

VII Convegno Nazionale “Monitoraggio ambientale: dalla produzione all’analisi del dato”

Stresa – Hotel La Palma - 5-6-7 giugno 2019



Individuazione della configurazione dei canali di segnalazione e di controllo di celle LTE tramite misure nel dominio dei codici e nel dominio del tempo

A.Barellini¹, B.Bracci¹, G.Licitra², A.M.Silvi¹



¹Area Vasta Toscana Costa – Settore Agenti Fisici

²Area Vasta Toscana Costa

2016: misure in modalità Span Zero su celle LTE FDD

Catena strumentale

R&S FSH8
(9 kHz÷8 GHz)



ARC PCD8250
(80 MHz÷3 GHz)

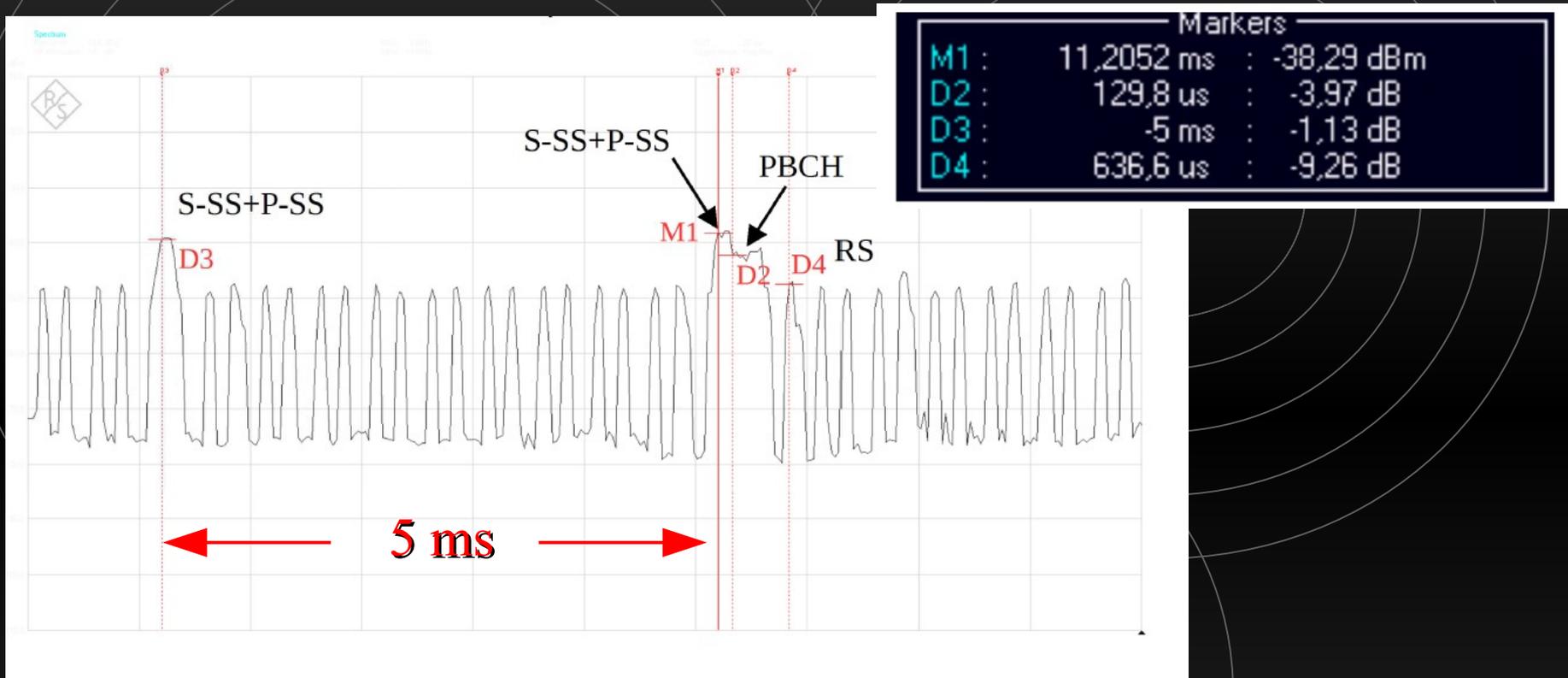


Misure presso una decina di SRB di diversi gestori con impianti LTE operanti in diverse bande di frequenza (800 MHz, 1800 MHz, 2600 MHz) a Pisa e provincia

Finalità → verifica applicabilità tecnica di estrapolazione indicata dalla norma CEI

→ VI Convegno Agenti Fisici – Alessandria 2016 ←

Misure 2016: esempio misure banda 800 MHz



➔ $P_{ric}(\text{PBCH}) \sim P_{ric}(\text{S-SS, P-SS}) - (3 \div 4) \text{ dB}$

➔ $P_{ric}(\text{RS}) \sim P_{ric}(\text{S-SS, P-SS}) - (8 \div 9) \text{ dB}$

Misure 2016 : conclusioni

Le prime misure effettuate in modalità SPAN ZERO hanno mostrato che:

1) $P_{ric}(S-SS) \approx P_{ric}(P-SS)$ è la massima potenza ricevuta su t_{frame}

