomestici, device,etc..) senza la necessità di collegamenti via cavo.

- Per fare ciò ciascun dispositivo deve possedere all'interno di un chip, integrato, in grado di trasmettere e ricevere informazioni via radio.



Tipico chip Bluetooth

- Il nome deriva da condottiero vichingo di un famoso condottiero scandinavo del Medioevo, Arald II Bluetooth, re vichingo che unificò le regioni norvegesi a quelle danesi.



Principali caratteristiche del Bluetooth

- Bluetooth utilizza la banda di 2,4 GHz ISM (Industrial Scientific Medical)
- La distanza massima che può essere raggiunta è di 30 m.
- La velocità di trasmissione è di 1 Mb/s.
- La trasmissione può avvenire sia mediante onde radio, sia mediante infrarossi.

- Bluetooth è un sistema di comunicazione personale e può servire a connettere qualunque terminale o dispositivo senza necessità di connessioni fisse.



La struttura delle reti Bluetooth

- La struttura base più semplice di rete Bluetooth è indicata con il nome di Piconet.
- Piconet è formata da 2 or più unità Bluetooth che condividono lo stesso canale
- In una piconet una stazione è indicata con il nome di master, mentre le altre stazioni sono indicate come slave.
- La stazione master regola le comunicazione degli slave.

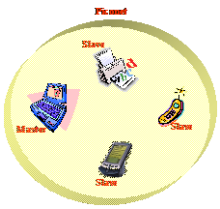
- Una stazione master può essere contemporaneamente collegato a massimo 7 slave per piconet.



La struttura delle reti Bluetooth

- La tecnologia Bluetooth è basata su una rete del tipo Master - Slave in cui il dispositivo che inizia la comunicazione assume il ruolo di *master* mentre il ricevente divento lo *slave*.
- Ogni master può gestire fino ad un massimo di 7 slaves allo stesso tempo.

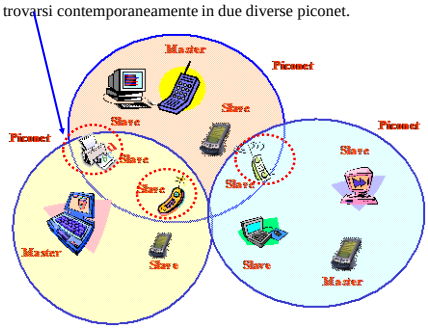
- Il master ha un controllo globale sulla rete che sta amministrando dando il clock a tutti gli slaves;
- Ogni slave deve rispettare tale clock se vuole trasmettere o ricevere le informazioni da e verso l'unità master.



La struttura delle reti Bluetooth

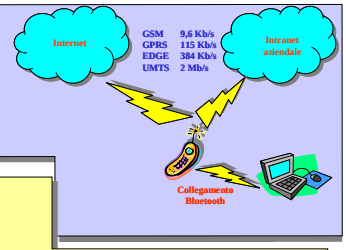
Scatternet (almeno 2 piconet)

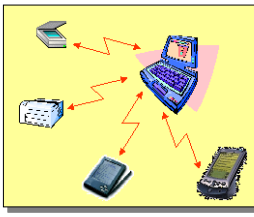
- Una scatternet è formata da almeno due piconet.
- Un terminale può trovarsi contemporaneamente in due diverse piconet.



Esempi di applicazioni di Bluettoth

- Trasferimento dell'informazione tra il cellulare (o PDA) e un computer: il cellulare può servire a trasferire le informazioni contenute in esso (ad esempio la rubrica) oppure informazione recuperata da Internet o dalla rete aziendale.





- Trasferimento di dati da un computer verso le sue periferiche o verso altri computer mediante rete ad hoc

