



Sistema de Adquisición y Selección de Datos de ATLAS. Desarrollo del software del Event Filter.

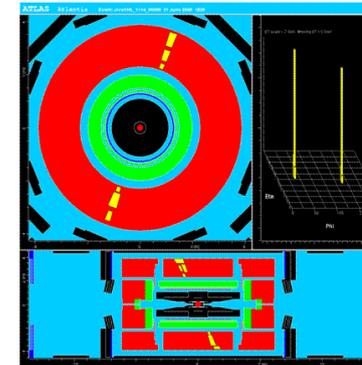
1. El detector ATLAS en el LHC.
2. El sistema de Adquisición de Datos de ATLAS.
3. Criterio físico de selección
4. Mecanismo de Region of Interest (RoI):
LVL1, LVL2, EF.
5. Sistema HLT/DAQ: Online, DataFlow, HLT.
6. El sistema de High-Level Trigger.
7. LVL2 / EF
7. El software del Event Filter.
8. Sumario.



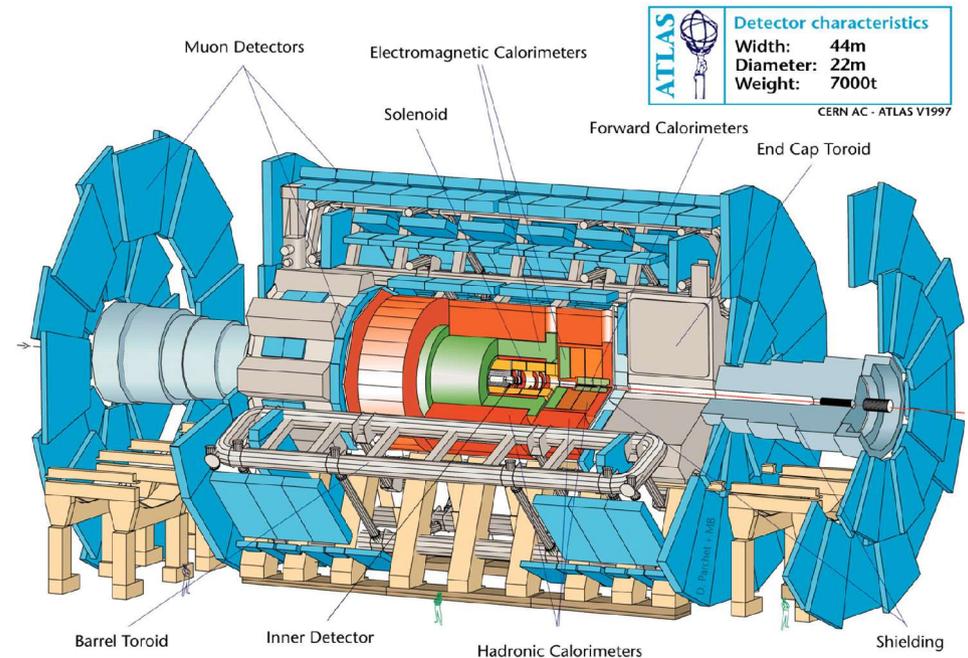
El experimento ATLAS

ATLAS (A Toroidal LHC pparatuS):

- ◆ Detector de partículas diseñado para explorar ampliamente el espectro de la Física en el LHC.
- ◆ Diseño: usual esquema de simetría cilíndrica de detector de partículas en un colisionador: Inner Tracker, Calorímetros, Muon Chambers.
- ◆ Interacciones en el detector:
 - ◆ Beam crossings: 25ns
 - ◆ 23 interacciones/crossing (design luminosity: $10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
 - Tasa de interacciones: 10^9 Hz !!!
- ◆ Esencial un sistema de adquisición y selección de datos muy eficiente.

