

novosti i zanimljivosti



Uređuje: Mirko Klaić, dipl. ing.

Atomski satovi

Više desetaka vrhunskih graditelja satova u svijetu stalo se u New Orleansu, SAD, jednog sparnog tjedna u svibnju 2002. godine da bi prikazali svoje najnovije pronalaskе. Među njima nije bilo finomehaničara; bili su to znanstvenici, a razgovori su im brujali od spektara i kvantnih stanja, a ne od prijenosa ili nemirnica. Danas oni koji hoće graditi vrlo točne satove, moraju što prije savladati neka područja iz fizike i inženjerstva, da bi znali kombinirati lasere, koji kao impulsi traju samo trilijunti dio sekunde, s komorama koje hlade atome na temperaturu od nekoliko milijuntih dijelova stupnja iznad apsolutne nule. Također moraju loviti pojedine ione u zamke od svjetla ili elektromagnetizma i manipulirati spinom elektrona i njihovim orbitama.

Zahvaljujući značajnom tehničkom napretku, vještina ultrapreciznog mjerenja vremena je napredovala brzinom nevidenom prije 30 ili više godina. Ovih se dana odličan cezijev atomski sat vrste Agilent prodaje po 63000 dolara, a »otkucava« sekunde s točnošću oko jedne mikrosekunde mjesečno, tj. njegova frekvencija točna je u pet dijelova od 10^{13} . Primarni etalon vremena za SAD je cezijev atomski sat instaliran 1999. godine u laboratoriju ustanove National Institute of Standards and Technology (NIST), Boulder, Colorado, i ima točnost *jedan dio od 10^{15}* (obično se jednostavnije piše kao i pogreška 10^{-15}). To je 500 puta veća točnost od najboljeg sata u NIST-u 1975. godine. Recimo još i ovo: nešto je više od 200 sličnih satova širom svijeta od kojih se izračunava srednja vrijednost da se dobije Coordinated Universal Time (UTC). Ali od sloga atomskih satova koji će nakon 2005. godine letjeti na međunarodnoj svemirskoj postaji (ISS), očekuje se da će »otkucavati« s nesigurnošću boljom od 10^{-16} . Od uspješnih prototipova novih konstrukcija satova – uređaja koji dobivaju vrijeme od kalcijevih atoma ili iona žive umjesto cezija – *vodeći fizičari očekuju da će unutar tri godine točnost porasti na 10^{18}* , tj. 1000-struko poboljšanje u manje od jedne dekade.

Točnost možda nije potpuno odgovarajuća riječ. Sekunda definirana 1967. godine međunarodnom odlukom je: *»trajanje 9 192 631 770 perioda onog zračenja koje odgovara prijelazu između dviju hiperfinskih razina osnovnog stanja atoma cezija 133«*. Ostavimo za trenutak po strani što to znači; važno je za mjerenje sekunde baciti pogled na probleme. Vrlo brzo novim satovima se ne će moći – strogo govoreći – mjeriti sekunda. To je neugodnost za graditelje satova, jer kako mjeriti točnijim satovima od onih pomoću kojih je sekunda definirana?

Dalje na putu su i mnoga temeljna ograničenja: kako je Einstein teoretski dokazivao, a eksperimenti potvrdili, vrijeme nije apsolutno. Brzina hoda nekog sata se smanjuje kada se poveća gravitacija ili kada se sat kreće brže

relativno prema promatraču. Ultraprecizni satovi, koji će biti na svemirskoj postaji mogu pomoći da se dokažu postavke teorije relativnosti. Također treba ispitati efekte relativnosti u slučaju kada je preciznost sata 10^{-18} , tj. pogreška je manja od pola sekunde u vremenu cijele starosti svemira? Osim toga nema na svijetu tehnologije koja može sinkronizirati više satova takve preciznosti.

Zašto poboljšavati atomske satove? Trajanje sekunde može se već mjeriti do na 14 decimalnih mjesta, tj. preciznost je 1000 puta veća od neke druge osnovne mjerne jedinice. Jedan razlog za povećanje točnosti je ako se sekunda shvati kao važnija osnovna jedinica. Tri od ostalih šest osnovnih jedinica – metar, lumen i amper – sada su definirani i sekundom. Kilogram i mol bi mogli biti sljedeći. Ako se u fizici masa izrazi pomoću energije – poznata formula – a potom energija pomoću frekvencije formulom za energiju fotona, dolazi se do toga da se kilogram može definirati i sekundom.

