

Tutorial: il sistema DVB-H Bologna 23 novembre 2005

- 10:00 Panoramica del sistema (Paolo Grazioso)
 - Cos'è il DVB-H
 - Schema a blocchi di un ricevitore DVB-H
 - Il DVB-H all'interno di una rete TV digitale
- 10:30 Il livello fisico dello standard DVB-H (Maria Missiroli)
 - La struttura del segnale
 - La modulazione
 - I parametri di trasmissione
- 11:00 Coffee Break
- 11:30 Le caratteristiche specifiche del DVB-H (Maria Missiroli)
 - Time-slicing
 - MPE-FEC
 - 4k-mode
 - In-depth interleavers
 - Handover
- 12:00 Le architetture di rete (Maria Missiroli)
 - Reti MFN e SFN
 - Vantaggi e svantaggi
 - Quali soluzioni di rete rispetto al DVB-T
- 12:30 Le problematiche di copertura (Alessandro Varini)
 - Cosa cambia nella ricezione del segnale
 - Le problematiche indoor
 - La ricezione in mobilità
 - I modelli che si possono utilizzare



Lo standard DVB-H: Panoramica del sistema

Paolo Grazioso
Fondazione Ugo Bordonì

Tutorial: sistema DVB-H
Bologna, 23 novembre 2005



Schema della presentazione



- Che cosa è il DVB-H
 - Motivazioni per la nascita dello standard DVB-H
 - Introduzione allo standard DVB-H
 - Opportunità di mercato per i fornitori di servizi

- Schema a blocchi di un ricevitore DVB-H

- Il DVB-H all'interno di una rete TV digitale

Schema della presentazione



- Che cosa è il DVB-H
 - Motivazioni per la nascita dello standard DVB-H
 - Introduzione allo standard DVB-H
 - Opportunità di mercato per i fornitori di servizi

- Schema a blocchi di un ricevitore DVB-H

- Il DVB-H all'interno di una rete TV digitale

Motivazioni dello standard DVB-H
(ETSI EN 302 304 "Digital Video Broadcasting (DVB);
Transmission System for Handheld Terminals (DVB H)")

Esigenza di fornire servizi multimediali di distribuzione
(notiziari, streaming video & audio, ecc.) a terminali portatili

La TV è il più diffuso fra i
mass media...

I telefoni cellulari sono ormai
apparati "domestici"...

...ma anche l'unico che
ancora non è mobile

...ma il loro utilizzo
sarebbe troppo costoso

DVB-H realizza la
convergenza



Evoluzione dello standard DVB verso la
TV mobile

- Il DVB-T può funzionare anche con ricevitori in movimento, ma la sua applicazione a terminali portatili non è fattibile in pratica, in particolare per l'elevato consumo della batteria.
- Non prevede il supporto dell'handover quando un terminale si sposta da una cella di copertura ad un'altra

Pertanto si è deciso di definire un'evoluzione del DVB-T pensata appositamente per terminali mobili di tipo palmare (handheld): lo standard DVB-H.



Principali requisiti dello standard DVB-H

- Garantire un **servizio universale**: accesso ai servizi multimediali a banda larga "in ogni momento, in ogni luogo"
 - **Handover**: mantenimento del servizio quando l'utente si muove da una cella ad un'altra
 - **Copertura, flessibilità e scalabilità**, in diversi scenari ricettivi: al coperto, all'aperto, sulla strada o a bordo di un veicolo (velocità 0÷100 m/s!)
 - Elevata resistenza ai disturbi
- Utilizzare terminali portatili di **piccolo ingombro** ed a **basso consumo** di energia
 - Dimensioni e peso paragonabili a quelli di un telefono cellulare dotato di display grafico (PDA)
 - Autonomia di almeno un paio di giorni senza ricarica in stand-by e almeno alcune ore in ricezione
- Mantenere la **massima compatibilità** possibile con lo standard DVB-T
 - Segnali DVB-T e DVB-H possono anche coesistere nello stesso multiplex, riservando parte della capacità trasmissiva ai segnali DVB-H



Televisione digitale e reti cellulari: convergenza o competizione?

