

L'ETERNA PROMESA D'UNA FAL·LÀCIA NUCLEAR

El Miratge de la Fusió

La fusió es presenta sovint com la gran esperança per solucionar definitivament el problema energètic de la humanitat. Es tracta, diuen, d'una font energètica neta i pràcticament inesgotable. A diferència de l'energia nuclear de fissió, que trenca àtoms pesats i radioactius i que genera al mateix temps deixalles radioactives que mantenen la

seva toxicitat durant desenes de milers d'anys, la fusió utilitza com a combustible àtoms d'hidrogen que en fusionar-se no generen cap mena de deixalla perillosa. Com que la quantitat d'hidrogen que podem extreure de l'aigua és immensa, les possibilitats energètiques són il·limitades.

Marcel Coderch

SECRETARI DE L'ASSOCIACIÓ PER A L'ESTUDI DELS RECURSOS ENERGÈTICS (AEREN)

De fet, el Sol és un enorme reactor de fusió que porta milers de milions d'anys funcionant i que seguirà lluint fins esgotar l'hidrogen solar. No hi ha per tant cap mena de dubte que la fusió "funciona" quan és possible utilitzar energia gravitatòria per mantenir la ignició, que és el que passa al Sol. També sabem, després de la primera explosió termonuclear que els EUA van aconseguir a l'any 1952, que és possible iniciar una reacció nuclear de fusió a partir d'una de fissió, i que la fusió és molt més potent que la fissió. El problema està en aconseguir la fusió de forma controlada i automantenida. Mentre que només tres anys després del descobriment de la fissió nuclear ja es van construir els primers reactors que permetien obtenir energia nuclear d'una manera controlada per convertir-la en electricitat, la possibilitat de fer el mateix amb una reacció de fusió és encara poc més que un somni, perquè les dificultats tècniques són molt grans. Fins fa poc la recerca ha estat limitada al món científic amb experiments a petita escala que encara no han aconseguit cap reacció controlada amb un guany net d'energia. L'ITER és una continuació d'aquests experiments i té per objectiu demostrar la viabilitat tècnica d'un reactor de fusió que generi més energia de la que consumeix. Si tot va bé, es pensa podria estar comercialment operatiu d'aquí a uns 50 anys. Els països de la Unió Europea, junt amb els EUA, Rússia, el Japó, la Xina i Corea col·laboren en aquest projecte al qual destinaran uns 10.000 milions d'euros en els propers 30 anys. La comunitat científica està molt dividida entre els qui pensen que el projecte pot tenir èxit i els qui pensen el contrari. William Parkins, un científic que va participar en el projecte Manhattan, és dels que pensen que el projecte fracassarà per raons tècniques i econòmiques, i recentment ha publicat a la revista *Science* les raons del seu escepticisme, que són les que a continuació resumim.

Per tal d'aprofitar l'energia de fusió s'han d'aconseguir dues qüestions bàsiques. La primera és provocar la fusió dels àtoms d'hidrogen escalfant una barreja d'isòtops (els més fàcils són el deuteri i el triti) fins a tem-

