

# DETECTORES Y ACELERADORES DE PARTÍCULAS

---

**E**n este capítulo hablaremos, sin entrar detalle, de la máquina más poderosa hasta ahora creada por el hombre, el complejo acelerador en el CERN. mencionaremos los detectores y aceleradores de partículas que lo componen más relevantes para el desarrollo de este trabajo. Inicialmente comentaremos algunos aspectos relacionados con la organización Europea para la investigación nuclear (CERN) y sus objetivos, después trataremos algunas generalidades del funcionamiento de los detectores y aceleradores de partículas; destacaremos el acelerador, gran colisionador de hadrones (LHC) y el experimento TOTEM.

## 1.1 Laboratorio CERN

El CERN, fundado en 1954, está situado en la frontera entre Francia y Suiza cerca de Ginebra, es la organización Europea para la investigación nuclear, cuenta con muchas universidades y científicos de todo el mundo que participan activamente en los distintos experimentos. La principal área de investigación del CERN es la física de partículas: el estudio de los componentes fundamentales de la materia y las fuerzas que actúan entre ellos.

Físicos e ingenieros investigan la estructura fundamental del universo; utilizando los instrumentos científicos más grandes y complejos del mundo, estudian los componentes básicos de la materia, las partículas fundamentales. Los instrumentos utilizados en el CERN son los aceleradores de partículas: El acelerador lineal 2 (Linac 2), Proton Synchrotron Booster (PSB), Proton Synchrotron (PS), Super Proton Synchrotron (SPS), LHC, y los detectores: ALICE, ATLAS, CMS y LHCb, diseñados específicamente. Los aceleradores aumentan la velocidad (cercana a la velocidad de la luz) y la energía de los haces de partículas antes de que se hagan chocar entre sí. Los resultados de estas colisiones (proporcionan pistas a los físicos sobre cómo interactúan las partículas) son registrados por detectores ubicados en diferentes puntos de colisión.

## 1.2 Complejo acelerador

El complejo acelerador en el CERN (Fig. 1.1) es una sucesión de máquinas que aceleran las partículas a energías cada vez más altas. Cada máquina aumenta la energía de un haz de partículas, antes de ser inyectado a la siguiente máquina. En el LHC los haces de partículas se aceleran hasta una energía de 7 TeV (y en junio de 2015 empezó a operar a 13

TeV). La mayoría de los otros aceleradores se utilizan para experimentos a energías más bajas.

La fuente de protones es un simple cilindro de gas hidrógeno. Un campo eléctrico “desprende” los electrones de los átomos de hidrógeno para producir protones. Linac 2, un acelerador lineal, el primer acelerador en la cadena, acelera los protones a la energía de 50 MeV y luego los inyecta en el PSB, que acelera los protones a 1,4 GeV, seguido por el PS, que empuja el haz a 25 GeV. Los protones se envían entonces al SPS, donde se aceleran a 450 GeV y finalmente transferidos a los dos tubos del LHC, donde son acelerados a una energía total en el punto de colisión de 13 TeV.

