Guida alle reti WIRELESS LAN

appunti tratti da:

- Garattini, Randazzo, Righi "Guida alle reti LAN"
- Giordano, Puiatti "Technologies for mobile and wireless networking"
- … e altri …

Alessandro Memo

Sommario

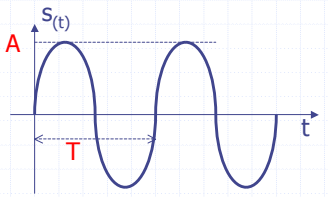
1. Tecnologia delle onde radio

- Frequenze e canali
- Normativa
- Spettro distribuito

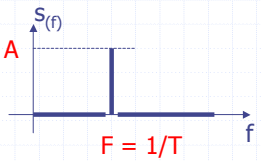
Frequenze e canali (1)

il campo elettromagnetico

la rappresentazione dei segnali nel dominio **spazio/tempo**

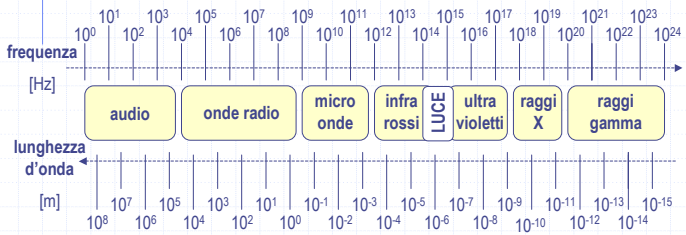


la rappresentazione dei segnali nel dominio della **frequenza**



Frequenze e canali (2)

i concetti di canale, frequenza centrale, banda, spettro



Frequenze e canali (3)

- caratterizzate da frequenza f e lunghezza d'onda λ [c = 299.792.458 m/sec]

$$f \bullet \lambda = c$$

- hanno una interazione differente con i vari materiali in base alla loro lunghezza d'onda

Normativa (1)

in Italia:

- il DPR 30/01/2002 ha modificato il rapporto precedente tra stato e cittadino, basato sulla **concessione**, passando a quello di licenza individuale e autorizzazione globale di servizi di telecomunicazione
- non più solo all'interno di un edificio di proprietà privata, ma anche all'interno del proprio fondo e di collegamento tra due siti (per ora dello stesso proprietario)

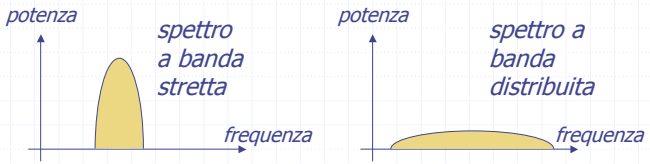
Normativa (2)

nel mondo:

- organismi (l'americano FCC e l'europeo ETSI)
- frequenze ISM (Industriale, Scientifico, Medicale): utilizzo senza licenza ma a potenza irradiata limitata ed in ambito locale
  - UHF ISM 902 - 928 MHz
  - **S-Band ISM** **2,4 – 2,5 GHz** *[microonde e cell]*
  - **C-Band ISM** **5,725 – 5,875 GHz** *[satelliti]*
- lo standard 802.11 divide la S-Band (2.412-2.484 MHz) in 14 canali

Spettro distribuito (1)

- le trasmissioni in banda ISM sono a **spettro distribuito** (*Spread Spectrum*)
- il trasmettitore distribuisce il segnale su un numero elevato di frequenza, al fine di ridurre l'effetto del rumore



Spettro distribuito (2)

- possibili tecniche di implementazione
  - **Frequency Hopping Spread Spectrum** (FH o FHSS) modulazione a spettro diffuso per salti di frequenza
  - **Direct Sequence Spread Spectrum** (DS o DSSS) modulazione a spettro diffuso per sequenza diretta
  - **Orthogonaly Frequency Division Multiplexer** (OFDM) suddivide le informazioni tra più canali che le trasferiscono in parallelo

2. Terminologia ed architetture

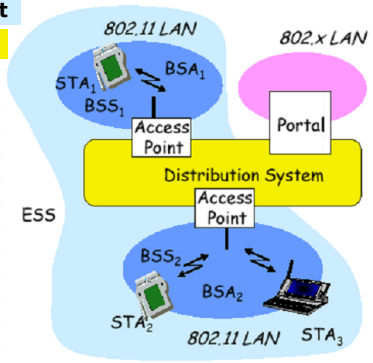
- Glossario wireless LAN
- Architettura reti wireless
- Posizionamento WLAN
- Vantaggi e svantaggi delle reti WLAN

Glossario wireless LAN (1)

- **BSA**, *Basic Service Area*: ogni cella wireless
- **AP**, *Access Point*: interfaccia le aree wired-wireless della LAN, agisce come stazione base per ogni cella
- **STA**, *Station*: una postazione del BSA, detta anche WT, *Wireless Terminal*
- **DS**, *Distribution System*: interconnette più BSA
- **BSS**, *Basic Service Set*: il gruppo di stazioni che operano in un BSA
- **ESS**, *Extended Service Set*: un gruppo di BSS collegate ad una wired LAN tramite AP

Glossario wireless LAN (2)

ESS	**Extended Service Set**
DS	**Distribution System**
AP	**Access Point**
BSS	**Basic Service Set**
BSA	**Basic Service Area**
STA	**Station**



