



CMS Experiment at the LHC, CERN

studio di un trigger di primo livello per SLHC basato su piani di rivelatori a Microstrisce al silicio e memorie associative

Tema dell'Assegno di Ricerca conferito dalla
Scuola Normale Superiore a partire dal 21/06/2010

Responsabile Programma di Ricerca: Dott. Franco Ligabue



Giuseppe Broccolo

(Scuola Normale Superiore & INFN Sez. di Pisa)

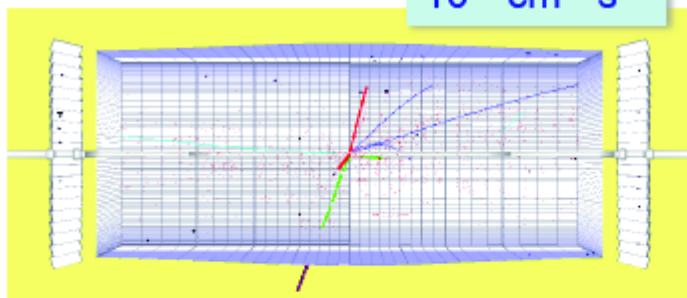


Pisa, 08/07/2011

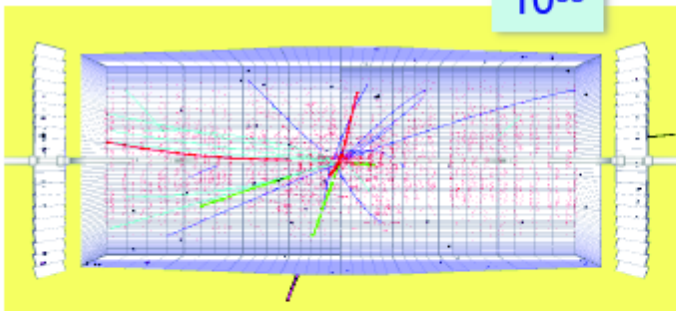
Progetto MIUR PRIN2008

Problema degli acceleratori adronici ad alta luminosita'

$10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$



10^{33}

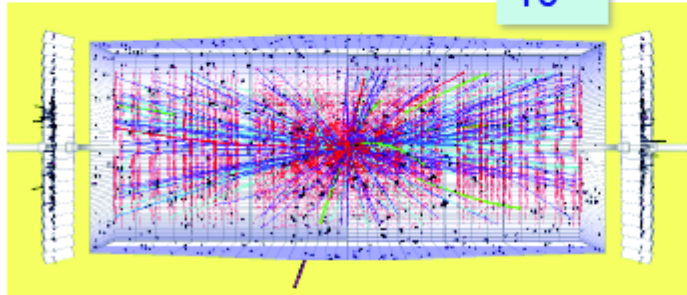


Present
track density
in CMS Tk

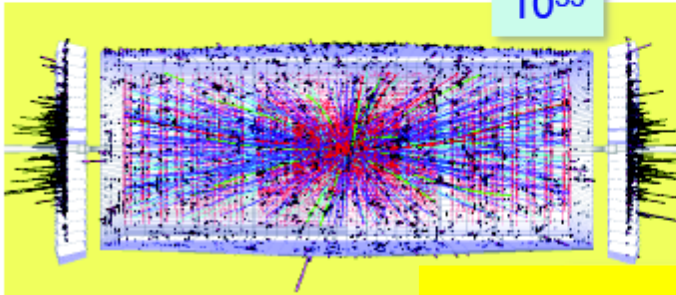


Ma non
solo...