Un mondo popolato da oggetti intelligenti

- Ma ricordiamoci che siamo in un mondo a crescita esponenziale. In poche parole, i *computer* diventano sempre più potenti, sempre più piccoli e sempre meno costosi
- Si cominciano a vedere sul mercato i primi oggetti intelligenti. In America sono chiamati *smart objects*.
- Gli 'oggetti intelligenti', cosa sono? Sono oggetti che hanno alcune caratteristiche
- peculiari: sono elementi di calcolo che hanno 'memoria', sono inoltre dotati di 'sensori' quindi sono 'sensitivi al contesto', reagiscono cioè a stimoli ambientali - e infine comunicano con altri oggetti o con centri di servizio raggiungibili tramite la Rete. Anche i sensori stanno raggiungendo dimensioni sempre più piccole, così come i calcolatori.
- Tra pochi anni – 5/10 anni -, ciascuno di noi, invece di avere un solo *computer* personale, ne avrà migliaia quali dalla penna al telefonino, dal navigatore dell'auto all'antifurto di casa, dal forno elettrico al DVD *player*, …..
- Questo scenario di un mondo popolato da oggetti intelligenti prende il nome di calcolo pervasivo o calcolo ubiquo.
- Il Sesto Programma Quadro di ricerca della Comunità Europea è appunto orientato verso le applicazioni dell'*ubiquitous conputing* e delinea varie aree di ricerca e sviluppo in settori che si chiamano: *embedded computing*, *wearable computing* e *ambient intelligence*.

Introduzione ai sistemi di identificazione automatica

Codici a barre

- Vantaggi della tecnologia dei codici a barre:
  - bassi costi;
  - Semplici da utilizzare.

- Svantaggi della tecnologia dei codici a barre:
  - Bassa memoria
  - Impossibilità di riprogrammazione.

Sistemi di identificazione automatica
Smart card

- Le Smart Card sono dei dispositivi con capacità di elaborazione e di memorizzazione dei dati costituiti da un supporto plastico solitamente di dimensioni uguali a quelle di una carta di credito e da un circuito integrato incorporato che consente di memorizzare ed elaborare al loro interno particolari informazioni.
- Le Smart Card offrono numerosi vantaggi:
  - alta resistenza agli attacchi fisici/logici ;
  - possibilità di effettuare transazioni sicure
- Le Smart Card so dividono in due classi:
  - Carte a Memoria
  - Carte a Microprocessore



- Le smart card possono operare solo attraverso il *contatto* diretto tra la carta e un apposito lettore.

Tecnologie radio per l'identificazione

La Tecnologia RF-Id nasce per sopperire ai limiti di :

- Le tecnologie RF-Id nascono essenzialmente come strumenti per l'identificazione automatica di persone e cose in modo alternativo ai sistemi di codici a barre e di smart card.

Barcode → **Impossibilità di Riprogrammazione**

Barcode → **Memoria Ridotta**

Smart Card → **Contatto**

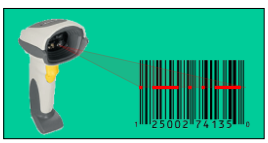


Un sistema RF-Id sfrutta le onde elettromagnetiche per :

- ❖ **Garantire uno scambio di dati senza il minimo contatto fra ricetrasmettitori (e quindi riconoscere anche un utente o un oggetto)**
- ❖ **Fornire energia di alimentazione a dispositivi privi di batteria**

L'identificazione automatica

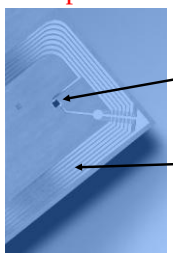
- **AIDC** (Automatic Identification and Data Capture)
  - Indica il reperimento automatizzato dei dati di riconoscimento univoco di un oggetto
  - Permette di identificare con certezza, precisione e rapidità persone e oggetti
  - Consente un maggior controllo dei flussi dati nell'azienda e nel processo distributivo
  - **Barcode** (mono e bidimensionali) e **tag RFID** costituiscono i principali strumenti AIDC attualmente disponibili.





Reti di sensori passivi: RFID





Target cost = 0.001 US $

Caratteristiche tecniche tag RFID

	LF 125 KHz	HF 13,56 MHz	UHF 850-950 MHz	MW 2,54 GHz
Range lettura (tag passivi)	0,5 m	1 – 1,5 m	3 m	5 – 10 m
Data rate	scarso	buono	elevato	molto elevato
Capacità lettura metalli/liquidi	buona	discreta	scarsa	pessima
Dimensione	molto grande	grande	medio	piccolo
Applicazioni tipiche	controllo accessi, tracc. animali	controllo accessi, tracc. oggetti	tracc. pallet e contenitori, pedaggio elettronico	supply chain, pedaggio elettronico

