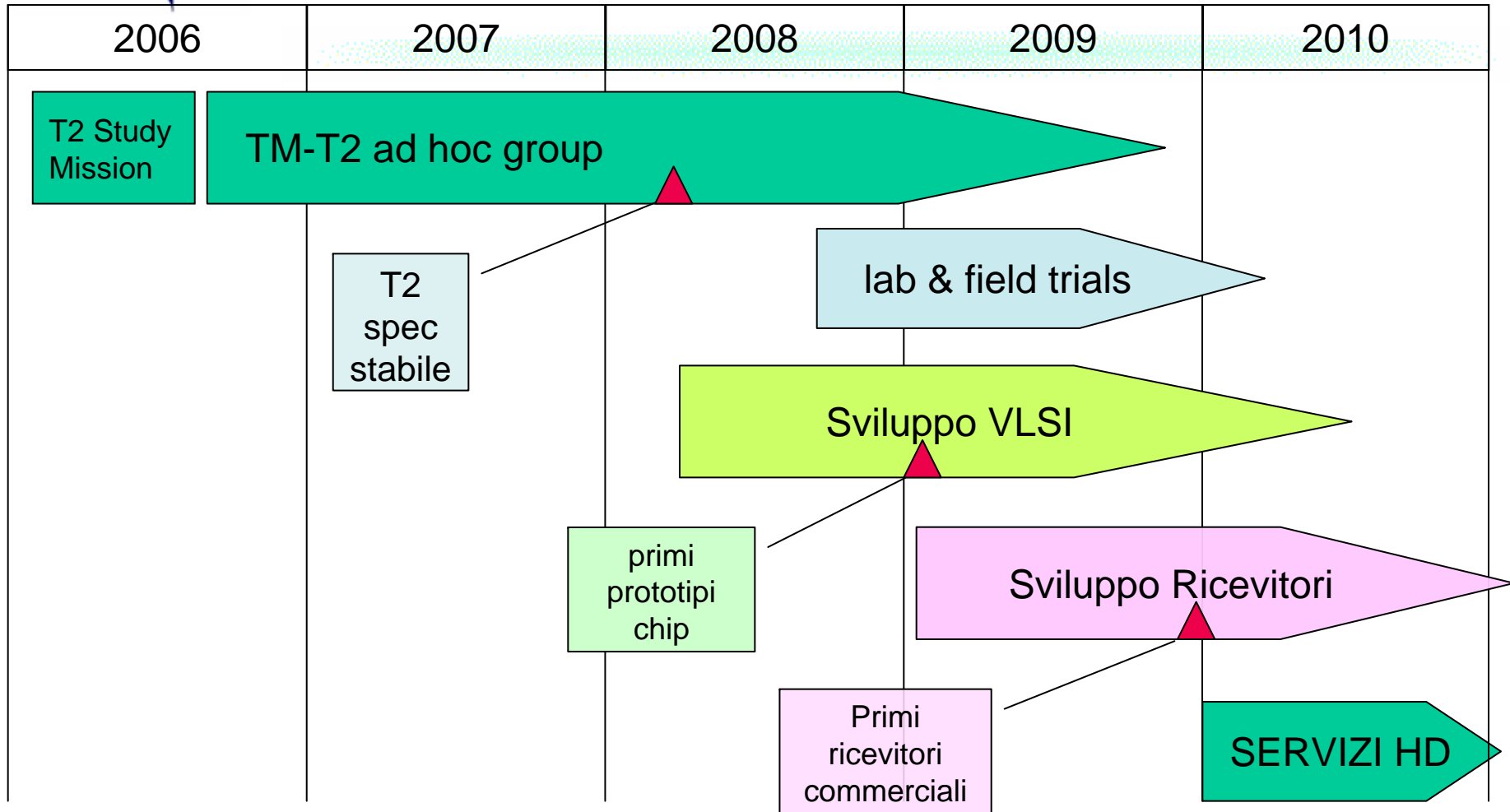


Lo Standard DVB di seconda generazione per l'HDTV



T2 – Tabella di marcia



Scenari applicativi del DVB-T2

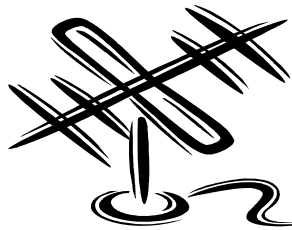


○ Broadcasting in VHF/UHF di HDTV (e SDTV)

○ Ricezione fissa tramite attuali impianti con antenna sul tetto

□ Seconda priorità:

- ✧ Portatile (con antenna a "baffo")
- ✧ Ricezione mobile (auto)
- ✧ Per i telefoni portatili altra spec (DVB-NGH₃)



Obiettivi di progetto

- Guadagno di capacità >> 30% rispetto al DVB-T
 - Da combinare con codifica MPEG4 (dimezzamento del bit rate rispetto a MPEG2, a pari qualità)
- Future “estensioni” :
 - ricezione HDTV su doppia polarizzazione (nuovi impianti di ricezione) (? Compatibilità GE06??)
 - DVB-NGH Next Generation Handheld (DVB-H2) (Study Mission da Ottobre 2007)

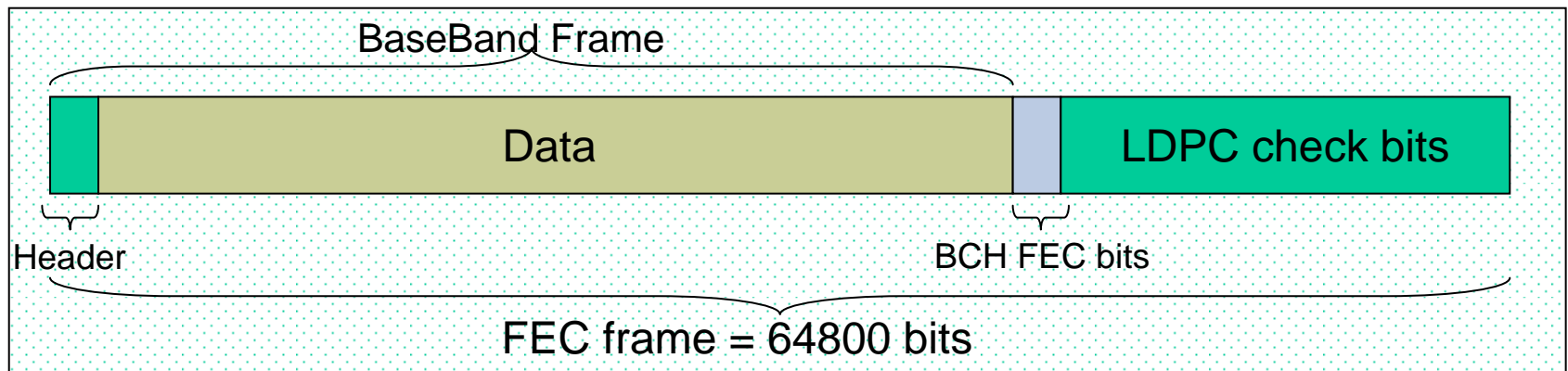
- I Decoder DTT attuali non sono in grado di ricevere l'HDTV, pertanto per l'HDTV servono **nuovi decoder** (costo irrilevante rispetto a un display a schermo piatto HD-ready o Full-HD)
 - **T2 e MPEG-4 (H264)** saranno i nuovi standard per HDTV
 - I nuovi decoder T2 potranno comunque ricevere l'attuale DTT (DVB-T+MPEG2)
- **Compatibilità garantite dal T2:**
 - Con i siti trasmettenti attuali
 - Con gli impianti riceventi attuali (antenna su polarizzazione singola)
 - Con la pianificazione **GE06**
 - **Stessa maschera spettrale**
 - **Stessi o migliori rapporti di protezione**
 - **Guadagno sul rumore impulsivo (> 10 dB)**
 - **Maggiore distanza dei trasmettitori in SFN (es: fino a 80 Km)**

Dove si può migliorare il DVB-T?

- Il DVB-T ha 10 anni, e la tecnologia dei chip nel frattempo ha fatto passi da gigante (da 500 nm del 1996 a 50nm del 2009: fattore **100** di complessità!!!)
- I principali punti migliorabili nel DVB-T:
 - ❑ **Codifica FEC di nuova generazione** per la protezione dagli errori
 - ✦ guadagno di circa 25-30%
 - ❑ **Aumento del numero delle portanti OFDM da 8k a 32k:**
 - ✦ In SFN, invece di “perdere” il 20% della capacità sull’intervallo di guardia, si può scendere al 5%
 - ❑ Ottimizzazione o eliminazione delle **portanti pilota** per ricezione statica (CD3-OFDM, metodo inventato dal CRIT):
 - ✦ Si può guadagnare circa l’8%
 - ❑ **Riduzione dei “picchi” di potenza** (Peak to Average Power Reduction, **PAPR**) del segnale OFDM: migliore sfruttamento gli amplificatori di potenza
- Innovazioni più “rivoluzionarie”: **Time-Frequency Slicing, MISO**

Il concetto di **Famiglia di Standard**: BB-Frame e codici LDPC ereditati dall'S2

I BaseBand-Frame sono protetti dal codice LDPC ereditato dall'S2, concatenato con un codice BCH per evitare gli "error floor" ad alti C/N



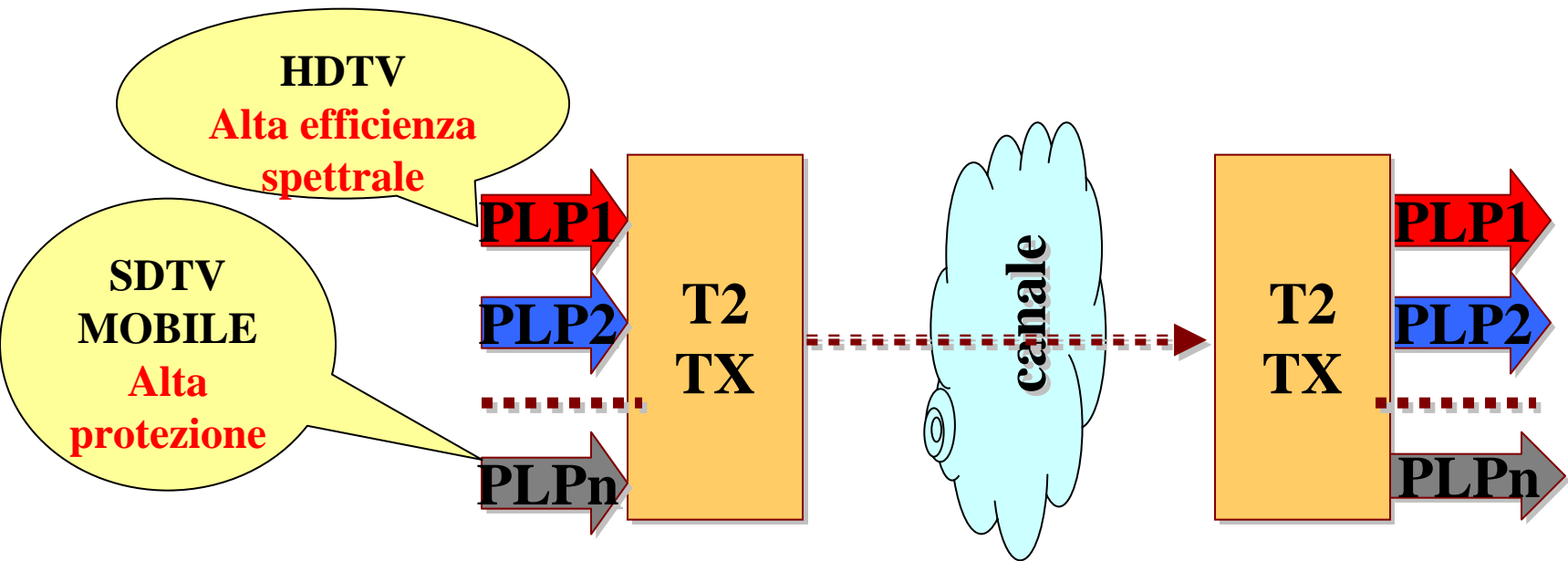
Rate (ridotti rispetto a DVB-S2): **1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6**

- E' anche disponibile un FEC-frame corto (16200 bit) per servizi dati a basso bit-rate (ottenendo una minore latenza al costo di prestazioni C/N peggiori)

Protezione Differenziata

T2 è un sistema di livello fisico. Fornisce ai livelli superiori di protocollo un insieme di “Tubi trasparenti” (PLP= Physical Layer Pipe) in grado di trasportare flussi a bit-rate variabile con protezione differenziata (modulazione, codifica) contro il rumore e le interferenze.

E' possibile suddividere un MUX-statistico nei singoli programmi, e inviare ciascuno su un PLP diverso per avere protezione differenziata



T2/S2 BB-Frames

Meccanismo per "synchronisation & jitter removal" basato su "time-stamp" ereditato dall' S2 (sviluppato dal CRIT)

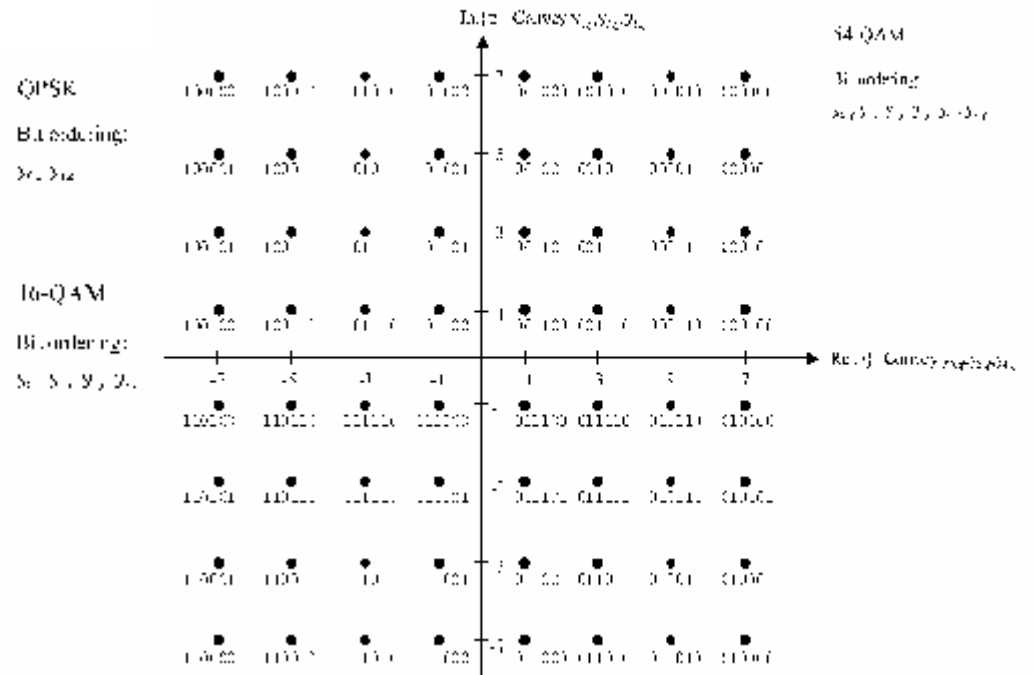
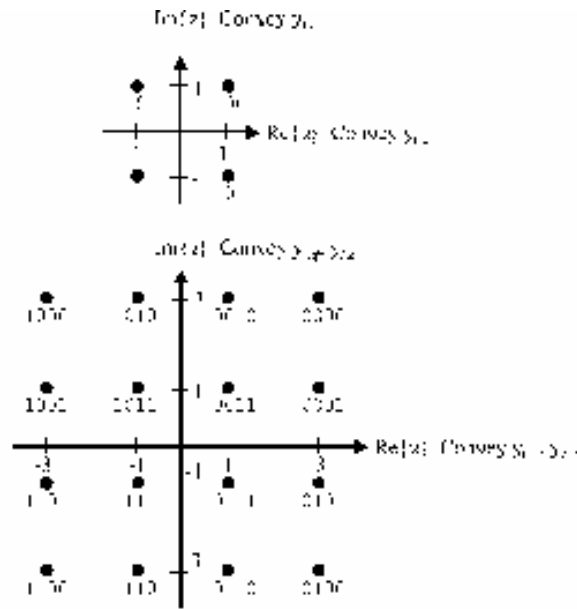
- Cancellazione/re-inserimento Null-Packet TS
- Input Stream Synchronisation (ISSY)