10^{34}



10^{35}



SLHC
track density
foreseen
in CMS Tk

Il Trigger a CMS:

L1:

From 40 MHz to 10^5 kHz, $\sim \mu\text{s}$, HW

HLT:

From 10^5 kHz to 10^2 Hz, $\sim 10^2$ ms, SW

Collisioni pp (From LHC to SLHC):

$1.2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ~ 6 MinBias/BunchX @ 20 MHz

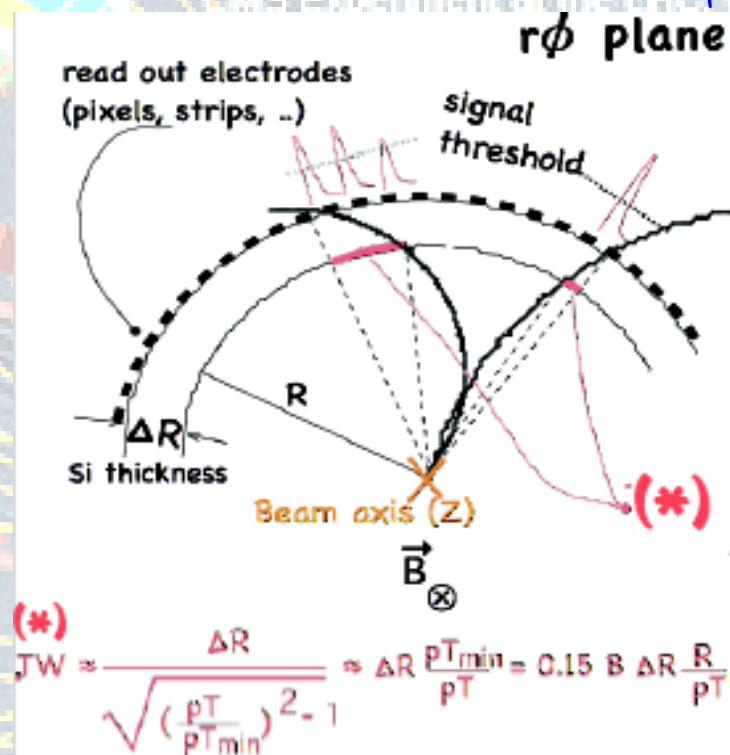


$10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ~ 200 MinBias/BunchX @ 40 MHz

IDEA: Tk incluso gia' al L1 !!



1^a IDEA: stima del p_T a livello del singolo modulo del Tk



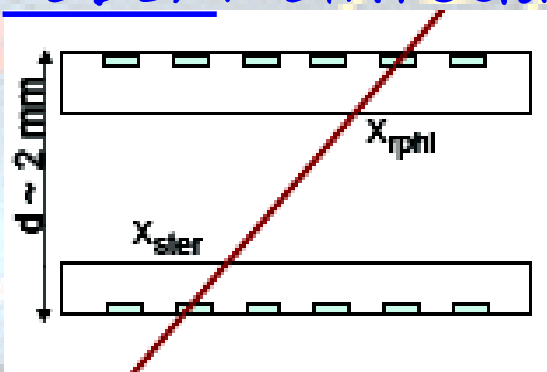
$$p_T^{meas} [GeV/c] = 0.15 B[T] R[m] \frac{\Delta R[\mu m]}{TW[\mu m]} \equiv \frac{0.15 B[T] R[m]}{TW[\# \text{ of pitches}]} \cdot ToP \quad \left(ToP \equiv \frac{\Delta R[\mu m]}{\text{pitch}[\mu m]} \right)$$

ToP e' un parametro molto sensibile del modello
(tanto piu' e' alto,
tanto piu' si riesce a discriminare in p_T)

>> TW (espresso come # di μ -strips coinvolte):

- i) "CW" di un singolo sensore (bassa risoluzione)
- ii) Nuova tecnologia per incrementare ToP

2^a IDEA: Introduzione di un nuovo modulo, il "doppietto"



>> Maggiori valori di ToP (TW: dist. centroidi, $\Delta R=d$: dist. sensori)

>> Buona risoluzione angolare

(braccio di leva dato da $\sim 2 \text{ mm} / \sim 100 \mu m$)

>> p_T e direzione di volo per una tracciatura a basso livello

Come correlare info tra i vari layer?

