

Ing. Daniel Valúch, PhD. - Slovák v CERNe

Publikované: 05.01.2012, Kategória: Interview

www.svetelektro.com

Dnes si predstavíme Slováka, ktorý pracuje v CERNe a podieľa sa na stavbe vysokofrekvenčných systémov pre urýchľovač.

Ako ste sa dostali k práci v CERNe?

Do CERNe som sa dostal v roku 2000 cez jeden z programov pre študentov, v tom čase som bol v poslednom ročníku inžinierskeho štúdia na elektrofakulte v Bratislave. V rámci ročného pobytu som pracoval na projekte v CERNe, ktorého výsledkom bol merací prístroj použitý na testovanie klystrónových zosilňovačov pre urýchľovač LHC. Na fakulte ten projekt akceptovali ako moju diplomovú prácu. Jeden by neveril koľko problémov a vybavovania bolo v tom čase s tak samozrejmom vecou ako je napísať diplomovku v angličtine.

Neskôr som v rovnakej skupine pokračoval ako doktorand a od roku 2004 pracujem v CERNe ako kmeňový zamestnanec v skupine vysokofrekvenčných systémov.

Ako sa dá dostať do CERNe?

CERN má množstvo programov pre študentov, doktorandov, ľudí po ukončení školy, spolupracovníkov alebo zamestnancov. Všetky ponuky, informácie a administratíva súvisiaca so žiadosťou o zamestnanie je dostupná na stránkach ert.cern.ch. CERN je fyzikálne laboratórium, ale veľká väčšina študentov a zamestnancov, ktorí pracujú priamo pre CERN nie sú časticoví fyzici, ale vedci v aplikovaných odboroch, inžinieri, programátori a pod. Pokrývajú takmer všetky technické oblasti od IT záležitosti, programovania, riadiacich systémov, elektrotechniky, elektroniky, strojárstva, materiálových vied, chémie, ochrany pred žiarením až po napríklad stavebníctvo.

Pokiaľ má človek dobre vzdelanie, zručnosti a referencie a kvalitne spracuje svoju prihlášku nie je zase až taký veľký problém dostať sa minimálne na študentské alebo fellow pozície. Ak sa neskôr ukáže že sa dokáže rýchlo učiť nové veci, má otvorenú myseľ a dokáže pracovať v kolektíve je veľká šanca, že v CERNe ostane na dlhší čas.

Sám som teraz už na druhej strane a študentov alebo čerstvých absolventov si vyberám a vediem aj ja. Bohužiaľ musím povedať, že kvalitných kandidátov napriek tomu že prichádzajú z celej Európy, minimálne v mojej oblasti (elektronika) je málo. Človek prejde stovky životopisov a medzi nimi doslova zažiaria 1-3 kandidáti, ktorých si budúci supervízori hneď rozchytajú. Ale to je na dlhšiu debatu.

Čo si myslíte o meraniach neutrín, ktoré údajne prekonal rýchlosť svetla?

Tieto merania sú veľmi komplikované. Pretože sa jedná o veľmi zložité systémy je veľké množstvo potenciálnych zdrojov chýb. Ide o fyzikálne procesy, kde treba presne určiť, kde neutrína vznikajú, kde presne sú zaznamenané a na tom všetkom ešte sedí asi gazilión elektronických systémov, ktoré treba super presne charakterizovať a okalibrovať.

Kolegovia z experimentu Opera urobili obrovský kus práce, aby charakterizovali celý systém, ktorý je mimochodom aj geograficky veľmi rozsiahly - koniec jednej vákuovej komory je od začiatku tej druhej vzdialený vyše 730km. Svojím analýzám aj po všetkých kontrolách veria, tak sa obrátili na odbornú verejnosť, aby získali nezávislý názor.

Rovnaký experiment teraz treba nezávisle zopakovať na inom zariadení, napríklad v USA alebo Japonsku a výsledky porovnať. Odpoveď budeme poznať možno už o 2-3 roky.

Len synchronizácia hodín s nanosekundovou presnosťou na takúto vzdialenosť je pomerne náročná úloha, uplatňujú sa okrem iného napríklad vplyvy gravitácie alebo to či sa atómové hodiny z jedného do druhého laboratória viezli autom alebo lietadlom.

