



Introduzione alle reti wireless
Reti Avanzate, a.a. 2012/2013
Un. of Rome "La Sapienza"

Chiara Petrioli[†]

[†] *Department of Computer Science – University of Rome "Sapienza" – Italy*



- *Prof.ssa Chiara Petrioli*
- Ufficio:
 - Dip. di Informatica
 - Via Salaria 113
 - 3° piano
 - stanza 311
- Tel: 06 4991 8354
- E-mail: petrioli@di.uniroma1.it
- SENSES lab web page: http://reti.dsi.uniroma1.it/SENSES_lab/index.html
- Personal web page: <http://reti.dsi.uniroma1.it/eng/petrioli/chiara-petrioli.html>
- Web page del corso: <http://twiki.di.uniroma1.it> , laurea magistrale, sistemi wireless
- Orario di ricevimento:
 - a valle delle lezioni + su appuntamento



- Fornirvi conoscenze sulla tecnologia ed i protocolli utilizzati nelle

Reti Wireless



Ma soprattutto:

- Insegnarvi a ragionare sui problemi delle reti radio mobili;
- Comprendere quali siano alcune delle più importanti problematiche che debbono essere affrontate per sviluppare i sistemi di prossima generazione;
- Studiare alcune delle soluzioni in corso di definizione nella comunità scientifica;
- Insegnarvi le metodologie con cui si sviluppano e ottimizzano i sistemi radio
- Prerequisiti: calcolo delle probabilità + Reti degli elaboratori



Le reti wireless sono una realtà sempre più complessa e pervasiva..

WiFi

Std: IEEE 802.11

Mesh networks

Internet

Sensor

web

Std: GSM/GPRS/
EDGE/UMTS/LTE

Reti cellulari

Reti di sensori

Std: IEEE 802.15.4

IETF ROLL

Wimax

Std: IEEE 802.16

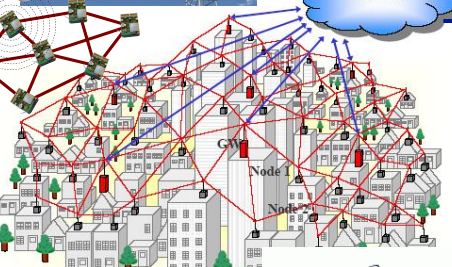
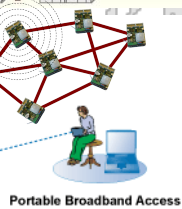
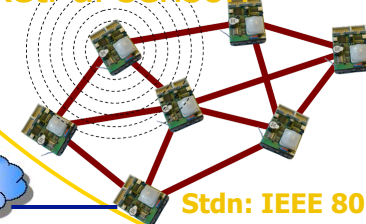
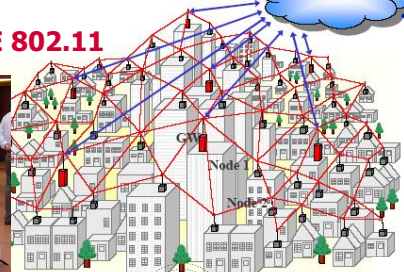
VANET

Std: IEEE 802.11p

Personal Area

Network

Std: IEEE 802.15.1/
IEEE 802.15.3





Le reti wireless una realtà sempre più complessa e pervasiva...

WiFi

Std: IEEE 802.11

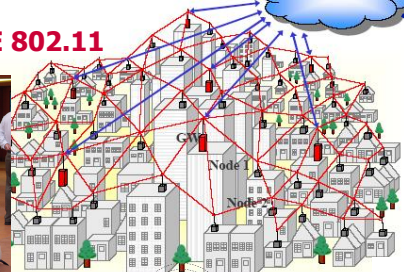
Mesh networks

Internet

Std: GSM/GPRS/

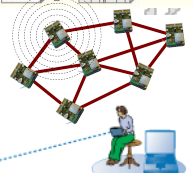
Sensor web

2.15.4 L



Business Access & Backhaul

802.16-2004



Portable Broadband Access



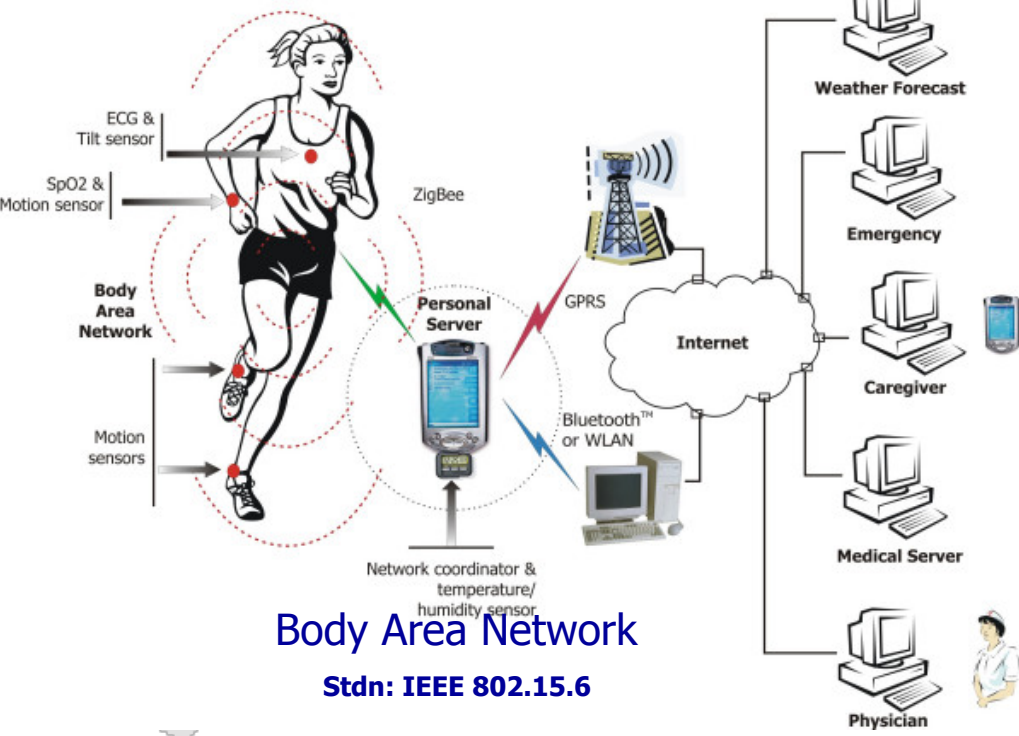
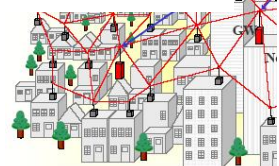
Consumer Broadband Access



Hotspot Backhaul

Wimax

Std: IEEE 802.16



Body Area Network

Std: IEEE 802.15.6



Le reti wireless una realtà sempre più complessa e pervasiva...

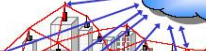
WiFi

Mesh networks

Internet

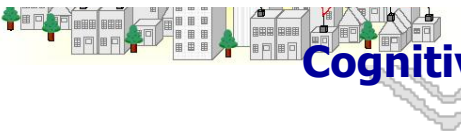
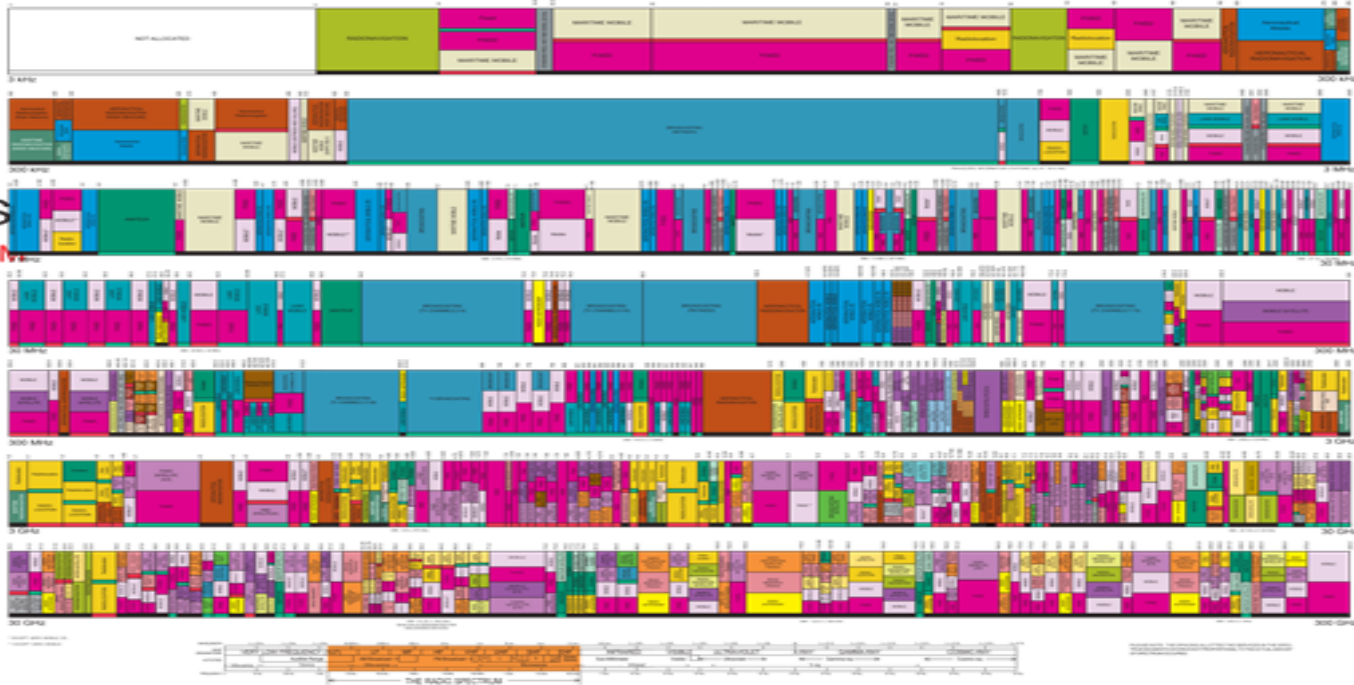
progetto SENDORA

