

Kutil vyrobil termojaderný reaktor

Španělský inženýr si v garáži postavil zařízení na udržení plazmatu v nádobě

Někoho baví šplhat na osmitisícovky, jiný lepší loď Santa Maria v lahvi, další sbírá hasičské helmy. Ale najdou se i „podivíni“, kteří si doma staví termojaderný reaktor.

MILAN ŘÍPA

Občas se ve sdělovacích prostředcích objeví zpráva, že si někdo postavil zařízení napodobující umělé slunce v kapsním vydání. Stolní „fúze“ slibuje snadná řešení těžko řešitelných problémů s nedostatkem energie.

Vicente M. Queral, padesátiletý inženýr ze Španělska, vytvořil něco mnohem reálnějšího. Rozhodl se, že si v garáži postaví termojaderné zařízení. Skromně jej nazval „Malinký torus“ (Ultra Small Torus, zkráceně UST). Do stavby se pustil proto, že chtěl vyzkoušet své schopnosti. Podobnou motivaci najdete u většiny jeho kolegů pracujících na velkých experimentech.

Peníze prioritou

Španěl Vicente Queral ovládá angličtinu, francouzštinu a základy němčiny. Dále řadu jazyků počítačových zaměřených na 3D projektování, matematické výpočty – zejména simulace. Napočítal jsem jich kolem dvaceti. Vicente Queral je také dobrým elektrotechnikem i obráběčem kovů. Na živobytí si vydělával především ve výzkumu a vývoji.

Před dvěma roky jej fúzní inženýrství zaujalo natolik, že se rozhodl postavit si menší fúzní reaktor doma. Předem vyloučil tzv. inerciální přístup – ostřelování terčíku fúzního paliva energetickým svazkem – a zaměřil se na nejpoužívanější metodu: tzv. magnetické udržení.

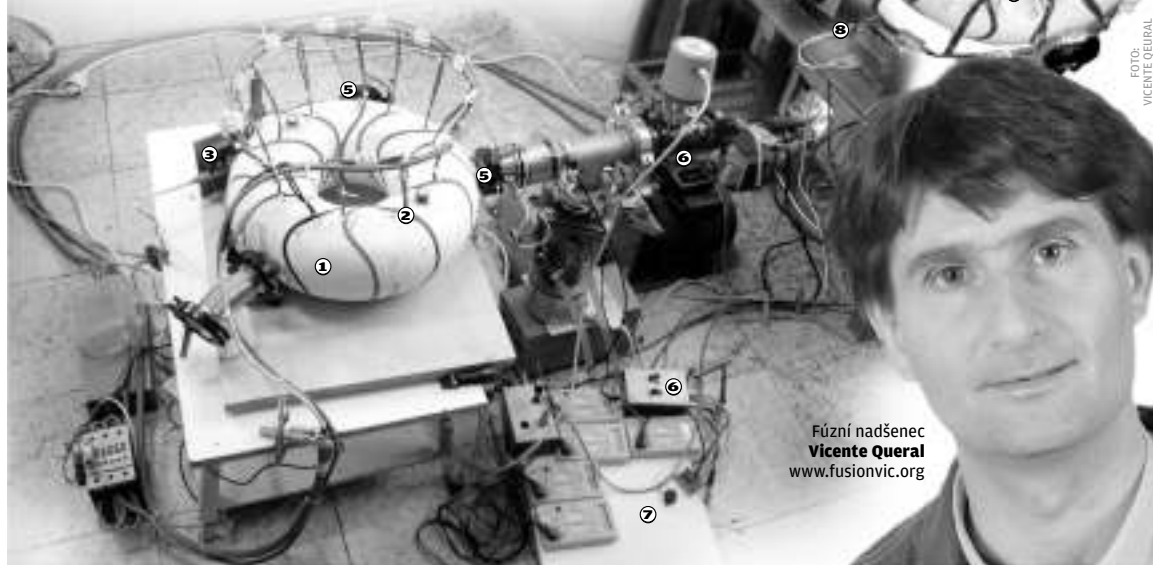
V tomto případě horké a velmi „neposlušné“ plazma drží ve vymezeném prostoru tvaru prstence silné magnetické pole.

Šíkula z garáže

Španělský inženýr **Vicente Queral** si chtěl ověřit své intelektuální a manuální schopnosti. V garáži si sestavil zařízení, které dokáže udržet plazma v uzavřeném prostoru. Plazma má teplotu několika tisíc stupňů. Jde o plyn ionizovaný elektromagnetickým polem.

