

Barrel Muon “Phase I” Upgrades

Operazioni di manutenzione, consolidamento e rafforzamento dei punti critici individuati durante il funzionamento del rivelatore con inclusione di modifiche necessarie per la preparazione della Fase 2

- 1.Sostituzione delle TRB Theta
- 2.Spostamento del Sector Collector
- 3.Rifacimento del Track Finder

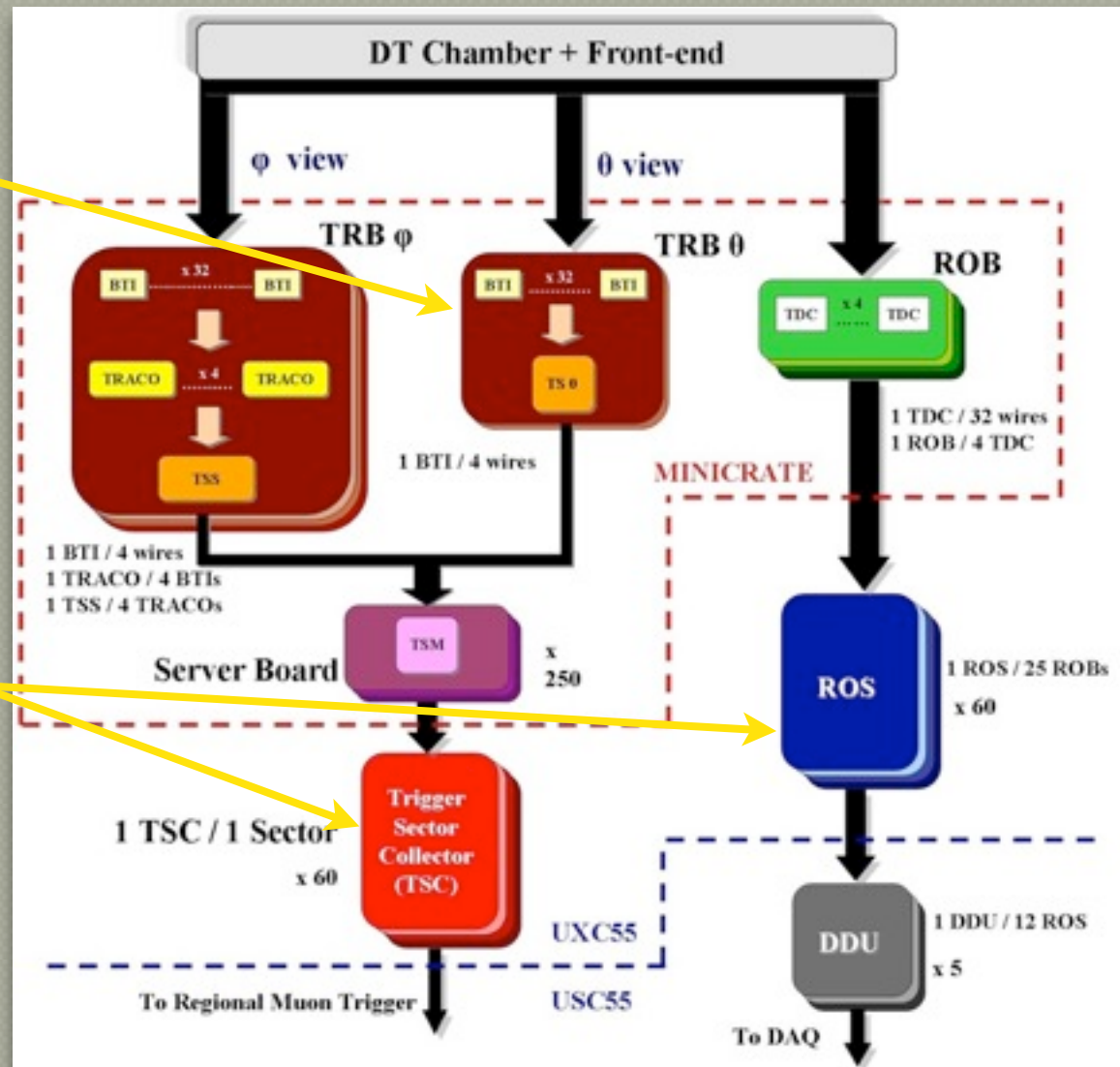
DT Electronics

- Replacement of Theta TRBs

Spare problem
ASICs in obsolete
technology

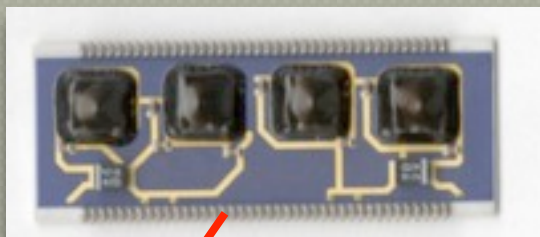
- Relocation of SC electronics to USC

Difficult access
Failure affect large
part of the detector



Theta TRB

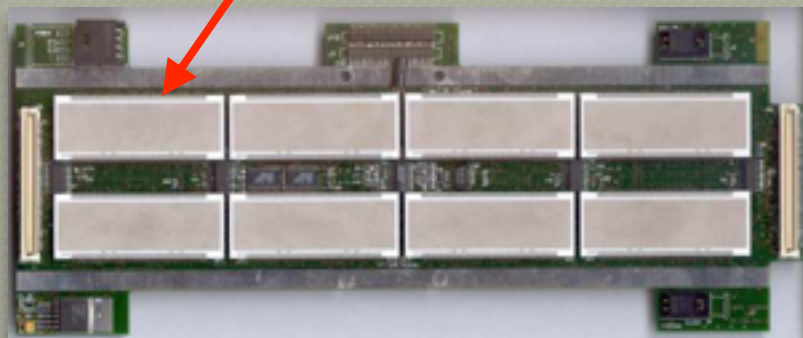
Il dispositivo di Front-end del Trigger (BTI) ha subito durante le fasi di collaudo e di operazione un frazione di rotture notevole e inaspettata, associata a stress termici dovuti al continuo ciclo di accensioni e spegnimento cui i moduli sono stati sottoposti. I “bonding” dell’integrato ricoperto da silicone e fissato su supporto ceramico (BTIM) si rompevano.