BARCODE vs. RFID – vantaggi RFID

		
Memoria	Capacità limitata	Capacità elevata
Flessibilità	Informazioni statiche	Possibilità di riscrittura
Efficienza	Una sola lettura alla volta	Più letture quasi contemporanee
Portata di lettura	Qualche cm manualmente in contatto visivo	Da qualche cm a qualche metro in modo automatico o manuale
Robustezza	Difficoltà di lettura dovuta allo sporco, al danneggiamento	Immunità allo sporco, maggiore resistenza strutturale

BARCODE vs. RFID – vantaggi BARCODE

		
Costo	Economico, costo dell'inchiostro	Da qualche cent a diversi Euro
Diffusione	Diffusione planetaria omogenea	Ancora in fase di adozione
Disponibilità	Tutti i produttori dispongono di stampanti e lettori	Scarso numero di produttori di tag e lettori
Standard	Consolidati da decine di anni (EAN-UCC)	Ancora in evoluzione
Interferenze	Sporco e danneggiamento	Compatibilità elettromagnetica, metalli, liquidi

RFID - evoluzione

- Tecnologia utilizzata per la prima volta durante la seconda guerra mondiale dalla RAF per IFF (Identification Friend or Foe)



- Fine anni `60 - Identificazione del personale nelle aree nucleari



- 1977 - I laboratori di Los Alamos rendono la tecnologia di dominio pubblico



- Anni `80 – Primi Tag passivi e applicazioni commerciali
- Anni 2000 – Primi standard e interesse delle grandi compagnie



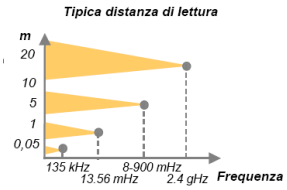
I SISTEMI RF-Id

Radio Frequency Identification

LA FREQUENZA OPERATIVA

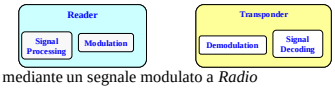
Le frequenze tipiche di funzionamento per gli RF-Id sono le seguenti:

- **LF**: da 120kHz a 135kHz;
- **HF**: 13,56 Mhz;
- **UHF**: da 865MHz a 868MHz;
- **Microonde**: 2,45 GHz.



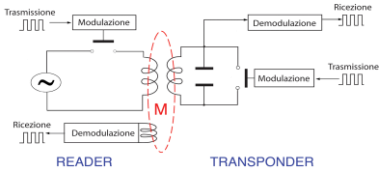
Caratteristiche dei sistemi RF-Id

- Un sistema RF-Id è costituito essenzialmente da tre componenti:
  - un Ricetrasmettitore (Reader);
  - uno o più Transponder (TAG);
  - Un'antenna.



- Reader e TAG comunicano fra loro mediante un segnale modulato a *Radio Frequenza (RF).*

- Schema di funzionamento di un RF-Id.

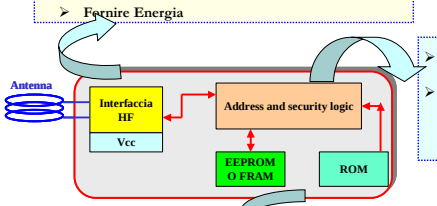


- Il transponder può non essere alimentato: la potenza necessaria per trasmettere il segnale al reader viene fornita in questo caso dal segnale incidente generato dal reader

Architettura di un transponder

Le principali funzioni svolte sono:

- Demodulare il segnale ricevuto
- Trasmettere i dati
- Fornire Energia



- Gestisce tutti i processi che coinvolgono il chip
- Può contenere un'unità per la cifratura

- Le memorie contengono le informazioni e i codici relativi al transponder.

Classificazione dei sistemi RF-Id

In base al contesto nel quale sono inseriti, il mercato offre una classificazione dei Sistemi RF-Id in quattro categorie ben distinte :

EAS (Electronic Article Surveillance systems)



PDA (Portable Data capture Systems)



Networked Systems



Positioning Systems



Architettura Esterna del Transponder



Disc Transponder



Key Transponder



Smart Card



GlassTransponder



Plastic Transponder



Smart Label

Implementazioni possibili-Controllo accessi ad un parcheggio



UID
0908 987 778

UTENTE	Rossi Mario Via Roma 4 Siena
CREDITO	100€
COORDINATE BANCARIE	Monte Paschi di Siena ABI 14300 CAB 3200 C\c 1973
UID	0908 987 778