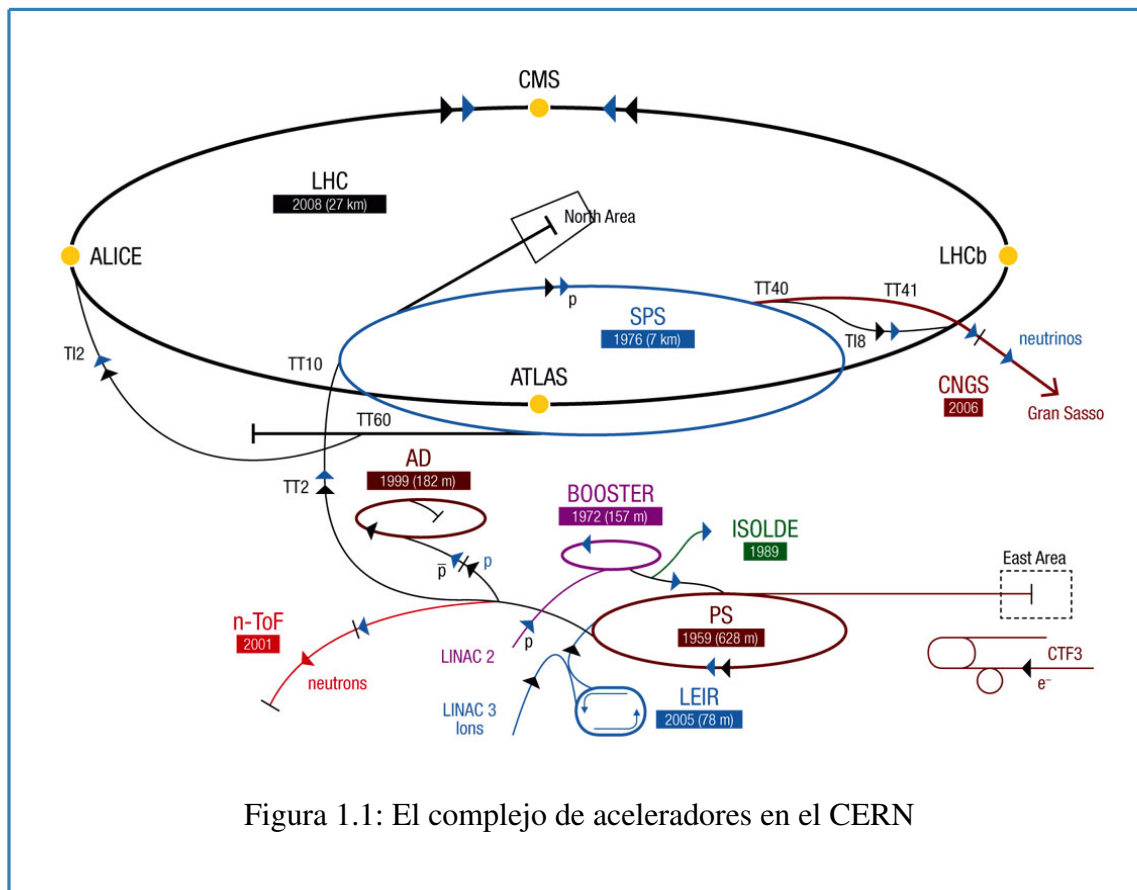


Figura 1.1: El complejo de aceleradores en el CERN

## Gran colisionador de hadrones

El LHC es el acelerador de partículas más grande y potente del mundo, se inició por primera vez el 10 de septiembre de 2008. Es el ultimo acelerador de la gran cadena de aceleradores del CERN, consiste de un anillo de 27 kilómetros de imanes superconductores con una serie de estructuras de aceleración para aumentar la energía de las partículas a lo largo del camino.

Dentro del acelerador, dos haces de partículas de alta energía viajan cerca de la velocidad de la luz antes de que se hagan colisionar. Los haces viajan en direcciones opuestas

en tubos separados mantenidos en ultra vacío ( $\sim 10^{-11}$  mbar), guiándose alrededor del anillo del acelerador por un campo magnético fuerte mantenido por los electroimanes superconductores que se encuentran a una temperatura de 0 Kelvin. En el recorrido, miles de imanes se utilizan para dirigir los haces alrededor del acelerador. 1232 dipolos curvan los haces, y 392 imanes cuadrupolos enfocan los haces.