Ipak su stabilniji i prijenosni satovi velike točnosti bili također velika korist za navigaciju, povećavši točnost i pouzdanost sustava GPS (i Galileo, konkurentni sustav u razvoju u Europi). Točni satovi pomogli su agenciji NASA pratiti svoje satelite, omogućili su uslužnim i komunikacijskim tvrtkama pronalaženje kvarova u njihovim mrežama i povećali su sposobnost geologa da točno lociraju potrebe i eksplozije nuklearnih bombi. Astronomi ih mogu upotrijebiti za kombiniranje većeg broja teleskopa u sustave što nevjerojatno izoštrava njihove slike. I jeftini atomski satovi veličine čipa vjerojatno će imati bezbroj nepredvidivih primjena.

Da bi se razumjelo zašto je mjerenje vremena iznenađujuće »prebacilo« u višu brzinu, treba nešto znanja o tome kako radi atomski sat. U načelu, atomski sat je vrlo sličan drugim kronometrima s oscilatorom koji »kuca« na pravilan način i brojiom koje kucanje pretvara u sekunde. To kucanje u cezijskom satu nije mehaničko (kao njihalo) niti elektromehaničko (kao kvarni kristal). Ono je kvantno-mehaničko: foton svjetla, kojeg apsorbira vanjski elektron atoma cezija, izaziva da elektron okrene svoje magnetsko polje, a time i svoj spin. Za razliku od njihala i kristala, svi atomi cezija su identični. I svaki okrene spin kada ga uzbude mikrovalovi frekvencije od 9 192 631 770 perioda u sekundi. Za mjerenje sekunde, sat gleda svoj mikrovalni generator da ustanovi kada reagira najviše atoma cezija (rezonancija). Tada je frekvencija mikrovalnog generatora jednaka navedenoj karakterističnoj frekvenciji cezija i tada počinje odbrojanje perioda za jednu sekundu. Ima više načina rada takvih satova.

Naravno, u kvantnoj fizici ništa nije tako jednostavno. Zbog principa neodređenosti (Heisenberg), Dopplerovog efekta i slično javlja se problem neidentičnosti atoma cezija. Zbog toga četiri od pet najboljih atomskih satova na

svijetu – u NIST-u, SAD, u US Naval Observatory, Washington D.C. i u institutima za standarde u Parizu i Braunschweigu, Njemačka, imaju super hlađenje plina cezija da bi svi atomi imali jednako energetska stanje. Pomoću šest laserskih zraka, koje se sijeku, zaustavljaju se atomi gotovo do potpunog mirovanja, drugim riječima ohlađeni su do temperature niže od dva mikrokelvina. Takvi satovi uvedeni su 1996. godine i ubrzo su uklonili 90 posto mjerne nesigurnosti internacionalnog atomskog vremena.

Još nešto o novijim i zanimljivim događajima u tom području.

- Jedan od problema je i vrijeme potrebno za promatranje pri mjerenju. Institucija NIST vodi jedan od tri projekta za ugradnju atomskih satova na međunarodnu svemirsku postaju. Tamo će se moći lansirati skupina atoma brzinom od 15 cm u sekundi kroz tunel duljine 74 cm. Tada će na raspolaganju biti 5 do 10 sekundi za observaciju. Projekt *Primary Atomic Reference Clock in Space* (PARCS), vrijedan 25 mln dolara trebao bi povećati točnost na pet dijelova od 10^{17} . Ako PARCS bude lansiran u 2005. godini, kako je planirano, mogao bi raditi na postaji zajedno s atomskim satom Europske svemirske agencije nazvanim *Atomic Clock Ensemble in Space*, ACES. Oba sata omogućila bi vrlo točno mjerenje, budući da na postaji praktički nema gravitacije – samo tzv. mikrogravitacija. Treći sat, nazvan *Rubidium Atomic Clock Experiment*, RACE, planirano je da slijedi u 2008. godini. Umjesto s cezijem, radit će s rubidijem, da bi se smanjio negativni efekt tzv. hladnih sudara atoma, koji su kod cezija česti. Pri temperaturi od mikrokelvina atom rubidija je 50 puta manji od cezijevog i sudari su znatno rjeđi. To bi omogućilo da RACE postigne pogrešku od 10^{-17} , što je pet puta manje nego kod PARCS-a i ACES-a.