Costruttori di apparati

- Spinta tecnologica verso la disponibilità di terminali ottimizzati per il DVB-H
- Disponibilità sul mercato di terminali convergenti GSM/GPRS/UMTS + DVB-H

Emittenti TV

- Servizi tipicamente gratuiti e finanziati con la pubblicità
- Cercano di aumentare l'utenza raggiunta dai loro programmi e trovare nuove fonti di guadagno nell'interattività (servizi extra a pagamento)
- La TV interattiva richiede un canale di ritorno

DVB-H

- I costruttori forniscono la tecnologia abilitante
- Emerge una complementarità fra emittenti TV ed operatori cellulari
- Opportunità per una convergenza ma anche possibilità di conflitti/competizione fra mondo TV e mondo radiomobile

Operatori cellulari

- Forniscono servizi di comunicazione sicuri e fatturabili per voce e dati
- Servizi a pagamento, tariffati su base evento o per il valore aggiunto
- Problema della banda limitata



Operatori TLC e broadcaster: somiglianze e differenze

- Nella **telefonia cellulare** l'utente è "proprietà" dell'operatore, in quanto la SIM è la chiave d'accesso ai servizi (inclusa la TV mobile)
 - Gli operatori cellulari sono interessati all'adozione della tecnologia DVB-H per offrire servizi multimediali (banda GSM/UMTS limitata)
 - Possono cercare soluzioni proprietarie o accordi con i broadcaster -> problema della titolarità del rapporto con il cliente
- I **broadcaster** che già detengono reti DVB-T non stanno per il momento dedicando particolare interesse al DVB-H
 - Tuttavia, le reti trasmissive DVB-T possono essere adattate per consentire anche trasmissioni di servizi in standard DVB-H dedicando a quest'ultima una porzione della banda disponibile -> necessità di investimenti in nuove infrastrutture e/o possibilità di accordi con operatori TLC
 - I broadcaster sono abituati ad un pubblico più tradizionale e non "segmentato" -> necessità di adattare palinsesti e contenuti



I servizi DVB-H come estensione dell'offerta televisiva tradizionale

- Il broadcaster considera l'offerta della mobilità come una naturale **estensione della sua copertura**, consentendo di raggiungere gli utenti anche quando questi non sono in casa:
 - Estensione delle possibilità temporali di consumo della TV
 - Ad esempio, si può proporre la ricezione DVB-H sui **sedili posteriori dell'auto** su schermi piatti
 - Possibilità per i broadcaster di realizzare **canali tematici**, ad es. di informazione locale per la ricezione a bordo di mezzi pubblici
 - Studi di mercato mostrano un grande interesse per servizi di questo tipo, anche a pagamento, specialmente da parte dei giovani
 - Progetto pilota BMCO, a Berlino, con il coinvolgimento di 500 abitanti dotati di terminali forniti dai costruttori. Partner: operatori (Vodafone), costruttori (Nokia, Philips), fornitori di contenuti televisivi (Universal Studios, Eurosport, emittenti tedesche), la città di Berlino
- Occorre un **adattamento dei contenuti** al terminale:
 - Difficile seguire un film o un evento sportivo in movimento e su un display piccolo
 - Tecnologia particolarmente adatta per servizi di breve durata (streaming audio/video, clip musicali, trailer di film, notiziari, immagini sportive)



Utilizzatori dei servizi DVB-H...

- Informazioni per utenti business e per i viaggiatori
 - Orari di voli e treni, stato del traffico
 - Guida e prenotazione di alberghi e ristoranti
 - Listini azionari e informazioni finanziarie
 - Previsioni del tempo
 - Notiziari
- Servizi per il tempo libero
 - Ricezione di film
 - Video clips musicali
 - Video sportivi (goal, eventi principali, ecc.)
- Servizi per giovani e ragazzi
 - Giochi on line
 - Download di applicazioni (es. giochi per console)
 - Ricezione di filmati e video clip

"Infotainment"

Categorie di servizi DVB-H dal punto di vista commerciale

1. Servizi broadcast **free to air**: i classici servizi gratuiti, che gli operatori offrono gratuitamente ai propri teleutenti al fine di estendere la modalità di fruizione dei programmi anche in mobilità e fuori casa.
2. Servizi **tematici broadcast a pagamento**: servizi audiovisivi di particolare interesse e quindi a valore aggiunto (es. accesso a banche dati con informazioni di borsa, meteo, ecc.).
3. Servizi audiovisivi **on demand**: i servizi a pagamento erogati su richiesta individuale dell'utente (es. Videogoal, acquisto di file audio, ecc.).

I servizi di tipo 1 possono essere attuati dai broadcaster, i servizi 3 dai broadcaster congiuntamente con gli operatori di reti mobili, i servizi di tipo 2 possono essere effettuati nell'una o nell'altra modalità a seconda dei casi.

