

IN FABBRICA

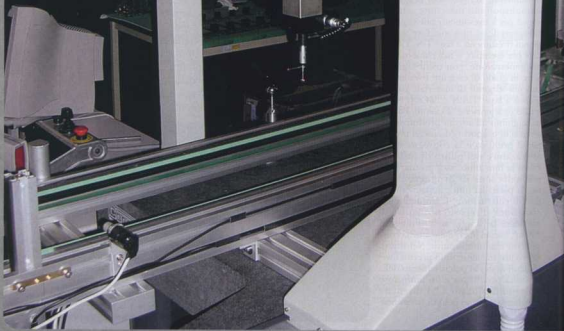
Misure cristalline

Per la realizzazione di un sofisticato rivelatore destinato a un esperimento di fisica subnucleare, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare si è dotato di una macchina di misura di Coord 3: Ares, questo il nome del modello dell'azienda torinese, misura le dimensioni dei cristalli di cui è composto il rivelatore, per le quali sono richieste tolleranze particolarmente rigorose

DI GIORGIA ANDREI

ARES

3
COORD



L' Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (www.infn.it) è l'agenzia italiana dedicata allo studio dei costituenti fondamentali della materia e svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare, spesso in collaborazione con altre istituzioni straniere. Tra le collaborazioni che vedono protagonista l'INFN, prendiamo in esame un progetto: il Large Hadron Collider, un potentissimo acceleratore circolare di protoni situato presso il CERN - Laboratorio Europeo per la Fisica Subnucleare - di Ginevra, che farà collidere protoni a grande energia (14 TeV nel centro di massa) in due punti situati lungo un anello di circa 27 km. In corrispondenza di tali punti verranno installati i due rivelatori ATLAS e CMS. Per la determinazione delle dimensioni dei cristalli scintillanti di cui è composto quest'ultimo, l'agenzia si è dotata di una macchina di misura di Coord 3.

L'ESPERIMENTO

Il rivelatore CMS è uno strumento dotato di un calorimetro elettromagnetico (un rivelatore di elettroni, positroni e fotoni) composto da circa 75.000 cristalli scintillanti di tungstato di piombo, un nuovo materiale trasparente molto pesante ($8,28 \text{ g/cm}^3$) in grado di emettere deboli quantità di luce visibile proporzionali all'energia in esso rilasciata dalle particelle che vi penetrano. Il calorimetro elettromagnetico di CMS si caratterizza per l'e-



L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare, spesso in collaborazione con altre istituzioni straniere

strema precisione con cui è in grado di misurare l'energia e la posizione dei fotoni: proprio grazie a tale precisione è possibile rivelare l'esistenza di una particella, il Bosone di Higgs, che costituisce l'obiettivo di scoperta più importante dell'esperimento CMS e del progetto LHC.

Al fine di garantire la precisione dell'oggetto finale, la realizzazione del calorimetro elettromagnetico prevede un complesso protocollo di attività di assemblaggio di parti diverse e di controlli di qualità eseguiti a ogni passo della costruzione.

I cristalli ricevuti presso i Centri Regio-

nali di Roma e del CERN vengono innanzi tutto misurati da una macchina automatica appositamente costruita per determinarne le dimensioni, la trasmissione ottica e la resa luminosa (la quantità di luce emessa per unità di energia depositata). Quindi ciascuno di essi viene accoppiato a un foto rivelatore a stato solido (APD: Avalanche Photo Diode) e, dopo un controllo per stabilire la qualità dell'incollaggio, inserito in una struttura di sostegno in fibra di vetro che ne contiene dieci. Quaranta di queste strutture, o sottomoduli, vengono quindi montate su un supporto in alluminio a formare un modulo contenente 400 cristalli. Da Roma i moduli vengono trasportati al CERN per l'assemblaggio finale nell'esperimento.

L'IMPORTANZA DELLA MISURA

Per la misura delle dimensioni dei cristalli, il protocollo richiede determinate tolleranze sulla planarità delle facce, sulla lunghezza, 23 cm, e sulle dimensioni trasversali, circa 2 cm. Le tolleranze richieste sono molto piccole: la lunghezza, ad esempio, non può superare quella nominale.