- U kolovozu 2001. godine skupina istraživača iz NIST-a izvijestila je o nečemu, što najveći dio graditelja satova nije nikad doživio: optički atomski sat koji se temelji na jednom atomu žive! To se čini kao prirodni pokušaj da se učini odmak od mikrovalova frekvencije u GHz u područje svjetlosti s frekvencijama u THz. Optički fotoni posjeduju dovoljno energije da bi elektrone izbili u više putanje – nije više potrebno baviti se suptilnim stvarima kao što je spin elektrona. Elektroni se spontano vraćaju u niže putanje i pritom emitiraju fotone svjetlosti. Ostaje ipak problem brojanja, pa se izjavljuje da nitko ne zna kako izbrojiti 10^{16} perioda u sekundi. Još je 1999. godine skupina u *Institutu Max Planck* u Njemačkoj pronašla put za direktno mjerenje optičke frekvencije koristeći referentni laser koji pulzira frekvencijom od jednog GHz. Ipak, drugi su mišljenja da je to vrlo teško ostvariti.

- Već spomenuta skupina iz NIST-a izgradila je elementarni optički sustav sata oko iona žive, koji su zaključeni u elektromagnetskoj zamci. Kako je svaki atom izgubio po jedan elektron, ioni su nabijeni pozitivno, tako da se odbijaju i sudari više nisu problem. Sustav dobro radi i postiže točnost od 10^{16} , pa i više. Ipak magnetska polja zađaju glavobolje, te se sada gleda prema indiju, koji se čini znatno podobnijim. Spomenuta skupina iz Njemačke je u prednosti, jer su već radili s indijem i čini se da su sposobni dovesti satove do točnosti 10^{17} . Druga skupina iz drugog instituta u Njemačkoj, pa i neki drugi eksperimen-

mentiraju s neutralnim atomima kalcija. Kako neutralni atomi mogu biti stisnuti mogo gušće u kavezu nego ioni, korisni signal se povećava u odnosu na šum. Nakon toga ostaje otvoreno pitanje da li će sat sa samo 50 iona biti bolji od onoga sa 100 milijuna neutralnih atoma.

- Hoće li se ići jednim ili drugim putem, nije bitno, ali se čini jasnim da ćemo uskoro imati satove s točnošću jedan od 10^{17} . To rađa problem, budući da je sekunda definirana manje točnim satom. NIST je već u razgovorima s *International Bureau of Weights and Measures* (BIPM) kako bi se to pitanje riješilo, tj. da se dopusti npr. »sekundarna« definicija sekunde.

- Graditelji satova ne prelaze tako lako preko relativnosti. Satovi točni do jedan dio od 10^{17} – milisekunda u tri milijuna godina – lako će biti poremećeni zbog dva relativistička efekta: prvi je produljenje vremena, tj. satovi u kretanju idu sporije, ali se precizira da promjena frekvencije za točnost 10^{17} odgovara produljenju vremena zbog brzine hodanja. Druga neugodnost je gravitacija. Što više privlači, vrijeme sporije teče. Satovi na vrhu Mount Everesta idu brže od onih na razini mora za oko 30 mikrosekundi godišnje. Istraživači u NIST-u mogu taj efekt korigirati kada usporede satove na različitim katovima svoje zgrade. Dizanjem sata za 10 centimetara mijenja se njegova brzina hoda za jedan dio od 10^{17} . Istina, visinu je razmjerno lako mjeriti uspoređeno s varijacijama gravitacije izazvanih lokalnim geološkim prilikama, plimom i osekom ili pomicanjem magme milijama ispod površine.

- Na kraju, vjeruje se da su istraživački timovi sposobni riješiti postojeće probleme, posebno one kod optičkih satova, a to može dovesti do nevjerojatne točnosti reda 10^{22} ! Ipak vlada mišljenje da ne treba žuriti, jer npr. još nitko nema nikakve ideje kako prenositi vrijeme između dva sata uz takvu preciznost. I, koliko je zaista dobar jedan sat ako ga ne možete prenositi i ne možete ga usporediti s drugim satom? Kada se još uzme u obzir da tipični cezijev atomski sat traje oko 20 godina, nameću se još i neka druga pitanja.

Zbog netom rečenoga, vratimo se za trenutak na početak članka. Čini se da mehanički satovi nisu nešto što se može potpuno odbaciti.

