

Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni



Corso di Reti di Calcolatori

Docente: Simon Pietro Romano
spromano@unina.it

Wireless LAN – Bluetooth



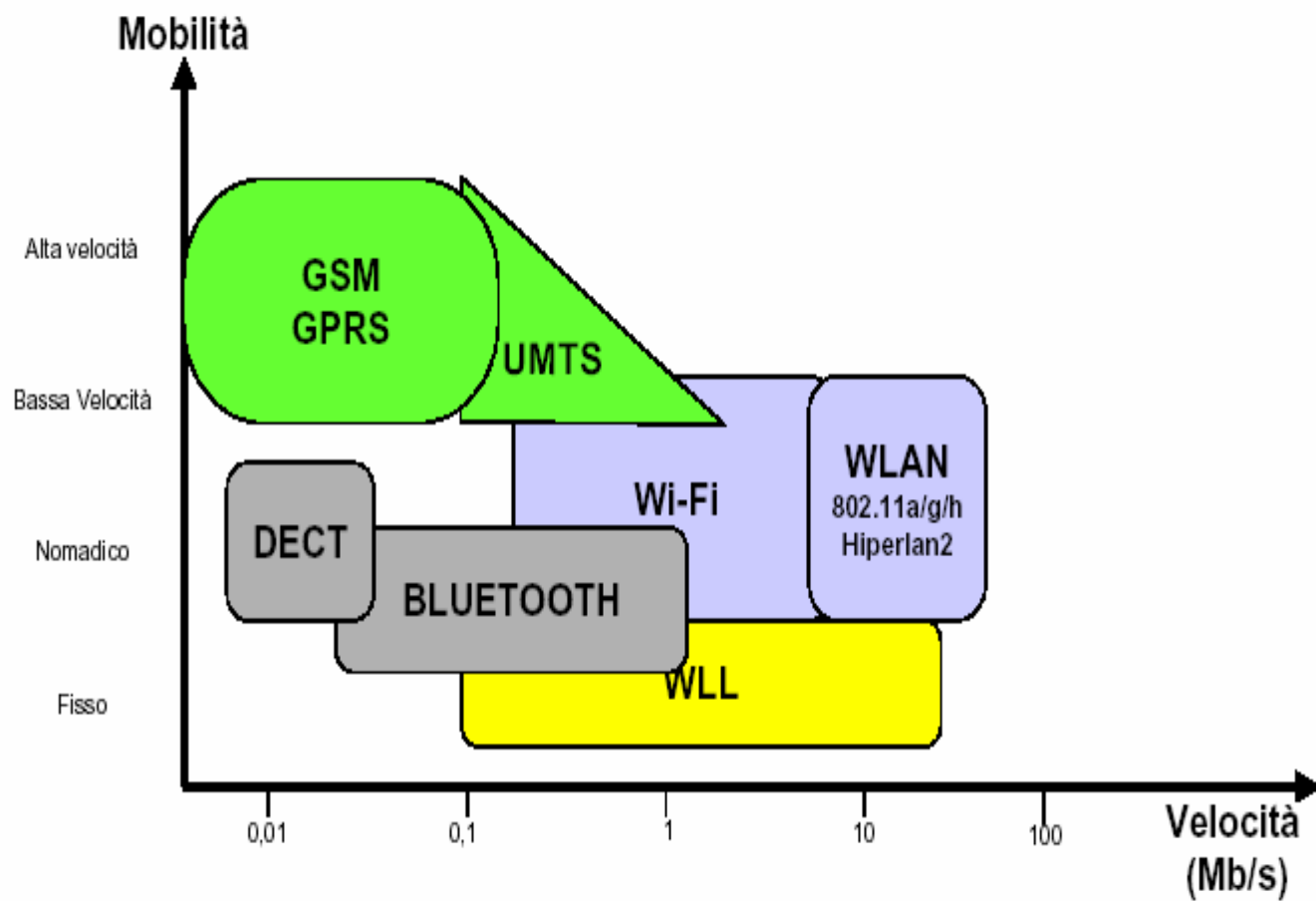
Acknowledgements

Alcune slide di questa presentazione sono tratte da lavori di approfondimento svolti dagli studenti del corso di Reti di Calcolatori (vecchio ordinamento) dell'Università di Napoli "Federico II" nell'anno accademico 2003-2004

- Si ringraziano, in particolare:
 - Pierluigi Cigliano, Francesco Paolo d'Andria:
 - Reti wireless LAN
 - Maria Ricciardi, Gaetano Trombetta e Sabina Viola:
 - Bluetooth