peratures properes als 100 milions de graus centígrads, i la segona és extraure l'energia de la zona del reactor on té lloc la fusió per convertir-la en calor i electricitat. Com que no hi ha cap material que aguanti la temperatura de fusió, els àtoms a fusionar s'han de mantenir allunyats de les parets del reactor mitjançant uns potents camps electromagnètics. Fins avui, l'energia necessària per crear aquests camps i per escalfar el plasma és superior a l'obtinguda en les reaccions que s'han aconseguit. El millor experiment ha generat només el 60% de l'energia consumida i ha durat centèsimes de segon. Aquest però no és l'únic problema. Fins i tot si s'arriba a generar de forma regular més energia de la necessària per aconseguir la fusió —aquest és l'objectiu bàsic de l'ITER— quedaria per resoldre el problema de com extraure aquesta energia del nucli del reactor —un aspecte que l'ITER deixa per més endavant. La major part de l'energia generada en cada fusió de dos àtoms d'hidrogen es traspasa a un neutró que surt despatxat a gran velocitat. Aquest neutró ha de ser frenat per les parets del reactor per transformar l'energia cinètica del neutró en calor. A més, com que no hi ha triti natural, per tal que la reacció pugui continuar aquesta paret ha de contenir liti, que es transforma en triti quan es bombardeja amb neutrons. Tot això fa que les parets del reactor estiguin sotmeses a una intensa radiació i a cicles tèrmics que van degradant les propietats del material fins a esquerdar-lo. Com que és necessari mantenir un buit total en el nucli del reactor, l'experiència indica que s'hauran de substituir periòdicament les parets internes, la qual cosa, a banda de generar residus radioactius, i de requerir sofisticats sistemes de manipulació a distància, vol dir que el reactor s'haurà d'aturar periòdicament.

Totes aquestes dificultats tècniques, suposant que es puguin arribar a superar, tenen una traducció en termes econòmics. Durant els anys setanta, els EUA, la Gran Bretanya i el Japó van treballar en un disseny conceptual d'un reactor a escala industrial que va fer la Universitat de Wisconsin i que va avaluar econòmicament la Betchel Corporation, arribant a la conclusió que seria entre quatre i sis vegades més car

que les centrals de carbó i de fissió de l'època. Un fet que va refredar les expectatives i que ha fet que els EUA sempre hagin estat molt escèptics sobre la viabilitat econòmica d'aquesta tecnologia, fins al punt que fa uns anys van sortir-se del consorci ITER i ara s'hi han reincorporat només parcialment. Avui els càlculs no són massa diferents. Una planta de 1.000 MWe requereix

una potència tèrmica d'uns 3.000 MW, un 20% dels quals han de ser absorbits per la paret del reactor. Suposant una transferència tèrmica d'uns 0,3 MW/m² (semblant a la d'un reactor de fissió), la paret ha de tenir una superfície d'uns 2.000 m². Per absorbir els neutrons i protegir l'exterior de la radiació, la paret ha de tenir un gruix aproximat d'1,7 metres de materials especials que sent conservadors podem estimar que costaran uns 180\$/kg, la qual cosa donaria un cost, només per a la paret interna de 1.800\$/kWe, gairebé el que costa tota una central de fissió actual, i tres vegades el que costa una de gas natural. Afegim-hi el cost del vas del reactor, el generador de camps electromagnètics amb els corresponents sistemes de fred criogènic, l'escalfador de plasma, els compressors d'hidrogen, la separació isotòpica, els extractors d'heli, els intercanviadors de calor, les turbines, l'edifici, etc. Tot plegat tindria unes dimensions d'almenys el doble que les centrals nuclears actuals i un cost estimat de 15.000 milions de dòlars per central, o 15.000 \$/kWe. Amb un factor de disponibilitat del 80% i uns costos d'operació del 17% de la inversió, aquests costos multipliquen per set els costos actuals de

Les perspectives tècniques i econòmiques són molt minses. Com a font energètica la fusió sempre estarà a 50 anys vista.

generació elèctrica. Segurament per tot això cap empresa ni inversor privat no està disposat a invertir en l'ITER ni un sol euro.

Les perspectives tècniques i econòmiques semblen, doncs, molt minses. El més probable és que l'ITER sigui un gran experiment on aprendrem molta física i on descobrirem, com diu l'acudit, que com a font energètica la fusió està a 50 anys vista i sempre ho estarà. Invertir en una possibilitat com aquesta, per remota que sigui, pot tenir sentit, però en tindria molt més si al mateix temps invertíssim també una quantitat semblant en altres tecnologies energètiques, com ara la solar fotovoltaica i altres renovables, que tot i que no prometen un futur idíl·lic, si més no tenen més probabilitats d'obtenir retorns certs.