Koľko vedcov zo Slovenska ešte v CERNe pracuje?

V CERNe je do 15 kmeňových zamestnancov zo Slovenska (nemám teraz v rukách aktuálne číslo), niekoľko študentov a do stovky "užívateľov". Užívatelia sú externí spolupracovníci, ktorí pracujú na svojich inštitútoch, napríklad na akadémií vied, alebo univerzite a podieľajú sa na výskumoch na urýchľovačoch. Sú to hlavne časticoví fyzici, ktorí sú zoskupení okolo experimentov.

Do CERNe dochádzajú na pobyty v dĺžke typicky týždňov až mesiacov.

Ako prebieha urýchľovanie častíc?

Princíp je veľmi jednoduchý, ale jeho realizácia je už trochu na dlhšie. Na nabitý objekt (elementárna častica, zrno prachu, alebo guľa pokrytá nábojom) silovo pôsobí elektromagnetické pole. Asi si ešte pamätáme z fyziky pojem Lorentzova sila. Ten nám hovorí že na nabitý objekt pôsobí elektrické pole a vzniknutá sila dokáže meniť aj veľkosť aj smer vektora hybnosti daného objektu.

Dokáže taký objekt urýchliť, ale aj ovplyvniť smer pohybu. Magnetické pole zase pôsobí len na pohybujúci sa nabitý objekt a dokáže meniť len smer vektora hybnosti, nie jeho veľkosť. Nedokáže časticu urýchliť, ale dokáže meniť ich smer. A to veľmi efektívne.

Ako najjednoduchší príklad si môžeme predstaviť dosky kondenzátora medzi ktorými sa nachádza urýchľovaná častica.

Začne sa pohybovať. Nakoniec ešte donedávna mal doma malý urýchľovač každý, či už vákuové elektrónky alebo CRT obrazovky.

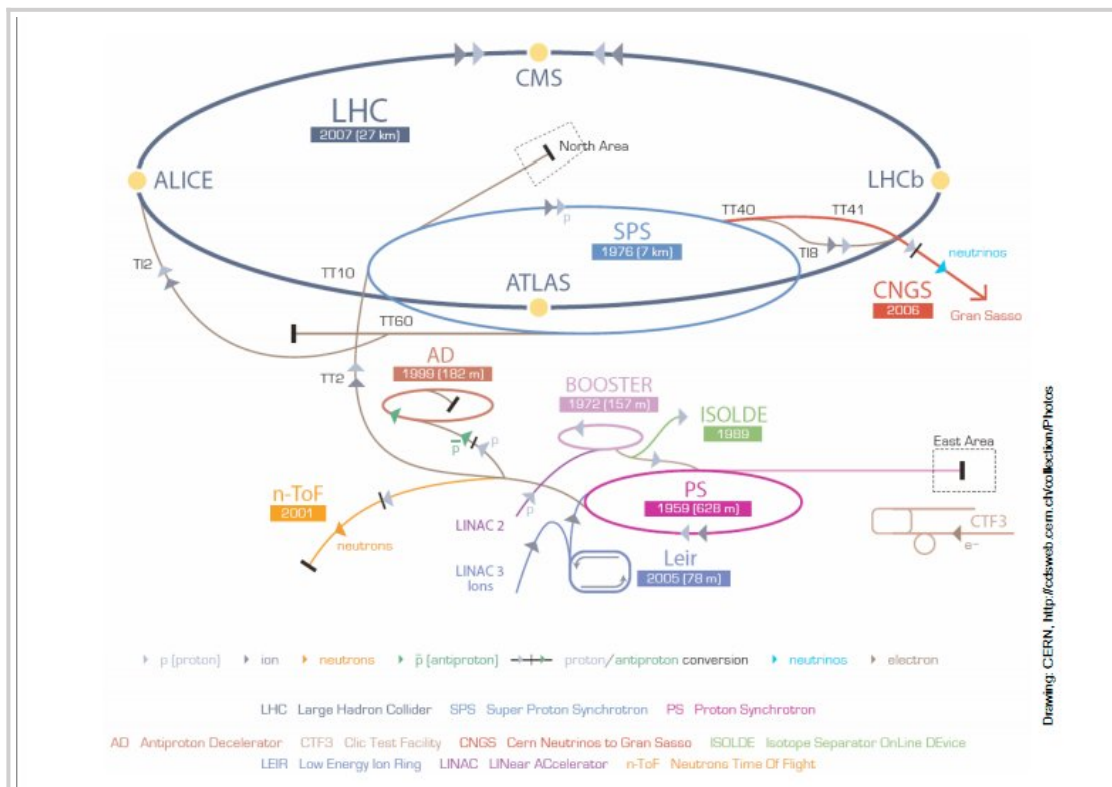
V reálnych urýchľovačoch je to ale trochu zložitejšie. Jednak treba brať ohľad na dynamiku pohybujúceho sa zväzku, ktorá predstavuje určité limitácie a komplikácie a samozrejme systém je potrebné nejakým spôsobom aj zrealizovať. Článok je uverejnený na serveri pre technikov takže o dynamike zväzku nebudeme hovoriť, namiesto toho sa pozrieme skôr na technickú realizáciu.