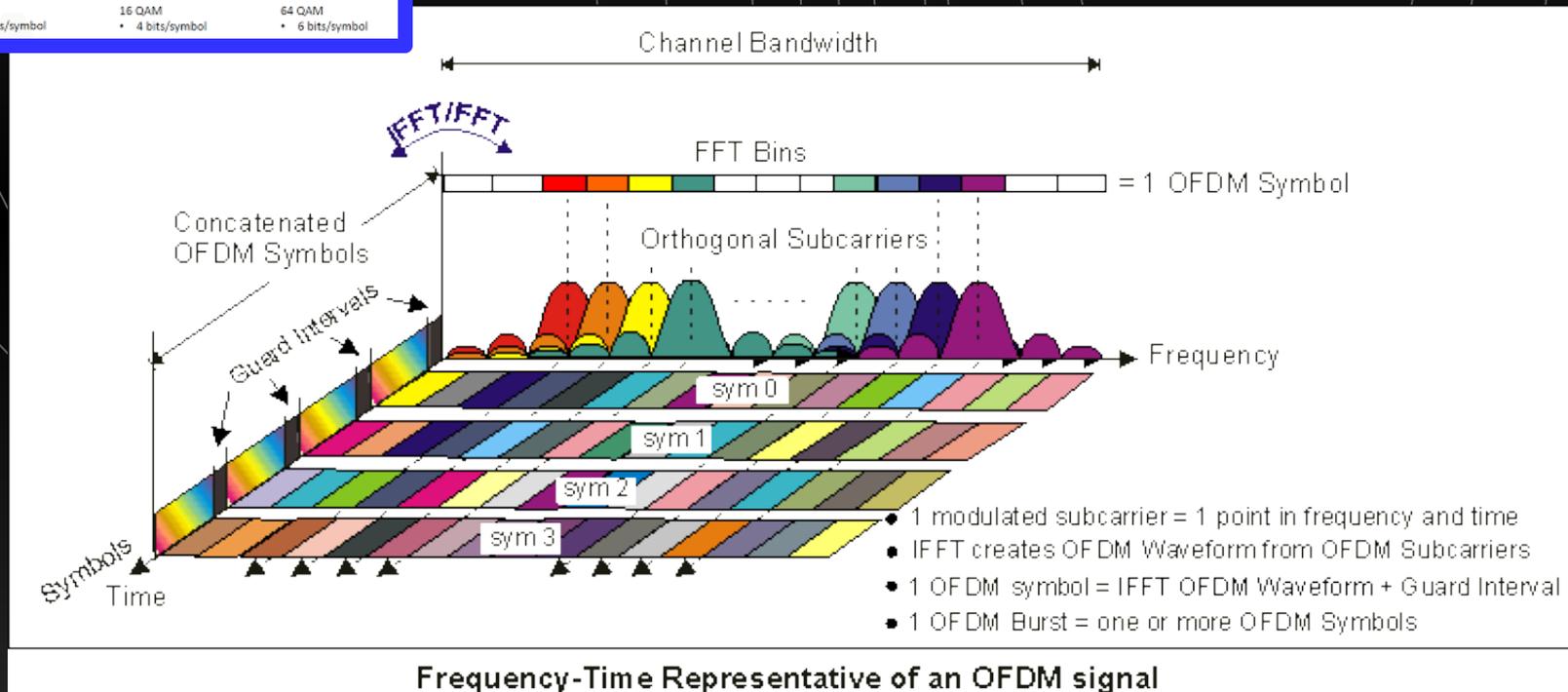
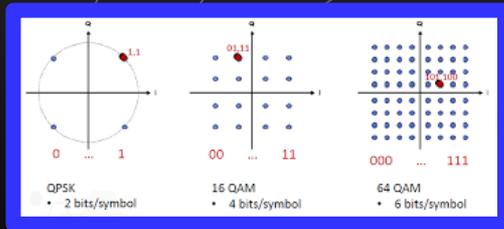
2) $P_{ric}(PBCH) \approx P_{ric}(S-SS) \approx P_{ric}(P-SS)$
 $< P_{ric}(S-SS) \approx P_{ric}(P-SS)$ \Rightarrow 3÷6 dB
CONFERMATO