Std: IEEE 802.11



Sensor
web

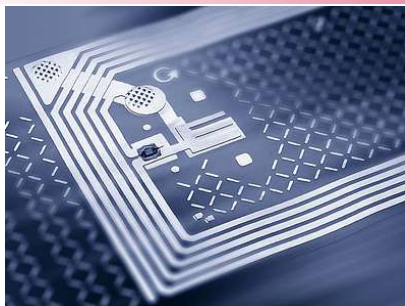
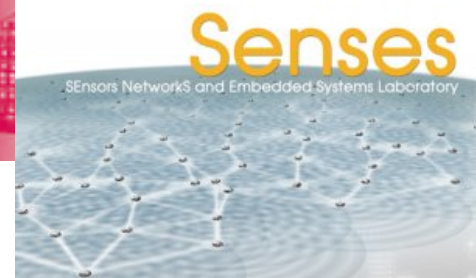
UNITED STATES FREQUENCY ALLOCATIONS THE RADIO SPECTRUM



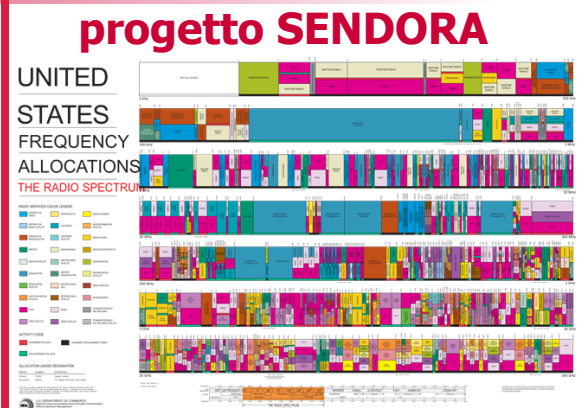
Cognitive networks



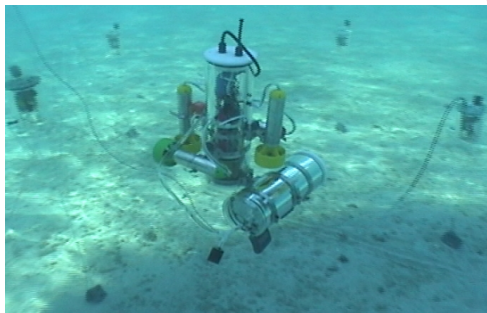
Std: IEEE 802.15.1/
IEEE 802.15.3



Protocolli anticollisione per RFID

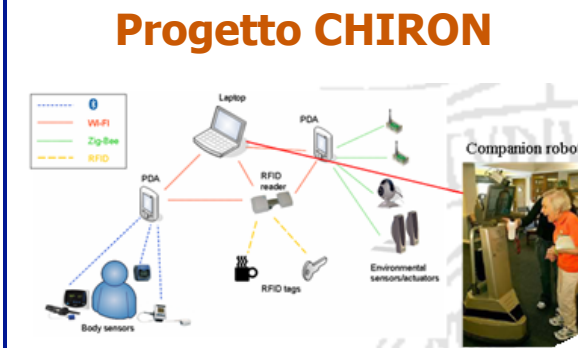
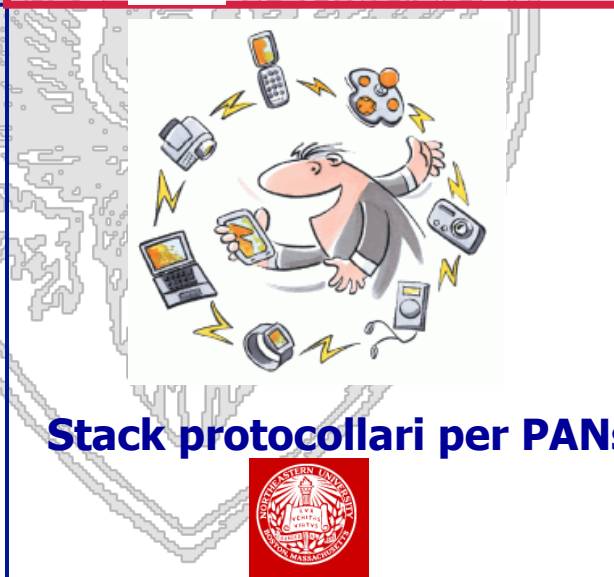


Cognitive networks



Stack protocollari per reti di sensori/attuatori sottomarine

MIT



Sistemi di assisted living





Insegnarvi a progettare, analizzare e realizzare sistemi per reti radiomobili

- **Tramite due corsi**
 - **Sistemi wireless**
 - **Reti avanzate**
- che insieme**
 - **coprono le principali tecnologie wireless esistenti**
 - **presentano alcuni problemi aperti attualmente allo studio da parte della comunità scientifica**
 - **introducono alla metodologie utilizzate per la progettazione e valutazione prestazionale di soluzioni per reti wireless.**
 - **valutazione prestazionale mediante modelli analitici**
 - **simulazione di rete**
 - **implementazione su prototipi e testing**



Reti Avanzate Sistemi Wireless

- **Presenta gli standard per**
 - Reti cellulari
 - Reti WiFi
 - Mesh Networks e VANET
 - Cognitive networks e dynamic spectrum allocation
 - [Wimax]
- **Tratta aspetti di progettazione di tali reti quali la pianificazione delle reti cellulari**
- **Insegna metodologie per l'analisi di sistemi radio**
 - Valutazione delle prestazioni applicata alla modellizzazione di sistemi radio
- **Focus più sui sistemi embedded**
- **Studiare alcune delle soluzioni allo studio da parte della comunità scientifica relative a**
 - Internet of Things (reti di sensori e attuatori, RFID)
 - Cyber Physical Systems
- **Insegnarvi le metodologie con cui si sviluppano e ottimizzano i sistemi radio**
 - Elementi di simulazione
 - Implementazione di protocolli su sistemi embedded



- **Programma del corso**
 - Introduzione alle reti radio mobili;
 - Elementi di propagazione del segnale sul canale radio;
 - Elementi di pianificazione di reti cellulari;
 - Reti cellulari: GSM.
 - Reti WLAN e Mesh Networks; Estensioni delle WLAN per VANET.
 - Coesistenza tra diverse tecnologie (licensed e unlicensed): cognitive networking.
 - Dalla tecnologie abilitanti alle applicazioni: uso delle tecnologie viste e di tecnologie Internet of Things per costruire sistemi automatici di monitoraggio e controllo in una smart(er) city.
 - Esperienza in laboratorio
 - Valutazione delle prestazioni



- Introduzione alle reti radio mobili

Testo: P.M.Shankar 'Introduction to Wireless Systems', Wiley 2002, cap. 2 e 4

- Sistemi cellulari: GSM (cenni a GPRS/UMTS), LTE

Testo di consultazione: Bertazioli, Favalli 'GSM-GPRS' seconda edizione, Hoepli informatica 2002, cap 5-11.

- Reti WiFi

Testo di consultazione: M. Ghasst "802.11. Wireless Networks" 2nd.edition, O'Reilly 2005.