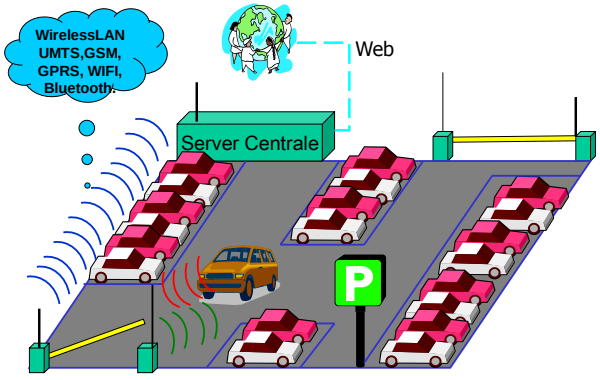


Centro servizi
ODBS

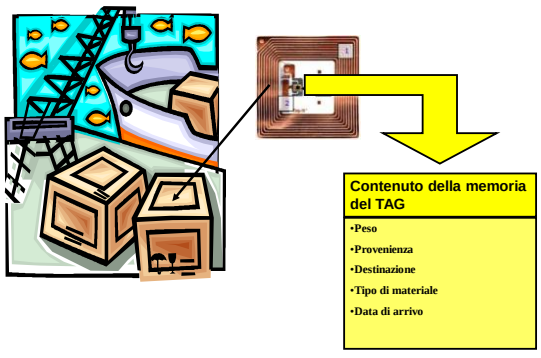


Transazione bancaria via web

Controllo accessi ad un parcheggio



Identificazione di container



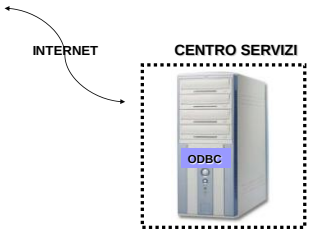
Contenuto della memoria del TAG

- Peso
- Provenienza
- Destinazione
- Tipo di materiale
- Data di arrivo

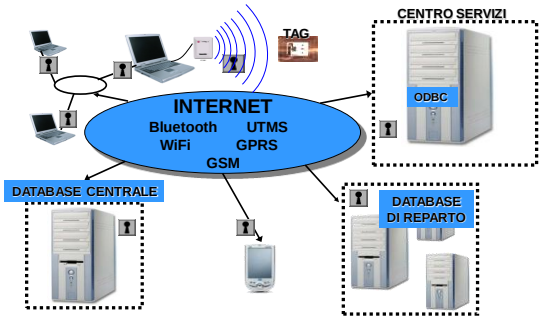
CARTELLA CLINICA ELETTRONICA

TECNOLOGIA RF-ID: RICOVERO





CARTELLA CLINICA ELETTRONICA

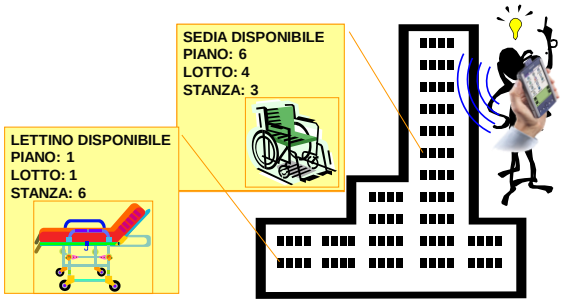


CARTELLA CLINICA ELETTRONICA

- tracciabilità degli strumenti chirurgici



CARTELLA CLINICA ELETTRONICA



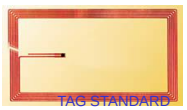
La domotica



1)TV
Si connette ad internet e alla rete domestica.
2)PC
Alla base della rete domestica.Può essere collegato via telefono,linea elettrica o wireless.
3)ELETTRODOMESTICI
Controllano i consumi di energia, segnalano i guasti, leggono i tag
4)WEB PAD
Pc portatile collegato ad altri dispositivi
5)WEBCAM
6)SISTEMA HOME ENTERTAINMENT
Può essere collegato alla retecon wi-fi o bluetooth
7)PDA
Gestiscono tutti gli elettrodomestici