Glossario wireless LAN (3)

- **BSSID** e **ESSID**, campo dati che identifica un BSS o un ESS
- **Association**: una funzione che mappa una stazione nell'AP
- **MSDU**, *MAC Service Data Unit* : trama dati scambiata tra utente e livello MAC
- **MPDU**, MAC Protocol Data Unit: trama dati scambiata tra livello MAC e livello fisico
- **PLCP_PDU**, PLCP Packet: pacchetto di dati trasferito tra due livelli fisici tramite etere

Architettura wireless LAN (1)

- si basa su una struttura cellulare simile al GSM
- le reti wireless possono essere divise in
  - **AD HOC** LAN, stazioni in grado di comunicare direttamente tra loro senza Access Point (dette anche IBSS, da *Indipendent BSS* o *peer-to-peer*)
  - **INFRASTRUCTURED WIRELESS** LAN, stazioni che comunicano tra loro utilizzando uno o più *Access Point*, collegati da un *Distribution System*

Architettura wireless LAN (2)

compiti degli Access Point:

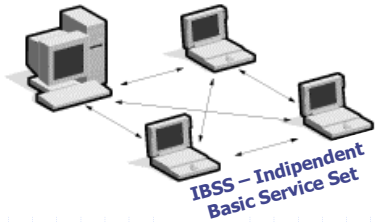
- collegamento tra rete wireless e rete cablata
- autenticazione, associazione e riassociazione (***roaming***)
- gestione del risparmio energetico delle stazioni (*Power Save Mode*)
- sincronizzazione, in modo che tutte le stazioni agganciate ad un AP siano agganciate ad un clock comune

Architettura wireless LAN (3)

- Inoltre gli Access Point possono svolgere funzioni di **bridging**
- ponte wireless tra due o più edifici/postazioni (collegamenti punto-punto o multipunto)
- distanze raggiungibili da 500 m a 10-15 Km purché siano a vista, tramite antenne direttive

Architettura wireless LAN (4)

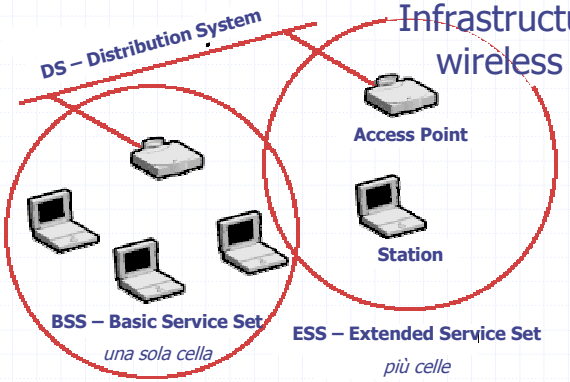
Ad Hoc wireless LAN



N.B.: gli host delle reti Ad Hoc devono volgere anche funzioni di router (instradamento distribuito e dinamico)

Architettura wireless LAN (5)

Infrastructured wireless LAN



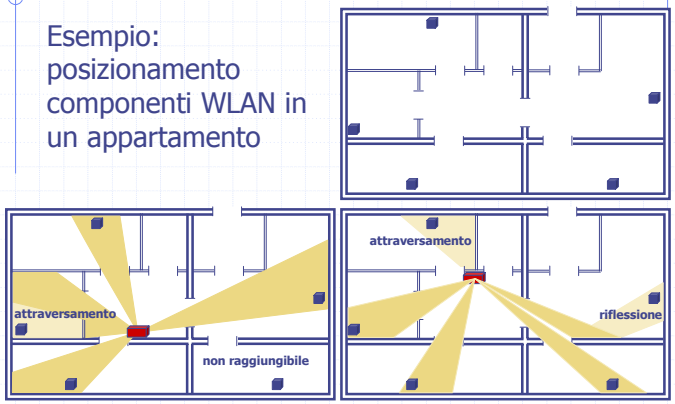
Posizionamento WLAN (1)

Elementi da considerare:

- Access Point baricentrico e a mezza altezza
- utenti allineati otticamente all'Access Point
- attenzione alle schermature metalliche
- analisi delle riflessioni
- analisi degli attraversamenti strutturali

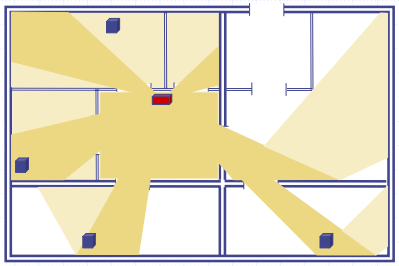
Posizionamento WLAN (2)

Esempio:
posizionamento
componenti WLAN in
un appartamento



Posizionamento WLAN (3)

calcolo
della
copertura totale



area RAGGIUNGIBILE DIRETTAMENTE **37%**
area RAGGIUNGIBILE con UN ATTRAVERSAMENTO **17%**
area RAGGIUNGIBILE CON RIFLESSIONE **18%**
area NON RAGGIUNGIBILE **28%**

Posizionamento WLAN (4)

Con una dotazione minima di 1 AP e 2 WT si può analizzare il throughput in configurazione *Ad-Hoc* e *Infrastructured* al variare di