- Capitoli dei libri consigliati
- Lucidi del corso (per alcune lezioni) /appunti del corso
- Articoli di approfondimento indicati durante il corso (alcuni argomenti trattati solo sugli articoli) **→ fortemente consigliato seguire**
- Informazioni aggiornate saranno disponibili sul sito web. Consultatelo frequentemente



- Modalità d'esame standard
 - Due esoneri (sulle varie parti del programma) o uno scritto su tutto il programma
- OPPURE
- Primo esonero e progetto o tesina di approfondimento su temi relativi alla seconda parte del programma



- Possibilità di collaborazioni con il SENSES lab / la spinoff universitaria WSENSE S.r.l
- Ambiente di collaborazione internazionale
 - In questi mesi sono in visita presso il nostro gruppo:
 - ✓ Mihaela van der Schaar, UCLA
 - ✓ Stefano Basagni, Northeastern University
 - Vari seminari con esperti internazionali in visita
- ACM Sensys 2013 a Roma a Novembre
 - Possibilità di competere per una borsa per partecipare alla conferenza

- L' unica differenza sembra consistere nel mezzo trasmissivo radio:
 - Le particolari caratteristiche del mezzo hanno un grosso impatto sulle caratteristiche del sistema
 - le reti wireless consentono agli utenti di muoversi e gestiscono automaticamente la loro mobilità
- Perché usiamo la comunicazione wireless se è più complesso progettare tali sistemi?
 - il cablaggio e l' infrastruttura di rete costano
 - la usability e realizzabilità di alcuni sistemi non consentono reti cablate

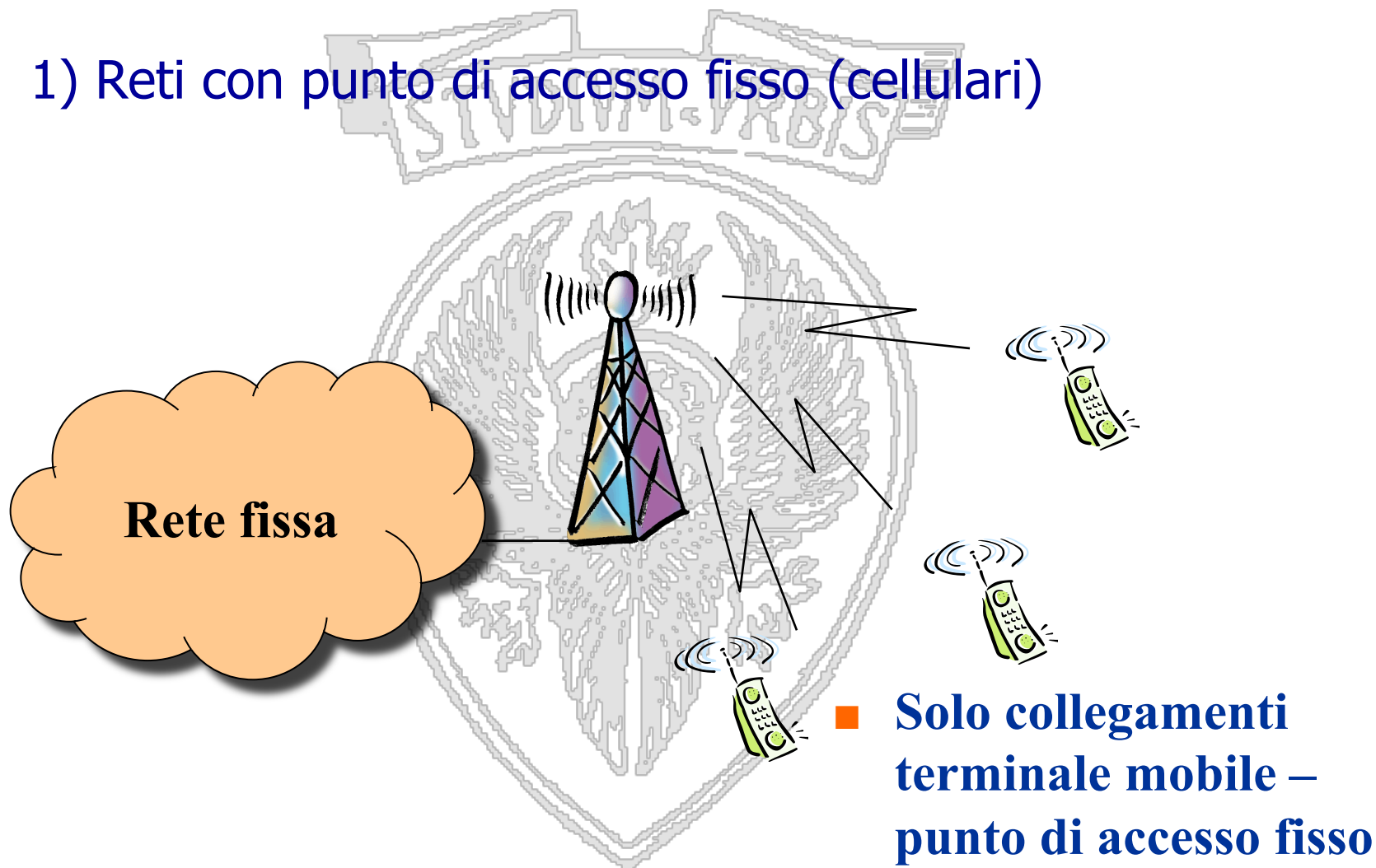
Meglio wireless o wired?



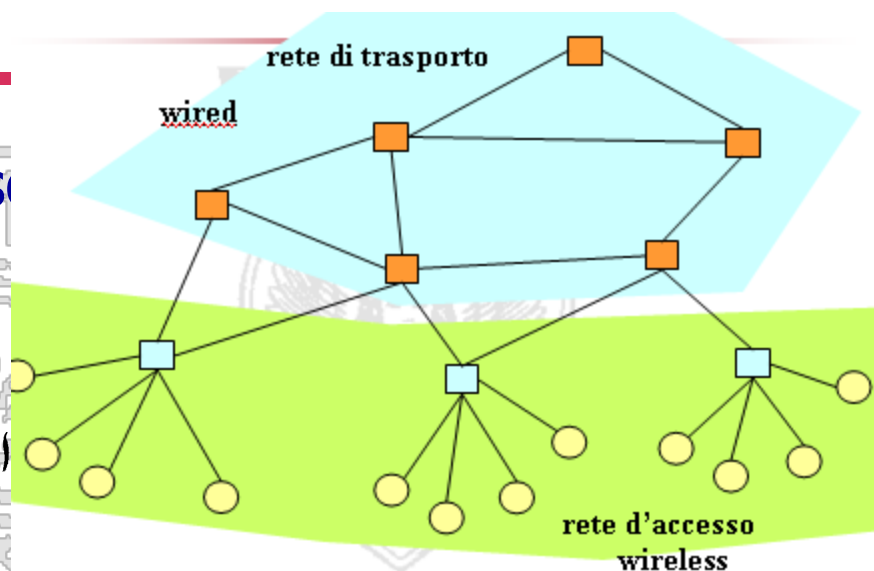


- Il mezzo radio è un mezzo intrinsecamente broadcast (la trasmissione di un terminale è ascoltata da tutti gli altri terminali nel raggio trasmissivo)
 - Problematiche di sicurezza
- Il mezzo radio è un mezzo condiviso
 - necessità di protocolli di Medium Access Control (MAC)
 - Risorse limitate
- Probabilità di errore nella trasmissione elevata
- Mobilità dei nodi rende più difficile la progettazione di protocolli
- Dispositivi portatili fanno affidamento su sorgenti di energia esterne (batterie) per comunicare
 - necessità di protocolli a basso consumo energetico
 - sviluppo di hardware innovativo per energy harvesting e energy scavenging (nel caso di tecnologie e applicazioni dove è fondamentale che il sistema possa operare autonomamente per lunghi periodi di tempo)

- 1) Reti con punto di accesso fisso (cellulari)