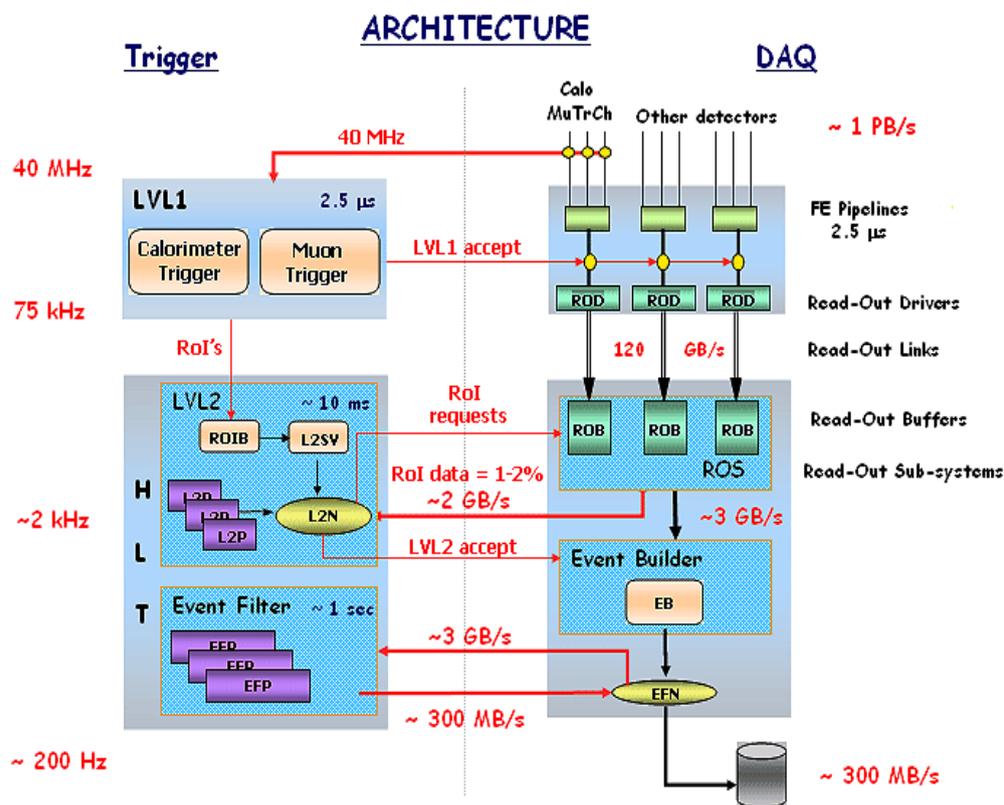


Primeros sucesos “underground” obtenidos en el ATLAS barrel Tile calorimeter, usando rayos cósmicos.





El sistema de Adquisición y Selección de Datos: TDAQ



Arquitectura del sistema Trigger/DAQ.

- ◆ El sistema TDAQ está compuesto de 3 niveles de selección online:
 - ◆ Level1
 - ◆ High-Level Trigger
 - ◆ Level-2
 - ◆ EventFilter
- ◆ Cada nivel refina la decisión del nivel anterior.
- ◆ Reducción de 40MHz (initial bunch-crossing rate) hasta ~200Hz (permanent storage).



Criterio físico de selección

- ◆ La selección online de sucesos debe asegurar:
 - ◆ La no pérdida de señales poco comunes ('rare signals')
 - ◆ Reducir la tasa output para el almacenaje de datos (tasa aceptable)
- ◆ Selección predominantemente basada en 'signatures' simples y inclusivas, más la utilización de herramientas de selección (algoritmos elaborados, aplicación de criterios de selección exclusivos).
- ◆ Los criterios de selección están basados en la selección de:
 - ◆ Unos pocos objetos de high- p_T (como leptones cargados, fotones, jets (con o sin b-tagging))
 - ◆ Otros criterios high- p_T como 'missing' y 'total transverse energy'.
- ◆ El trigger cuenta con el concepto de 'objetos' físicos: electrones, muones, fotones, taus, jets, b-tagged jets, E_t^{miss} , $\sum E_t$

