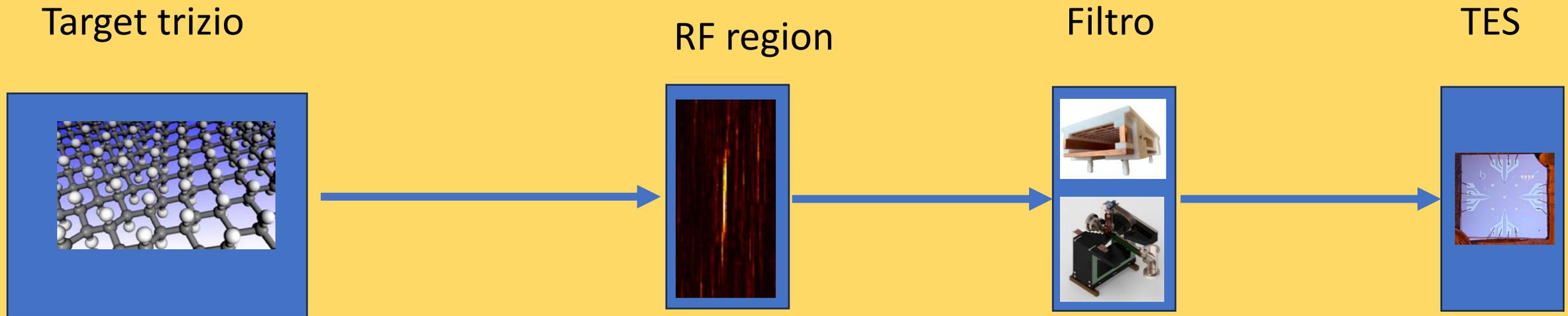


# PTOLEMY Electron Trap

Stato dell'arte e prospettive

# Electron Trap: A cosa serve



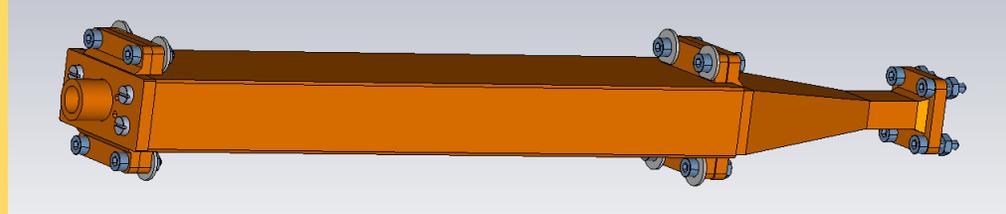
RF region = trigger e settings filtro + prima misura per TOF con TES



Electron Trap

- Come ricostruire K, KL dalla RF emessa dagli elettroni?
- Con quanta risoluzione? In quanto tempo?(set velocità elettroni)

# Electron Trap: Cosa abbiamo fatto fino ad oggi



Electron Trap fase IV?

Montecarlo V2  
(Lorentz4)

Electron Trap fase III

Presenza dati a temperatura ambiente (setup provvisorio)

Progetto e installazione setup criogenico

Electron Trap fase II

Montecarlo V1

Electron Trap fase I

Studio pattern RF e ricostruzione K KL da emissione RF  
Primo Studio moto elettroni in trappola

Design electron trap

Rivelazione di un segnale artificiale da 26 GHz e 1fW  
Studio elettronica ad alte frequenze



2021

2022

2023

2024

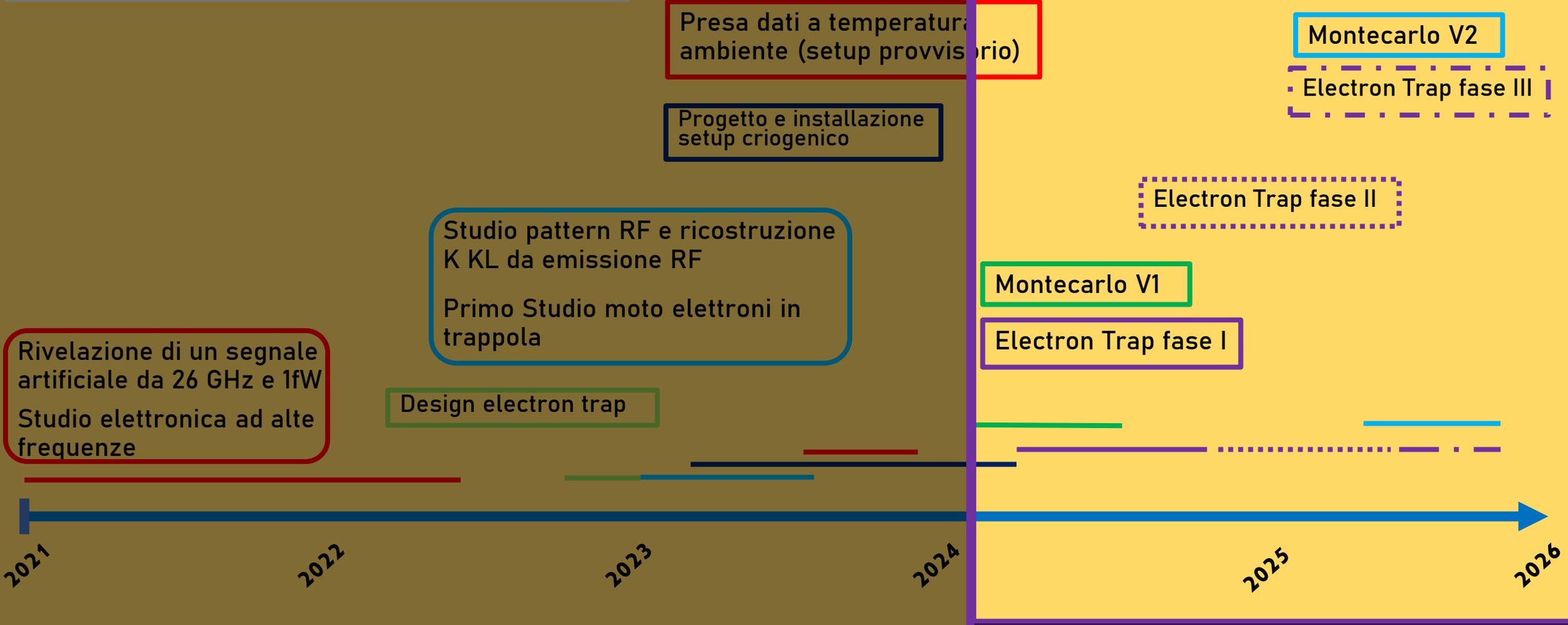
2025

2026

# Electron Trap: Documentazione

- [Tesi Leonardo Pesce](#) (attuale main reference)
- Materiale hardware: [Tesi F.V. 8/8/23](#) [30/1/24](#) [27/3/24](#)
- Materiale analisi dati: [5/6/24](#) [3/7/24](#) [11/9/24](#) [21/1/25](#)
- Materiale teoria RF/simulazioni: [19/9/23](#) [21/11/23](#)
- I contributi più rilevanti sono stati presentati ai Collaboration meeting: LNGS'23, Genova
- Work in progress: note interne

# Electron Trap: timeline presa dati



# Electron Trap: timeline presa dati

- Fase 1:  
Commissioning del setup e prima presa dati
- Fase 2:  
Buona traccia->Conferma rivelazione elettroni da Kr->**Primo Paper**  
Ricostruzione K, KL su singolo evento/base statistica
- Fase 3:  
Tempo misura+ risoluzione energia con alta statistica+ ricostruzione K e KL 'definitiva'->Numeri 'ufficiali'->**Secondo Paper**
- Fase 4:  
Iniezione di elettroni con electron gun (vedi F.M.Pofi slides)

# Primo Paper: Cosa serve?

[Slides Genova](#)

Fase1, cosa abbiamo capito? →

- Prima evidenza Krypton: trigger rate (vedi slide 18)
- Pattern RF vs Montecarlo
- Picco monocromatico a 620MHz

Fase2, cosa serve per il Paper? →

- Certezza di aver misurato eventi da elettroni (ritornare ad osservare l'effetto del **trigger rate**/misurare **buona traccia**)
- Ricostruzione di K, KL approssimativa ma consistente

In questa presentazione:

Cosa serve per il paper?

Miglioramenti hardware

Miglioramento  
analisi dati

# Traccia lunga: è possibile averla?

- Campo magnetico è diverso da quello che sapevamo
- Variazione in X,Y e Z:
  - Variazione in X e Y ti sposta le frequenze(vedi slides Genova)
  - Variazione in Z potrebbe far driftare gli elettroni verso l'alto/basso (tracce corte, stiamo misurando il  $B_z$  ed il Grad( $B_z$ ) del magnete)
- Già da Montecarlo (vedi slides Leonardo Pesce di Pollica) le tracce sono corte

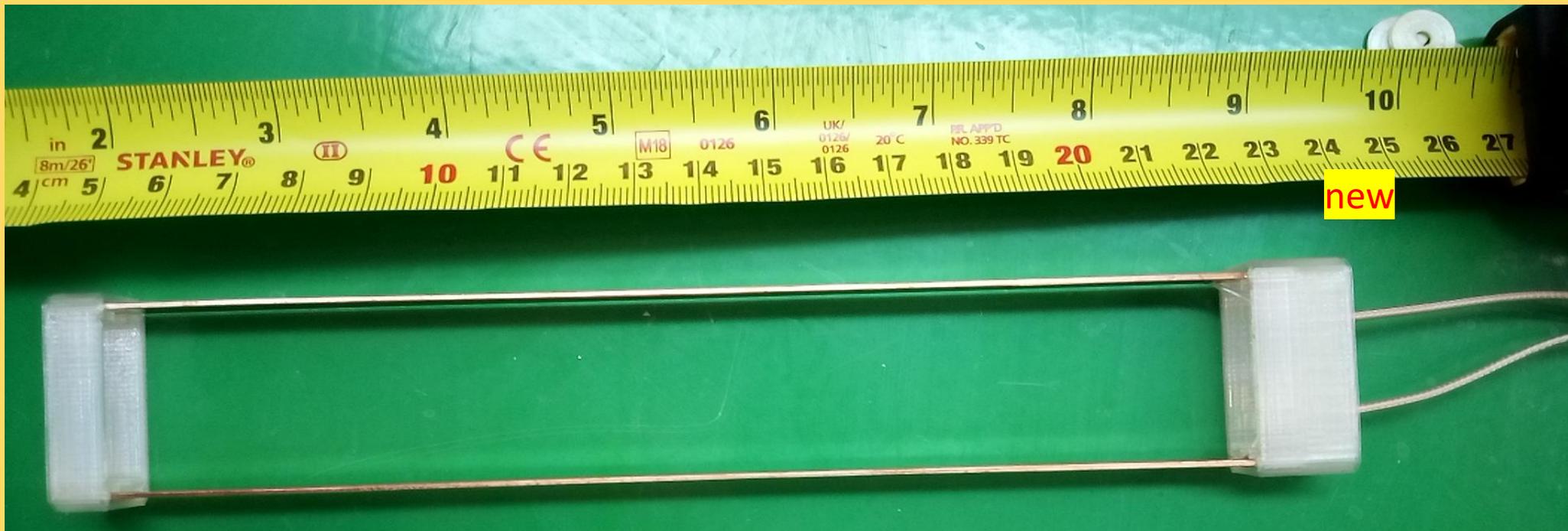
↓

Montecarlo V2



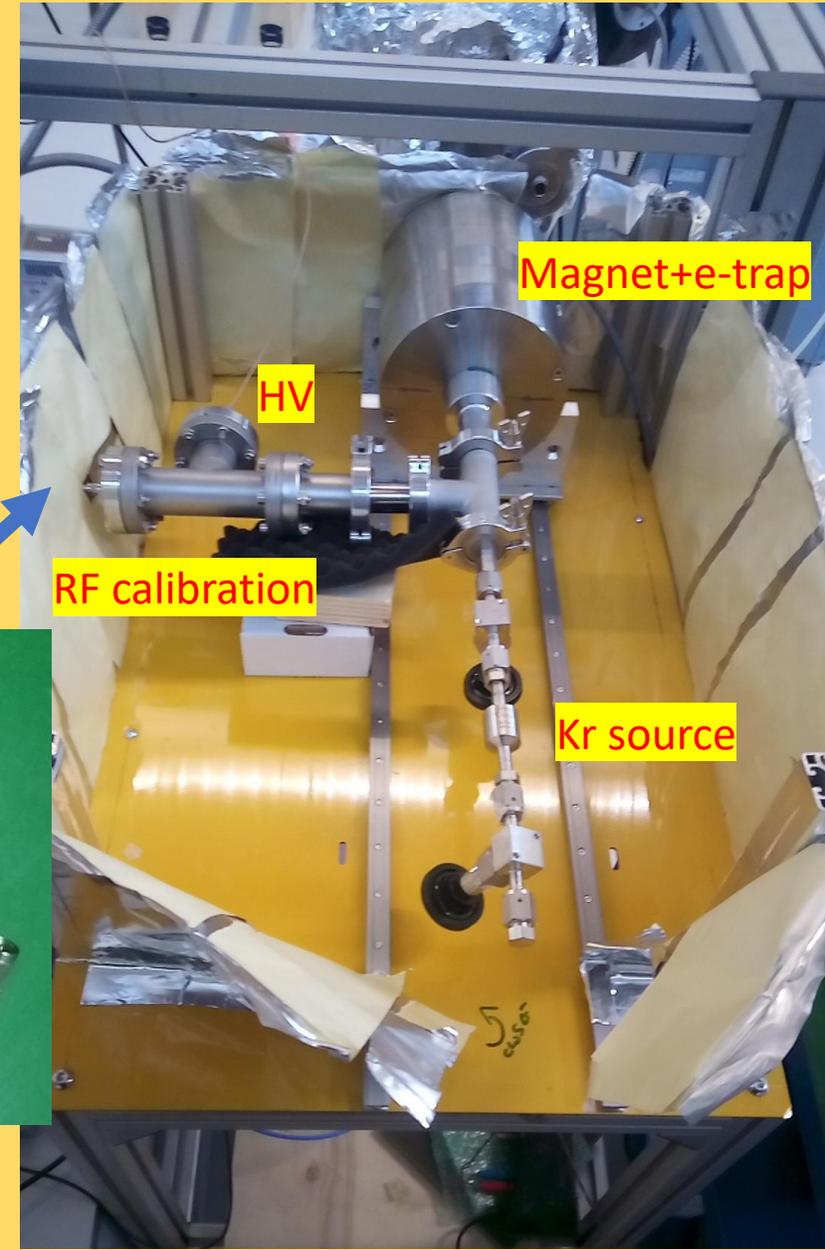
# Miglioramenti necessari

- Per facilitare la misura: Sorgente 100 volte più alta (marzo'25)  
->tornare a misurare lifetime Kr
- Migliore SNR: sostituito plastica ed elettrodi->migliore SNR (a temperatura ambiente)->misurare segnali a potenza maggiore (migliore reiezione BKG)
- Trigger migliore->RealTime Spectrum Analyzer