Modalità di pagamento

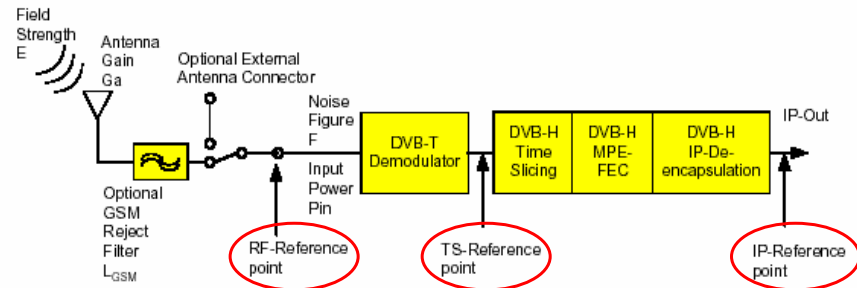
- Il pagamento può essere effettuato mediante:
 - addebito su bolletta o credito prepagato per i cellulari
 - mobile-banking o micropagamenti con carte prepagate
 - smart card ad accesso condizionato come nella Pay-TV attuale
- Occorre definire le **modalità di interazione** fra operatori cellulari, broadcaster, fornitori di servizi e contenuti, sistema bancario e delle carte di credito

Schema della presentazione

- Che cosa è il DVB-H
 - Motivazioni per la nascita dello standard DVB-H
 - Introduzione allo standard DVB-H
 - Opportunità di mercato per i fornitori di servizi
- Schema a blocchi di un ricevitore DVB-H
- Il DVB-H all'interno di una rete TV digitale

Schema a blocchi di un ricevitore DVB-H

DVB-H reference receiver model (fonte: ETSI TR 102 377)



Le prestazioni del Rx vengono valutate con riferimento al modello mostrato in figura. Punti di controllo sono fissati per: RF, Transport Stream, IP stream.

Sensibilità del ricevitore (1/3)

Relazione fra campo ricevuto e potenza in ingresso:

$$E = \sqrt{4\pi\eta \frac{P_{in}}{G_a} \cdot \frac{f}{c}} \Rightarrow E [dB\mu V / m] = P_m [dBm] - G_a [dB] + L_{GSM} + 77,2 + 20 \log_{10} f [MHz]$$

dove $\eta = 120\pi [\Omega]$ è l'impedenza intrinseca del mezzo

L_{GSM} è l'insertion loss del filtro di reiezione del GSM (~1 dB)

questo ci dà i seguenti livelli di *noise floor*:

$$P_n = -100,2 \text{ dBm per canalizzazione } 8 \text{ MHz (BW = 7,61 MHz)}$$

$$P_n = -100,7 \text{ dBm per canalizzazione } 7 \text{ MHz (BW = 6,66 MHz)}$$

$$P_n = -101,4 \text{ dBm per canalizzazione } 6 \text{ MHz (BW = 5,71 MHz)}$$

$$P_n = -102,2 \text{ dBm per canalizzazione } 5 \text{ MHz (BW = 4,76 MHz)}$$

Sensibilità del ricevitore (2/3)

- Il livello minimo della potenza d'ingresso è pertanto dato da:

$$P_{min} = -100,2 \text{ dBm} + C/N \text{ [dB]} \text{ per canalizzazione 8 MHz}$$

$$P_{min} = -100,7 \text{ dBm} + C/N \text{ [dB]} \text{ per canalizzazione 7 MHz}$$

$$P_{min} = -101,4 \text{ dBm} + C/N \text{ [dB]} \text{ per canalizzazione 6 MHz}$$

$$P_{min} = -102,2 \text{ dBm} + C/N \text{ [dB]} \text{ per canalizzazione 5 MHz}$$



Sensibilità del ricevitore (3/3)

Il modello di riferimento adottato descrive il funzionamento del ricevitore in base a due parametri: C/N_{min} e Fd_{3dB}

C/N_{min} è il C/N richiesto per avere MFER (FER a valle dell'MPE-FEC) = 5%

Fd_{3dB} è la frequenza Doppler per la quale la specifica del C/N cresce di 3 dB rispetto al minimo

