

Opportunità e le sfide dell'elettronica e della strumentazione per gli esperimenti

4 Aprile 2017, CERN, Ginevra

Stefano.Michelis@cern.ch

Elettronica al CERN

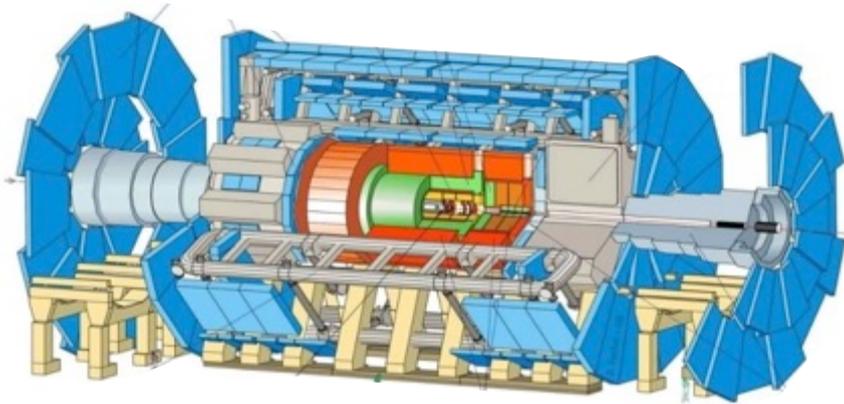
L'elettronica al CERN è fondamentale sia per l'acceleratore sia per gli esperimenti.

E' usata per esempio per il controllo, l'alimentazione, la rivelazione delle particelle generate dalle collisioni, l'amplificazione, la digitalizzazione e l'invio dei segnali.

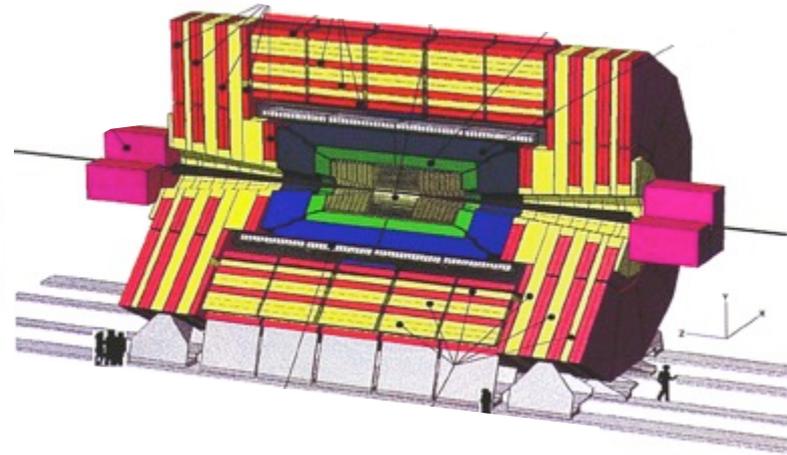
Nel 2015 il CERN ha speso nel settore elettronica circa l'8,7% del valore totale degli acquisti per forniture, corrispondente a circa 21 milioni di Euro, di cui 1.8 milioni sono stati spesi in Italia.

Gli Esperimenti di LHC

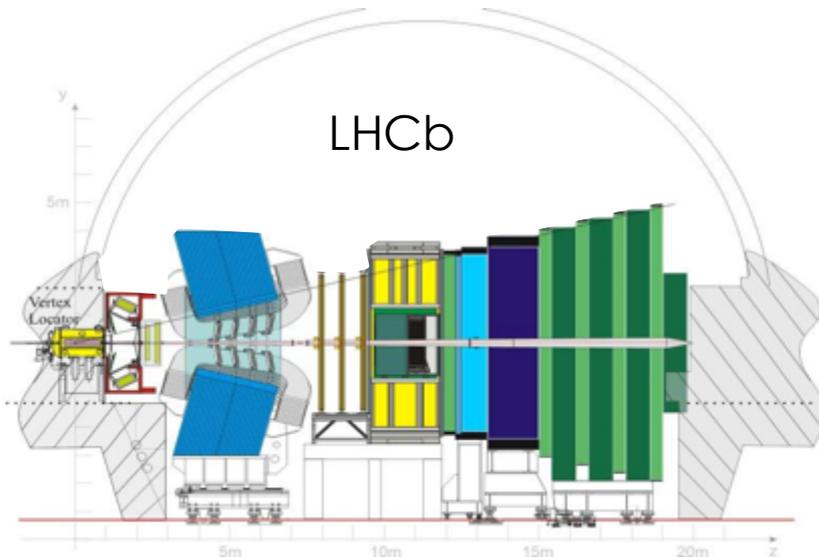
ATLAS



CMS



LHCb



Alice



Il mandato del Gruppo CERN ESE

Sviluppare/qualificare tecnologie specifiche per gli esperimenti.

Ricerca di tecnologie commerciali resistenti alle radiazioni : 250nm, 130nm, 65nm CMOS

Building blocks comuni: Link ottici, distribuzione della potenza, Controllo e monitoraggio

Elettronica per la lettura dati: dai sensori alla memorizzazione

Infrastrutture: Crates, Racks, Alimentatori

Contribuire allo sviluppo e installazione di sistemi specifici degli esperimenti:

E.g. CMS tracker upgrade, ATLAS Central Trigger, ALICE Inner Tracker, LHCb Velo, NA62 Gigatracker, ...