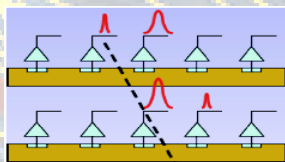


Studi fatti ad Oggi...

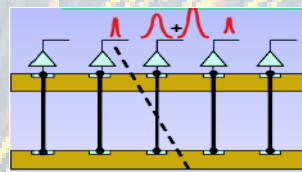
1° VALIDAZIONE DEL METODO

J. Bernardini (SNS), R. Dell'Orso (INFN PI), F. Fiori (UNIFI),
A. Messineo (UNIFI), F. Palla (INFN PI), P. Verdini (INFN PI)

- >> Studio con attuali moduli di CMS in collisioni a 7 TeV di LHC ("singoli" & "stereo corretti") per studiare CW/TW vs. P_T
- >> Studio con 2 prototipi di Doppietti su fascio ad SPS



Modulo Tipo A



Modulo Tipo B

2° SIMULAZIONE DI UN LAYOUT CON DOPPIETTI

G. Boudoul (Lyon), H. Cheung (FNAL), S. Mersi (CERN)

- >> Simulazione collisioni pp a SLHC basata su Geant4, descrizione della geometria del Tracciatore/topologia del Doppieto basata su codice c++/XML, implementabile all'interno del codice ufficiale di CMS

3° ALGORITMI DI CORRELAZIONE "NEL" E "TRA" MODULI

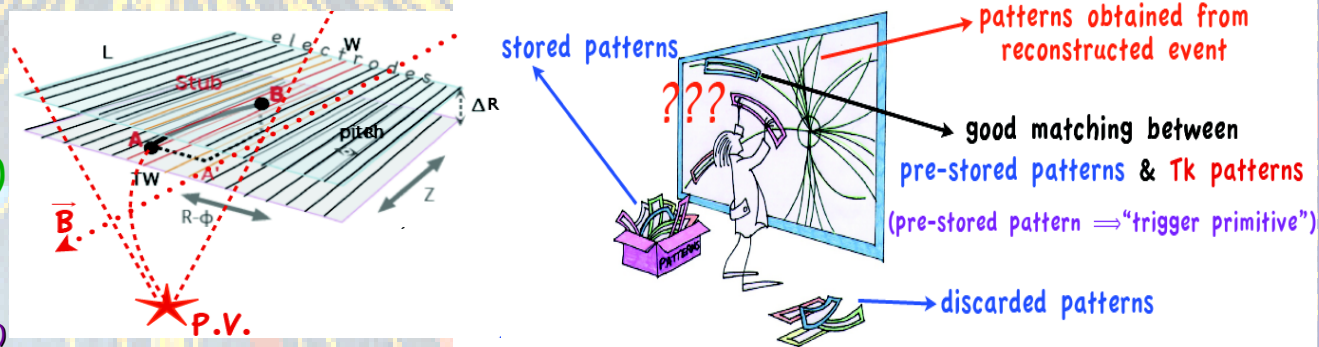
STUB (cluster corr.)

&

AM patterns (stub/layer corr.)

STUB: N. Pozzobon (UNIPD), E. Salvati (Cornell)

AM: A. Annovi (INFN PI), E. Pedreschi (UNISI)



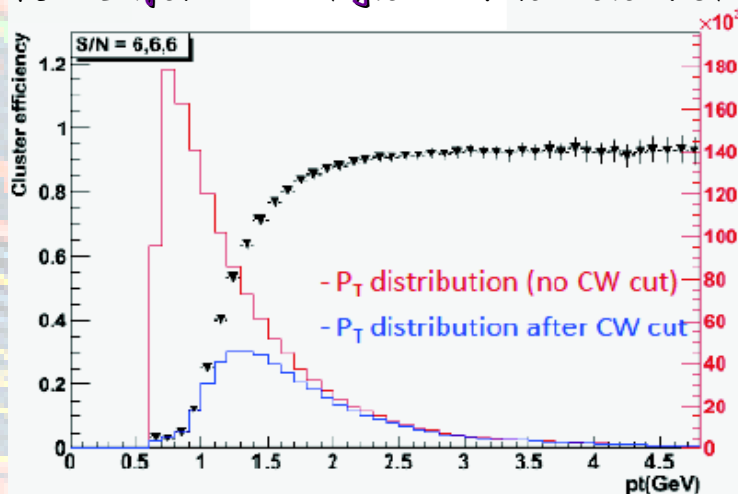


...Risultati ottenuti...