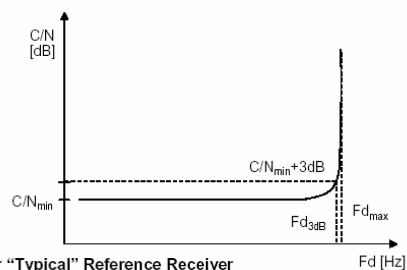
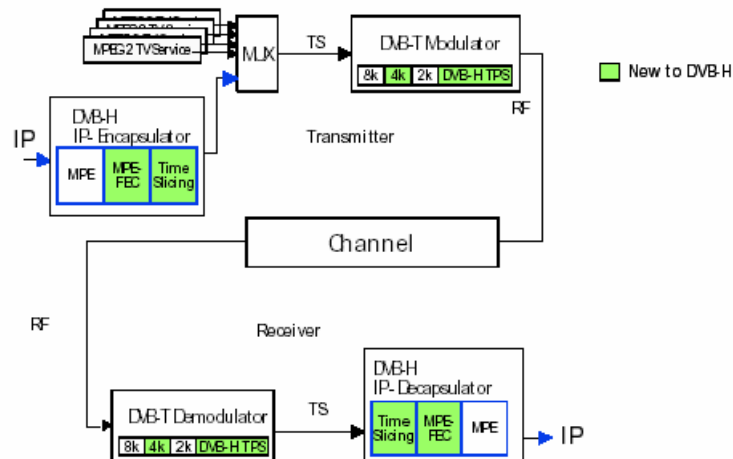


Table 10.3: C/N in Mobile TU-channel for "Typical" Reference Receiver

"Typical" Reference Receiver Guard interval = 1/4			2k			Speed at Fd_{3dB} [km/h]			4k			Speed at Fd_{3dB} [km/h]			8k			Speed at Fd_{3dB} [km/h]		
Modulation	Code rate	Bit rate [Mbit/s]	C/N_{min} [dB]	Fd_{3dB} [Hz]	474 MHz	698 MHz	C/N_{min} [dB]	Fd_{3dB} [Hz]	474 MHz	698 MHz	C/N_{min} [dB]	Fd_{3dB} [Hz]	474 MHz	698 MHz	C/N_{min} [dB]	Fd_{3dB} [Hz]	474 MHz	698 MHz		
QPSK	1/2	4,98	9,5	380	866	588	9,5	190	433	294	9,5	95	216	147						
QPSK	2/3	6,64	12,5	360	820	557	12,5	180	410	279	12,5	90	205	139						
16-QAM	1/2	9,95	15,5	340	775	526	15,5	170	387	263	15,5	85	194	132						
16-QAM	2/3	13,27	18,5	320	729	495	18,5	160	365	248	18,5	80	182	124						



Architettura di un sistema DVB-H (MUX condiviso con servizi MPEG-2)

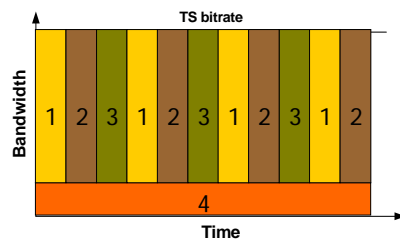


2k, 4k oppure 8k?

- Un numero ridotto di portanti (2k) fornisce:
 - ampia spaziatura fra le portanti: -> tolleranza agli echi causati dall'effetto Doppler (ICI - Inter-Carrier Interference)
 - breve durata di simbolo -> limita il massimo ritardo accettabile degli echi (ISI - Inter-Symbol Interference)
- Un numero elevato di portanti (8k) fornisce:
 - poca spaziatura fra le portanti ma un'elevata durata di simbolo
- La scelta del numero di portanti non ha impatto sulla capacità di trasmissione, ma sul compromesso tra la tolleranza degli echi Doppler ed il loro ritardo massimo
 - per questo motivo per la ricezione mobile è stato introdotto il modo 4k, che realizza un buon compromesso fra le due esigenze sopra riportate

DVB-H: elementi di sistema

- Time slicing per risparmiare potenza:
 - nel tempo fra i burst relativi ad un servizio il terminale è nel modo "off"



Timesliced: **Not timesliced:**

- Servizio 1 • Servizio 4
- Servizio 2
- Servizio 3

- MPE-FEC per migliorare la robustezza agli errori
- Il modo 4k consente la mobilità in reti SFN di medie dimensioni
- Estensione dei bit di segnalazione (TPS bits) per migliorare l'efficacia della segnalazione

