

# Performance Requirements: Noise Occupancy

## Introduzione

*As was the case for RD53A, there is no explicit requirement on input referred pixel noise. The important parameters for operation are minimum threshold and noise occupancy at that threshold.*

*Different trade-offs between single pixel noise and other parameters can be used to achieve the same result as explained below. The noise occupancy is the dark count probability in an arbitrary 25 ns interval. A  $10^{-6}$  noise occupancy means 0.1 noise hits per bunch crossing in a  $10^5$  pixel chip, while the number of real hits from tracks in such a chip will be of order 100 (10) in the inner (outer) layer(s).*

([RD53B Design Requirements](#); Threshold, noise, and noise occupancy; 6.1; pag. 11)

(noise occupancy = noise hits / tot pixels in 25 ns)

Sulla base di quanto richiesto, dobbiamo ricondurci alle condizioni dei nostri test. Abbiamo matrici costituite da 112 pixels (pixel da 16 - 127 per il tipo A e pixel da 128 a 239 per il tipo B).

La misurazione della nostra noise occupancy avviene in un intervallo di 900  $\mu$ s, ciò significa che al suo interno ci sono:

$$\frac{900 \mu s}{25 ns} = 36 \cdot 10^3$$

finestre da 25 ns.

Quindi, una noise occupancy di  $10^{-6}$  per una finestra di 25 ns, corrisponde a una noise occupancy di  $36 \cdot 10^3 \times 10^{-6} = 0.36$  per una finestra di 900  $\mu$ s.

Poiché noise occupancy  $10^{-6}$  corrisponde ad avere una probabilità di trovare 1 noise hit su una matrice di  $10^6$  pixels in una finestra di 25 ns, una noise occupancy di 0.36 corrisponde ad avere 3.6 noise hits su una matrice di 100 pixels, in una finestra di 900  $\mu$ s.

La nostra matrice è costituita da 112 pixels, che corrisponde ad avere una media di  $3.6 \cdot 112 / 100 = 4.032$  noise hits per pixel, in una finestra di 900  $\mu$ s.

Dunque, nei nostri test, per valutare una noise occupancy  $< 10^{-6}$  corrisponde a valutare una media per la matrice  $< 4.032$  hits.

## Test

Sono stati effettuate misurazioni di noise occupancy per soglie partendo da 1000 elettroni a scendere. Sono evidenziate le medie inferiori a 4.032 hits.

RD53A 16 - 127								
Soglia	Hits Matrice	Media	Hits pixel < 36	Media	# pixel esclusi	Hits pixel < 360	Media	# pixel esclusi
340	20152	179.93	610	9.53	48	3966	43.58	21
370	22608	201.86	415	6.19	45	3988	43.35	20
420	7002	62.52	209	2.35	23	2998	28.28	6
460	2872	25.64	111	1.11	12	826	7.51	2
500	2850	25.45	173	1.68	9	804	7.31	2
550	572	5.11	69	0.63	2	129	1.16	1
600	160	1.43	44	0.4	1	160	1.43	0
680	0	0	0	0	0	0	0	0
750	0	0	0	0	0	0	0	0
830	0	0	0	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0	0	0	0
960	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0