# Status hardware: Da Genova ad oggi

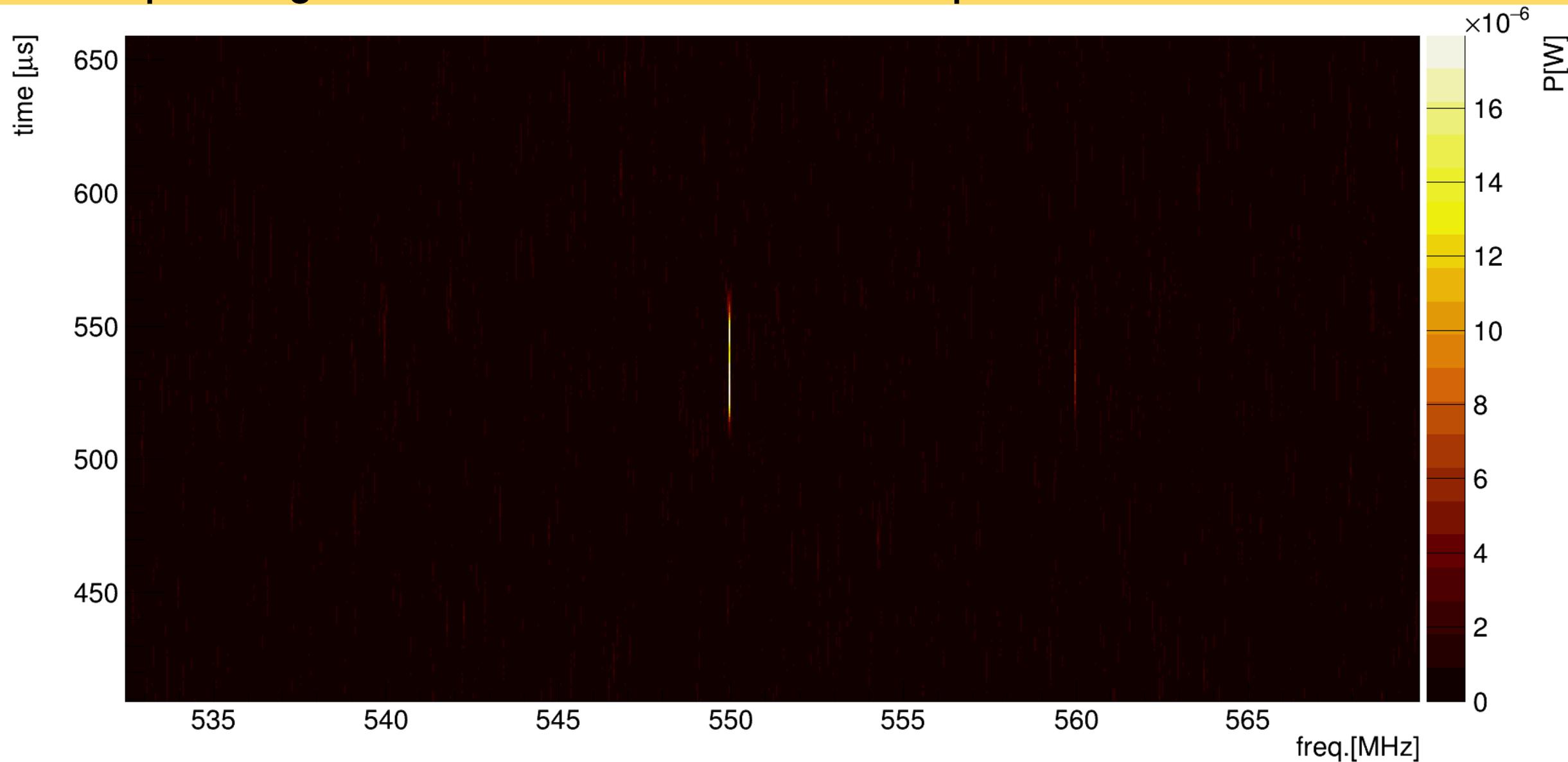
- Implementato catena per segnale di calibrazione
- Record vacuum:  $P=1.1 \text{ E-9mbar}$ ,  $T=18.5\text{K}$
- WIP: nuovo trigger



# Iniezione segnale di calibrazione

P=2fW

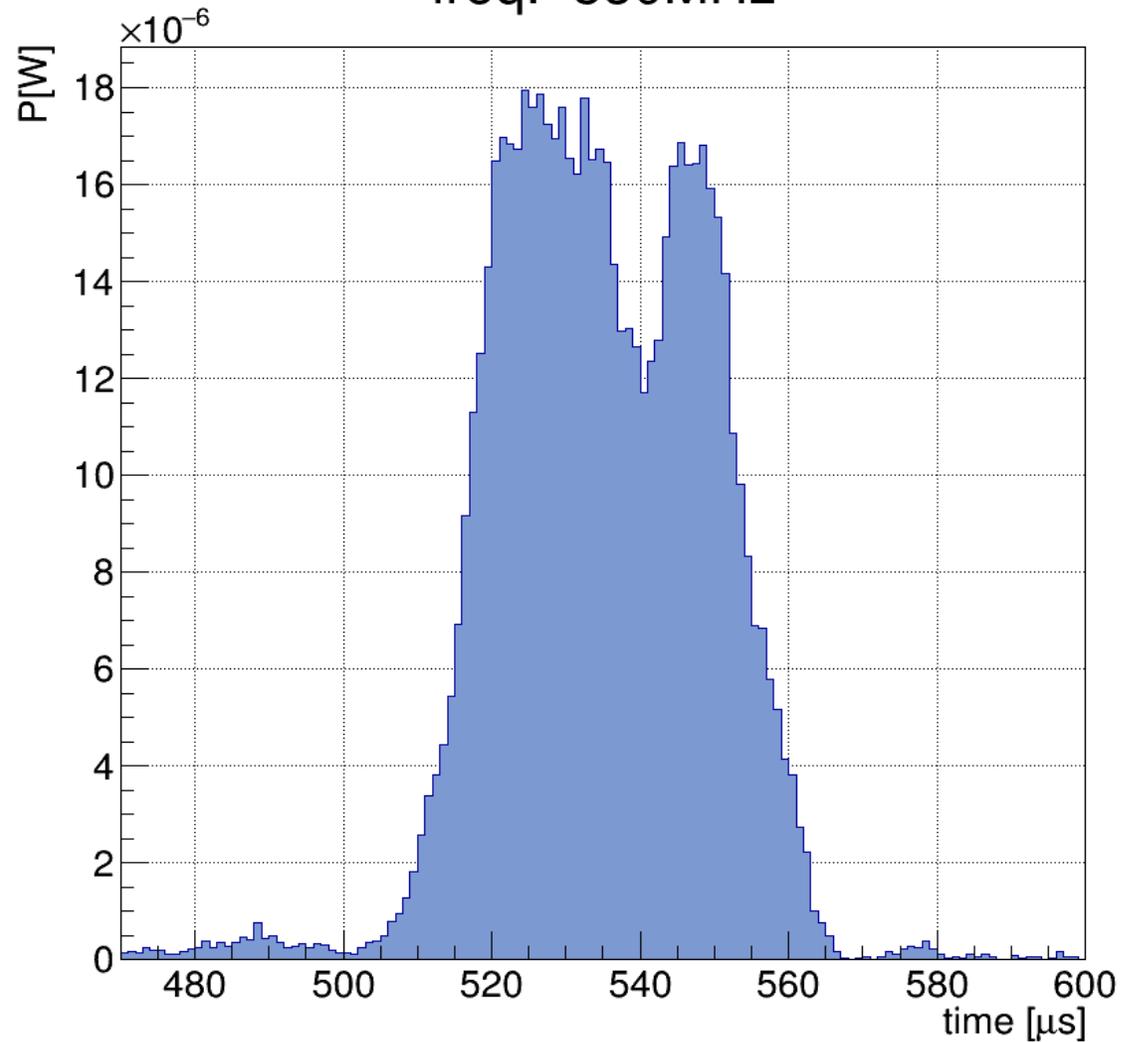
Sauron plot segnale di calibrazione a diversa potenza



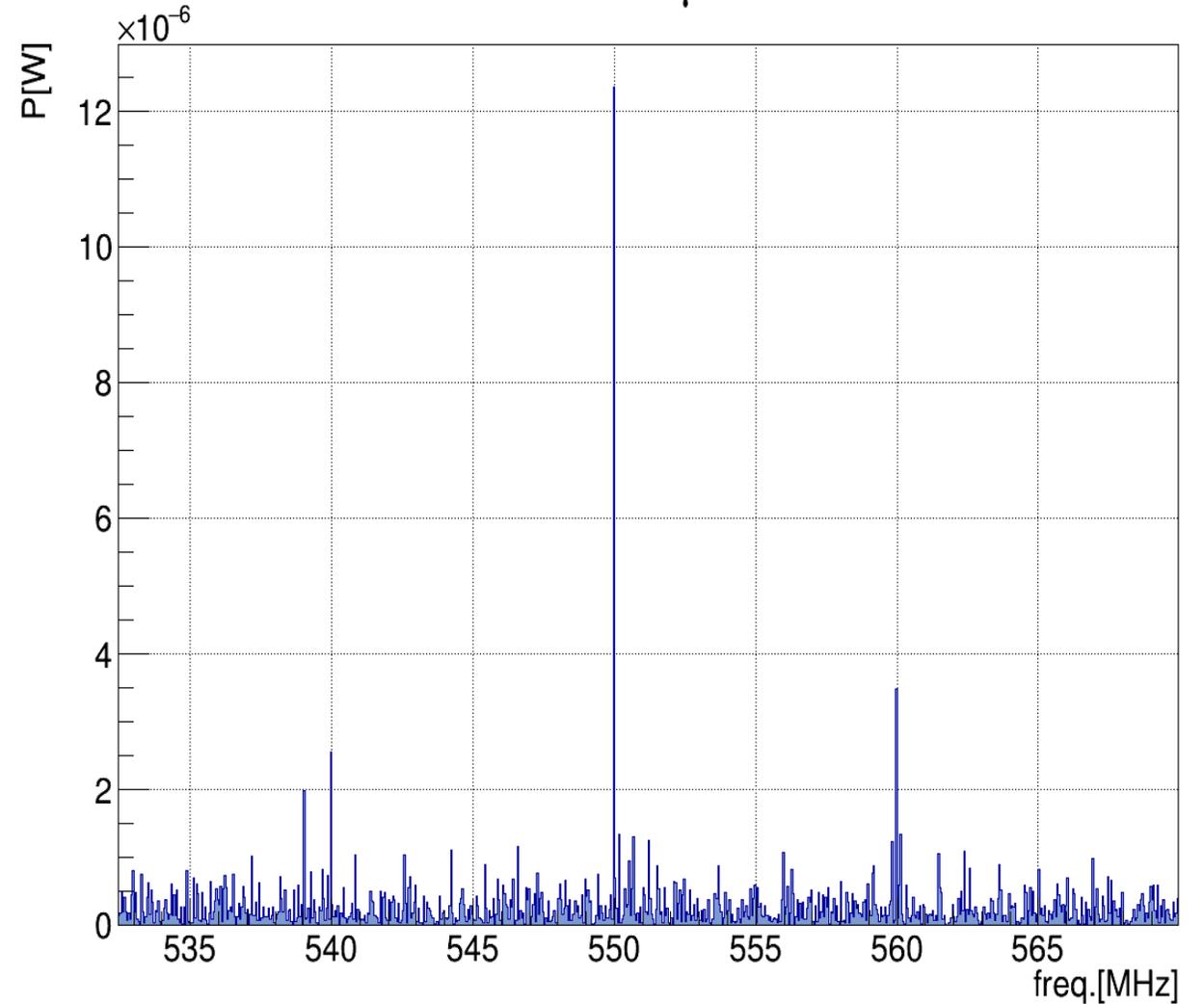
FFT=50  $\mu$ s, sliding step=1  $\mu$ s