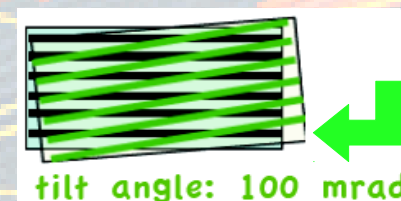
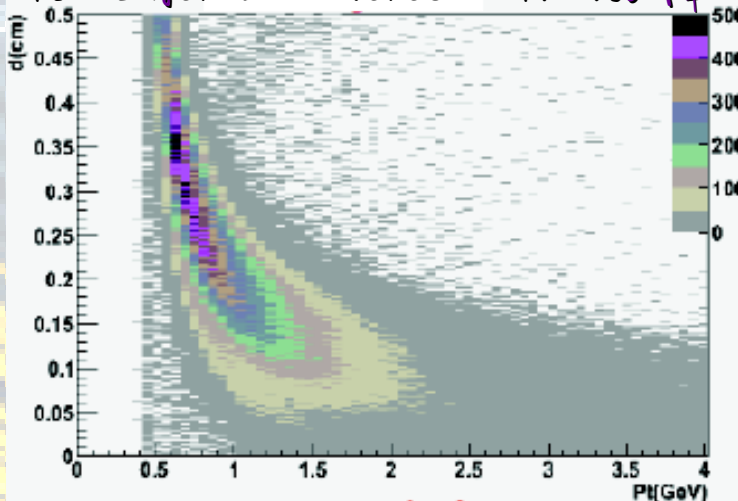
1^o VALIDAZIONE DEL METODO

CMS Experiment at the LHC, CERN

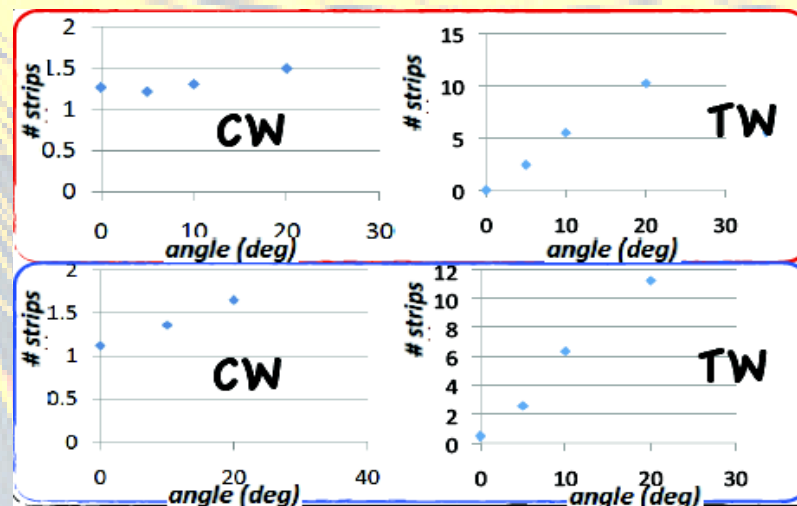
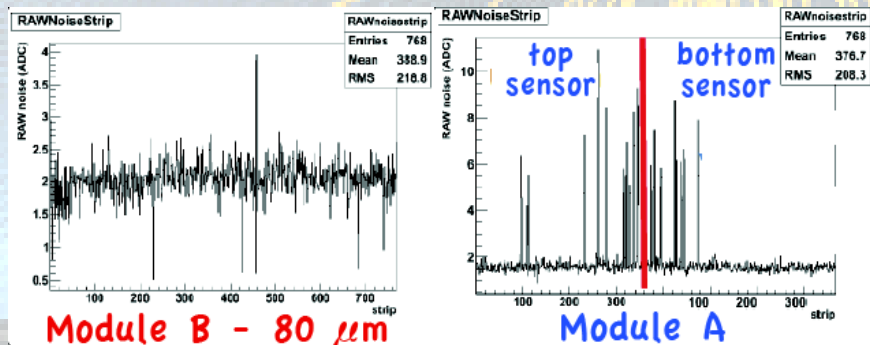
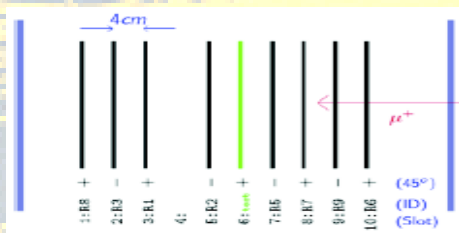
TOB Layer 6 - Single - CW<3 Selection