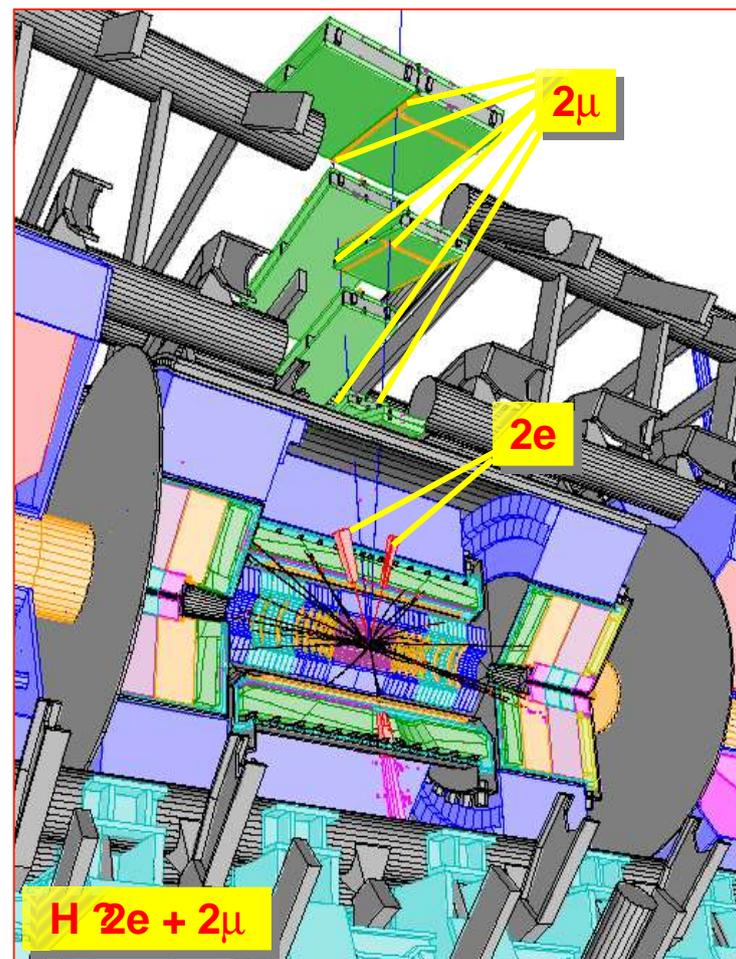
Object	Examples of physics coverage	Nomenclature
Electrons	Higgs (SM, MSSM), new gauge bosons, extra dim, SUSY, W/Z, top	e25i, 2e15i
Photons	Higgs (SM, MSSM), extra dim, SUSY	γ 60i, 2 γ 20i
Muons	Higgs (SM, MSSM), new gauge bosons, extra dim, SUSY, W/Z, top	μ 20i, 2 μ 10
Jets	SUSY, compositeness, resonances	j360, 3j150, 4j100
Jet+missing E_T	SUSY, leptoquarks, "large" extra dim.	j60 + xE60
Tau+missin g E_T	Extended Higgs models (e.g. MSSM), SUSY	τ 30 + xE40

'Signatures' inclusivas de selección.



Mecanismo de Region of Interest (RoI)

- ◆ **LVL1 (hardware)**: trigger en high p_T obj.
 - ◆ Uso de calorimetría y sist. muones, para encontrar posibles candidatos ($e/\gamma, \tau, \text{jet}, \mu$).
 - ◆ LVL1 latency (tiempo para formar y distribuir decisión) fijo: $2.5 \mu\text{s}$
 - ◆ Identifica Regions of Interest.
- ◆ **LVL2 (software)**: uso de los RoIs.
 - ◆ Acceso y reconstrucción de datos locales.
 - ◆ Combinación de RoIs de subdetectores distintos.
 - ◆ Producción LVL2 Result.
 - ◆ Latency media: $\sim 10 \text{ ms}$
- ◆ **Event Filter (software)**: “seeded” por LVL2 Result
 - ◆ Acceso a los datos completos.
 - ◆ Algoritmos tipo offline.
 - ◆ Latency: $\sim 1 \text{ s}$





