



**Politecnico
di Torino**

DEPARTMENT OF ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS
Master degree in Electronic Engineering

Laboratorio di Sistemi Digitali Integrati

Laboratorio 1

Autore:

Roberta Leo, Manuel Cataldo, Lorenzo Leli

5 febbraio 2024

Indice

1	Misure su segnale periodico ad alta frequenza	2
2	Misure su segnale periodico ad bassa frequenza	3
3	Misure di jitter	3
4	Esempio di protocollo complesso: RAM statica	5

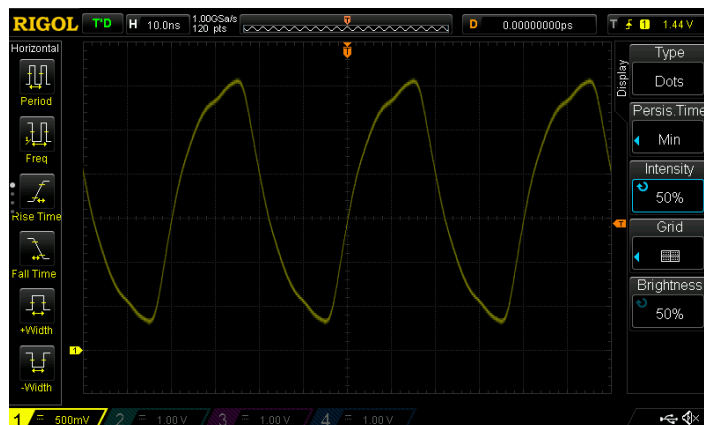


Figura 1: Forma d'onda ad alta frequenza.

1 Misure su segnale periodico ad alta frequenza

Dopo aver calibrato le sonde e aver programmato la FPGA con il file `fpga-user-sdi-lab1.rbf` e aver collegato la sonda al piedino IO27 e il riferimento di massa al piedino GND del connettore J603 della scheda VIRTILAB V1.2 sull'oscilloscopio viene visualizzata la Figura 1.

Il segnale visualizzato non ha una forma d'onda quadra poichè non c'è un tratto orizzontale, abbiamo soltanto un tratto di salita e uno di discesa quasi "esponenziali". Questo è dovuto all'effetto delle capacità parassite dei gate all'interno della scheda e alla banda limitata dell'oscilloscopio. Il segnale ha una frequenza di 25 MHz, un tempo di salita e discesa di circa 13 ns.

Per non commettere errore durante la fase di campionamento, per il teorema di Nyquist, si dovrebbe campionare ad almeno il doppio della banda del segnale. Essendo però il nostro segnale un onda trapezoidale, esso ha banda infinita in quanto lo spettro comprende tutte le armoniche dispari del segnale. E' anche vero che man mano che le armoniche hanno frequenza maggiore, esse hanno anche minor ampiezza e quindi contribuiscono meno alla corretta ricostruzione del segnale.

La banda dell'oscilloscopio usato è di 50 MHz, perciò è possibile campioanre correttamente solo l'armonica fondamentale e ciò non è sufficiente per ricostruire il segnale originario senza commettere errori significativi. Inoltre bisogna ricordare che per un oscilloscopio vale la relazione $B \cdot T = 0.35$ che lega il prodotto tra banda necessaria per visualizzare il segnale e tempo di salita del segnale alla costante 0.35.

Nel nostro caso, avendo un tempo di salita/discesa di circa 13 ns, la banda del segnale è di circa 27 MHz e quindi, sempre per il teorema di Nyquist, l'oscilloscopio dovrebbe avere almeno 54 MHz di banda per non commettere errore. Dal momento che quest'ultima specifica non è rispettata, il segnale visualizzato sull'oscilloscopio è soggetto a distorsione a causa dell'errore di campionamento commesso.

Collegando la massa dell'oscilloscopio mediante un corto pezzo di filo al piedino 12 del connettore J603, il GND, otteniamo quanto mostrato nella Figura 2.