- distanza
- riflessione
- assorbimento
- presenza o meno di chiavi WEP (64 o 128 bit)
- aumento di WT connessi all'AP (in caso di rete Infrastructured)

Vantaggi delle reti WLAN

- costi e tempi della messa in opera
- non sensibile a degradazione e rottura dei media
- motivazioni di natura logistica
- facilità di riorganizzazione, reti temporanee
- mobilità
- scalabilità
- flessibilità

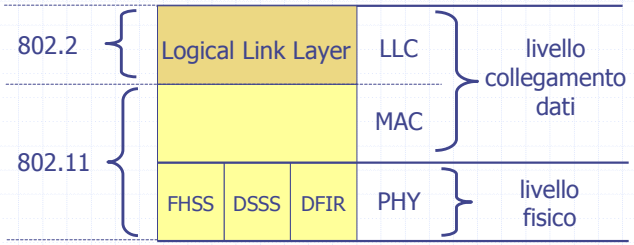
Svantaggi delle reti WLAN

- inaffidabilità del mezzo
- sicurezza
- gestione del roaming
- multipath fading in ricezione
- consumo energetico
- limitata estensione
- limitata standardizzazione
- inquinamento elettromagnetico

3. Standard 802.11

- Standard 802 per le reti LAN
- Evoluzione dell'802.11

Standard 802 per le reti LAN



802 generalità ed architettura
802.1 gestione
802.2 Logical Link Control e Bridging
802.10 sicurezza

Evoluzione dell'802.11 (1)

802.11 approvato nel 1997, revisionato nel 1999
banda da 2,400 a 2,500 GHz, da 1 a 2 Mbps

nel '99 si è evoluto in due rami

802.11a rilasciato nel 1999, PHY per WLAN a 5,200 GHz, fino a 54 Mbps

802.11b approvato nel 1999, PHY più veloce, da 5,5 ad 11 Mbps

802.11g rilasciato nel 2002, PHY per WLAN a 2,400 GHz, a 54 Mbps

Evoluzione dell'802.11 (2)

Specification	Connection Speed	Radio Frequency
802.11	1 or 2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	Up to 54 Mbps	5 GHz
802.11b	5.5 and 11 Mbps	2.4 GHz **WiFi**
802.11g	Up to 54 Mbps	2.4 GHz

4. 802.11: livelli fisici

- Livelli fisici delle reti wireless
- Frequency Hopping SS
- FHSS in 802.11
- Direct Sequence SS
- DSSS in 802.11
- DSSS: suddivisione dei canali
- 802.11b – HR DSSS
- 802.11a – OFDM
- 802.11g – Physical layer extensions
- Infrarossi

Livelli fisici delle reti wireless (1)

Tutti gli standard utilizzano lo stesso livello MAC, ma hanno diversi livelli fisici:

802.11	modulazioni FHSS, DSSS, DFIR; data rate 1 o 2 Mbps distanza max=150m
802.11b	High Rate DSSS (HRDSSS), data rate fino a 11 Mbps
802.11a	OFDM, data rate fino a 54 Mbps, copertura di 30 m (a 54 Mbps)

Livelli fisici delle reti wireless (2)

L' 802.11 analizza il livello fisico e quello MAC, e garantisce flussi da 1 o 2 Mbps tra distanze da 20 a 70 metri.

L'unico livello MAC può interagire con 3 livelli fisici operanti a velocità diverse:

- **Frequency Hopping Spread Spectrum** (FHSS)
- **Direct Sequence Spread Spectrum** (DSSS)
- trasmissione **infrarossi** (DFIR)

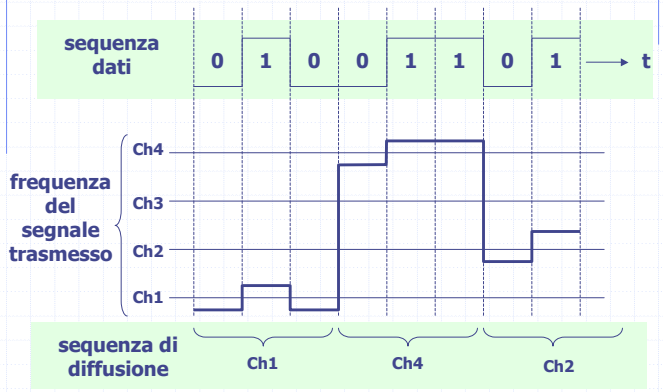
Frequency Hopping SS (1)

- salta di frequenza secondo un modello pseudocasuale
- si utilizza un range di frequenze sui 2,4 GHz distanziate tra loro di 1 MHz
- un codice numerico (*Hopping Code*) determina le frequenze ed il loro ordine
- la frequenza cambia al massimo ogni 400 mS (*dwell time*) e fino al massimo di 1.600 volte al sec

Frequency Hopping SS (2)

- se uno slot (frequenza) è disturbato, il TX ritrasmette il segnale allo slot successivo
- si trasferiscono al massimo 2 Mbps
- si possono avere più comunicazioni contemporaneamente purché l'**hopping pattern** sia compatibile (pattern ortogonali)

Frequency Hopping SS (3)



Frequency Hopping SS (4)