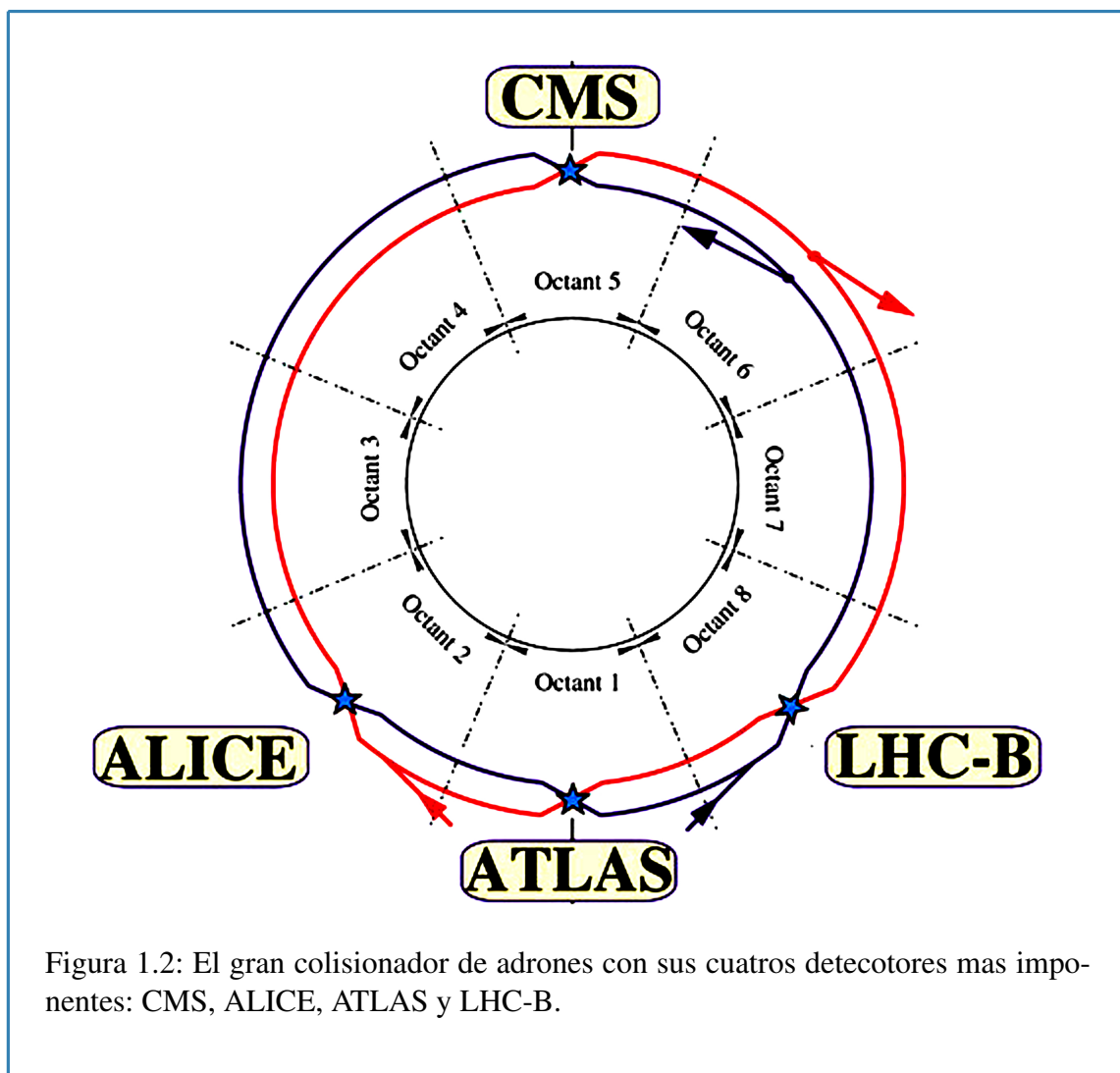


Figura 1.2: El gran colisionador de adrones con sus cuatro detectores mas importantes: CMS, ALICE, ATLAS y LHC-B.

Siete experimentos en el gran colisionar de hadrones utilizan detectores, estos son: ATLAS, CMS, ALICE, LHCb, TOTEM, LHCf y MoEDAL, y son los encargados de analizar la gran cantidad (incontable) de partículas producidas por colisiones en el acelerador. Entre los experimentos mas grandes; ATLAS y CMS, son utilizados para investigar el mayor rango de física posible, mientras que, ALICE y LHCb, se enfocan en fenómenos mas específicos. En los experimentos pequeños; TOTEM y LHCf, se centran en procesos de dispersión elástica y simulación de rayos cósmicos respectivamente y MoEDAL busca una partícula hipotética llamada monopolio magnético. La figura 1.2 muestra el anillo LCH y sus cuatro detectores mas imponentes: CMS, ALICE, ATLAS y LHC-B.

### 1.3 Experimento TOTEM

En la sección anterior mencionamos siete detectores que forman parte de los experimentos del LHC, separados en categorías de funcionamiento y tamaño. También se dijo que uno de estos (experimento TOTEM) estaba centrado en el análisis de procesos de dispersión elástica, esta idea es clave para el trabajo que se va a realizar, la razón es por que todos los datos que se ajustaron fueron tomados en el experimento TOTEM.

hola