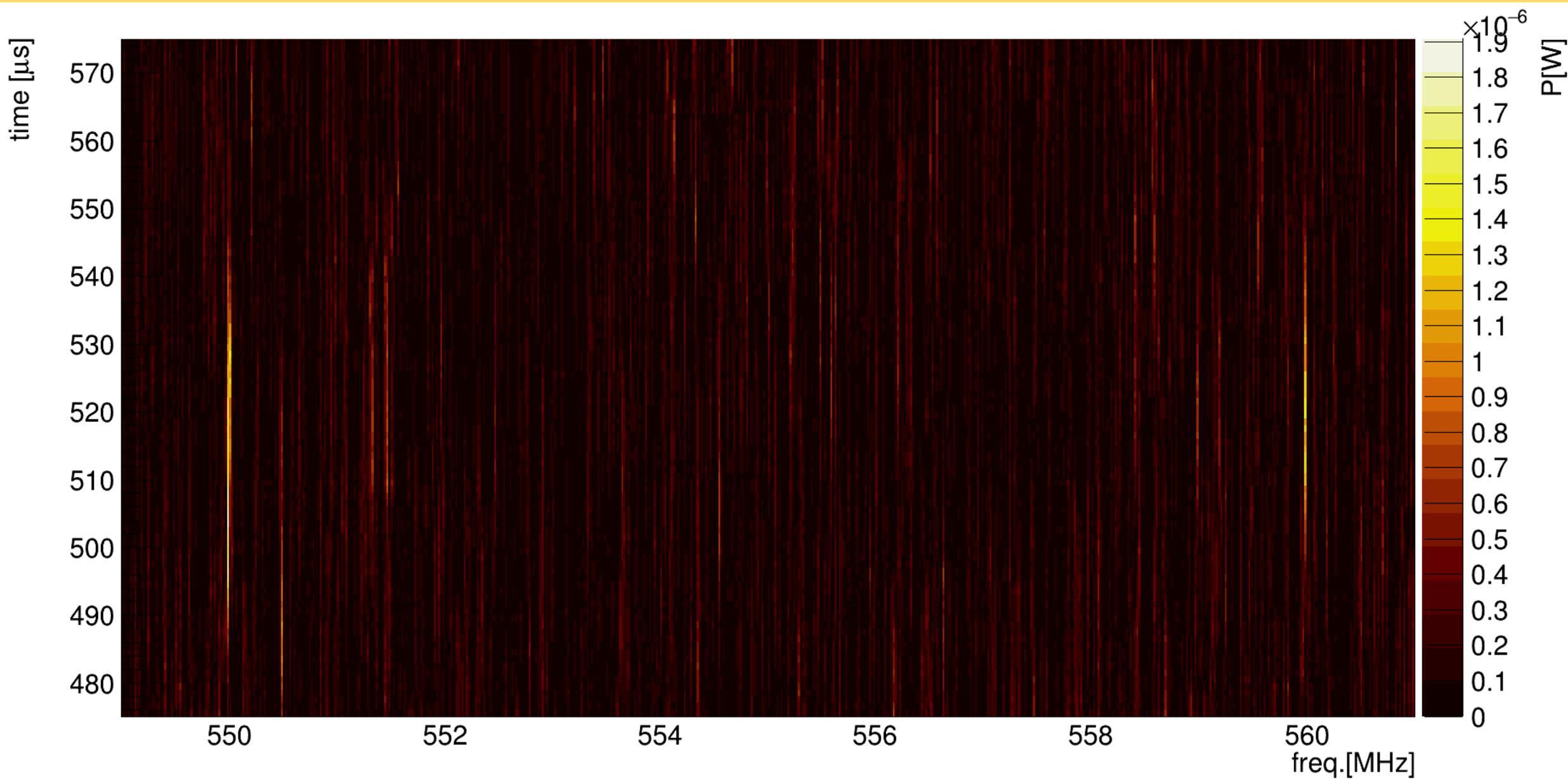
P=2fW

freq.=550MHz

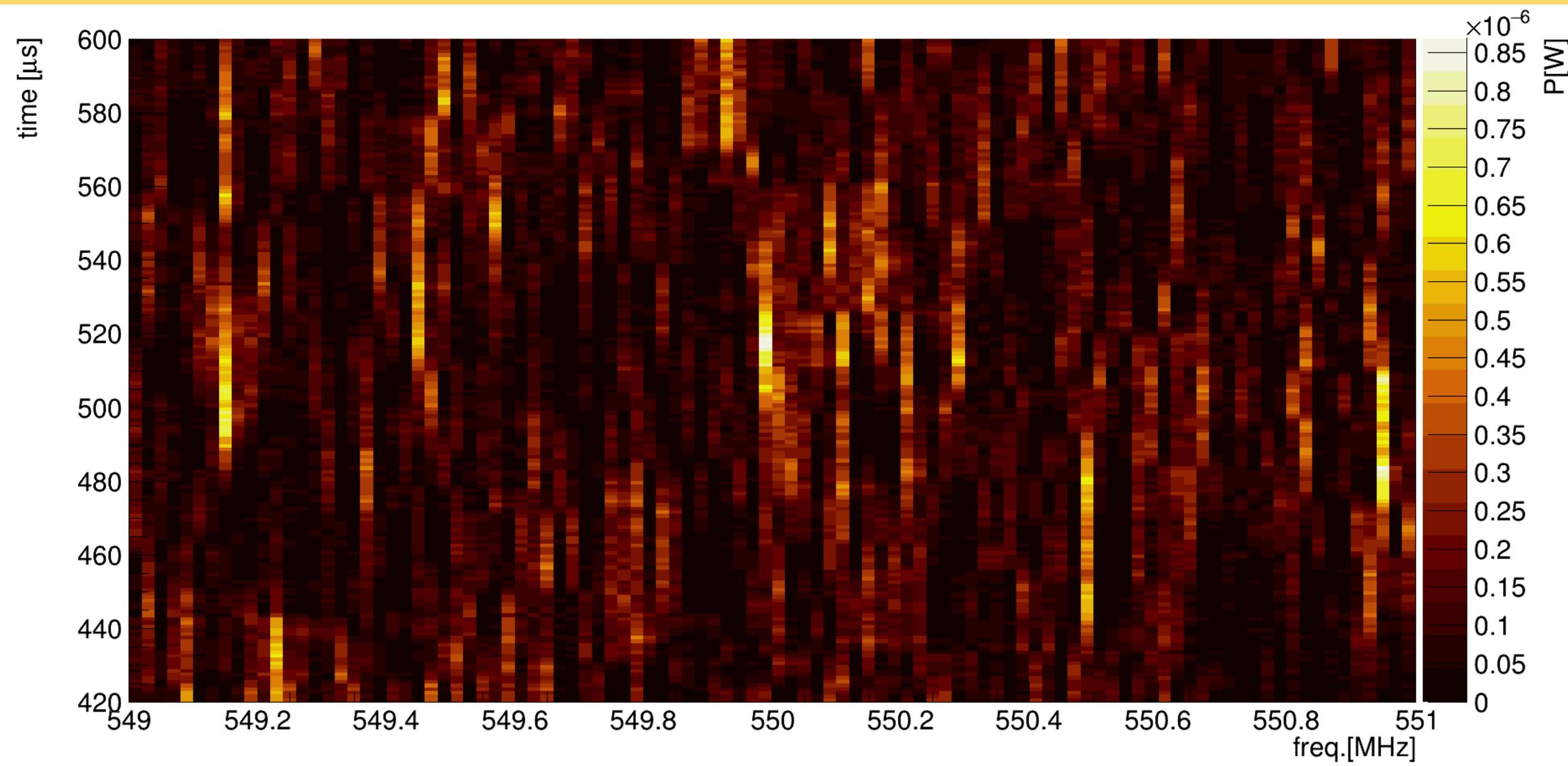


t=542 $\mu$ s





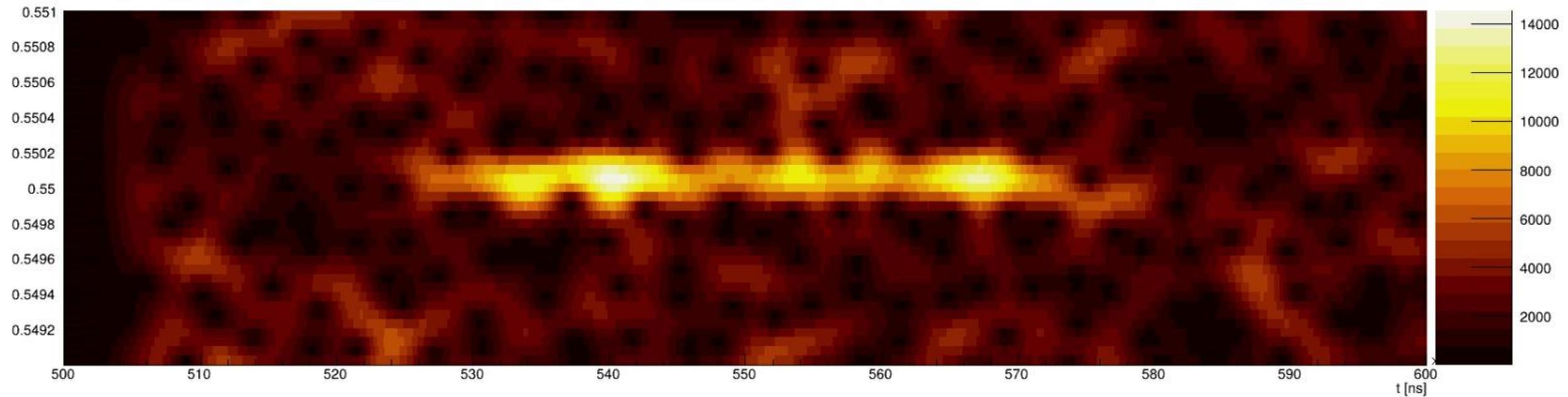
P=0.1fW



# WIP: wavelet

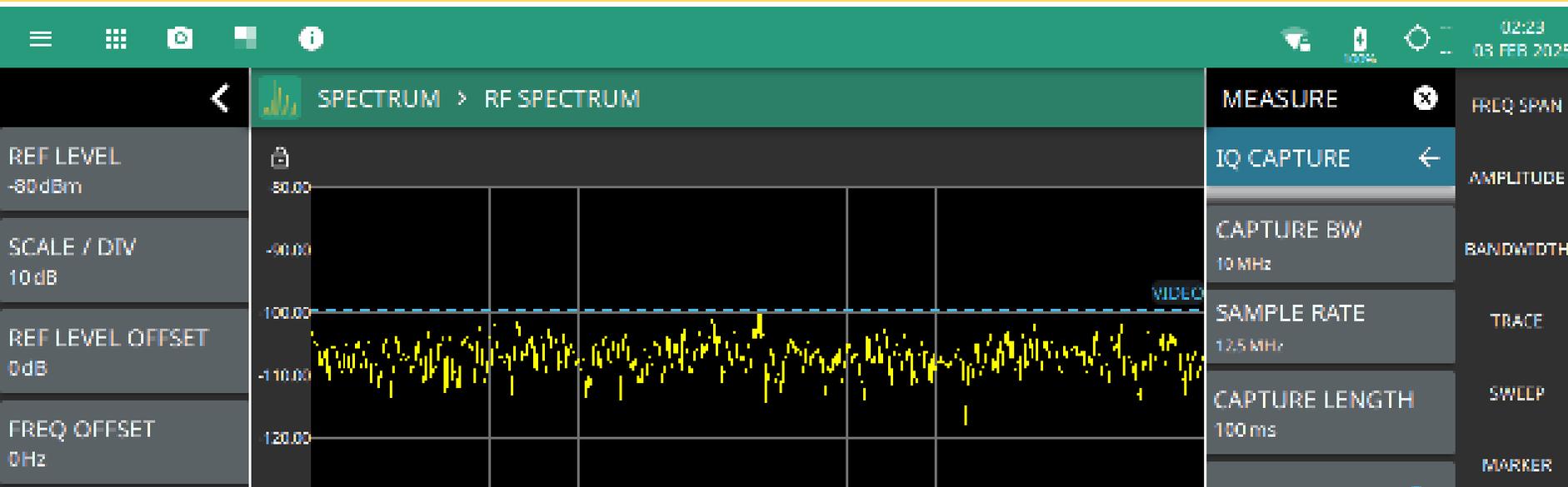
- Permette di misurare meglio la durata del segnale

Scalogram



# Status trigger: alternative al RTO64

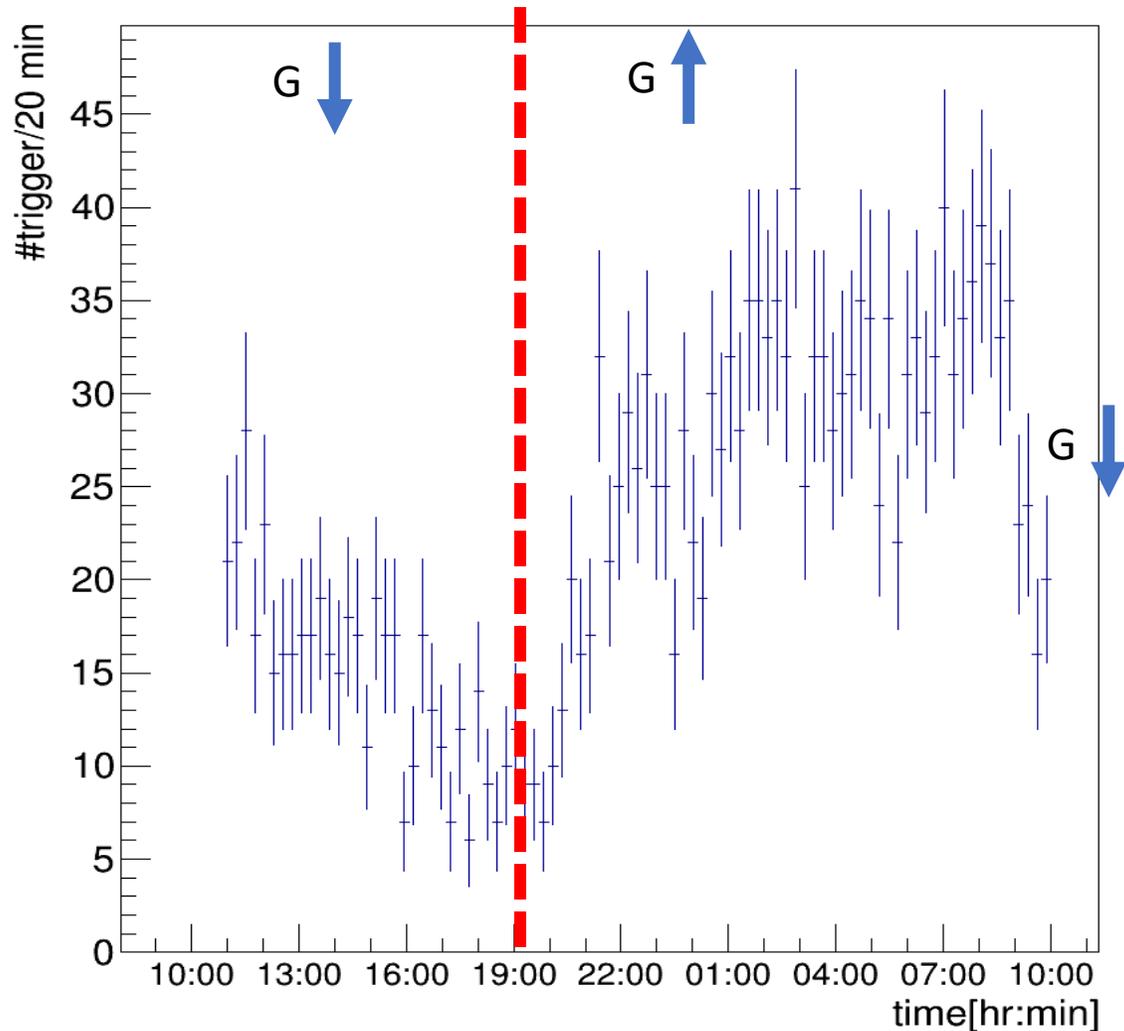
- Textronix: modello usato da P8: 5060b non più in produzione
- Aaronia: sembra che facciano al caso nostro, molto personalizzabili ed a basso costo. Potrebbero andare bene anche per fare operazioni matematiche dopo condizione logica. OUT OF STOCK
- Anritsu: demo online->triggera il segnale tuttavia stiamo studiando come poter salvare i dati / fare trigger out. UNICA VERA SOLUZIONE (al momento)



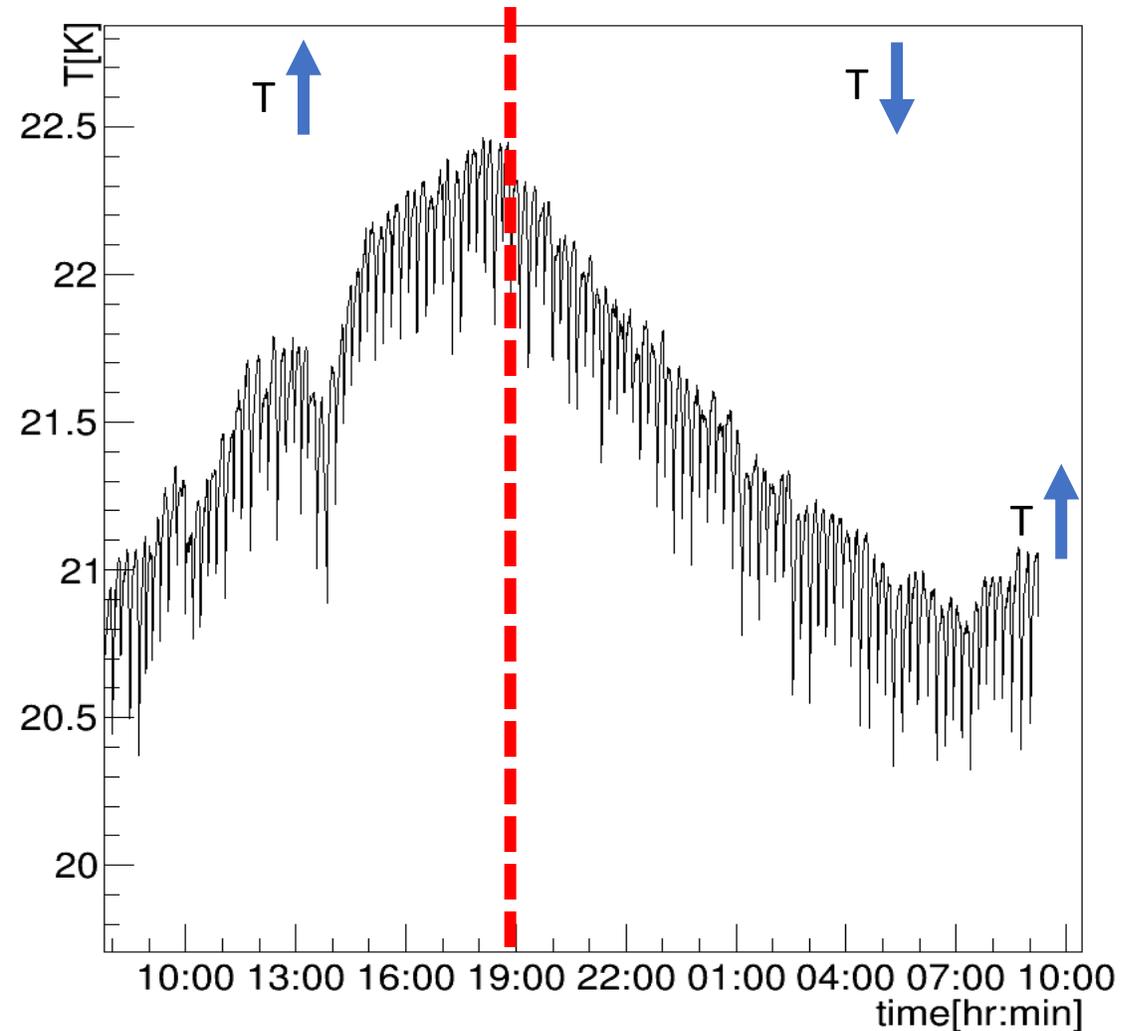
# Status analisi dati: studio trigger rate del BKG