3) $P_{ric}(RS) < P_{ric}(S-SS) \approx P_{ric}(P-SS)$ \Rightarrow 7÷9 dB 😊

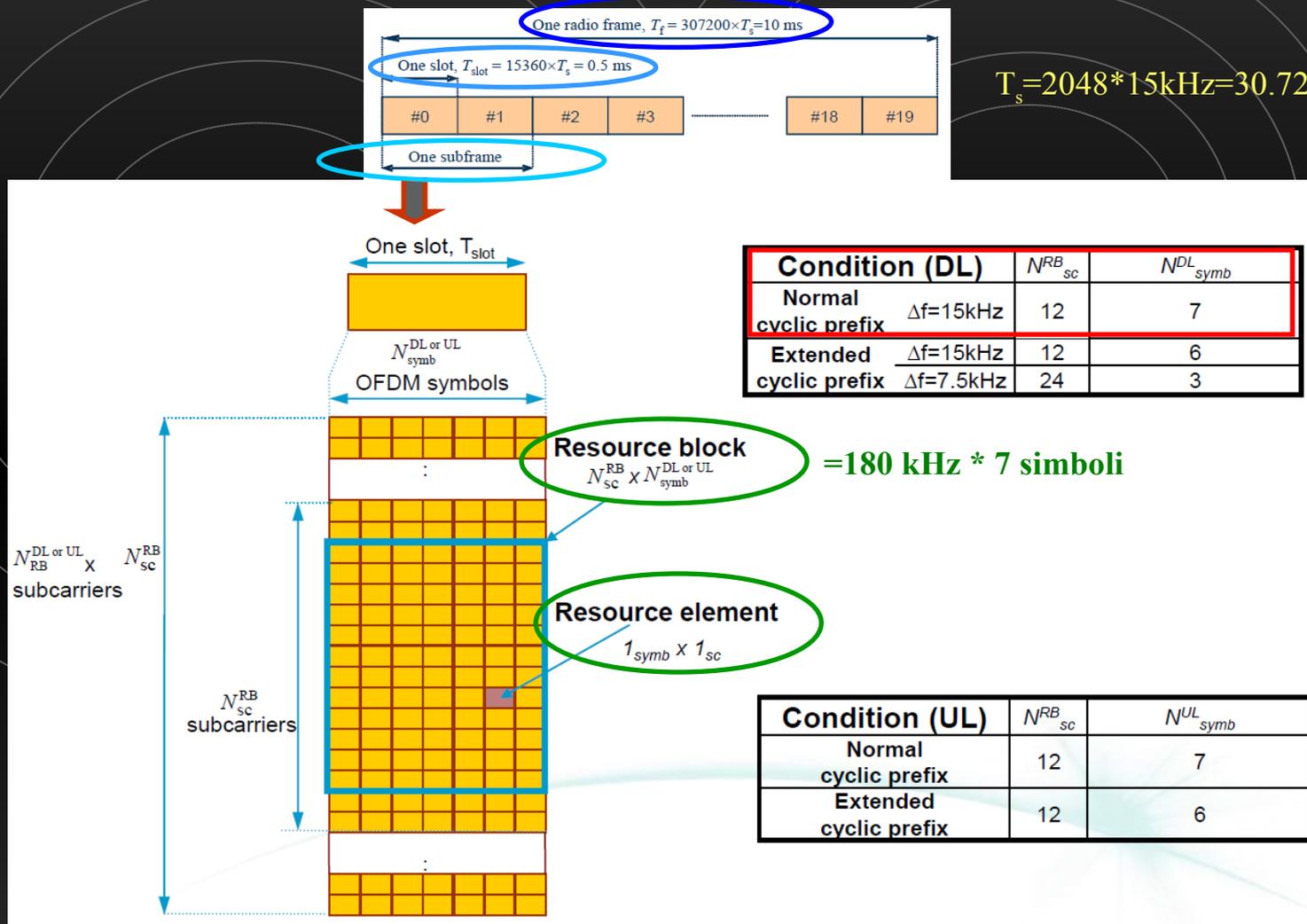
- $P_{ric}(PBCH)$ è la massima potenza ricevuta \Rightarrow Quando? \downarrow
 - $P_{ric}(PBCH)$ o $P_{ric}(P/S-SS)$?
- Equiripartizione della potenza del trasmettitore \Rightarrow Quando?

LTE: schema di trasmissione

OFDMA



Struttura Slot & Physical Resource Element



I dati sono allocati allo User Equipment in termini di multipli interi di RB assegnati ogni *frame*

Canali di sincronizzazione e PBCH

Physical signals

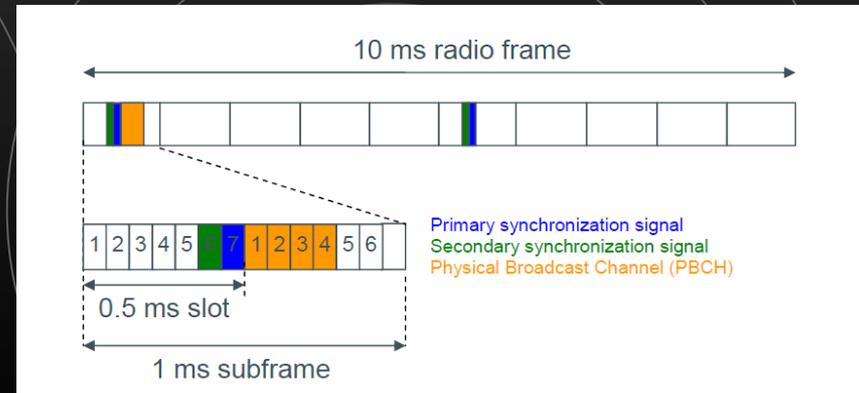
Downlink	Uplink
Primary synchronization signal	Demodulation reference signal (DMRS)
Secondary synchronization signal	Sounding reference signal (SRS)
Reference signals	

Generated in Layer 1 and are used for system synchronization, cell identification and radio channel estimation

Physical channels

Downlink	Uplink
Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)	Physical Uplink Shared Channel (PUSCH)
Physical Broadcast Channel (PBCH)	Physical Uplink Control Channel (PUCCH)
Physical Downlink Control Channel (PDCCH)	Physical Random Access Channel (PRACH)
Physical Multicast Channel (PMCH)	
Physical Control Format Indicator Channel (PCFICH)	
Physical Hybrid Automatic Repeat Request (ARQ) Indicator Channel (PHICH)	

Carry data from higher layers including control, scheduling and user payload



1) S-SCH



Trasmessi **2 volte** nella trama (simboli nn. 6 e 7 degli slot #0 e #10) nelle 62 SC centrali