Permettere l'accesso a strumenti elettronici agli utenti e esperimenti del CERN

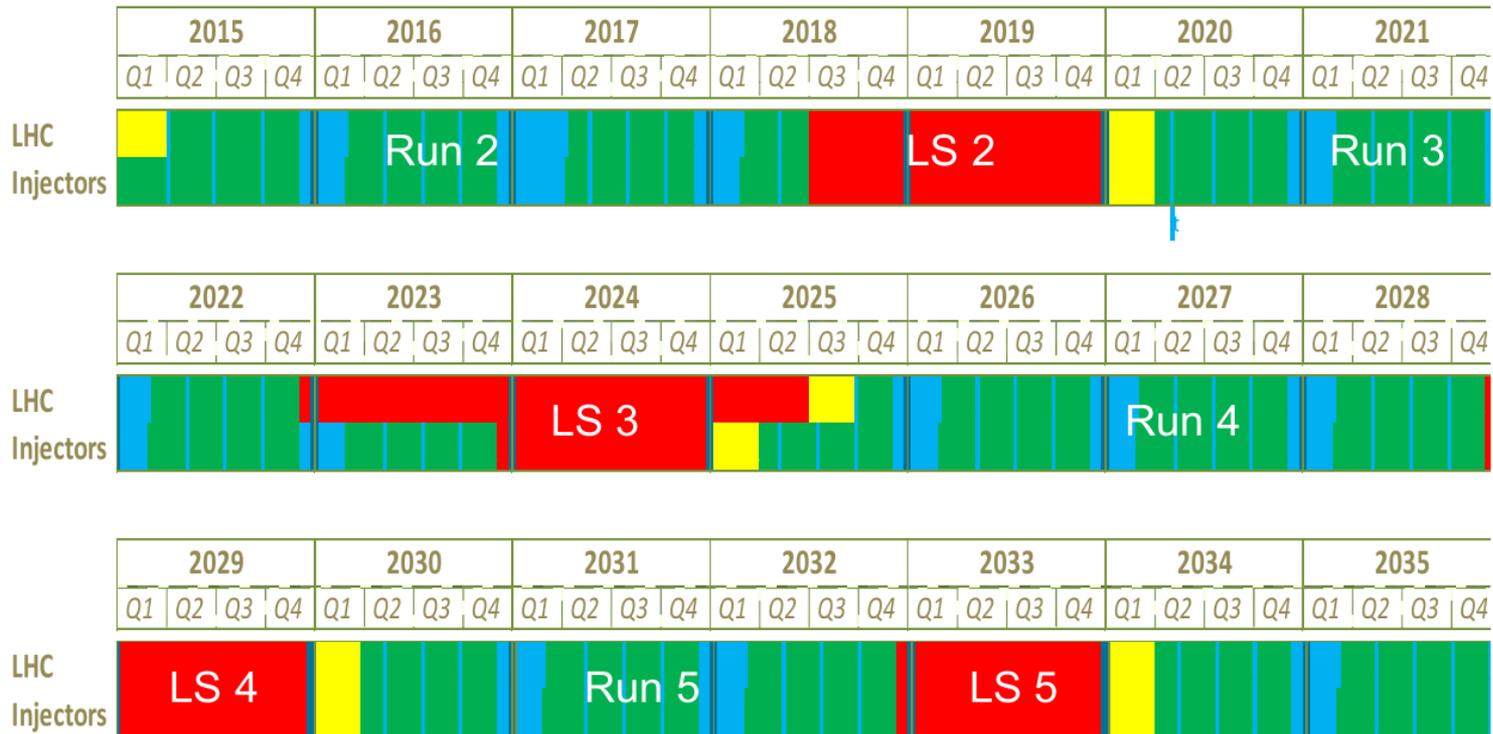
Electronics pool

Acquisto e mantenimento di contratti per crates e sistemi di alimentazione

Coordinazione elettronica degli esperimenti

Il CERN contribuisce al ~20% per l'elettronica degli esperimenti. Comunque molti ordini possono passare attraverso il CERN (di cui non abbiamo controllo)

Upgrades di LHC



La maggior parte delle attività è concentrata per gli upgrades degli esperimenti

Gli upgrades degli esperimenti avvengono i concomitanza degli arresti tecnici di LHC (LS=Long shutdown)

I grandi upgrades di LHCb e ALICE avverranno in LS2

I grandi upgrades di ATLAS e CMS avverranno in LS3

Bisogni e richieste per i prossimi anni

Progetti comuni per i quali EP-ESE è responsabile

Sviluppo del Front-end per gli upgrades degli esperimenti

Sviluppo del Back-end per gli upgrades degli esperimenti

Richieste specifiche per i sistemi di alimentazione

NB:

Front end: elettronica nell'esperimento

Back-end: elettronica fuori dall'esperimento

Progetti comuni(1)

Supporto per accesso a tecnologie IC

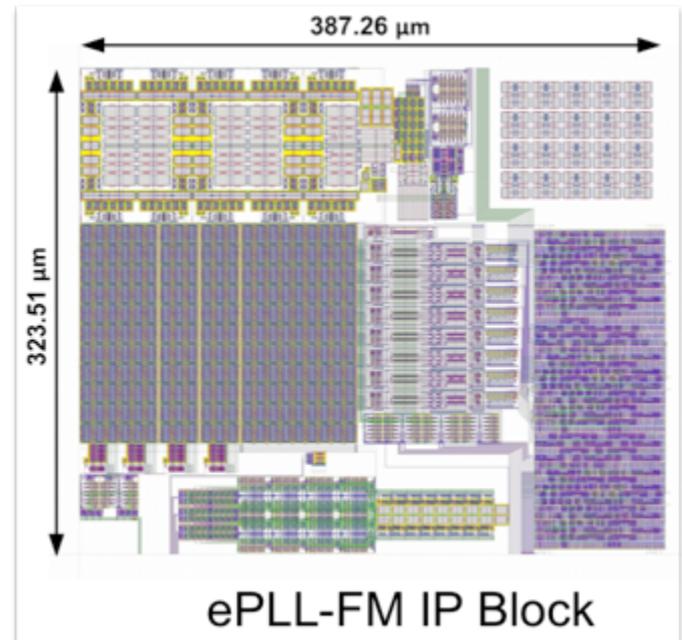
Relazione con fonderie e con fornitori di CAE

Sviluppo di blocchi IP da rendere disponibili alla comunità

E.g. ADC, DAC, PLL,...

