

17 gennaio 2023  
**Pomeriggio tematico su iniziativa  
ECFA per Future Accelerators**

# Idee da una discussione all'interno del gruppo ATLAS

*Massimo Corradi*

# Esperienza su sviluppo costruzione e funzionamento di sistemi di trigger e DAQ

- Trigger L1 per I Muoni di ATLAS (basato su ASIC dedicati)
- DAQ del Muon System (MDT)
- Upgrade L0Muon per ATLAS @HL-LHC  
algoritmi e logica spostati su (grandi) FPGA off-detector
  - => flessibilita`, possibilita` di approfittare degli sviluppi tecnologici
  - => un nuovo livello di complessita` nello sviluppo del firmware
  - => possibilita` di utilizzare tecniche AI al Livello zero
  - => componenti COTS anche nella parte on- detector => qualificazione per radiazioni
- Tracking veloce negli algoritmi di trigger di “alto livello”
  - => acceleratori hardware GPU/FPGA/ nuovi sistemi ?
  - => utilizzo di nuove tecniche AI nel tracking

Dal libro ECFA:

- TF7 electronics and on detector processing
  
- 7.3.3 back-end systems (trigger and DAQ, incl. FPGA, AI...)

#### 7.3.3.4 Identified R&D themes

- Tight integration of front-end and back-end using industry standard protocols and COTS components in extreme environments (DRDT 7.1, DRDT 7.4, DRDT 7.5);
- Integration of AI techniques closer to the front-end using modular, flexible designs using COTS chips or standard IP (DRDT 7.2);
- Use of FPGAs in extreme environments for data transmission and processing (DRDT 7.1, DRDT 7.4);
- Efficient use of modern compute hardware, use of GPGPUs and AI ASICs, cross-platform frameworks, and compatibility with industry standards, connected with high-speed software defined networks (DRDT 7.2, DRDT 7.5);
- Large-scale and realistic technology demonstrators, tracking relevant industry developments, with permanent integration and test-facilities (DRDT 7.1, DRDT 7.2, DRDT 7.5);
- Next-generation pico-second precision timing distribution systems to enable 4D detectors (DRDT 7.3, DRDT 7.4).

Sicuramente  
abbiamo un forte  
interesse a seguire  
questo WG

# Tracciatori basati su scintillatori e SiPM

- Considerando la velocità dello sviluppo tecnologico nel campo dei sensori per fotoni (SiPM in particolare) e i requirements per FCC-ee (ma anche per FCC-hh e muon collider nella maggior parte dell'angolo solido), probabilmente sistemi basati su scintillatori saranno molto competitivi rispetto a quelli basati su gaseous detector proposti attualmente.
- Il gruppo ATLAS ha una grande esperienza su large muon systems, e su detector a gas in particolare.
- Alcuni di noi hanno sviluppato un tracciatore basati su capillari riempiti di liquidi scintillanti letti con SiPM, più altri hanno esperienza con SiPM

Mi sembra interessante guardare a questa possibile linea di sviluppo di tracciatori Sci-SiPM

- "sinergia" con altri gruppi di Roma che lavorano su photon detection
- Ottimizzazione dei sistemi: risoluzione spaziale, timing (TOF, 4D reco), large-area (costi)
- Seguire (e magari orientare?) lo sviluppo tecnologico (SiPM+CMOS digitali, radiation hardness, materiali...)
- Importante darsi dei target intermedi per dimostratori o esperimenti "piccoli" per capire e sviluppare la tecnologia.

## Dove si inserirebbe nei DRD ?

Nel libro ECFA c'è un riferimento a “fiber trackers and light collection” nel DRD4 Particle Identification and Photon Detection

Nello stesso DRD ci sono parti dedicate a TOF detectors e allo sviluppo di rivelatori per fotoni resistenti alla radiazione.

L'alternativa ai gas detector basata sugli “scintillatori” è nominata nella sezione sui gas detector, con argomenti sulla superiorità dei sistemi a gas in quanto a risoluzione spaziale e resistenza alle radiazioni (che però dipendono molto dall'applicazione)

### 4.4.5 Novel optical materials for fibre trackers and light collection

#### Scintillating fibres

Scintillating fibres offer a cost-effective way of instrumenting large areas for charged particle tracking at relatively low material budget. With the availability of small-pitch SiPM arrays, high resolutions are possible, as shown with the LHCb SciFi tracker upgrade [Ch4-58] presently being completed. To further advance the technology, e.g. for a second upgrade of the tracker envisaged for the HL-LHC, both the photosensor and the optical fibres need to be re-optimised to obtain higher light yield, allowing for smaller diameters, and thus higher precision and improved radiation tolerance.

Innovative materials such as Nanostructured-Organosilicon-Luminophores (NOL) scintillators, exhibit stronger and faster light output than presently achieved; here the energy transfer from the primary excitation to the wavelength shifter is enhanced by silicon links, with respect to the radiative processes in standard materials [Ch4-59]. NOL fibres are almost a factor two (six) faster than the best blue (green) standard fibres, which makes them very interesting for timing-critical applications. Radiation-hardness tests by X-rays to a dose of 1 kGy have shown that the damage is at a level comparable to reference fibres [Ch4-60]. These are promising results but clearly more R&D is required.

#### Light collection methods

One way to improve the signal-to-noise ratio in photon detectors (of particular importance in SiPMs with high dark count rates) is to further develop dedicated light collectors,