

# Test di Single Event Upset per il circuito GigaBit Laser Driver in applicazioni di fisica delle alte energie

Daniela Calvo<sup>1</sup> Paolo De Remigis<sup>1</sup>  
Giovanni Mazza<sup>1</sup> Richard Wheadon<sup>1</sup> Ken Wyllie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INFN  
Torino

<sup>2</sup>CERN  
Genève

Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica, 2015

## 1 Introduzione al progetto GBT

- L'architettura generale
- Il set di circuiti custom

## 2 La misura di SEU per i prototipi di GBLD

- Il prototipo iniziale GBLD v4.1
- Il prototipo migliorato GBLD v4.2
- Il confronto fra i due prototipi di GBLD

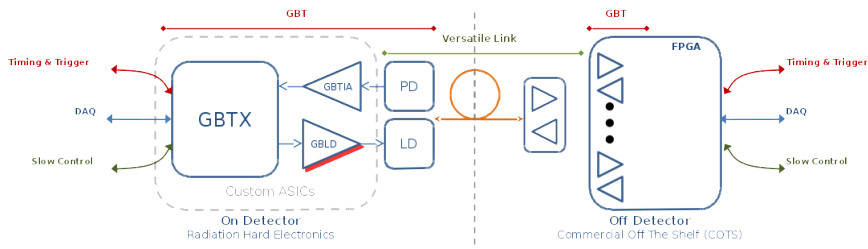
# L'architettura generale

(1)

- Il nuovo collider HL-LHC prevede un incremento della luminosità di un ordine di grandezza.
- Quindi si suppone di dover gestire un numero di eventi per unità di superficie 10 volte superiore.
- La soluzione proposta per il trasferimento dei dati ad alta bandwidth è il GigaBit Transceiver (GBT).
- Il GBT è stato selezionato anche per il Micro Vertex Detector di  $\overline{\text{PANDA}}$  (contributo di J. Olave, sezione 6, 'Readout triggerless ..')

# L'architettura generale

(2)



Il sistema è composto da una sezione on detector in ambiente radioattivo, ed una sezione off detector in counting room.

# Il chip set di circuiti custom

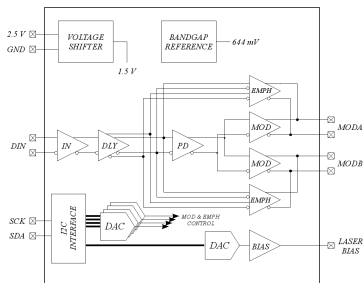
- Il GigaBit Transceiver (GBTX) si occupa della serializzazione e deserializzazione dei dati.
- Il GBTX è in grado di estrarre dallo stream seriale le informazioni di clock e di trigger.

- Il GigaBit Transceiver (GBTX) si occupa della serializzazione e deserializzazione dei dati.
- Il GBTX è in grado di estrarre dallo stream seriale le informazioni di clock e di trigger.
- Il sistema di controllo del rivelatore è affidato al circuito complementare GigaBit Transceiver Slow Control Adapter (GBTSCA).
- Lo stadio di ingresso dopo il fotodiodo è realizzato dal GigaBit TransImpedance Amplifier (GBTIA).

- Il GigaBit Transceiver (GBTX) si occupa della serializzazione e deserializzazione dei dati.
- Il GBTX è in grado di estrarre dallo stream seriale le informazioni di clock e di trigger.
- Il sistema di controllo del rivelatore è affidato al circuito complementare GigaBit Transceiver Slow Control Adapter (GBTSCA).
- Lo stadio di ingresso dopo il fotodiodo è realizzato dal GigaBit TransImpedance Amplifier (GBTIA).
- Lo stadio di uscita prima della conversione in segnale ottico è costituito dal GigaBit Laser Driver (GBLD).

# Possibili effetti del SEU sul GBLD

Il GBLD ha una porta di comunicazione seriale I2C con unità di controllo digitale, che presenta un array di registri con le diverse configurazioni.



Un Single Event Upset (SEU) può provocare errori nelle configurazioni o nella macchina a stati, correggibili solo con una riscrittura o un reset. La misura di SEU è effettuata mediante la scrittura di una configurazione di riferimento e la verifica ripetuta della sua correttezza, ogni 2 s.



# Il circuito GBLD v4.1

È la versione completa in grado di controllare sia laser VCSEL che laser EEL; presenta una unità di controllo con registri di configurazione di 56 bit.