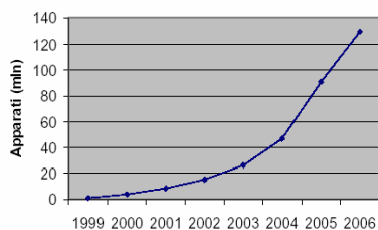
Sistemi Wireless



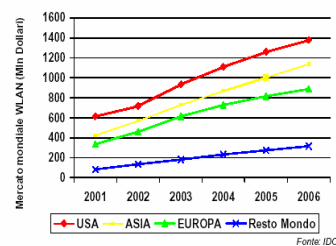


Stime di mercato

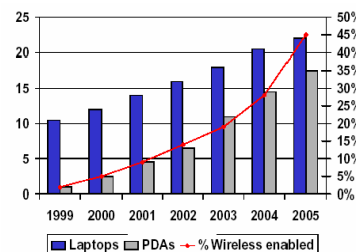
Numero di apparati



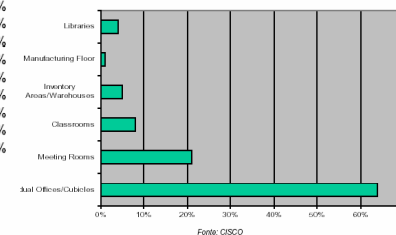
Potenziale di mercato mondiale



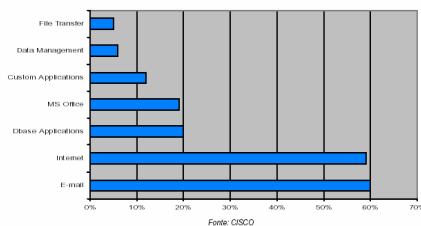
Potenziale di mercato europeo



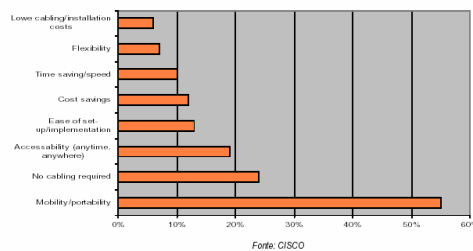
Luoghi di utilizzo



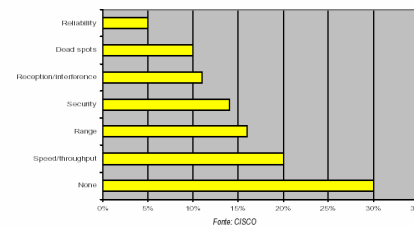
Modalità di utilizzo



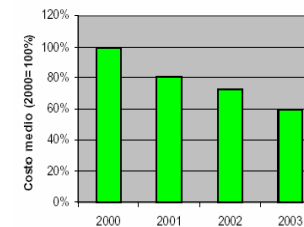
Stimoli



Ostacoli

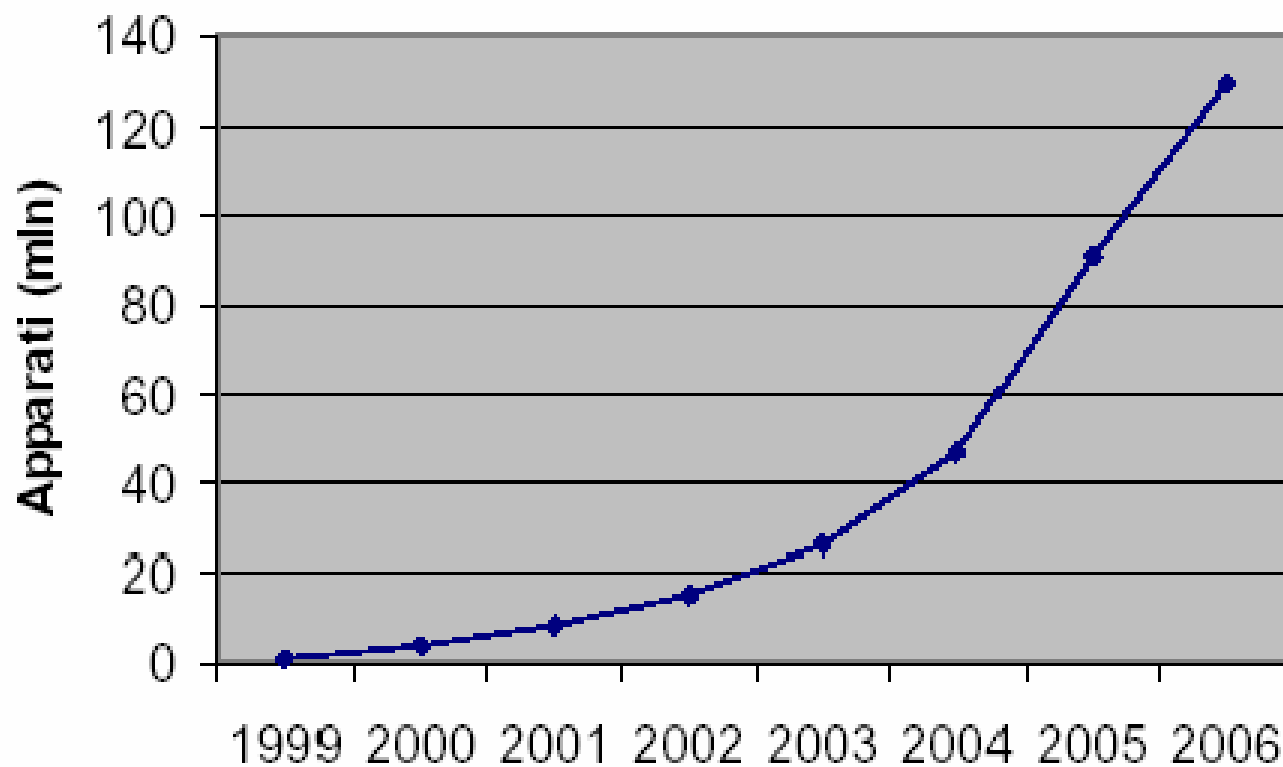


Dinamica dei costi



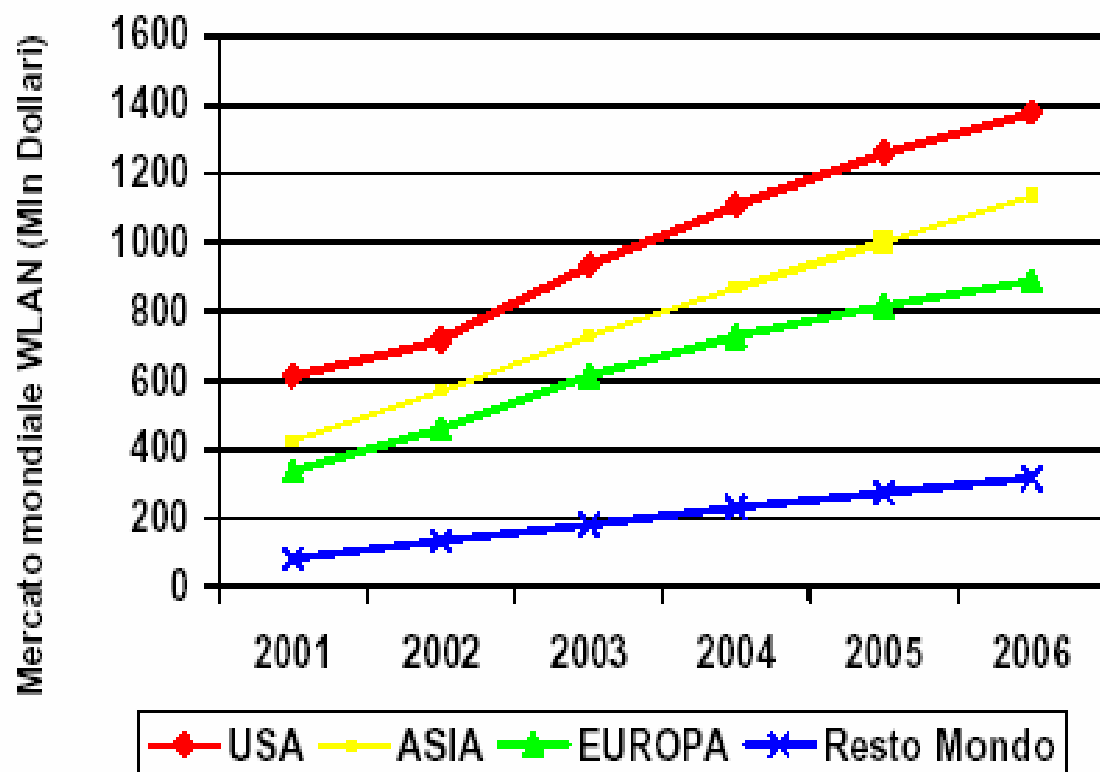


Numero di apparati





Potenziale di mercato mondiale

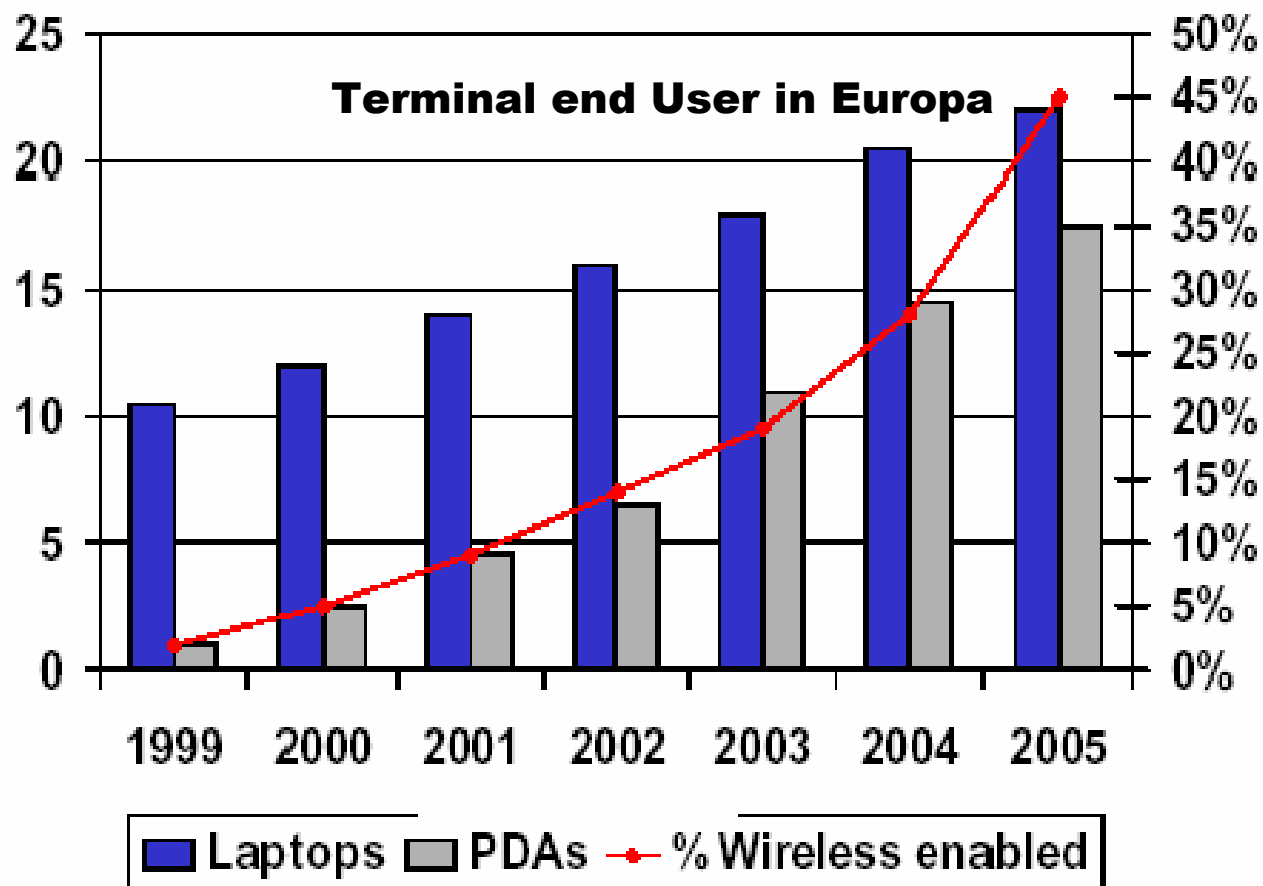


Fonte: IDC



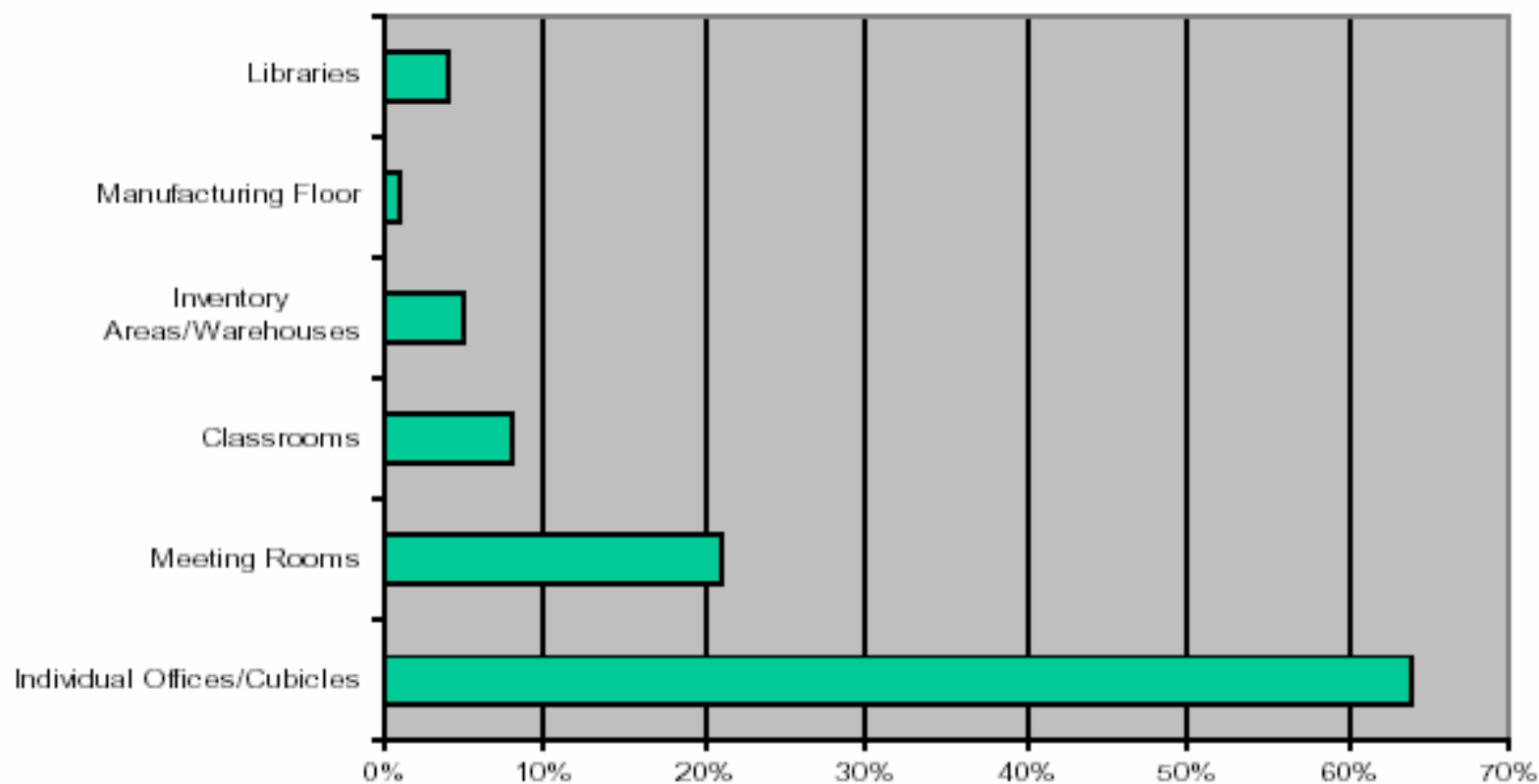


Potenziale di mercato europeo





Luoghi di utilizzo

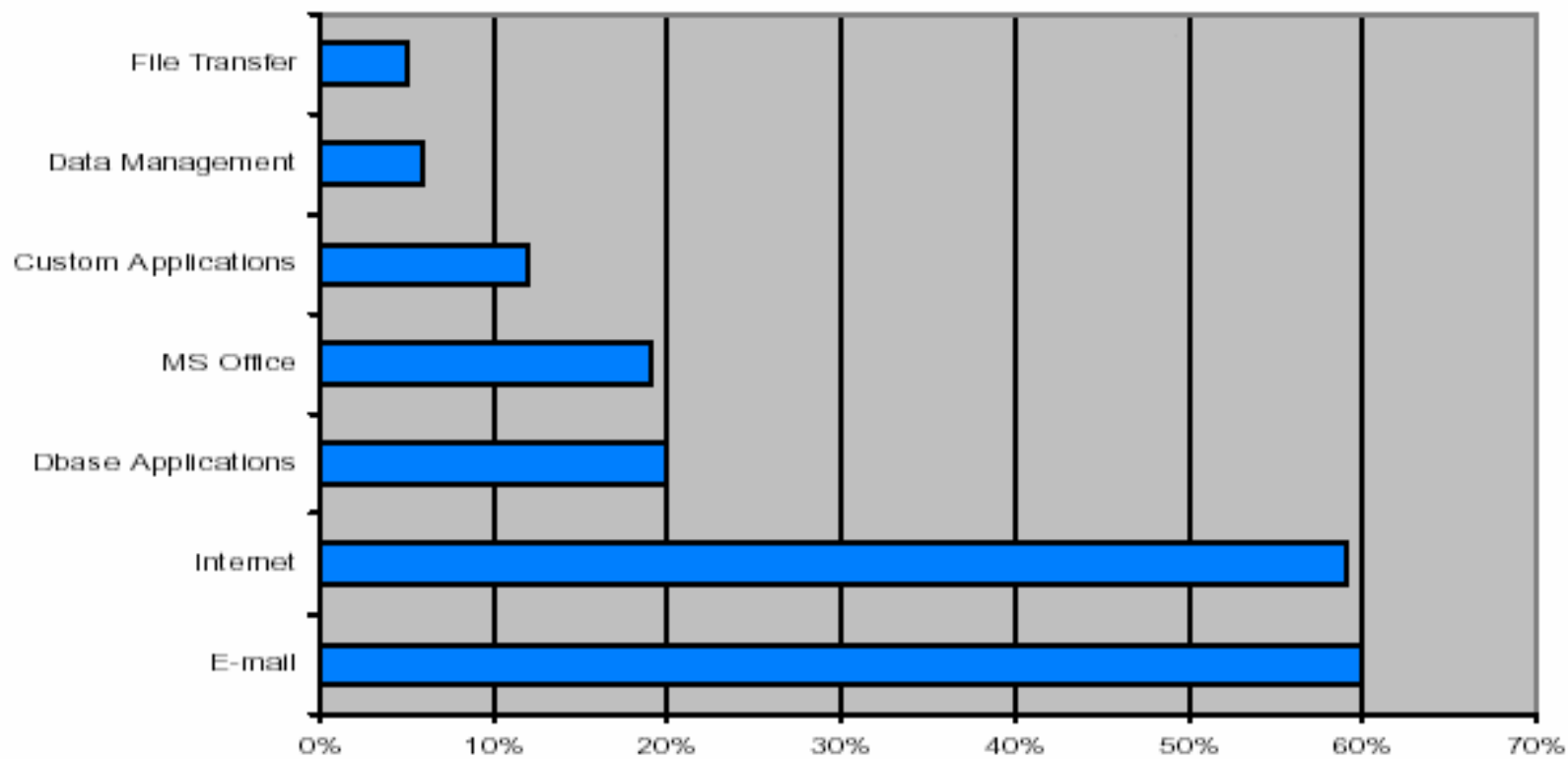


Fonte: CISCO





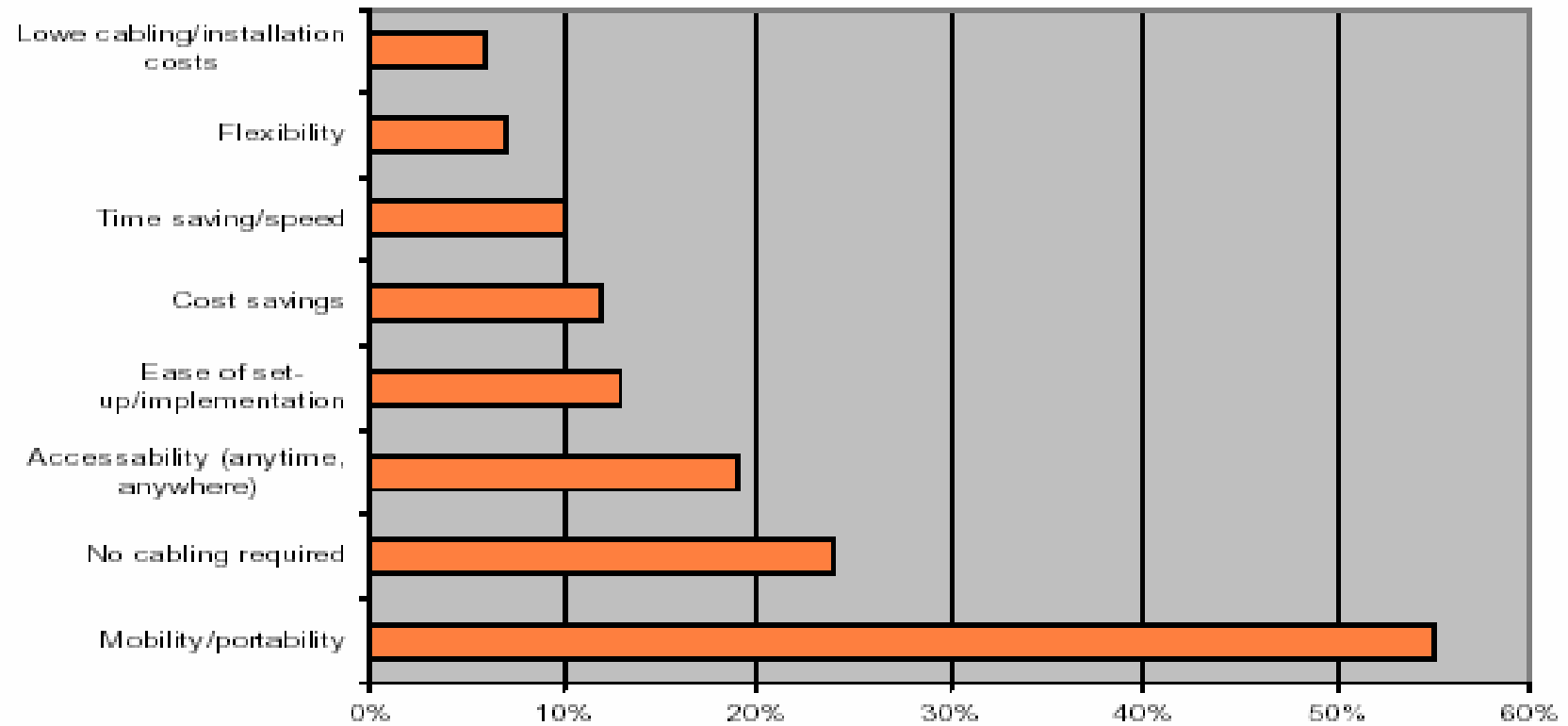
Modalità di utilizzo



Fonte: CISCO



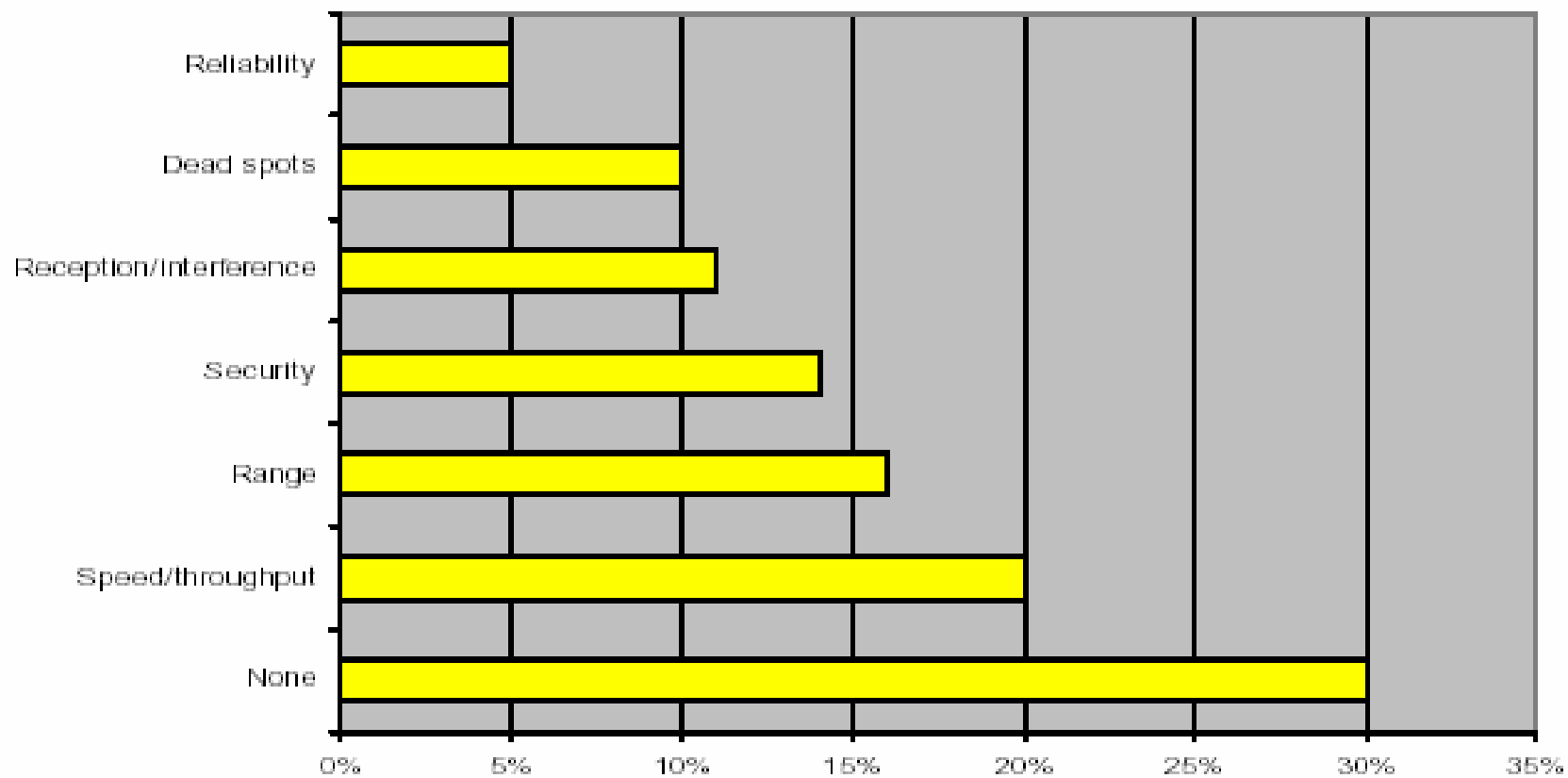
Stimoli



Fonte: CISCO



Ostacoli

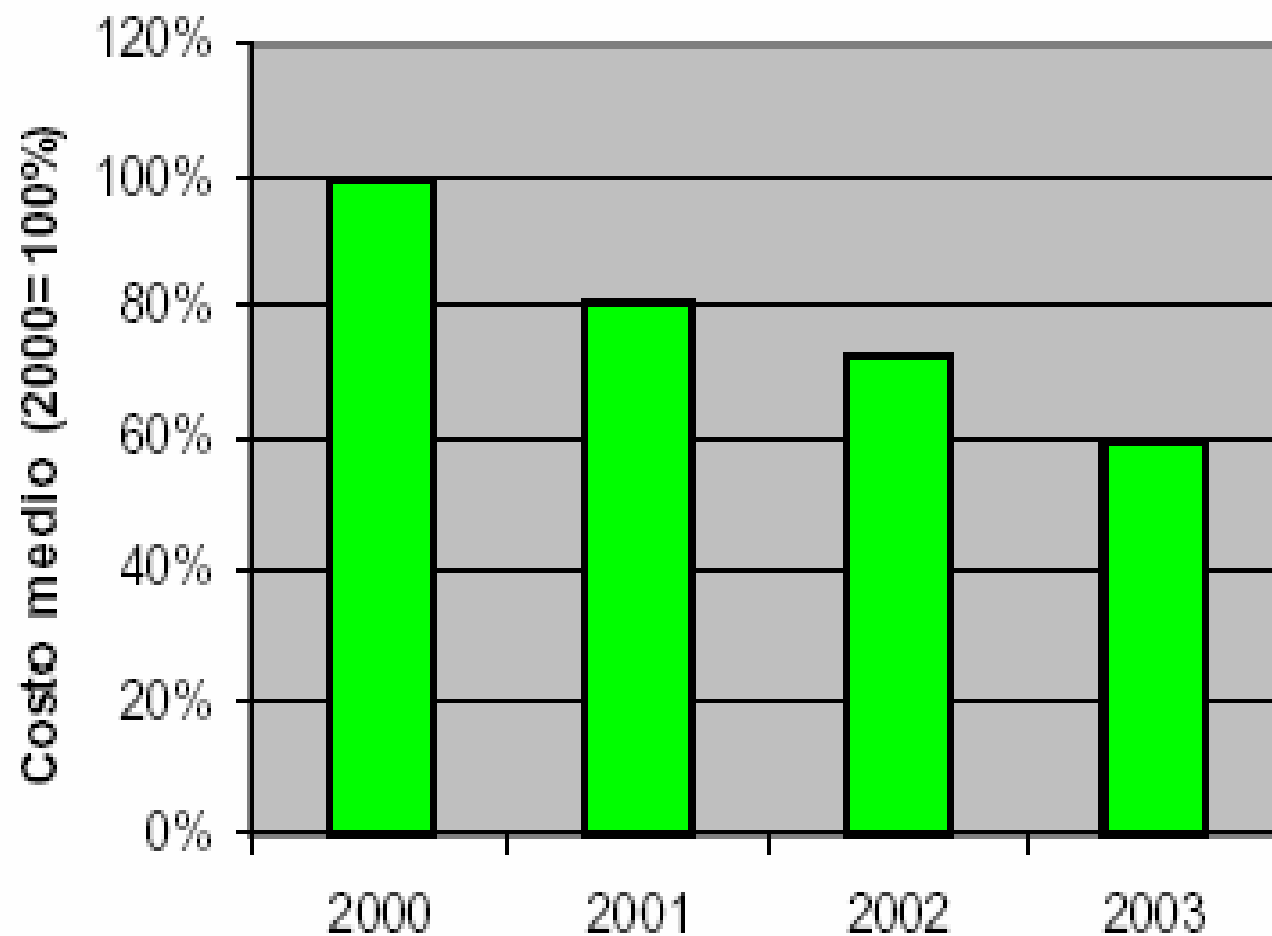


Fonte: CISCO





Dinamica dei costi





Vantaggi LAN wireless

- Problemi delle soluzioni wired:
 - costi e tempi della posa in opera dei cavi
 - degradazione delle prestazioni nel tempo causata da:
 - degradazione delle caratteristiche elettriche dei conduttori dovuta a agenti atmosferici
 - riflessioni dovute a giunzioni imperfette tra cavi
 - rottura di cavi e connettori durante l'uso
- Motivazioni di ordine logistico:
 - cablaggio tra edifici separati da ostacoli quali fiumi, laghi, ecc.
 - cablaggio in ambienti a logistica complessa
 - cablaggio in edifici di interesse storico e/o artistico
- Motivazioni di ordine economico:
 - riorganizzare o aggiungere uffici
 - implementare reti temporanee prima della la posa di cavi