Sistemas del HLT/DAQ

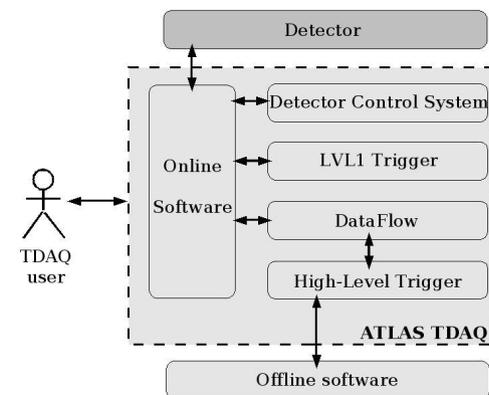
El sistema High-Level Trigger/Data Acquisition puede dividirse en 4 sistemas principales:

- Sistema DataFlow: “mover datos”
 - Recibir los datos.
 - Distribuir subconjuntos de datos al sistema HLT.
 - Transportar los datos de sucesos seleccionados a 'mass storage'.

- Sistema HLT: “selección de sucesos”
 - Selección y filtrage, reducción de la tasa.
 - Clasificación de sucesos aceptados.

- Sistema Online: “control del sistema”
 - Responsable del conjunto de operaciones en el sistema TDAQ.

- Detector Control System (DCS):
 - Responsable para la coherencia y seguridad en las operaciones del detector ATLAS.



Esquema de los sistemas principales que componen el sistema HLT/DAQ.



High-Level Trigger

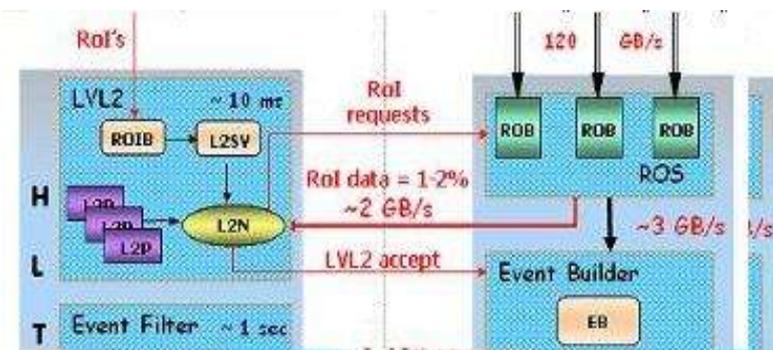
- ◆ El HLT está compuesto por: LVL2+EventFilter
- ◆ Mecanismo de decisión 'común' (algoritmos PESA), implementados de manera distinta (LVL2: utiliza workers multiples en cada L2ProcessingUnit, EF: 1 worker por cada ProcessingTask)
- ◆ Reconstrucción:
 - ◆ LVL2: reconstrucción de regiones localizadas (RoIs).
 - ◆ EF: reconstrucción y análisis tipo offline completa del suceso (+calibración, alineación y datos del campo magnético).
- ◆ Poder de rejección del Event Filter proviene:
 - ◆ Algoritmos refinados (cortes + ajustados p_T).
 - ◆ Acceso a datos completos del suceso (+datos de calibración, alineación y de campo magnético).
 - ◆ Limite tiempo procesamiento más flexible (algoritmos y criterios +complejos).



