

## Reti di calcolatori

### Sottolivello MAC - Reti wireless

Prof.ssa Simonetta Balsamo  
Dipartimento di Informatica  
Università Ca' Foscari di Venezia  
balsamo@dsi.unive.it  
<http://www.dsi.unive.it/~reti>

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.1

## Reti wireless

- Rete wireless: sistema di comunicazione dati principalmente basato su trasmissioni via radiofrequenza (RF) o via infrarosso (IR).
- Può svilupparsi
  - come estensione di una rete cablata esistente (*infrastructure network*) (a)
  - o essere appositamente creata sul momento (*ad hoc network*) (b)



Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.2

## Reti wireless

- **Vantaggi**
  - Installazione non invasiva adatta a particolari edifici o situazioni
  - Installazione e configurazione veloci e semplici
  - Flessibilità e scalabilità ottimali
  - Riduzione costi di esercizio a lungo termine
  - Mobilità delle stazioni
- **Svantaggi**
  - Interferenza
  - Cammini multipli (multipath)
  - Consumo energetico
  - Sicurezza
  - Throughput

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.3

## Reti wireless

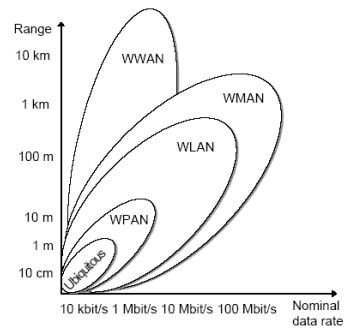
- **Applicazioni**
  - Estensione di reti locali
  - Interconnessione fra edifici
  - Connettività per l'utenza in movimento
  - Connettività in ambienti non adatti al cablaggio
  - Connessione di rete ad hoc
- **Classificazione**
  - in base alla copertura geografica
    - WPAN
    - WLAN
    - WWAN
  - In base alla tecnologia su cui sono basate
    - Infrarosso
    - Dispersione di spettro (FHSS, DSSS)
    - Microonde in banda stretta (con o senza licenza)

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.4

## Reti wireless - classificazione

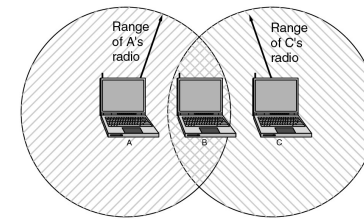


Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.5

## Reti wireless



Il campo di una stazione può non coprire tutto il sistema

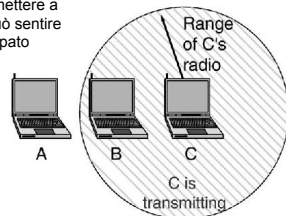
Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.6

## IEEE 802.11 - Protocollo MAC

A vuole trasmettere a B, ma non può sentire che B è occupato



Il problema della stazione nascosta

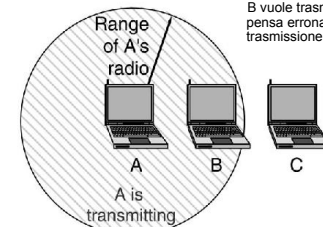
Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.7

## IEEE 802.11 - Protocollo MAC

B vuole trasmettere a C, ma pensa erroneamente che la trasmissione sia errata



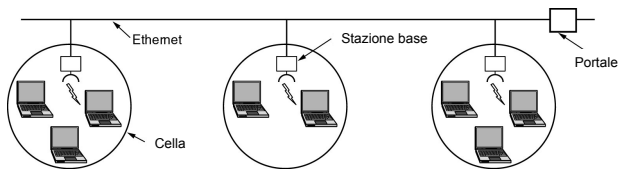
Il problema della stazione esposta

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.8

## Reti wireless



Una rete wireless 802.11 multicella

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.9

## Standard per reti WLAN - IEEE 802.11

- Standard IEEE 802.11 (1997): definisce per le WLAN
  - Pila di protocolli e livello **fisico**
  - Servizi
  - Protocollo del sottolivello **MAC**
  - Struttura del frame
- Chiamata *Wi-Fi*
- Tre diverse implementazioni del livello **fisico**
  - Infrarosso (Diffuse Infrared)
  - *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS)
  - *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.10