 - Ridurre i costi per manutenzione e sostituzione dei cavi in presenza di guasti
- Mobilità
 - libertà di movimento dell'utente senza perdita della connessione
- Scalabilità
 - semplicità di connessione e configurazione in caso di incremento del numero degli utenti
- Flessibilità
 - numero variabile di utenti che si collegano alla rete



Problemi LAN wireless

- Inaffidabilità del mezzo trasmissivo:
 - range e velocità di trasmissione influenzate da:
 - interferenze elettromagnetiche
 - interferenze dovute ad “affollamento” della banda
 - necessità di garantire il corretto funzionamento dei protocolli di livello rete
- Multipath fading in ricezione
 - sovrapposizione del segnale trasmesso e delle sue riflessioni dovute a pareti e oggetti metallici
 - Soluzioni:
 - sistema di ricezione, 2 antenne
 - elaborazione del segnale ricevuto
- Sicurezza
 - libero accesso al mezzo condiviso
- Mobilità
 - problematiche di indirizzamento
- Consumo di energia
 - “*power saving*” per massimizzare la durata delle batterie
- Area di copertura
 - vincolata dal consumo di energia
 - dipende da:
 - interferenze
 - velocità di trasmissione
- Salute
 - limitare emissione elettromagnetica
- Legislazione
 - ogni nazione regola l'occupazione delle frequenze
- Interoperabilità
 - vari produttori
 - presenza di organismi per il rilascio di certificazioni di conformità agli standard (Wireless Fidelity -- WiFi)

Architettura: elementi e concetti di base

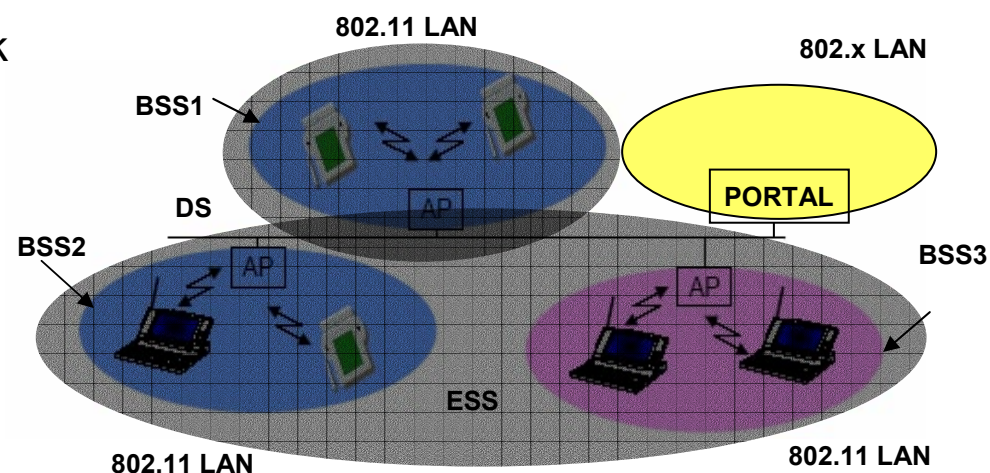
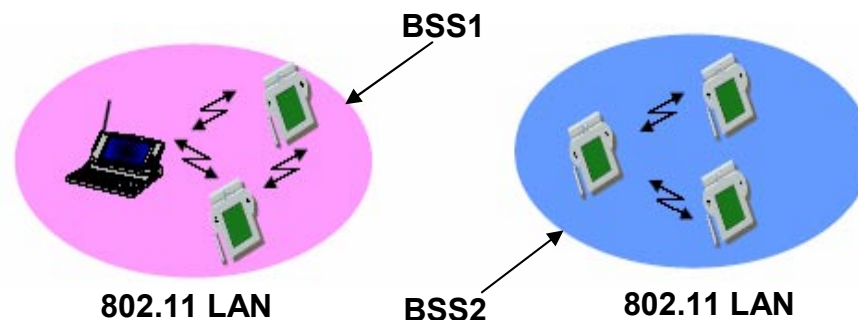


- **Station (STA)**
 - stazione 802.11
- **Base Service Set (BSS)**
 - insieme di STA controllate dalla medesima Coordination Function
- **Coordination Function**
 - funzione logica che in un BSS assegna alle STA i diritti a trasmettere/ricevere