2) P-SCH

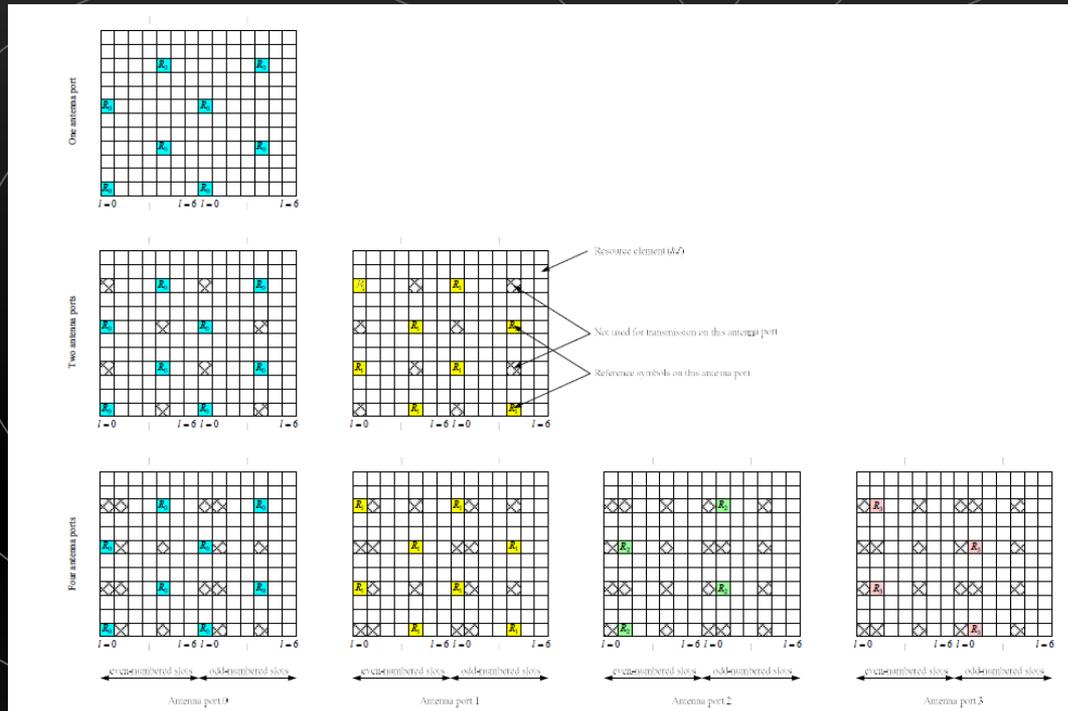


3) PBCH



Trasmesso nel primi 4 simboli dello slot #1 nelle 72 SC centrali

DL Reference Signals



1 porta

2 porte

4 porte

Specifici **Resource Elements (RE)** predefiniti nel dominio tempo-frequenza trasportano la sequenza del **segnale di riferimento** specifico della cella utile per la stima del canale

Trasmessi su due SC nei simboli nn. 0 e 4 di **ciascun RB**

CEI 211-7/E :estrapolazioni su sistemi 4G

Guida

CEI 211-7/E

Data Pubblicazione

2013-09

Titolo

Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana
 Appendice E: Misura del campo elettromagnetico da stazioni radio base per sistemi di comunicazione mobile (2G, 3G, 4G)

METODI PER IL CONFRONTO CON I LIMITI

METODI PER ESCLUDERE IL SUPERAMENTO DEI LIMITI

VALORE MISURATO
(confronto con soglia normativa per verifica di effettivo superamento)

ESTRAPOLAZIONE DEI VALORI MISURATI
(Estrapolazione per confronto con soglia normativa per verifica di effettivo superamento)

VALORE ESTRAPOLATO
(confronto con soglia normativa per verifica di potenziale superamento nel corso della vista dell'impianto, es. per rilascio pareri amministrativi e riduzione a conformità)

VALUTAZIONE CONSERVATIVA
(solo per escludere il potenziale superamento di una soglia normativa)

4G

Media su 6 minuti
(20 V/m)

Misura in banda larga (6' o 24 h)

An. Spettro CHANNEL POWER su x MHz*, AVERAGE / 6 MIN

$$E = \sqrt{\frac{nRS}{BF}} * \sqrt{\sum (ERS_ANTn)^2}$$

$$E = \sqrt{\frac{nRS}{BF}} * \sqrt{\sum (ERS_ANTn)^2}$$

$$E = \sqrt{nPBCH} * E_{PBCH}$$

Analizzatore vettoriale nel dominio 4G

Analizzatore di Spettro span zero

Media su 24 ore
(6 V/m)

An. Spettro CHANNEL POWER su x MHz*, AVERAGE / 24 ORE

$$E = \sqrt{\frac{nRS}{BF}} * \sqrt{\sum (ERS_ANTn)^2} * \sqrt{\alpha_{24DAY}}$$

$$E = \sqrt{\frac{nRS}{BF}} * \sqrt{\sum (ERS_ANTn)^2} * \sqrt{\alpha_{24AUT}}$$

$$E = \sqrt{nPBCH} * E_{PBCH} * \sqrt{\alpha_{24AUT}}$$

Analizzatore vettoriale nel dominio 4G

Analizzatore vettoriale nel dominio 4G

Analizzatore di Spettro span zero

4G: Estrapolazione alla massima potenza con SA -1

misura del campo elettrico associato al canale fisico PBCH che presenta una larghezza di banda di 1 MHz (72 SC) : $E_{\text{mis_PBCH}}$