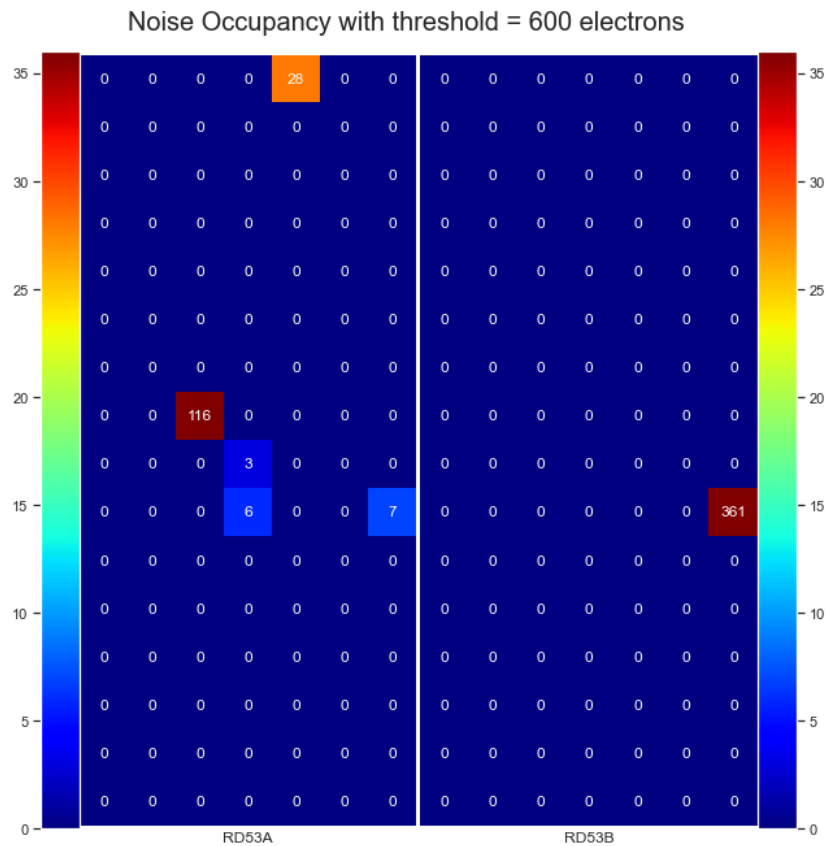
RD53B 128 - 239								
Soglia	Hits Matrice	Media	Hits pixel < 36	Media	# pixel esclusi	Hits pixel < 360	Media	# pixel esclusi
340	12836	114.61	721	13.6	59	8124	77.37	7
370	5498	49.09	701	8.35	28	2848	26.37	4
420	1753	15.65	332	3.1	5	775	6.98	1
460	1097	9.79	76	0.69	2	172	1.55	1
500	726	6.48	9	0.08	1	9	0.08	1
550	746	6.66	7	0.06	1	7	0.06	1
600	361	3.22	0	0	1	0	0	1
680	222	1.98	0	0	1	222	1.98	0
750	39	0.35	0	0	1	39	0.35	0
830	1	0.01	1	0.01	0	1	0.01	0
900	1	0.01	1	0.01	0	1	0.01	0
960	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	2	0.02	2	0.02	0	2	0.02	0

*The 600 e- stable threshold specification of RD53A is preserved as a requirement.*

([RD53B Design Requirements](#); Threshold, noise, and noise occupancy; 6.1; pag. 11)

Dalla prima colonna evidenziata a sinistra si può notare che effettivamente il requisito di noise occupancy è soddisfatto per entrambi i FE fino alla soglia di 600 elettroni.

In prima approssimazione potrebbe sembrare che il RD53A sia più performante, in quanto possiede media di noise hits inferiore, tuttavia, osservando le heatmaps relative a queste misurazioni, si ha un'idea migliore del comportamento della matrice:



La tabella mostra che a soglia 600 elettroni la media del tipo B (3.22 hit per pixel) è superiore rispetto a quella del tipo A (1.42 hit per pixel), tuttavia la heatmap mostra anche quali e quanti pixel sono affetti da noise: il tipo B possiede un pixel isolato rumoroso. Il tipo A mostra cinque pixel rumorosi.

Anche nelle misurazioni a soglie superiori, si ha sempre il solito pixel che rileva counts elevati: si sospetta che quello sia un pixel particolarmente anomalo.

È per questo motivo che nelle tabelle abbiamo aggiunto le colonne relative ai conteggi di noise hits <36 e <360 (forse sarebbe più preciso 40 e 400?), per considerare eventuali valori “sballati” (?)