TOB Layer 2 - Stereo - TW vs. P_T



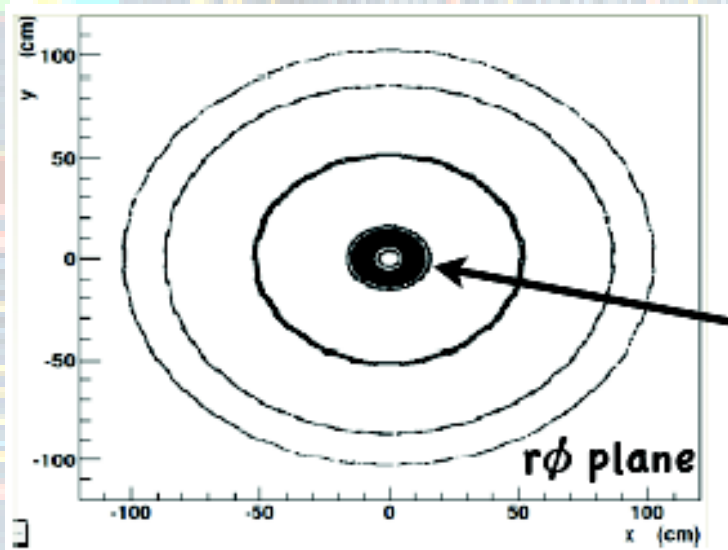
TEST BEAM:



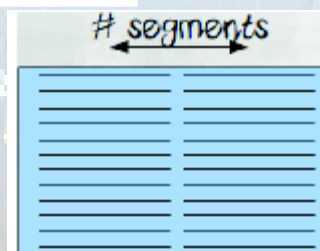


...Risultati ottenuti...