La tecnica si basa sull'assunto che in condizioni di **equiripartizione della potenza del trasmettitore tra le SC**, la **massima potenza ricevuta nel tempo di trama** nella banda di 1 MHz del filtro RBW sia comunque quella trasmessa in corrispondenza dei **simboli che trasmettono il PBCH**



$$n_{\text{P-SS, S-SS}} = 62$$

$$n_{\text{PBCH_1MHz}} = 1000/15 = 66,7$$

$$n_{\text{RS}} = 1/6 * n_{\text{PBCH}}$$

4G: Estrapolazione alla massima potenza con SA - 2

Parametri analizzatore:

f_{CENTR} = freq. Centrale portante LTE
RBW = 1 MHz
SPAN ZERO
Sweep time = $70\mu\text{s} * n_{\text{DISPLAY}}$
Detector RMS/ MAX HOLD
Misura di 20 s

$E_{\text{mis PBCH}}$

estrapolazione nelle condizioni di massima potenza

$$E_{\text{LTE}} = \sqrt{n_{\text{PBCH}}} E_{\text{mis PBCH}}$$

$$n_{\text{PBCH}} = \frac{N_{\text{SC}}}{72}$$

Misure 2019: strumentazione e metodi

Catena strumentale

R&S FSH8
(9 kHz ÷ 8 GHz)



ARC PCD8250
(80 MHz ÷ 3 GHz)



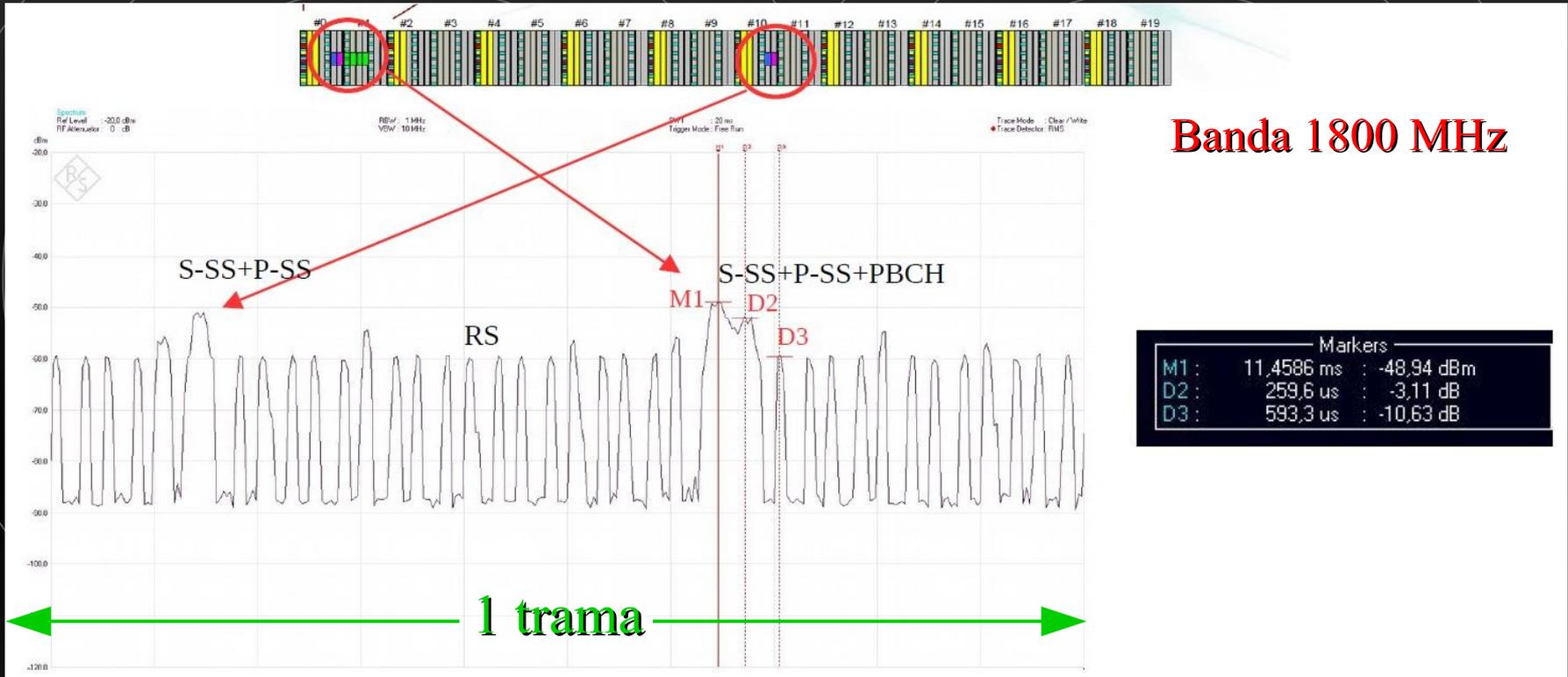
Single Sweep su 1 o 2 tempi di trama (10/20 ms)

- Misure nel dominio del tempo (Span Zero)
- Misure nel dominio dei codici

Global Results		
RF Chan Power	-47,70 dBm	
Overall EVM	8,91 %	
Carrier Freq Error	-39,4 Hz	
Sync Signal Power	-71,97 dBm	
OSTP	-52,15 dBm	
RSRP	-68,11 dBm	
Ref Signal Overview		
Antenna	Power	EVM
1	-67,42 dBm	7,79 %
2	-68,85 dBm	9,90 %

Misure presso SRB di diversi gestori con impianti LTE operanti in diverse bande di frequenza (800 MHz, 1800 MHz, 2600 MHz) a Pisa e provincia