Baseband Header

- Trasporta informazioni sull'adattamento dei pacchetti esterni (es: TS) ai formati interni DVB
- Compatibile con MPEG-TS e GSE (adattamento diretto IP su DVB)
- 2 tipi di BB-header
 - S2-compatible mode
 - Nuovo: high-efficiency mode (riduce l'overhead dell' 1%)

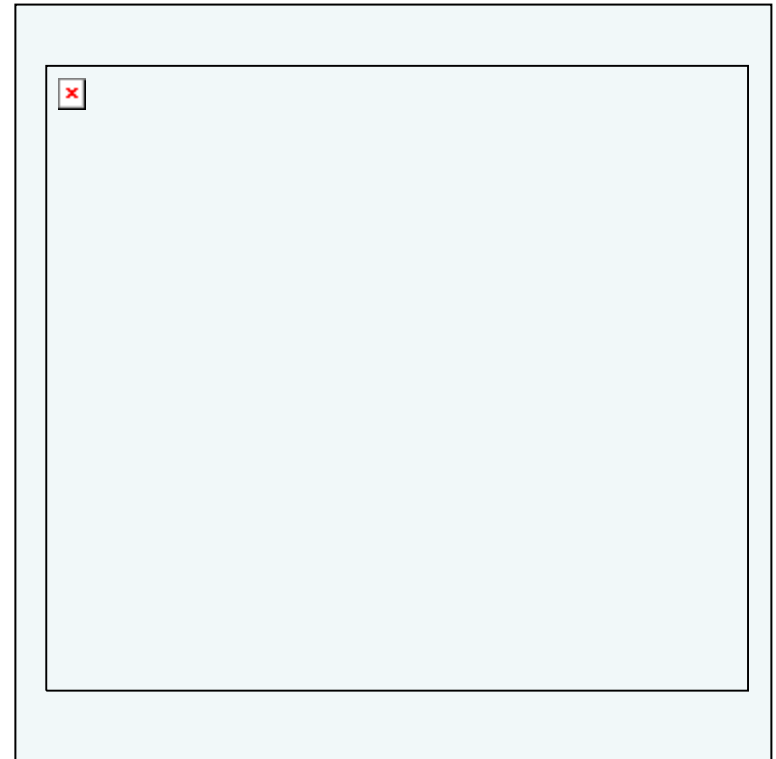
Costellazioni

II DVB-T offriva: QPSK, 16QAM, 64QAM



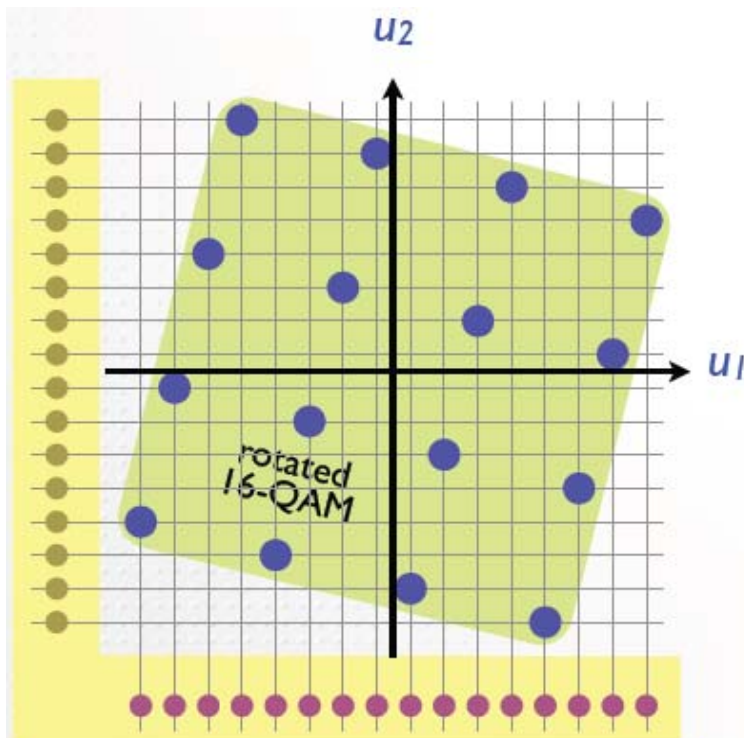
Il T2 aggiunge il 256QAM

- Trasporta 8 bit/costellazione
- Associata alla maggiore "potenza" del codice LDPC, permette efficienze spettrali maggiori
- Le simulazioni indicano che non si dovrebbero riscontrare problemi di rumore di fase



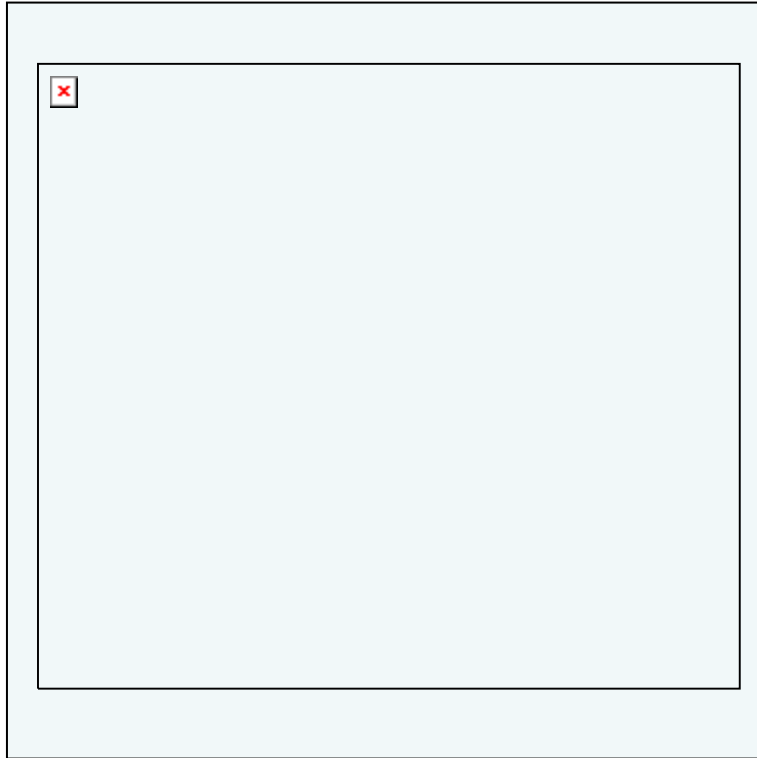
Le costellazioni ruotate (1)

Problema OFDM: quando il **fading selettivo** (eco a 0 dB) in frequenza cancella una portante, si perdono $\ln(N)$ bit contemporaneamente: solo il FEC può recuperarli. **Se il code-rate è elevato (es: 5/6), elevata "perdita" di C/N**



1. I dati sono mappati su una normale costellazione (es: 16-QAM): l'asse I porta 2 bit, l'asse Q gli altri 2 bit
2. **La costellazione viene ruotata:** ciascun asse (I,Q) porta informazioni di tutti i 4 bit

Le costellazioni ruotate (2)

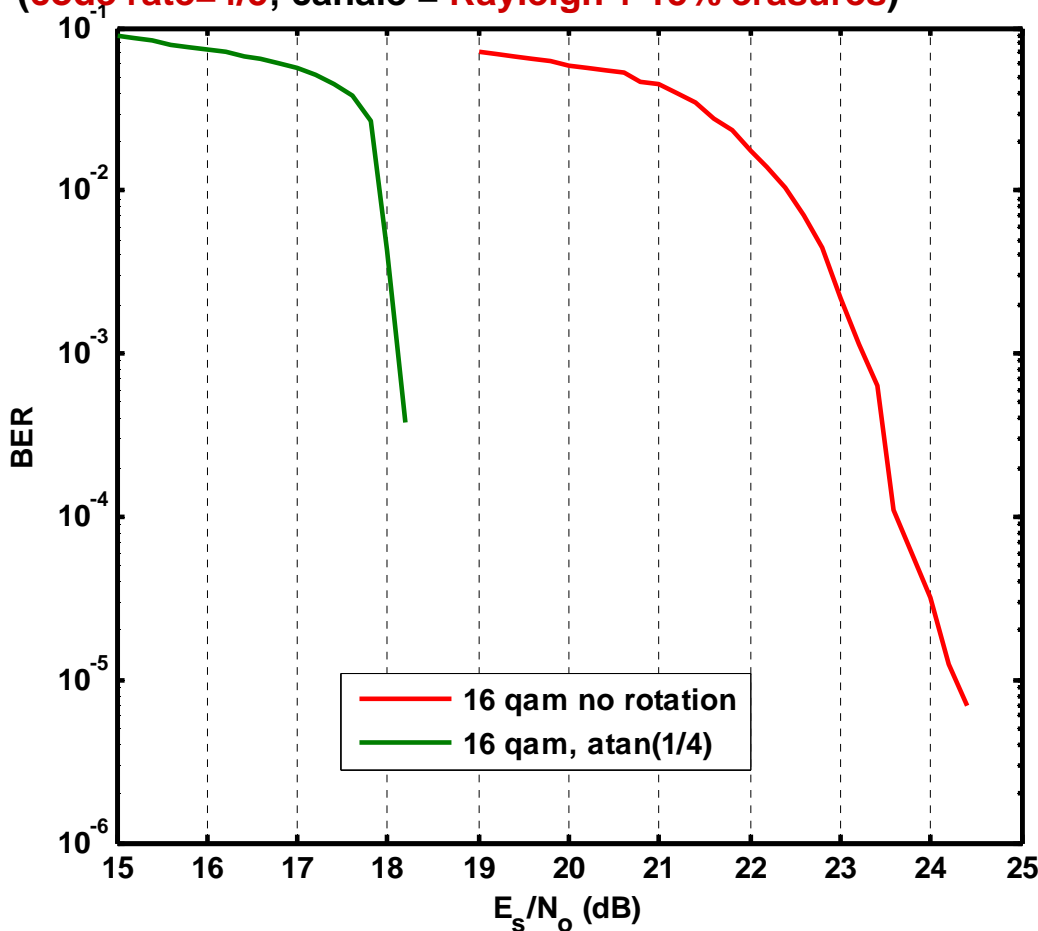


Costellazione trasmessa

3. L'asse I di una costellazione viene "sposato" con l'asse Q di un'altra costellazione (celle diverse): la costellazione trasmessa diventa $16 \times 16 = 256$
4. Le celle sono disperse nel tempo e nella frequenza dagli interleaver in modo diverso
5. Quando una portante OFDM è cancellata dal fading sul canale, si cancella solo l'asse I o solo l'asse Q della costellazione originale, e l'asse "sopravvissuto" trasporta ancora informazioni su tutti 4 i bit
6. I de-interleaver ricostruiscono nel ricevitore la costellazione 16QAM originale

Le costellazioni ruotate (3)

Confronto delle prestazioni delle costellazioni ruotate/non-ruotate
 (code rate=4/5; canale = Rayleigh + 15% erasures)

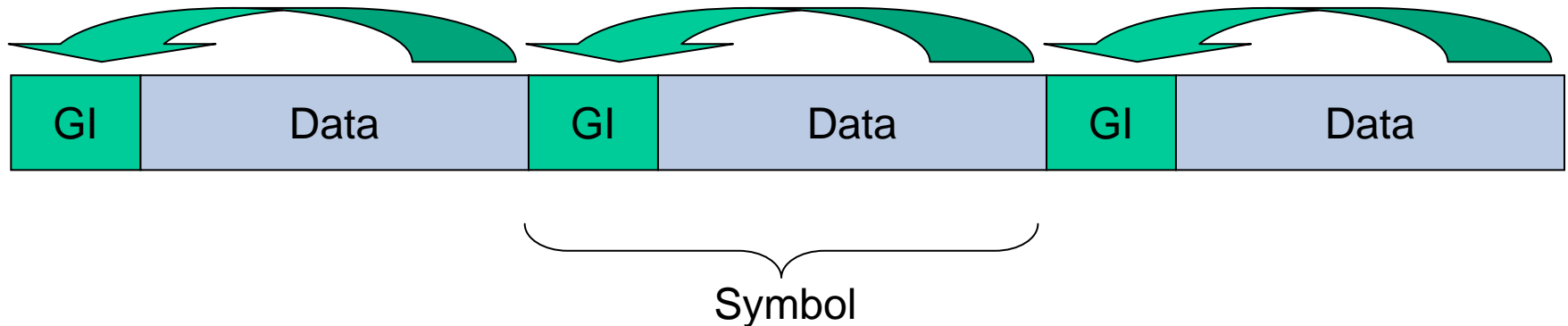


Le costellazioni ruotate:

- non danno degradamenti su canali non selettivi (AWGN)
- Sono significativamente più robuste con echi selettivi (fino a 5 dB su canali difficili)
 - e.g. perdita del 15% delle celle

Modulazione OFDM

- Come il DVB-T, T2 utilizza l'OFDM con Intervallo di Guardia (GI-OFDM)
 - GI "assorbe" l'interferenza intersimbolica generata dagli echi di propagazione



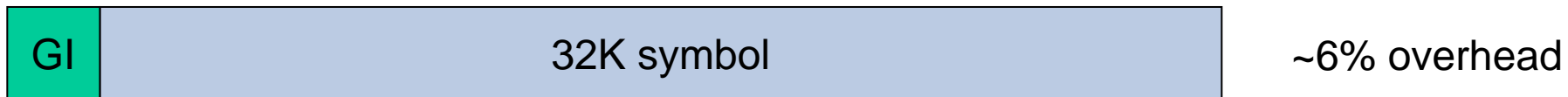
Ogni simbolo trasporta i dati su un gran numero di portanti