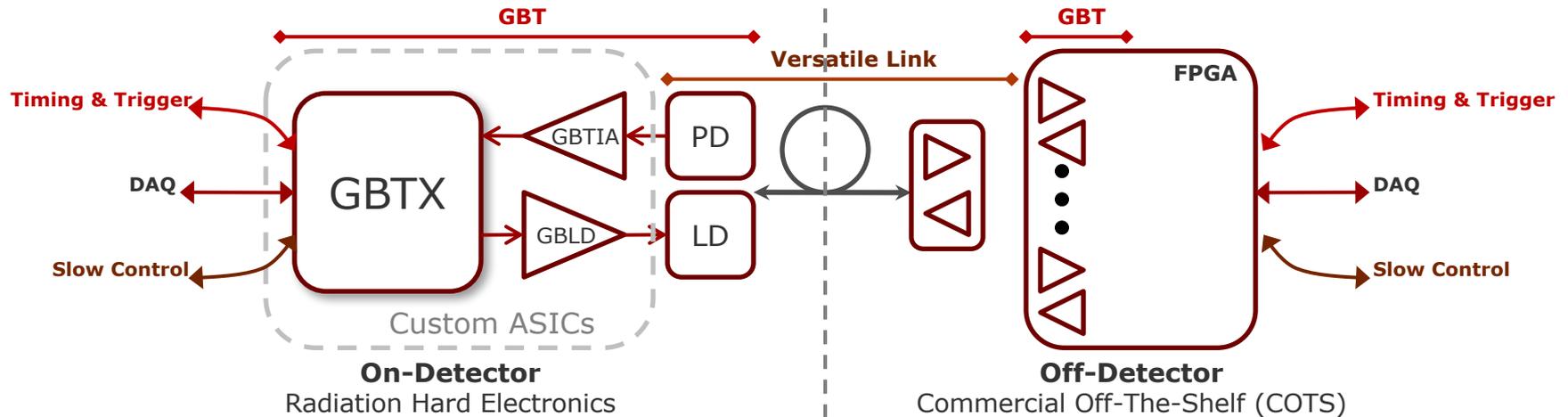
Possono essere disegnati dalla comunità

o acquistati dall'industria



Progetti comuni(2)

GBTx & Versatile Link



L'ultima versione è in produzione (4.8 Gbps)

75000 GBTX, 25000 versatile links

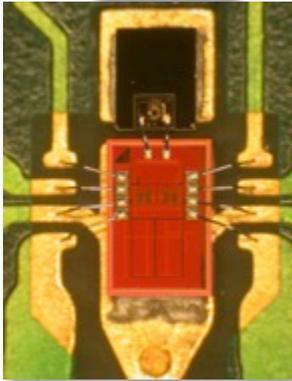
Nuova versione (bassa potenza, alta velocità [10 Gbps]) è in corso di sviluppo

La produzione è prevista nel 2018 – 2019

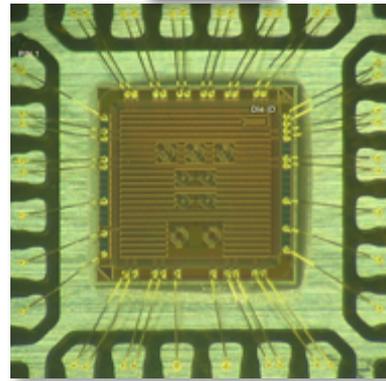
Progetti comuni(2)

GBT & Versatile Link

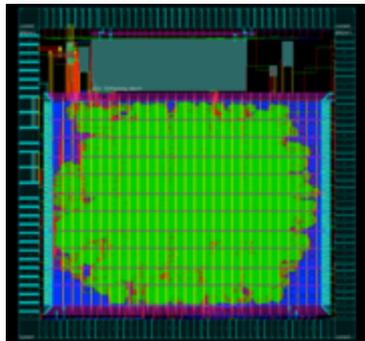
GBTIA



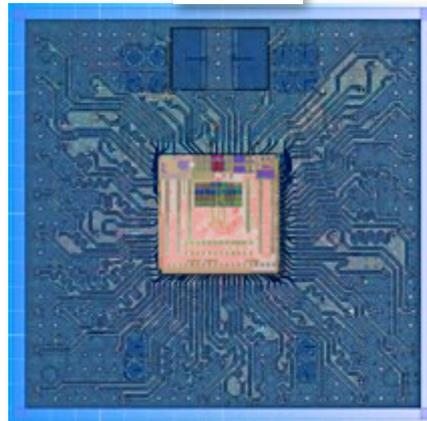
GBLD



GBT - SCA



GBTX



Progetti comuni(2)

GBT & Versatile Link

Bisogno dell'industria per le ASICs

- Packaging delle ASICs

- Test delle ASICs

Stessi bisogni per la produzione della versione migliorata in 2018 – 2019

Fibre ottiche e connettori ottici (ad alta densità) richiesti

- Così come i cavi con piccolissima massa per la trasmissione Gbps su pochi metri