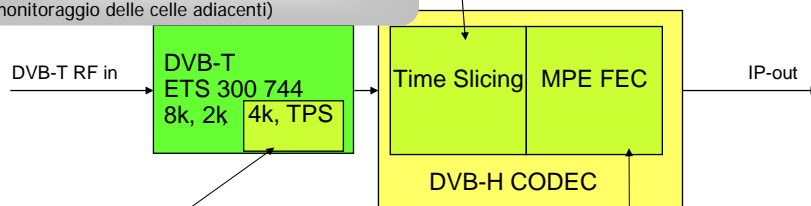
MPE = Multi Protocol Encapsulation
 FEC = Forward Error Correction
 SFN = Single Frequency Network
 TPS = Transmission Parameter Signalling



Miglioramenti del DVB-H per supportare la mobilità

Consumo di potenza e handover

- riduzione di potenza: fino al 90%
- handover possibile durante i periodi "off" (monitoraggio delle celle adiacenti)



Flessibilità della rete e segnalazione

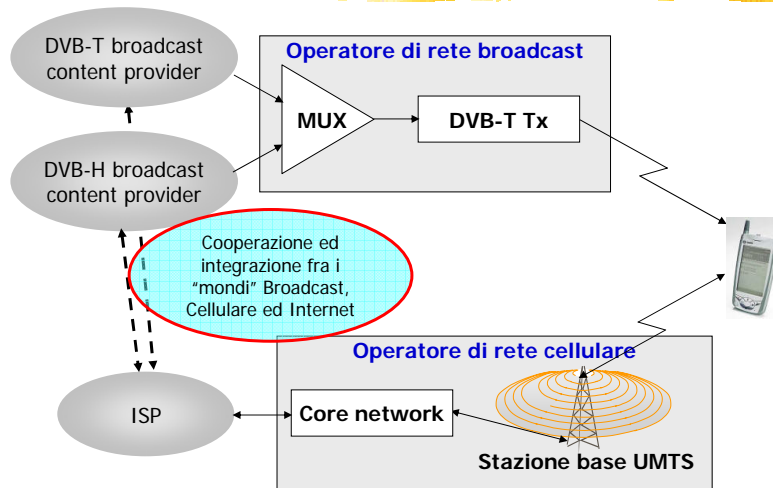
- minimo aumento di complessità
- migliori prestazioni Doppler (4k)
- possibilità di realizzare reti SFN con buone prestazioni in ambiente mobile
- miglioramento della robustezza grazie alla segnalazione estesa del DVB-H

Prestazioni rispetto al rumore

- decoder RS (Reed-Solomon) utilizza il buffer del time slicing
- virtual time interleaver
- tolleranza fino al 10% di PER
- miglioramento della robustezza al Doppler ed al rumore in ricezione mobile e portatile
- miglior tolleranza rispetto a interferenza ad impulsi
- possibilità di variare il livello di robustezza



Convergenza ed integrazione fra reti cellulari (UMTS) e DVB-H (1/2)



 Fondazione Ugo Bordononi

Convergenza ed integrazione fra reti cellulari (UMTS) e DVB-H (2/2)

- Una rete DVB richiede più siti di una rete TV tradizionale, ma meno di una rete cellulare ⇒ possibile **riutilizzo dei siti** esistenti
- Il **canale di ritorno** su rete cellulare può essere utilizzato per dati amministrativi e per il pagamento di servizi
- Possibile **integrazione** anche a livello di *core network* fra reti cellulari e televisive

 Fondazione Ugo Bordononi

Schema della presentazione

- Che cosa è il DVB-H
 - Motivazioni per la nascita dello standard DVB-H
 - Introduzione allo standard DVB-H
 - Opportunità di mercato per i fornitori di servizi
- Schema a blocchi di un ricevitore DVB-H
- Il DVB-H all'interno di una rete TV digitale