Funzione del READER RFID nella lavatrice intelligente

- Ha la capacità di poter scrivere e leggere i tag;
- Se il capo porta nelle trame del suo tessuto un tag RFID,allora la lavatrice legge semplicemente il tag e si imposta con i parametri che il costruttore del capo aveva impresso nel tag;
- Nel caso in cui il capo non abbia il tag,esso ha di solito una etichetta che ci informa sulle caratteristiche del capo(qualità,modalità di lavaggio,asciugatura,stiratura). A questo punto l'utente dalla lavatrice imposterà tutti i parametri che gli serviranno per il lavaggio e il READER li imprimerà nei tag. L'utente può scegliere di creare due tipi di tag:***standard*** e ***specifici***.



TAG STANDARD



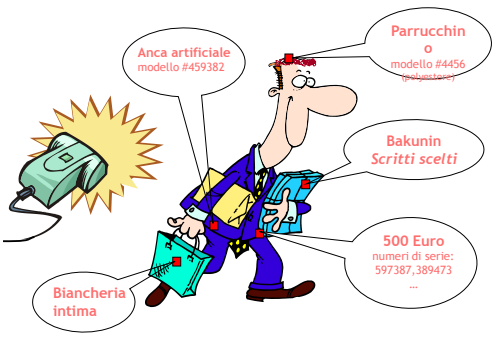
TAG SPECIFICO

Banconote Euro

- La Banca Centrale Europea ha annunciato il progetto di inserire un sensore RFID nelle banconete da E. 100 partendo dal 2006

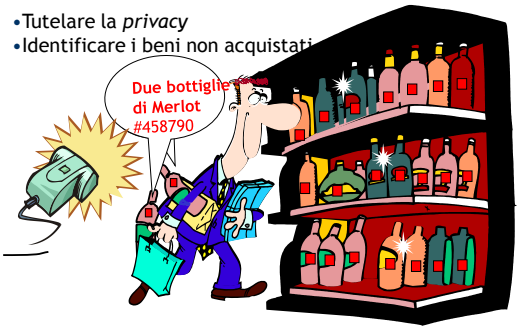


Le *RFID tag* possono essere ovunque…



Due esigenze contrastanti

- Tutelare la *privacy*
- Identificare i beni non acquistati

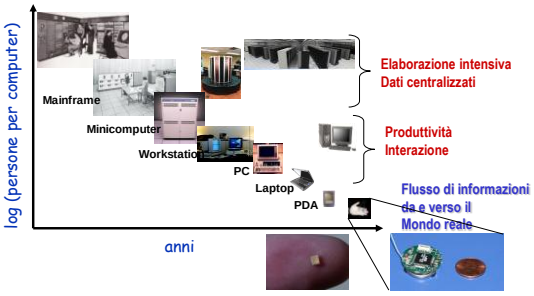


I sensori e le reti wireless

Evoluzione delle reti di sensori

- **Prime ricerche durente la "guerra fredda"**
  - SOSUS
  - Radars
- **Le reti di sensori tradizionali impiegano tecnologie differenti per:**
  - Rilevazione dei dati dal campo
  - Comunicazione
  - Elaborazione (hardware, software, e algoritmi)
- **Da oggi in avanti…..**
  - Reti wireless
  - Elaboratori a basso costo e a basso consumo
  - Sensori di costo e dimensione contenuta basati su MEMS e nano tecnologie

Evoluzione dell'elaborazione dei dati



Che cos'è una rete di sensori

- Insieme di nodi sensore disposti in modo da osservare uno o più Fenomeni
- Un nodo sensore è un piccolo dispositivo dotato di processore, memoria e sensori (temperatura, luce, ecc.). In ogni nodo è incorporato un sistema operativo che permette ai sensori particolari funzionalità
- I nodi comunicano tra loro e forniscono i dati ad una Base Station. Da qui è possibile ricevere i dati, interrogare e gestire la rete
- Famosi sono i sensori Motes sviluppati dall'Universtà di Berkeley che utilizzano il sistema operativo TinyOS

Perché le reti di sensori?