Progetti comuni(3)

Convertitori DC-DC resistenti alle radiazioni

Sviluppo di convertitori DC-DC Point-of-Load (POL) resistenti alle radiazioni e ai campi magnetici (fino a 4T)

Il modulo FEASTMP è disponibile per gli upgrades di LS2

Basato sull'ASIC FEAST2, resistente alle radiazioni (p.e. 700Mrad per TID) e uso di induttori air-core

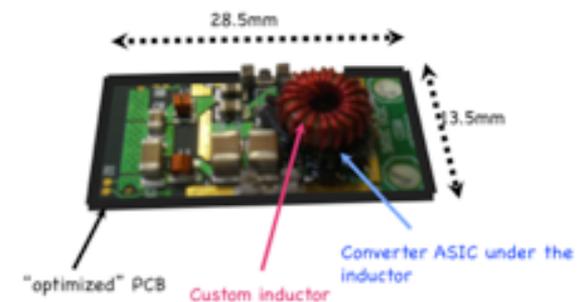
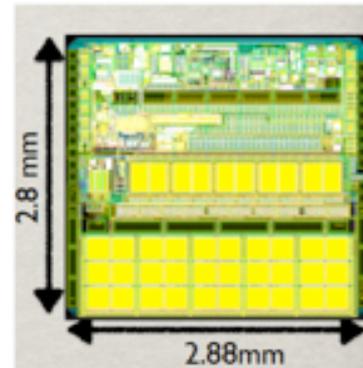
Bisogno di un miglioramento per LS3

Richieste per l'industria

- Induttori air core

- Assemblaggio

- Testi (produzione e affidabilità)



Sviluppi per il Front-end

Molti sviluppi per i circuiti di read-out dei rilevatori al silicio sono cominciati

- front-end ASICs resistenti alle radiazioni

- Ibridi

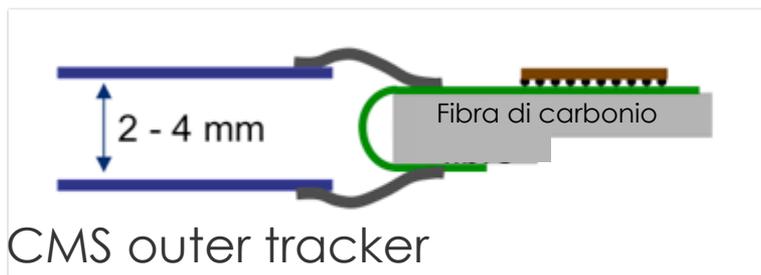
Industria necessaria per il disegno e la produzione degli ibridi

- Parzialmente sotto il controllo del CERN

- Indagini di mercato/ bando di concorso

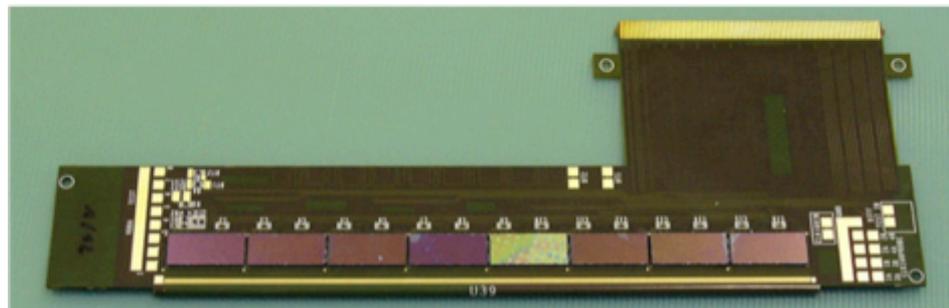
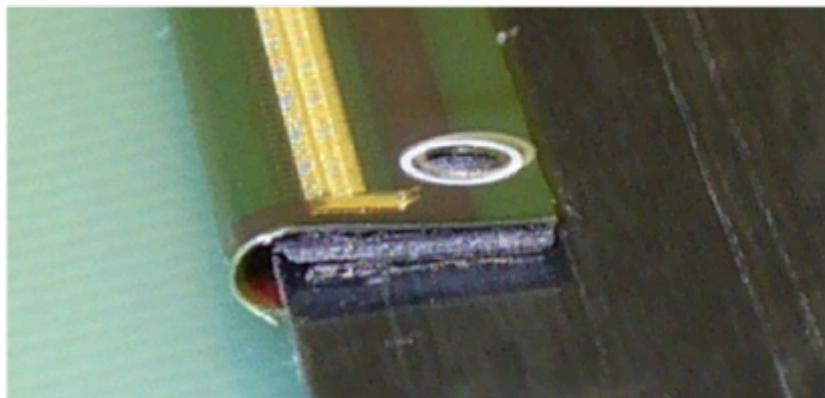
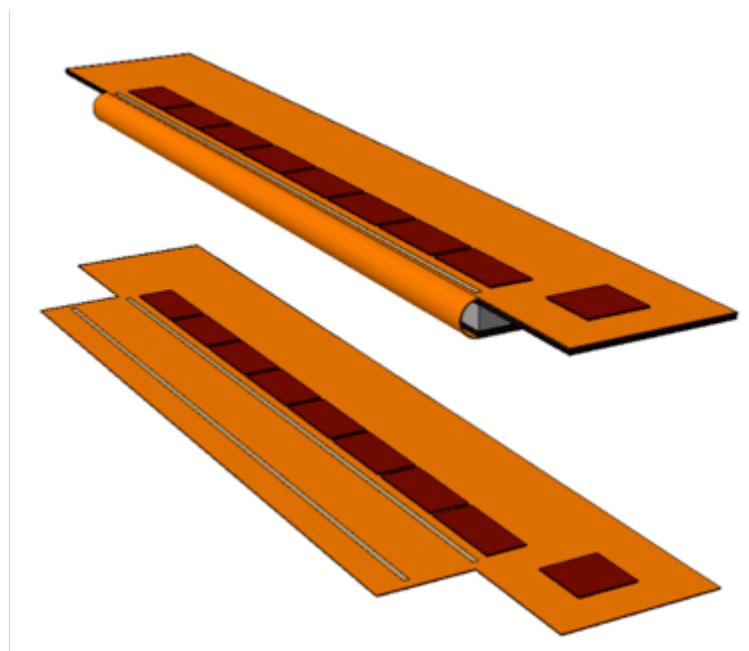
- Ad esempio una indagine di mercato per il CMS silicon outer tracker è in corso