2^o SIMULAZIONE DI UN LAYOUT CON DOPPIETTI



Si Pixel
Vtx



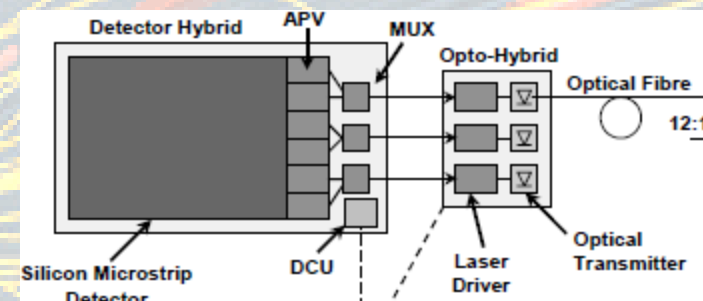
Topologia Modulo

Pitch: $98 \mu\text{m}$ X Length: 4.6 cm

Thickness: $300 \mu\text{m}$

$\Delta R = 1 \text{ mm}$

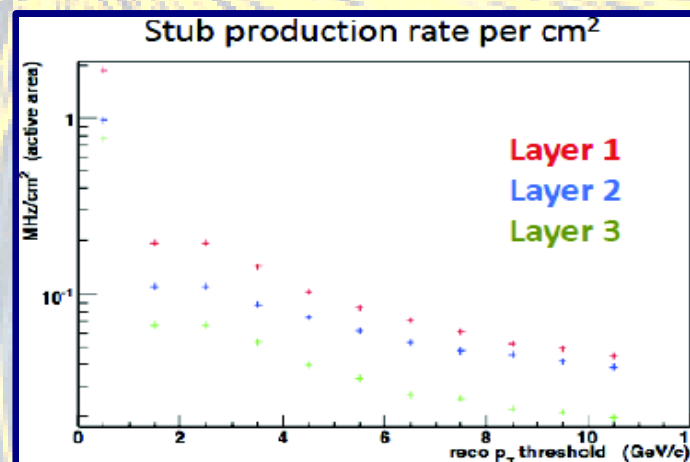
Active area: $9.2 \times 9.2 \text{ cm}^2$



Lettura digitale delle strip

Sensori del Doppietto letti indipendentemente

layer	L1	L2	L3
Radius (cm)	51	86	102
Strip Occupancy (%)	1.5	1.1	0.9



...Risultati ottenuti...

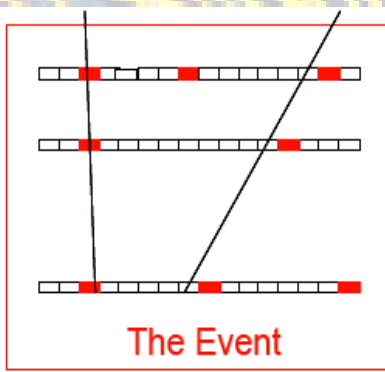
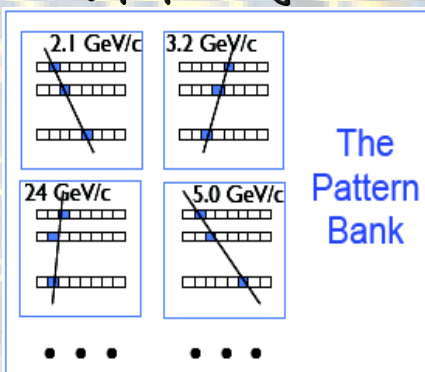
3° ALGORITMI DI CORRELAZIONE "NEL" E "TRA" MODULI

STUB = 3-vettore^(pos.) + 2-vettore^(dir. volo) + scalare^(TW/PT)