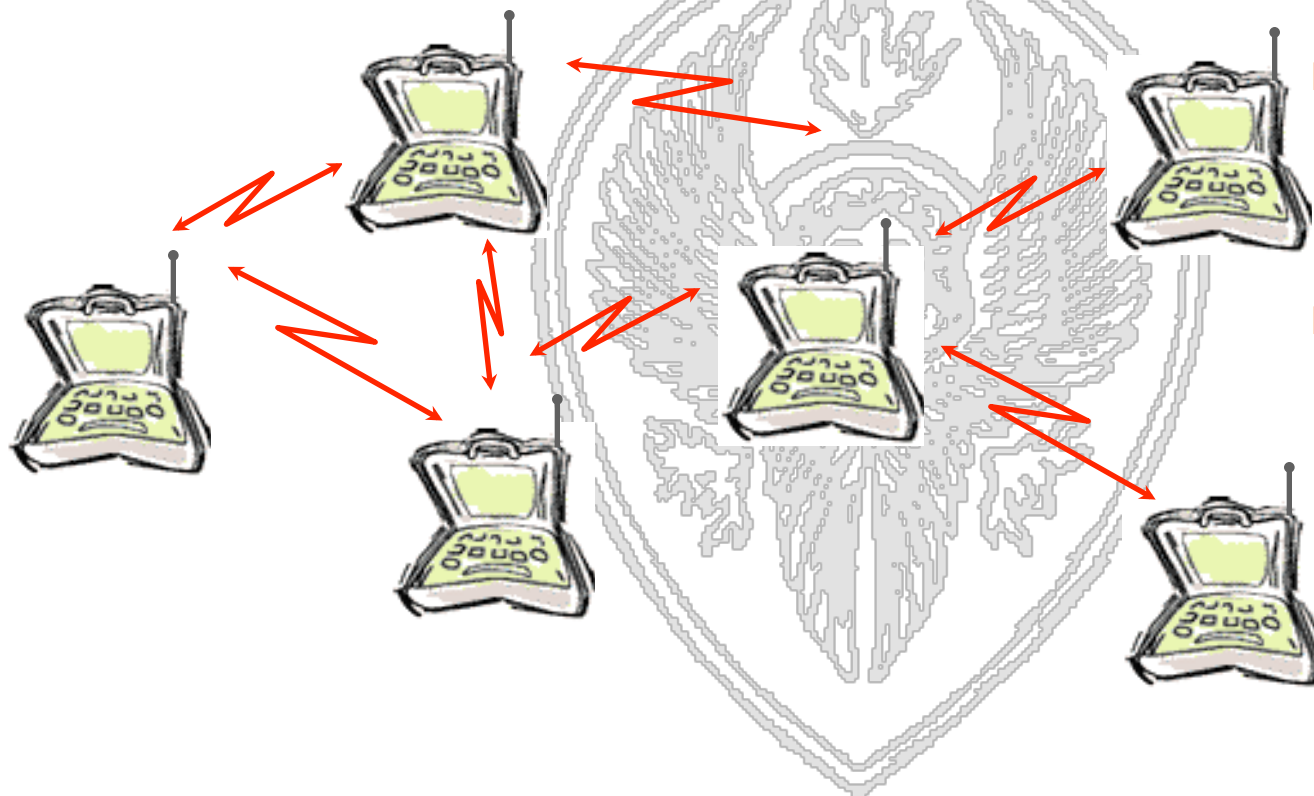


- 1) Reti con punto di accesso



- Solo collegamenti terminale mobile – punto di accesso fisso

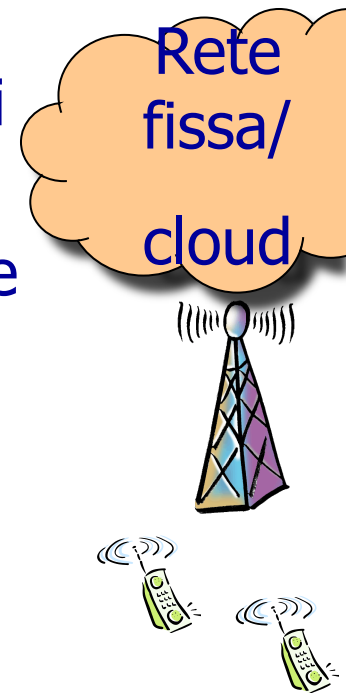
- 2) Reti wireless ad-hoc (es. Wireless LAN, reti di sensori)



- Anche collegamenti mobile- mobile
- nella modalità multi-hop i mobile hanno funzionalità di inoltro dei pacchetti



- Lo scopo primario di un sistema radiomobile è di rendere possibile una connessione "anytime, anywhere" (collegamento tra utenti mobili, tra utenti mobili e rete fissa)
- Il mercato ha avuto un forte sviluppo negli anni '80 e la domanda è ancora in rapida ascesa.
 - con caratteristiche dell'accesso (terminali) e del traffico cambiate negli ultimi 3-4 anni in modo radicale
 - ✓ Challenges:
 - Spettro delle frequenze/capacità della rete
 - Coesistenza tra tecnologie diverse
 - Inquinamento elettromagnetico e consumi energetici
 - QoS support





- Capacità
 - possibilità di servire molti utenti
- Copertura
 - garantire un livello di segnale accettabile a un vasto territorio
- Qualità
 - garantire parametri di qualità di comunicazione simili a quelli delle reti fisse
- Flessibilità
 - possibilità di accedere ai servizi di rete fissa
 - interoperabilità con sistemi "concorrenti"



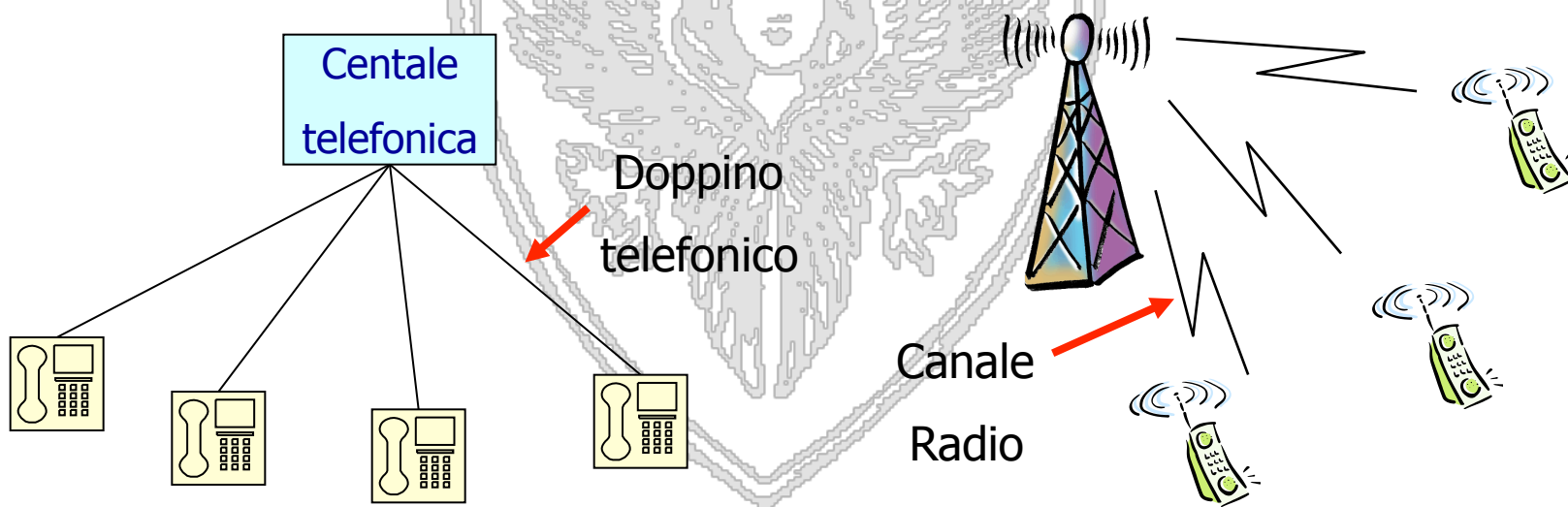
- Scarse risorse radio (banda limitata)
- Probabilità di errori nella trasmissione elevati
- Gestione della mobilità degli utenti
- Estrema variabilità del traffico
- Condivisione delle risorse tra gli utenti
- Consumo energetico deve essere limitato
-

- Cosa c'è di diverso in una rete cellulare che offre un servizio di telefonia (mobile)?

- Rete d'accesso

- canale wireless
- mezzo trasmissivo condiviso e non dedicato

Mezzo radio ha banda limitata ed è condiviso tra più utenti

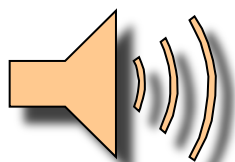




- Cosa c'è di diverso in una rete cellulare che offre un servizio di telefonia (mobile)? SOLUZIONI

- Codifica della voce
 - per risparmiare risorse radio si abbandona il vecchio PCM a 64 Kbit/s e si passa a codificatori a bassa velocità
- Codifiche immagini/video

13 kb/s (GSM)