- gli *Hopping Code* sono raggruppati in 3 set che contengono 26 sequenze ortogonali
- una BSS utilizza uno di questi set
- la rete invia periodicamente trame di gestione (***Beacon Frame***) contenenti
  - un *timestamp* per la sincronizzazione
  - un parametro (*FH*) contenente l'Hopping Code e il valore del prossimo canale da utilizzare
- in tal modo le nuove stazioni sapere quale sarà il prossimo canale utilizzato

Frequency Hopping SS (5)

Caratteristiche generali di FHSS:

- Basso costo
- Basso consumo energetico
- Tolleranza alle interferenze
- Necessità di sincronizzazione
- Bassa velocità su singolo canale
- Alta velocità tramite aggregazione di canali

Frequency Hopping SS (6)

area geografica	frequenza minima	frequenza massima	range frequenze
Nord America ed Europa	2,402 GHz	2,480 GHz	2,400 ~ 2,435
Giappone	2,473 GHz	2,495 GHz	2,471 ~ 2,497
Spagna	2,417 GHz	2,473 GHz	2,445 ~ 2,475
Francia	2,448 GHz	2,482 GHz	2,4465 ~ 2,4835

FHSS in IEEE 802.11 (1)

- si utilizzano 79 canali con una banda da 1 MHz
- il *dwell time* vale 390 mS e ogni salto di frequenza richiede 224 μS
- la sequenza di canali è data dalla

$$Fx_{(i)} = [b_{(i)} + x] \bmod (79) + 2$$

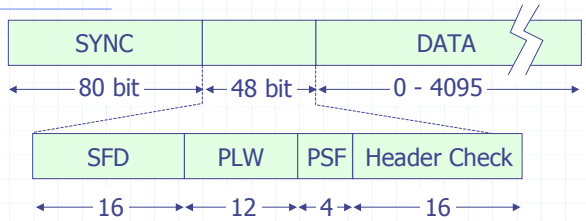
$Fx_{(i)}$ è l'i-esimo canale utilizzato

$b_{(i)}$ è l'i-esimo numero di una sequenza pseudocasuale data di interi tra 1 e 79

x è l'*Hopping Code* (compreso tra 1 e 78)

- TECNICA OBSOLETA, ORA SCARSAMENTE UTILIZZATA -

FHSS in IEEE 802.11 (2)



SYNC sincronizzazione (80 bit = 0101..01) ad 1 Mbps
SFD Start Frame Delimiter (0x0CBB)
PLW PSDY Length Word
PSF PLCP Signaling Frame, data rate
HC CRC-16 (tutti i singoli e i doppi = 99,998%)
DATA da 0 a 4095 Byte, con scrambling e char insertion (1 su 4)

Direct Sequence SS (1)

- L'espansione dello spettro si ottiene moltiplicando il bit di segnale con una sequenza di bit **PN**, *Pseudorandom Noise*, o *chipping code* (almeno 10 bit)

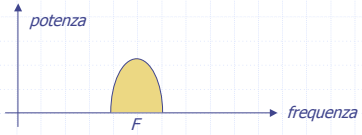
bit di dato : 0
sequenza PN : 10110111000
segnale trasmesso:
0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1

bit di dato : 1
sequenza PN : 10110111000
segnale trasmesso:
1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0

Direct Sequence SS (2)

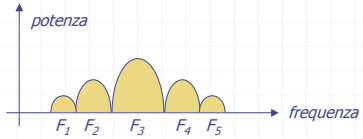
dati trasferiti : _____1_____ _____0_____

spettro tipico:



dati codificati : 10110111000 00011101101

spettro tipico:



Direct Sequence SS (3)

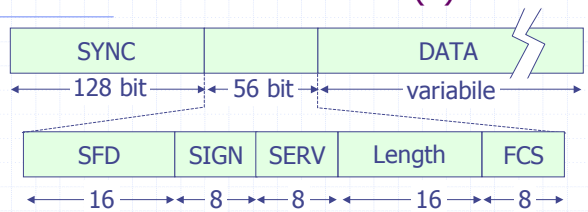
Caratteristiche generali di DSSS:

- Viene utilizzata la stessa frequenza diretta in trasmissione ed in ricezione
- Costo elevato
- Alto consumo energetico (maggiore potenza di trasmissione)
- Tolleranza alle interferenze ed alle riflessioni (superiore alla FHSS)
- Maggiore copertura ed alta velocità
- Scarsa possibilità di aggregazione

DSSS in IEEE 802.11 (1)

- modulazione DBPSK, Differential Binary Phase Shift Keying con rate di 1 Mbps
- modulazione DQPSK, Differential Quadrature Phase Shift Keying con rate di 2 Mbps
- preambolo ed header ad 1 Mbps
- chipping sequence (Barker code) = +1,-1,+1,+1,-1,+1,+1,+1,-1,-1,-1
- potenza irradiata:
  min. 1 mW, max. 100 mW (EU), 1 W (USA)

DSSS in IEEE 802.11 (2)