## Standard per reti WLAN - IEEE 802.11

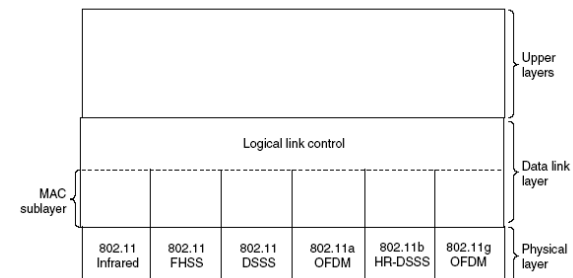
- Infrarosso (Diffuse Infrared)
  - trasmissioni a 800-950 nm e velocità di 1-2 Mbps
- *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS)
  - usa una banda ISM (*Industrial, scientific, and medical - bande libere*) da 2.4 GHz
  - 79 sottobande di 1 MHz
  - *Frequency Hopping*: la trasmissione salta ad intervalli temporali definiti (<400 ms) tre le frequenze in accordo ad una sequenza di numeri pseudocasuali nota
  - ad ogni istante la banda disponibile: 1 MHz
  - sicurezza e robustezza contro il multipath fading (interferenza da cammino multiplo) quando arriva il segnale riflesso la ricezione è già spostata su un altro canale
  - supporta standard da 1-2 Mbps
- *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)
  - il tempo di un bit è suddiviso in  $m$  intervalli temporali
  - il valore trasmesso combina in *or esclusivo* i bit dei dati (di durata  $T_b$ ) con una sequenza pseudocasuale o predefinita di bit (ciascuno di durata  $T_c = T_b/m$ ) detti chip
  - Standard: usa una banda ISM a 2.4 GHz
  - velocità di 1-2 Mbps e 14 canali di 5 MHz

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.11

## IEEE 802.11 pila di protocolli



Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.12

## IEEE 802.11 - servizi

### ■ Servizi

#### ■ BASIC SERVICE SET (BSS)

Per reti wireless con stazioni wireless fisse o mobili e una stazione base (ACCESS POINT - AP) opzionale.

- BSS con AP: infrastructure network
- BSS senza AP: ad-hoc network

#### ■ EXTENDED SERVICE SET (ESS)

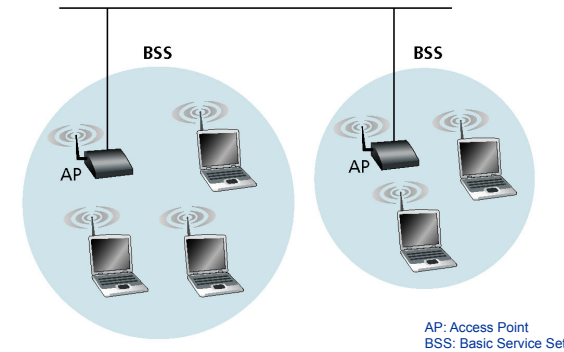
Per reti wireless con 2 o più BSS con AP

Le BSS sono connesse con un sistema di distribuzione (DS) che connette le AP delle BSS.

Solitamente DS è una wired LAN

Le stazioni sono fisse e mobili.