- Possibilità di connettere i nodi in modo wireless senza infrastruttura (reti ad hoc)
- Applicazioni in grado di renderne conveniente l'utilizzo:
  - Capacità della rete di auto-organizzarsi
  - Semplici programmi per interrogare la rete
  - Recenti progressi nella microelettronica
  - Nodi sensore efficienti
  - Prezzo contenuto

Una rete di sensori wireless è
molto diversa
da tutte le altre reti

I suoi nodi infatti……

sono
- Tanti
- Piccoli *(1 cm^3 ⇏ 1 mm^3)*
- Poco costosi

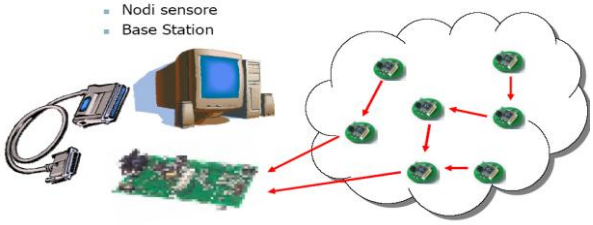
hanno
- Poca energia
- Eterogenei
- Bassa capacità di:
  - ✓ *elaborazione*
  - ✓ *comunicazione*

Caratteristiche della rete

- **Con topologia a priori ignota** *(autoconfigurante)*
- **Dinamica: i nodi possono**
  - Guastarsi
  - Aumentare
  - Esaurire la fonte di energia
  - Muoversi
  - Alternare sonno/veglia
- **Robusta, connessa, protetta, sicura**
- **Autonoma** *(con sensori e attuatori)*
- **Scalabile**

Architettura della rete

- Topologia
  - Nodi sensore
  - Base Station



Dimensioni di una rete Zigbee

- Un Cordinatore PAN può arrivare a collegare fino a 256 dispositivi
- In totale si possono comunque avere fino a 65536 dispositivi all'interno di una rete Zigbee

...un 'applicazione "particolare" del bluetooth...

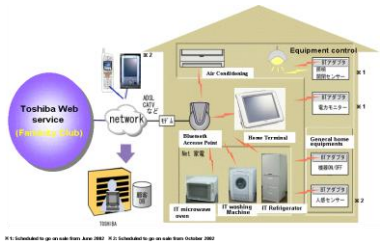
FEMINITY

Copyright© 2002 TOSHIBA CORPORATION, All Rights Reserved.



Un progetto dalle potenzialità rivoluzionarie è **FEMINITY**, la nuova scommessa dell'azienda giapponese Toshiba.

Feminity è la realizzazione di un **arredamento completamente wireless** per casalinghi ed elettrodomestici, collegati tra loro da una W-lan (Wireless Local Area Network) basata sullo standard Bluetooth.

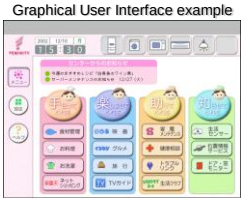


Per il progetto **Feminity** saranno commercializzati al più presto:

• ***L'unità centrale***, chiamata in codice BTH-1002A, che servirà a gestire i vari elettrodomestici e con cui sarà possibile anche accedere a Internet; sarà un dispositivo piccolo e maneggevole, con uno schermo di 10 pollici, dal peso di circa 1,5 kg e resistente all'acqua.



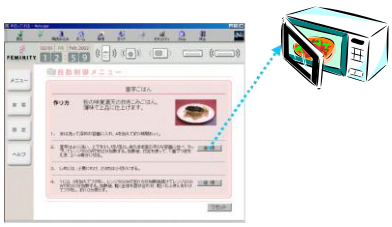
Graphical User Interface example



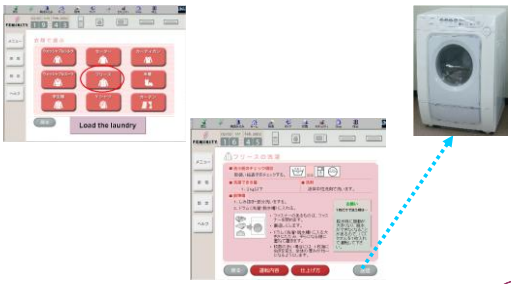
• Un ***frigorifero*** che, accedendo al web, ordina la spesa ed è in grado di controllare tramite uno speciale sensore lo stato delle bevande contenute all'interno di contenitori PET.



• Un ***forno a microonde*** che possiede la capacità di scaricare nuove ricette ed è programmabile in remoto; basterà dare comandi automatici perché il forno cucini una certa ricetta nel modo giusto.

