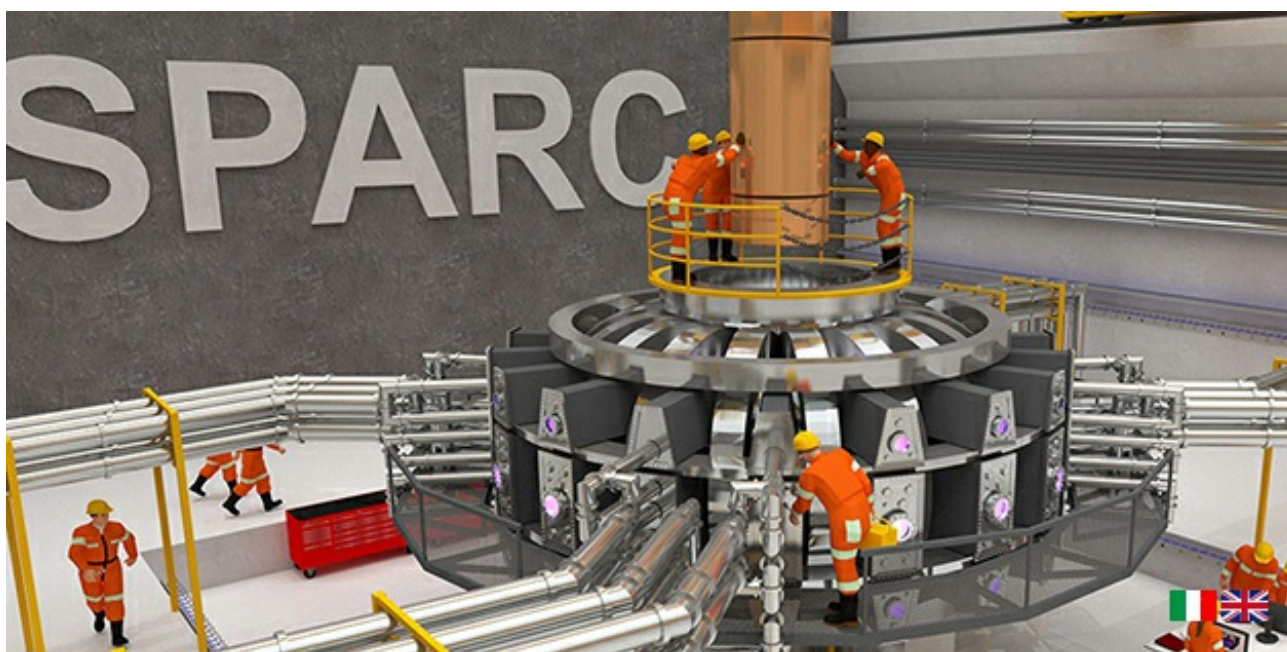


Il progetto SPARC per un reattore pilota a fusione entro i prossimi 15 anni

✍ R. Piovan 📅 28-03-2018 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/750>



Visualizzazione dell'esperimento tokamak SPARC, di Ken Filar, research affiliate del Plasma Science and Fusion Center (PSFC) / Visualization of the SPARC tokamak experiment, by Ken Filar, research affiliate of the Plasma Science and Fusion Center (PSFC).

Scopo dell'esperimento SPARC, a quanto è dato a sapere dall'ufficio stampa del Massachusetts Institute of Technology (MIT), è di realizzare un dispositivo in grado di produrre circa 100 MW di potenza da fusione per 10 secondi con un "guadagno" circa doppio rispetto alla potenza utilizzata per riscaldare il plasma, dimostrando così che i principali punti critici attualmente ancora aperti nella costruzione di una centrale a fusione possono trovare soluzione. Su questa base entro 15 anni si dovrebbe giungere alla realizzazione della prima centrale di produzione di energia da fusione.

Il progetto verrà realizzato grazie alla collaborazione tra MIT e un'azienda privata, la Commonwealth Fusion System, con un contributo finanziario dell'ENI per un importo di 50 M€. L'elemento chiave che differenzia SPARC rispetto agli attuali esperimenti è l'utilizzo di superconduttori ad alta temperatura (HTS – High Temperature Superconductors), con i quali si pensa di sviluppare preliminarmente, entro tre anni, un magnete superconduttore ad altissimo

campo che costituirà la tecnologia base per gli avvolgimenti della nuova macchina tokamak. L'incremento del campo magnetico di confinamento consente di raggiungere densità di corrente di plasma superiori a quelle attualmente previste nelle macchine come ITER o nel tokamak satellite JT-60SA, in costruzione in Giappone; i vantaggi principali in macchine ad alto campo sono evidenti e consistono nella maggiore efficienza del riscaldamento ohmico e nella maggiore densità di potenza da fusione ottenibile in ragione della maggiore densità di plasma, densità il cui limite è proporzionale alla densità di corrente (tale relazione è denominata limite di Greenwald).

Se l'idea di adottare macchine ad alto campo per la realizzazione del reattore a fusione non è nuova (come non pensare ad Ignitor proposto da Bruno Coppi e alle macchine esistenti Alcator C-Mod presso il MIT e FTU a Frascati?), la novità principale di SPARC è il tentativo di percorrere questa strada utilizzando superconduttori ad alta temperatura. Finora solo su un tokamak sferico ad alto campo di ridotte dimensioni (ST40) costruito da Tokamak Energy, una azienda privata di Culham, è stata impiegata tale tecnologia e il salto tecnologico (campo massimo, dimensioni, sforzi elettrodinamici) prefigurato in SPARC è notevole e la sfida – che chiaramente comporta rischi sulla possibilità di successo – di grande rilevanza per l'impiego futuro di questa innovativa soluzione.