## IEEE 802.11 - architettura



## Standard per reti wireless LAN IEEE 802.11

■ WLAN 802.11: basata su una architettura cellulare

■ La cella, detta BSS (Basic Service Set), è un'insieme di stazioni

■ Le stazioni vengono controllate tramite una coordination function

### ■ Componenti 802.11

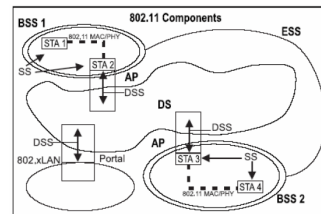
■ Stazione (STA): terminale con meccanismi di accesso al mezzo wireless e contatto radio con l'access point

■ Basic Service Set (BSS): gruppo di stazioni che utilizzano la stessa frequenza radio

■ Access Point (AP): stazione integrata nella WLAN e nel sistema di distribuzione

■ Portale: bridge ad altre reti (wired)

■ Distribution System (DS): rete di interconnessione per formare una rete logica (ESS: Extended Service Set) basata su diversi BSS



### ■ Servizi

■ Servizi di stazione (SS)

■ Servizi di distribuzione (DSS)

## Servizi per reti wireless LAN IEEE 802.11

### ■ Servizi

■ Servizi di stazione (SS) - interne alle celle

■ Servizi di distribuzione (DSS) - mobilità fra le celle

Servizi Stazione	Servizi di distribuzione
Autenticazione	Associazione (connessione alla AP)
Invaldimento (all'abbandono della cella)	Separazione (dalla AP - abbandono della cella)
Privacy	Riassociazione (spostamento tra celle)
Trasferimento dati	Distribuzione (intradamato)
	Integrazione (con altre reti, trasformazione del formato)

## IEEE 802.11 - Protocollo MAC

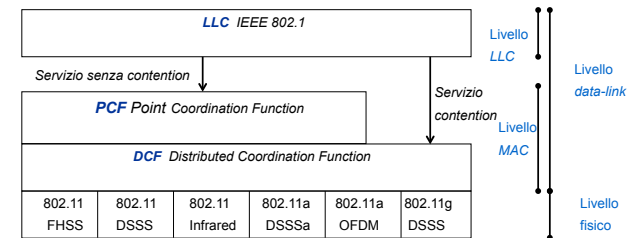
- Il livello MAC gestisce e mantiene le comunicazioni tra le STA, coordinando l'accesso al mezzo trasmissivo condiviso
- Lo strato MAC definisce due metodi d'accesso
  - DCF** Distributed Coordination Function (utilizzato)
  - PCF** Point Coordination Function
- DCF è **distribuito** sfrutta un meccanismo di accesso che si basa sul concetto di **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)
- PCF è **centralizzato**: prevede che un'entità logica detta Point Coordinator (PC), che risiede nell'AP della BSS, stabilisca istante per istante mediante un'operazione di *polling* quale STA sia autorizzata a trasmettere

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.17

## IEEE 802.11 - Protocollo MAC



Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.18

## CSMA/CA

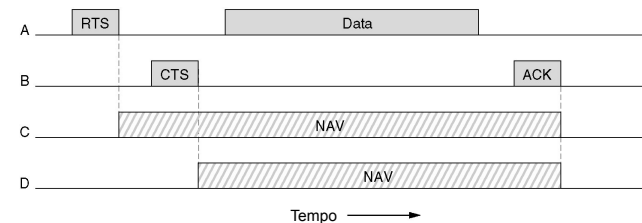
- Prenotazione esplicita del canale
- Sorgente**
  - Verifica** che il canale sia libero per un tempo specificato (**DIFS** - DCF InterFrame Spacing)
  - Se il canale è libero **invia RTS** (Request to Send)
  - Tale messaggio, più piccolo e meno costoso, contiene informazioni come: la sorgente, la destinazione, **tempo trasmissione** (invio dati + ricezione ACK).
- Destinazione**
  - Quando riceve RTS **controlla** se il canale è libero per un prefissato periodo di tempo (**SIFS** - Short InterFrame Spacing)
  - Se il canale è libero **invia** alla sorgente il messaggio **CTS** (Clear to Send)
  - Il CTS, come l' RTS, è poco costoso perché piccolo ed include le stesse informazioni dell' RTS
- Qualunque altra stazione che riceve un RTS o CTS **setta** il **NAV** (Network Allocation Vector) al valore del campo durata nel frame di dati, RTS o CTS
- Con l'invio di RTS e CTS si riduce l'overhead di collisione (costano meno di un intero pacchetto)
- In trasmissioni di brevi pacchetti si può omettere l'invio dei messaggi RTS/CTS