Misure Span Zero - gestore 1



$$P_{ric}(PBCH) \sim P_{ric}(S-SS, P-SS) - 3 \text{ dB}$$

$$P_{ric}(RS) \sim P_{ric}(PBCH) - 7 \div 8 \text{ dB}$$

$$n_{RS}(1 \text{ MHz}) / n_{SC}(1 \text{ MHz}) \sim 1/6 \Rightarrow 10 \cdot \log(1/6) \sim -7,8 \text{ dB}$$

$$p_{SC, PBCH} = p_{SC, RS} = p_{SC, P-SS, S-SS} - 3 \text{ dB}$$

Misure dominio dei codici – gestore 1

Banda 1800 MHz

Global Results SYNC OK

RF Chan Power	-52,29 dBm	→	Cell Identity [Grp/ID]	388 [129/1]
Overall EVM	28,89 %		Cyclic Prefix	Normal
Carrier Freq Error	-313,9 Hz		Traffic Activity	2,41 %
Sync Signal Power	-68,95 dBm		SINR	12,45 dB
OSTP	-57,65 dBm		RSSI	-48,28 dBm
RSRP	-75,15 dBm		RSRQ	-6,87 dB

Ref Signal Overview

Antenna	Power	EVM
1	-72,36 dBm	8,63 %
2	-84,03 dBm	39,94 %

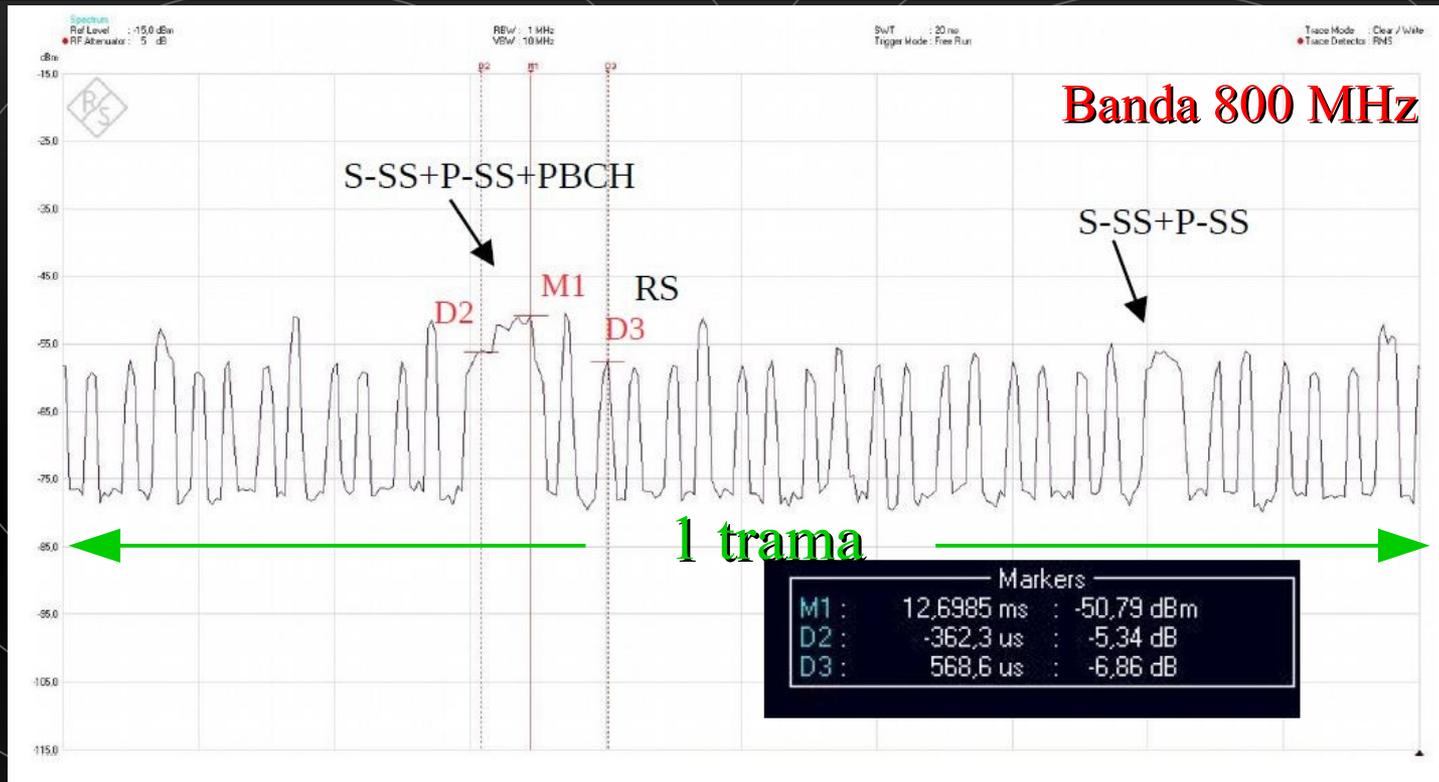
Anche in banda 800 MHz

$P_{SC_RS} \sim P_{SC_P-SS,S-SS} - 3 \text{ dB}$

Conferma di quanto ottenuto nel dominio del tempo

Boost di 3 dB per $P_{SC_P-SS,S-SS}$ è parametro di rete !!!!