Esempi di ibridi di Front-End



Svariate migliaia di ibridi necessari

Alta densità (chips on board, C4)

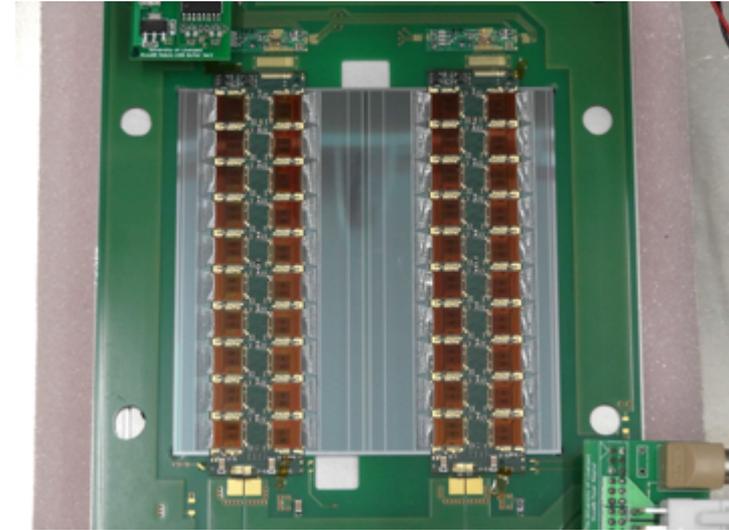
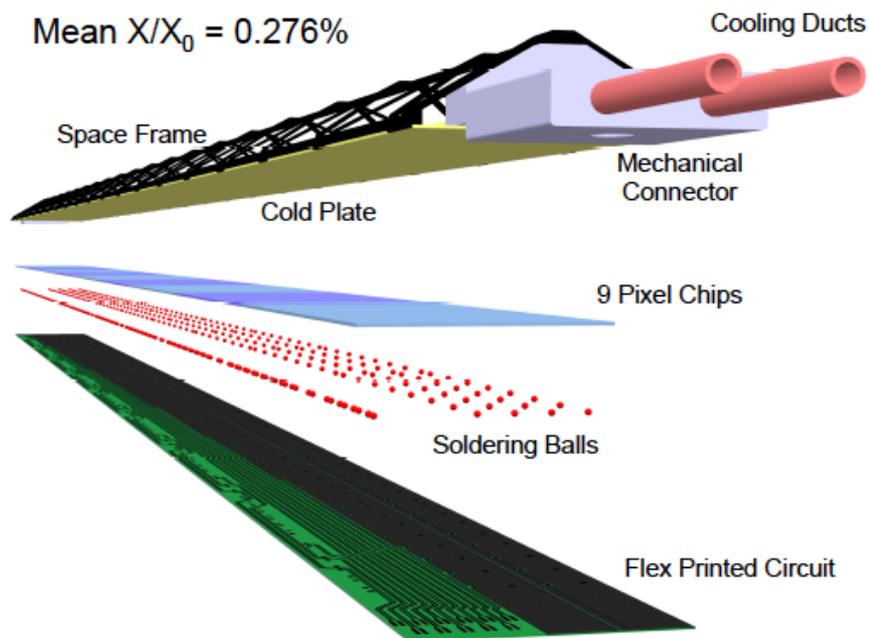


Altri Ibridi di Front-end

ATLAS silicon strips

2000 pezzi

ALICE Kapton tapes per l'upgrade del tracker



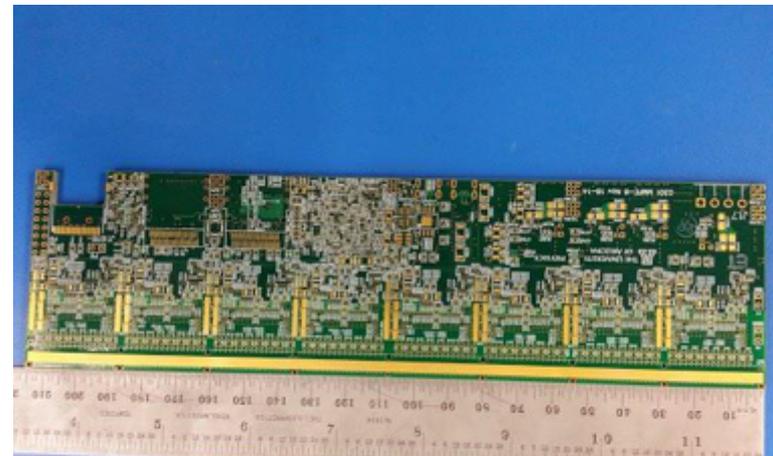
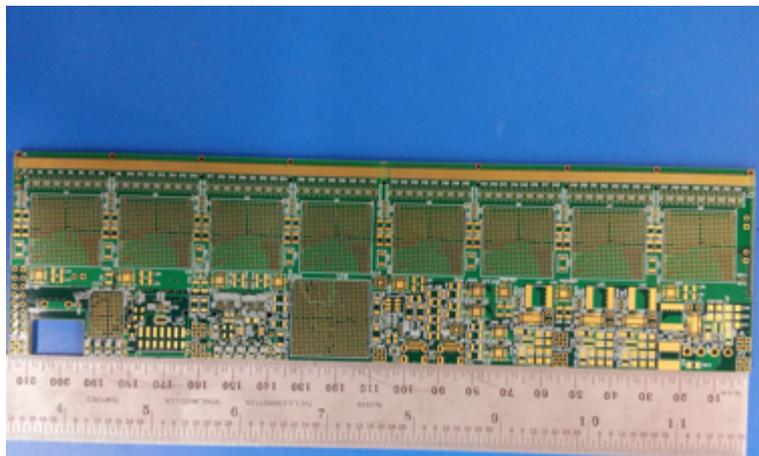
Upgrades delle camere a muoni di ATLAS e CMS