BKG del 14/1/25: conferma di quanto detto a Genova (slides 27-32)

Trigger Rate versus time



Temperature

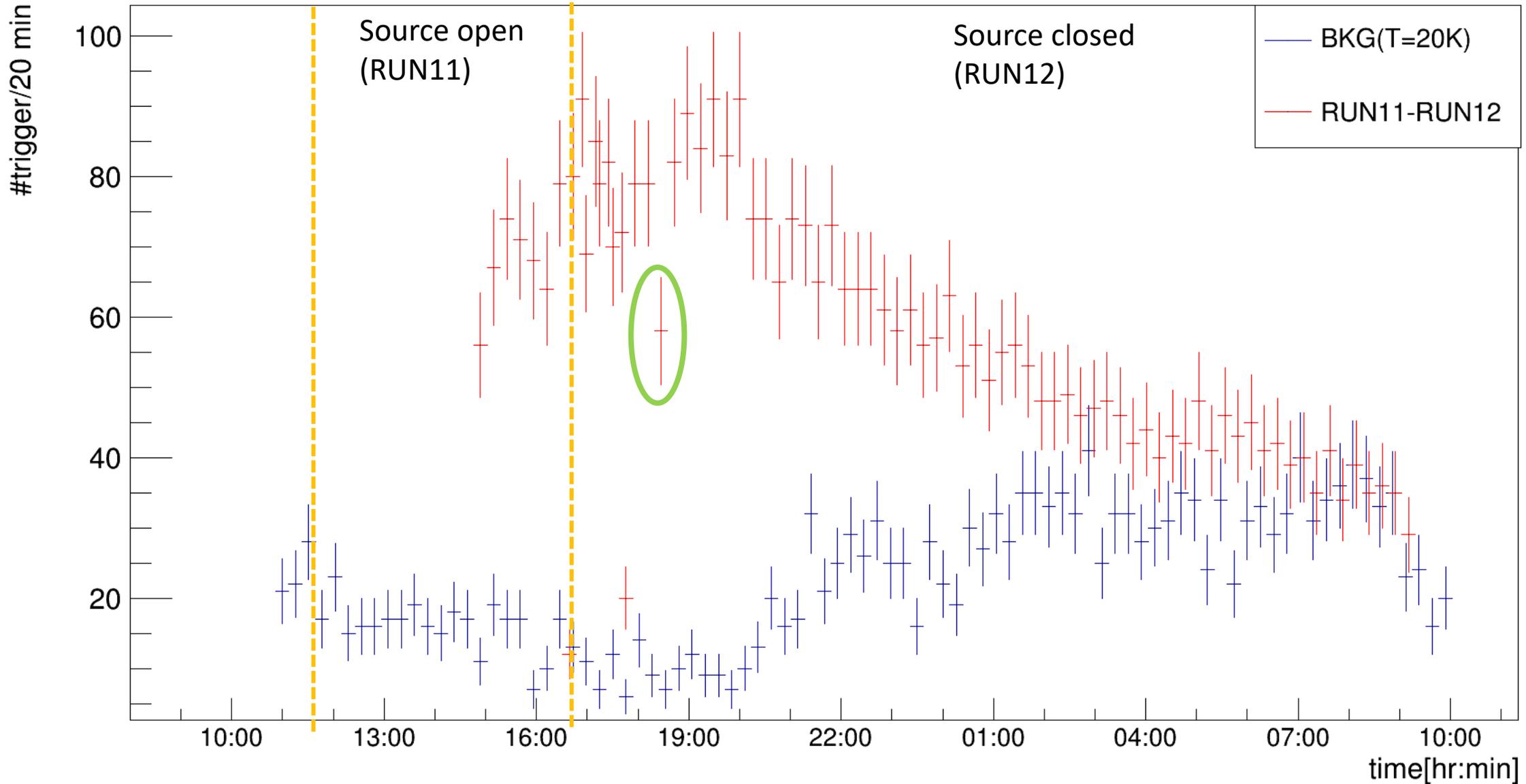


# BKG Vs run11-12 Trigger rate

5min stop  
acquisizione

## Trigger Rate versus time

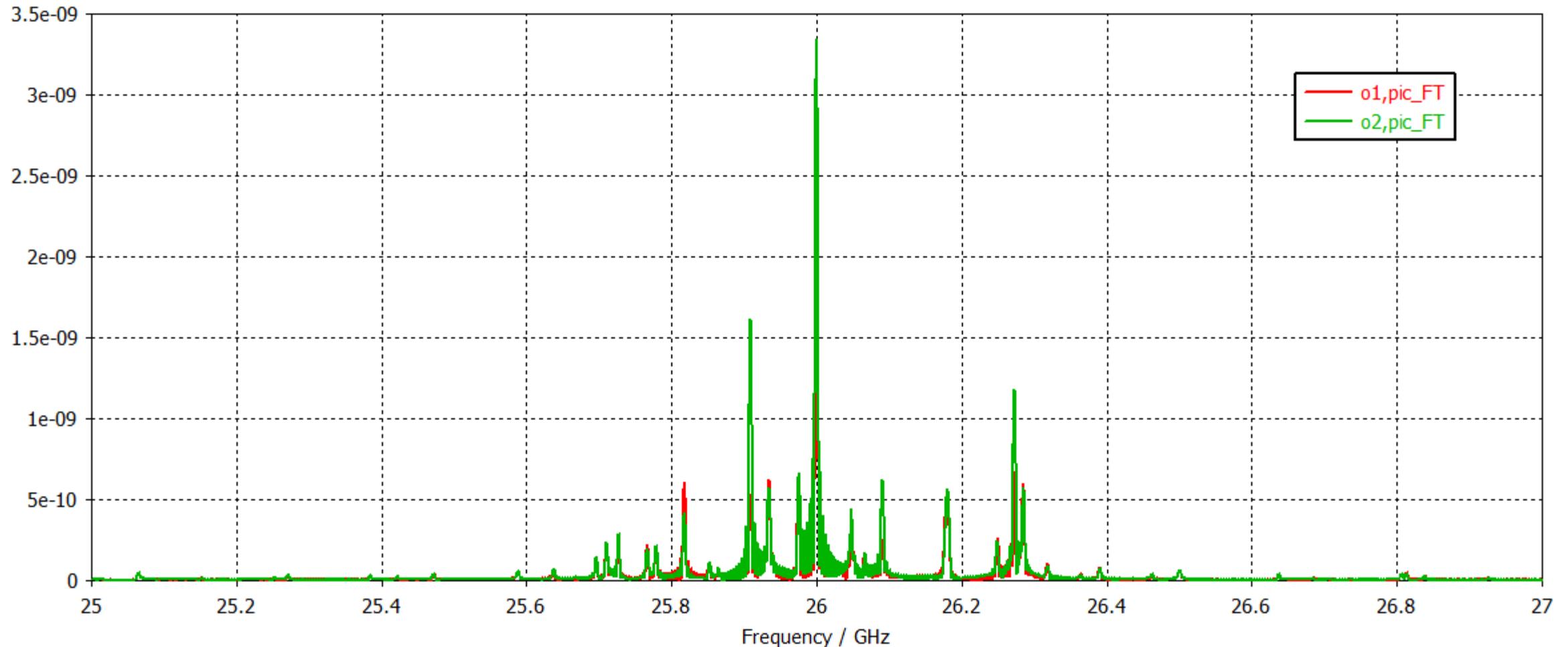
BKG=14/1/25  
RUN11-12=30/5/24



# Studio simulazioni CST (L.Ficcadenti Roma 1)

- Avevamo avuto problemi alle ultime simulazioni RF (vedi slides Genova) -> Problema erano le mesh non uniformi + Tappo Kr

Fourier Transform, Sign = -1, Normalization = 3563860,7897332 [Magnitude]

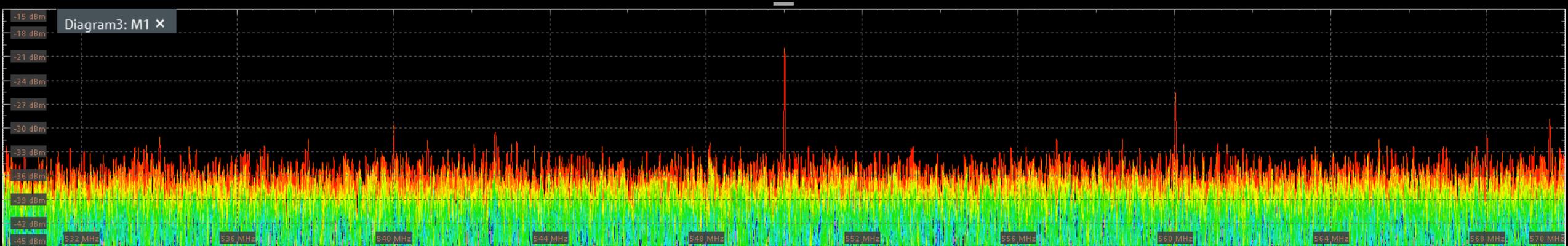
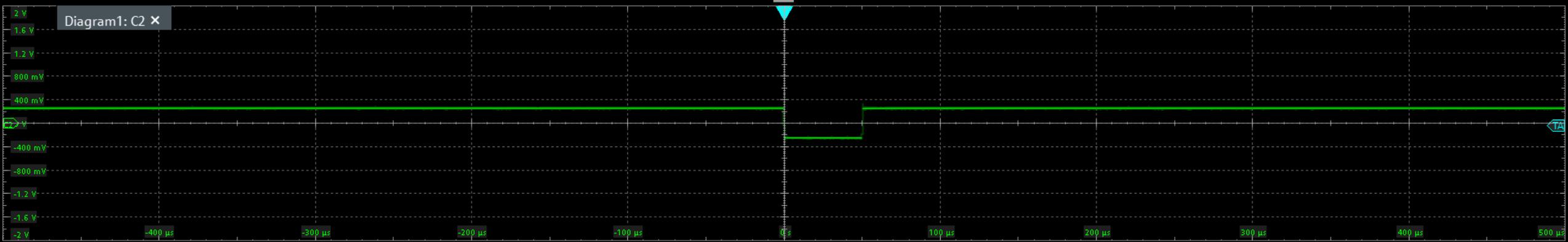
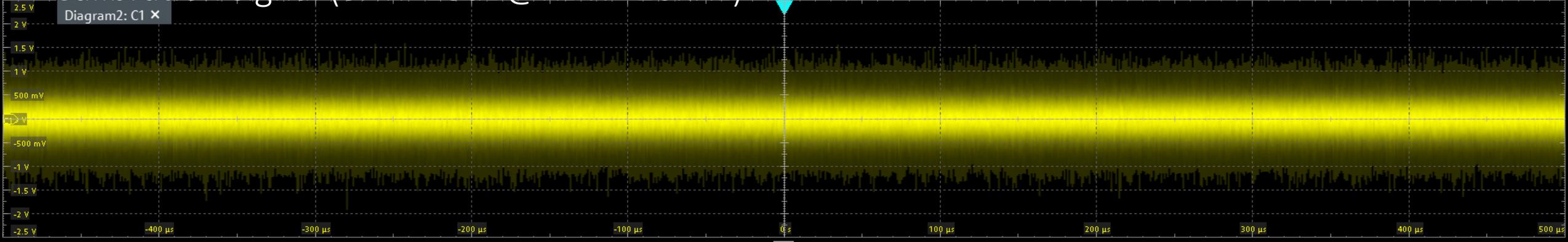


# Conclusioni

- In  $\frac{3}{4}$  di anno di presa dati abbiamo capito molte cose su:
  - triggerare segnali veloci
  - analizzare spettri e sauron plots
  - pattern che ci dobbiamo aspettare a una sorgente monocromatica
  - sistematica di questo tipo di misura
  - come funziona l'elettronica per queste applicazioni
- Tra circa 1 mese: 100kBq+trigger nuovo
- **Non siamo lontani ad avere materiale per il primo paper**, dobbiamo semplicemente essere in grado di riottenere evidenze di Kr e avere più confidenza dei dati ottenuti

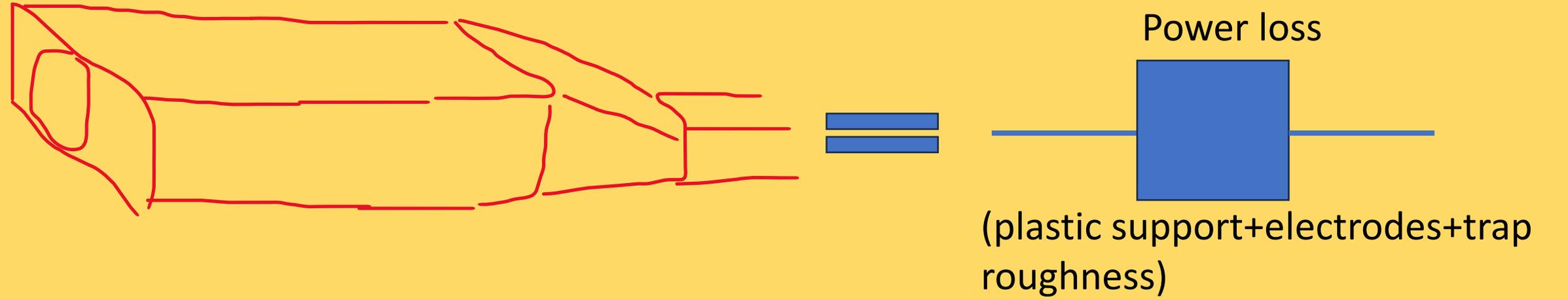
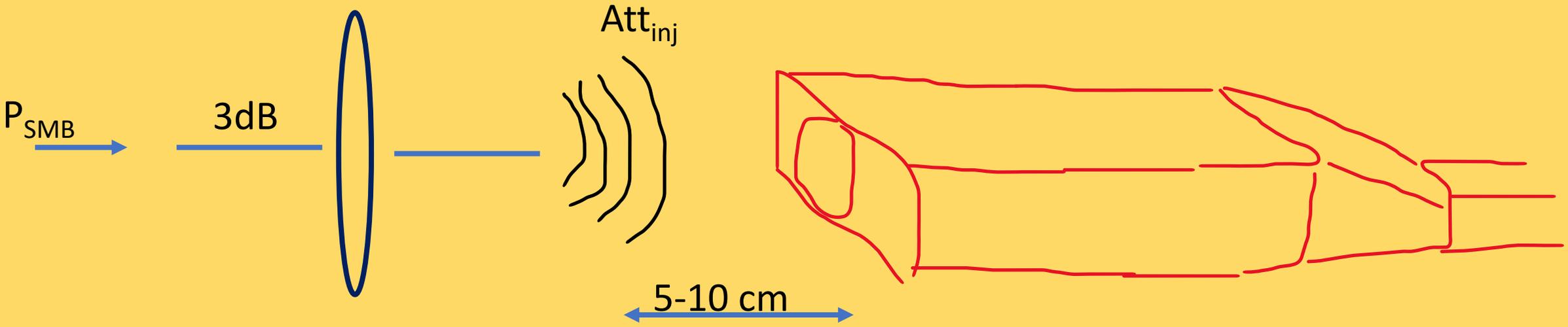
Backup slides