Misure Span Zero - gestore 2



$$\Rightarrow P_{ric}(PBCH) \sim P_{ric}(S-SS, P-SS) + 5 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow P_{ric}(RS) \sim P_{ric}(PBCH) - 7 \text{ dB}$$

$$n_{RS}(1 \text{ MHz}) / n_{SC}(1 \text{ MHz}) \sim 1/6 \Rightarrow 10 \cdot \log(1/6) \sim -7,8 \text{ dB}$$

$$p_{SC, PBCH} = p_{SC, RS} = p_{SC, P-SS, S-SS} + 5 \text{ dB}$$

Misure dominio dei codici – gestore 2

 **Banda 800 MHz**

Global Results SYNC OK

RF Chan Power	-47,70 dBm	→ Cell Identity [Grp/ID]	24 [8/0]
Overall EVM	8,91 %	Cyclic Prefix	Normal
Carrier Freq Error	-39,4 Hz	Traffic Activity	2,22 %
→ Sync Signal Power	-71,97 dBm	SINR	21,90 dB
OSTP	-52,15 dBm	RSSI	-44,00 dBm
RSRP	-68,11 dBm	RSRQ	-7,12 dB

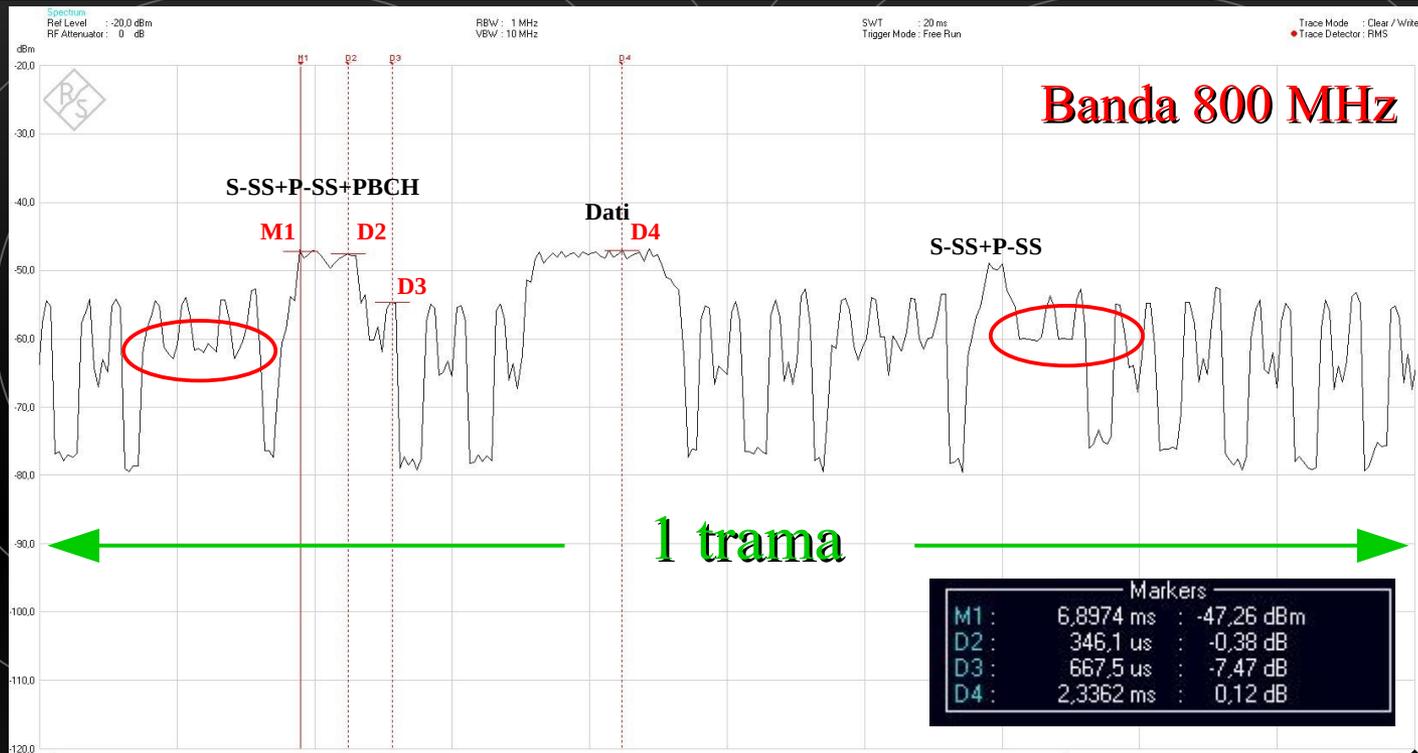
Ref Signal Overview

Antenna	Power	EVM
→ 1	-67,42 dBm	7,79 %
2	-68,85 dBm	9,90 %

$P_{SC_RS} \sim P_{SC} P_{SS,S-SS} + (4 \div 5) \text{ dB}$

Conferma di quanto ottenuto nel dominio del tempo

Misure Span Zero - gestore 3



$P_{ric}(PBCH) \sim P_{ric}(S-SS, P-SS)$
 $P_{ric}(RS) \sim P_{ric}(PBCH) - 7 \text{ dB}$

$$P_{SC_PBCH} = P_{SC_RS} = P_{SC_P-SS, S-SS}$$

Misure dominio dei codici – gestore 3

 Banda 800 MHz

Global Results SYNC OK

RF Chan Power	-45,26 dBm	→ Cell Identity [Grp/ID]	303 [101/0]
Overall EVM	55,19 %	Cyclic Prefix	Normal
Carrier Freq Error	-87,2 Hz	Traffic Activity	35,20 %
→ Sync Signal Power	-68,29 dBm	SINR	6,50 dB
OSTP	-46,53 dBm	RSSI	-43,29 dBm
RSRP	-70,10 dBm	RSRQ	-9,82 dB