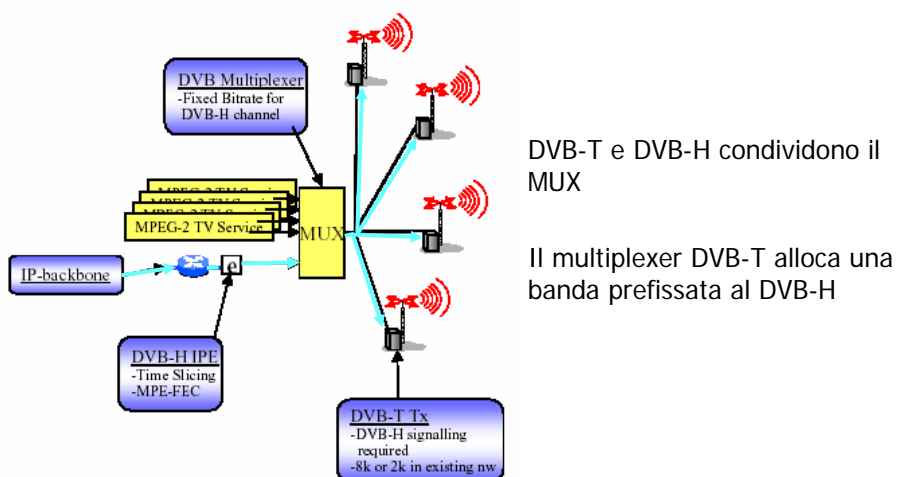
Architetture di rete per la trasmissione di servizi DVB-H (1/2)

- Sono possibili diverse topologie di rete:
 - Inserimento di servizi DVB-H in una rete DVB-T esistente
 - Condivisione del multiplex
 - Utilizzo di una modulazione gerarchica
 - Costituzione di una rete DVB-H dedicata
 - Se non c'è banda sufficiente per aggiungere i servizi DVB-H, oppure se il fornitore non dispone già di un'infrastruttura DVB-T

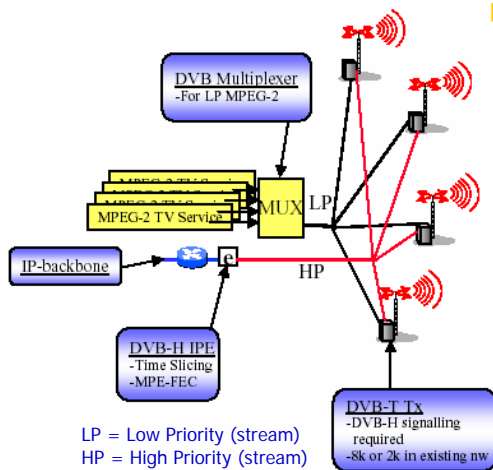
Architetture di rete per la trasmissione di servizi DVB-H (2/2)

- Nel caso della condivisione della banda fra servizi MPEG-2 tradizionali e servizi DVB-H, il modo di trasmissione sarà 2K oppure 8K
 - Il modulatore DVB-T dovrà essere modificato per trattare la segnalazione DVB-H (TPS bits).
 - La soglia di copertura (livello di segnale) potrebbe essere diverso per i tradizionali servizi MPEG-2 (antenna fissa sul tetto) e per i servizi DVB-H (antenna integrata nel terminale, in situazioni indoor oppure all'aperto, poco al di sopra del livello della strada)
 - Pertanto, la condivisione dello stesso multiplex potrebbe essere problematica (è possibile dover ricorrere a ripetitori o "gap fillers")

Inserimento di servizi DVB-H in una rete DVB-T esistente (1/2)



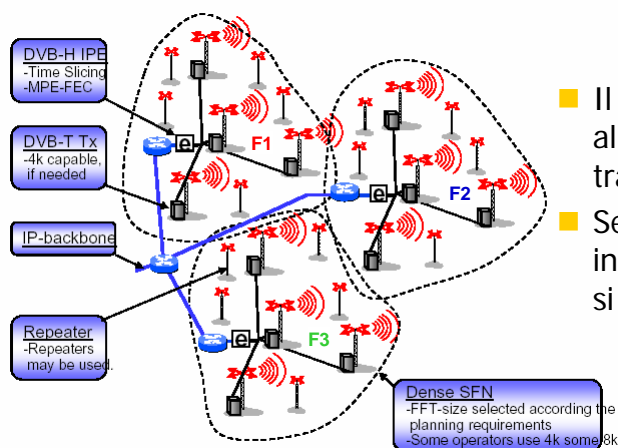
Inserimento di servizi DVB-H in una rete DVB-T esistente (2/2)



■ Modulazione gerarchica

- DVB-T e DVB-H condividono i trasmettitori ed i canali RF
- Lo stream LP può essere usato anche per upgrading dei contenuti HP
 - occorre un phase shifting fra i due contenuti per poter ricevere questa informazione (altrimenti potrebbe essere ricevuta solo da terminali che supportano la ricezione simultanea dei due stream HP e LP)

Architettura di rete DVB-H dedicata (celle SFN)