 - Distributed Coordination Function (DCF): accesso distribuito
 - Point Coordination Function (PCF): accesso centralizzato
- **Extended Service Set (ESS)**
 - insieme di BSS e LAN visto dal LLC delle STA associate a tali BSS come un'unica BSS
- **Basic Service Area (BSA)**
 - area di comunicazione dei membri di un BSS
- **Distribution System (DS)**
 - interconnette BSS e LAN per formare un ESS
- **Access Point (AP):**
 - punto di accesso a un DS
- **Independent Basic Service Set (IBSS)**
 - rete ad hoc
 - è priva di accessi al DS
- **Portal**
 - punto logico di ingresso nel DS di un ESS non 802.11
- **Wireless medium (WM)**
 - mezzo attraverso il quale comunicano livelli fisici una WLAN
- **Distribution system medium (DSM)**
 - mezzo attraverso il quale, in un ESS, il DS comunica con AP e portali



Tipologie

- Rete ad hoc:
 - Alta flessibilità
 - Robustezza
 - Gestione complessa
- Rete “*infrastructure*”:
 - ESS
 - più BSS interconnessi
 - un unico IBSS a livello Logical Link Control (LLC)
 - superamento della distanza fra stazioni imposta dal livello fisico
 - mobilità delle stazioni tra BSS “LLC-trasparente”
 - possibilità varie:
 - sovrapposizione dei BSS (estensione della copertura del BSS)
 - iterconnessione di BSS distanti
 - compenetrazione fisica di ESS o tra ESS e IBSS





Wireless LAN: 802.11

- Le reti wireless rappresentano una tecnologia in rapida evoluzione per la connessione di computer
- In una rete locale wireless, i dispositivi non sono collegati fisicamente, ma, per comunicare, usano onde elettromagnetiche che si propagano nello spazio
- Come altre tecnologie LAN, l'802.11 è progettato per un impiego in aree geografiche limitate ed ha lo scopo principale di “fare da mediatore” nell'accesso ad un mezzo condiviso di comunicazione (in questo caso, una frequenza radio)