V obrazkách sme mali urýchľovacie napätie 25kV (dostaneme 25keV elektróny), ale energia zväzku v urýchľovačoch je o mnoho rádov vyššia.

Napríklad LHC dosiahne v roku 2014 energiu 7TeV, čo znamená, že zväzok musí urýchliť napätie o veľkosti 7 TV, inými slovami 7 000 000 000 000 Voltov. To je celkom dosť na nejaký napájací zdroj a dosky kondenzátora. Preto sa vo väčšine urýchľovačov používa na urýchľovanie striedavé napätie, sú kruhové takže zväzok preletí cez urýchľovacie štruktúry veľa krát a na zvýšenie napätia sa používa princíp rezonancie.

V menších urýchľovačoch zväzok popri naberaní energie stále aj skutočne zrýchľuje. Pri určitej energii sa potom pohybuje už blízko rýchlosti svetla, takže už nemá kam ďalej zrýchľovať a namiesto toho začína naberať hmotnosť. Aby som tento jav ilustroval číslami, v urýchľovačoch na začiatku

CERNského komplexu častice zrýchlia z "nuly" na desiatky percent c, potom keď sa dostanú do druhého najväčšieho urýchľovača SPS už zrýchlia len o 1-2%, v LHC už rádo len 0.01%. Namiesto toho sú ale 7000 krát ťažšie.



Tento jav má vplyv na konštrukciu urýchľovacích systémov. Koeficient kvality (Q) rezonančného obvodu nám okrem šírky pásma hovorí aj o tom koľko sa zvýši napätie na rezonančnom obvode oproti napätiu, ktoré do obvodu dodávame (veľmi zjednodušene povedané). V malých urýchľovačoch sú potrebné napätia jednotiek až desiatok kV ale frekvencia sa mení aj o 1-2-3 oktávy. Vo väčších urýchľovačoch sú už potrebné stovky kV až jednotky MV a šírka pásma klesne na niekoľko percent. V najväčších urýchľovačoch zase desiatky MV a šírka pásma je obyčajne zanedbateľná.

Tieto parametre majú potom vplyv na to aký typ urýchľovacej štruktúry sa môže použiť. V malých urýchľovačoch sa používajú klasické LC obvody, kde kapacita je fixná (predstavuje dosky medzi ktorými sa urýchľuje) a frekvencia sa ladí jednosmerným sytením feritových prstencov, ktoré tvoria cievku v rezonančnom obvode. Zosilňovače typicky dodávajú výkon desiatok kW a jednosmerný ladiaci prúd poľahky dosahuje hodnôt kilo ampérov. U väčších urýchľovačov sa typicky používajú rezonátory s postupnou vlnou, ktoré dokážu vyvinúť napätie pár MV pri vybudení výkonom ~1MW a šírke pásma ~1%.

U najväčších urýchľovačov sa používajú dutinové rezonančné obvody, ktoré majú fixnú frekvenciu. Podľa toho či sú normálne vodivé alebo supravodivé pri napájaní zosilňovačmi v ráde 100kW až 1MW dokážu vytvoriť napätie v ráde jednotiek až desiatok MV. Regulácia napätia a fázy urýchľovacieho pola je veľmi náročná a okolo celého systému pracujú desiatky radiacií spätoväzobných slučiek, často naviazaných napr. na atómové normály frekvencie.