La forma d'onda è meglio definita dal momento che con questa configurazione si riduce l'area compresa tra il segnale positivo e di GND della sonda e quindi si riduce l'induttanza equivalente (la quale è responsabile di una più lenta variazione del segnale) e il rumore dovuto alle interferenze elettromagnetiche esterne.

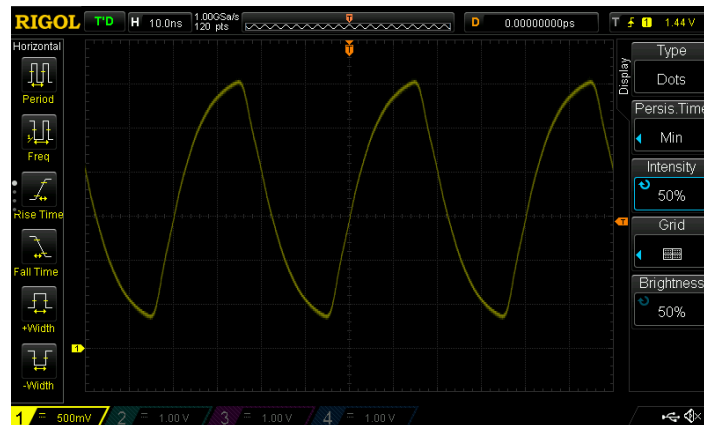


Figura 2: Forma d'onda ad alta frequenza con corto filo.

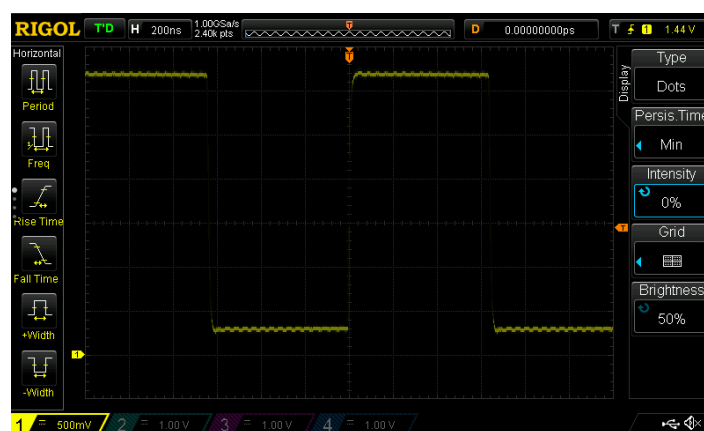


Figura 3: Forma d'onda a bassa frequenza.

2 Misure su segnale periodico ad bassa frequenza

Collegando la sonda al piedino IO29 del connettore J603 della scheda VIRTLAB V1.2 sull'oscilloscopio viene visualizzato quanto mostrato nella Figura 3.

Il segnale è a forma quadra e sono evidenti solamente i tratti orizzontali dell'onda poichè quelli verticali sono molto più veloci e quindi, campionando con l'oscilloscopio nella modalità dots, ci saranno pochi punti che campionano il tratto verticale.

La modalità display continuo non è disponibile sull'oscilloscopio.

3 Misure di jitter

Connettendo la sonda sul piedino IO31 del connettore J603, viene visualizzato quanto mostrato nella Figura 4.

Il segnale in questione è un'onda quadra avente fronti sdoppiati: è presente il fenomeno di jitter sia sul fronte di discesa che sul fronte di salita del segnale che si manifestano una volta ogni due periodi. Il jitter di salita è pari a 80 ns e il jitter di discesa a 40 ns.

A causa di questo fenomeno non si può conoscere con esattezza quando il segnale effettua la transizione dal livello logico basso a quello alto e viceversa, ma soltanto l'intervallo di tempo in cui esso avviene.