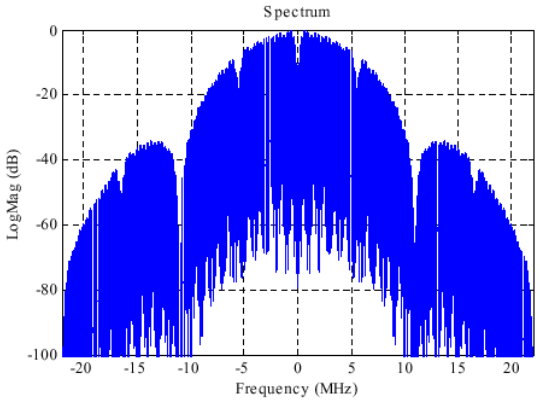


SYNC	sincronizzazione (128 bit = 0101..01) ad 1 Mbps
SFD	Start Frame Delimiter (0x0CBB)
SIGN	tipo di modulazione (1 o 2 Mbps)
SERV	per sviluppi futuri
Length	durata in microsecondi trasmissione del campo dati
FCS	Frame Check Sequence, con CRC-16
DATA	campo dati

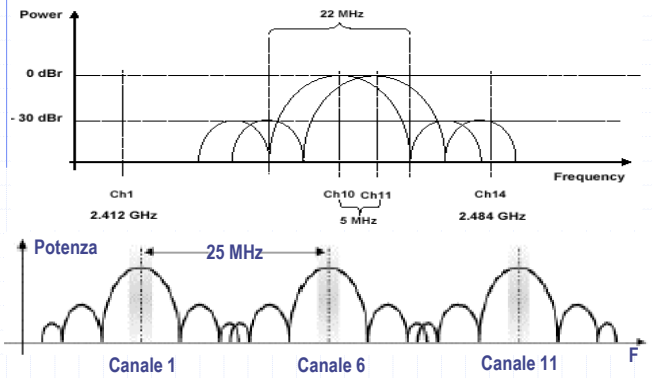
DSSS in IEEE 802.11 (3)

- dato un chipping code di 11 bit, con 1 MHz di dati si ottiene un segnale da 11 MHz
- la banda disponibile (2,4 – 2,5 GHz) è divisa in 14 canali (11 in USA) da 22 MHz
- la portante di ogni canale dista 5 MHz da quelle adiacenti
- la maggior parte dell'energia trasmessa occupa una banda di 22 MHz (a –30 dB)

DSSS: suddivisione dei canali (1)



DSSS: suddivisione dei canali (2)



DSSS: suddivisione dei canali (3)

- è possibile trasmettere più segnali DSSS nella stessa area, purché su canali diversi separati da più di 30 MHz
- quindi si possono accavallare fino a 3 BSA
- per prevenire interferenze conviene avere celle adiacenti con canali spaziati almeno 25 MHz (ad es. canali 1, 6 e 11) o meglio 30 MHz (ad es. canali 1, 7 e 14)

DSSS: suddivisione dei canali (4)

Canali permessi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**10**	**11**	12	13	14
USA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	**X**	**X**			
Canada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	**X**	**X**			
EUROPA (…)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	**X**	**X**	X	X	
Francia										**X**	**X**			
Spagna										**X**	**X**			
Giappone														X

CANALE DI DEFAULT = 11 (per le reti AD HOC = 10)

Confronto tra FHSS e DSSS

- alta potenza su piccola banda
- la frequenza cambia molto rapidamente
- grande resistenza alle interferenze
- velocità massima di 2 Mbps
- bassa potenza su ampia banda
- frequenze usate costanti
- bassa resistenza alle interferenze
- velocità massima di 5 Mbps

802.11b – HR DSSS (1)

- nel 1997 si passa dall'802.11 all'802.11b, di cui rimane compatibile
- successivamente denominato WiFi
- throughput più elevato: 5.5 e 11 Mbps (1 e 2 Mbps per compatibilità
- varia la velocità per adeguarsi al canale
- cambia automaticamente banda e AP in base alla qualità del segnale

802.11b – HR DSSS (2)

- roaming del tutto trasparente
- introduce la tecnologia **WEP** (Wired Equivalent Protocol) per la sicurezza
- per aumentare il data rate, invece di utilizzare chipping sequence da 11 bit, adotta la codifica **CCK**, *Complementary Code Keying*, basata su 64 parole da 8 bit

802.11b – HR DSSS (3)

usa la stessa trama del DSSS, eccetto:

- SYNC più breve, per diminuire l'overhead
- il campo SIGN specifica il tipo di modulazione, che ora può essere 1, 2, 5.5 e 11 Mbps
- SERV contiene indicazioni sulla modulazione

802.11b – HR DSSS (4)

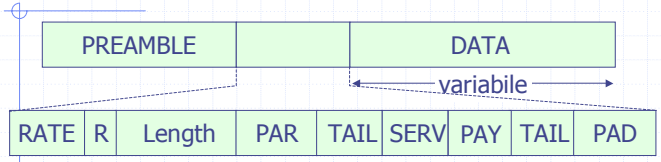
Specifiche dello standard 802.11b

data rate	code length	modulation	symbol rate	bits per symbol
1 Mbps	11 (Barker sequence)	BPSK	1 Msps	1
2 Mbps	11 (Barker sequence)	QPSK	1 Msps	2
5,5 Mbps	8 (CCK)	QPSK	1,375 Msps	4
11 Mbps	8 (CCK)	QPSK	1,375 Msps	8

802.11a – OFDM (1)