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.19

## CSMA/CA



L'uso dell'ascolto del canale virtuale con CSMA/CA

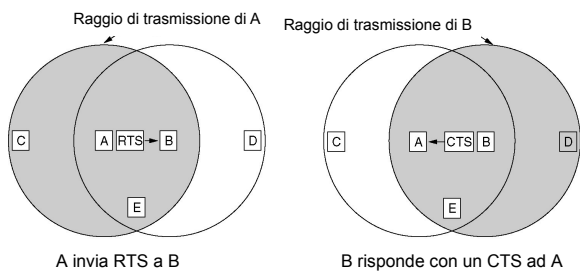
Es.: C nel raggio di A, D nel raggio di B e non di A

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.20

## CSMA/CA

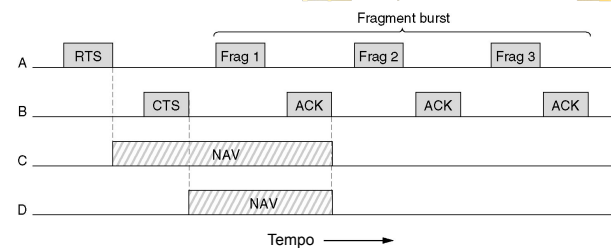


Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.21

## CSMA/CA



Un gruppo di frammenti

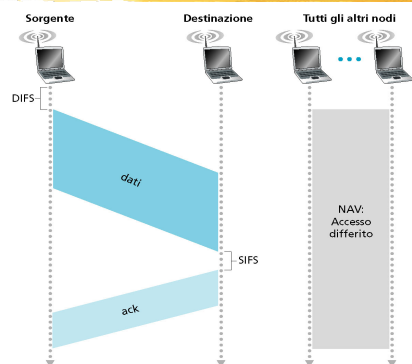
Le altre stazioni sono ferme fino all'ack

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.22

## Trasmissioni dati e ack

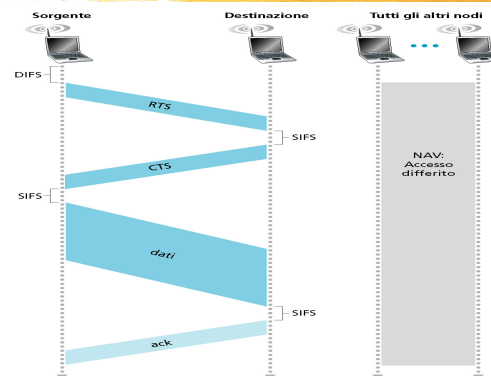


Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.23

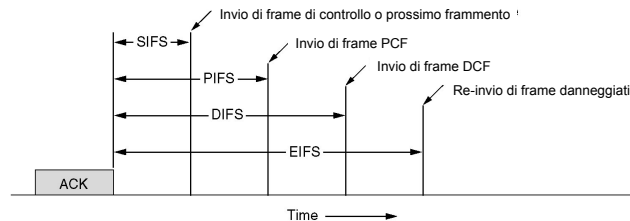
## Prevenzione delle collisioni



Reti Wireless

R7.24

## CSMA/CA



Intervalli di tempo fra i frame

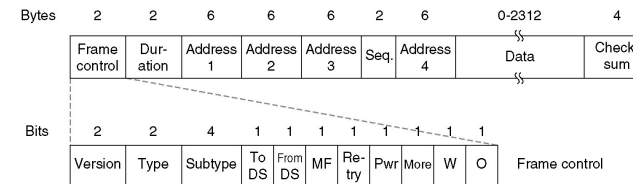
EIFS - *Extended InterFrame Spacing*

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.25

## IEEE 802.11 - Struttura del Frame



Sottotipo  
To/From DS  
MF  
Retry  
More  
Durata  
Indirizzi

es.: RTS, CTS  
da/per sistema di distribuzione fra celle  
*More Fragments*  
ritrasmissione di frame  
il mittente ha altri frame per il destinatario  
per quanto tempo il frame e l'ack occuperanno il canale  
mittente, destinatario e le due stazioni base di partenza e arrivo