- Il *backbone* IP alimenta le celle di trasmissione DVB-H
- Se necessario, si inseriscono ripetitori e si supporta il modo 4K

Problematiche propagative (1/2)

- L'effettiva possibilità di distribuire il servizio ad utenti portabile richiede la comprensione delle problematiche propagative che interessano tale tipologia di ricezione
- Ricezione Rooftop tradizionale
 - Propagazione poco ostruita, con frequenti situazioni LoS (Line of Sight)
 - I corrispondenti sono fermi \Rightarrow le condizioni di propagazione non variano nel tempo
 - Scenario sostanzialmente omogeneo e propagazione "uniforme"
 - Antenne direttive (Yagi)



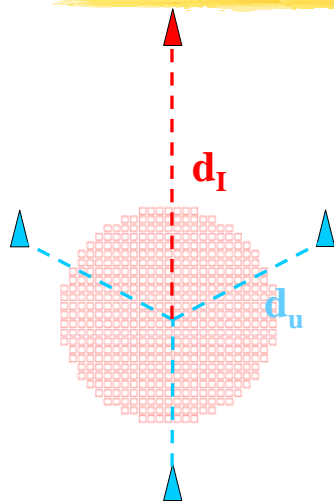
Problematiche propagative (2/2)

- Ricezione Portabile
 - Propagazione "non omogenea" all'interno dell'area urbana, in relazione alle diverse caratteristiche topografiche locali
 - Propagazione spesso in condizioni Non-LoS (NLoS)
 - Cammini multipli \Rightarrow possibile Inter-Symbol Interference (ISI)
 - Mobilità del terminale \Rightarrow possibile Inter-Carrier Interference (ICI) da effetto Doppler
 - Problematiche della ricezione Indoor (ad es. Building penetration Loss)
 - Tempo-varianza delle condizioni di propagazione
 - Antenne del terminale poco direttive

La ricezione *portable* di adeguata qualità non può in alcun modo essere garantita dalla rete di diffusione pianificata per la ricezione tradizionale (*rooftop*)

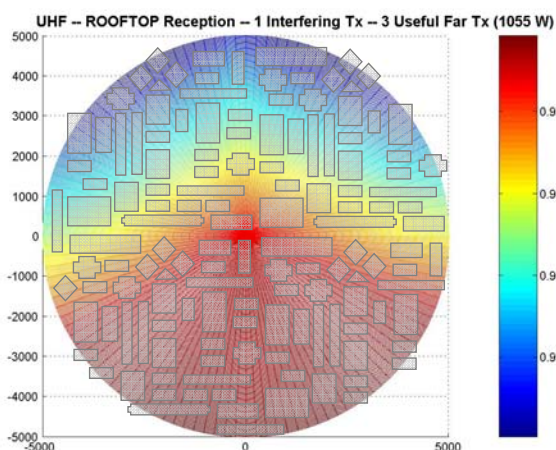


Esempio di copertura urbana SFN



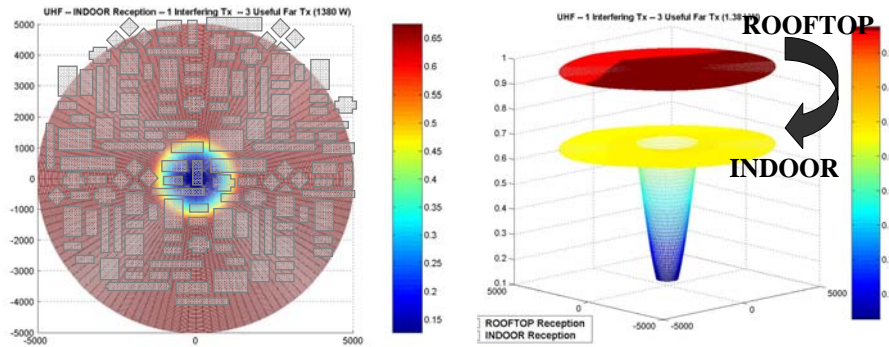
- ★ 3 Trasmettitori utili, 1 interferente
- ★ Raggio area urbana: $R_c = 5 \text{ km}$
- ★ $d_u \approx 19 \text{ km}$
 $h_u = 100 \text{ m}$
 $G_u = 20 \text{ dB}$
- ★ $d_i = 80 \text{ km}$
 $h_i = 100 \text{ m}$
 $G_i = 20 \text{ dB}$
 $P_i = 10 \text{ kW}$
- ★ P_c richiesta $\geq 95 \%$