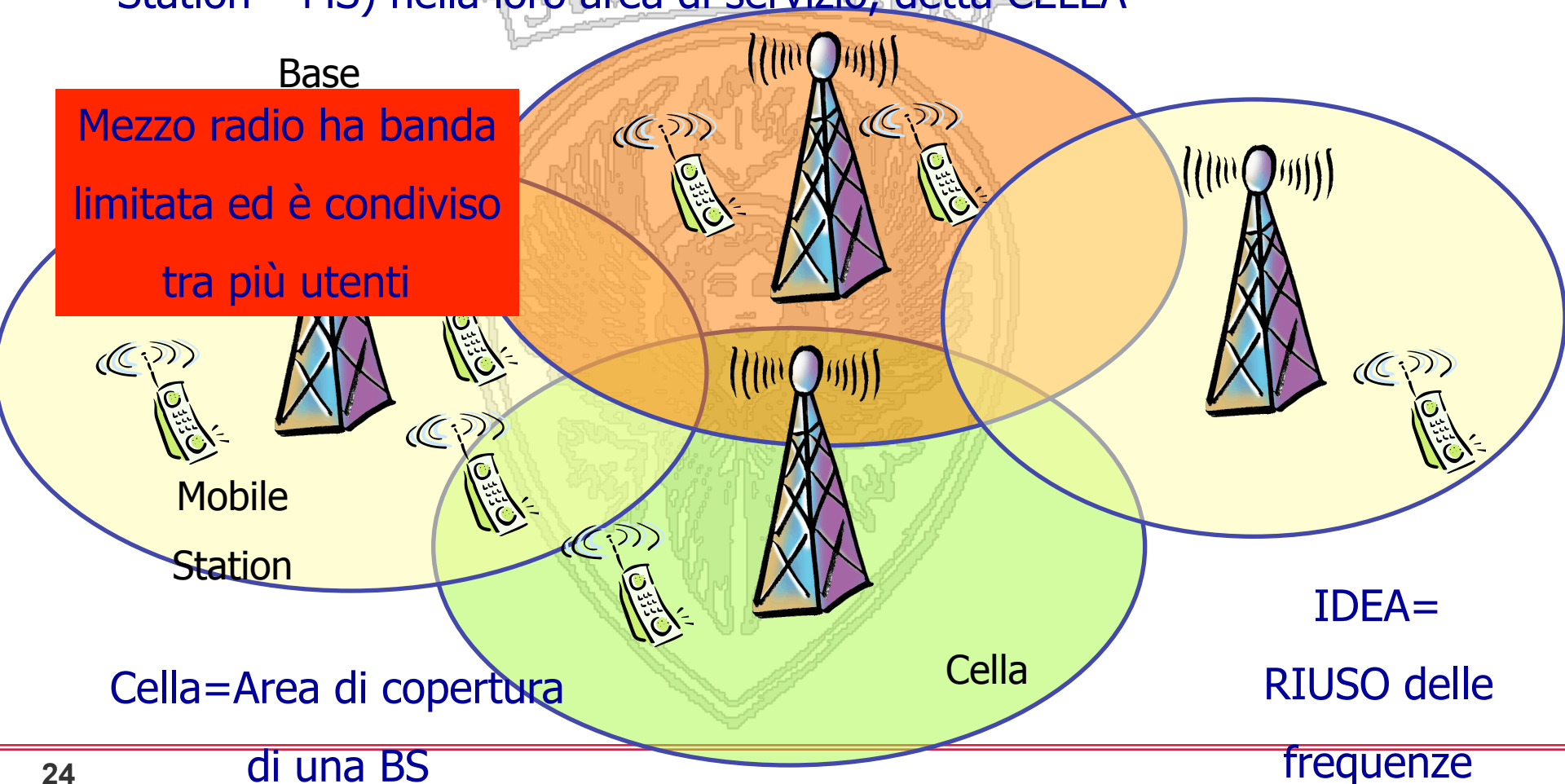


Codifica di
sorgente

Codifica della voce

Mezzo radio ha banda
limitata ed è condiviso
tra più utenti

- La copertura del territorio è ottenuta con stazioni radio base (base station – BS) che offrono accesso radio ai terminali mobili (Mobile Station – MS) nella loro area di servizio, detta CELLA

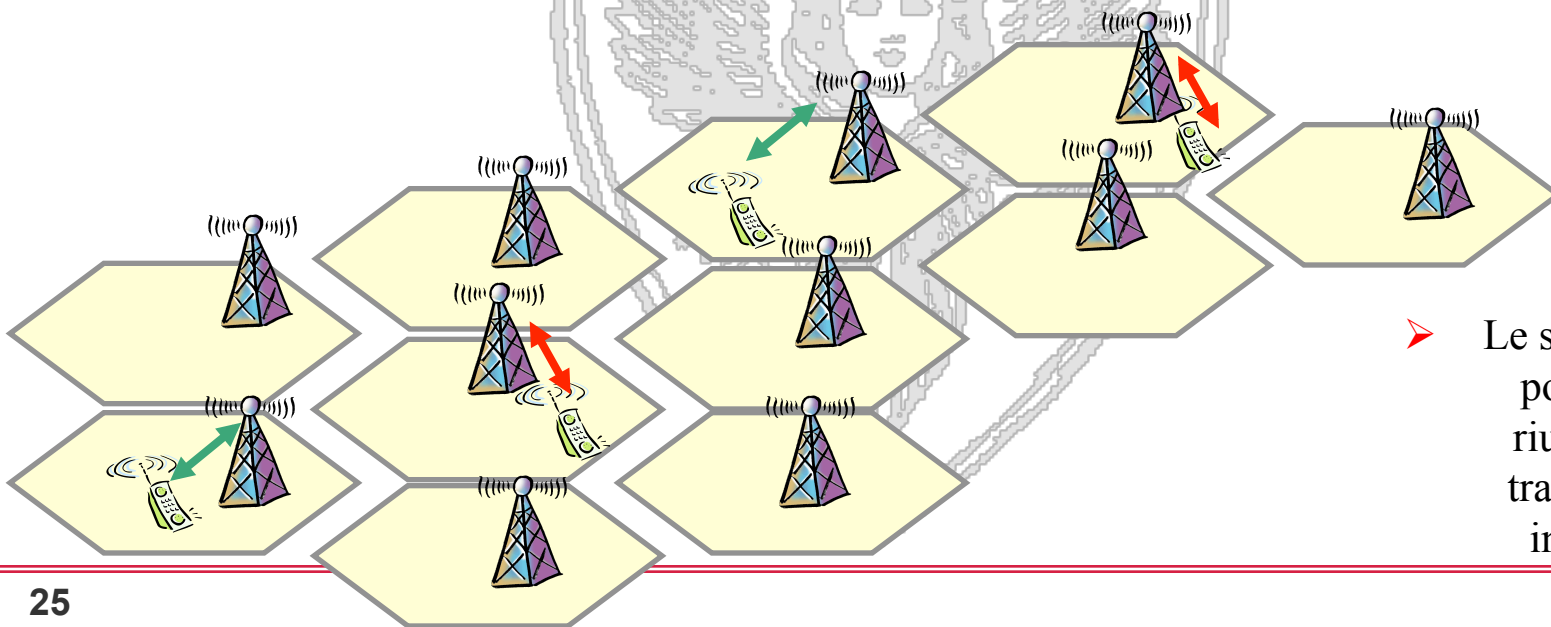


- Cosa c'è di diverso in una rete cellulare che offre un servizio di telefonia (mobile)?

- Scarsità delle risorse (mezzo condiviso)

- Riutilizzo delle risorse (esempio: concetto di riutilizzo delle frequenze)

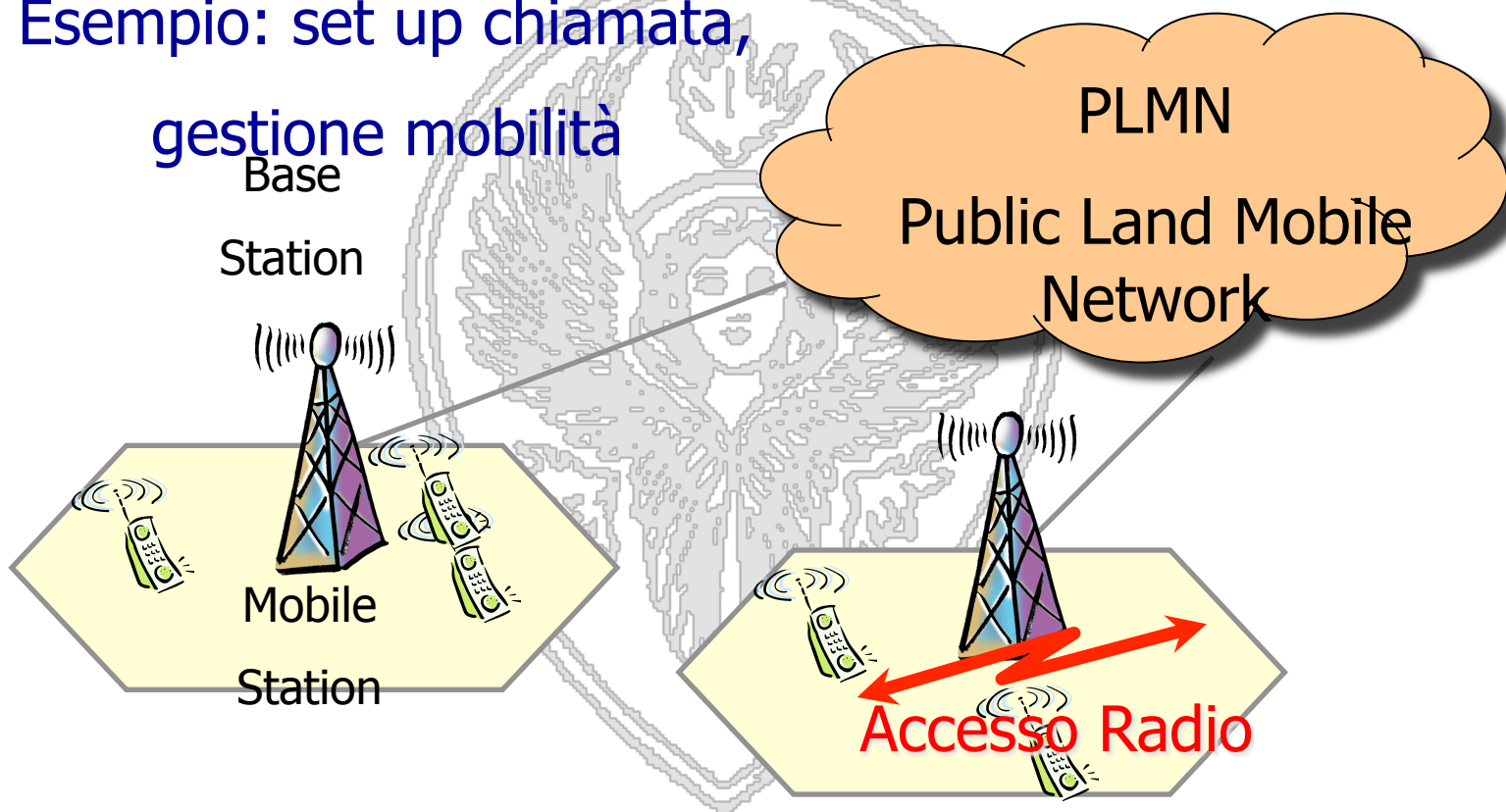
- Ammissione delle chiamate solo se sufficienti risorse