Jedna skupina graditelja satova i inženjera u blizini San Franciscu gradi mehanički sat velike preciznosti i s predviđenim trajanjem od *10000 godina*. Sat će imati torzijsko njihalo, a prikazivat će se samo godina, stoljeće i tisućljeće. Bit će smješten u podzemnoj prostoriji. Zrake Sunca će točno u podne kroz uski prorez padati na bi-metalnu traku, koja će se malo zagrijati i korigirati sat, ako je nastala razlika.

I konačno, bez obzira kakav bio odgovor na pitanje trebaju li nam satovi navedenih točnosti, inventivni ljudi će sigurno i dalje istraživati i graditi.

ScAm 9/2002

Novi tip nuklearnih reaktora

Stanje u području nuklearne energetike u svijetu je dovoljno poznato. Naprednije zemlje više godina praktički nisu gradile takva postrojenja, ali razvoj se dalje nastavljao. U današnje vrijeme opet se pokreću akcije u nekim

zemljama, u prvom redu u SAD-u, da se aktivira to područje. Potrebe za energijom neprestano rastu, rješavanje problema promjene klime bit će vrlo teško uz izgradnju brojnih klasičnih termoelektrana na fosilna goriva, javlja se potreba za proizvodnjom vodika u ogromnim količinama za motore u sredstvima transporta. To su najveći problemi, ali ne i jedini. Zbog takvog stanja Ministarstvo energije u SAD-u je 1999. godine iniciralo program *Generation IV*, kojem se pridružilo još osam država. Osnovna zadaća tog programa je razvoj nuklearnih energetskih postrojenja koja će omogućiti održivi razvoj, posjedovati značajno veći stupanj sigurnosti i postići bolju ekonomičnost. Dodajmo da u skupine *Generation I* do *III* spadaju svi dosadašnji tipovi reaktora.

Od tri vrste reaktora koji su sada u razvoju, mi ćemo ukratko prikazati reaktor hlađen plinom, jer je posebno zanimljivo rješenje. Treba reći da je to ideja iz Njemačke, gdje već postoji i eksperimentalni reaktor. Nekoliko zemalja, među kojima i SAD, na temelju licenci će dalje razvijati taj sustav.

Plinom hlađeni reaktori

Nuklearni reaktori koji koriste plin (obično helij ili ugljični dioksid) za hlađenje jezgre reaktora, tj. odvođenje proizvedene topline iz reaktora, gradili su se i uspješno rade, ali su do danas postigli ograničenu primjenu. Jedno naročito uzbudljivo očekivanje poznato kao »*modularni reaktor s oblutima*« posjeduje mnoge konstrukcijske značajke koje su dobar put prema udovoljavanju ciljeva za četvrtu generaciju. Taj sustav hlađenja plinom nastavljaju razvijati inženjerski timovi u Kini, Južnoj Africi i SAD-u. Južna Afrika planira graditi prototip normalne veličine koji bi išao u pogon 2006. godine.

Projekt reaktora o kojem je riječ temelji se na osnovnom elementu goriva nazvanom *oblutak (pebble)*, koji je veličine biljarske kugle (promjer 60 mm) i obložen grafitom. Svaka kugla u unutrašnjosti sadrži oko 15 000 manjih kuglica s uranovim dioksidom također kuglastog oblika dijametra kao zrno maka, u sredini kuglice. Jednoliko raspoređene kuglice s jezgrom od uranovog dioksida imaju oko jezgre četiri sloja od materijala velike gustoće. Jedan od slojeva, napravljen od čvrste keramike silicijskog karbida, služi kao tlačna posuda da zadrži produkte nuklearnog raspadanja za vrijeme rada reaktora ili u slučaju nenormalnog porasta temperature. Oko 330 000 kuglastih oblutaka goriva smješteno je u metalnu posudu reaktora, a okruženi su štitom od grafitnih blokova. Dodatno, ne manje od 100 000 grafitnih oblutaka bez goriva je također stavljeno u reaktor da oblikuje raspodjelu snage i temperature držeći razmak između aktivnih oblutaka s gorivom. Tu su još i poznate šipke za regulaciju snage.