- 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K disponibili nel T2
 - 16K e 32K: minore overhead del GI in SFN
 - 1K permette di ridurre la banda (es: 1.7 MHz) in modo flessibile
- Al crescere del numero di portanti aumenta il periodo del simbolo (1 ms per 8K;.....; 4 ms per 32K)
- Gli studi attuali sembrano indicare che il rumore di fase sia controllabile anche per il 32k

Intervallo di Guardia

Aumentare la durata del simbolo

- riduce l'overhead del GI per una data dimensione dell' SFN (distanza dei trasmettitori)
- permette di aumentare la distanza dei trasmettitori a parità di overhead del GI



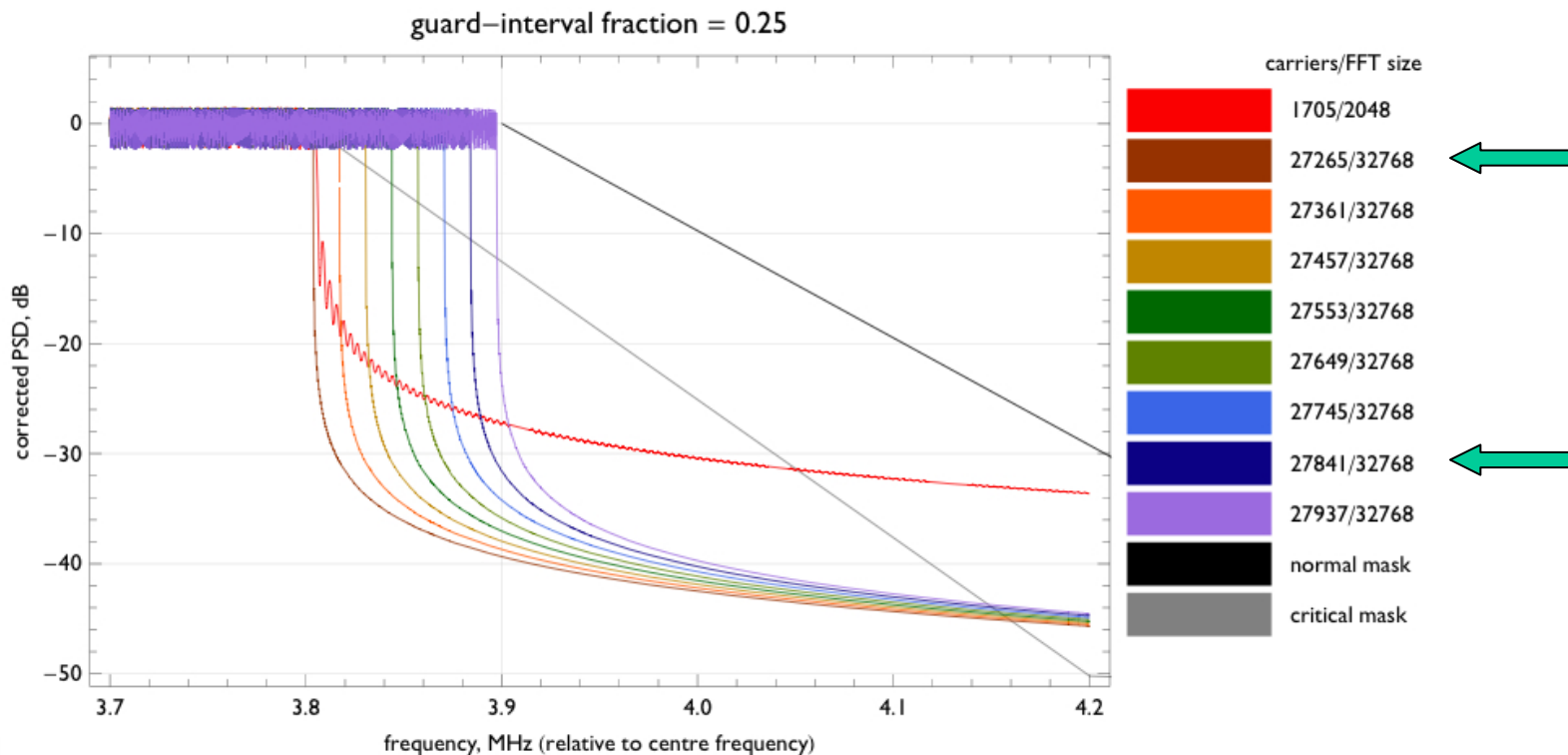
Il T2 aumenta la flessibilità del $GI = T_G / T_U$:

1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4

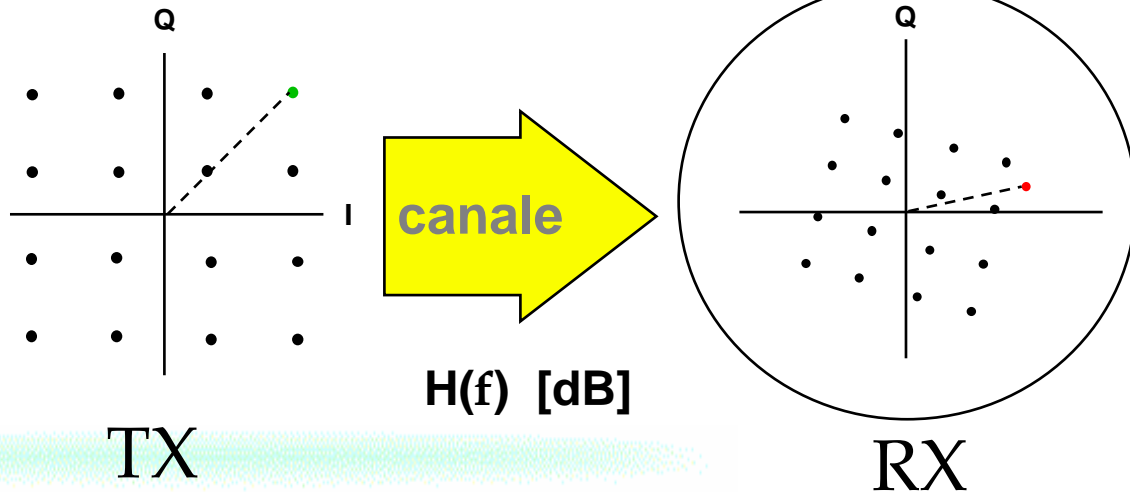
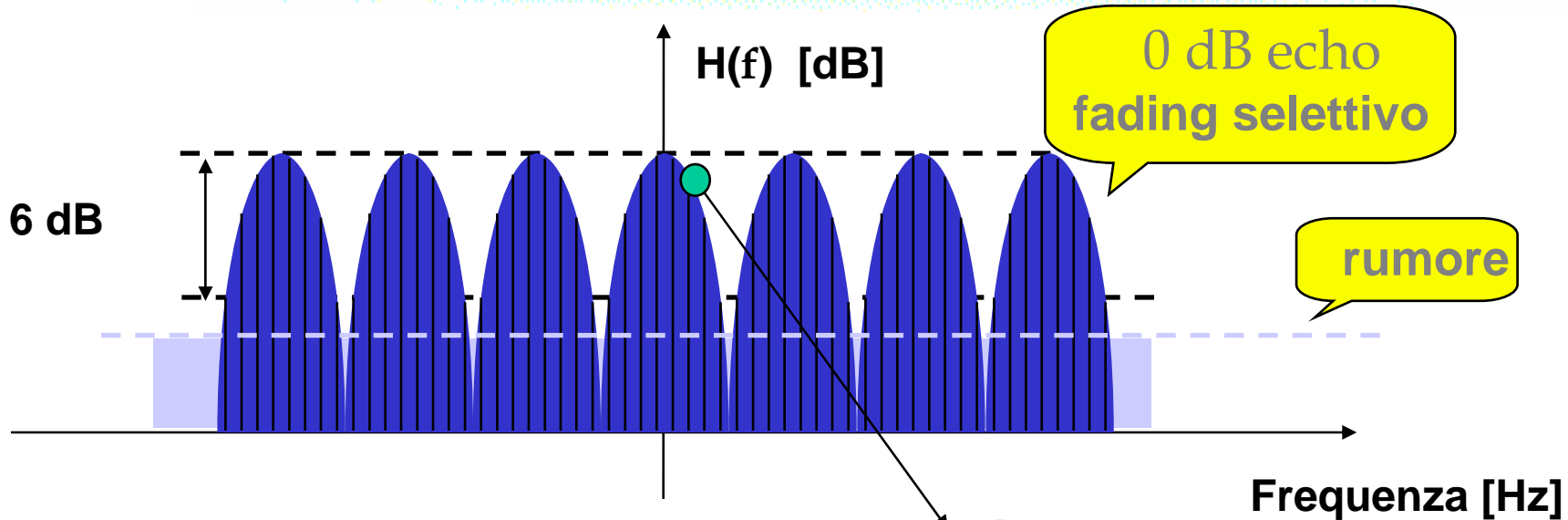
Modo a banda estesa

Lo spettro fuori banda per il modo 32K decade più rapidamente

- Permette di allargare di circa il 2% il "symbol rate" restando all'interno della maschera di emissione DVB-T



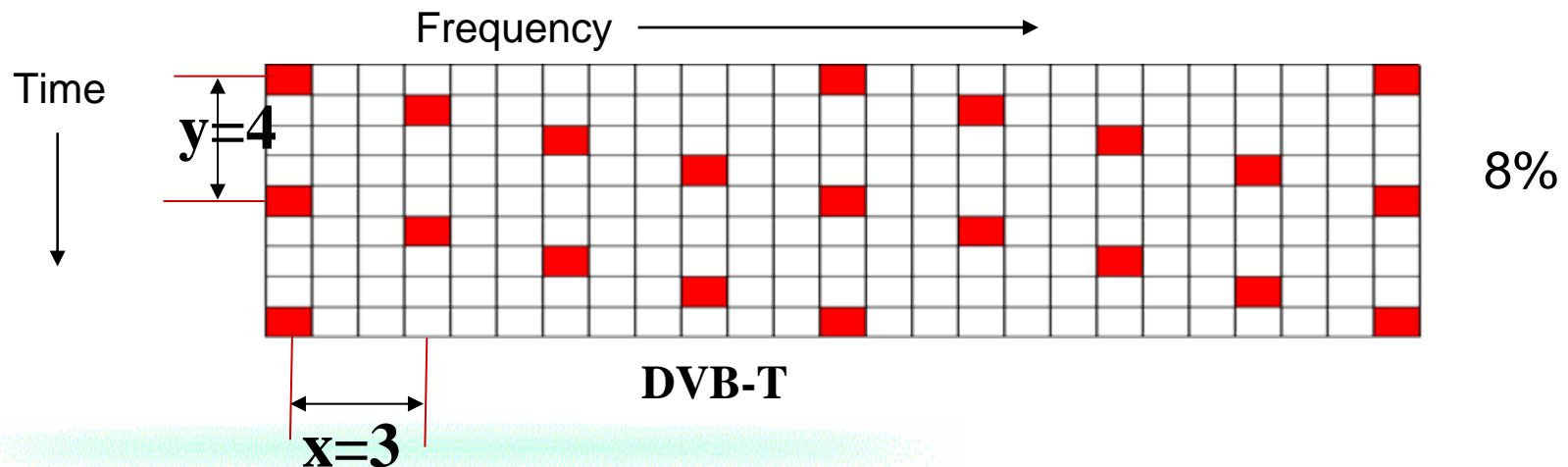
L'effetto del canale multipath e l'equalizzazione OFDM



Le portanti pilota (scattered) (1)

Sono portanti OFDM conosciute a priori dal ricevitore (modulo e fase)

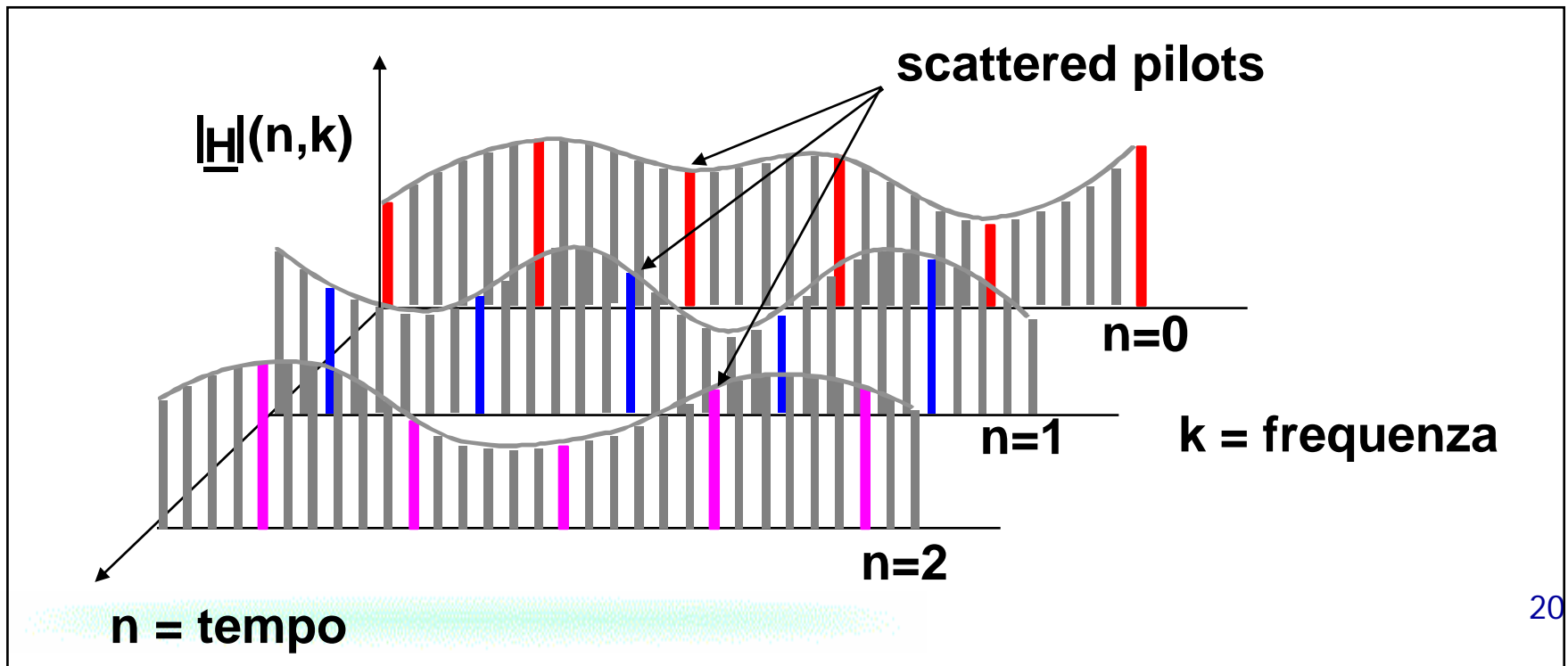
- Il ricevitore le utilizza per ottenere una stima della risposta in frequenza del canale (e seguire le sue variazioni nel tempo)
 - In DVB-T, 1 cella su 12 è una pilota "scattered"
 - 8% overhead
- Sono indipendenti da GI e FFT