LVL2 / Event Filter

LVL2

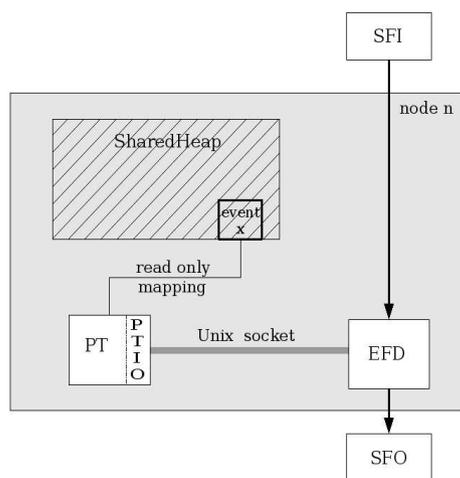
- ◆ RoI Builder combina la información de distintos RoIs y la pasa al LVL2 Supervisor (L2SV).
- ◆ L2SV asigna el suceso a un nodo de computación y transfiere la información de los RoIs.
- ◆ Los RoIs son usados como 'semilla' de los algoritmos en los LVL2 Processing Unit (L2PU).
- ◆ La decisión se comunica al DataFlow Manager (DFM) para eliminar o construir el suceso dentro del Event Builder (EB).



Esquema del LVL2.

EF

- ◆ Los SubFarmInputs (SFIs) sirven sucesos completos al EventFilter DataFlow (EFDs).
- ◆ Los EFD envían los sucesos a diversos Processing Tasks (PTs) independientes.
- ◆ Los PTs procesan los sucesos y producen una decisión final. Los datos generados por los algoritmos PESA son añadidos al suceso en brutos en el EFD.
- ◆ Los sucesos seleccionados son trasladados a las SubFarm Output (SFOs) donde se escriben en el sistema de almacenaje, para su futuro análisis offline.



Esquema del EF.



El software del Event Filter (I)

Software del Event Filter
compuesto por:

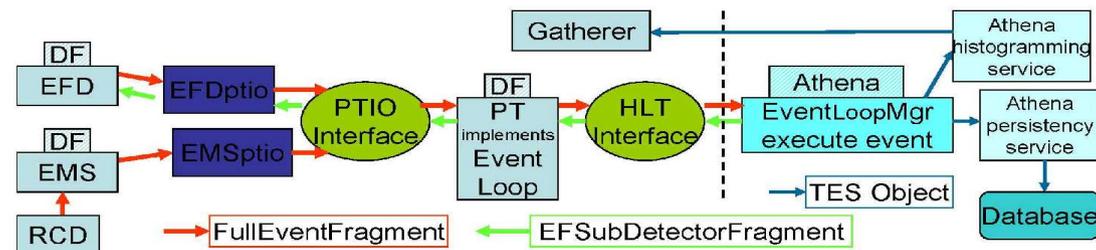
◆ Sistema de 'flujo de datos':

- ◆ SubFarm Inputs (SFIs)
- ◆ Event Filter DataFlow (EFD)
- ◆ SubFarm Outputs (SFOs)

◆ Sistema de 'procesamiento':

- ◆ Processing Tasks (PTs)

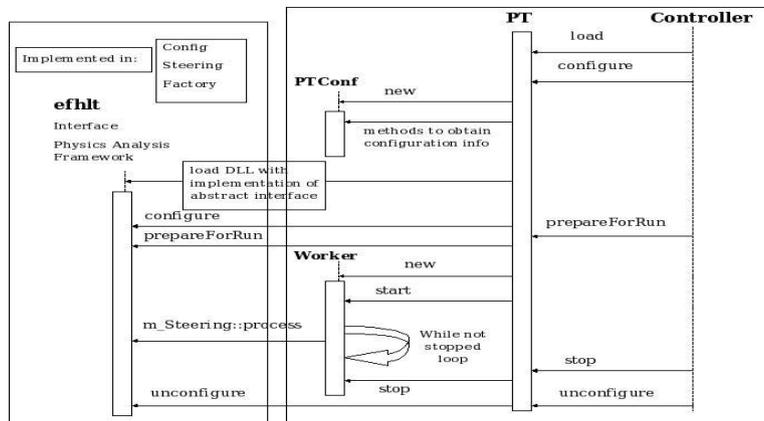
- ◆ Software escrito en C++.
- ◆ Software puede ser dividido en 2 partes:
 - ◆ Aplicaciones de DataFlow.
 - ◆ Aplicaciones de HLT.
- ◆ Conexión: interfaz virtual pura, 'efhlt interface'.