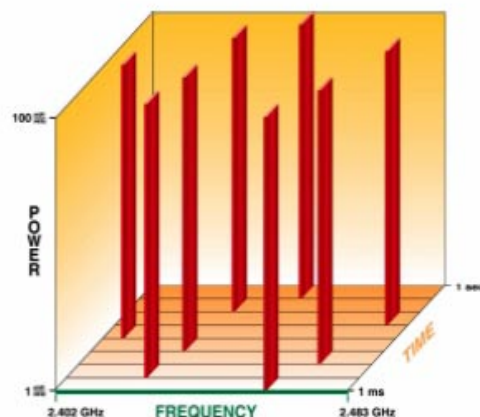
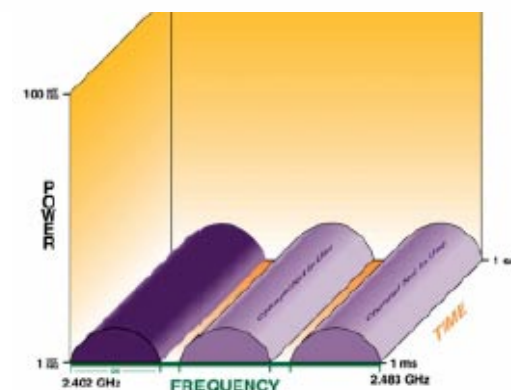
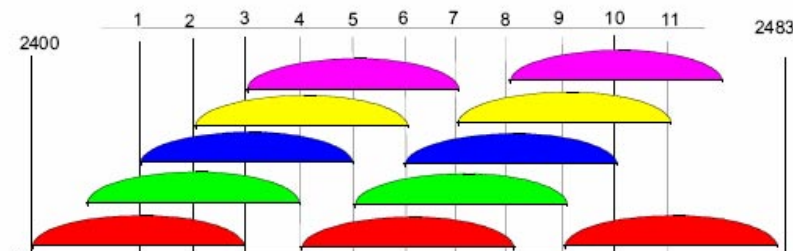
WLAN/802.11: livello fisico

- 802.11 è progettato per trasmettere dati usando tre tecniche differenti:
 - *frequency hopping*
 - *direct sequence*
 - *diffused infrared*
- Le prime due tecniche sfruttano il range di frequenza intorno ai 2.4 GHz e sono tecniche del tipo “*spread spectrum*”:
 - L’obiettivo di tali tecniche è quello di diffondere il segnale su di un intervallo di frequenza ampio, in modo tale da minimizzare l’effetto dell’interferenza da parte di altri dispositivi



Spread spectrum

- Direct sequence
 - 11 canali stazionari da 22 MHz
 - data rate = 11 Mbps
 - 3 canali non sovrapposti
 - codifica del bit in una stringa di bit:
 - chipping sequence
 - ridondanza in cambio di robustezza al rumore
 - trasmissione delle chipping sequence su un range di frequenze
 - cambio di canale in caso di interferenza



- Frequency hopping
 - 79 canali ciascuno ampio 1 MHz
 - cambio di frequenza (hop) almeno ogni 0.4 secondi
 - richiede sincronizzazione
 - ridotta sensibilità alle interferenze
 - un pacchetto perso viene trasmesso al successivo hop



WLAN/802.11: frequency hopping

- Il segnale è trasmesso su una sequenza “random” di frequenze
- Tale sequenza è in realtà calcolata in maniera algoritmica, tramite un generatore di numeri pseudo-casuali
- Il ricevitore:
 - utilizza il medesimo algoritmo del mittente
 - inizializzazione con il medesimo *seme*
 - è dunque in grado di “saltare” le frequenze in maniera sincronizzata con il mittente, per ricevere correttamente le frame



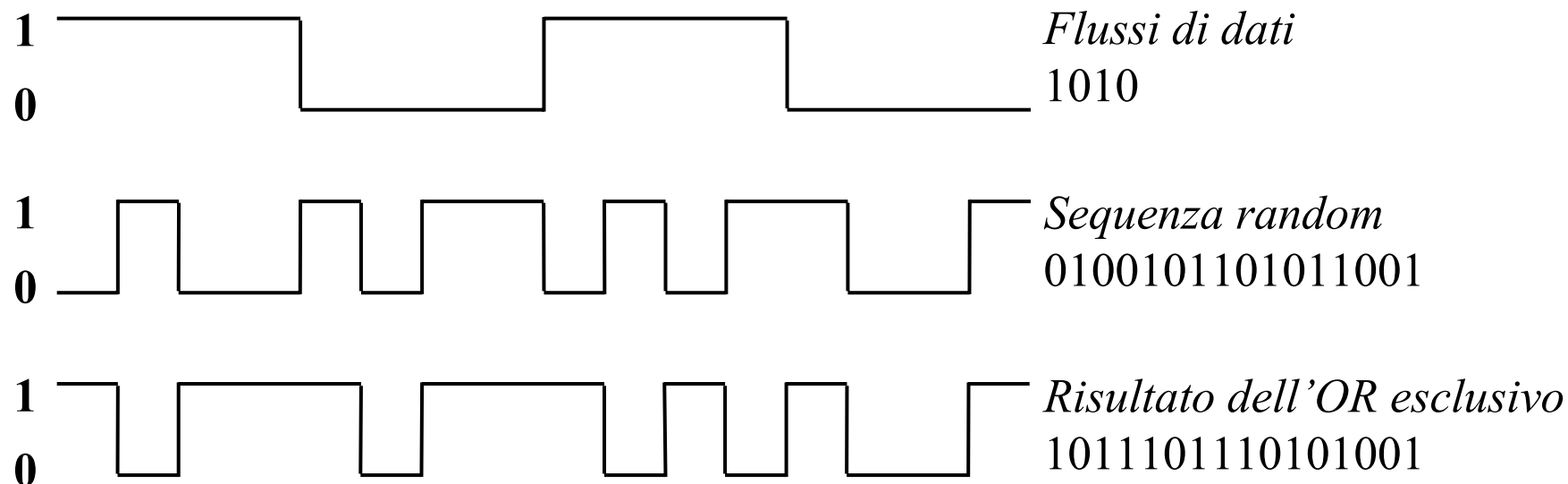
WLAN/802.11: direct sequence

- Ogni bit di una frame è rappresentato da molteplici bit nel segnale trasmesso
 - Il mittente invia, in effetti, il risultato dell'OR esclusivo di tale bit e di n bit scelti in maniera casuale
 - Come nel caso del *frequency hopping*, la sequenza di bit casuali è generata da un generatore di numeri “*pseudo-casuali*” nota sia al mittente che al ricevitore
 - I valori trasmessi sono noti come *chipping sequence* (come nel caso del CDMA)
 - L'802.11 utilizza una *chipping sequence* a 11 bit



WLAN/802.11: direct sequence

- Un esempio: chipping sequence a 4 bit



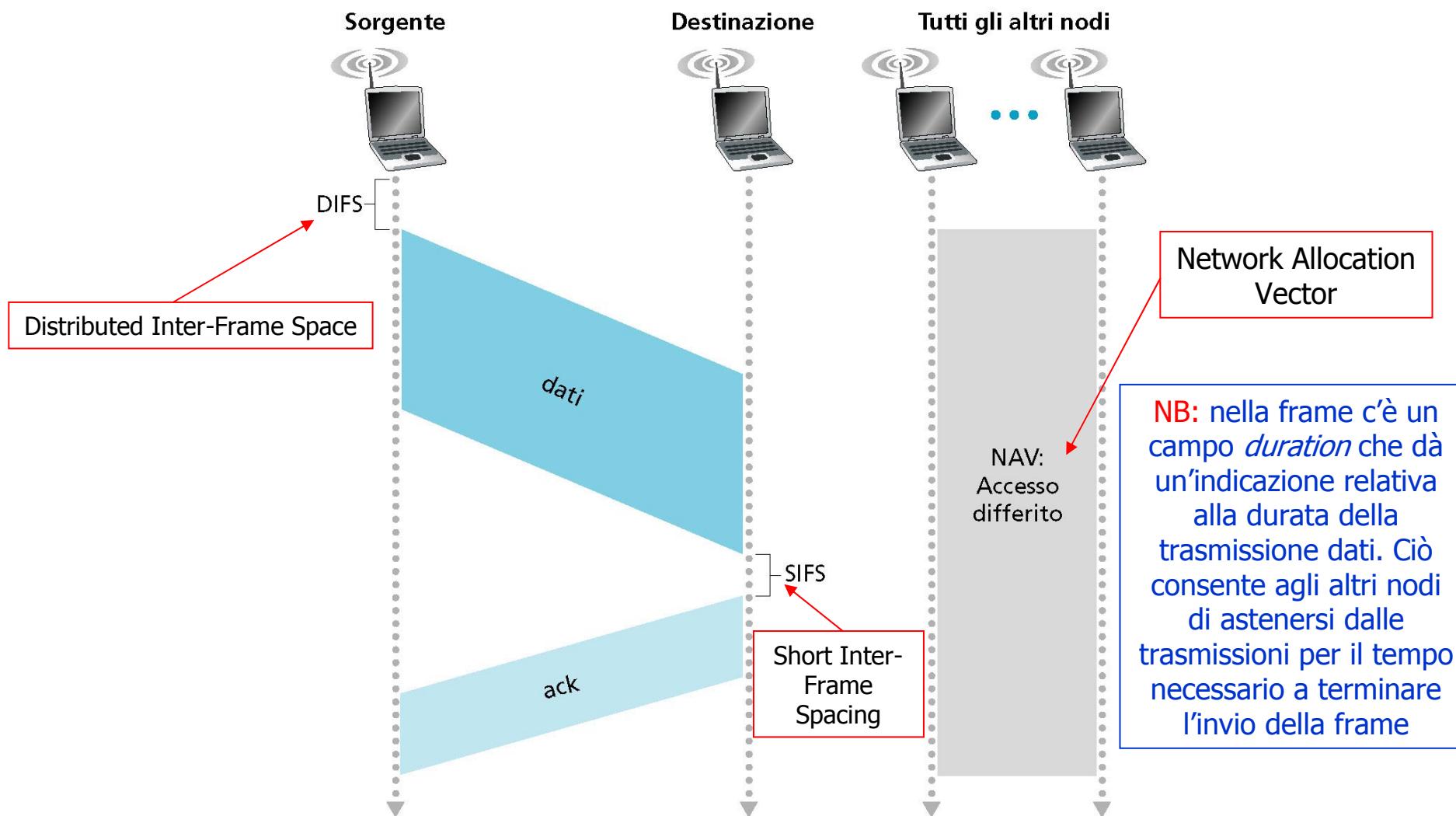


WLAN/802.11: Medium Access Control

- Il metodo di accesso è simile ad Ethernet:
 - Prima di trasmettere, si attende finché il canale diventa libero
 - In caso di collisione:
 - algoritmo del *binary exponential backoff*
- Tuttavia, bisogna tenere in considerazione il fatto che non tutti i nodi sono sempre alla portata l'uno dell'altro
 - Ciò impone due tipi di problemi:
 - Problema del *nodo nascosto* (*Hidden node problem*)
 - Problema del *nodo esposto* (*Exposed node problem*)