## Specifiche

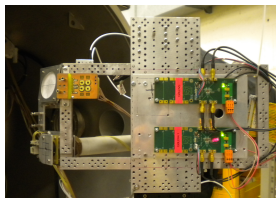
Data rate: 5 Gbit/s

Modulation range: (2 ÷ 24) mA

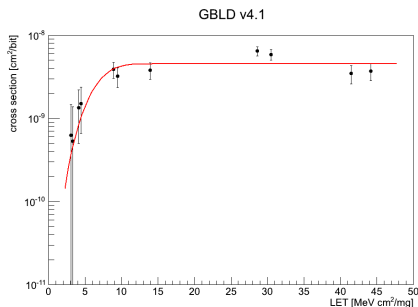
Control interface: I2C

Radiation tolerance: 1 MGy

Il circuito è stato sottoposto ad un irraggiamento utilizzando diversi ioni (O, F, Si, Cl, Ni, Br), con energie nell'intervallo (100 ÷ 300) MeV.



# La misura di SEU per il GBLD v4.1



Il circuito presenta una cross section di saturazione di circa  $4 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{bit}$ , ed una LET di soglia intorno a  $2 \text{ MeV cm}^2/\text{mg}$ .

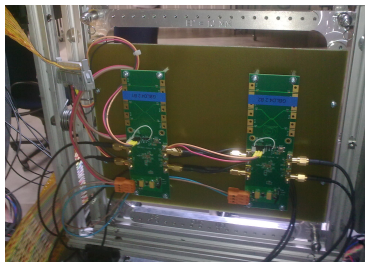
# Il circuito GBLD v4.2

Anche nel GBLD v4.2 è stato utilizzato il sistema di protezione contro il SEU, attraverso l'introduzione della Triple Modular Redundancy (TMR).

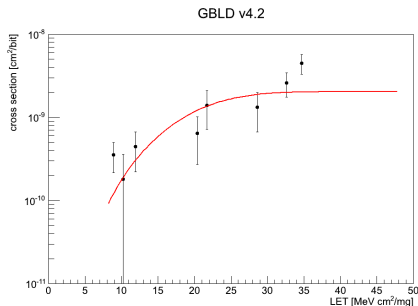
## Differenza principale rispetto alla versione precedente

Oltre all'applicazione della ridondanza tripla su ogni registro, è stato triplicato anche il circuito per la distribuzione del segnale di reset.

Il circuito è stato collaudato a Louvain e Legnaro usando ioni diversi (O, F, Si, Ar, Cl, Ni, Kr), con energie nel range (100 ÷ 800) MeV.

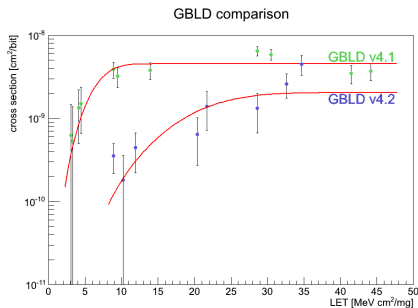


# La misura di SEU per il GBLD v4.2



Il nuovo circuito mostra una cross section di saturazione di circa  $2 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{bit}$ , ed una LET di soglia intorno a  $4 \text{ MeV cm}^2/\text{mg}$ . Per due ioni a basso LET (O e F) non sono stati riscontrati errori e quindi costituiscono un limite inferiore per il SEU.

# La comparazione del SEU fra i due prototipi di GBLD



## Miglioramento ottenuto

La cross section di saturazione del GBLD v4.2 è ridotta alla metà rispetto alla versione precedente, mentre la LET di soglia risulta raddoppiata.

- Il circuito **GBLD v4.1** è stato collaudato con fascio di ioni per valutare la sua sensibilità al SEU.
- Il nuovo circuito **GBLD v4.2** presenta una minore suscettibilità al SEU, ed una soglia più alta al verificarsi del fenomeno.
- Considerando l'ambiente di un rivelatore di vertice di HL-LHC, il rate atteso di SEU per circuito è stimato in circa  $2 \cdot 10^{-3} \text{h}^{-1}$ .
- Prospettive future
  - Attualmente è in fase di collaudo l'intera produzione, composta da circa 60000 circuiti GBLD v4.2.
  - Le buone caratteristiche di resistenza alla radiazione del GBLD, hanno generato un interesse per applicazioni spaziali da parte dell'ESA.