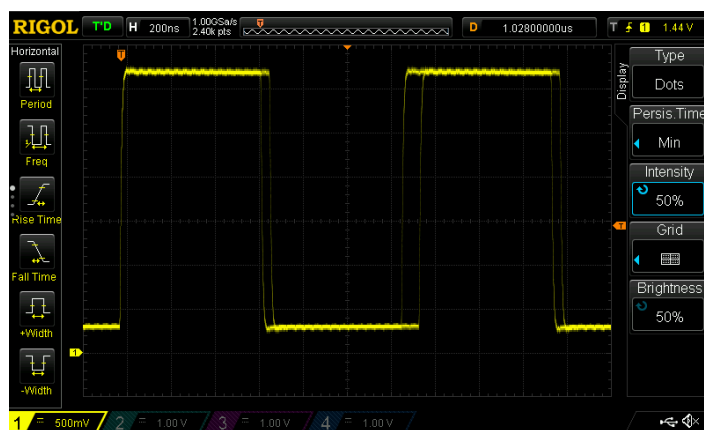


Figura 4: Forma d'onda con jitter.

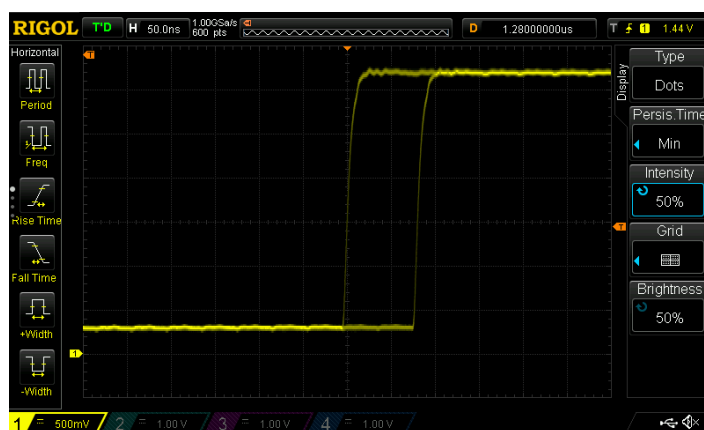


Figura 5: Jitter rise.



Figura 6: Jitter fall.

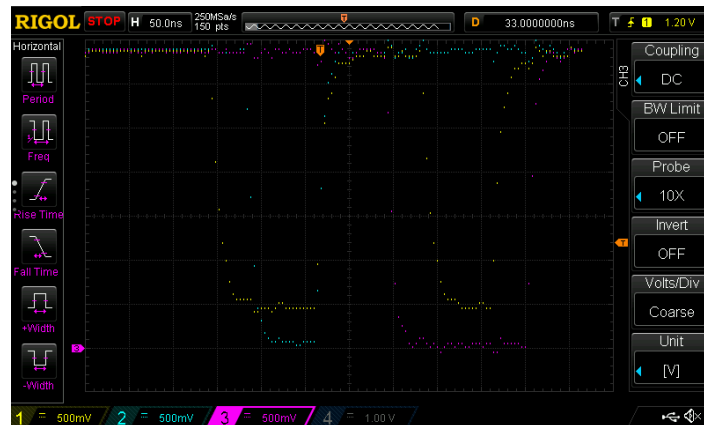


Figura 7: Ciclo di lettura e scrittura con dots.



Figura 8: Ciclo di lettura e scrittura con vector.

4 Esempio di protocollo complesso: RAM statica

I segnali di controllo di una ram statica sono presenti sui piedini IO19 (CS), IO21 (OE), e IO23 (WE) del connettore J603. Sono presenti due cicli concatenati: uno di lettura, ed uno di scrittura, i quali si ripetono ogni 100 ms.

Nella Figura 7 le forme d'onda sono state rilevate nella modalita dots utilizzando come riferimento temporale il segnale di chip select. A causa della scarsa densità dei punti di campionamento non è facile riconoscere le forme d'onda quindi ci possiamo aiutare con la modalità vector, come mostrato in Figura 8, che fa il fit tra i punti di campionamento presi.

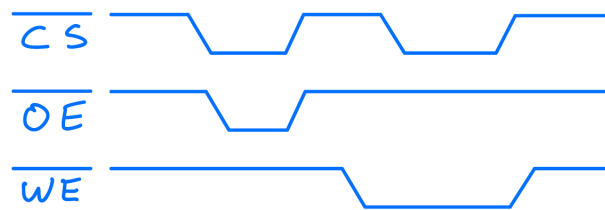


Figura 9: Disegno delle forme d'onda.