# Calibration signal (SNR=18dB@RBW=20kHz)



<b>C1</b> 500 mV/ 0 V DC-50 Ω 1 GHz	<b>C2</b> 400 mV/ 0 V DC-50 Ω 1 GHz	<b>M1</b> 3 dB/ FFTmag(C1) RBW: 20 kHz -15 dBm	<b>M3</b>	<b>Performance</b> Acq/Fr 1 Acq/s 0.334 T/Fr 2.994
---	---	--	-----------	---

# Calibration chain



# Downconverter

- <https://ptolemy-elog.sites.Ings.infn.it/RF+detection/49?suppress=1>

Thu Dec 19 14:17:58 2024

temperature file: SMB.xls

P=-35dBm: 0,1,2.bin 0.png

P=-45dBm: 3,4,5.bin 1.png

P=-55dBm: 6,7,8.bin 2.png

P=-60dBm: 9,10,11.bin 3.png 4.png=SNR

P=-61.7dBm: 12,13,14.bin 6.png 5.png=SNRcalibrato

P=-65dBm:15,16,17.bin 7.png

P=-70dBm: 18,19,20.bin 8.png

P=-75dBm: 21,22,23.bin 10.png 9.png=SNR

P=-81dBm: 24,25,26.bin 12.png 11.png=SNR

P=-84dBm: 27,28,29.bin 14.png 13.png=SNR

P=-85dBm: 30,31,32.bin 16.png 15.png=SNR

P=-86dBm: 33,34,35.bin 17.png 18.png=SNR

P=-90dBm: 36,37,38.bin 20.png 19.png=SNR (no signal)

data in ptolemy-ws2:/home/ptolemy/Data/smb-test/Power\_test/Power\_test2/

$P$ =power of SMB generator

$$P_{\text{trap}} = P_{\text{SMB}} - \text{Att}(\text{blu cable}) - \text{Att}_{\text{inj}}$$

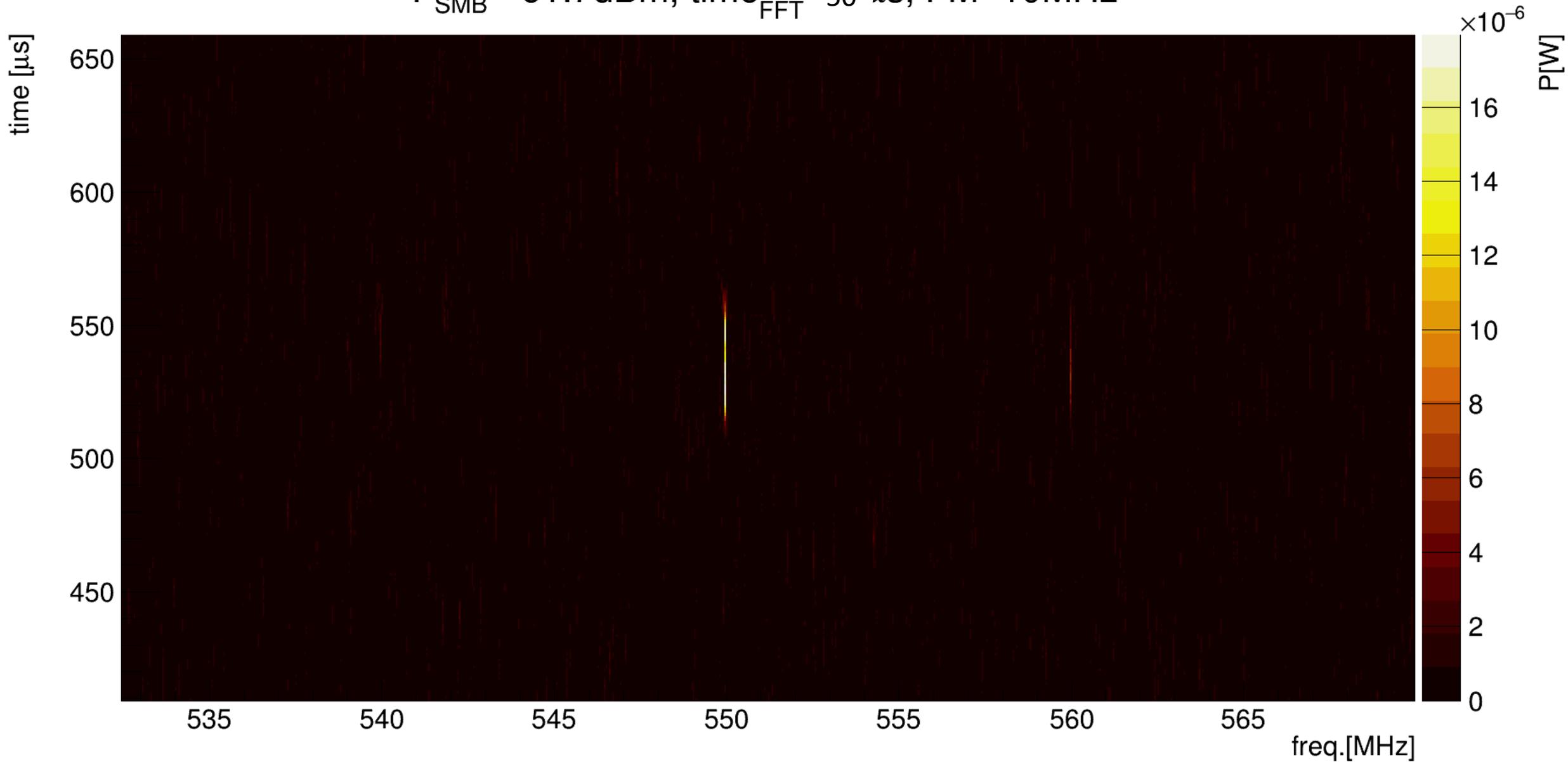
(remember that the measured signal at oscilloscope has also  $\text{Att}_{\text{trap}}$ )

$$\text{Att}_{\text{inj}} = 43.95\text{dB}$$

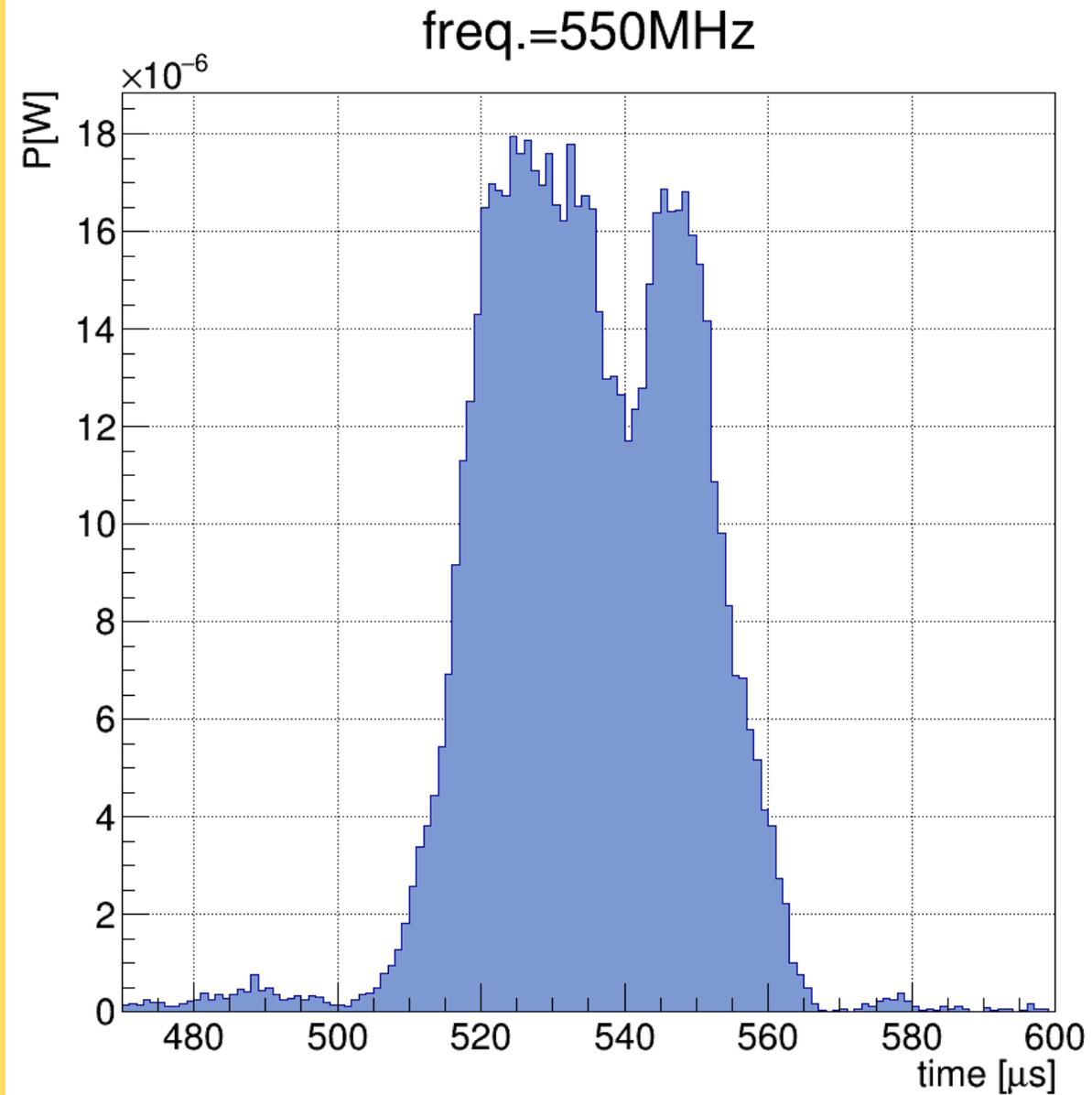
$$\text{Att}(\text{blu Cable}) = 3\text{dB}$$

$P=2\text{fW}$

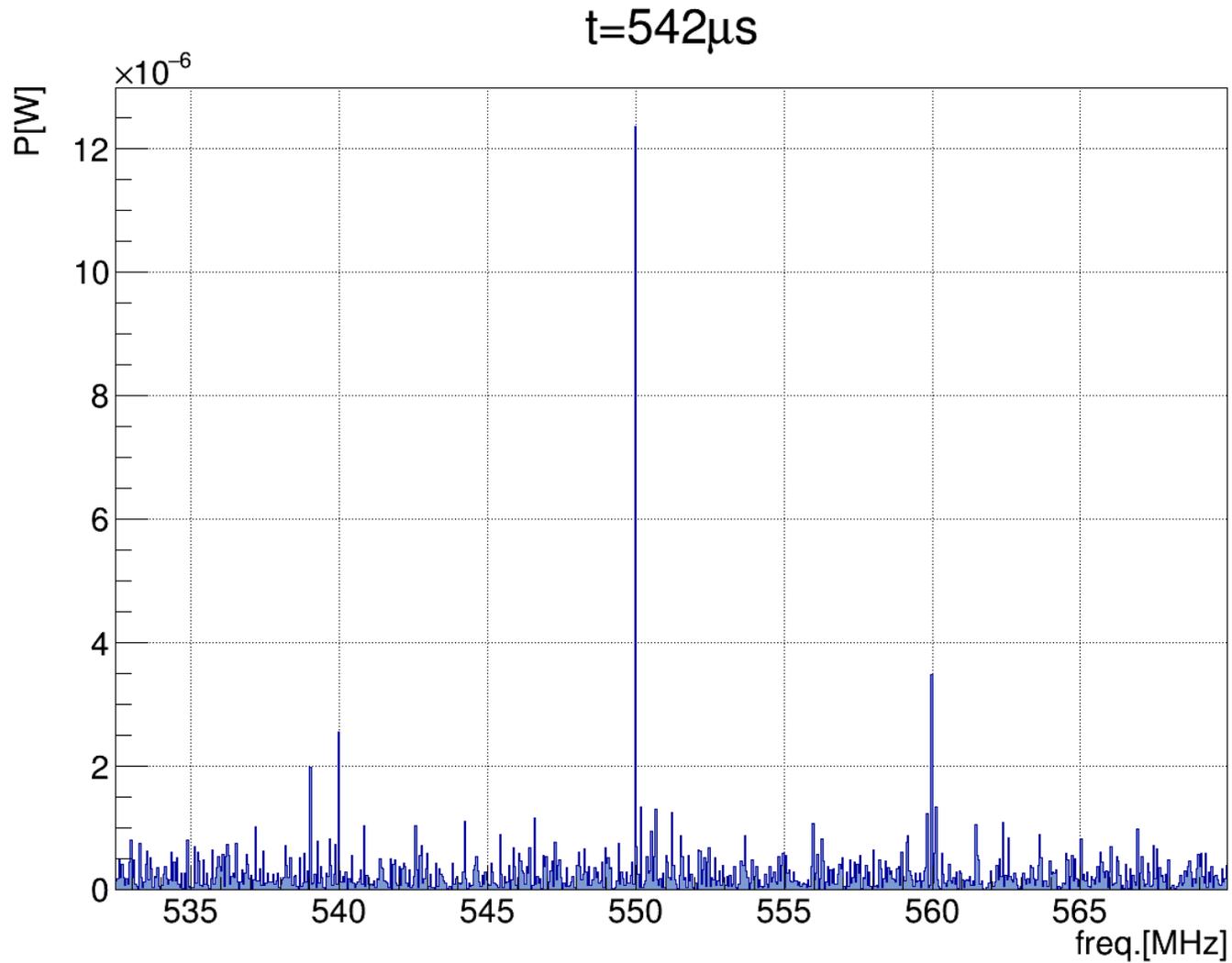
$P_{\text{SMB}}=-61.7\text{dBm}$ ,  $\text{time}_{\text{FFT}}=50\ \mu\text{s}$ ,  $\text{FM}=10\text{MHz}$



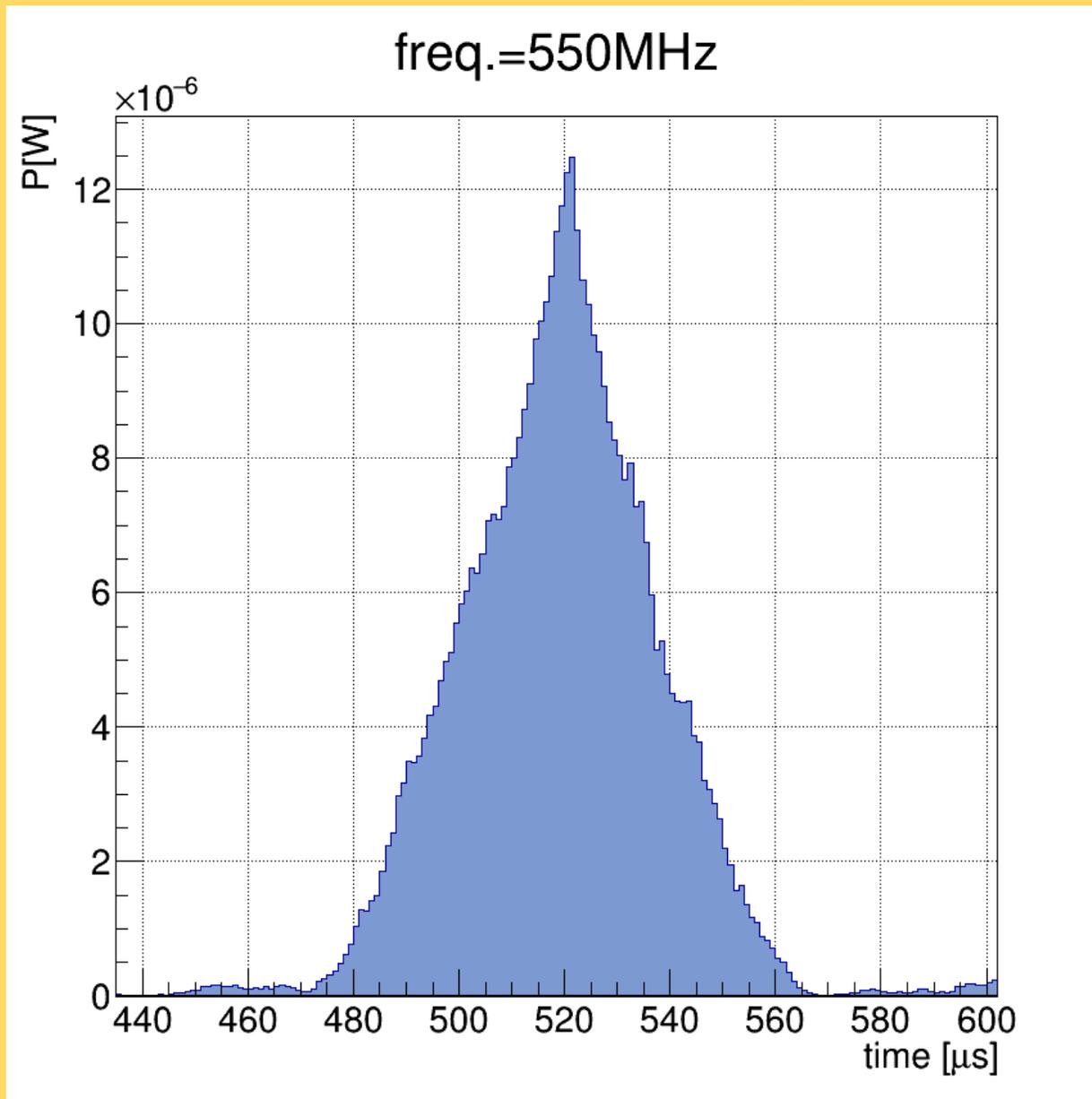
# RBW=20kHz(50 $\mu$ s)