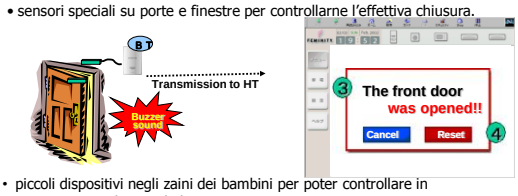


• Una ***lavatrice*** in grado di lavare ogni tipo di tessuto e che può scaricare nuovi programmi di lavaggio, anche per materiali diversi da quelli originariamente supportati.



I prossimi passi che la Toshiba vuole compiere sono nell'ambito della sicurezza:

- sensori speciali su porte e finestre per controllarne l'effettiva chiusura.



- piccoli dispositivi negli zaini dei bambini per poter controllare in ogni momento da casa la loro posizione.



Mobilità in Ambienti Immersivi: Scenario al 2020

- **L'ambiente è ovunque fornito di porte radio con la "Internet del Futuro"**
- **L'utente indossa un insieme di dispositivi sia wireless che cablati basati su tecnologie della riconfigurabilità che formano la sua "rete individuale" o BAN (Body Area Network)**
- **Un Gateway individuale lo connette ad Internet, attraverso un apparato radio frontale riconfigurbile in software ("Radio Software") che fa parte della BAN, per mezzo di una PAN (Personal Area Network) o una VAN (Vehicle Area Network) locale**
- **La PAN (la VAN) è realizzata componendo soluzioni di rete sia infrastrutturate che "ad hoc"**
- **L'utente interagisce in modo naturale (attraverso voce, gesti, sguardi, etc.) con l'ambiente per attuare sia comunicazioni "persona-persona" che comunicazioni "persona-macchina"**



La ZigBee Alliance

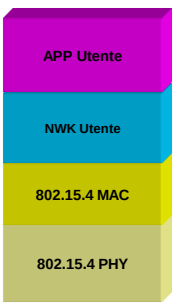
- Un consorzio promosso da 8 aziende di livello mondiale e sostenuto da un numero sempre crescente di altri membri (attualmente circa 150)
- L'idea è quella di definire uno standard globale per realizzare applicazioni wireless attendibili basate sul protocollo 802.15.4
- Lo scopo è equipaggiare un numero straordinariamente elevato di dispositivi di ogni genere con trasmettitori wireless per migliorarne la facilità d'uso, le prestazioni, la sicurezza e il risparmio energetico

PHILIPS
SAMSUNG
Chipcon
MOTOROLA
freescale semiconductor
MITSUBISHI ELECTRIC Changes for the Better
Honeywell
ember

Introduzione all'Aspetto Tecnico

- L'802.15.4 è un protocollo per reti W-PAN a basso bit rate costituite da dispositivi alimentati a batterie che non possono essere sostituite frequentemente perciò il consumo energetico è fondamentale
- Il basso consumo è garantito dalla bassa potenza di trasmissione e dalla possibilità da parte dei dispositivi di auto disattivarsi temporaneamente
- La sicurezza è garantita da un sistema di criptaggio dell'informazione e di controllo degli accessi

Sol. IEEE802.15.4



Introduzione all'Aspetto Tecnico

	IR	RF 433 868/915	802.11	802.15.1	WirelessUSB	802.15.4	UWB	NFC
Frequenza	800-900 nm	MICROCHIP 433 MHz 868/915 MHz	2.4/5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	868-902 MHz, 2.4GHz	3.1-10.6 GHz	Connessione Induttiva (13.56MHz)
Data Rate	20k-16Mbps	0.3kbps	11-54 Mbps	1 Mbps	62.5 kbps	20-250 kbps	100-500 Mbps	106-424 kbps
Area	1-9m (LOS)	10m	50-100m	10m	~ 50m	10-100m	<10m	~20cm
Topologia di rete	Punto a punto	Punto a punto	Stella	Stella	Stella	Stella, albero,mesh	Punto a punto	Punto a punto
Complessità	Semplice	Semplice	Alta	Medio/Alta	Semplice	Media	Media	Semplice
Consumi	Molto bassi (10mW, dipende dalla distanza)	Bassi (~200mW)	Alti ~1W	Medi ~300mW	Bassi ~200mW	Bassi ~100mW	Bassi ~100mW	Bassi
Applicazioni	Remote control, trasmissione dati a corto raggio	Controllo remoto	Wireless LAN	Cable replacing	Periferiche PC	Automazione e controllo	Trasmissione segnali a banda larga	Trasmissione dati a corto raggio

