

Producción y Distribución de Datos del Experimento CMS en LCG

M. Aldaya, J. Caballero, N. Colino, P. Garcia-Abia, J.M. Hernández,
F.J. Rodríguez Calonge

Div. Informática Científica, CIEMAT, Av. Complutense 22, 28040 Madrid; e-mail: Jose.Caballero@ciemat.es.

Los experimentos del acelerador de partículas *Large Hadron collider*¹ (LHC), que entrará en funcionamiento en 2007 en el CERN, van a suponer un salto cualitativo y cuantitativo en cuanto a requerimientos del *software* de simulación y análisis de datos, así como del *hardware* necesario, dadas las necesidades de potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento.

Las colisiones protón-protón que se realizarán en LHC tendrán una energía de 14 TeV, produciéndose del orden de 10^9 sucesos por segundo, lo que supone más de 10^{11} partículas por segundo en un detector típico. Sin embargo, solamente en una de cada 10^{12} de estas colisiones se podrán detectar sucesos como los de producción del bosón de Higgs, cuyo estudio es uno de los objetivos científicos fundamentales de LHC.

Los sucesos deben ser registrados con la información suficiente para garantizar una selección y análisis adecuados, tanto *on-line* como *off-line*. El tamaño típico de la información correspondiente a un suceso en los complejos detectores que se instalarán en el acelerador LHC es del orden de 1 MByte. De acuerdo al esquema planeado (figura 1), la selección *on-line* será capaz de reducir el número de sucesos de interés a una tasa del orden de 100 por segundo. El experimento CMS² recogerá más de 10^9 sucesos anualmente, almacenando del orden de 1-2 Petabytes (10^6 GBytes), a los que hay que añadir las necesidades de reconstrucción y simulación, que de modo práctico duplican este requerimiento.

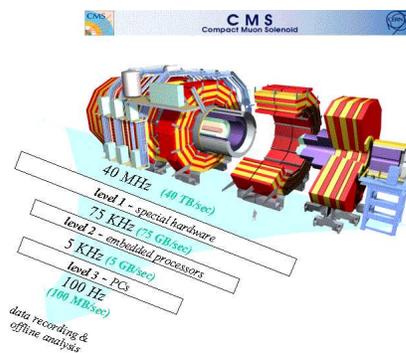


Figura 1: esquema de selección on-line de CMS.

Dada la gran cantidad de recursos de almacenamiento, computación y redes de comunicación requeridos para procesar los datos de LHC, y la dispersión geográfica de los miles de científicos involucrados en LHC, los experimentos han diseñado un modelo de computación distribuida donde los recursos están distribuidos geográficamente. Esta infraestructura de computación se gestiona por medio de las llamadas tecnologías *Grid*. Así como el *World Wide Web* es un servicio para compartir información a través de Internet, *Grid* es un sistema para compartir recursos de computación y almacenamiento a través de Internet. Las tecnologías *Grid* están atrayendo un enorme interés ya que su futuro, aunque aún incierto, es potencialmente revolucionario.

El sistema *Grid* para LHC recibe el nombre de *LHC Computing Grid*³ (LCG). Los datos de los experimentos de LHC se distribuirán por todo el planeta de acuerdo a una estructura de niveles, *Tier* (figura 2). Los datos se almacenarán inicialmente en el CERN, el centro *Tier-0* de LCG. Después de un procesamiento inicial, estos datos se distribuirán a una serie de centros *Tier-1*, grandes centros de computación con suficiente capacidad de almacenamiento y procesamiento. España cuenta con un *Tier-1*, el “Puerto de Información

Científica” (PIC) en Barcelona. Los centros Tier-1 suministrarán datos a los centros Tier-2 para su análisis. Estos centros también están encargados de la producción de datos simulados. El CIEMAT junto con el Instituto de Física de Cantabria constituye un centro Tier-2 para CMS.

Dos tareas cruciales necesarias para permitir el análisis de datos reales cuando los experimentos de LHC entran en funcionamiento son la distribución de los datos de manera fiable y eficiente y la producción de datos simulados.

El grupo del CIEMAT está involucrado en estas dos tareas, específicamente en desarrollar el sistema de transferencia de datos de CMS y en portar al Grid LCG el sistema de producción de datos simulados de CMS.

*PhEDEx (Physics Experiment Data Export)*⁴ es el sistema de transferencia de datos desarrollado por CMS. Se encarga de gestionar la transferencia de ficheros desde múltiples fuentes a múltiples destinos de manera robusta, eficiente y priorizada, suministrando a la vez información sobre la latencia y velocidad de cada fichero transferido lo cual permite la programación de las transferencias. Los centros de almacenamiento de datos se modelan en PhEDEx a través de nodos interconectados siguiendo cierta topología. Dados los nodos origen y destino de los datos, el sistema encuentra la mejor ruta entre ellos y transfiere los datos pasando por todos los nodos intermedios. Las transferencias de ficheros son gestionadas por un conjunto de “agentes de software” semi-autónomos. Estos agentes se comunican entre sí a través de una base de datos central, que almacena información sobre los ficheros, la topología de la red, etc. PhEDEx maneja en la actualidad alrededor de 150 TB de datos.

En los últimos años, la producción de datos simulados de CMS se ha venido realizando en un número elevado de centros de computación de forma autónoma (modo *granja local*). La complejidad de los procesos de instalación del software de producción, operación y distribución de datos simulados, hace que sea prácticamente imposible conseguir las tasas de sucesos simulados requeridas por el experimento para los estudios de física. El CIEMAT ha sido pionero en portar la maquinaria de producción de CMS al Grid, utilizando las herramientas y sistemas de almacenamiento propias de LCG. De este modo, toda la producción puede centralizarse en un número reducido de centros (dos o tres), desde los que hay acceso a una cantidad ingente de recursos de computación y almacenamiento. Grid tiene un potencial enorme para solventar las restricciones de infraestructura y recursos humanos que supone operar la producción en modo de granja local.

Referencias

- ¹ The Large Hadron Collider, <http://cern.ch/lhc-new-homepage/>.
- ² CMS Collaboration, *CMS Technical Proposal*, CERN/LHCC/94-38 (1994).
- ³ LHC Computing Grid, <http://cern.ch/lcg/>.
- ⁴ Physics Experiment Data Export, <http://cern.ch/cms-project-phedex/>.

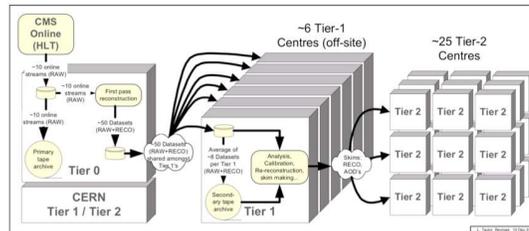


Figura 2: estructura de computación v flujo de datos en CMS.