Na toplinu otporni materijali postavljeni su oko jezgre reaktora da bi omogućili rad novog reaktora na temperaturi višoj od 300 °C, što je tipična temperatura današnjih reaktora druge generacije, koji se hlade lakom vodom. Radni fluid helij, napuštajući jezgru sa 900 °C, vodi se izravno u plinsku turbinu i proizvodi se električna energija uz razmjerno visoki – 40 % – termički stupanj djelovanja, što je za oko 25 % više od današnjih reaktora hlađenih lakom vodom.

Razmjerno mala veličina i općenito jednostavnost konstrukcije reaktora s kuglama doprinosi ekonomskoj izvedivosti. Svaki modul, snage 120 MW može se smjestiti u jedinicu deset puta manju od današnjih postrojenja. To omogućuje razvoj vrlo fleksibilnih projekata korištenjem modula, te se mogu postići vrlo dobri ekonomski rezultati. Npr., modularni sustav se može proizvoditi u tvornici i tada transportirati na gradilište elektrane.

Jednostavnost novog reaktora uspoređena s današnjim konstrukcijama je dramatična: nova jedinica ima samo oko 20 do 25 glavnih podsustava postrojenja, uspoređeno s oko 200 kod današnjih lakovodnih reaktora. Posebno je značajno da rad takvih postrojenja može biti i u temperaturnom području u kojem je uz nisku radioaktivnost moguća proizvodnja vodika iz vode, a za uporabu u budućim gorivnim ćelijama i motorima transportnih sredstava s čistim izgaranjem. Naime, na tehnologiji vodika kao energenta mogla bi se temeljiti buduća održiva energetika.

Reaktori sljedeće generacije također ujedinjuju nekoliko važnih *sigurnosnih obilježja*. Budući da se za hlađenje koristi plemeniti plin helij, nema kemijskih reakcija s drugim elementima, niti pri visokim temperaturama. Dalje, budući da su gorivni elementi i jezgra reaktora obloženi vatrostalnim materijalom, ne mogu se rastaliti i bit će oštećeni tek pri ekstremno visokim temperaturama do kojih dolazi u slučaju akcidenta (više od 1600 °C). To obilježje proširuje značajno granice pogonske sigurnosti.

Štoviše, i druge sigurnosne prednosti nastaju od novog neprekidnog načina opskrbe jezgre reaktora gorivom: tijekom pogona po jedan kuglasti gorivni element izvadi se s dna jezgre oko jedanput u minuti, a nova kugla kao zamjena dodaje se s gornje strane. Na taj način sve kugle se postupno kreću prema dolje kroz jezgru što traje za jednu kuglu oko 6 mjeseci, a potom se uzimaju s dna jer su već istrošene. Takav način osigurava da sustav ima uvijek optimalnu količinu goriva za rad s malim viškom radioaktivnosti zbog fisije goriva. To eliminira čitavu skupinu akcidenta s pretjeranim reaktivnostima, koji mogu nastati u današnjim reaktorima s vodenim hlađenjem. Nakon uporabe, potrošeni gorivni elementi moraju biti smješteni u dugoročna odlagališta, na isti način kako se danas radi s istrošenim šipkastim gorivnim elementima.

ScAm 1/2002

Transrapid

Već više godina vode se rasprave, pretežito u Njemačkoj, o isplativosti uvođenja najbržih vlakova, pa i vlakova s magnetskim lebdenjem (sustav *MAGLEV*). U Njemačkoj je prije više od 30 godina započeo razvoj takvog vlaka nazvanog *TRANSRAPID* i završen je prije nekoliko godina postizanjem najveće brzine oko 500 km/sat. Nekoliko puta u tijeku prošlih godina najavljivana je gradnja pruga za takav vlak za nekoliko pravaca u Njemačkoj. Ipak, do danas nije došlo do odluke o izgradnji, budući da nisu usklađena stajališta u prvom redu o ekonomskoj strani takvog projekta. No, sve je pokrenuto s mrtve točke zahvaljujući vladi Kine, koja je 2001. godine ugovorila izgradnju pruge i vlakova za pravac dug 30 km u Šangaju, koja će početkom 2004. godine ići u normalni pogon.