Esquema detallado del EF, donde se incluye el efhlt interface, las aplicaciones DataFlow y HLT.



El software del Event Filter (II)

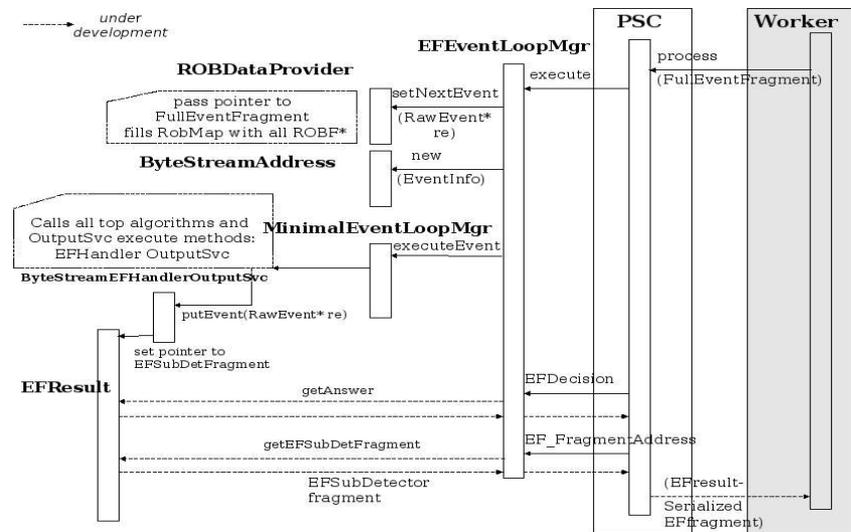


Esquema completo del Processing Task.

- ◆ Clase PT del DataFlow implementa comandos de control del sistema TDAQ: load,configure,stop,etc.
- ◆ Configuración del PT: crea objeto, PTConf, que lee parametros de la 'Configuration Database'.
- ◆ Worker, thread creado dentro del PT, loop infinito, es responsable de enviar los sucesos desde el EFD al proceso Steering (parte del software HLT).

- ◆ Implementación interfaz efhlt: TrigEFPSC. Esta clase se encarga de la comunicación con el Processing Task.
- ◆ Clase EFServices consiste en un “Event Loop Manager” modificado de la versión offline del software de ATLAS.
- ◆ Su función: procesar 1 suceso en cada paso del loop, usando algoritmos complejos y refinados de selección (PESA)

(En el IFAE ha sido desarrollado y testeado el software del EF: PT, TrigEFPSC y EFServices).