Čo je Vašou náplňou práce?

Pracujem v skupine vysokofrekvenčných systémov. Naša sekcia má na starosti všetky nízkovýkonové vf systémy (spomínané radiacie slučky). Moja náplň práce je pomerne rôznorodá. S kolegami mám na starosti vysokofrekvenčné

systemy pre urýchľovače SPS a LHC. Od definície a identifikácie problémov, návrh metód ako ich riešiť, návrh systémov, ktoré budú danú funkciu realizovať, realizácia, testovanie, inštalácia do urýchľovačov, prevádzka.



Posledné 3 roky mi pomerne veľa času zaberá prevádzka systémov, ktoré som (v rámci spomenutých aktivít) navrhol a skonštruoval pre LHC. Staráť sa o chod LHC je veľmi náročná, ale zároveň veľmi zaujímavá úloha. Systémy musia bežať nonstop, už hodinový výpadok je pomerne ošemetná záležitosť, niečo čo spôsobí niekoľkonásobnú stratu zväzku alebo napríklad 4-6 hodinový výpadok je už považované za veľmi vážny prieser.

Keďže vysokofrekvenčný systém je pre chod urýchľovača životne dôležitý akýkoľvek vývoj, úpravy, update alebo upgrade hocičoho podlieha veľmi prísnemu testovaniu v laboratóriu a na uvoľnenie zmien do funkčného systému sú pomerne rozsiahle procedúry. Na druhej strane to človeka naučí myslieť 5 krokov dopredu, robiť veci poriadne, predpokladať ako môžu veci zlyhať alebo nechávať si zadné dverka pre prípad, že bude treba veľmi kreatívne riešiť problémy v ostrej prevádzke.

Je to náročné, ale zároveň extrémne zaujímavé a keď človek finálne vidí všetko spolu fungovať tak ho to naplňa veľmi dobrým pocitom.

Publikácie Ing. Daniel Valúcha, PhD.:

http://dvaluch.web.cern.ch/dvaluch/seminar/re2009_talk.pdf

<http://dvaluch.web.cern.ch/dvaluch/seminar/radio%20frequency>

Ako sa spracúva to množstvo údajov, ktoré vznikne?

Áno, dátové toky vo vnútri experimentov sú v rade petabajtov za sekundu. Každý experiment zaznamenáva 40 miliónov zrážok za sekundu. Tieto ale filtrujú obrovské farmy programovateľných obvodov priamo v experimentoch na stotisíce za sekundu, následné farmy počítačov blízko experimentov na úroveň desiatok až stoviek za sekundu a až potom sa dáta ukladajú na pásky vo výpočtovom centre a posielajú na spracovanie do celého sveta.

Takto vyfiltrované dáta stále predstavujú kapacitu desiatok petabajtov ročne. Spracovávajú ich státisíce procesorov po svete.

Popri tak náročnej práci máte aj voľný čas? Ak áno, ako ho trávite?

Každý má toľko voľného času koľko si urobí. Rád pracujem v klude napríklad večer alebo cez víkend a potom si raz za rok vyberiem dlhú dovolenku, kedy sa úplne odpojím a nečítam ani maily.

Sú ľudia, ktorým vyhovuje 8 hodinová pravidelná pracovná smena (hlavne technici a nižší personál), ktorí majú pomerne dobre definovanú prácu.

Naproti tomu veľa pracovníkov má zase tvorivú veľmi málo štruktúrovanú prácu a veci sa musia riešiť tak ako prídu podľa priorit. Majú zodpovednosť za prevádzku a často treba (ako som už spomínal) veľmi kreatívne riešiť problémy. Ľudia z tejto skupiny sú do práce obvyčajne veľmi zapálení, veľmi motivovaní a často pracujú dlho a aj cez víkendy. Nie preto, že musia,

ale preto, že chcú. CERN je v tomto ohľade veľmi dobrý zamestnávateľ, dôležitá je odvedená práca, nie hodiny strávené na pracovisku a ľudia sú za dobre odvedenú prácu aj hodnotení.

Viac info: www.cern.ch

Spracovala: Martina Gálusová