	ICE	TRANSRAPID
Brzina	300–350 km/h	450–500 km/h
Ubrzanje		
200 km/h	4,4 km; 130 s	1,7 km; 60 s
300	20,9 375	4,3 100
400	–	8,8 160
500	–	19,3 270
Potrebna energija		
200 km/h	29 Wh/sjedalo km	22 Wh/sjedalo km
300	51	34
400	–	52
Buka		
IC 200 km/h	89–97 dB	71–75 dB
ICE 300	91–96	79–82
400	–	85–90
450	–	89–93
Uspon	4 %	10 %
Najmanji polumjer zavoja		
300 km/h	3250 m	1590 m
450	–	3600
Potrebna površina za prugu	14 m ² /m	12 m ² /m (2 m ² /m za prugu na stupovima)
Mehaničko opterećenje pruge	8000 kg/cm ² (loko) 500 (vagon)	0,7 kg/cm ²
Troškovi održavanja		
Vlak	0,93 Pf/sjedalo km	0,38 Pf/sjedalo km
Pruga	2,53	0,72
Ukupno	3,46	1,10
Cijena infrastrukture (procjena)		
Köln–Rhein/Main	53,7 mln DM/km	
Hannover–Berlin	19,4	
Metrorapid ¹⁾		93,0 mln DM/km
München, glavni kolodvor–aerodrom		78,3
Groningen (NL)–Hamburg		35,9
Dresden–Leipzig		41,9
Ušteda na osoblju		strojovođa

1) Kada Transrapid vozi sa maksimalno 200–300 km/h, naziva se Metrorapid.

Institut za promet Viereg & Rössler, München, daje za istu problematiku nešto različite podatke i zaključak, a promatra dvije trase:

1. trasa Dortmund–Düsseldorf, 79 km

Vlak ICE: trajanje vožnje 55 min, uz ulaganje 0,5 mrd eura postigao bi 38 mi

Metrorapid: trajanje vožnje 37 min, procijenjeni troškovi investicije 3,2 mrd

2. Trasa München, glavni kolodvor–aerodrom, 37 km

Vlak obični (tzv. S-Bahn): trajanje vožnje 40 min, uz ulaganje 0,6 mrd eura postigao bi 12 min

Transrapid: trajanje vožnje 10 min, procjena troškova investicije 1,6 mrd eura

Na prvom stručnom savjetovanju o TRANSRAPIDU u Dresdenu u jesen 2001. godine izneseni su tehnički i ekonomski podaci o usporedbi vlakova ICE i TRANSRAPID. Prenosimo tu tablicu nakon malog skraćivanja i to u nekim slučajevima kada nisu dati podaci za oba vlaka, tj. kada nije moguća usporedba. Prije toga, još nekoliko napomena.

Na savjetovanju su u više referata pokazane sposobnosti i također prednosti novog sustava u usporedbi s uobičajenom tehnikom. Što se tiče brzine, podobnosti za okoliš i to naročito s obzirom na buku i vibracije, potrebne površine zemljišta i utjecaja na teren, potrošnje energije, sigurnosti i pogonskih troškova, ne treba se tehnika magnetskog lebdenja plašiti drugih vrsta vlakova.

U slučaju visokih troškova infrastrukture utvrđene su računanjem na modelima moguće uštede u usporedbi s izgradnjom pruge za ICE. Budući da se tehnikom magnetskog lebdenja svladavaju znatno veći usponi nego kod klasičnih sustava kotač/tračnica, potrebno je manje investirati u vijadukte i tunele. Izraženi zahtjev, da buduća ekonomska razmatranja za nove pruge trebaju uzimati u obzir i alternativu vlakova s magnetskim lebdenjem, radi toga je samo logičan i potpuno pravedan.

Bojazni da ne će biti dovoljno putnika, zapravo su u praksi već danas pobijene. Iz jednog izvještaja UIC-a proizlazi da je u zadnjih pet godina kod vlakova velike brzine postignut porast od 13 posto. Time su nadmašena očekivanja tadašnjih protagonista, koji su vožnju sa 250 do 300 km/h prepoznali kao potpuno razumnu. Promet velikim brzinama je najuspješniji proizvod željeznice, a vlakovi s magnetskim lebdenjem su značajan potencijal za budućnost.

Eisenbahningenieur 2/2002; bdw 4/2002

1000-ta bazna postaja za GSM-R

U mjestu Pfaffenhofen, Njemačka, puštena je u rad 1000-ta bazna postaja za digitalnu mrežu mobilne telefonije GSM-R za Njemačke željeznice. To predstavlja za željeznicu važan događaj za uvođenje nove interne komunikacijske mreže. Za Europu predviđeni »Global System for Mobile Communications – Rail« (GSM-R) bit će izgrađen u iduće dvije godine u Njemačkim željeznicama.