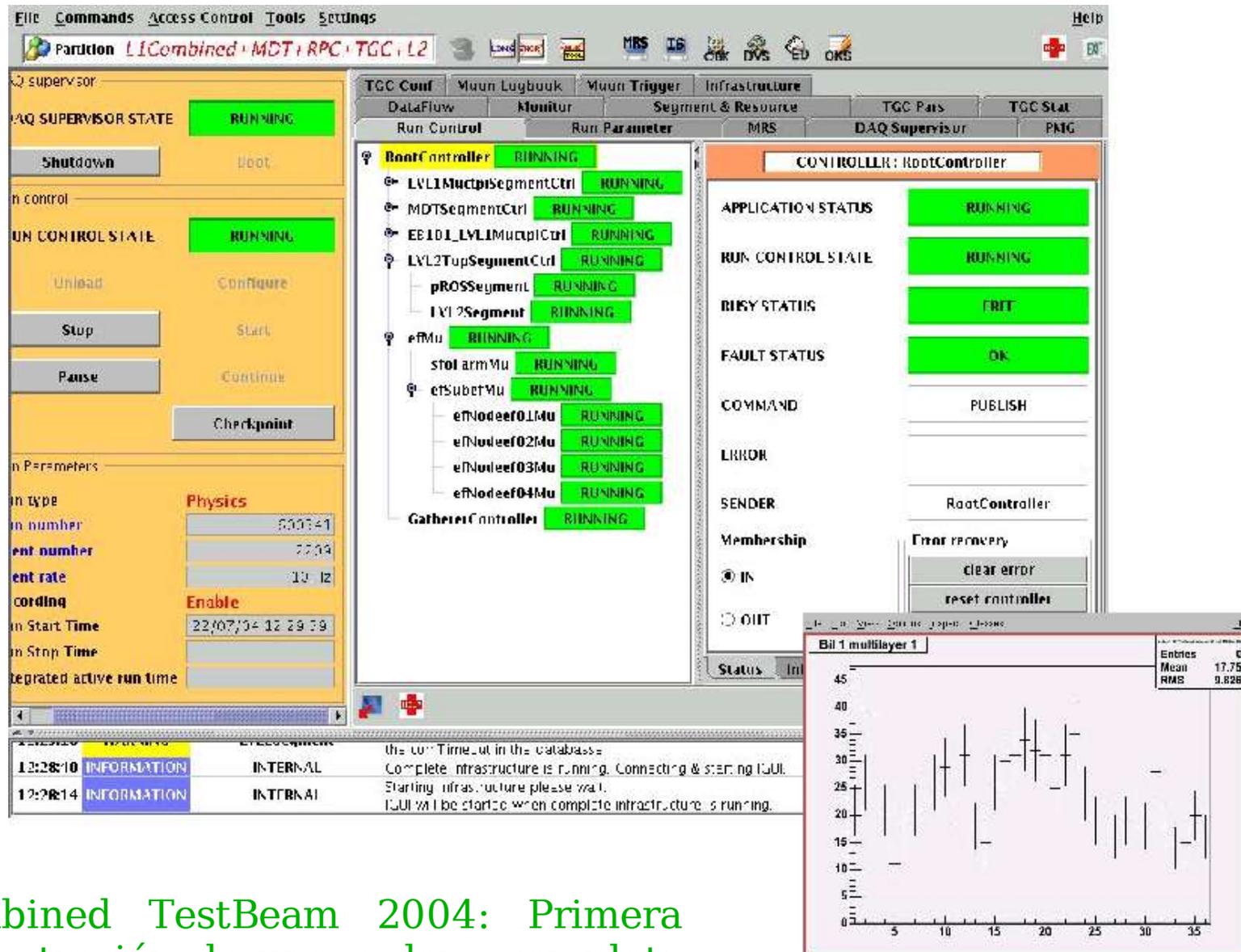


Esquema completo del PSC y del EFPEventLoopMgr.



Sumario

- ◆ ATLAS: necesidad de un muy eficiente sistema TDAQ (reducción: 40 MHz -> 200Hz).
- ◆ Sistema TDAQ compuesto por: LVL1 (hardware) + HLT: LVL2+EF (software).
- ◆ Criterio físico de selección basado en objetos físicos. Uso de los RoIs.
- ◆ Sistema HLT/DAQ compuesto: Online, DataFlow, HLT, DCS.
- ◆ Poder de rejección del EF: alg. refinados, datos completos, +tiempo.
- ◆ Software del EF: código en C++, aplicaciones DF (PT), aplicaciones HLT (PSC,EFServices), efhlt interface (conexión).
- ◆ Uso de los algoritmos de selección en entorno online y entorno offline, “ciegamente” (punto de vista del algoritmo).
- ◆ EF testado en el CTB 2004, dentro de la cadena completa del sistema TDAQ, usando algoritmos de selección de muones.