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.26

## Roaming

- Processo che permette lo **spostamento** da una cella ad un'altra senza perdere la connessione.
- In 802.11: tecniche di base per gestire il roaming
  - Active scanning
  - Passive scanning
  - Processo di riassociazione

### Sincronizzazione

- Per poter comunicare le stazioni devono essere sincronizzate tra loro
- Ogni stazione aggiorna il clock in accordo con quello dell'AP
- L'AP periodicamente invia un messaggio (*Beacon Frames*) contenente il proprio clock
- Questi messaggi sono trasmessi in base alle regole del CSMA quindi potenzialmente ritardati

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.27

## QoS e Sicurezza in IEEE 802.11

- QoS:** lo standard IEEE 802.11 non affronta il supporto QoS a livello MAC
  - IEEE 802.11e - differenziazione del traffico (schemi a **priorità**), *enhanced DCF* (basato su contesa), *HCF* (accesso al canale controllato senza contesa)
- Sicurezza:** offre dei meccanismi di **privacy** (l'algoritmo **WEP**) e autenticazione (a sistema aperto e a chiave condivisa)
  - IEEE 802.11i - gestione dinamica delle chiavi WEP per mezzo del protocollo Tkip (Temporal Key Integrity Protocol), un nuovo meccanismo di **autenticazione** per mezzo dello standard 802.1x

Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.28

## IEEE 802.16 - Reti wireless a banda larga

- standard IEEE 802.16 *broadband wireless* (talora indicato come wireless MAN)
  - Indicazioni sullo strato fisico
  - Pila di protocolli
  - Protocollo del livello MAC
  - Formato del frame
- Principali differenze fra reti wireless LAN (802.11) e a banda larga (802.16)  
Le reti a banda larga sono caratterizzate da:
  - Servizio di connessioni fra edifici (non utenti mobili)
  - Molti utenti per cella
  - Maggiore qualità della comunicazione (banda, full duplex, velocità)
  - Maggiore protezione e riservatezza
  - Migliore gestione degli errori

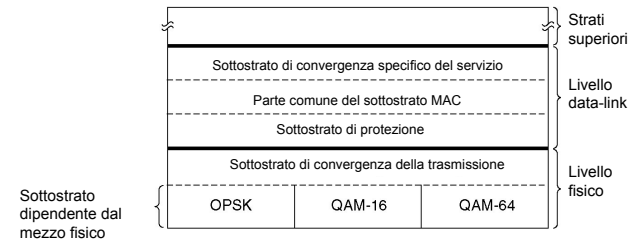
Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.29

## IEEE 802.16 - Reti wireless a banda larga

- Pila di protocolli



Reti Wireless

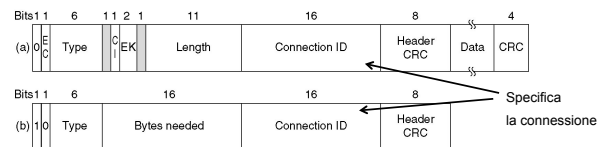
Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.30

## IEEE 802.16 - Reti wireless a banda larga

- Sottostrato MAC orientato alla connessione
- Tipi di servizi
  - Servizio *constant bit rate* es.: voce non compressa
  - Servizio *real-time variable bit rate* es.: dati multimediali compressi
  - Servizio *non-real-time variable bit rate* es.: dati pesanti non in tempo reale
  - Servizio *best efforts*

- Struttura di un frame (generico e di richiesta di banda)



Reti Wireless

Simonetta Balsamo - A.A. 2010

R7.31