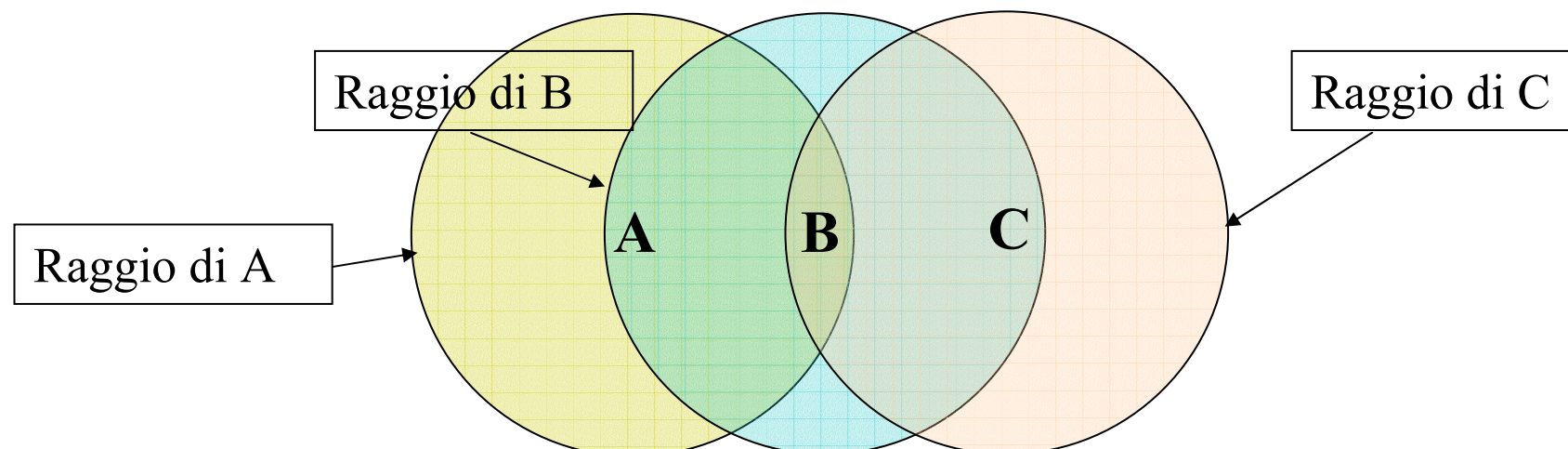
WLAN/802.1: gestione dell'accesso





WLAN/802.11: Hidden nodes problem

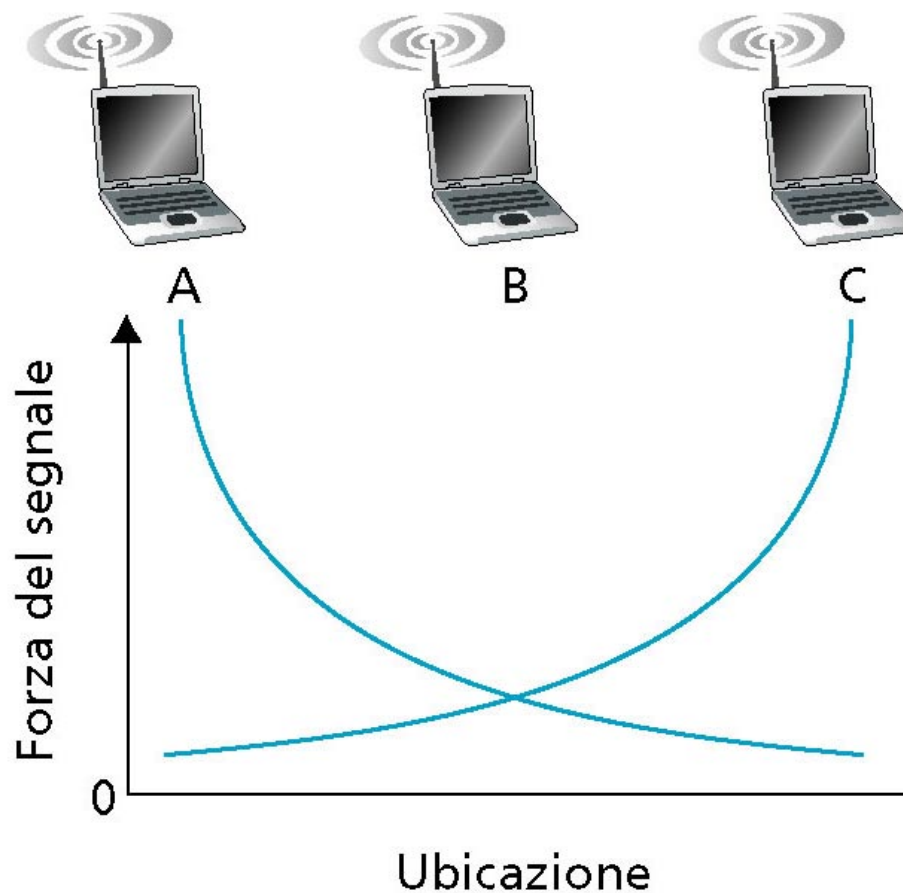
- Le trasmissioni di A non sono ascoltate da C (e viceversa)
- A e C possono inviare dati simultaneamente verso B causando una collisione in ricezione
- Né A né C sono in grado di rilevare la collisione
- A e C sono detti *nodi nascosti* (l'uno rispetto all'altro)



WLAN/802.11: attenuazione del segnale (*fading*)



A e C sono situati in modo che la forza del loro segnale non è sufficiente perché essi possano rilevare le rispettive trasmissioni...



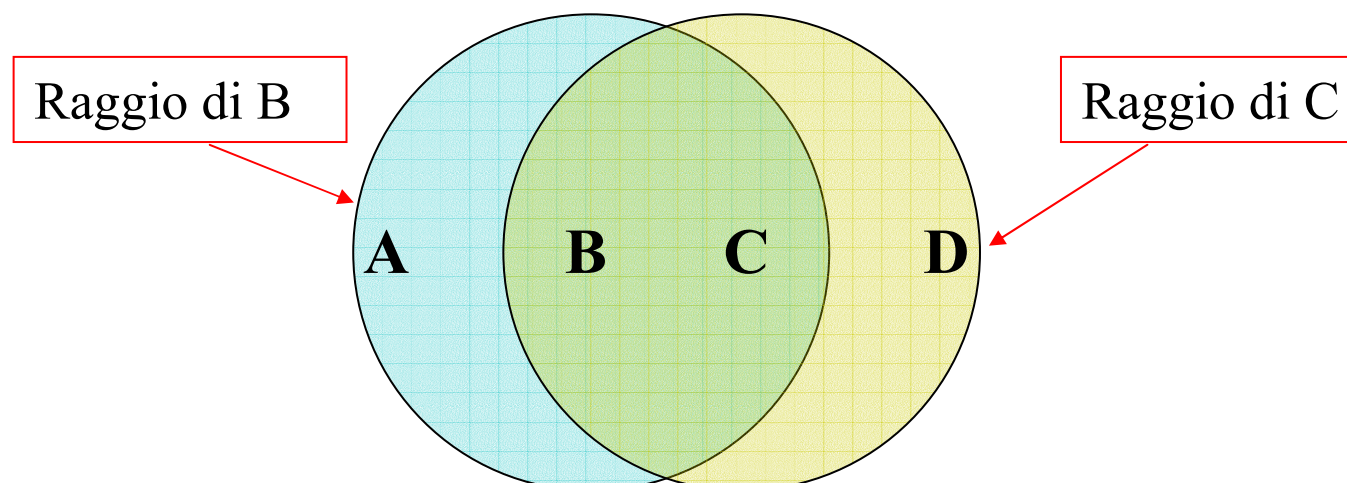
...i segnali sono, tuttavia, abbastanza forti da presentare interferenza tra loro alla stazione B

(b)



WLAN/802.11: Exposed nodes problem

- B invia dati ad A
- C è al corrente di tale comunicazione perché ascolta le trasmissioni di B:
 - È un errore per C concludere di non poter trasmettere a nessuno
 - Ad esempio, C potrebbe inviare frame a D senza interferire con la capacità di A di ricevere dati da B





WLAN/802.11: collision avoidance (1/2)

- Lo standard 802.11 risolve i due problemi precedenti introducendo un algoritmo chiamato CSMA/CA:
 - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
- Prima di inviare i dati, il mittente trasmette una frame di “richiesta di trasmissione”:
 - Request to Send (RTS):
 - In tale frame è presente anche un campo che indica la lunghezza della frame dati da trasmettere
- Il ricevitore risponde con una frame di “permesso di trasmissione”:
 - Clear to Send (CTS)
 - In tale frame viene replicato il valore relativo alla lunghezza dei dati, annunciato dal mittente

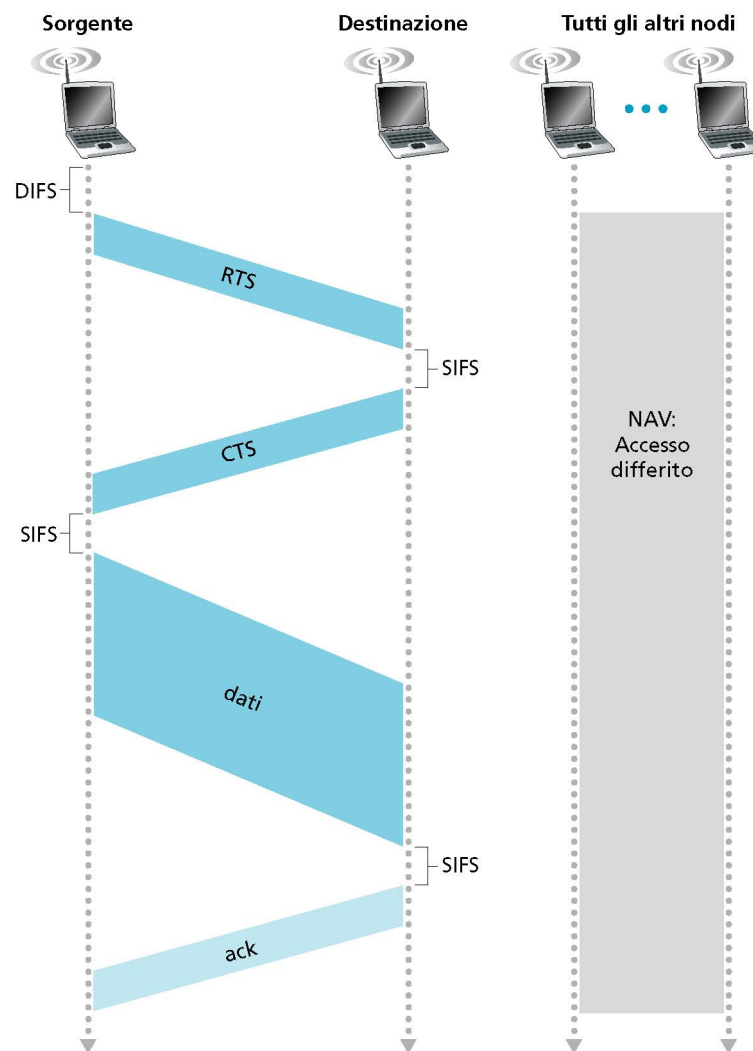


WLAN/802.11: collision avoidance (2/2)