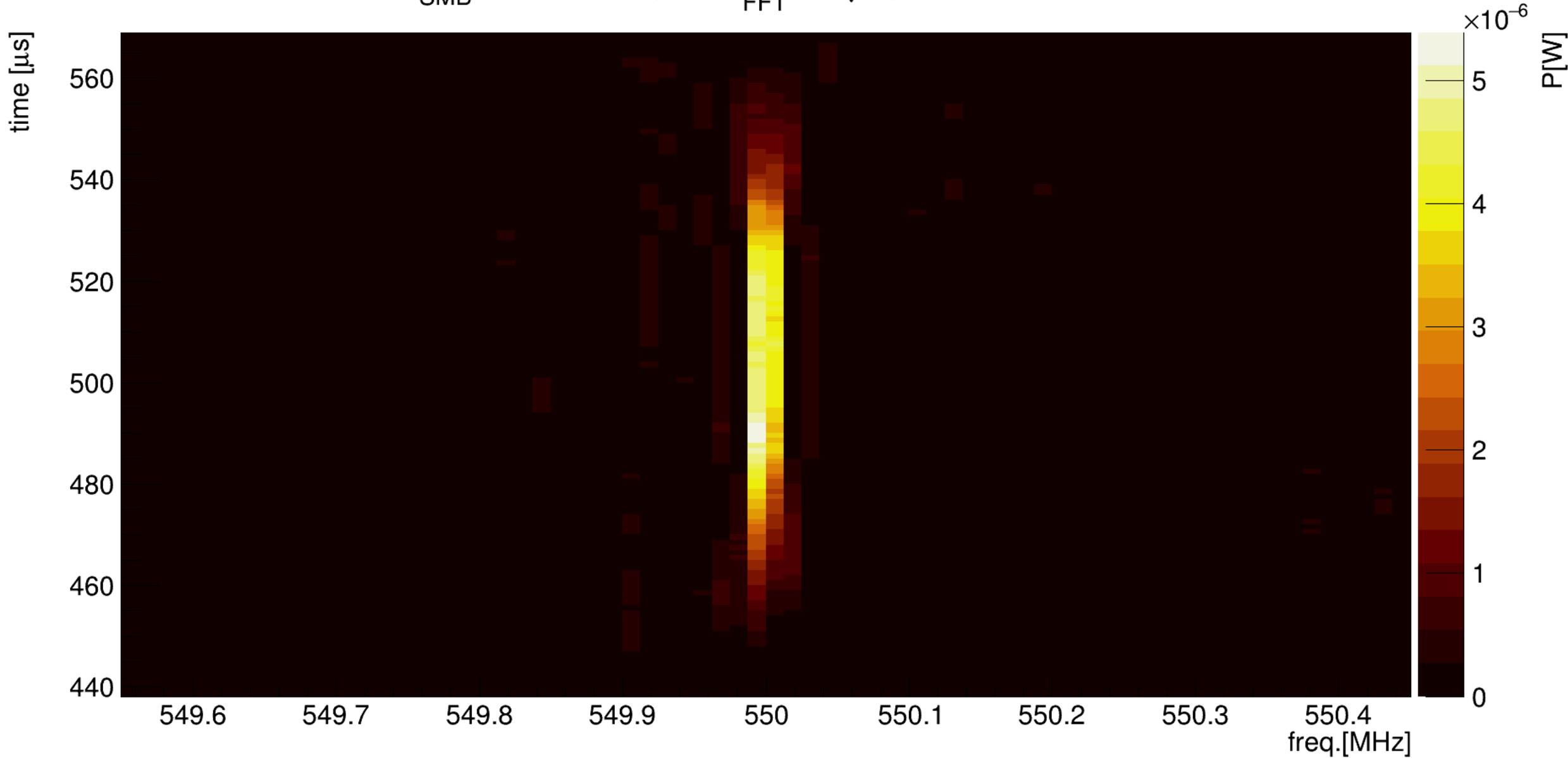
# RBW=20kHz



# RBW=50kHz(20 us)

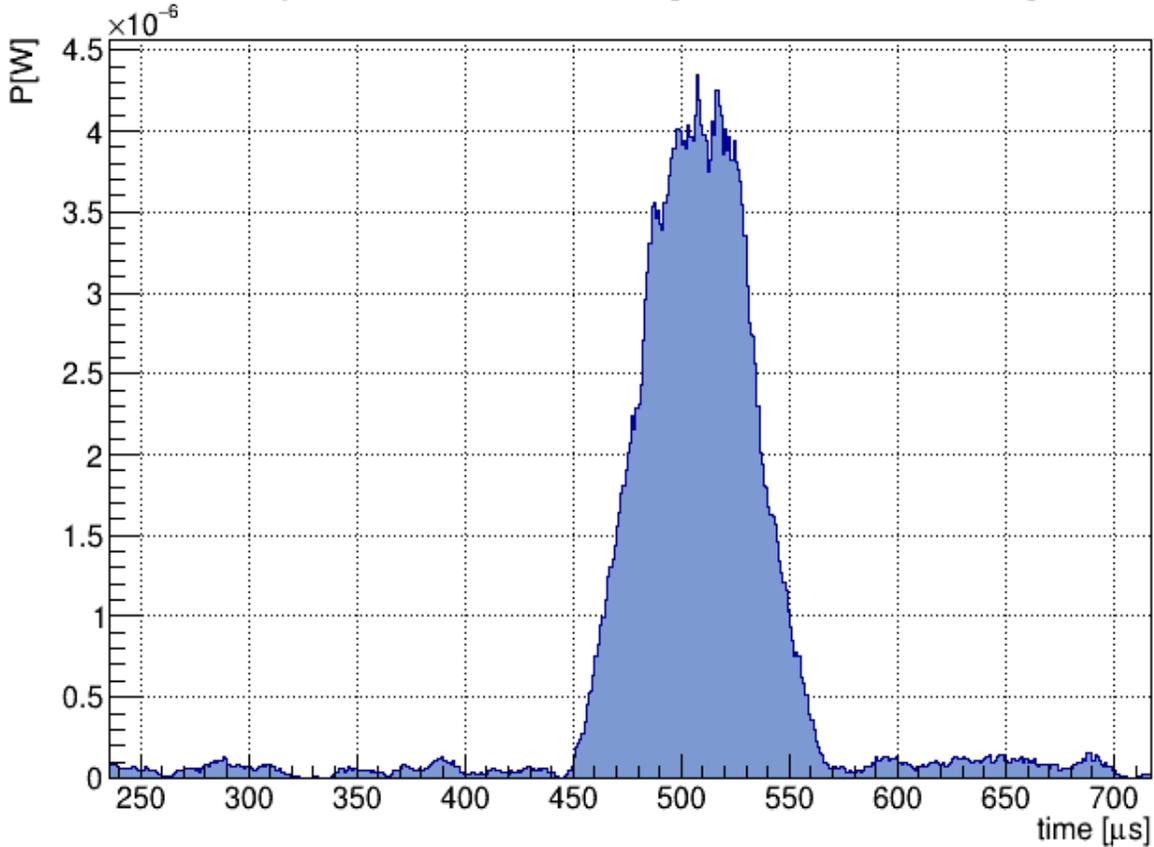


$P_{\text{SMB}} = -61.7\text{dBm}$ ,  $\text{time}_{\text{FFT}} = 80\mu\text{s}$ ,  $\text{FM} = 10\text{MHz}$

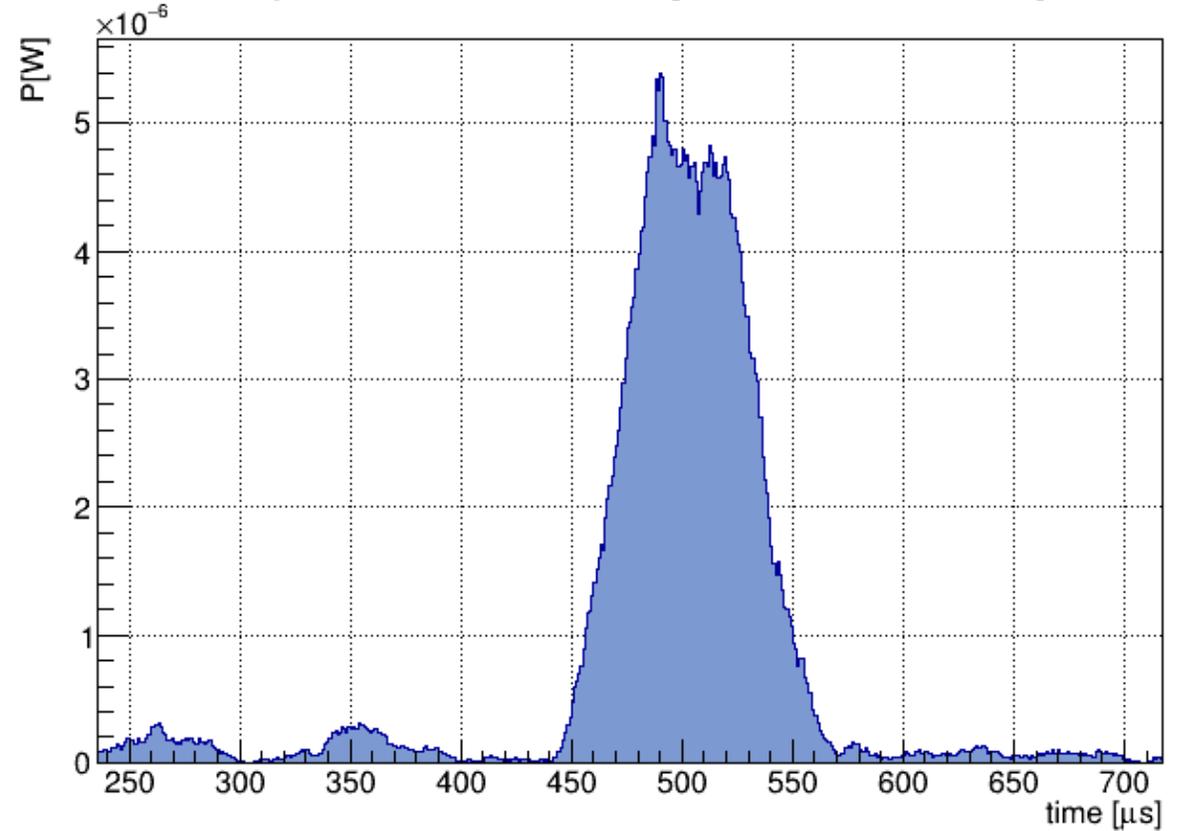


# RBW=12.5kHz(80 us)

ProjectionY of binx=4001 [x=550.000..550.012]

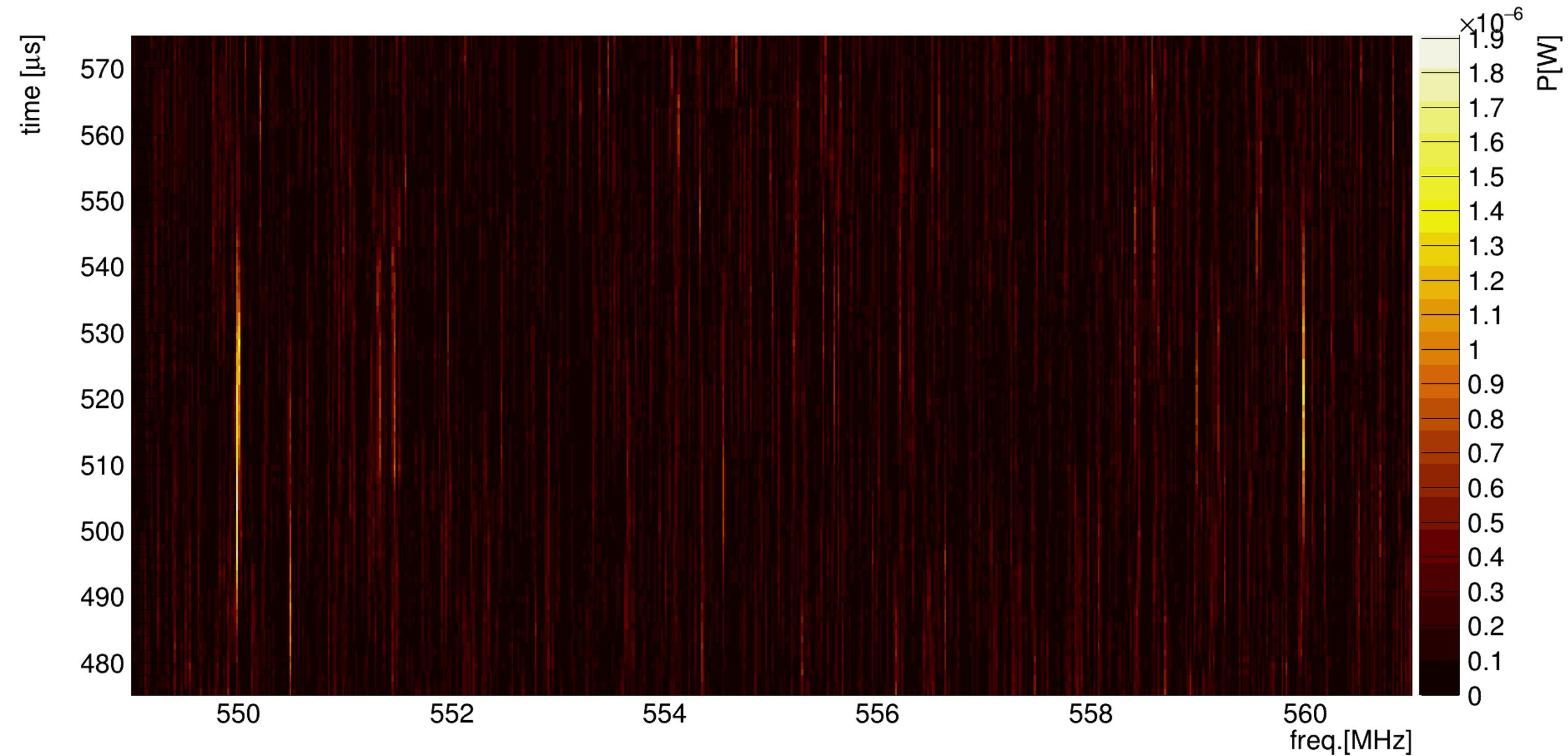


ProjectionY of binx=4000 [x=549.987..550.000]