Ref Signal Overview

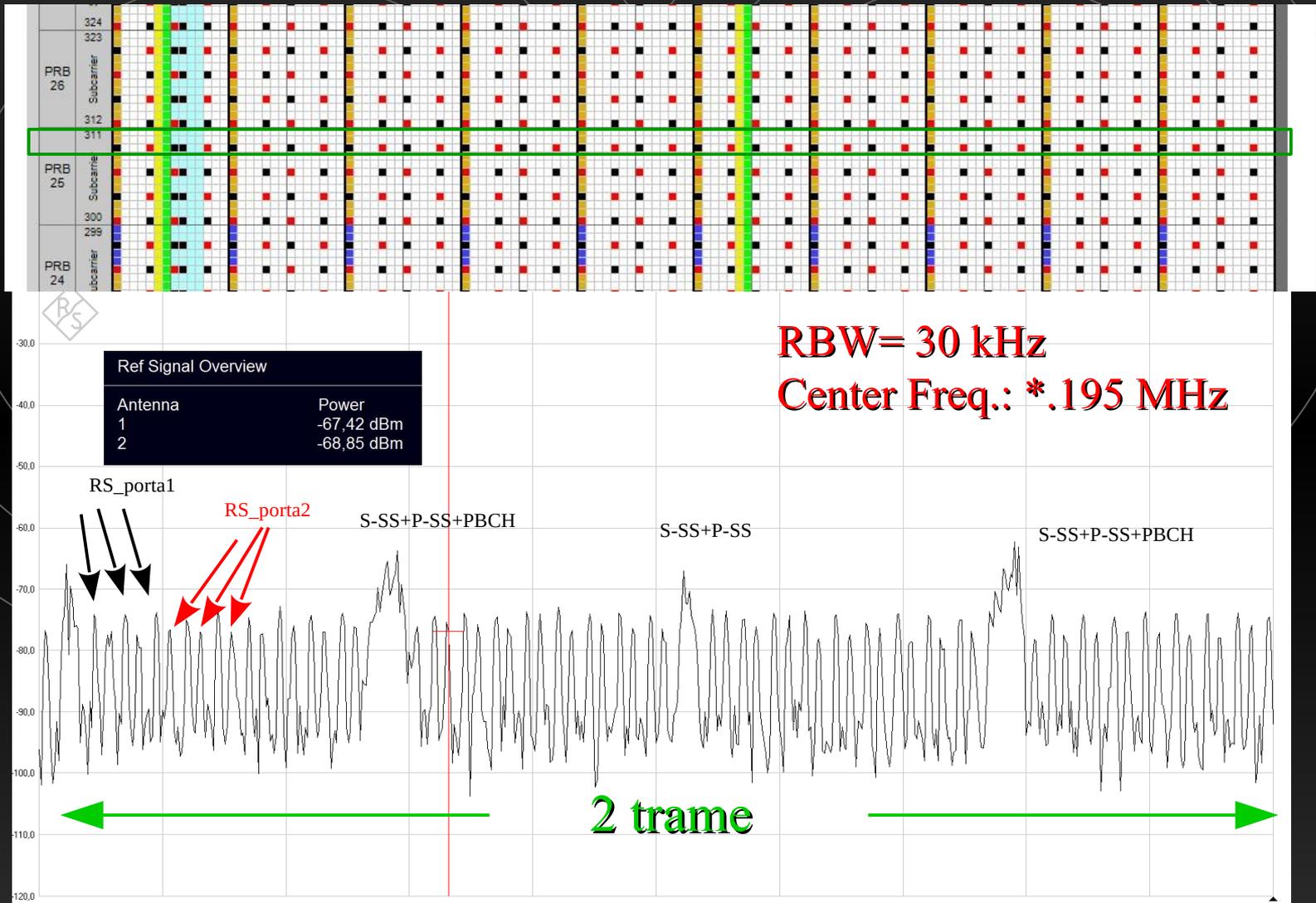
Antenna	Power	EVM
→ 1	-76,03 dBm	73,84 %
2	-67,15 dBm	25,28 %

 $P_{SC_RS} \sim P_{SC} P_{SS,S-SS}$



Conferma di quanto ottenuto nel dominio del tempo

Misure Span Zero – diversa RBW



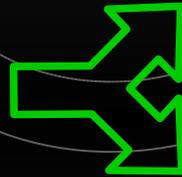
Conclusioni

La nuova campagna di misure in modalità **SPAN ZERO** ha confermato che **NON SEMPRE** P_{ric} (PBCH) è la massima potenza ricevuta su t_{frame}



$$P_{ric}(\text{PBCH}) \sim P_{ric}(\text{S-SS, P-SS}) - 3 \text{ dB}$$

CONFERMATO da:



misure nel **DOMINIO** dei **CODICI**

GESTORE (parametro di rete)



inapplicabilità metodo estrapolazione CEI 211-7/E

modalità **SPAN ZERO** + misure nel **DOMINIO** dei **CODICI**



- individuazione dei **rapporti tra le potenze assegnate** ai RE dei canali di controllo e segnalazione (P-SS, S-SS, PBCH, RS)
- rilevare l'eventuale utilizzo di **power boost** su tali canali