La stima di H

Il ricevitore:

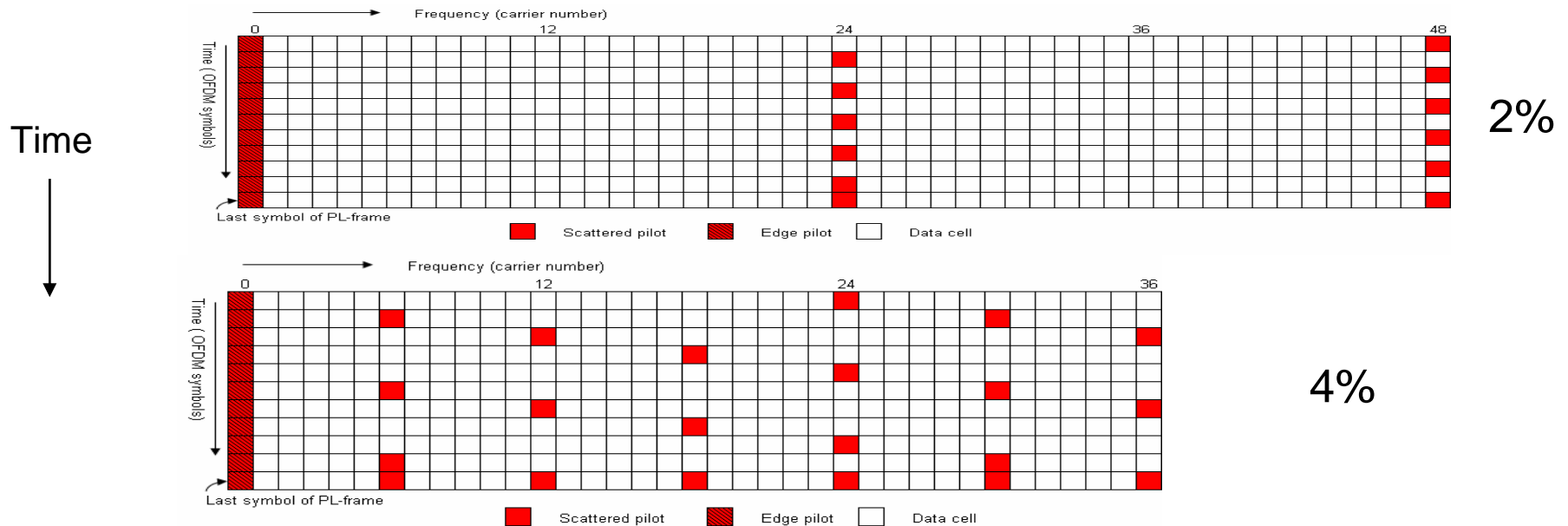
- calcola la stima di $H = R/U$ (R =simbolo ricevuto, U =simbolo trasmesso) sulle pilota
- interpola nel dominio del tempo per aumentare la densità del campionamento nella frequenza (indicato con x):
 - per teorema campionamento: $1/x > GI$



Le portanti pilota (scattered) (2)

T2 ha 8 differenti schemi di pilota scattered adattati al GI

- Fine: minimizzare l'overhead



Le portanti pilota scattered sono a potenza maggiorata (fino a 7 dB) in funzione della densità:

- ottimizza il rapporto C/N della stima del canale

Pilota Scattered: dettagli

Table 50 Parameters defining the scattered pilot patterns

| Pilot pattern | Separation of pilot bearing carriers (x) | Number of symbols forming one scattered pilot sequence (y) |
|---------------|--|--|
| PP1 | 3 (TG<1/3) | 4 |
| PP2 | 6 | 2 |
| PP3 | 6 | 4 |
| PP4 | 12 | 2 |
| PP5 | 12 | 4 |
| PP6 | 24 | 2 |
| PP7 | 24 | 4 |
| PP8 | 6 | 16 |

η

8%

8%

4%

4%

2%

2%

1%

1%

Table 51 Scattered pilot pattern to be used for each allowed combination of FFT size and guard interval in SISO mode

| FFT | Guard interval | | | | | | |
|--------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | 1/128 | 1/32 | 1/16 | 19/256 | 1/8 | 19/128 | 1/4 |
| 32K | PP7 | PP4 PP6 | PP2 PP8 PP4 | PP2 PP8 PP4 | PP2 PP8 | N/A | N/A |
| 16K | PP7 | PP7 PP4 PP6 | PP2 PP8 PP4 PP5 | PP2 PP8 PP4 PP5 | PP2 PP3 PP8 | PP2 PP3 PP8 | PP1 PP8 |
| 8K | PP7 | PP7 PP4 | PP8 PP4 PP5 | PP8 PP4 PP5 | PP2 PP3 PP8 | PP2 PP3 PP8 | PP1 PP8 |
| 4K, 2K | N/A | PP7 PP4 | PP4 PP5 | PP4 PP5 | PP2 PP3 | PP2 PP3 | PP1 |
| 1K | N/A | N/A | PP4 PP5 | PP4 PP5 | PP2 PP3 | PP2 PP3 | PP1 |

□ L'algoritmo 'CD3' (feedback equalisation, invenzione CRIT-RAI), permette di evitare l'utilizzo delle pilota scattered per ricezione statica (senza time interleaving) con ottime prestazioni di "tracking" delle variazioni del canale

□ PP8 (1% overhead) è incluso come alternativa al CD3 (ma lunga interpolazione nel tempo: 64 ms per il 32 k: il canale deve essere totalmente statico)

Pilota "continue"

Le pilota continue sono utilizzate per il recupero "fine" di frequenza nel ricevitore

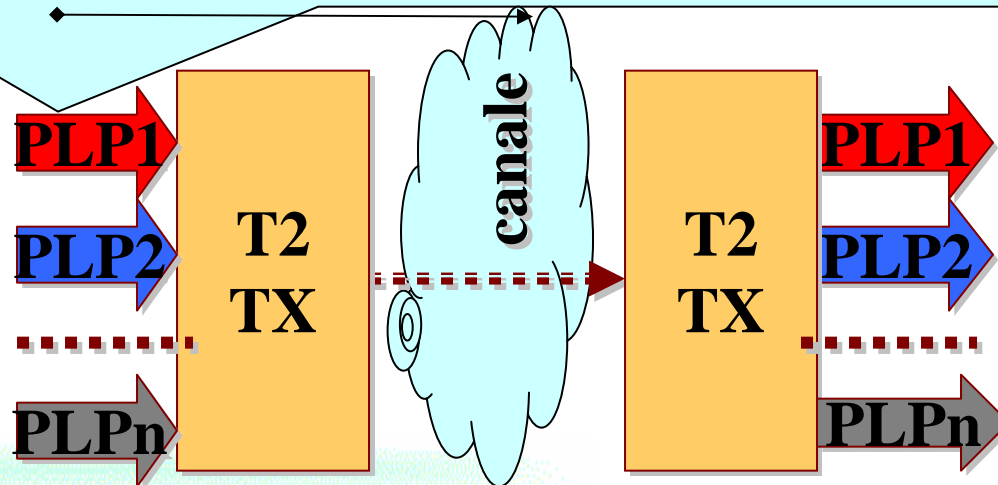
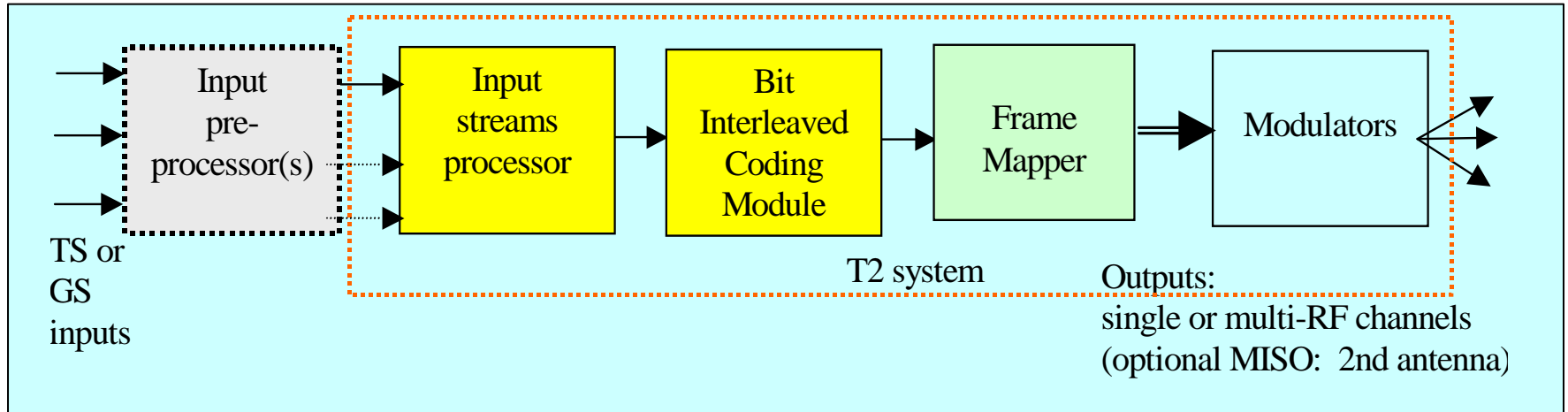
- Rimozione Common Phase Errors
- 2.5% overhead in DVB-T

T2: la percentuale di CPs dipende da FFT

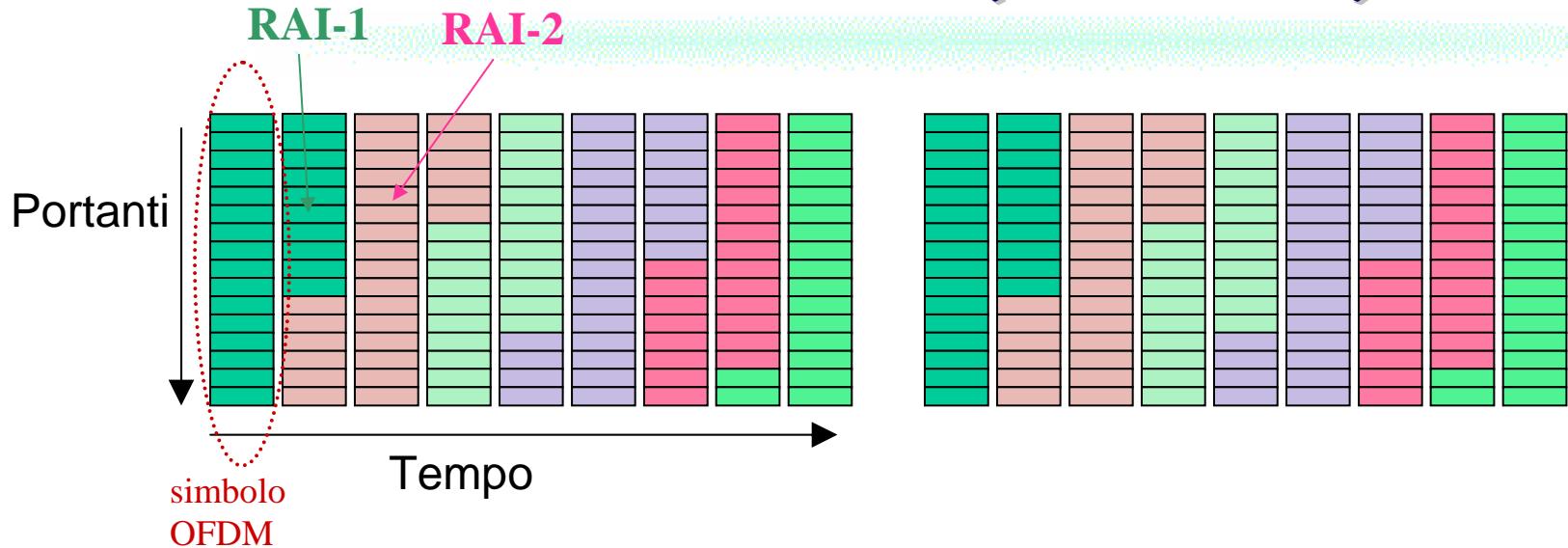
- ~2.5% per 1K, 2K
- ~0.7% per 8K, 16K, 32K
- % overhead ulteriormente ridotta ~50% perchè spesso coincidono con le posizioni delle scattered pilots
- Le posizioni delle CPs sono selezionate per non collidere con le pilota utilizzate per PAPR

Protezione differenziata (massima somiglianza con S2)

Ogni PLP effettua in modo indipendente la **codifica FEC**, la generazione delle **costellazioni** (QPSK, 64QAM,...) e **l'interleaving** (di bit, di tempo e di frequenza)



Protezione differenziata a livello di servizio (come S2)



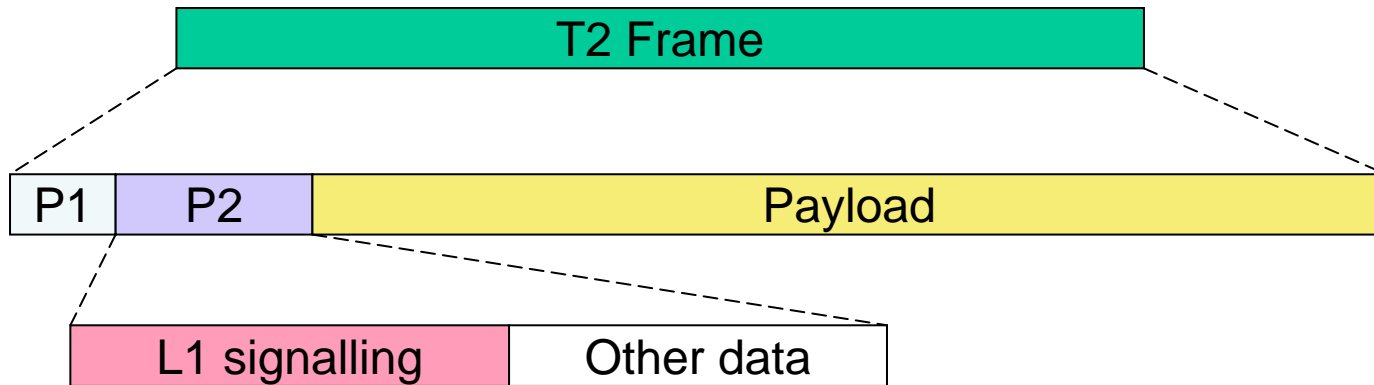
Ogni servizio genera un insieme (slice) di celle dati (portanti OFDM) in un Frame T2 (**time slicing**)

- il ricevitore può accendersi solo ad intervalli prestabiliti (risparmio energetico)
- e' pure possibile generare **più sub-slice** (come nel Multi-Jet!) di un servizio per Frame T2, per **umentare la diversità di tempo** (maggiore robustezza con rumore impulsivo)