- Un nodo che vede la frame CTS sa di essere vicino al ricevitore:
 - Esso non può trasmettere per tutto il tempo necessario ad inviare la frame dati (la cui lunghezza è stata specificata nella frame RTS)
- Un nodo che vede la frame RTS, ma non quella CTS, non è abbastanza vicino al ricevitore per interferire con esso e può quindi trasmettere senza attendere
- Il ricevitore invia un ACK dopo aver ricevuto una frame
- I nodi non rilevano le collisioni:
 - Se due nodi inviano una frame RTS in contemporanea, queste frame collideranno
 - I nodi assumono che vi sia stata una collisione se non ricevono una frame CTS di risposta



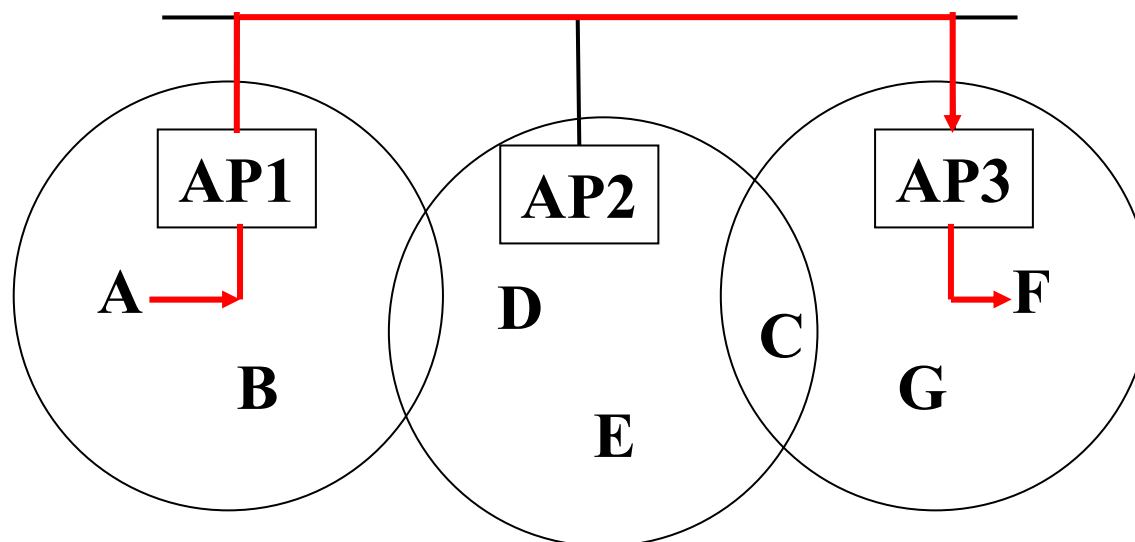
WLAN/802.11: il CSMA/CA in funzione





WLAN/802.11: Distribution system (2/4)

- Ogni nodo si associa ad un particolare *access point*
- Se A vuole comunicare con F:
 - A invia una frame al suo access point (AP1)
 - AP1 inoltra ad AP3 la frame attraverso il *distribution system*
 - AP3 trasmette la frame ad F





WLAN/802.11: Distribution system (3/4)

- La tecnica per selezionare un Access Point è detta *scanning* e prevede quattro passi:
 1. Il nodo invia una frame di *probe*
 2. Tutti gli AP alla portata del nodo rispondono con una frame di *risposta al probe*
 3. Il nodo seleziona uno degli AP (tipicamente quello con la migliore qualità del segnale ricevuto), e gli invia una frame di *richiesta di associazione*
 4. L'AP selezionato risponde con una frame di *conferma di associazione*



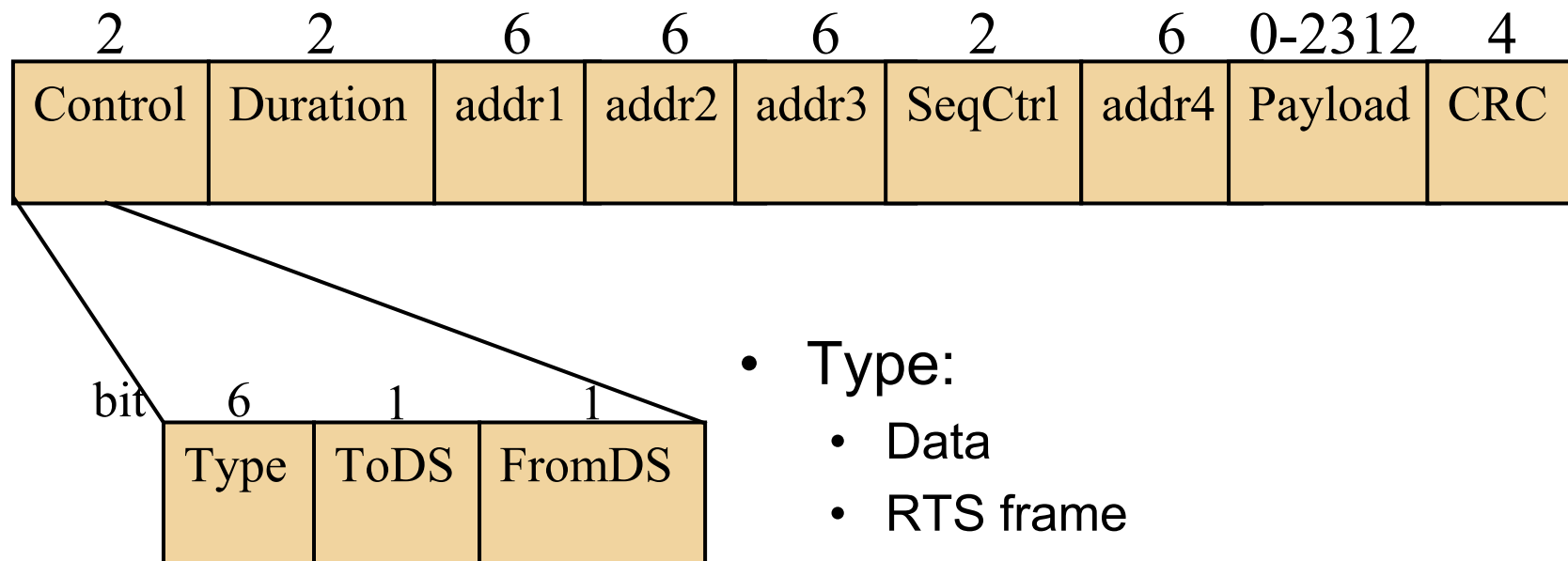
WLAN/802.11: Distribution system (4/4)

- Il protocollo descritto è utilizzato:
 - Quando il nodo si unisce alla rete
 - Quando il nodo diventa “scontento” dell’attuale AP utilizzato
 - Questo avviene, per esempio, perché il segnale ricevuto da tale AP risulta indebolito a causa del fatto che il nodo si sta allontanando da esso
- Durante lo spostamento, un nodo potrebbe preferire un nuovo AP ed inviargli una richiesta di associazione:
 - Il nuovo AP invia una notifica del cambiamento al vecchio AP, attraverso il *distribution system*



WLAN/802.11: framing

Domanda: perché ci sono 4 campi indirizzo?

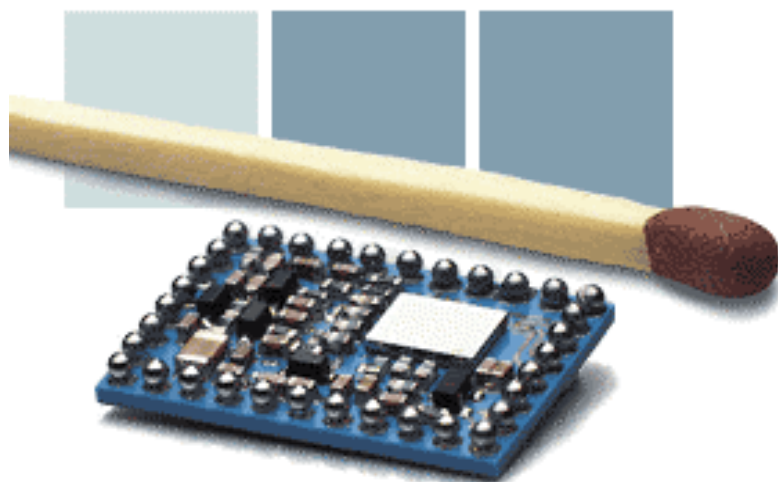


- Type:
 - Data
 - RTS frame
 - CTS frame
 - Used by scanning algorithm



Bluetooth

Realizza un collegamento wireless a onde radio e a corto raggio d'azione tra dispositivi fissi e portatili

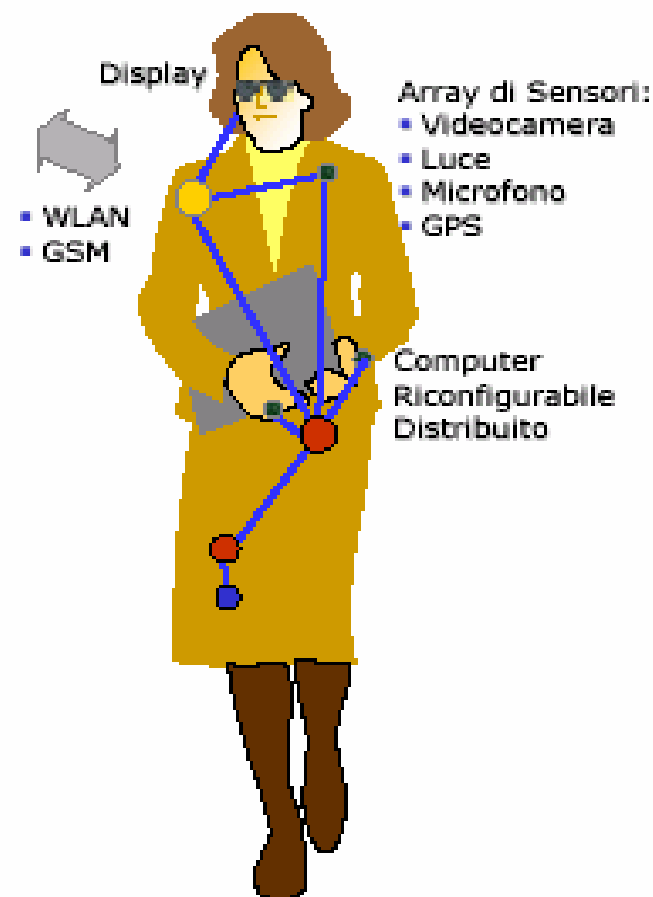


Sostituzione dei fili con un minuscolo ricetrasmittitore radio a basso consumo ed economico