- **Orthogonal Frequency Division Multiplexing**
- ripartisce le informazioni da trasmettere ad alta velocità in più segnali da trasmettere a bassa velocità in parallelo su altrettanti canali
- ha un'alta efficienza spettrale, alta resistenza alle interferenze, bassa distorsione
- 802.11a utilizza la banda a 5 GHz, e trasferisce un data rate fino a 54 Mbps

802.11a – OFDM (2)



PRE	sincronizzazione
RATE	frequenza di trasmissione dei dati
R	riservato per sviluppi futuri (1 bit = 0)
Length	durata in microsec. trasmissione dei 3 campi prec.
PAR	parità dei campi precedenti (in tot. 17 bit)
TAIL	6 bit tutti a 0
SERV	i primi 7 bit (su 16) per sincronizzare
PAY	payload, riservato a sviluppi futuri
PAD	riempimento, almeno 6 bit
DATA	campo dati

802.11g – Physical layer extensions

- compatibile con 802.11 ed 802.11b
- opera sulla banda dei 2,4 GHz
- data rate fino a 54 Mbps
- modulazione OFDM
- codifica CCK

Infrarossi

- lunghezza d'onda tra 850 e 950 nm
- luce diffusa
- distanza massima di 10 m
- solo per uso interno
- migliora la sicurezza, dato che diminuiscono le possibilità di intrusione
- banda più ampia ⇨ maggiori prestazioni
- una minore copertura e mobilità
- normalmente sfrutta la riflessione del soffitto

5. 802.11: livello MAC

- 802.11: Livello MAC e DCF
- MAC: condivisione del mezzo
- 802.11: Livello MAC e PCF
- 802.11: trama MAC
- 802.11: frammentazione
- 802.11: gestione del MAC

802.11: livello MAC e DCF (1)

- nel wireless (802.11) la condivisione del mezzo avviene in maniera diversa da Ethernet (802.3)
- in radio non è possibile ascoltare quello che si trasmette dato che l'antenna è unica
- invece di CSMA/CD si ricorre al **CSMA/CA** (*Collision Avoidance*) o **DCF** (*Distributed Coordination Function)*
- questo protocollo prevede un riscontro (ACK) ad ogni trama
- determina un consumo di circa il 50% della banda disponibile

802.11: livello MAC e DCF (2)

- la priorità nell'802.11 viene implementata modificando gli intervalli di tempo IFS, *InterFrame Space*, tra una trama e la successiva
  - **SIFS**, Short IFS (priorità elevata)
  - **PIFS**, PCF IFS, pacchetti con gestione PCF
  - **DIFS**, DCF IFS, intervallo con gestione DCF
  - **EIFS**, Extended IFS, minimo intervallo di ritrasmissione per FCS errato

SIFS < PIFS < DIFS < EIFS

802.11: livello MAC e DCF (3)

- per evitare le collisioni non è sufficiente il CSMA/CA
- si adotta anche una pausa di un *backoff counter* prima di ogni trasmissione
- ad ogni collisione il *backoff counter* viene incrementato
- il *backoff counter* viene usato come indice in uno schema di **Binary Exponential Backoff**

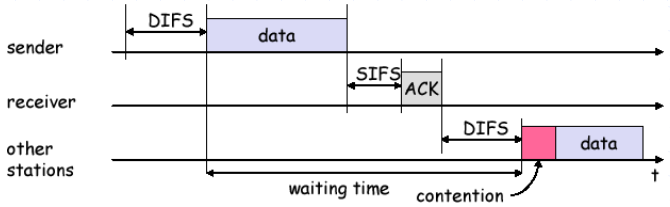
802.11: livello MAC e DCF (4)

Quando una stazione deve trasmettere:

- controlla se nell'etere ci sono trasmissioni
- se l'etere rimane libero per un IFS, la stazione inizia a trasmettere
- se l'etere è occupato, aspetta il primo intervallo IFS libero, e poi aspetta un ulteriore intervallo casuale di *backoff*
- se una stazione occupa l'etere durante un intervallo di *backoff*, il contatore viene azzerato

802.11: livello MAC e DCF (5)

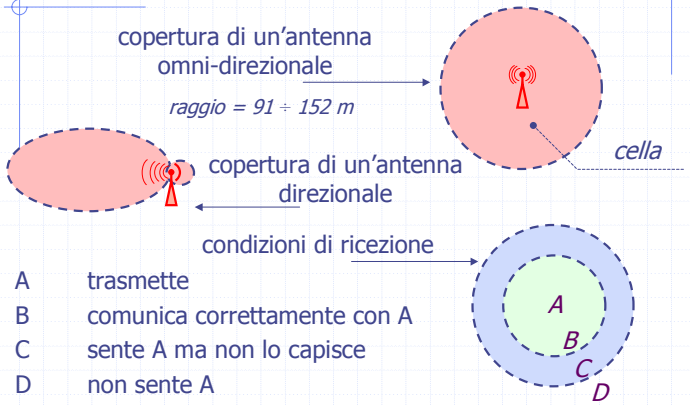
- la stazione TX aspetta un DIFS libero e poi invia i dati
- La stazione RX, se i dati ricevuti sono corretti, aspetta un SIFS e poi invia il riscontro ACK



802.11: livello MAC e DCF (6)

- se durante un intervallo IFS non si sentono trasmissioni si suppone che il canale sia libero
- ma questa assunzione può essere fatta anche da altre stazioni, determinando collisione
- quando c'è una collisione, non potendo ascoltare contemporaneamente il canale, si deve aspettare la ricezione dell'ACK per individuarla