Ricambi in origine $\Rightarrow$ 25%

Ricambi attualmente $\Rightarrow$ 3%

N.B.: i ricambi sono ottenuti cannabilizzando le schede non funzionanti con $\sim$ 80% di efficienza

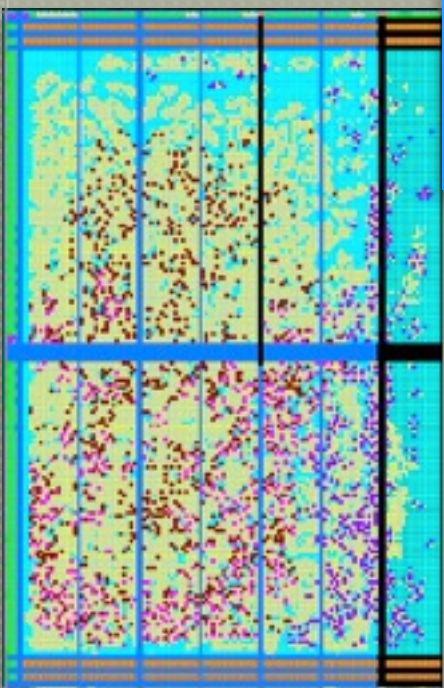


C'è stata una rapidità di fallimenti di circa 1% annuo, per cui ci si aspetta di arrivare ad una situazione critica entro il 2013. Il problema è stato evidenziato già nel 2008 ed è stato deciso di trasferire l'algoritmo su FPGA. I costi di R&D sono già stati finanziati dell'INFN

Theta TRB



Radiation test
MTBF of 1 BTI
~ 150 years
for 6 months
LHC run



Status of BTI on FPGA

We were **successful** to integrate a **FULL BTI-module**(4 bti = 1 BTIM)
inside one FPGA Actel A3PE3000 (the biggest available in ProAsic3 family)

BTI_{FPGA} performs like BTI_{ASIC} for what concern signals involved in THETA
trigger board (trigger $trg<0:2>$ and quality $h1b$).