Esempio: copertura *rooftop* tradizionale



Con una potenza di
1.38 kW
è possibile soddisfare
le specifiche di
copertura richieste

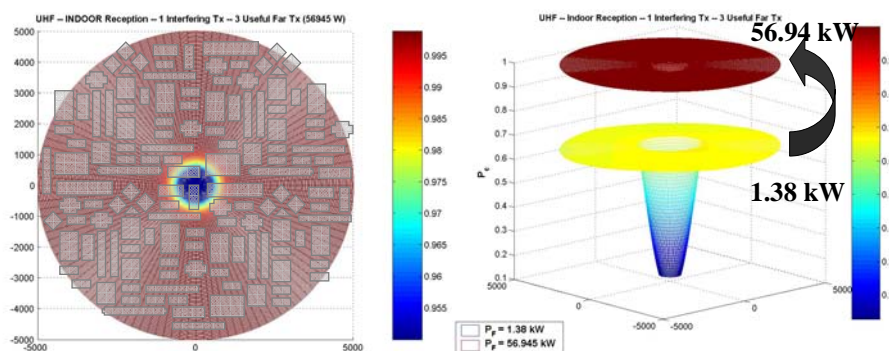
Esempio: copertura *portable indoor* (1/3)



Con una potenza in trasmissione di 1.38 kW (sufficiente per la ricezione *rooftop*) la probabilità di copertura per ricezione *indoor* crolla sensibilmente al di sotto della soglia richiesta (15% - 65% circa)



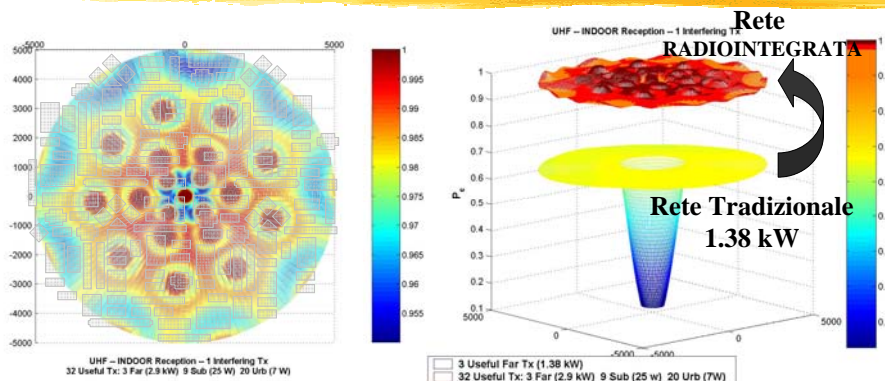
Esempio: copertura *portable indoor* (2/3)



Per ripristinare la qualità di servizio richiesta è necessario incrementare la potenza trasmessa fino a **56.945 kW**
Tale sensibile incremento è del tutto inutile per quanto riguarda la copertura al di fuori dell'area urbana



Esempio: copertura *portable indoor* (3/3)




Schema di copertura per mezzo di una “rete radiointegrata”, che utilizza anche trasmettitori di bassa potenza in prossimità dell’area urbana e/o al suo interno.

Nell’esempio, 9 trasmettitori sub-urbani da 25 W e 20 trasmettitori urbani da 7 W consentono di ottenere la copertura desiderata limitando l’emissione dei 3 trasmettitori esterni a 2 kW

Principali temi della pianificazione di copertura per reti DVB-H

- Il passaggio dalla diffusione tradizionale del servizio video digitale (DVB-T – ricezione *rooftop*) alla modalità *Handheld* introduce alcune problematiche intrinsecamente legate al carattere di portabilità e mobilità del ricevitore.
 - Dal punto di vista propagativo:
 - Cammini Multipli (ISI)
 - Doppler shift (ICI)
 - Disomogeneità della propagazione all’interno dell’area urbana
- La pianificazione e la valutazione delle coperture dovranno pertanto essere effettuate per mezzo di strumenti adeguati
 - Le tecniche di pianificazione in ambito DVB-H possono utilizzare alcune metodologie già note per le coperture di sistemi cellulari (analogia con l’utilizzo di microcelle e copertura “layered”)



Grazie per l'attenzione

Paolo Grazioso
Fondazione Ugo Bordonì

Tel +39 051 846854
Fax +39 051 845758
e-mail pgrazioso@deis.unibo.it