Struttura del Frame (1)

Durata del **Frame flessibile**: valore tipico 150 -250 ms

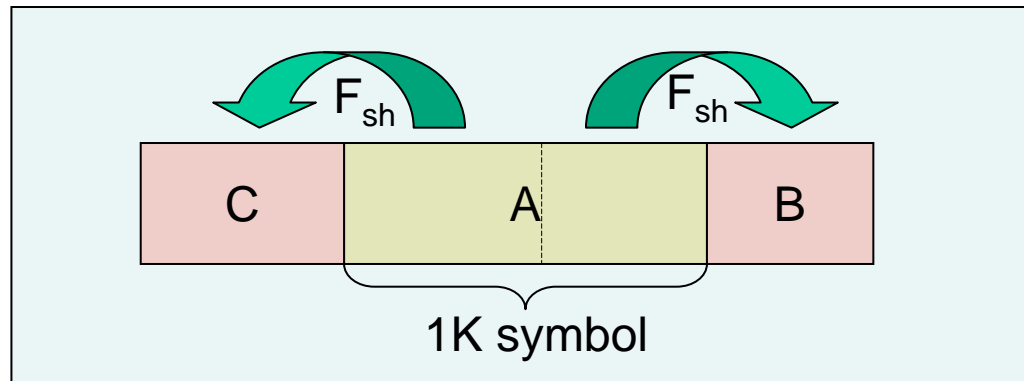
- P1 & P2 overhead: tipicamente < 1%



Struttura del Frame (2)

Inizio del Frame segnalato da un **simbolo P1**

- un simbolo 1k-OFDM con ripetizioni shiftate in frequenza all'inizio e alla fine

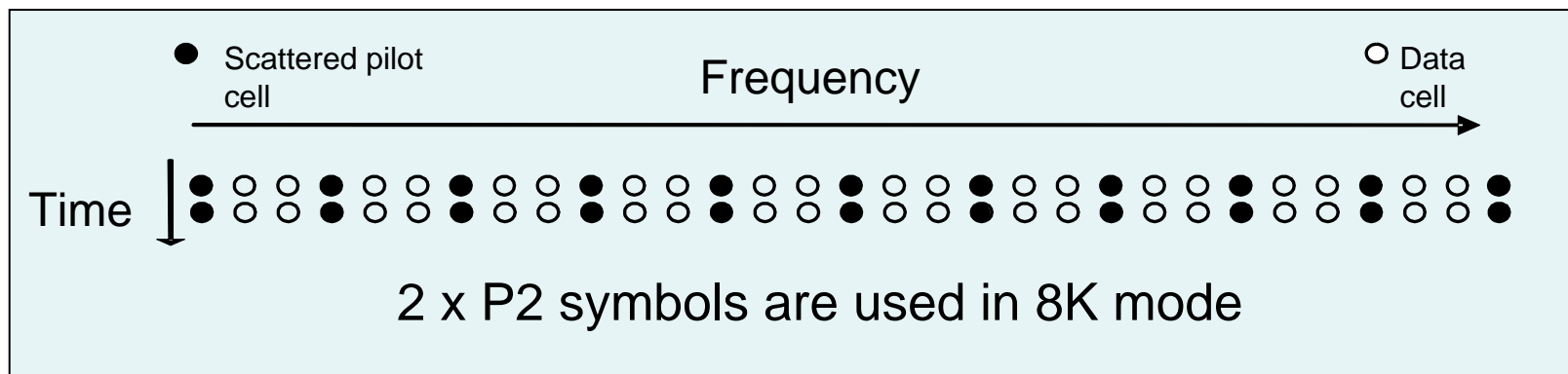


- Riconoscimento semplice e robusto dei segnali T2
- Sincronizzazione veloce di frequenza
- 7 bits di segnalazione (es. dimensione FFT nel Frame)

Struttura del Frame (3)

La struttura del Frame deve essere segnalata all'inizio del Frame stesso: **SIMBOLI P2** (n° OFDM dipende da FFT)

- Indirizzo di inizio e lunghezza di ciascun PLP (in celle OFDM)
- I dati di P2 sono protetti in modo molto robusto (es: BPSK + LDPC rate 1/4, codice accorciato e punturato)
- La stima di canale deve essere immediata e robusta
 - pilota scattered con maggiore densità



Struttura del Frame (4)

Caso 1: PLP singolo

- Un Transport stream completo è trasportato da un solo PLP
 - PSI/SI sono contenute nel TS stesso

Caso 2 – PLP multipli

- Ciascun PLP trasporta un Transport stream relativo a un servizio
 - con SI/PSI minimi per il servizio stesso
- La struttura del Frame per tutti i PLP è contenuta nella segnalazione L1:
 - nei simboli P2 all'inizio del Frame
 - 'in-band' con ciascun PLP (protetto dal codice LDPC come il servizio stesso)
- l'informazione PSI/SI comune a un "gruppo di PLP" (es. ESG) è trasportata da un 'Common PLP'
 - sempre trasportato all'inizio del Frame
 - il Decoder deve essere in grado di ricevere allo stesso tempo il Common PLP + PLP(n) di un servizio

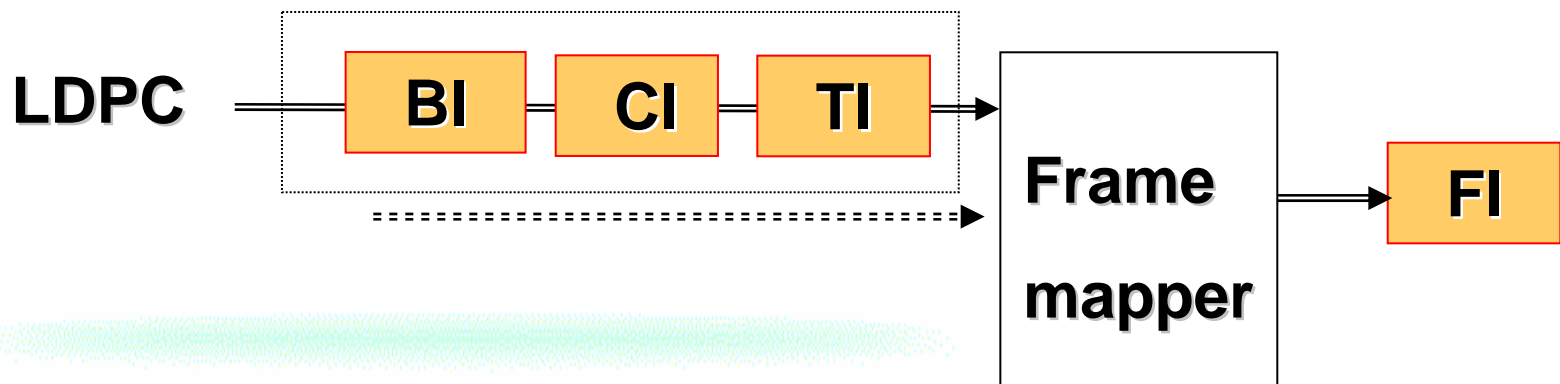
Interleaving (1)

Il codice LDPC opera bene solo per errori distribuiti in modo casuale (statisticamente indipendenti)

- bisogna evitare pattern regolari
- bisogna distribuire su più blocchi LDPC eventi errore concentrati nel tempo (rumore impulsivo) e nella frequenza (interferenza PAL, fading selettivo)

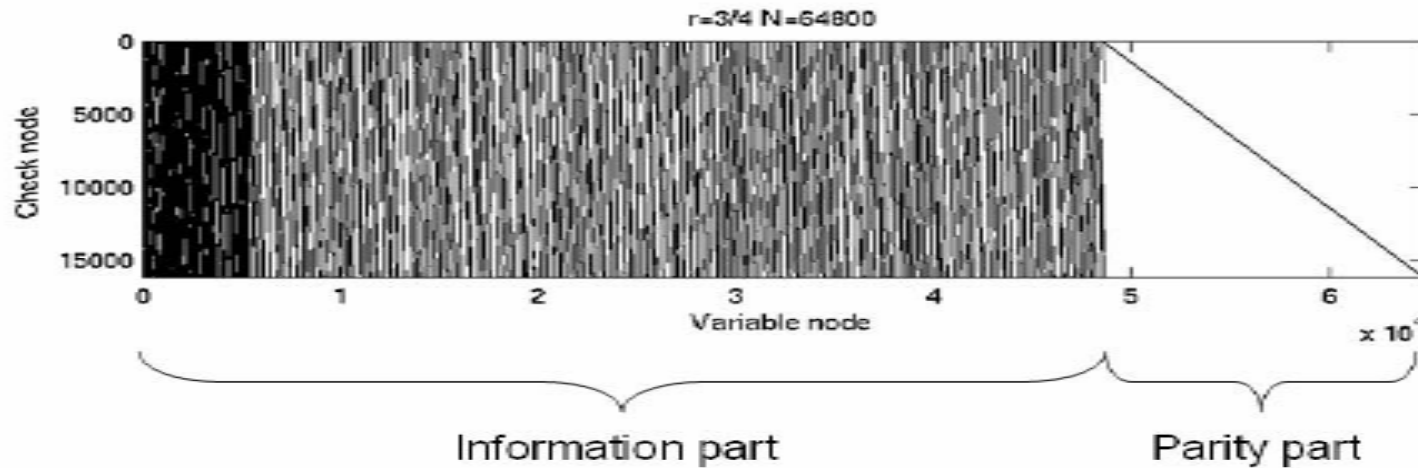
T2 utilizza tre livelli principali di interleaving – applicati a livello di PLP (per risparmiare memoria nel ricevitore):

- **Bit Interleaving** all'interno del blocco FEC
- **Cell Interleaver & Time Interleaver**
- **Frequency Interleaver**

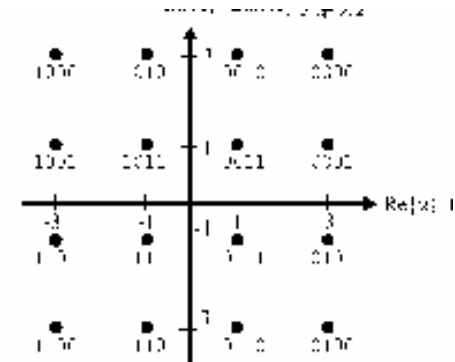


Bit Interleaver

- Nel codice LDPC, non tutti i bit sono protetti allo stesso modo



- Anche nelle modulazioni QAM non tutti i bit sono protetti allo stesso modo
- Combinando questi due fenomeni si possono ottimizzare le prestazioni (anche 0.3-0.5 dB). La Rai ha proposto il mapping per il codice 3/5 che ne migliora le prestazioni in modo significativo



Time Interleaver (1)

Rumore impulsivo (durata tipica < 10 ms, ma la BBC ha misurato treni di impulsi di 60 ms).

- Contromisura "intra-symbol" (**NO-TI**): maggiore è la durata del simbolo OFDM, minore è il rapporto di protezione (il 32k-OFDM è 6 dB meglio del 8k-OFDM e 12 dB meglio del 2k-OFDM) **Nel caso di algoritmo CD3 (no-pilots) NO-TI è accettabile per 8- 32k-OFDM (anche il DVB-T NON ha TI)**
- Contromisura "Inter-symbol" (**Time Interleaving**): Un blocco di FEC è trasmesso su moltissimi simboli OFDM (**minima diversità TI: 30-40ms**)

Ricezione mobile: variazioni del canale dovute alla propagazione multi-cammino (Doppler):

- Le misure (Validate, Nokia,..) dimostrano che in VHF/UHF 100-200 ms di diversità di tempo (TI) sono un buon compromesso tra prestazioni e complessità (memoria nel ricevitore)

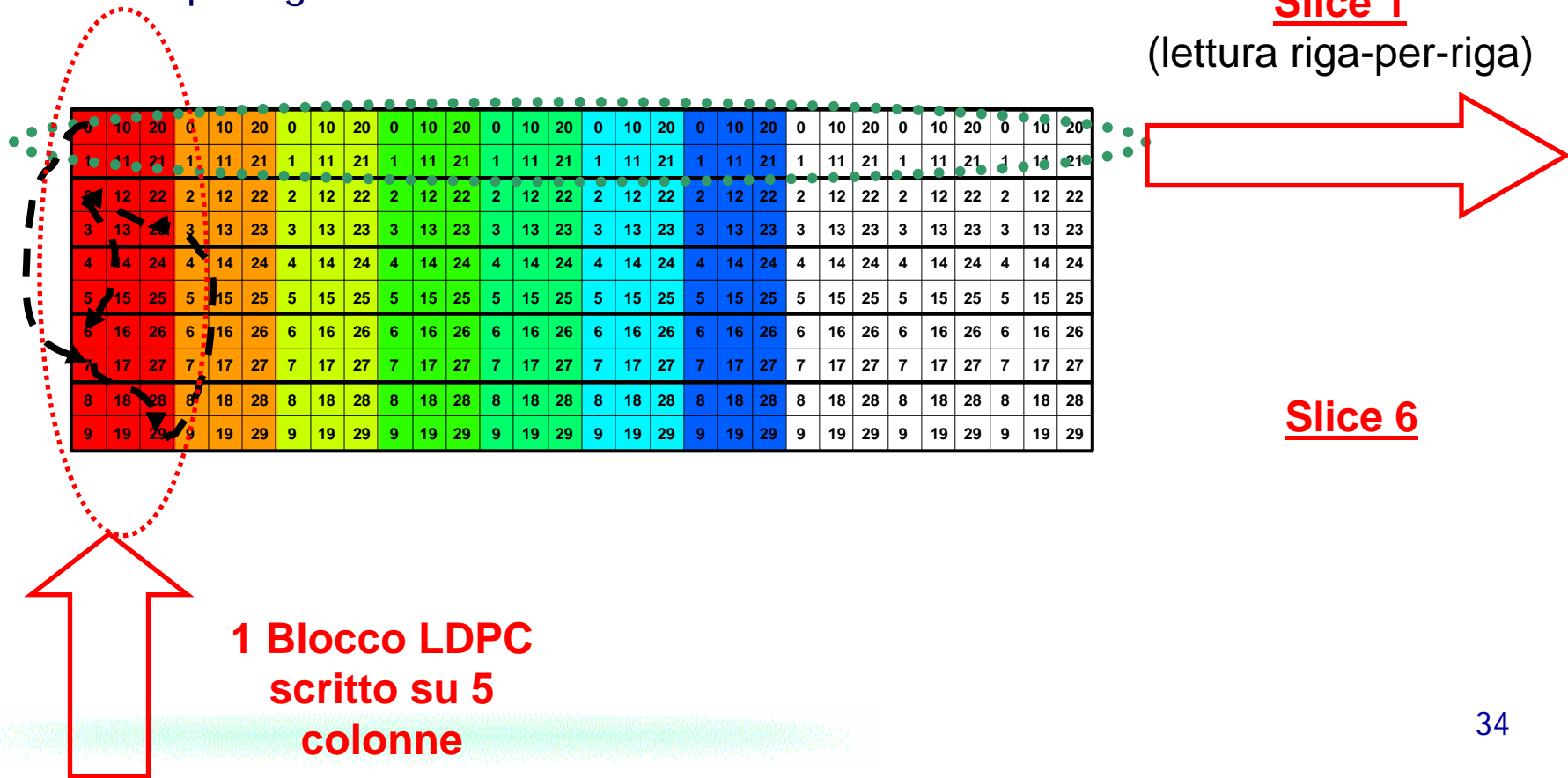
Time Interleaver (2)