We improved the tests on **data-path** (see next slide).

All tests done show that BTI works fine at more then 88MHz (+10% margin)

Control-path is now completed.

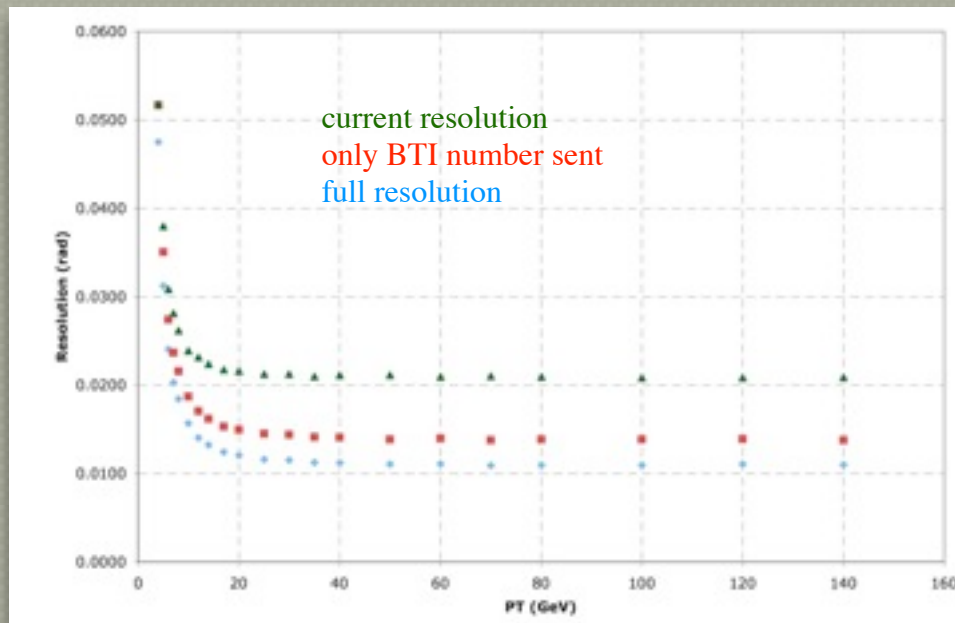
Each BTI_{FPGA} is programmable by dedicated JTAG and PARALLEL ports,
fully compatible with the ones in the original BTI_{ASIC} .

PECL electronics for FAST-OR included
Prototype board being designed
Inclusion of new features under study

Theta TRB

La strategia proposta è la sostituzione delle TRB Theta (più semplici e di più facile accesso) utilizzando i BTIM recuperati dalle schede sostituite come ricambi per le schede Phi TRB.

La sostituzione per il 2013 dovrebbe riguardare solo le 120 schede della stazione #1. L'eventuale estensione della sostituzione alla stazione 2 dipende dalle scelte per il nuovo Track Finder e per la Fase 2 dell'Upgrade.



La scheda verrebbe dotata della possibilità di aumentare la risoluzione angolare in vista dell'eventualità di associare le tracce nelle camera a muoni con la misura del tracker a Livello 1 del Trigger.

La possibilità è eventuale e dipende dallo sviluppo del progetto: la soluzione preferita è un nuovo rivelatore 2D (risoluzione $\sim 20 \times 20 \text{ cm}^2$) per risolvere facilmente le ambiguità di associazione altrimenti presenti nel sistema

Sector Collector

The motivation is not the physics performance but the fact that aging and other risks may jeopardize detector operation and contribute to an accelerated degradation

Magnetic fields (40 mT) => tangential turbines

SC crate power consumption (~ 1 kW) is already marginal for CMS cooling system in the cavern. Temperature of some boards reach 45°C.

Turbines aging will lead to accelerated aging of the system and increased failure rate.