Bluetooth: la genesi del progetto

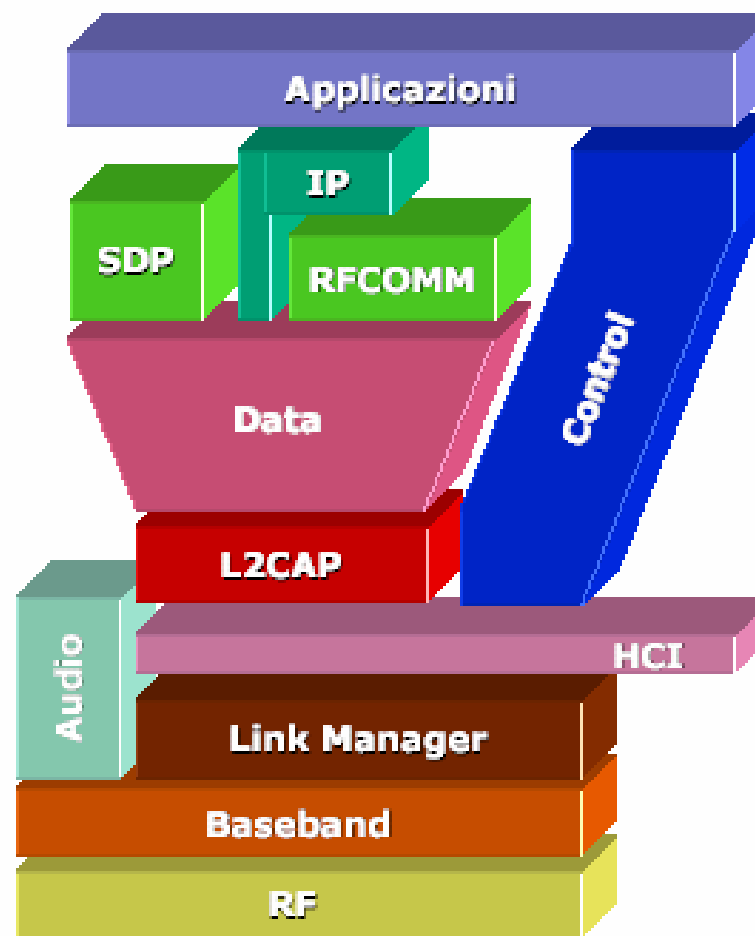
- 1998:
 - Nascita dello *Special Interest Group* tra Ericsson ed altre grandi aziende per la definizione dello standard *Bluetooth*
 - Formazione del Gruppo di Lavoro (Working Group) IEEE 802.15 per le WPAN (*Wireless Personal Area Networks*):
 - interazione tra dispositivi dislocati su di una singola persona



Wireless Personal Area Network



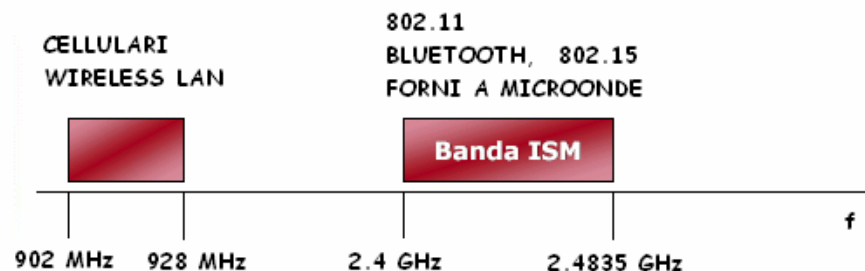
Bluetooth: lo stack





Bluetooth: livello RF

- Banda ISM (Industrial Scientific Medical):
 - Non è richiesta nessuna licenza
- Interferenza:
 - si impiega la tecnica FHSS
 - Frequency Hopping Spread Spectrum
 - Sequenza di hopping pseudo-casuale su 79 canali da 1 MHz
 - Locazione delle frequenze:
 - $2402+k$ MHz , $k = 0,1,\dots,78$
- Modulazione GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Bit rate:
 - 1 Mbps
- Tre classi di potenza



Classe	Max. Potenza in Uscita	Raggio di Copertura
1	100mW (20 dBm)	100 m
2	2.5mW (2.5 dBm)	10 m
3	1mW (0 dBm)	1 m



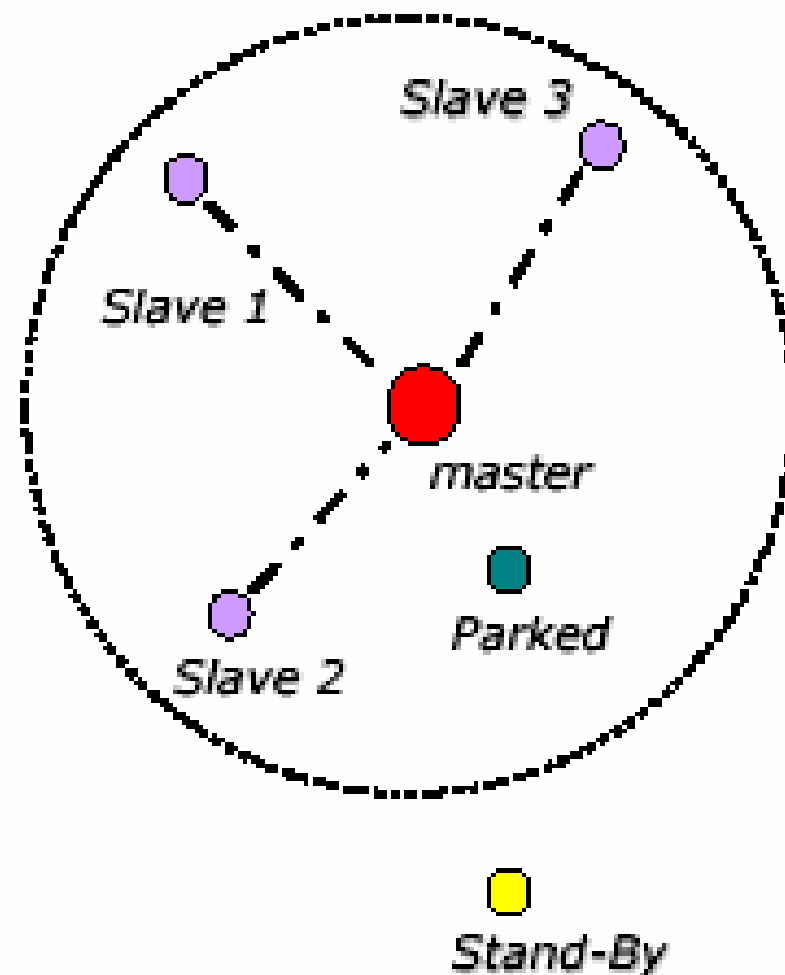
Bluetooth: livello baseband

- Protocollo del livello: *Link Controller*
- Procedure per la sincronizzazione delle unità
- Creazione della *piconet*
- Selezione dei salti di frequenza
- Correzione degli errori
- Definizione del formato delle frame di basso livello



Bluetooth: *piconet*

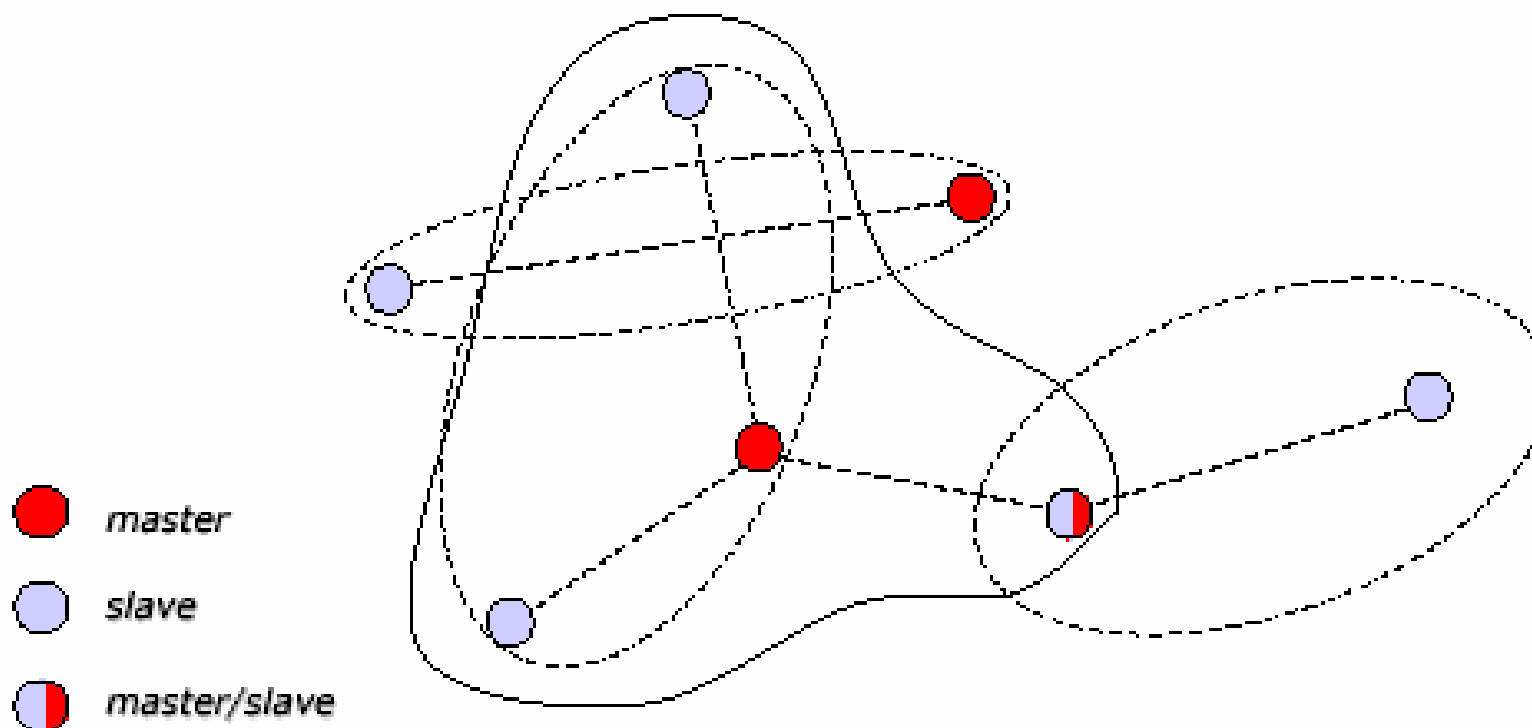
- Rete ad hoc
- Sette slave al massimo
- Indirizzo IEEE a 48 bit
- AM_ADDR:
 - Indirizzo unico piconet





Bluetooth: *scatternet*

- L'unione di due o più *piconet*





Bluetooth: livello Link Manager

- Cooperazione con i livelli Link Manager di altre unità
- Setup delle connessioni
- Autenticazione
 - Possibilità di trasmissioni codificate
- Configurazione del canale
- Predisposizione modalità di “basso consumo”