- Disperde le celle dati (cella=1 costellazione=1 portante dati OFDM) provenienti da un blocco FEC di un dato servizio (PLP) attraverso un Frame in uno slice o in più sub-slice (tecnica "multijet")
- E' basato su un interleaver a blocco (righe-colonne)
- L'interleaver viene "caricato" per la durata di un Frame (circa 200 ms), e si riempie più o meno a seconda del bit-rate istantaneo del PLP (numero intero di blocchi FEC): **ritardo costante**, indep. bit-rate
- Massima dimensione = 500Kcells (soft-decision: equiv. a ~10Mbit nel ricevitore)
 - ❑ Per un **singolo PLP**, la profondità di interleaving per un servizio HDTV è dell'ordine dei **60-70ms (circa 10-20 simboli 32k-OFDM)**.
 - ❑ Per servizi a basso bit-rate (es: **TV mobile**) trasportati da PLP multipli, la memoria disponibile permette una time-diversity di molti Frame

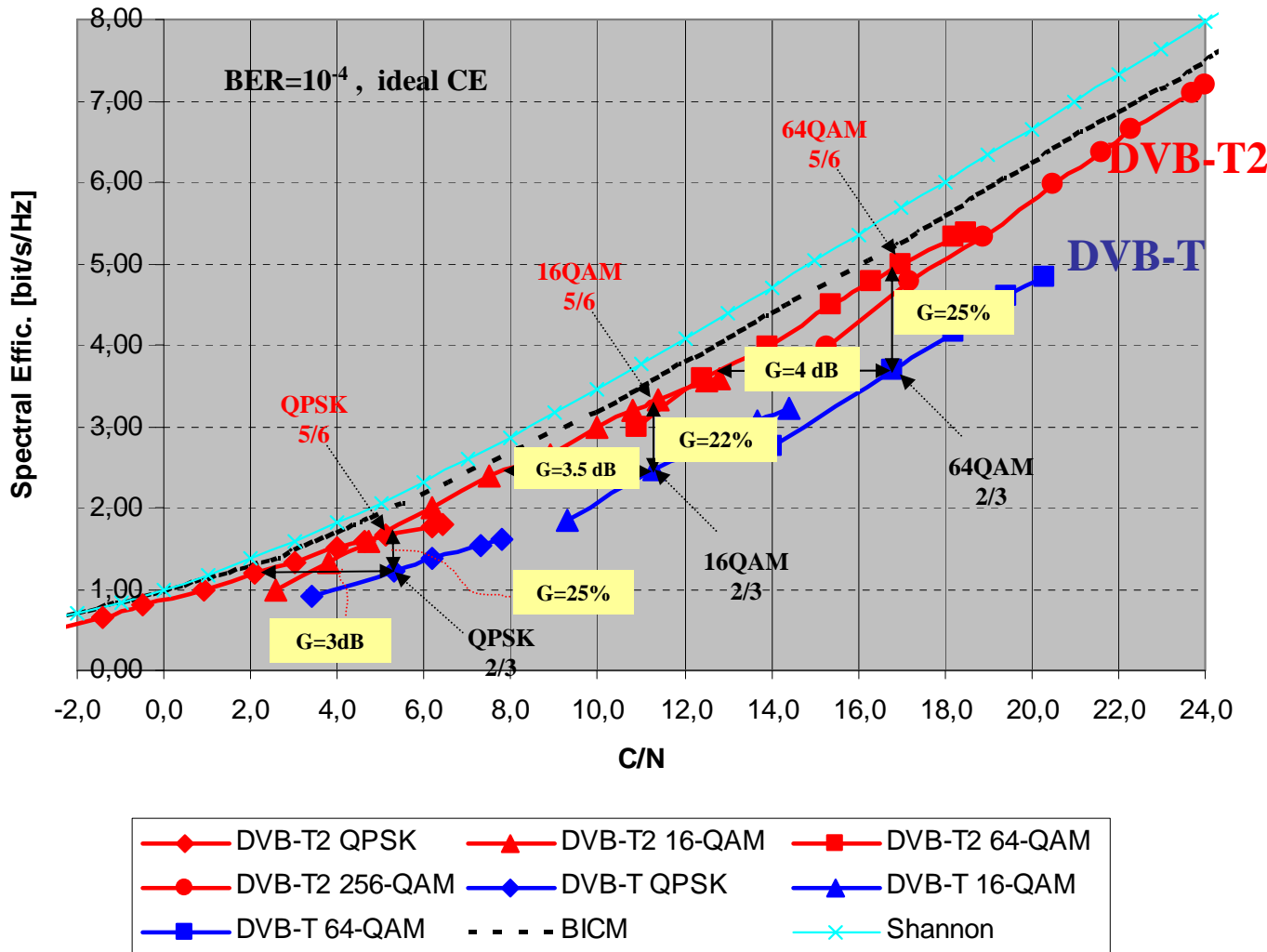
Cell & Time Interleaver (3)

Per evitare che la posizione delle celle all'interno del blocco LDPC influenzi le prestazioni, si introduce il "Cell Interleaver":

- scrive le celle LDPC in modo pseudo-casuale, e poi applica una rotazione diversa per ogni blocco LDPC



Capacity Performance



Non tengono in conto GI e overhead pilota

Il guadagno in efficienza spettrale dell'LDPC rispetto al convoluzionale è costante al 25%

Il guadagno in C/N varia da 3 a 4 dB

In sintesi

- o **Il DVB-T2 in confronto con il DVB-T offre:**
 - o **Guadagno in bit rate (allo stesso C/N e symbol-rate):**
 - **LDPC: +25%**
 - **32k-OFDM: + 18% in SFN** (GI=1/16 invece di 1/4)
 - **Pilota ottimizzate o CD3: + 7-8%**

- o **Grande flessibilità per adattarsi potenzialmente a ogni tipo di rete e modo di ricezione (fisso, portatile e mobile):**
 - **Efficienze spettrali da 0.5 a 6.6 bit/s/Hz**
 - **C/N richiesto da 1 a +25 dB (AWGN)**



UK stima della capacità in MFN (da verificare)

| | Current UK mode | T2 |
|------------------|------------------|-----------------------|
| Modulation | 64QAM | 256QAM |
| FFT size | 2K | 32K |
| Guard Interval | 1/32 | 1/128 |
| FEC | 2/3 CC + RS (8%) | 3/5 LDPC + BCH (0.3%) |
| Scattered Pilots | 8% | 1% |
| Continual Pilots | 2.6% | 0.35% |
| P1/P2 overhead | 0% | 0.7% |
| Bandwidth | Standard | Extended |
| Capacity | 24 Mbit/s | 35.4Mbit/s |

Capacità = DVB-T + 47%
4 canali HDTV MPEG-4 ?



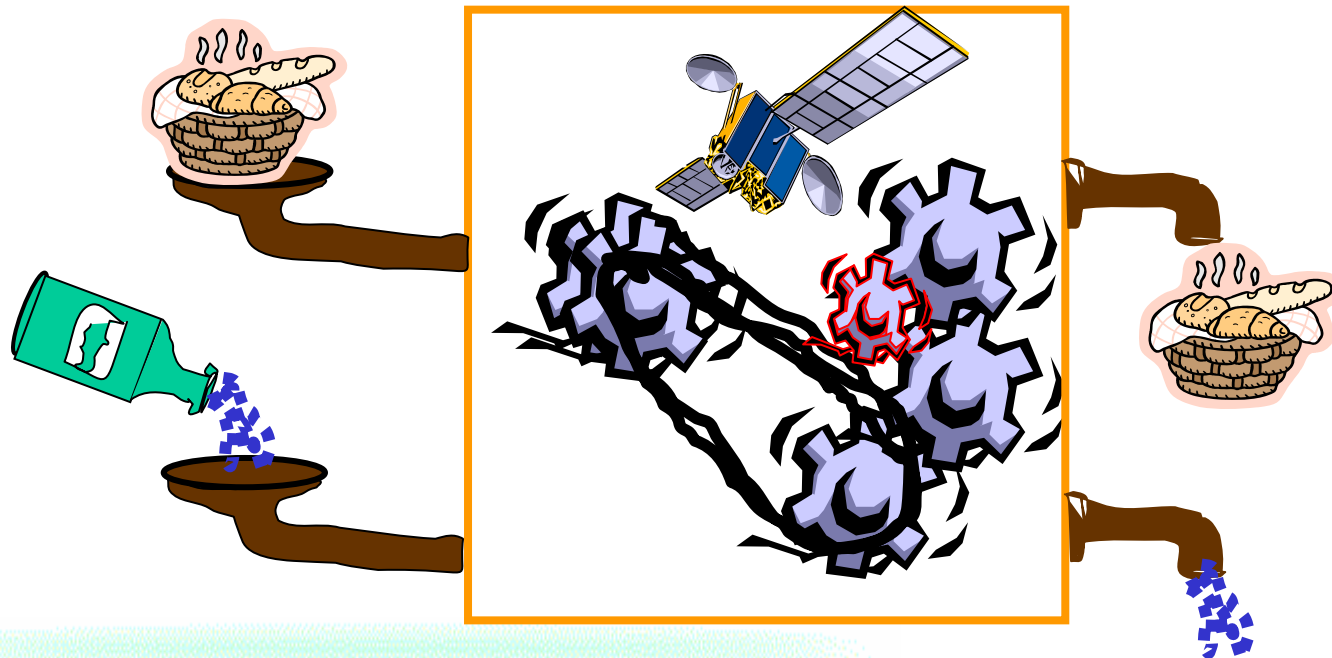
Italia: Stima della Capacità in SFN (da verificare)

| | Modo Italia SFN | T2 |
|------------------|------------------|-----------------------------|
| Modulation | 64QAM | 256QAM |
| FFT size | 8K | 32K |
| Guard Interval | 1/4 | 1/16 |
| FEC | 2/3 CC + RS (8%) | 3/5LDPC + BCH (0.3%) |
| Scattered Pilots | 8% | 1% (CD3) |
| Continual Pilots | 2.6% | 0.35% |
| P1/P2 overhead | 0% | 0.7% |
| Bandwidth | Standard | Extended (used for PAPR) |
| Capacity | 19.91 Mbit/s | 33.3 Mbit/s |

Capacità = DVB-T + 67 %

FLESSIBILITA'

- o Il DVB-T2 può trasportare flussi di ingresso **singoli o multipli**:
 - o In formato MPEG (TS)
 - o In formato Generico (es. IP,..) (GSE)
- o E' adatto per la TV e l'HDTV in MPEG-2 , ma sarà utilizzato specialmente con nuovi formati di compressione (es. MPEG-4, H264,)
- o Ogni flusso di ingresso può essere protetto in modo differente





Grazie per l'attenzione

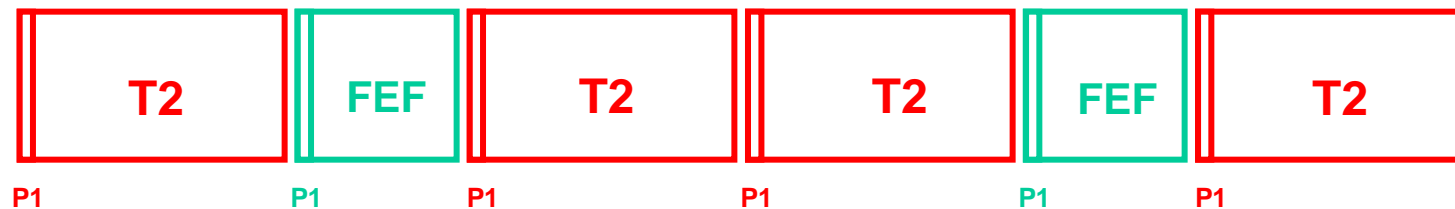
Ulteriori particolarità del T2

- FEF
- Time-Frequency slicing
- Tecniche MISO, MIMO
- PAPR: peak-to-average power reduction

Caratteristiche aggiuntive

Future Extension Frames (FEFs): *i Buchi Neri*

- Fornisce un meccanismo per introdurre in futuro degli altri segnali/servizi nello stesso canale a Divisione di Tempo
- L'unico requisito è cominciare con un simbolo identificativo P1



Time-Frequency slicing

○ Una nuova tecnica utilizzabile solo quando un operatore di rete gestisce **più "canali" T2** (es: 3 o 4) dalle **stesse torri**, esattamente con la **stessa copertura**

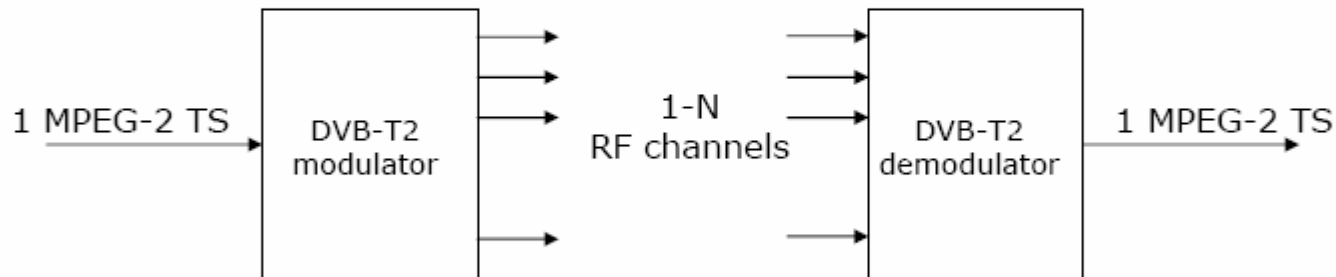
○ E' una condizione verificabile in Italia?

- Numero di canali terrestri dedicati all'HDTV dopo lo switch-off?
- Operatore unico?