Limited access tighten to LHC technical stops and radiation protection issues

In case of failure, it can take easily one week until access to the cavern is granted.

All runs with these kind of failures are marked as rejected

Impact of failures in the detector can be VERY LARGE:

Part failing	Affected region	%DT affected
LINCO	Half a wheel in trigger and read-out	10%
TIM	Half a wheel in trigger and read-out	10%
ROS	1 Sector in the readout	1.7%
TSC	1 Sector in the trigger	1.7%

Sector Collector

Proposed upgrade

- Relocation of DT SC electronics in the USC counting room
- Make a "simple" copper to OF conversion at SC level

The proposal is a 1 to 1 channel Cu-OF conversion, since any channel concentration would rely on electronics having the same potential problems as the current one

	Per Sector	Per Wheel	Total
ROB to ROS	25	300	1500
SB to TSC	32/40*	400	2000
Total	57/65	700	3500

Questions/Problems to consider

- latency
- space in USC
- relationship with Track Finder Upgrade

Large number of fibers



DT Track Finder

System designed with wide parallel data link to meet latency requirements

120 output connectors, 7680 pins;
432 input connectors, 27'648 pins

The system needs data exchange among sectors (other cables on the backplane)

Problems

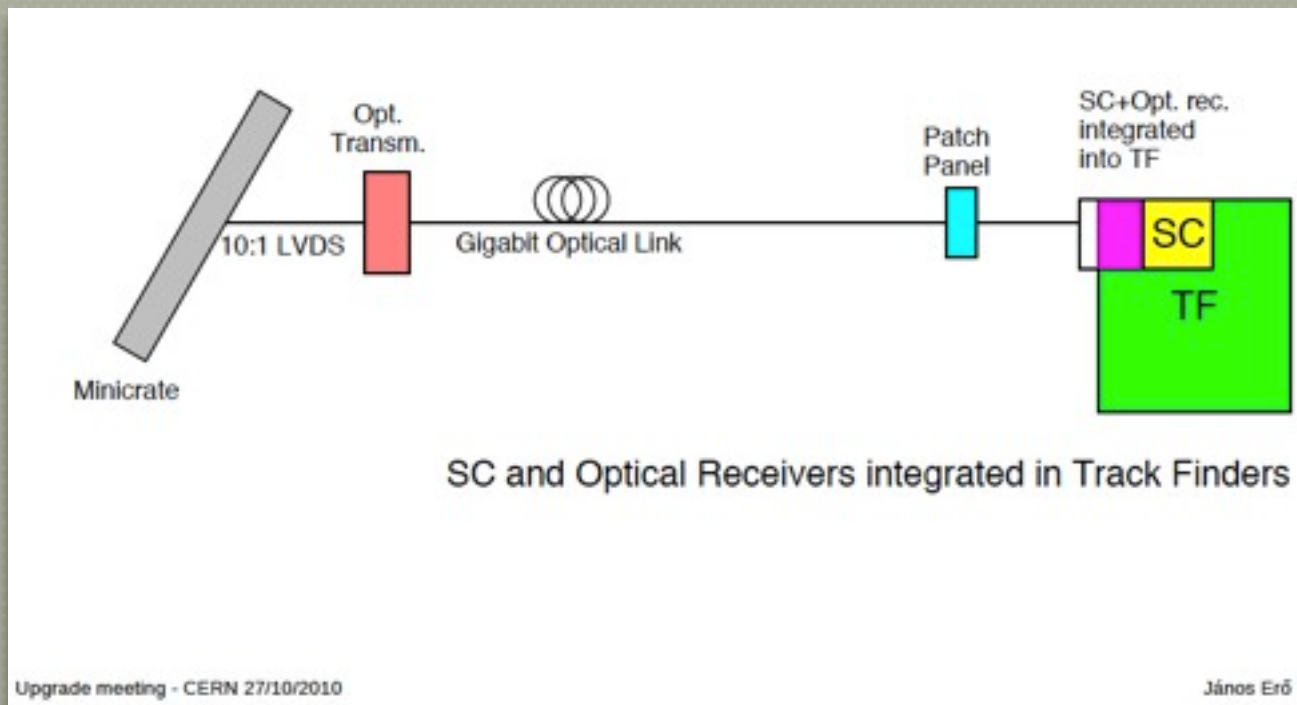
- timing is critical
- card exchange problematic
- backplane error forces full crate replacement
- no way to generate test patterns