Kutil nazval svůj výtvar **Ultra Small Torus (Malinký torus)**

- | | | |
|---|--|----------------------------------|
| ① prstencovitá (toroidální) komora, ve které se pomocí magnetického pole udržuje plazma | ③ kamera připojená k počítači pomocí sběrnice „firewire“ | ⑦ počítačový sběr naměřených dat |
| ② modulární cívký prstencovitého magnetického pole | ⑤ elektronové trysky | ⑧ zdroje napětí |
| | ④ čerpaní a měření vakua | |



Španělský kutil se hned na začátku musel rozhodnout, jaké termojaderné zařízení postaví, zda stelarátor, nebo tokamak.

Rozdíl mezi oběma zařízeními je v tvorbě magnetického pole. Stelarátor spoléhá pouze na magnetické pole vytvářené cívkami mimo prstence, ve kterém je drženo plazma. Tokamak využívá magnetické pole elektrického proudu protékajícího přímo plazmatem.

Po pečlivé analýze, kde prioritou byly finanční náklady, zvolil Vicente Queral stelarátor.

Pro odborníky může být volba

překvapením, neboť standardně se považuje tokamak za jednodušší zařízení než stelarátor. Ovšem jednodušší fyzikálně nemusí nutně znamenat jednodušší výrobně. Tokamak vyžaduje značný výkon pro vybudování magnetického pole a elektrického proudu v plazmatu a navíc to vše během relativně krátké doby.

U stelarátoru „komplikace“ s buzením elektrického proudu v plazmatu odpadají, zato je bohatě vynahradí náročnost výroby elektromagnetických cívek, které mají udržet plazma. Queral zvolil „nejjednodušší

variantu“ (tzv. stelarátor s modulárními cívkami). Ale i tak musel naplnit rozehrát škálu svých dovedností a předvést několik nových.

Nejprve napsal program pro simulaci magnetického pole v závislosti na tvaru cívek, který nazval SimPIMF. Posléze vybíral z tisíců variant. Podle výsledku simulace navrhl, vyrobil a naprogramoval frézu, která na povrchu prstence vyřezala do speciální sádky drážky pro dvanáct budoucích cívek.

Zatímco běžné frézy se pohybují v pravoúhlých souřadnicích, tato fréza respektovala souřadnice

jednoduše popisující prstencovitou povrch nádobu prstence. Postup je již patentován.

Do drážek kutil vložil měděný vodič, ale v další verzi svého UST počítá se supravodičem.

Poté musel Vicente Queral zkontrolovat magnetické pole vytvořené modulárními cívkami. I zde si poradil. Z halogenové lampy vyrobil elektronovou trysku, kterou vysílal svazek nabitých částic na cestu prstencovitou nádobou. Elektrony pochopitelně sledovaly siločáry magnetického pole. Queral postavil do cesty svazku průhledné stínítko

a obraz na něm ho přesvědčil, že má uzavřené magnetické plochy.

Stelarátor byl hotov. Jako zdroj plazmatu a jeho ohřevu posloužil magnetron z mikrovlnné trouby. Zařízení už funguje a poprvé vytvořilo plazma. Ale Queral zatím není zcela spokojen, což při jeho pili znamená, že výsledky se jistě zlepší.

Koncem roku 2006 přednášel Queral vědcům ze španělské fúzní laboratoře CIEMAT. Nabídl své zařízení pro univerzitní výuku s tím, že bude svůj stelarátor dále vylepšovat.

Queral prokázal nesmírnou programátorskou a inženýrskou zručnost a v neposlední řadě i manuální šikovnost. Jeho UST toho pořadí první je důkazem relativní dostupnosti „termojaderného“ zařízení. Queral má webové stránky, kde velmi podrobně popisuje postup prací spolu s detailním přehledem cen zakoupených materiálů a přístrojů.

Stačily necelé čtyři tisíce eur

Celková cena zařízení byla 3700 eur. Počítáno od vakuového systému za 1600 eur až po lepidlo pro dřevěnou formu za jedno euro. K tomu ještě 2000 hodin práce.

Výkon Vicenta Querala kromě jeho invence vypovídá o stavu fyziky a technologie termojaderných zařízení. Ta je už tak dokonalá, že se do stavby malého zařízení může pustit jednotlivec. V každém případě je Ultra Small Torus 1 teprve třetí modulární stelarátor na světě a první stelarátor postavený jednotlivcem.

Ovšem jak uvedl koncem loňského roku Detroit Free Press: Ve městě Rochester Hill postavil sedmnáctiletý Thiago Olson rodičům ve sklepě termojaderné zařízení. Mladík nepoužil k udržení plazmatu magnetické pole, a zařízení je tedy konstrukčně jednodušší. Jako zdroj vysokého napětí použil vyřazený rentgenový přístroj.

Jeho matka projevila obavu, aby mu neublížily fúzní neutrony.

Autor pracuje v Ústavu fyziky plazmatu AV ČR