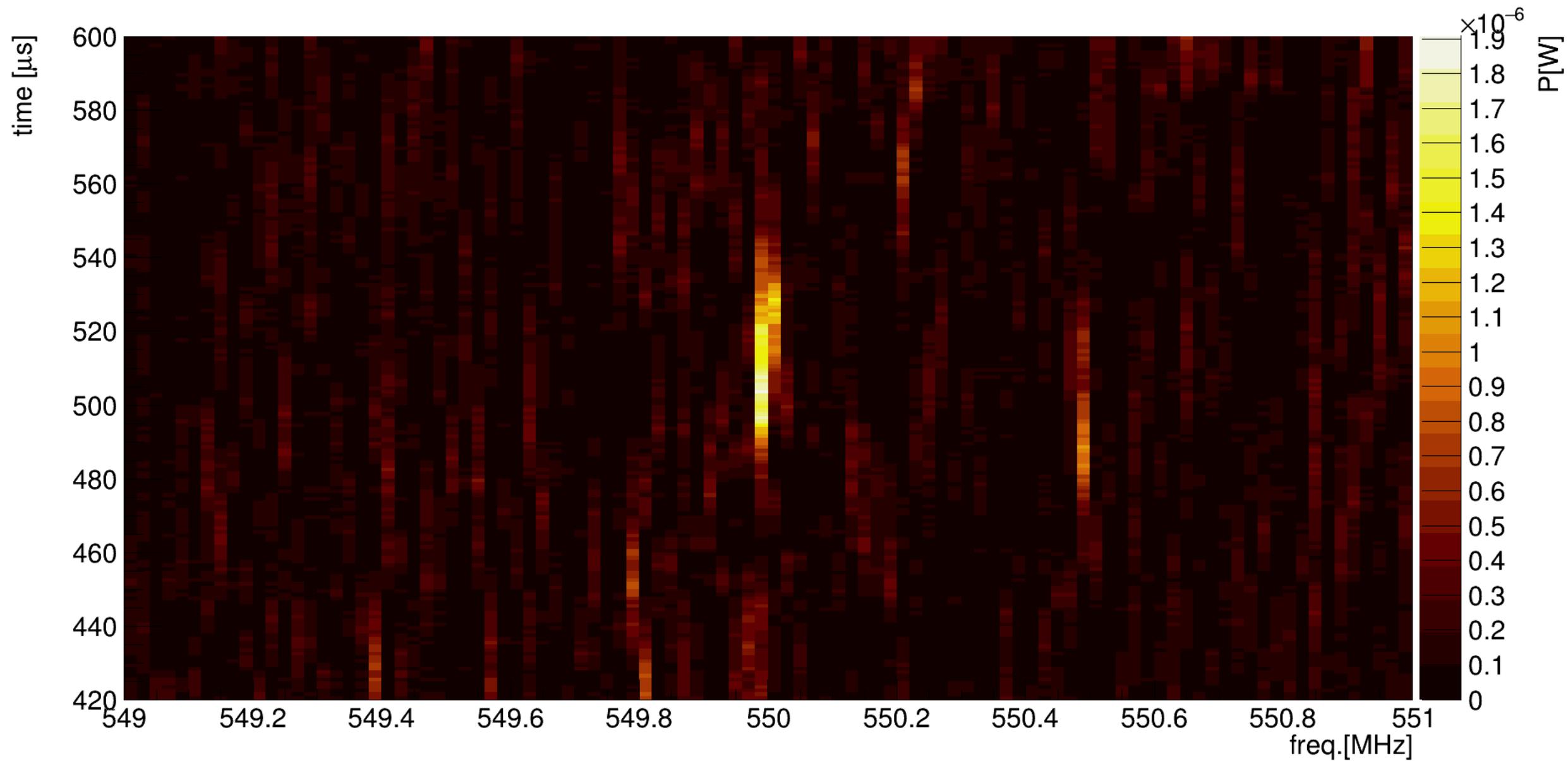
$P=1/3$  fW

Sauron Plot 18.Wfm.bin



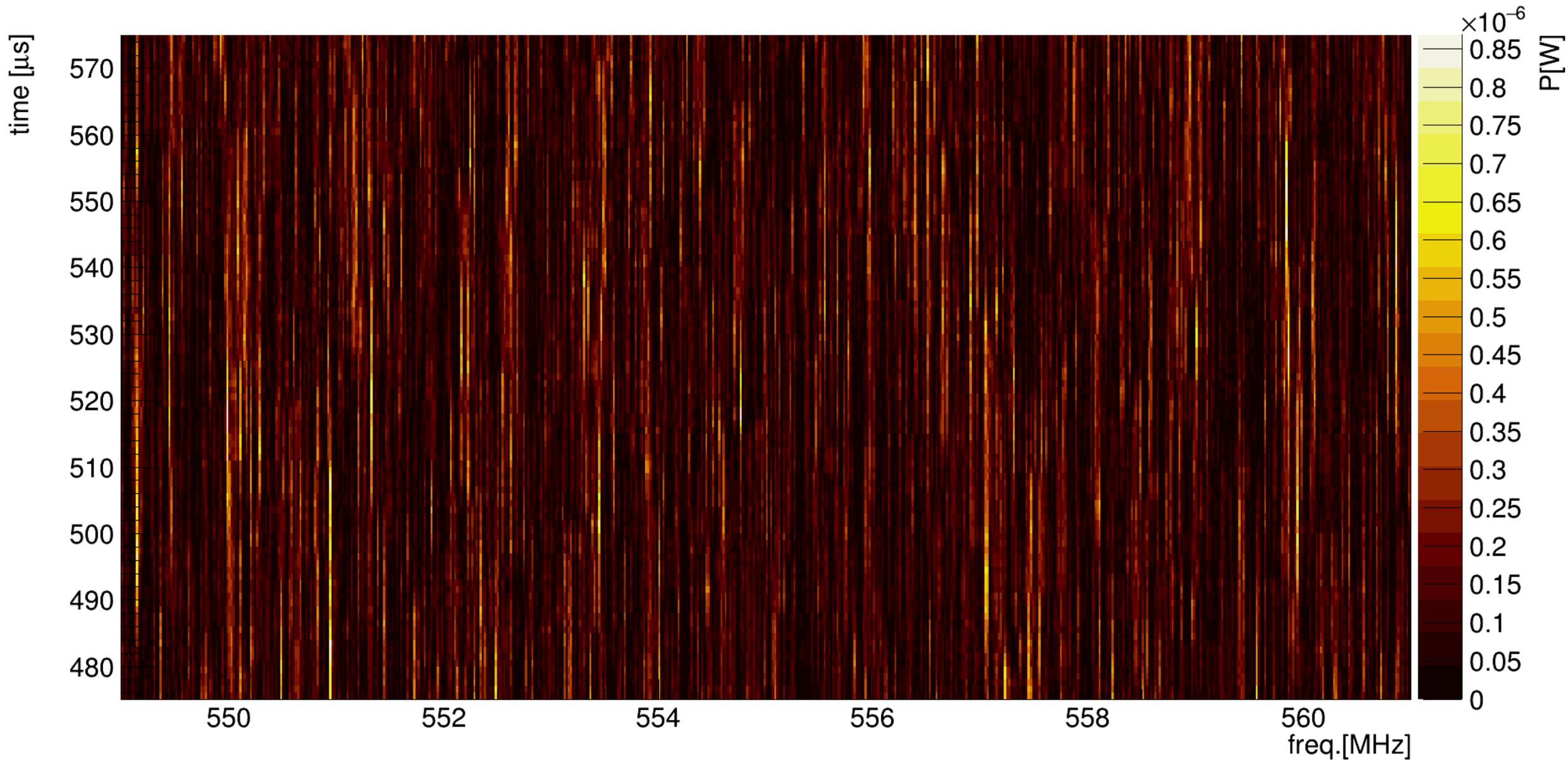
$P=1/3$  fW

Sauron Plot 18.Wfm.bin



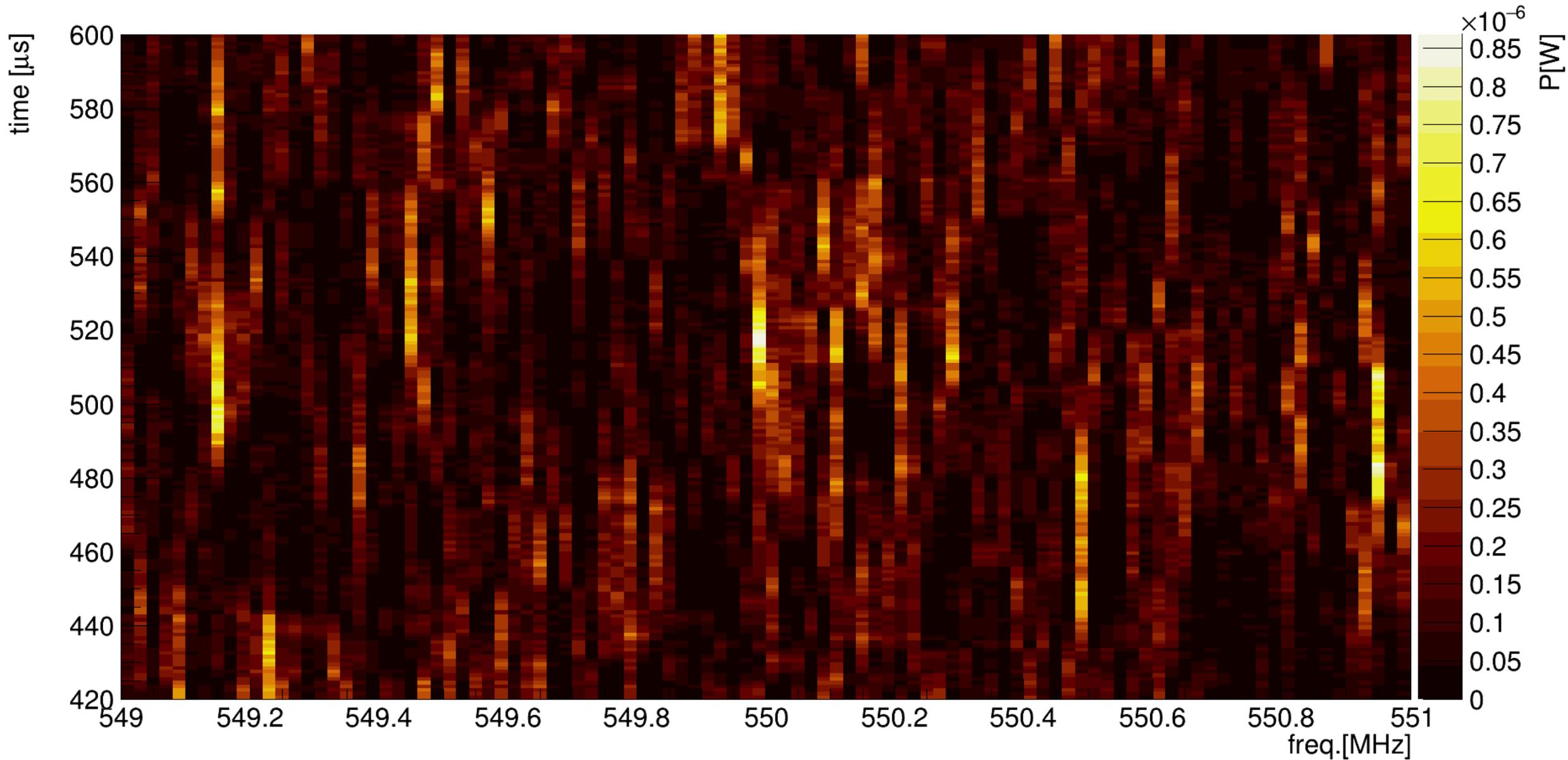
$$P = 1/10fW$$

Sauron Plot 21.Wfm.bin



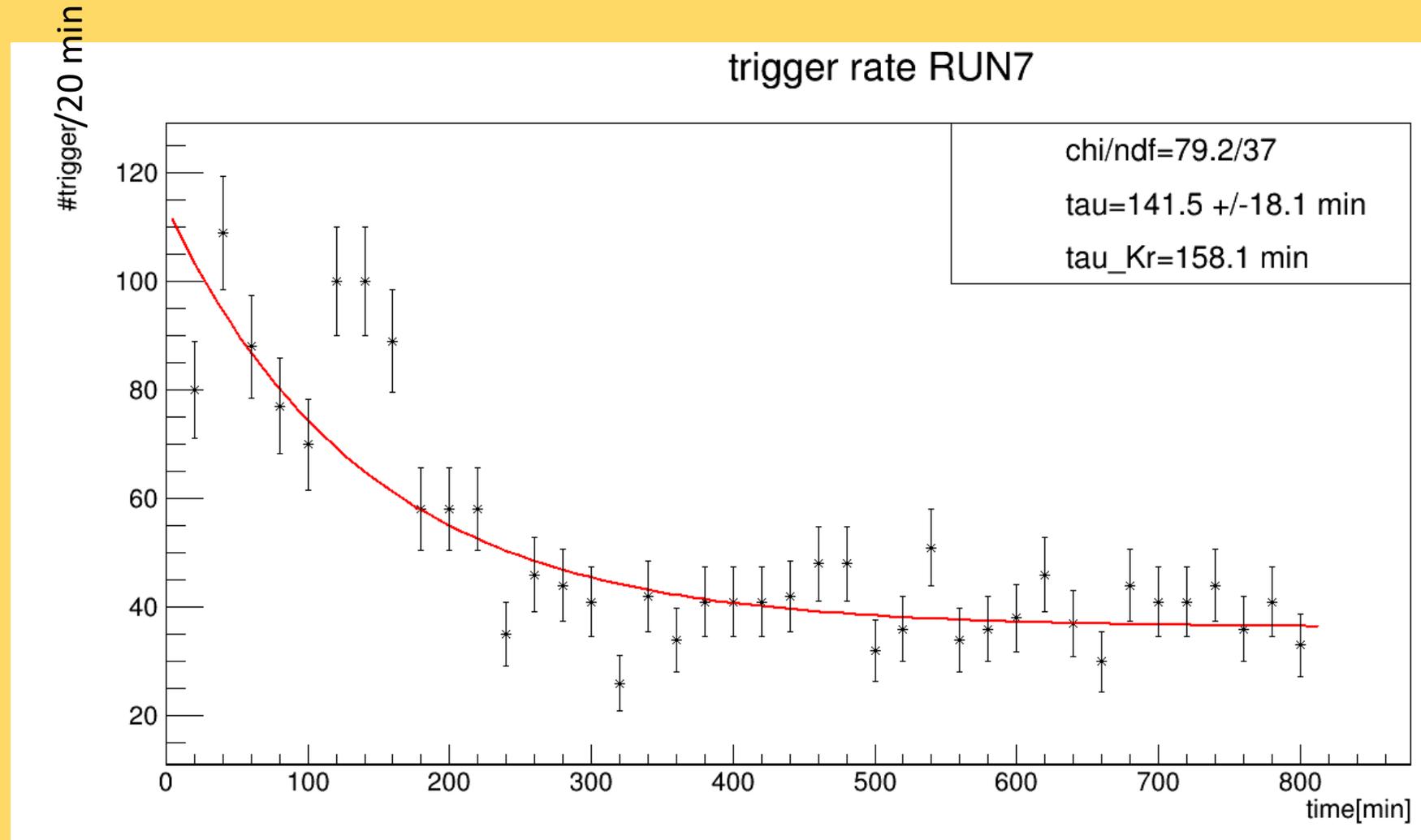
$P=1/10fW$

Sauron Plot 21.Wfm.bin



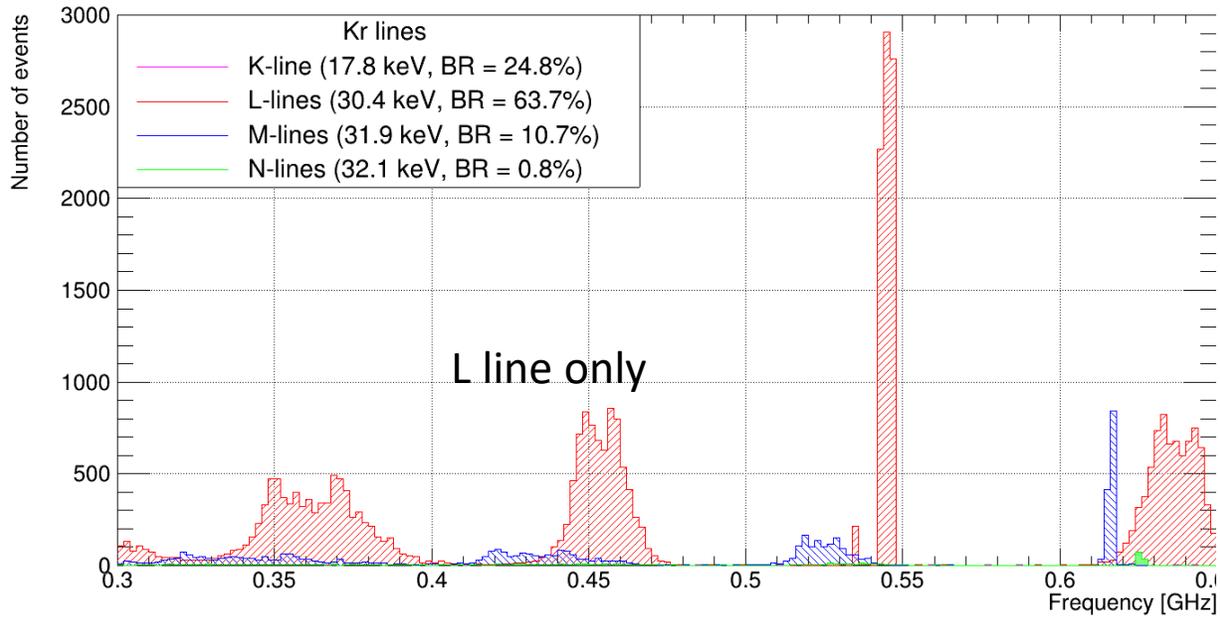
# Electron Trap: Krypton lifetime

- Trigger on expected frequency
- Source was open by several hrs
- Time=0 source closed

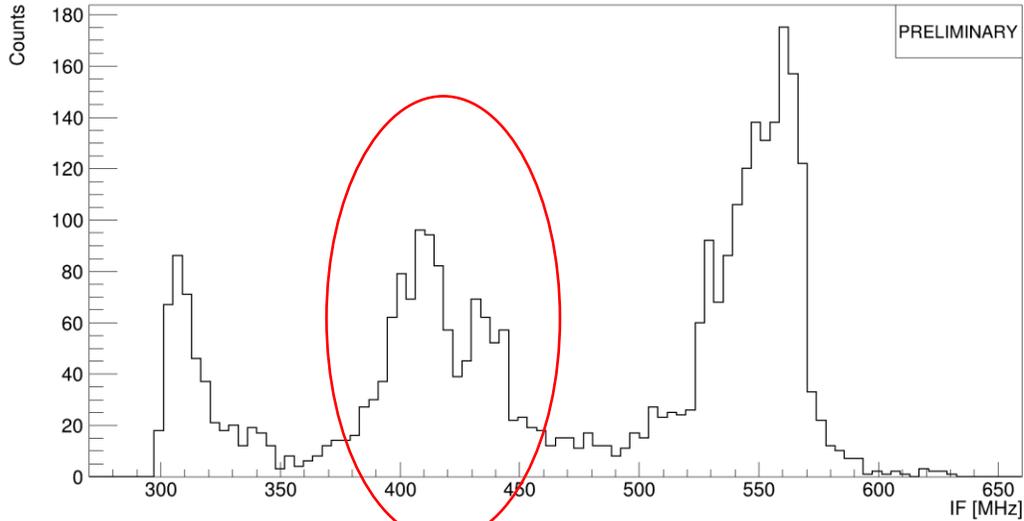