DT Track Finder

Upgrade perspectives:

- use fast serial links
- reduce connections putting more logic in a card
- use backplane connections instead of cables (μ TCA or ATCA)
- profit of SC relocation to integrate functions
- include new functionalities needed for Phase 2 link to tracker

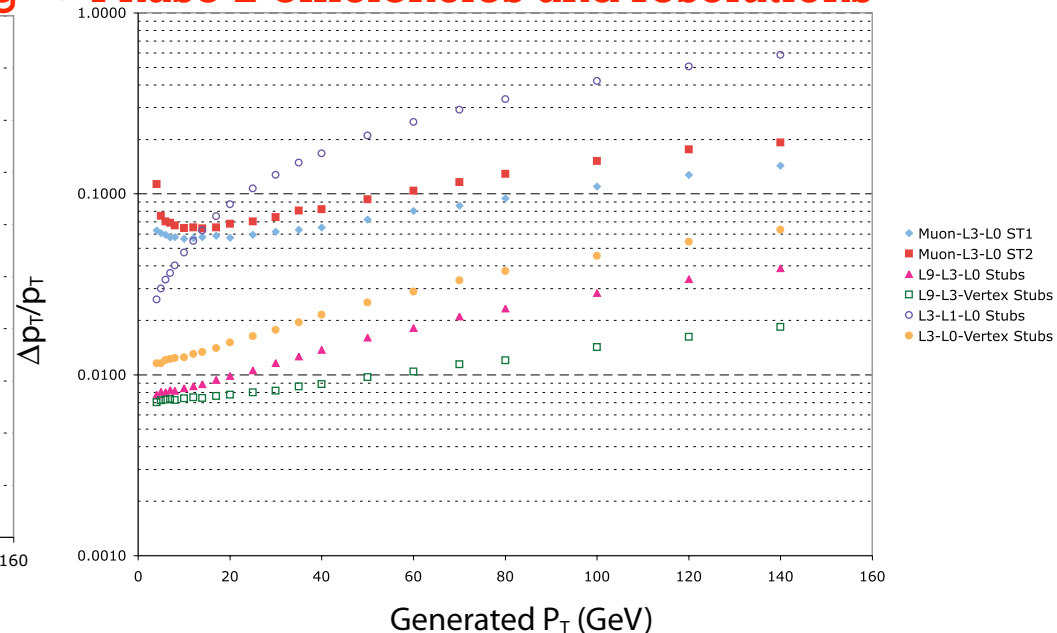
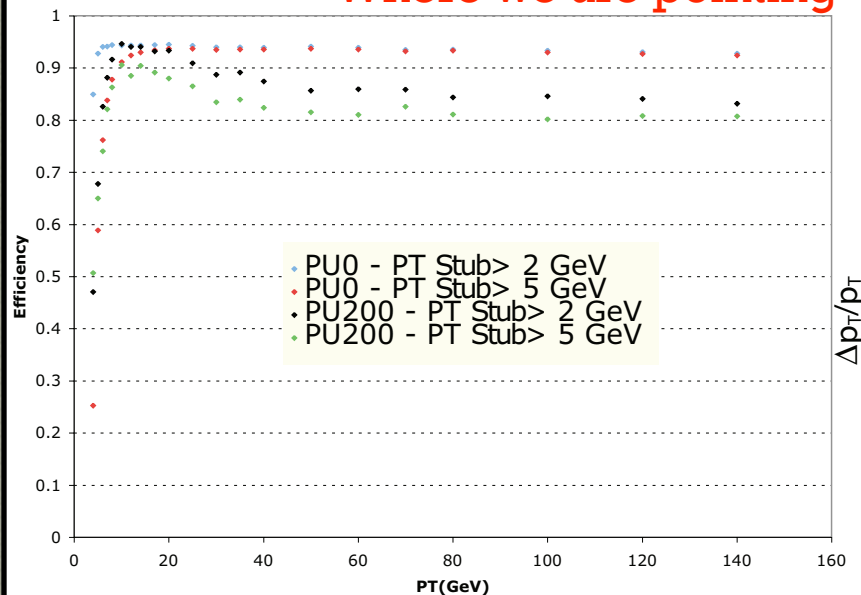