Sia ATLAS che CMS stanno pianificando per LS2 l'installazione di nuove camere a muoni negli end-caps

Svariate migliaia di carte di front-end saranno necessarie

Produzione, assemblaggio e test

Previsto per 2018 – 2019



Elettronica di Back-end

VME (9U and 6U) per lo più usate nei sistemi attuali

Previsto aggiornamento a μ TCA e/o ATCA e carte PCIe

Crates, alimentatori, moduli ausiliari necessari dall'industria

Valutazione degli ATCA in corso



12.5 kW PS



14 slots ATCA shelf

Elettronica di Back-end

Esperienza in xTCA benvenuta

Shelf managers

IPMI (Intelligent Platform Management Interface)

Moduli per uso generale

Hubs, switchs, CPUs

Possibilità di subappaltare completamente il disegno di alcuni moduli

Come qualche anno fa per 450 VME moduli ospitanti 32 14-bit 40 Msps ADC (→ CAEN)

Produzione, assemblaggio e test di moduli specifici

Alimentatori

Bisogno di distribuire la potenza ai circuiti di front-end

Bassa e alta tensione

Tradizionalmente forniti dall'industria

E.g. CAEN

I nuovi schemi di alimentazione per gli upgrades (DC-DC e serial power) richiedono nuovi sviluppi

Sviluppi speciali sono richiesti per componenti resistenti a moderati livelli di radiazioni e campi magnetici

Il CERN sta cercando di definire specifiche per blocchi comuni a diversi esperimenti

Specifiche in un anno circa, seguite da una ricerca di mercato e bando per produzione e mantenimento

Conclusioni

Il fabbisogno di elettronica si estende da ASIC di front-end resistenti alle radiazioni agli ibridi, collegamenti ottici, elettronica modulare (xTCA e PCIe) e alimentatori

Industria necessaria per la produzione e il test di sistemi personalizzati, ma anche per fornire disegni specifici (ad esempio blocchi IP) o progettare alcuni moduli

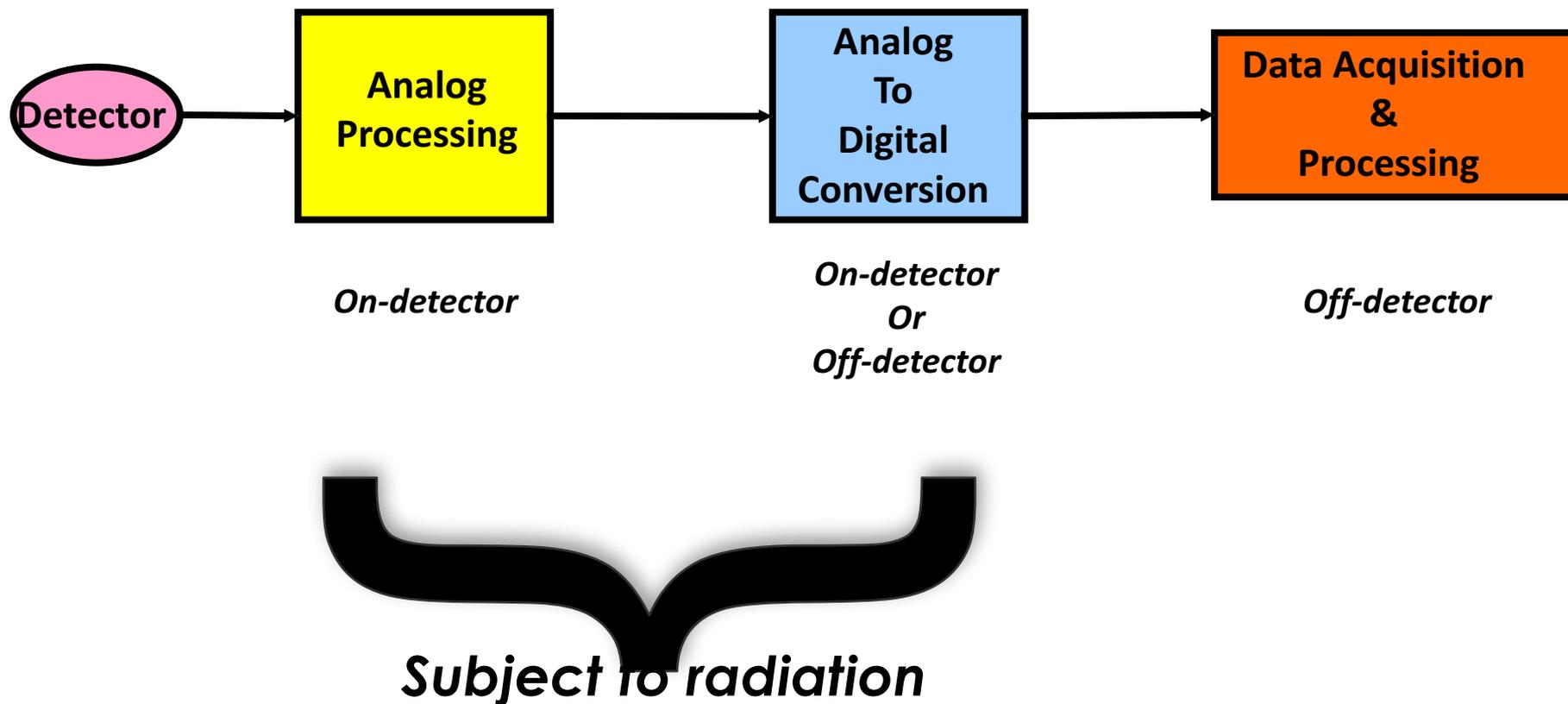
Oltre ad una produzione "one-shot", sono necessari contratti di manutenzione per alcuni sistemi