Combined TestBeam 2004: Primera demostración de una cadena completa de selección de HLT en rayos cósmicos.

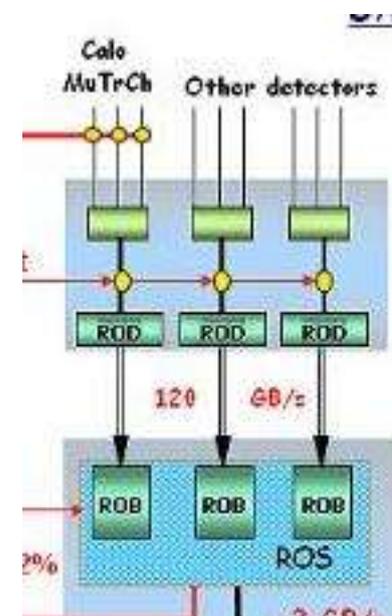




Level-1 Trigger

Sucesos seleccionados por el LVL1:

- ◆ Los datos del suceso son enviados desde el sistema electrónico front-end hasta los ReadOut Drivers (RODs) en los detectores.
- ◆ Toda la información seleccionada de los detectores es retenida en los ReadOut Buffers (ROBs), hasta que:
 - ◆ El suceso es rechazado por el nivel LVL2.
 - ◆ En caso que sea aceptado por el LVL2, hasta que los datos del suceso han sido transferidos por el sistema TDAQ para su almacenaje (Event Filter), por motivos de seguridad.
- ◆ Finalmente, el suceso es enviado al Event Builder (SFI) del LVL2.

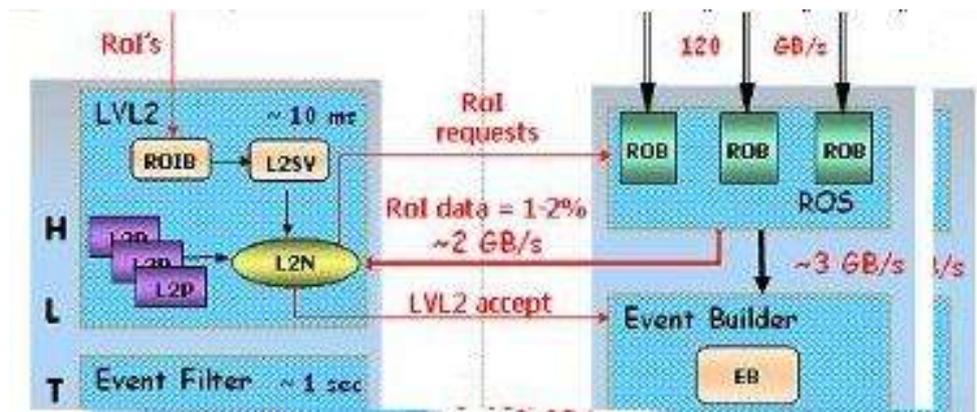


Esquema del Level-1 Trigger.



Level-2 Trigger

- ◆ LVL1 identifica regiones del detector donde ha encontrado características interesantes: Regions Of Interest (RoIs).
- ◆ RoI Builder combina la información de distintos RoIs y la pasa al LVL2 Supervisor (L2SV).
- ◆ L2SV asigna el suceso a un nodo de computación y transfiere la información del RoI.
- ◆ Los RoIs son usados como 'semilla' de los algoritmos en los LVL2 Processing Unit (L2PU)
- ◆ La decisión del LVL2 se comunica al DataFlow Manager (DFM) para eliminar o contruir el suceso.
- ◆ Si la decisión del LVL2 es:
 - ◆ 'rejected' (rechazar): el suceso se borra de los ROB's.
 - ◆ 'accepted' (aceptar): se inicia la operación de construcción del suceso en el Event Builder (EB). Los sucesos son enviados a las SubFarm Inputs (SFIs)



Esquema del Level-2 Trigger.