DT Track Finder

Integration with Trigger Sector Collector is the key feature to solve

1. Latency issues (saves one serializer/deserializer step)
2. Space lack in USC (Trigger and Readout functionalities will be separated halving space needs)
3. inclusion of new functionalities (Phase 2 algorithm requires SC data sent to a new card: data could be generated although not yet used in the new SC saving time on the upgrade path)
4. Organization (Upgrade of SC & DTTF in 2016 in one go)

Where we are pointing $\Rightarrow$ Phase 2 efficiencies and resolutions



Costi - Osservazioni

I costi dipendono dalle effettive scelte finali

- **Theta TRB**
E' possibile ridurre da 12 a 8 FPGA/scheda. Esiste anche la possibilità di tecnologia a 65 nm che implicherebbe 2 FPGA/scheda. Padova si è offerta come Beta Tester.
- **Fibre**
La soluzione scelta è la stesura da parte del team del CERN che si occupa di tutto e garantisce il funzionamento: costosa, ma garantita.
- **Sector Collector (Readout)**
E' possibile sia decidere di rifare tutta la scheda che rifare solo il ricevitore ottico
- **Sector Collector (Trigger) e DT Track Finder**
Il costo dipende dai livelli di integrazione e compattazione che si riusciranno a raggiungere e dalle nuove funzionalità da inserire

Costi

Item	Cost (kEuro)
Theta TRB	350-570
Fibre*	890
SC (Readout)	100-360
SC (Trigger)	360
DTTF	340
Totale	2040-2420

* Il costo include i traslatori Cu-OF

Interessi

Item	Italia	Spagna	Austria
Theta TRB	X		
Fibre*	X	X	
SC (Readout)		X	
SC (Trigger)	X		X
DTTF	X		X

* Articolo di interesse comune

- ipotizzando una divisione fra gli istituti dell'onere in modo simile MOF-B l'Italia dovrebbe contribuire per il 60%
- non è chiaro se ci sarà un contributo della Germania al progetto

Cost Profile(keuro)*

Item	2012	2013	2014	2015
Theta TRB	330+240**			
Fibre**		570+320***		
SC (Readout)			100	260
SC (Trigger)			150	210
DTTF			150	200

* Caso del massimo costo (in giallo il contributo INFN)

** Si tratta di spare la cui richiesta di finanziamento sarà inclusa nei fondi M&O-B

*** Trattandosi di un team CERN dovrebbe essere possibile stabilire un profilo di spesa pluriennale garantito da lettere d'impegno: la parte non INFN del contributo (320 kCHF) potrebbe essere garantita dalla sola Spagna.

Richieste Fondi Upgrade

Item	kEuro
Fibre (inclusivo di installazione, patch panels, crates, racks , traslatori Opt-Cu)	570*
Nuovo Sector Collector	360

*pari al 60% del costo totale

Personale

Disponibilità media annua presunta del personale nel periodo 2012-2016

Bologna (Convertitore Opt-Cu in USC)

Ricercatori (8 m.u.), Tecnologi (6 m.u.), Tecnici (36 m.u.)

Padova (Nuove TRB theta e -eventualmente- Sector Collector condizionatamente ad un suo upgrade)

Ricercatori (12 m.u.), Tecnologi (18 m.u.), Tecnici (30 m.u.)

Torino (Convertitore Opt-Cu in UXC)

Ricercatori (8 m.u.), Tecnologi (5 m.u.), Tecnici (3 m.u.)

La presenza prevista al CERN è di 48 m.u. in totale sul periodo, ma concentrata negli shutdown