➤ Le stesse frequenze possono essere riutilizzate se le trasmissioni non interferiscono

- La rete cellulare è costituita anche da una parte "fissa" che gestisce tutti i servizi di comunicazione e la mobilità degli utenti

Esempio: set up chiamata,
gestione mobilità





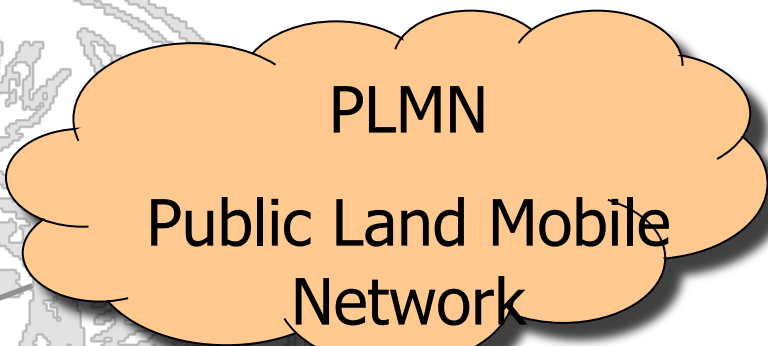
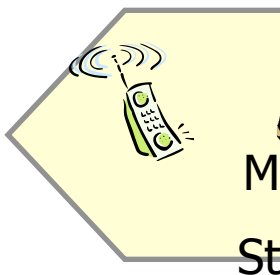
- La rete cellulare è costituita anche da una parte "fissa" che gestisce tutti i servizi di comunicazione e la mobilità degli utenti

Esempio: set up chiamata,

gestione mobilità

Base

Station



Come faccio a sapere dove si trova un utente (e quindi come istradare una chiamata verso di lui?)

Come faccio a mantenere attiva una chiamata nel caso in cui il movimento di un utente in

Conversazione gli faccia cambiare cella?



- La rete cellulare è costituita anche da una parte "fissa" che gestisce tutti i servizi di comunicazione e la mobilità degli utenti

Esempio: set up chiamata,

gestione mobilità

Base

PLMN

Public Land Mobile

- Un messaggio inviato può essere ascoltato da tutti i dispositivi nel raggio trasmissivo del sender
- Problematiche di sicurezza:
 - autenticazione (l'utente che accede al servizio ha il diritto di farlo?)
 - cifatura (per proteggere la confidenzialità dei dati trasmessi)

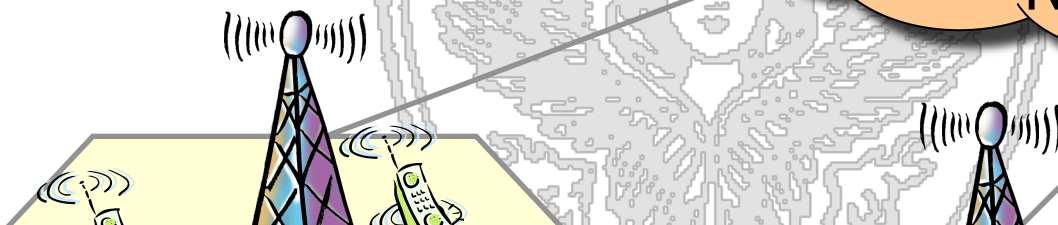
- La rete cellulare è costituita anche da una parte "fissa" che gestisce tutti i servizi di comunicazione e la mobilità degli utenti

Esempio: set up chiamata,

gestione mobilità

Base

Station

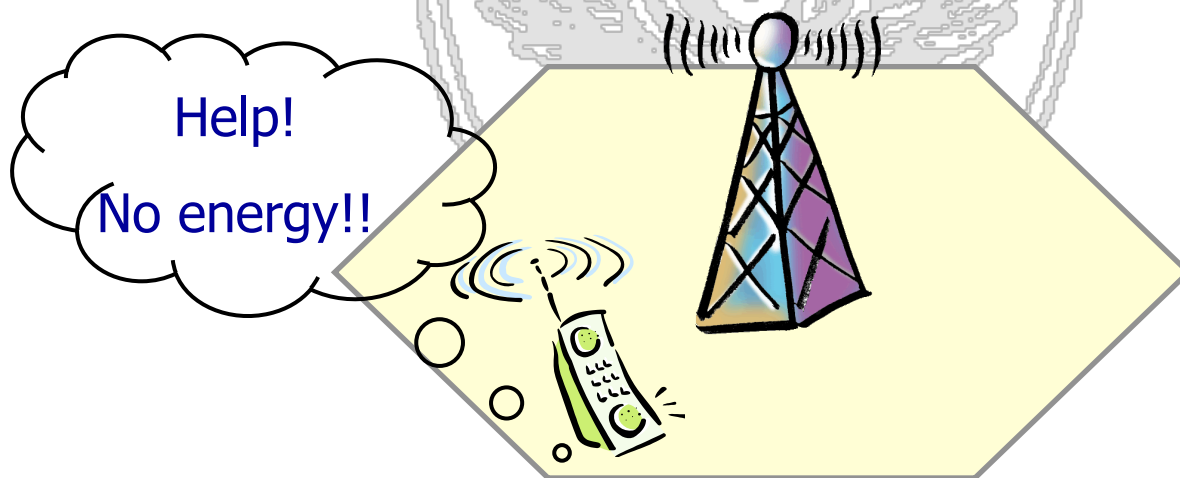


Come si allocano le risorse per una chiamata?

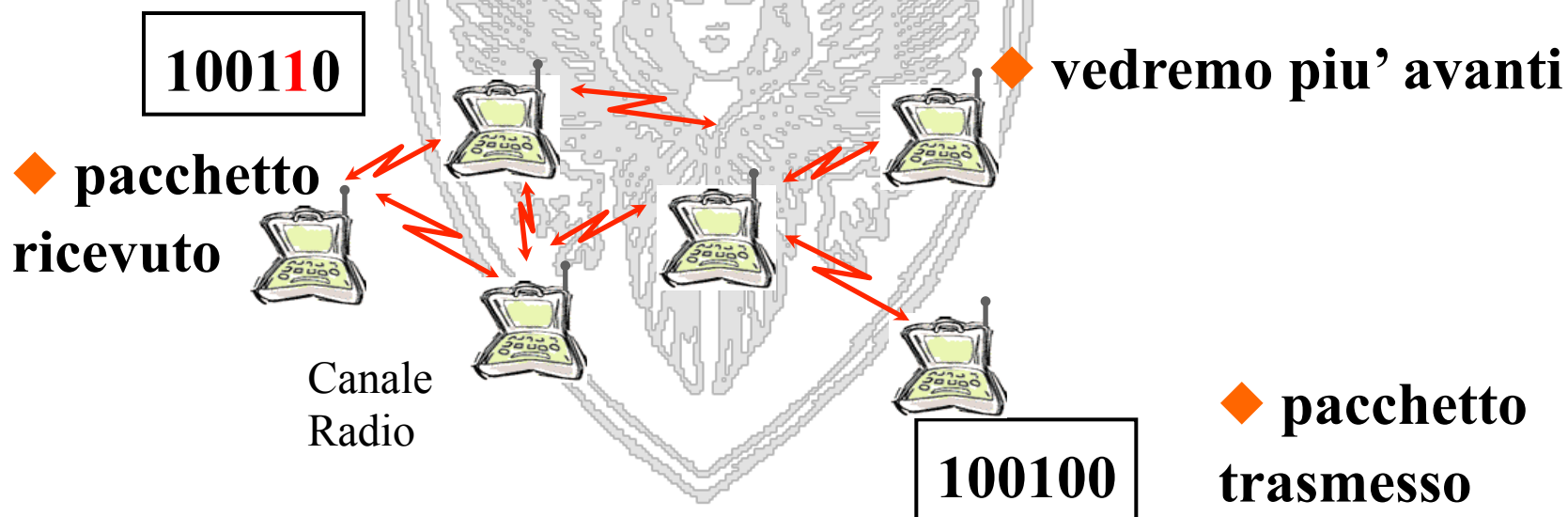
Come si decide quale chiamata deve essere accettata e quale rifiutata nel caso di risorse radio limitate?