Sicurezza

- **Applicazioni**
  - Protezione di opere d'arte
  - Protezione di beni
  - Sicurezza di aree

Automazione industriale

- controllo delle vibrazioni e della temperatura dei motori per monitorare il funzionamento ottimale di un macchinario,
- controllo del livello e della temperatura di un serbatoio,
- la presenza e il livello di concentrazione in un ambiente di un particolare gas od anche la variazione di pressione in una conduttura.

Sensori MOTE



- I sensori MOTE dispongono di
  - un processore con sistema operativo basato su codice TinyOS,
  - un ricetrasmettitore in banda ISM e una memoria con capacità di logging di 100.000 misure.

I Settori Applicativi

- Applicazioni ambientali: monitoraggio dell'habitat e monitoraggio delle strutture





I Settori Applicativi

- Agricoltura di precisione: rilevazione sul livello dei pesticidi, dell'erosione del terreno, dell'inquinamento




I Settori Applicativi

- Il campo della medicina: monitoraggio continuo di pazienti in ambulatorio, in ospedale o anche in casa



➢ I Mote applicati al paziente, raccolgono informazioni vitali (battito cardiaco, pulsazioni..)



➢ PDA o smartphone immagazzinano e comunicano i dati



➢ Utilizzo dei dati, correlandoli con quelli presenti nel database dell'ospedale

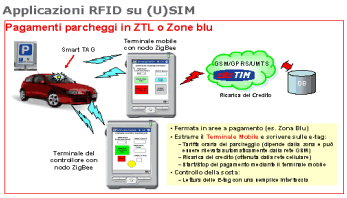
Altri Settori Applicativi

- Altri campi di applicazione: ambito commerciale (car tracking), rilevamento furti d'auto, creazione di musei interattivi, ambito militare (monitoraggio di attrezzature, sorveglianza del campo di battaglia)

Telecom Italia Lab

Anche Telecom Italia sta sviluppando delle soluzioni per sfruttare al meglio questa nuova tecnologia, finora sono state sperimentate due tipi di applicazioni:

- La prima riguarda un'applicazione di parcheggio a pagamento mediante l'utilizzo di un'etichetta elettronica ed un terminale mobile dotato di SIM con modulo ZigBee integrato



ZigBee nella Domotica

- Con la presentazione del progetto Atmosphera, il sistema per la domotica wireless ideato e progettato da BM SpA, ZigBee entra a far parte anche di questo ambito dal sicuro avvenire. Atmosphera consente all'interno di una qualsiasi abitazione la gestione totalmente automatizzata dell'illuminazione, l'azionamento di tutti i dispositivi elettrici, la misurazione dei carichi elettrici oltre a tutte le funzioni di un sistema antifurto con semplici operazioni e senza la necessità di complicate operazioni di installazione. Un giorno non troppo lontano saremo in grado di gestire tutti i dispositivi tramite ad esempio l'utilizzo del nostro cellulare

Polvere Intelligente



Febbraio 2002



Febbraio 2003

- Obiettivo del progetto Smart Dust di Berkeley:
  - Dimostrare che un completo sistema (sensore e trasmettitore) può essere integrato in un "package" della dimensione di un millimetro cubo
  - Ottenere sensibili progressi nella miniaturizzazione, integrazione e gestione dell'energia.
- Sensori integrati:
  - posizione, orientamento, accelerazione, magnetismo, luce, suono, temperatura, pressione, umidità, velocità dell'aria, video a bassa risoluzione, visione all'infrarosso, presenza di gas, agenti biologici, neutroni…
- Attuatori:
  - Sistemi di controllo, trasduttori, display, sistemi di locomozione…
- Radiocomunicazioni:
  - Raggio di copertura di diecine di metri, cosicché per alcune applicazioni saranno necessarie matrici dense di sensori "smart dust".
- Energia:
  - Celle solari, generatori piezoelettrici, generatori alimentati da microscopici motori a combustione.