Time-Frequency Slicing

Distribution of one MPEG-2 TS on several RF channels

(Alternatively, input/output could be one GSE stream)



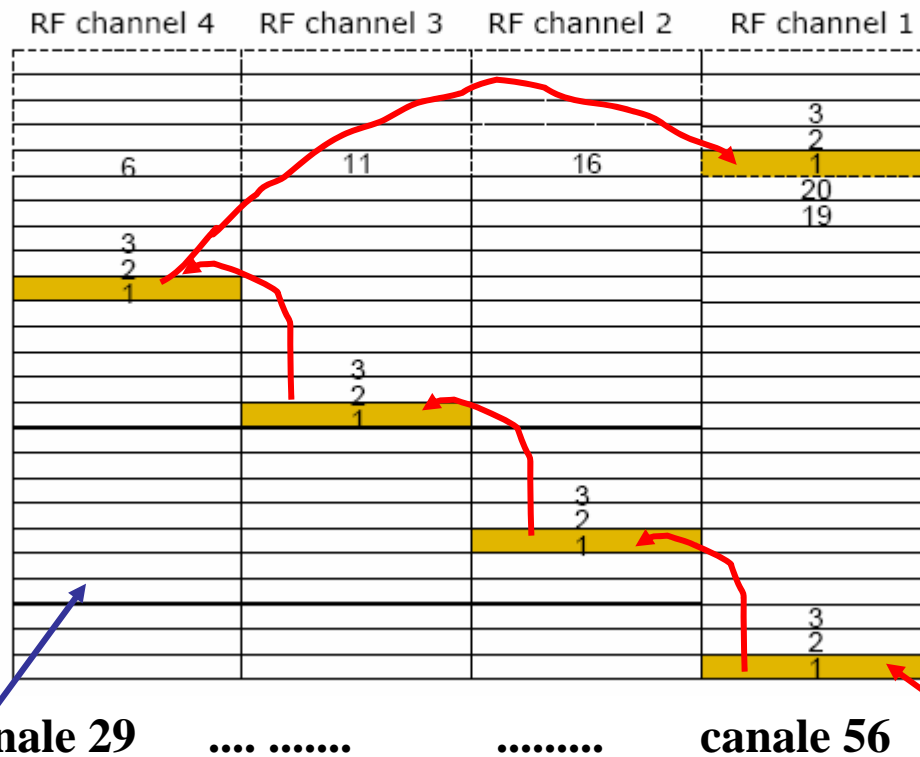
- Example: $N=6$ and 30 Mbps per RF signal \rightarrow TS bit rate = 180 Mbps!
- 6 Mbps per HDTV service \rightarrow 30 HDTV services
- Straight-forward to receive complete TS with with 6 tuners. May be used in PVRs?
- **However, reception of a single service with only one tuner is possible!!!**

Time-Frequency slicing

Example of TF-Slicing pattern of one subchannel



TEMPO



Un **unico Tuner** “insegue” il programma selezionato dall’utente “saltando” da un canale all’altro in modo sincronizzato

Example: the PIDs of one service are mapped to one or more of these subchannels

Un simbolo OFDM

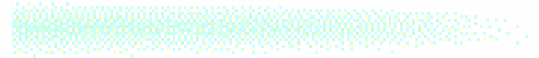
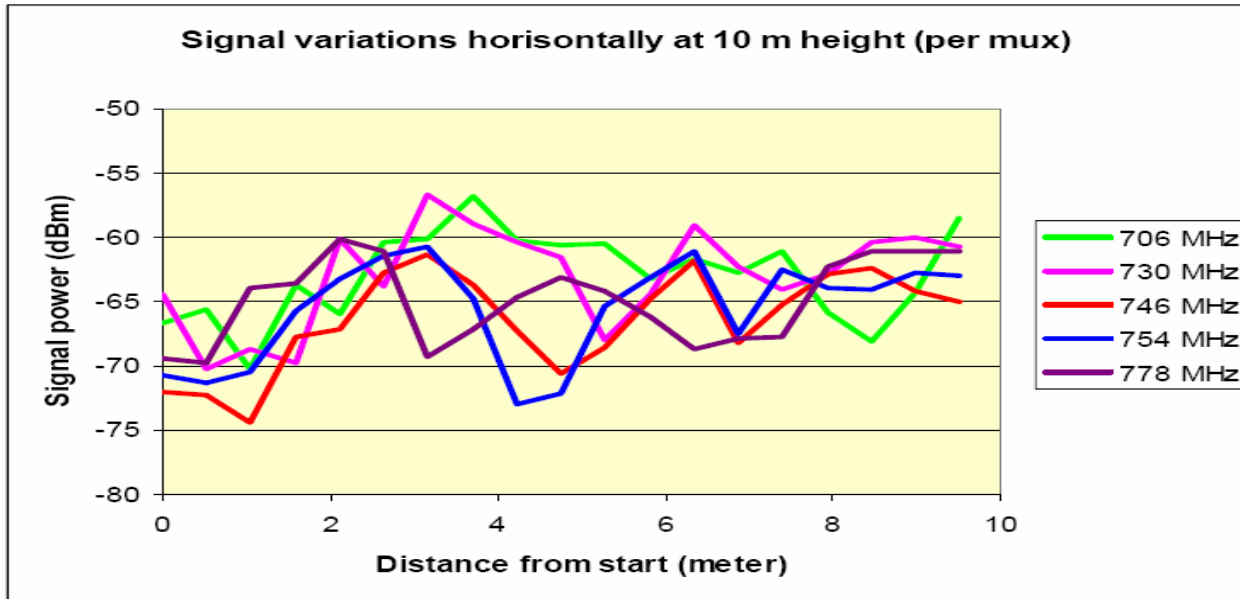
RAI-1

Guadagno di multiplex statistico per TF-slicing

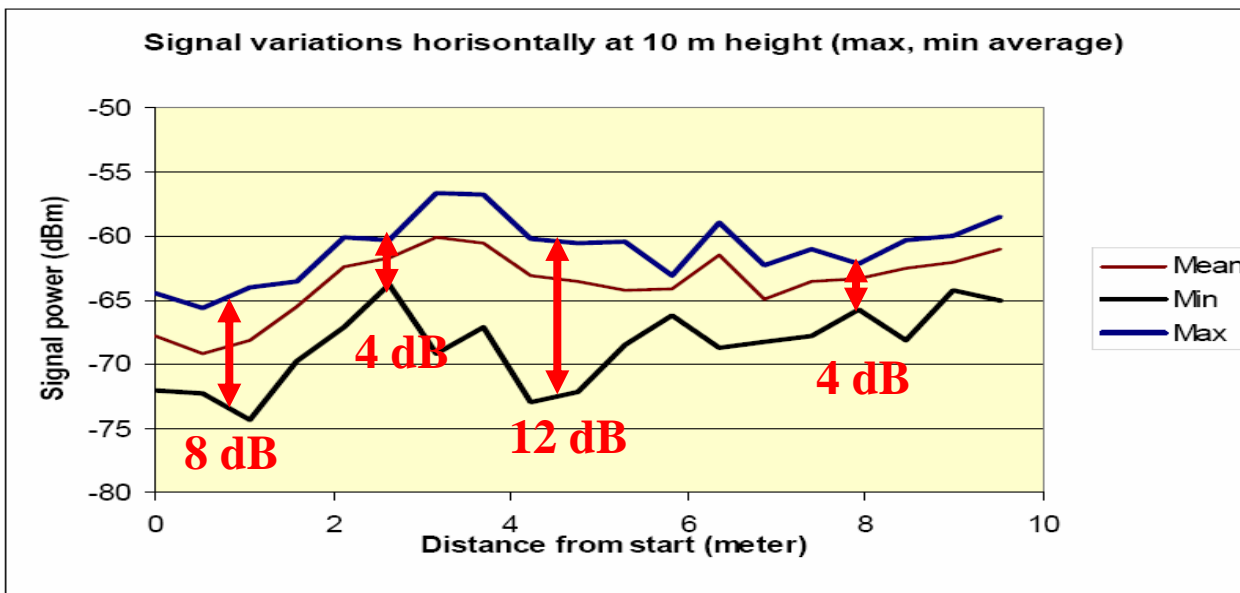
- Un programma digitale, a pari qualità del segnale decodificato, richiede un **bit-rate trasmissivo variabile** a seconda della complessità dell'immagine. Immagini critiche:
 - Molto movimento (Sport)
 - Molto dettaglio
- Un multiplex statistico sfrutta il fatto che le immagini critiche capitino in tempi diversi su programmi diversi: permette di ridurre il bit-rate medio allocato a ciascun programma a pari qualità media.
- Esempio: **un programma HDTV MPEG-4 richiede 10 Mbit/s**; quattro-cinque programmi in MUX statistico richiedono 8.5 Mbit/s medi ciascuno (guadagno 15%); 10 programmi richiedono 7.5 Mbit/s medi ciascuno (guadagno 25%); 20 programmi richiedono 7 Mbit/s medi ciascuno (guadagno 30%) (dati da verificare!)
- Quindi il guadagno mux-statistico abbinato a TF-slicing:
 - **4 canali RF separati** a 34x4 Mbit/s: 16 programmi HDTV
 - **4 canali in TF-slicing** a 136 Mbit/s: 19 programmi HDTV

Guadagno-TFS (4 canali RF) \approx 19 %

Guadagno di rete TF-slicing



Misure
Teracom
ricezione
antenna
direttiva
per
con



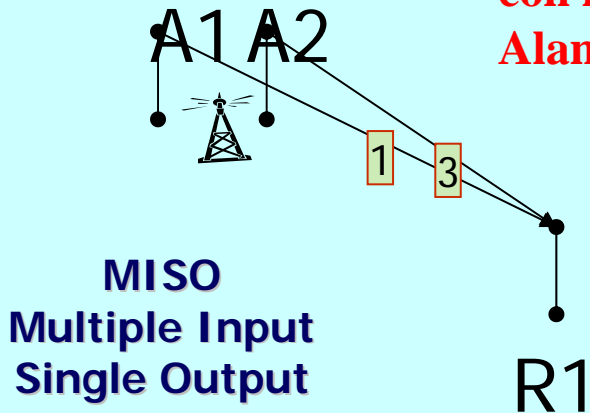
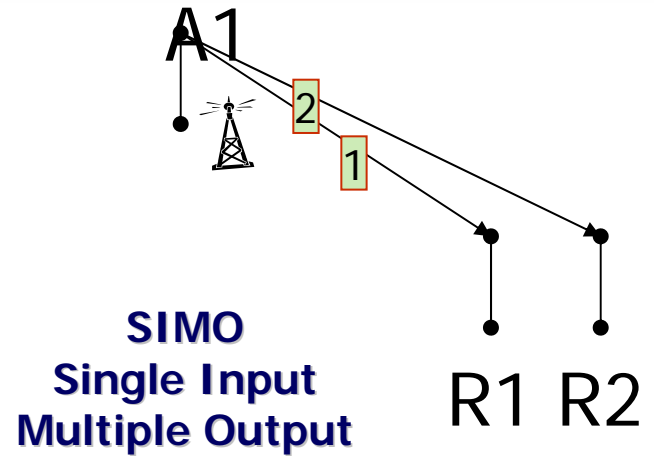
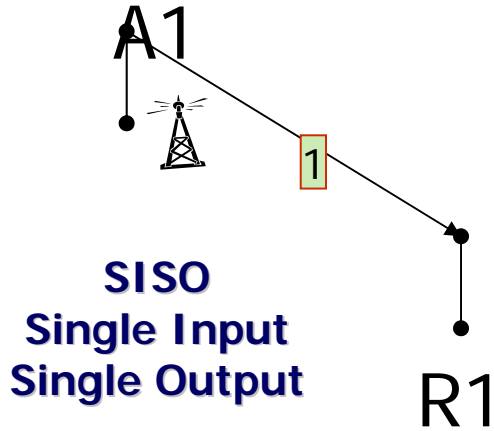
Guadagno di rete TF-slicing

Guadagno di TF-slicing (4 canali) rispetto a un sistema a canale singolo, in funzione della deviazione standard dei segnali UHF ricevuti= differenza sul campo medio richiesto per ottenere una probabilità del 95% di ricevere **tutti** i servizi

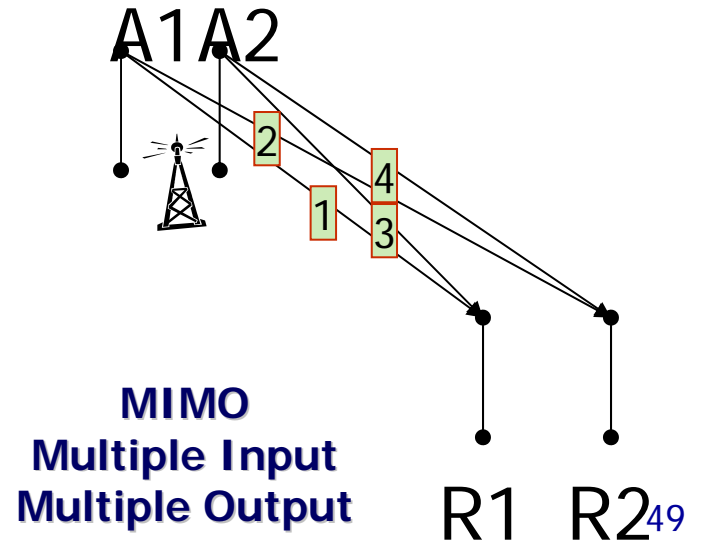
| "Local" standard deviation | Link budget gain |
|----------------------------|------------------|
| 1 dB | 1.3 dB |
| 2 dB | 2.7 dB |
| 3 dB | 4.4 dB |

A 2-3 dB di miglioramento sul C/N richiesto corrisponde circa un guadagno del 20-25% sul bit-rate supportato

Le tecniche SIMO, MISO, MIMO



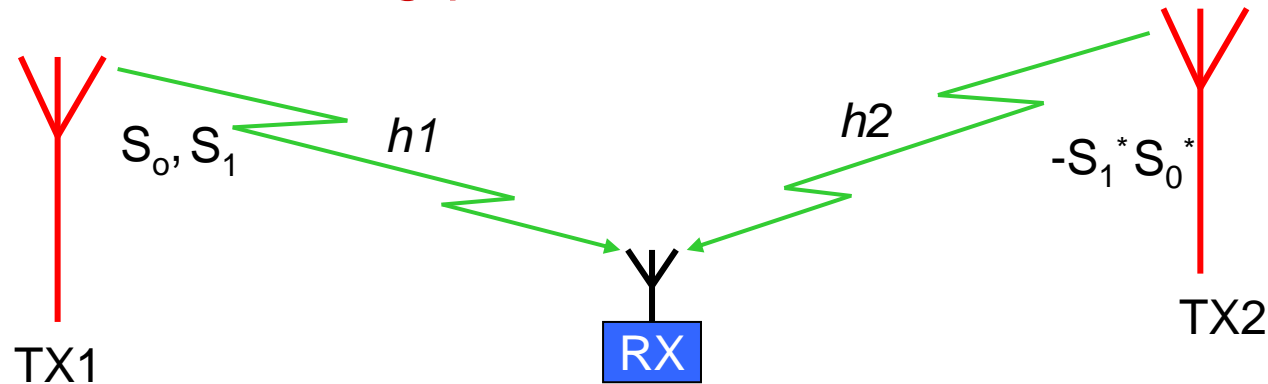
**Il T2 è compatibile
con lo schema MISO
Alamouti**



Diversità in trasmissione (1)

T2 offre la codifica di Alamouti nel dominio della frequenza:

- MISO da torre singola
- MISO da coppie di TX in SFNs (distributed Alamouti)
- Questo evita il "fading piatto" al ricevitore



Tx₁ trasmette coppie di celle S₀, S₁, Tx₂ trasmette -S₁^{*}, S₀^{*}
Le pilota sono modificate (incrementate) per misurare h₁ e h₂

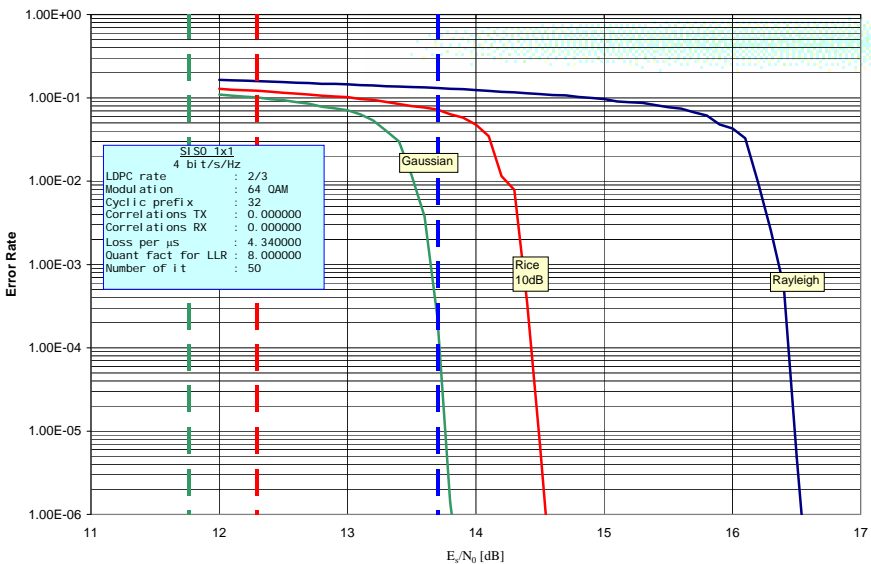
- Studi iniziali di pianificazione indicano guadagni di copertura potenziali in SFN fino al 30%

Dove si guadagna?