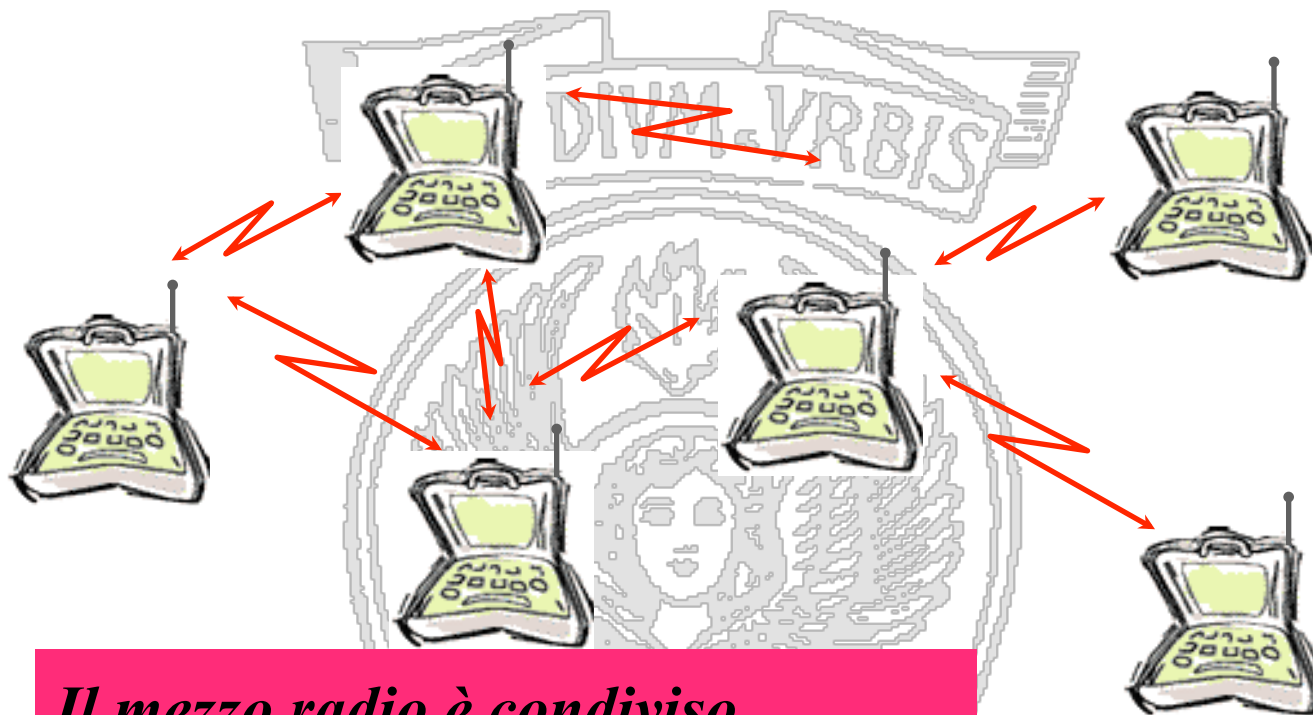
- Cosa c'è di diverso in una rete cellulare che offre un servizio di telefonia (mobile)?

- Dispositivi portatili hanno bisogno di far affidamento su risorse di energia esterne (ad esempio batterie) per il loro funzionamento
 - Necessario minimizzare il consumo energetico (soprattutto dell'interfaccia radio ← necessario per tx/rx pacchetti)

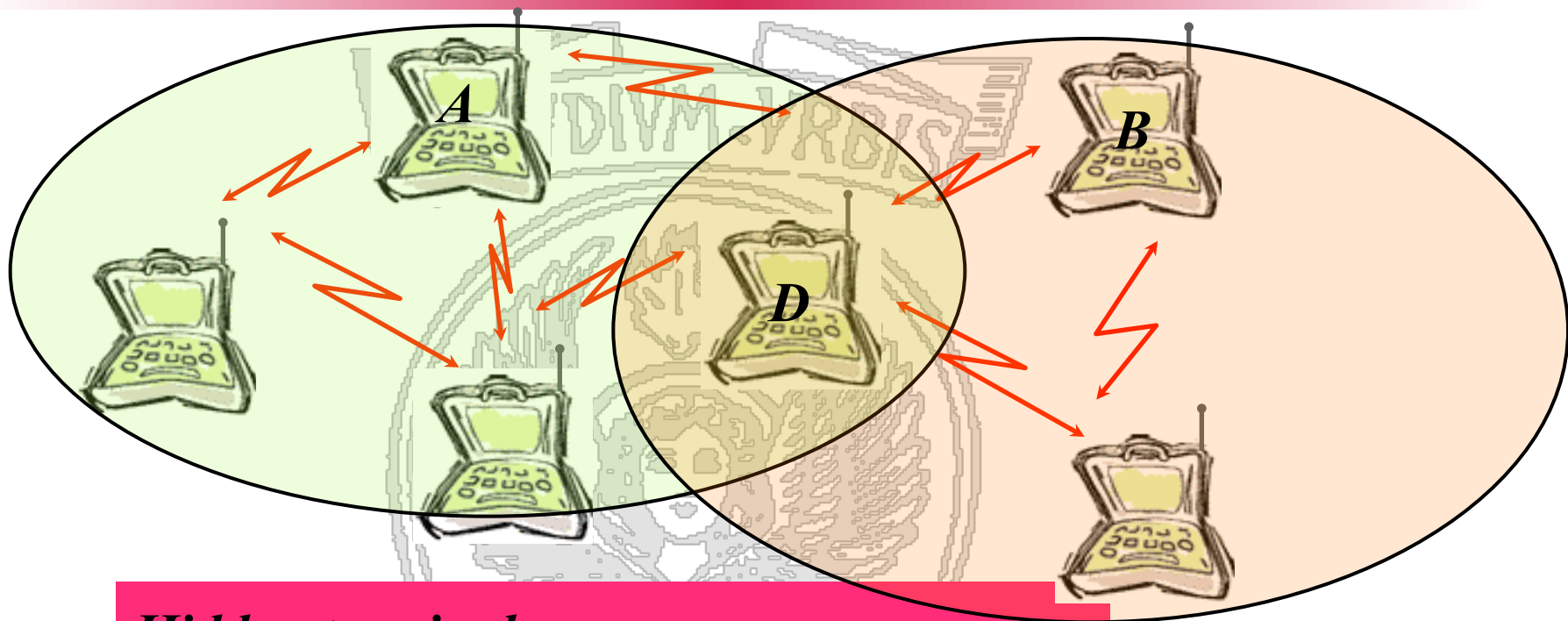


- **Errori frequenti nella trasmissione**
 - **Attenuazione, riflessione, rifrazione, diffrazione del segnale**
 - **multipath fading**