I cristalli non possono eccedere le loro dimensioni nominali, in quanto si rischierebbe di produrre stress meccanici nel corso delle fasi di assemblaggio, e non possono essere troppo piccoli, in quanto l'ermeticità del calorimetro è essenziale ai fini dell'esperimento. Durante il primo controllo di qualità i cristalli, manipolati da ACCOR, una macchina automatica progettata dall'INFN, vengono tra-



Il progetto Large Hadron Collider è costituito da un potentissimo acceleratore circolare di protoni che farà collidere protoni a grande energia (14 TeV nel centro di massa) in due punti situati lungo un anello di circa 27 km. In corrispondenza di tali punti verranno installati i due rivelatori ATLAS e CMS



Il rivelatore CMS è uno strumento dotato di un calorimetro elettromagnetico composto da circa 75.000 cristalli scintillanti di tungstato di piombo, un nuovo materiale trasparente in grado di emettere deboli quantità di luce visibile

sportati sul piano di lavoro di una macchina Coord 3: Ares. Si tratta di una macchina a portale con una corsa di 700 x 550 x 400 mm (X, Y, Z) e precisione di misura di 3,0+3,5L mm, dotata di un software attraverso cui è possibile scrivere un programma di misura e acquisire i dati su file.

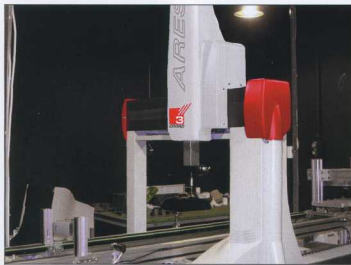
Ares, integrata in ACCOR, dopo aver eseguito automaticamente un programma di misura e valutato tutte le dimensioni di interesse per il protocollo. Una volta terminato il lavoro di Ares i cristalli vengono automaticamente portati sul dispositivo di misura successivo. I dati prodotti da Ares vengono letti e analizzati da un programma che li memorizza in un database e

stabilisce se i cristalli siano accettabili o meno rispetto alla definizione del protocollo.

I MOTIVI DI UNA SCELTA

"Le caratteristiche rilevanti che hanno portato alla scelta della macchina di Coord 3 sono state l'ampiezza delle corse, la luce del portale, la precisione raggiungibile nella misura e la possibilità di programmare la macchina e interfacciarla a un dispositivo esterno, nel nostro caso ACCOR", spiega Giovanni Organtini, professore dell'Università La Sapienza di Roma e operativo presso l'INFN. "L'ampiezza delle corse doveva consentire di misurare un gruppo di 5 cristalli disposti sul

piano di lavoro, montati in un'apposita struttura meccanica, mentre la luce del portale doveva essere sufficientemente ampia per far passare la linea di trasporto che in ACCOR permette di movimentare i cristalli da una parte all'altra automaticamente. La precisione era più che sufficiente per consentire la misura delle dimensioni dei cristalli con le tolleranze richieste. La programmabilità era fondamentale per poter integrare la macchina in un dispositivo automatico come ACCOR". Dei molteplici motivi che hanno indotto all'acquisto della macchina dell'azienda torinese vanno menzionati anche il prezzo competitivo, il linguaggio, l'interfaccia per la programmazione e la capacità di interazione con altri dispositivi attraverso le porte di I/O digitali. "La robustezza e la semplicità costruttiva della macchina hanno fatto il resto. La semplicità, in particolare, è stata giudicata molto positivamente in quanto riduce enormemente le possibilità di guasti e richiede una manutenzione minima". Facile anche nel funzionamento, Ares ha richiesto un periodo di training di pochi giorni presso Coord 3: i tecnici dell'INFN hanno autonomamente sviluppato ottime capacità in poche settimane, sfruttando dell'interfaccia e le possibilità offerte dal linguaggio di programmazione. "Per l'interfacciamento della macchina con il dispositivo ACCOR sono state infine sufficienti alcune interazioni telefoniche con i tecnici di Coord 3".



Dei molteplici motivi che hanno indotto all'acquisto della macchina di Coord 3 vanno menzionati il prezzo competitivo, il linguaggio, l'interfaccia per la programmazione e la capacità di interazione con altri dispositivi attraverso le porte di I/O digitali



Durante il primo controllo di qualità i cristalli, manipolati da ACCOR, una macchina automatica progettata dall'INFN, vengono trasportati sul piano di lavoro di una macchina Coord 3: Ares