U prvoj fazi radi se o izgradnji oko 25 000 km pružne mreže sa oko 2 600 baznih postaja, oko 11 000 vozila treba preurediti i staviti u pogon oko 150 000 terminalskih uređaja.

Mreža GSM-R Njemačkih željeznica je peta po veličini mreža GSM u Njemačkoj, a radi u frekvencijskom pojasu 900 MHz. Po veličini sustava i po najranijim rokovima uvođenja preuzele su Njemačke željeznice u Europi ulogu predvodnika. Sadašnji još korišteni analogni sustavi za radio vlaka i ranžirni radio će se ugasiti uvođenjem digitalne mreže.

Da bi takav izazov svladale, Njemačke željeznice su već u ljeto 1999. godine osnovale projektnu skupinu GSM-R, koja je odgovorna za uvođenje na velikom prostoru standarda mobilne telefonije GSM-R kao platforme za komunikacije govorom i podacima. Kod tako složenih zadataka Njemačke željeznice su poduprla dva glavna ugovorna partnera: tvrtka-kćerka *DB Telematik GmbH* (prije *Arcor*), koja nastupa kao generalni poduzetnik za planiranje, izgradnju i pogon telekomunikacijske mreže. *Nortel Networks* isporučuje krajnje uređaje kao i infrastrukturne elemente mreže uključujući *Mobile Switching Centers* i posebno razvijene bazne postaje.

Kao mreža digitalne mobilne radiotelefonije GSM-R Njemačkih željeznica omogućavat će mnoge komunikacijske službe: mogući su i skupni pozivi, da bi se informacije prenosile istodobno do većeg broja sudionika. Osim toga će se moći bilo kada uspostaviti veza s mjestom dužnosti (npr. voditelj vlaka ili pratitelj vlaka). Inteligentna mreža unutar mreže GSM-R tada automatski traži registriranog sudionika, koji se u tom trenutku nalazi na nazvanoj dužnosti.

Da bi se GSM-R optimalno koristio, razvile su Njemačke željeznice već vizije za budućnost. Tako bi lokomotive jednom mogle same postavljati skretnice, signale i brklje, dok će se položaj i brzina vlaka dobivati od GPS-a i GSM-R-a, prosljeđivati u pogonsku centralu da bi se promet vlakova potpuno automatski regulirao.

Jedan od rezultata nove tehnike jest i to da će vlakovi biti brži i točniji. Mnogobrojnim podacima koji se obrađuju preko GSM-R i moderni postavni uređaji podržani računalima bit će u mogućnosti više vlakova djelotvornije voditi putem pružne mreže. To će dovesti do povećanja kapaciteta, što će se pozitivno odraziti na dnevni pogon i troškove.

Energija iz morskih valova

Prototip turbine za korištenje energije morskih valova (tzv. rotor za valove) u mjerilu 1:10 testira od nedavno tvrtka *Ecofys* na lokaciji Nissum Bredning Fjord, Jütland, Danska. Test protiče uspješno i prototip turbine radi pouzdano do visine valova od 35 cm. Po prvi puta je energija dobivena iz mora prenošena u dansku električnu mrežu.

Ispitivanje je bilo ograničeno na tri tjedna. Peter Scheijgrond iz tvrtke *Ecofys* bio je vrlo zadovoljan: »Nismo imali nikakvih komplikacija za vrijeme instaliranja i ispitivanja rotora za valove. Ipak smo željeli mirnije more za vrijeme ispitivanja. Usprkos tome, mogli smo bez problema testirati utjecaj broja i kuta nagiba rotorskih lopatica na snagu prototipa«. Konstrukcija prototipa je napravljena za nejednake visine valova do 35 cm, što odgovara gustoći energije od 300 W/m fronte valova. Prototip pod tim uvjetima postiže vršnu snagu od 100 W. Gustoća energije valova u odobalnom području ispred obala Danske leži između 16 i 24 kW/m fronte valova. Ispred obala Velike Britanije i Irske izmjerene su gustoće energije čak od 50 do 80 kW/m fronte valova. Te gustoće energije razjašnjavaju značajne potencijale, koje otkriva ta tehnika. Jedinica s promjerom od 30 m i 0,5 MW snage instalirana u Atlantiku, proizvest će 2000 MWh godišnje.