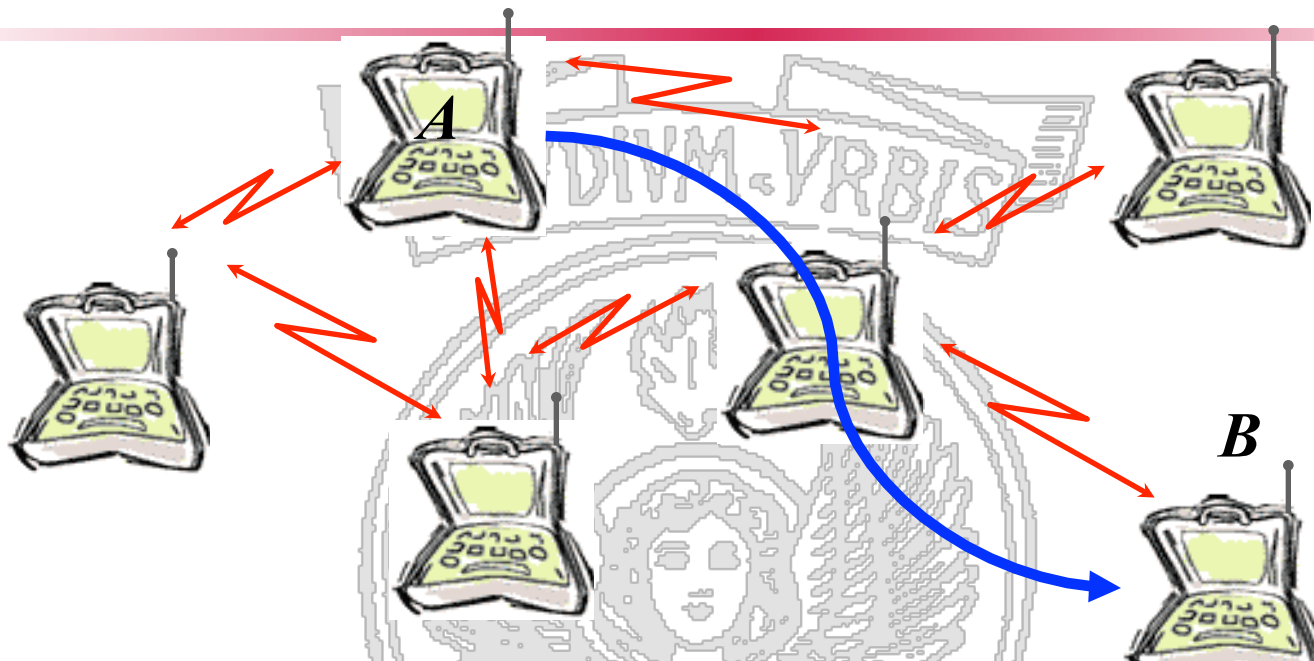


*Il mezzo radio è condiviso
→ necessità di protocolli di
medium access control*



Hidden terminal

Se A e B trasmettono un pacchetto si verifica una collisione in D di cui né A né B possono accorgersi direttamente

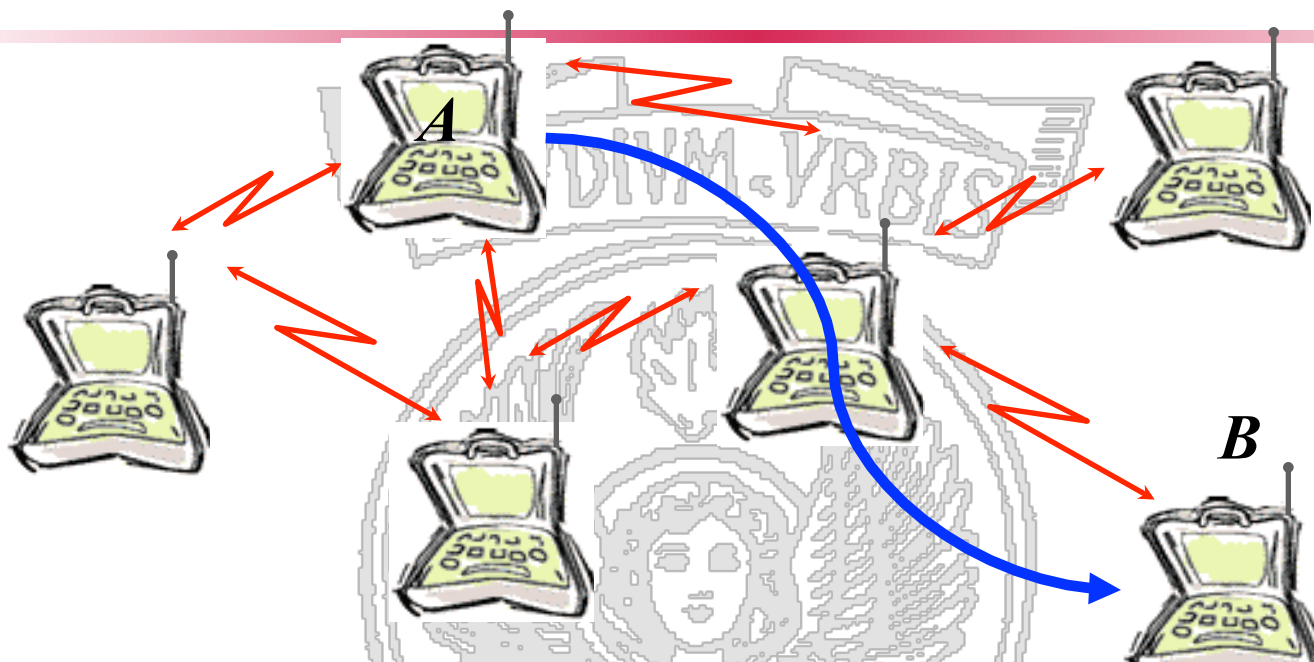


Il routing e' reso complesso dalla mobilità e dalla necessità di tener conto anche di fattori quali le risorse dei nodi

Come si istradano i pacchetti da A a B (routing?)



Routing



Il routing e' reso complesso dalla mobilità e dalla necessità di tener conto anche di fattori quali le risorse dei nodi

Come si istradano i pacchetti da A a B (routing?)

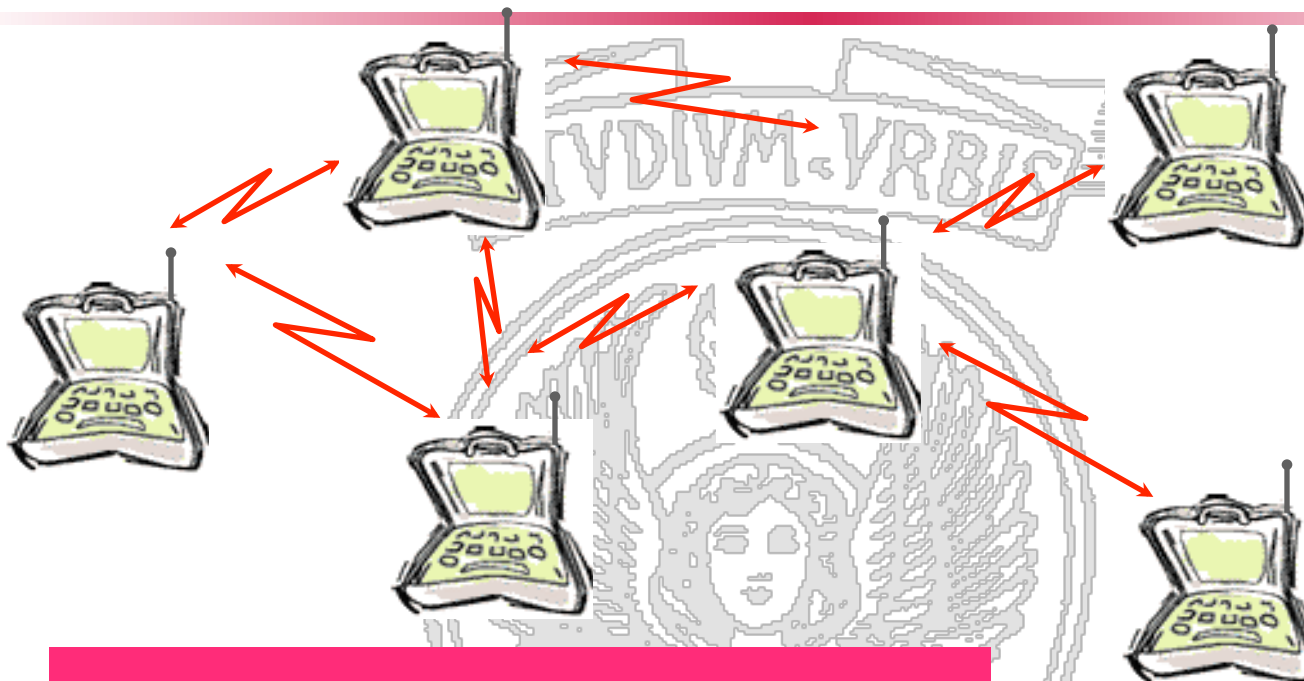
Come gestiamo il route maintenance nel caso Di mobilità (anche elevata dei nodi ?)



Problematiche nelle reti ad hoc



Non sorprende che il comitato di standardizzazione delle reti ad hoc. Il gruppo MANET dell'IETF si occupi essenzialmente di routing! (uno degli aspetti più importanti e peculiari delle reti ad hoc)



Scelte che possono minimizzare il consumo energetico a tutti i livelli Dello stack protocollare: controllo di potenza, MAC, data link, routing, trasporto

Come istradare i pacchetti minimizzando il consumo energetico, tenendo conto delle diverse energie residue dei nodi