Crates, alimentatori

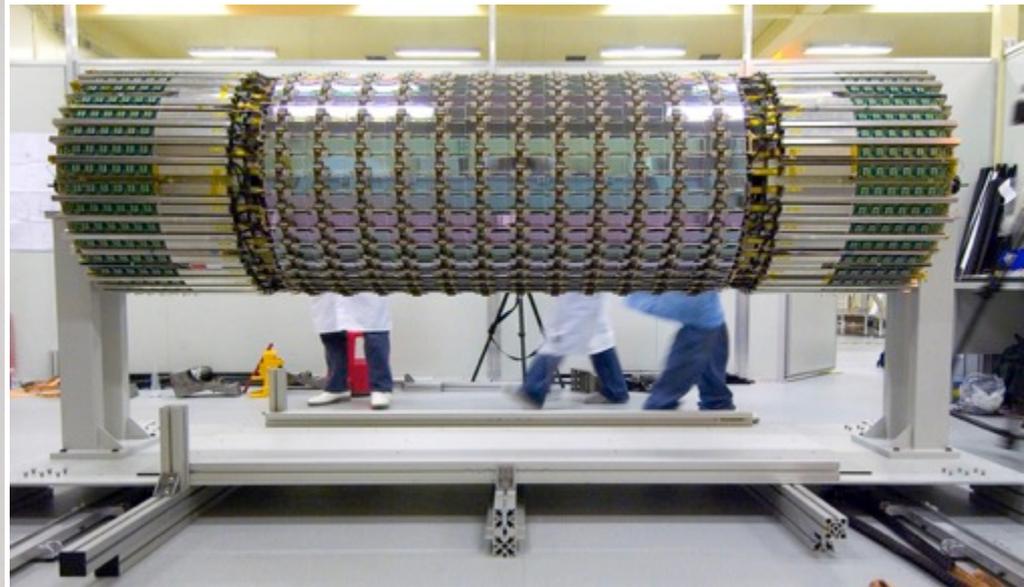
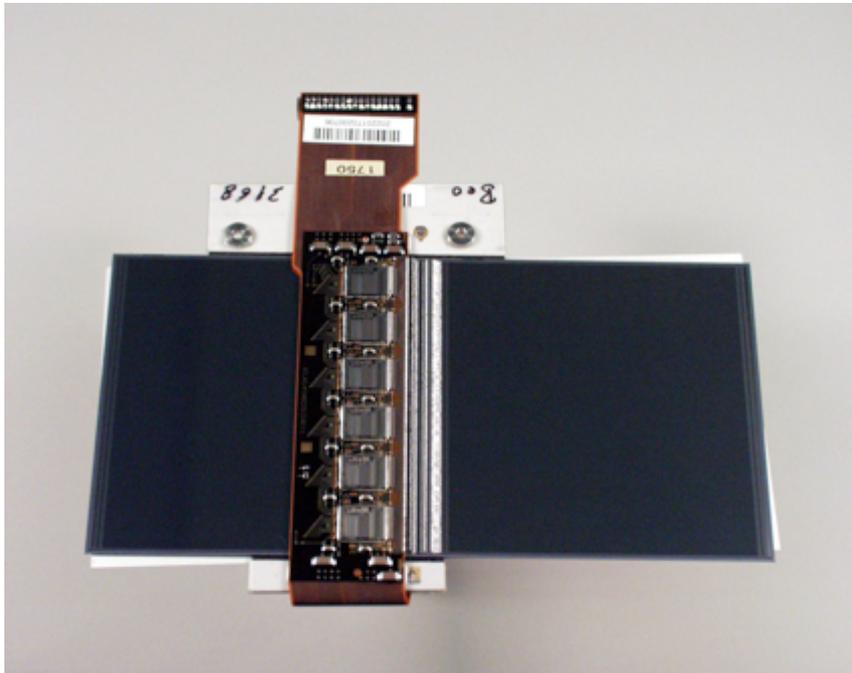