Studi sempre più estesi presso i principali centri mondiali di ricerca sulla fusione sono in corso sugli HTS per gli enormi benefici che ne conseguirebbero utilizzando questa tecnologia nelle macchine per fusione, con proposte molto diversificate sulle tecnologie da adottare. Una panoramica delle soluzioni oggi maggiormente esplorate si può avere scorrendo i riassunti presentati al 4° Workshop "HTS4Fusion Conductor" che si è tenuto dal 21 al 23 marzo a Nagoya.

Non si può tuttavia tacere che le promesse ventilate nei comunicati stampa, una centrale a fusione entro 15 anni anche se a basso rendimento, sembrano alquanto ottimistiche. Rimangono tuttora diversi importanti aspetti che richiedono ulteriori sviluppi e ricerche prima di operare una centrale a fusione la cui soluzione deve ancora essere pienamente individuata. Essi sono soprattutto legati alla vita dei materiali sottoposti a forti flussi neutronici e alle tecnologie di smaltimento degli elevati flussi termici che si concentrano nel divertore della macchina, solo per citarne un paio; vale la pena ricordare che, per individuare soluzioni reattoriali a quest'ultimo cruciale punto ancora aperto, è prevista in Italia la realizzazione del Divertor Tokamak Test (DTT) da parte di ENEA con la collaborazione dei laboratori italiani ed europei, progetto che solo per la sua costruzione richiederà 7 anni. Anche il comportamento di plasmi in condizioni fusionistiche di alta temperatura e densità, pur oggetto di previsioni con sofisticate modellistiche numeriche, richiede di essere studiato e confermato da studi sperimentali che saranno possibili in SPARC; l'esperienza dimostra che costruzione di macchine, l'operazione e l'ottimizzazione del loro funzionamento e un consolidamento delle conoscenze utili per procedere con il passo successivo, pur se auspicabilmente senza intoppi, richiede tempi che sembrano stretti per un progetto così ambizioso.

Data l'urgenza di trovare soluzioni al crescente problema delle emissioni di gas serra, non si può che augurare un forte "in bocca al lupo" ai colleghi che si accingono a una così ambiziosa impresa, battendo una strada ancora inesplorata, e sperare in una loro piena riuscita.

Scopri di più: 1, 2

Translation by SIF

The SPARC project for a pilot fusion

reactor within the next 15 years

The aim of the SPARC experiment, on the basis of what is known from the Massachusetts Institute of Technology (MIT) press office, is to implement a device able to produce about 100 MW of fusion power, for 10 seconds, with a “gain” about twice as large as the power spent to heat the plasma, showing in this way that the principal and still open critical issues can be solved. On this basis, within 15 years, it would be possible to reach the realisation of the first plant for energy production from fusion.

The project will be carried out by a collaboration between the MIT and a private company, the Commonwealth Fusion System, with a financial contribution of the ENI of 50 M€. The key element making SPARC different from the present experiments is the use of high temperature superconductors (HTS), with the aim to preliminarily develop, within three years, a superconducting magnet of very high field. This will be the basic technology for the coils of the new tokamak machine. A higher confining magnetic field allows reaching plasma current densities larger than those presently foreseen in ITER or in the JT-60SA tokamak satellite, under construction in Japan. The major benefits of the high field machines are evident, being a higher efficiency of the ohmic heating and a larger power density from fusion, which can be reached as a consequence of the larger plasma density, the limit of which is proportional to the current density (the relation is called Greenwald limit).

Even if the idea of high field fusion machines is not new (how not to think to the Ignitor proposed by Bruno Coppi and to the existing Alcator C-Mod at the MIT and the FTU at Frascati?), the main novelty of SPARC is the endeavour to follow this route employing high temperature superconductors. Up to the present, this technology has been employed only on a spherical, small size, high field tokamak (ST40) by a private company of Culham, Tokamak Energy. The technological leap (in maximum field, in dimensions, in electrodynamic stress) foreseen by SPARC is remarkable and great is the relevance for the future use of this novel solution of the challenge, which clearly implies risks for the probability of success. More and more extensive investigations on the HTS are being performed in the principal fusion research centres worldwide, considering the enormous benefits that would result employing this technology in the fusion machines, with widely different proposals on the technologies to be adopted. A view of the main technologies under development can be obtained from the abstracts of the 4th Workshop “HTS4Fusion Conductor”, which has been running on 21-23 March at Nagoya.

However, it should be mentioned that the promise advanced in the press releases, on a fusion plant within 15 years, even if of low efficiency, appears to be quite optimistic. Still several important aspects exist requiring further developments and research, before a fusion plant can be operated, the solution of which has yet to be completely identified. These issues, just to mention a couple of them, are principally connected with the lifetime of the materials exposed to intense neutron fluences and to the technologies to dispose of the high thermic fluxes in the divertor. It is worth mentioning that, to find reactor solutions to the last, crucial and still open, problem, the construction of the Divertor Tokamak Test (DTT), by the ENEA with the collaboration of Italian and European laboratories, is foreseen in Italy. Only for the construction, the project will require 7 years. In addition, the plasma behaviour under fusion conditions of high temperature and density, even if the object of sophisticated numerical models, needs to be studied and confirmed by experimental studies, which will be possible with SPARC. Indeed, experience shows that the construction of the machines, their operation and commissioning and consolidation of the useful knowledge to proceed to the next step, even if hopefully without hitches, requires developing times

that look quite tight for such an ambitious project.

In view of the urgency to find solutions to the increasing problem of greenhouse gas emissions, one can only strongly wish good luck to the colleagues that are preparing for such an ambitious undertaking, opening an unexplored avenue, and hope for their full success.

Learn more about: [1](#), [2](#)