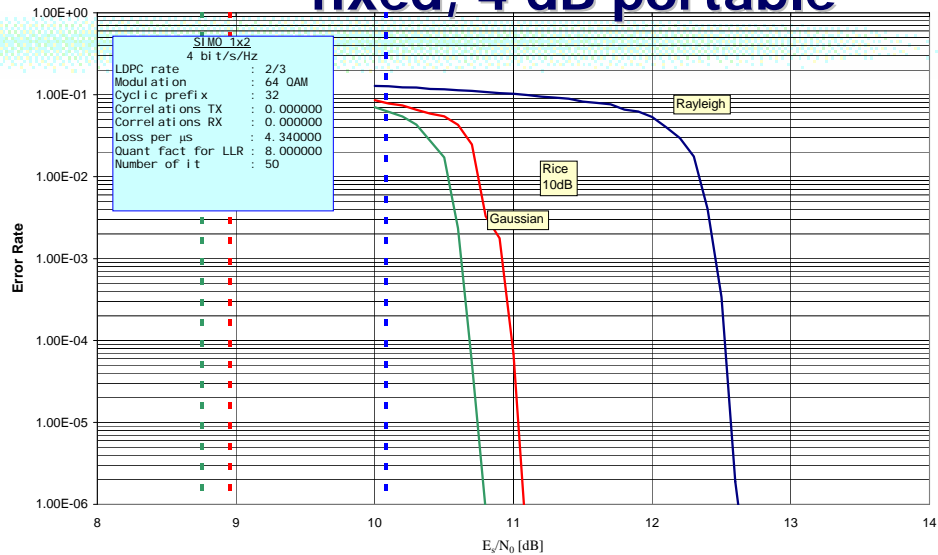
- Se ho N canali “indipendenti” la capacità del canale aumenta
 - Ipotesi 1 : sfruttare le **due polarizzazioni** di un canale terrestre per **raddoppiare la capacità** (34 Mbit/s sul verticale, 34 Mbit/s sull’orizzontale)
 - Tecnica ben collaudata sui ponti radio: ricevo entrambe le polarizzazioni, e cancello le interferenze mutue (C/I originale dell’ordine dei 15 dB = XPD): dimostrata all’IBC di Amsterdam dalla BBC
 - Problemi:
 - serve un **nuovo impianto condominiale** (2 antenne, 2 cavi)
 - **Compatibilità con GE06**: alcune nazioni (Italia) hanno una polarizzazione assegnata (se voglio utilizzarle entrambe, coordinamento internazionale)
 - Ipotesi 2: una sola polarizzazione: ma quando funziona?



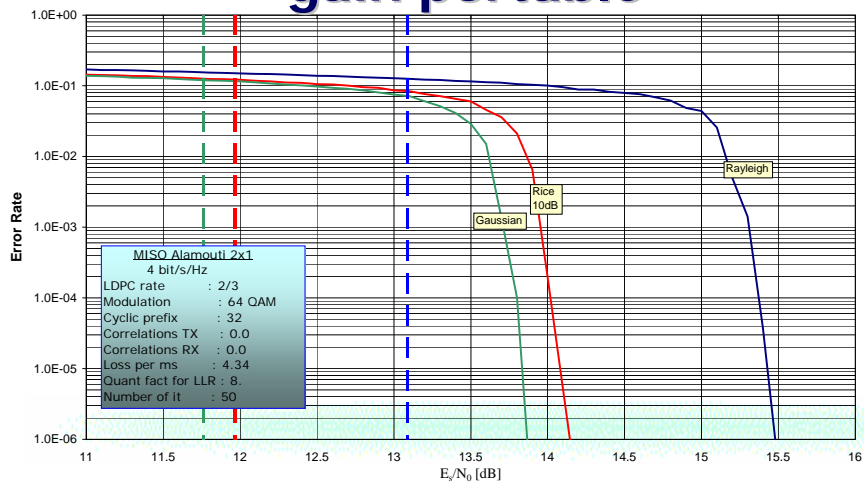
SISO



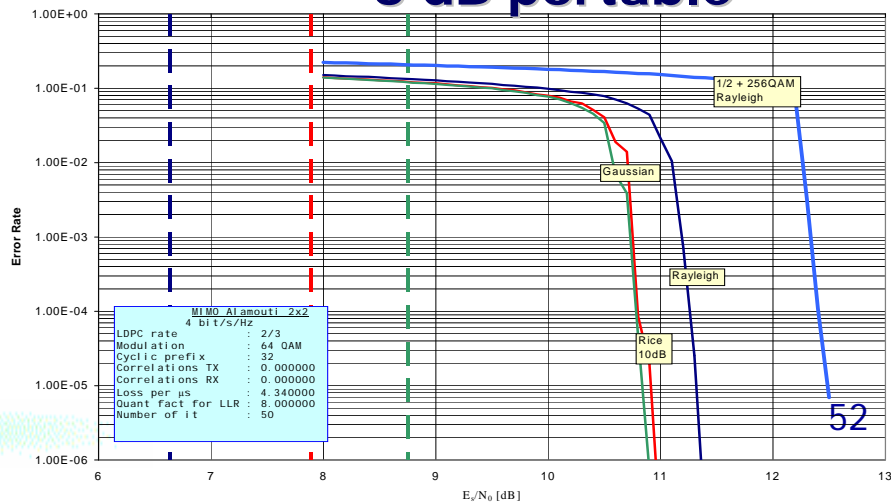
SIMO: 3 dB gain fixed, 4 dB portable



MISO: 1 dB gain portable



MIMO: 4 dB gain fixed, 6 dB portable



Dove si guadagna?

- Metto due antenne trasmettenti sul traliccio (o due TX diversi di una SFN), con due versioni del segnale T2 sulla stessa polarizzazione:
 - Per ricezione fissa:
 - singola antenna: guadagno poco-nulla (un poco di più in SFN)
 - guadagno circa 4 dB se raddoppio le antenne e i cavi condominiali
 - Per ricezione portatile:
 - guadagno 1-2 dB con una antenna omni-direzionale
 - guadagno 6-7 dB con due antenne

Peak to Average Power Reduction

L'OFDM nel dominio del tempo ha un inviluppo Rayleigh (teorema limite centrale): back-off amplificatori per evitare shoulder e MER

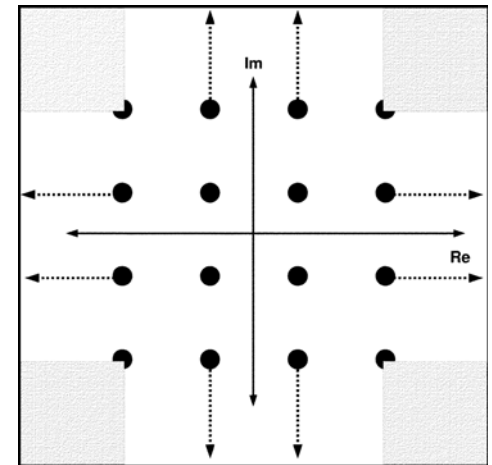
2 tecniche PAPR

- Tone reservation

- 1% delle portanti riservate e non utilizzate da RX: sono modulate con ampiezza e fase opportuna per evitare picchi di ampiezza OFDM

- 'ACE'

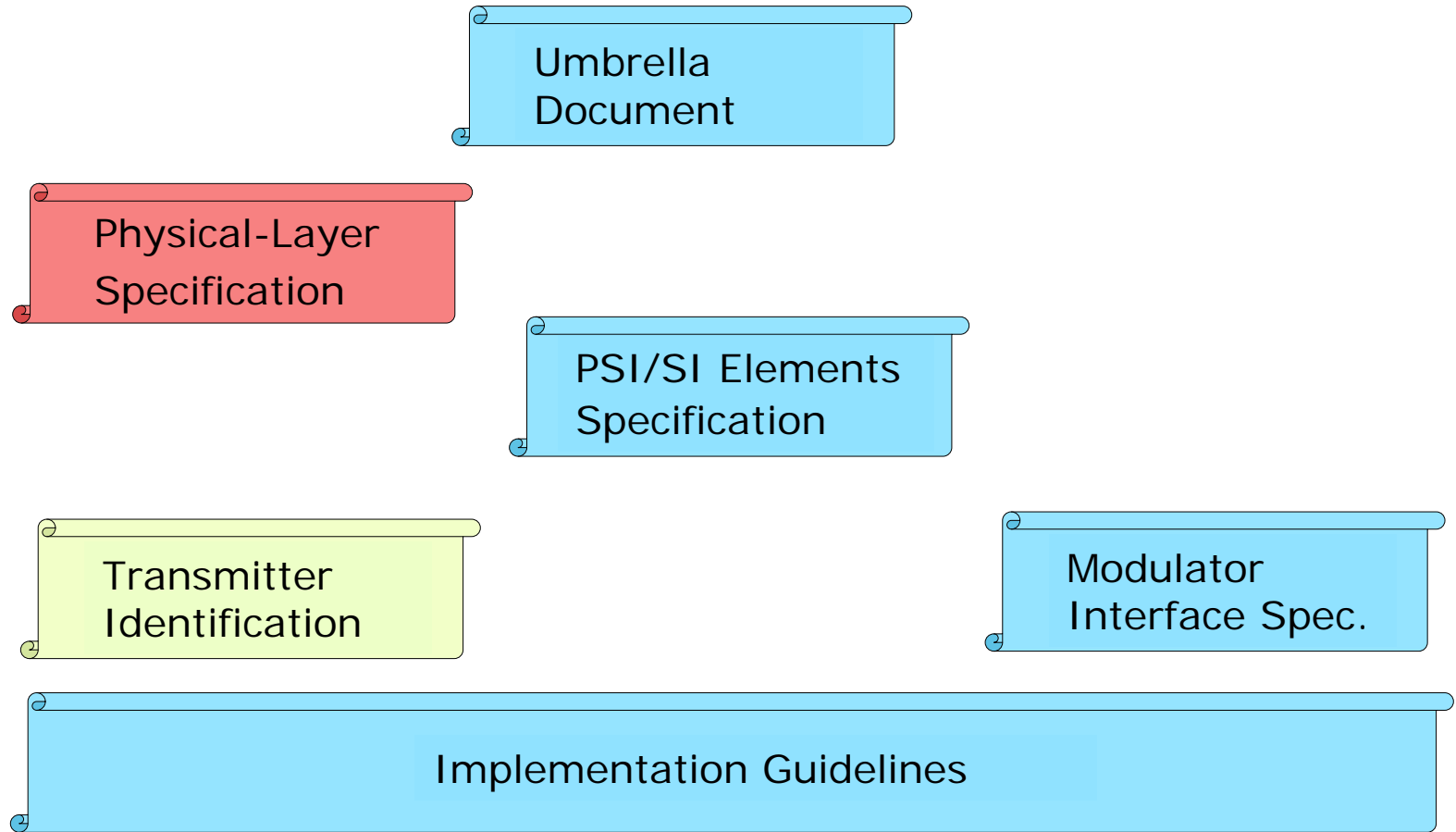
- Distorsione della costellazione per evitare i picchi OFDM (non compatibile con rotated-constellations e CD3)



PAPR permette di incrementare la potenza emessa da un amplificatore di circa 1-2 dB a pari shoulder/MER



Specification Documentation





Status of Specification

Physical Layer specification has been drafted and reviewed for release to this March TM meeting

- One minor technical issue still to be resolved by March 27

Some polishing and ETSI-fication of physical layer specification still required

- But specification is complete and stable
 - No further technical enhancements will be made
- VLSI design can be started with confidence in stability of spec.

PSI/SI specification document

- Draft agreed with GBS

Other documents not yet started

- Umbrella document
- Modulator interface
- Transmitter Identification
- Implementation Guidelines



Summary of Techniques (1)

S2 LDPC (Rates: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{6}$)

Compatible S2 system layer (Baseband Frames)

Classical GI-OFDM

- FFT sizes: 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K
- GI sizes: $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{19}{256}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{19}{128}$, $\frac{1}{4}$
- Bandwidths 1.7, 5, 6, 7, 8, 10 MHz

8 Scattered Pilot patterns

Continual pilots for common phase error rejection and fine frequency control

Time interleaving at physical layer to improve impulse noise robustness

Time slicing at physical layer

- Different PLPs can have different levels of robustness
- Enables power saving

Sub-slicing within frame

- Increases time diversity/interleaving depth without increasing de-interleaver memory



Summary of techniques (2)

P1 symbol for frame sync. and for rapid T2 signal detection

P2 symbol carrying frame construction data and PSI/SI information

Three main levels of interleaving

- Bit interleaving, Time interleaving and Freq. interleaving

Rotated constellations

MISO capability (Alamouti-based transmit diversity)

Peak-to-average-power reduction via tone reservation and constellation distortion

Future Expansion Frames

Signalling and compatibility with future implementations of Time Frequency Slicing

Low-level transmitter identification signalling