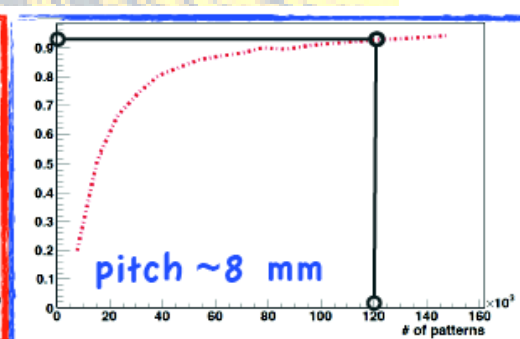
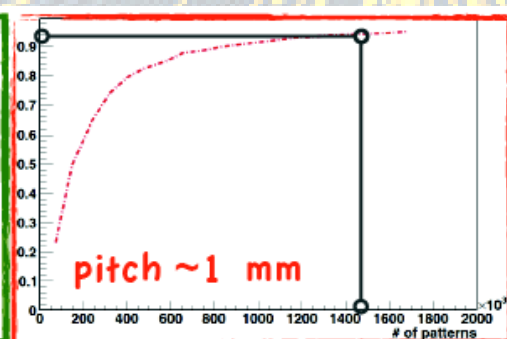
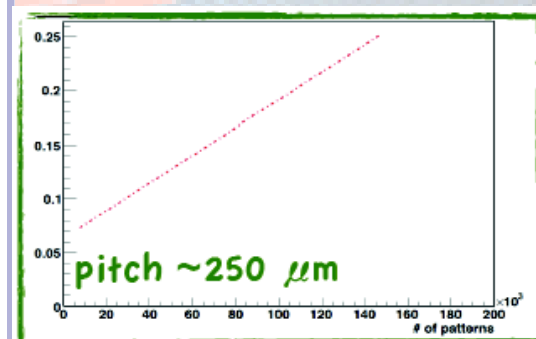
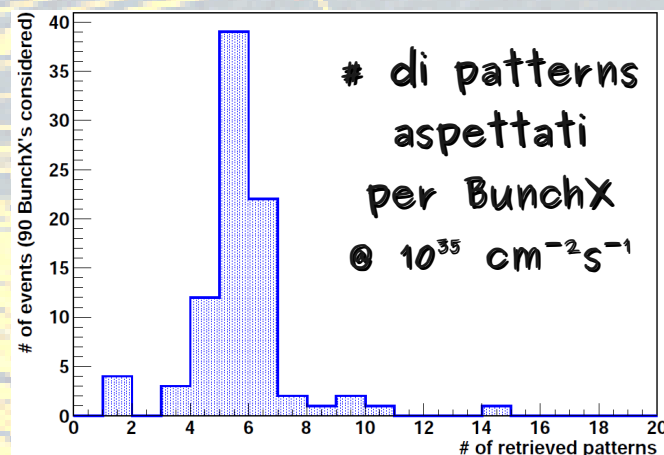
Informazione incapsulata in "words" da ~16 bit
risoluzione di ingresso delle attuali AM

Architettura delle attuali AM a celle di 180 nm
capaci di storing ~10k pattern/chip (~1.3M pattern/board)

Sim. μ^+/μ^- singoli



Coverage
Efficiency
(per settore $\Delta\phi \sim 0.16$ rad)





...e Prospettive Future

i) Ad oggi studi basati su prototipi e simulazioni MC hanno mostrato che e' possibile stimare p_T e direzione di volo di particelle cariche a livello di singolo modulo. Tutta l'informazione puo' essere incapsulata in un unico oggetto detto STUB, che puo' essere convertito in un oggetto 'memory addressable' per poter essere gestito da AM per la ricostruzione di primitive di tracce.

C'e' una continua attivita' di interazione col 'Tracking Trigger Group' al CERN all'interno della collaborazione CMS (inclusione del codice di ricostruzione dello stub definito come in slide IV nel software ufficiale della collaborazione).

- ii) Prossimi passi:
- >> Interfacciarsi con AM reali (passare la simulazione a schede recuperate da CDF)
 - >> Validare il setup ottenuto (confrontare rates AM reali - Full Sim)
 - >> Stimare efficienze di trigger su segnale benchmark di Fisica (esempio $H \rightarrow WW$)
- iii) Pubblicazioni:
- >> 'Concepts for a tracker trigger based on a multi-layer layout and on-detector Data reduction using a cluster size approach', JINST 5:C08002, 2010
 - >> 'Track momentum discrimination using cluster width in silicon strip sensors for SLHC' Published in *Prague 2007, Electronics for particle physics* 80
 - >> 'Tracking in the trigger: From the CDF experience to CMS upgrade' Pos VERTEX2007:034, 2007
 - >> 'Design and development of micro-strip stacked module prototypes for tracking at S-LHC', JINST 5:C11018, 2010
 - >> 'Design and development of micro-strip stacked module prototypes to measure flying particle directions', JINST 5:C07014, 2010
 - >> <http://indico.cern.ch/contributionDisplay.py?sessionId=0&contribId=16&confId=68677>
 - >> G. Parrini, Talk at Joint SLHC Trigger-Tracker meeting 2007, CERN-TWEPP 2007
 - >> G. Broccolo, Talk & Proceedings at 2nd international conference TIPP2011, Chicago