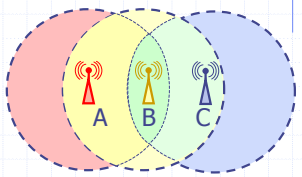
MAC: condivisione del mezzo (1)



MAC: condivisione del mezzo (2)

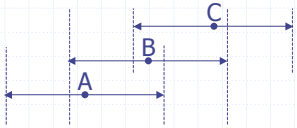
il problema del **nodo nascosto**:

- A parla con B, ma non con C
- B parla con A e C
- C parla con B, ma non con A



possibile collisione:

- A inizia a parlare con B
- C non sente A, e quindi si mette a parlare con B

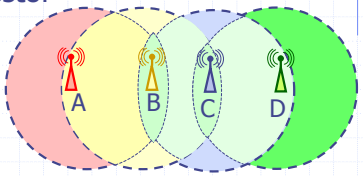


A e C hanno un'alta probabilità di collidere

MAC: condivisione del mezzo (3)

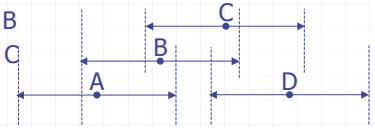
il problema del **nodo esposto**:

- A parla solo con B
- B parla con A e C
- C parla con B e D
- D parla solo con C



possibile collisione:

- A inizia a parlare con B
- D inizia a parlare con C
- B e C non possono rispondere



B e C hanno un'alta probabilità di collidere

MAC: condivisione del mezzo (4)

- per ridurre ulteriormete le collisioni si adotta un meccanismo di prenotazione basato su RTS-CTS (Request To Send - Clear To Send)
- dopo il DIFS iniziale, il mittente (client) invia un RTS (in un suo campo è specificato il tempo **NAV**, *Network Allocation Vector*, di durata dell'intera trasmissione dei dati)
- dopo un SIFS, il destinatario (server o l'AP) risponde con un CTS con il suo NAV ricalcolato; questo CTS viene sentito da tutti, e quindi inibisce la loro trasmissione per il tempo NAV
- dopo un SIFS il mittente invia i dati

802.11: livello MAC e PCF (1)

In alternativa al metodo DCF si può usare:

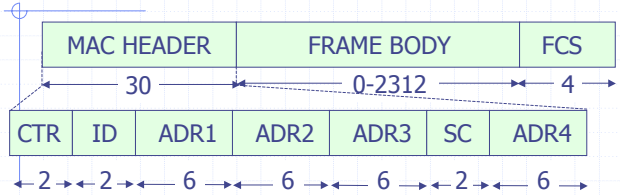
- **PCF**, *Point Coordination Function*, accesso a controllo centralizzato gestito mediante priorità, compatibile CSMA/CA, *contention free*
- viene utilizzato nel caso si richieda una continuità d servizio (audio e video)

P.S.: DCF e PCF possono funzionare contemporaneamente in un unico BSS per alternare periodi di contesa ad altri senza contesa.

802.11: livello MAC e PCF (2)

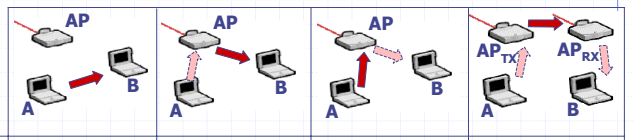
- l'AP (detto anche *Point Coordinator*) gestisce lo scambio di informazioni
- se il PCF è abilitato, si alternano fasi di gestione DCF (*contention*) a fasi PCF (*contention free*)
- nelle fasi PCF, l'AP fa il polling a tutte le stazioni e ne abilita l'eventuale trasmissione

802.11: trama MAC (1)



CTR	FRAME CONTROL
ID	DURATION/ID: durata della trama (NAV)/ ID
ADR1	SOURCE ADDR. (mittente)
ADR2	DESTINATION ADDR. (destinatario)
ADR3	TRANSMITTING STATION ADDR. (trasmettitore WM)
SC	SEQUENCE CONTROL (Sequence + Fragment num.)
ADR4	RECEIVING STATION ADDR. (ricevitore WM)

802.11: trama MAC (2)



ADR1	B	B	AP	AP_{RX}
ADR2	A	AP	A	AP_{TX}
ADR3	-	A	B	B
ADR4	-	-	-	A

802.11: Frammentazione

Nel Wireless conviene usare pacchetti piccoli.