Back-up Slides

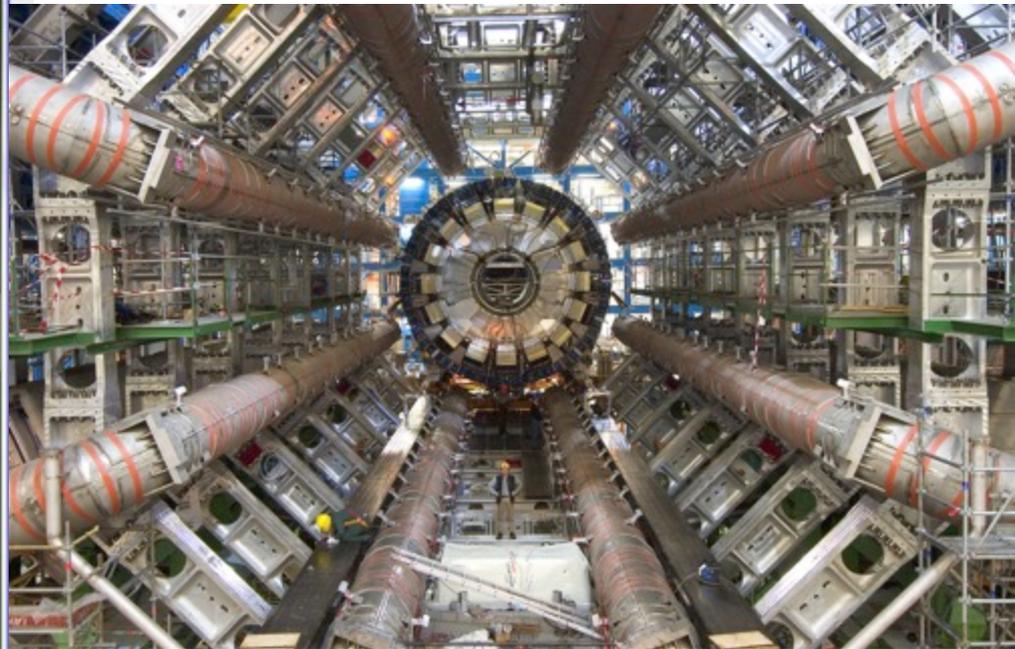
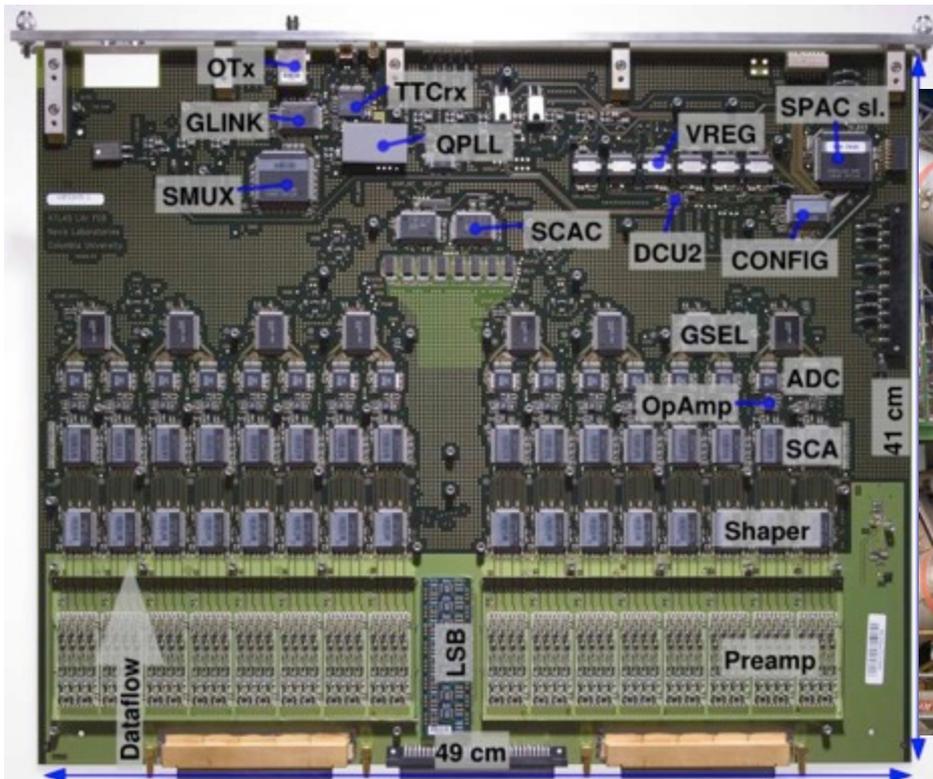
Detector Readout Electronics



Readout Electronics can be



... Or it can be



Microelectronics: Technologies

CMOS 6SF

Legacy designs

CMOS 8RF-LM

Low cost technology for Large Digital designs

CMOS 8RF-DM

Low cost technology for Analog & RF designs

BiCMOS 8WL

Cost effective technology for Low Power RF designs

BiCMOS 8HP

High Performance technology for demanding RF designs

250nm CMOS

130nm CMOS

CMOS 9SF LP/RF

High performance technology for dense designs

CMOS 65nm

High performance technology for dense Low Power designs.

90nm CMOS

65nm CMOS

- Legacy technology IBM CMOS6SF (250nm)
 - Re-fabrication of old designs
 - Small number of new designs
- Mainstream technology IBM CMOS8RF-DM (130nm)
 - Technical support: CERN compiled Mixed-Signal design kit
 - Frequent MPW and Engineering runs
- Advance technology IBM CMOS9LP/RF (90nm)
 - Limited support: Project specific
- Future technology (65nm)
 - For LHC upgrade applications

Radiation tolerant developments in 130 nm

- Readout ASICs: main developments now in 130 nm
 - Prototype readout chip for the ATLAS upgrade silicon strips
 - Pixel readout chip with one TDC per channel for a fixed target experiment (TDCPix)
- Development of a bidirectional gigabit link
 - 4 ASICs: GBTx, GBT-SCA, GBLD and GBTIA
 - 4.8 Gbps on each port
- Pictures next slides