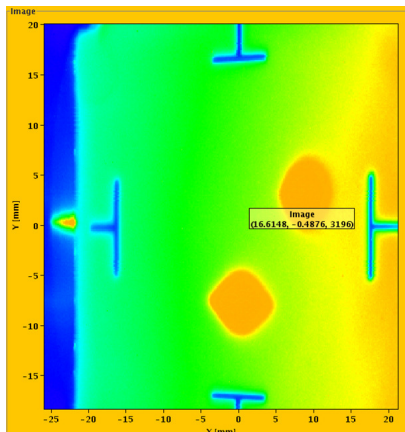


Jedno z 10 000 połączeń w LHC...



Dwie przeciwbieżne wiązki LHC.

Lyn Evans' presentation
at *Physics at LHC*, Split, 23-09-2008

po kołowej orbicie 27 km w ciągu kilkudziesięciu minut od uruchomienia, a druga, podobna wiązka, poruszająca się w przeciwnym kierunku, obiegała akcelerator po kilku godzinach. Wiązki krążyły przez pewien czas, co w ciągu kilku dni umożliwiło sprawdzenie ich synchronizacji z urządzeniami przyspieszającymi – przelatujące cząstki będą bowiem cyklicznie „popychane”, aż osiągną planowane energie.

Eksperymenty ATLAS, CMS i LHCb zarejestrowały przypadki oddziaływań, pozwalające na dobranie właściwych bramek czasowych dla urządzeń rejestrujących. Po kilku dniach wstępnych prób przystąpiono do podwyższania prądów w nadprzewodzących magnesach LHC, aby osiągnąć warunki umożliwiające utrzymanie na orbicie protonów o energiach znacznie wyższych, tj. 5 TeV.

LHC to bardzo duże i skomplikowane urządzenie, składające się z dziesiątków tysięcy mniejszych urządzeń, magnesów, pomp próżniowych, linii kriogenicznych, zasilaczy itd., z których każde sterowane jest przez systemy elektroniczno-komputerowe – w sumie miliony elementów. Wszystkie te urządzenia wymagają połączeń, często o bardzo specyficznych wymaganiach (wysoka próżnia, bardzo niskie temperatury, bardzo duże prądy), a więc i wyrafinowanej konstrukcji. Każdy z tych elementów ma pewne prawdopodobieństwo awarii, zwłaszcza w okresie „niemowlęcym”, czyli na początku pracy – tzw. „infant mortality”. Dodatkowo dochodzą niedokładności wykonania, które w przypadku unikatowych urządzeń – a takimi jest większość elementów LHC – spotyka się częściej

Po wielkim szumie medialnym, jakiego narobił start akceleratora LHC w CERN-ie – i w związku z awarią tego akceleratora, która nastąpiła wkrótce po rozpoczęciu testów, winni jesteśmy Czytelnikom kilka słów wyjaśnień.

Start LHC – Dużego Zderzacza Hadronów (ta polska nazwa niestety się przyjęła, choć to dziwoląg językowy...) – był bardzo udany i spektakularny. Na oczach całego świata jedną wiązkę protonów o energii 450 GeV poprowadzono

niż przy produkcji masowej, i które trudno wyłapać mimo starannej kontroli jakości, jako iż procedury odbioru tworzy się na podstawie doświadczeń zdobytych w trakcie badań.

Niedoróbki spotyka się częściej w urządzeniach, które nie korzystają z jakichś specjalnie wyrafinowanych technologii – bo te przechodzą wiele lat prób – a raczej w tych, które korzystają ze znanych rozwiązań, ale są nietypowej konstrukcji albo pracują w specjalnych warunkach. Jak pamiętamy, katastrofa promu kosmicznego *Challenger* 28 stycznia 1986 r. była wynikiem wadliwej uszczelki, lub raczej niespełnienia warunków, w których zastosowana uszczelka działałaby właściwie.

W spektrometrze ATLAS, jednym z problemów były... grzejniki elektryczne (odcinek spirali), które produkuje się powszechnie i na które nikt nie zwracał specjalnej uwagi, a które uległy korozji pracując w niskich temperaturach i w nietypowej atmosferze. Tak było z pierwszym problemem przy LHC – zepsuł się transformator... Tyle, że taka trywialna w swej istocie awaria może być w skutkach dramatyczna (przypadek *Challenger*), lub kosztowna i pracochłonna; ta zabrała kilka miesięcy, gdyż wymagała dostępu do wewnętrznych elementów spektrometru.

Poważna awaria LHC – rozszczelnienie systemu kriogenicznego jednego z „oktantów” (pierścień LHC podzielony jest na osiem sekcji) – nastąpiło przy prądzie w magnesach nadprzewodzących odpowiadającym energii ponad 5 TeV. Prawdopodobnie nastąpiło przegrzanie na którymś z połączeń (magnesy były wtedy zasilane prądem o natężeniu ok. 8000 A) i zniszczenie izolacji termicznej. Dotychczas, nie wszystkie szczegóły tej awarii są znane¹, jednakże magnesy wyszły z reżimu nadprzewodnictwa. Ich inspekcja i naprawa uszkodzonych elementów będzie wymagała ogrzania do temperatury otoczenia. Powtórne ich schłodzenie zajmie około dwa miesiące – proces ten jest powolny ze względu na dużą masę magnesów. Ten czas dodaje się do planowanej „przerwy zimowej”, koniecznej dla sprawdzenia elementów akceleratora i eksperymentów. W rezultacie przerwa w pracy LHC przeciągnie się do wiosny 2009 r.



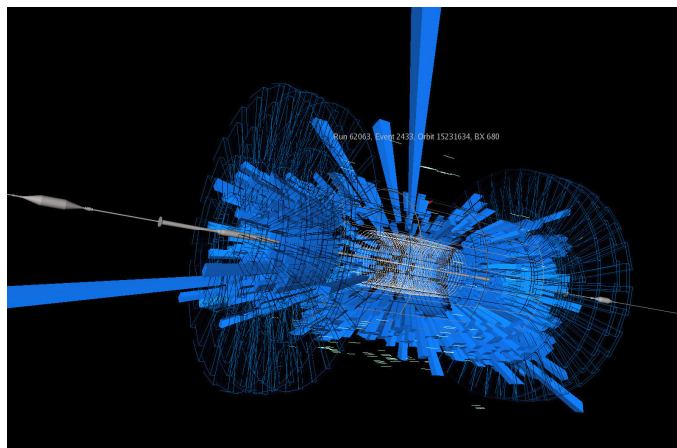
Jonowód LHC w tunelu.

(<http://lhc2008.web.cern.ch/lhc2008/>)

Cóż, praca badawcza, zwłaszcza doświadczalna, ma swoje wznoszenia i upadki – po euforycznym początku przyszedł „zimny prysznic” rzeczywistości... Jednakże wstępne wyniki, tak z pracy samego akceleratora, jak i eksperymentów naukowych, pozwalają sądzić, że w 2009 r. program LHC ruszy pełną parą...

MICHAŁ TURAŁA

Split, 29 września 2008, podczas konferencji *Physics at LHC*



Wizualizacja odłamków cząstek z wiązki – zarejestrowanych w detektorze CMS.

¹ 6 października 2008, Dr Lyn Evans, dyrektor projektu LHC, powiedział, że przyczyną było prawdopodobnie jedno wadliwie zlutowane połączenie elektryczne – jedno z ok. 10 000 w akceleratorze. (red.)