Detta **BER**, *Bit Error Rate*, la probabilità di errore

- il livello MAC riceve dagli utenti un pacchetto (MSDU) e lo suddivide in MPDU più piccole, numerandole e passandole poi al livello fisico
  - in tal modo diminuisce il BER
  - aumenta la distanza massima raggiungibile
  - diminuisce l'effetto delle collisioni

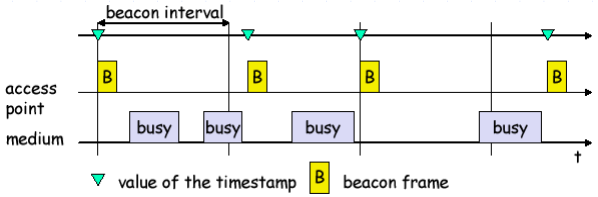
802.11: gestione del MAC (1)

Il livello MAC deve garantire 4 funzionalità base:

- sincronizzazione
- consumo energetico
- roaming (appartenenza e rilascio da una WLAN)
- scanning
- gestione dei parametri d'informazione

802.11: gestione del MAC (2)

- Sincronizzazione
  - cerca di trovare una LAN
  - cerca di rimanere in una LAN
  - generazione dei segnali beacon
  - sincronizzazione dei clock locali, timer, …



802.11: gestione del MAC (3)

- Consumo energetico
  - spegnere il TX quando non necessario
  - memorizzare lo stato (sleep & awake)
  - nei beacon, l'AP inserisce anche una lista dei pacchetti persi da stazioni che erano in sleep
  - quando le stazioni si risvegliano, avvisano l'AP e ricevono i dati bufferizzati

802.11: gestione del MAC (4)

- Roaming: spostarsi di cella in cella mantenendo la connessione
- gestisce 3 tipi di roaming:
  - **No-transition**
    - si muovono all'interno di una BSS
  - **BSS-transition**
    - da una BSS ad un'altra BSS, entro una ESS
  - **ESS-transition**
    - da una BSS di una ESS ad una BSS di un'altra ESS
- non è possibile fare roaming tra ESS diverse

802.11: gestione del MAC (5)

- Scanning: all'accensione una stazione, questa cerca di collegarsi ad un'altra stazione o ad un AP, e ne riceve l'SSID
- ci sono 2 tipi di scanning:
  - **Passive scanning**
    - la stazione ascolta, in attesa di un beacon
  - **Active scanning**
    - la stazione invia una richiesta di connessione ed aspetta una risposta di accettazione

6. La Sicurezza

- 802.11: Livello MAC e DCF
- MAC: condivisione del mezzo
- 802.11: Livello MAC e PCF

La Sicurezza (1)

- sistema intrisecamente insicuro
- le onde radio possono attraversare i limiti fisici ambientali ed essere intercettate

La Sicurezza (2)

Tecniche di protezione:

- sicurezza fisica *(limitazione del campo)*
- disabilitazione del DHCP
- Access Point con indirizzo dinamico
- autenticazione dell'accesso
- controllo dell'accesso ai dati
- riservatezza dei dati accessibili

La Sicurezza (3)

Protocolli utilizzabili:

SSID – Service Set Identifier

- etichetta identificativa della rete
- comune a tutti i dispositivi di una WLAN

WEP – Wired Equivalent Privacy

- chiave di codifica dei dati in trasmissione lunga 64 o 128 bit (40 o 104 + *Initial Vector*)
- schema di crittografia a chiave simmetrica

La Sicurezza (4)

Metodi di protezione standard:

- ad autenticazione aperta
  - *basata solo sul codice **SSID** della rete*
- ad autenticazione con chiave condivisa
  - *richiede una **WEP***
  - *l'Access Point invia un pacchetto di testo al client*
  - *il client lo codifica con la sua chiave e lo invia all'AP*
  - *l'AP decide se la codifica è corretta oppure no*
  - *alcuni usano il MAC address del client come chiave (devono essere inseriti manualmente nell'AP*

La Sicurezza (5)

- per accrescere il livello di sicurezza, si possono accettare collegamenti solo tramite verifica del MAC address
- ulteriori standard di sicurezza sono in fase di perfezionamento (802.11i)

La Sicurezza (6)

- ci sono pareri discordanti sull'influenza dei campi elettromagnetici nell'uomo
- l'A.P. di norma non è classificabile come dannoso (installazione distante dall'uomo, consigliata almeno di 3 m)
- la vera fonte *'pericolosa'* è la scheda dell'WT (si pensi ad un laboratorio wireless)
- un cellulare ha una potenza **30 volte** maggiore di un A.P.

7. Bluetooth (1)

Rete che permette il trasferimento di informazioni senza cavi tra dispositivi adiacenti di piccole dimensioni

Bluetooth (2)

- operano nella banda dei **2,4 GHz** (interferenze con 802.11x !!!)
- utilizza la tecnica FHSS
- throughput massimo di 1 Mbps
- utilizzano la tecnica TDD, *Time Division Duplex*
- potenze emesse divise per classe
  - classe 1 = 100 mW
  - classe 2 = 2,5 mW
  - classe 3 = 1 mW

Bluetooth (3)

- si creano piccole reti wireless dette **WPAN**, *Wireless Personal Area Network*
- nello standard Bluetooth vengono chiamate **piconet**, e possono collegare fino a 8/16 dispositivi
- più *piconet* possono collegarsi tra loro, formando una **scatternet**
- gestiscono sia dati che voce
- per determinare i servizi disponibili in un dispositivo si utilizza il protocollo **SDP**, *Service Discovery Protocol*

Bluetooth (4)

Adotta due possibili tecniche di comunicazione:

- **ACL**, *Asynchronous ConnectionLess*, trasmissione asincrona di solo dati alla velocità di
  - 434 Kbps (simmetrica)
  - 723 Kbps / 57,6Kbps (asimmetrica)
- **SCO**, *Synchronous Connection Oriented*, trasmissione sincrona bidirezionale di 64 Kbps di dati e fonia