# Branching fraction ratio

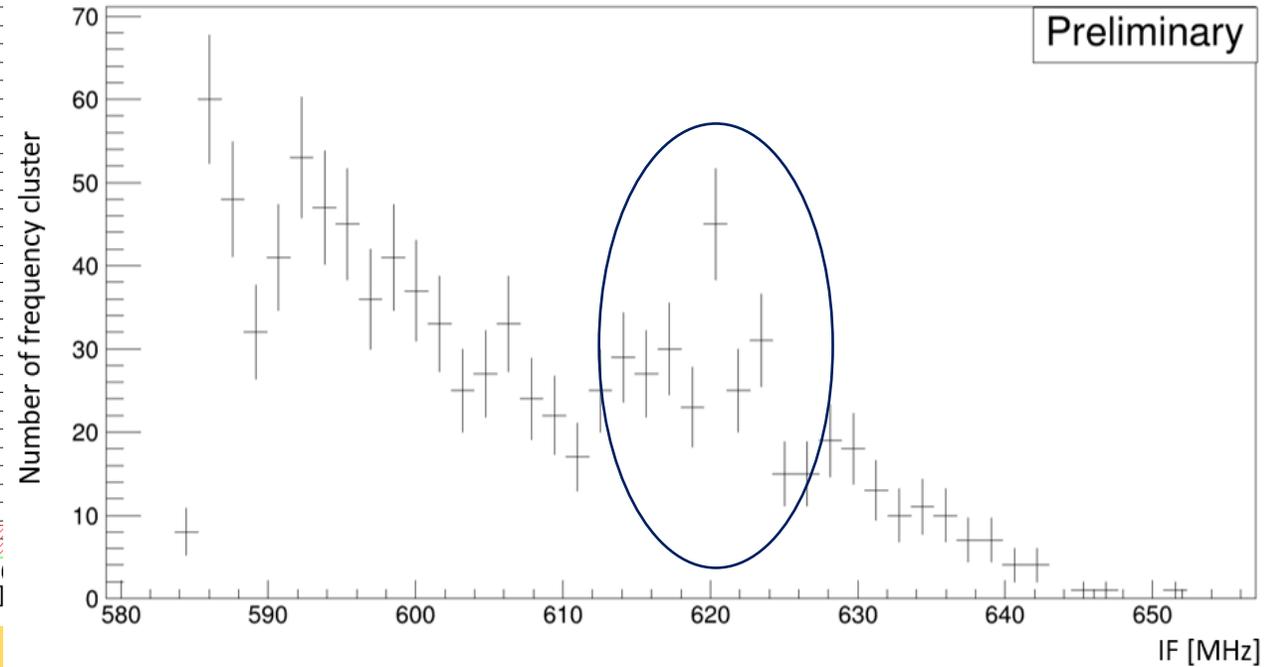
MC simulation: spectrum for  $f \in [0.3, 0.65]$  GHz



Downconverted frequency



RUN 11-12: full IF cluster spectrum in range IF  $\in [580; 680]$  MHz

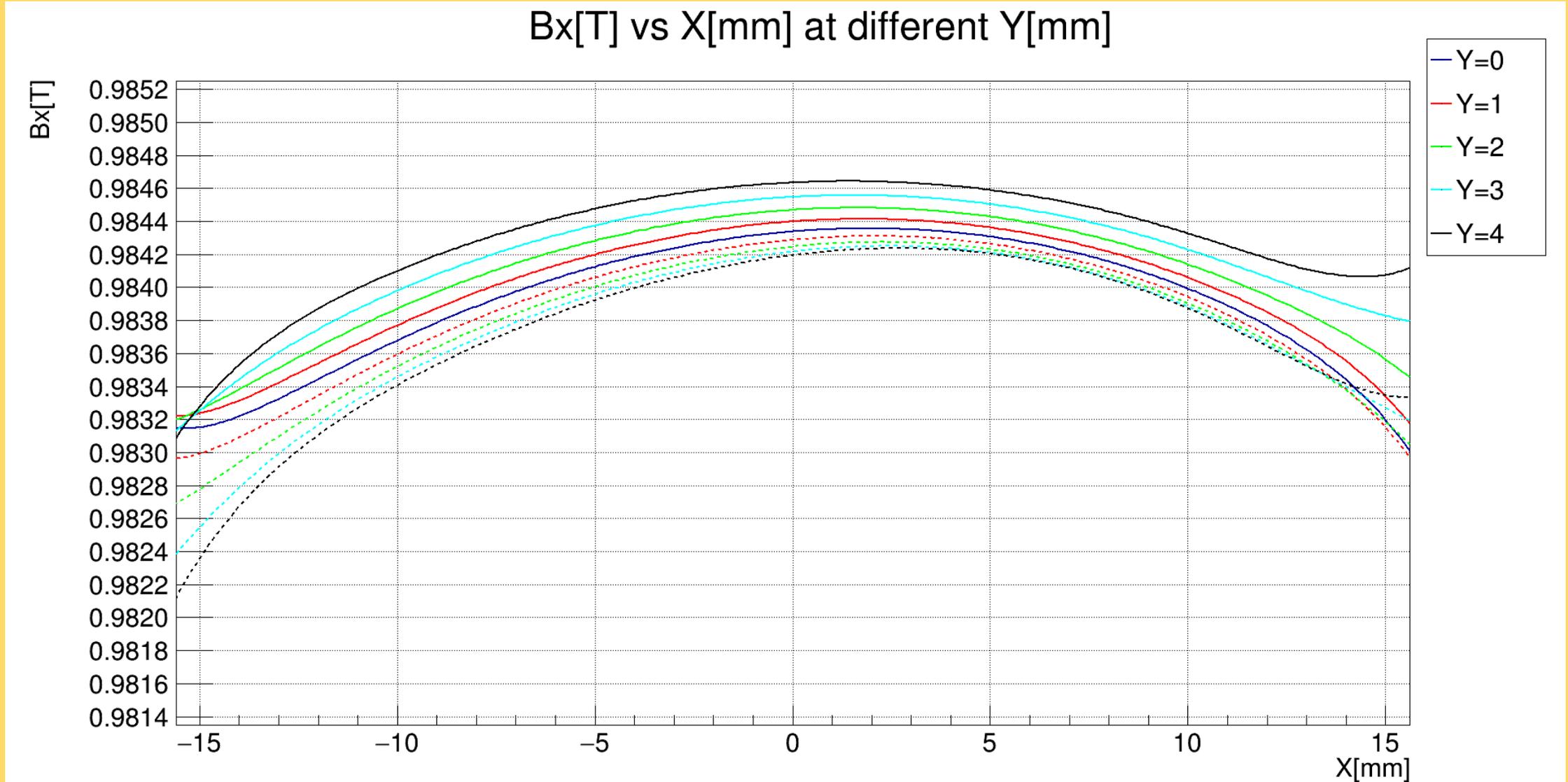


$$R_{\text{teor}} = \text{BR}(\text{L}) / \text{BR}(\text{M}) = 5.95$$

$$R_{\text{measured}} = 6.36 \pm 1.04$$

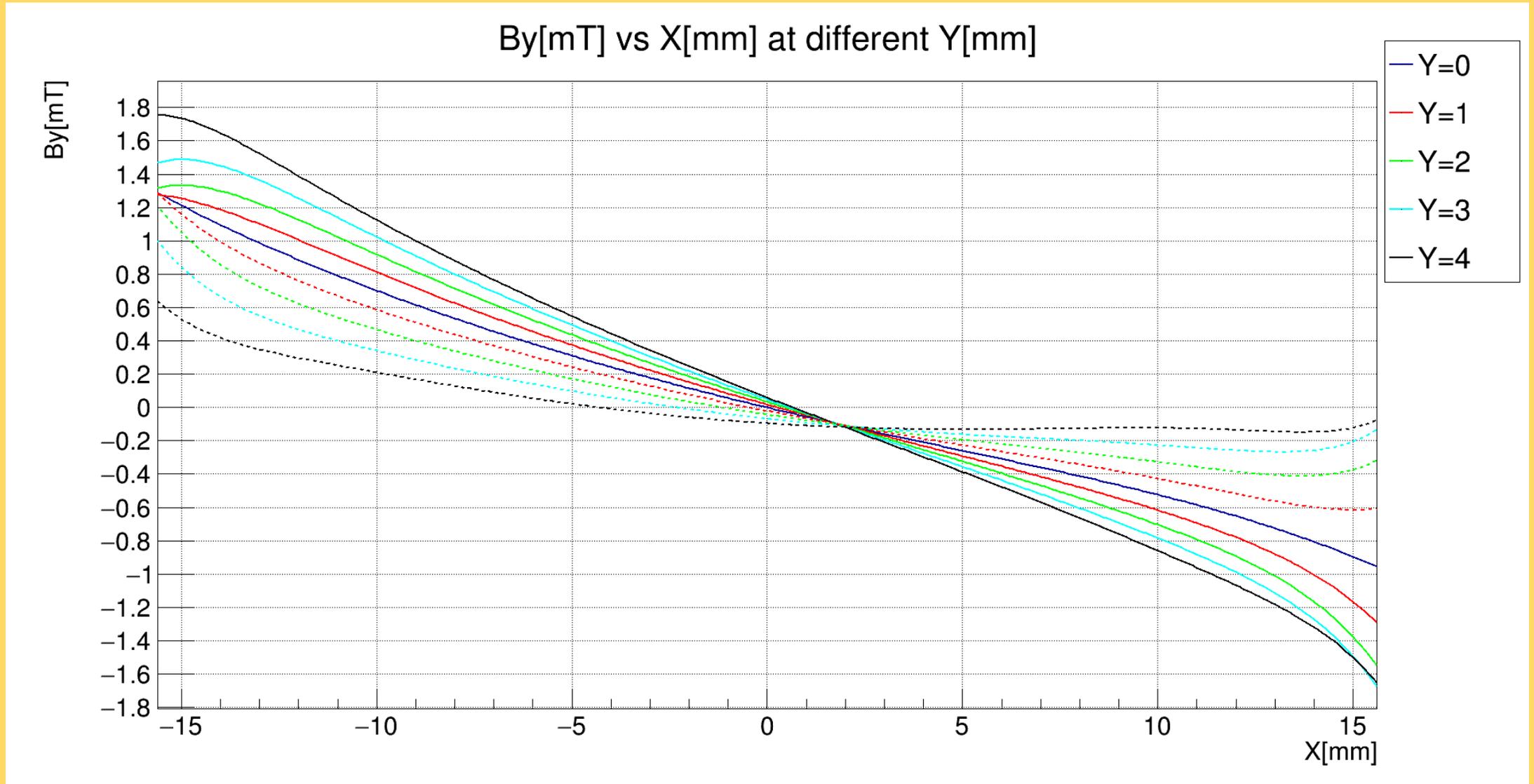
# Field map: Bx

- Need to implement the true field map on CST



# Field map: $B_y$

- Need to implement the true field map on CST



- gege

- gege

- gege

- gege

- gege