Instaliranje prototipa rotora za valove u mjerilu 1:10 znači zadnju fazu danskog subvencioniranog projekta za korištenje energije valova. *Ecofys* planira u sljedećoj godini izgradnju demonstracijskog modela od 50 kW kao i izgradnju postrojenja od 1 MW u idućim godinama.

ew 23/2002

Čekanje na OLED-e

Dok se već sada upiti za OLED displeje (displeji s organskim svijetlećim diodama) gomilaju kod distributera i proizvođača, eksperti sumnjaju da će se dogoditi brzi proboj organskih displeja na tržište.

»Tehnologija OLED je još potpuno na početku«, priugušuje euforiju prof. dr. Wolfgang Kowalsky, voditelj Instituta za visokofrekventnu tehniku Tehničkog sveučilišta, Braunschweig, Njemačka. »Prototipovi u boji, koje prezentiraju zadnje dvije godine proizvođači kao *Sony* i *Toshiba*, probudili su lažna očekivanja. Mi u svim područjima provodimo još uvijek temeljna istraživanja«. Put prema

aktivnim Matrix-OLED za masovnu prodaju još je dug. Svijetleći OLED displeji odlikuju se briljantnim slikama, širokim kutem promatranja, minimalnom potrošnjom i malom debljinom, što je važno za ugradnju. Usprkos razgranatom razvoju OLED displeja u zadnjih pet godina, postoje još tehničke smetnje koje stoje na putu uvođenju na tržište. Osim upravljanja, i kratka trajnost čini probleme kod pokazivača. K tome nema još proizvodnih postupaka, koji bi utrli put za masovnu proizvodnju. Tako gotovo svi proizvođači otkazuju proizvodnju jednobojnih i višebojnih OLED-a za ovu godinu. Ipak, jedino ostaje u programu organski displej RITDisplay, u četiri standardne veličine.

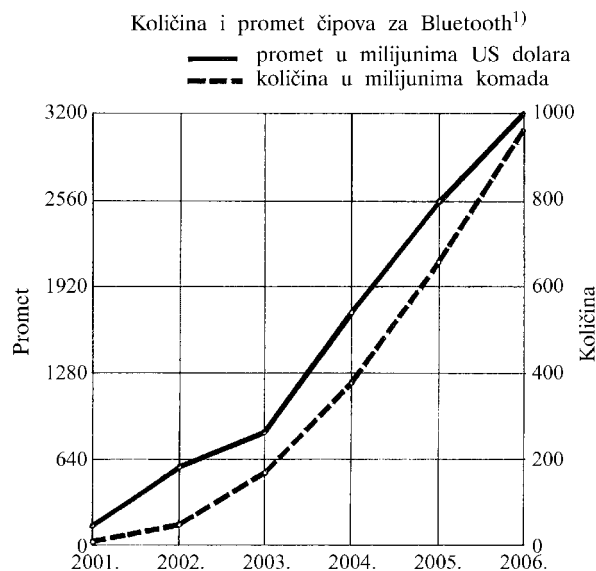
Upitan ostaje također uspjeh jednobojne varijante OLED-a, budući da tržište u međuvremenu traži sve više višebojne pokazivače. Manfred Heck, voditelj marketinga proizvoda u tvrtki *Data-Modul*, vidi visoku cijenu organskih displeja kao daljnji problem pri uvođenju na tržište.

U međuvremenu su instituti za istraživanja tržišta promijenili svoja predviđanja: tek od 2008. godine trebale bi organske svijetleće diode igrati značajniju ulogu na tržištu displeja.

M&T 28/2002

Bluetooth u zamahu

Za više od 900 posto porastao je broj prodanih kompleta čipova za Bluetooth u prošloj godini u usporedbi s 2000. godinom. Ukupno je u cijelom svijetu prodano gotovo devet milijuna komada u vrijednosti od blizu 140 mln dolara, navodi u studiji tvrtka za istraživanje tržišta Frost & Sullivan.



¹⁾ od 2002. g. – predviđanje

Bluetooth je novi standard za bežičnu komunikaciju na kratke udaljenosti do oko 100 m, npr. u kući ili uredu. Čipovi za Bluetooth ugrađuju se prije svega u mobilne

telefone i prijenosna računala, da bi se olakšala komunikacija s osobnim računalom. U porastu je opremanje perifernih uređaja kao pisača, tipkovnica ili joystickova Bluetoothom. U sljedećem koraku su na redu kućanski aparati. Spomenuta tvrtka pretskazuje bum za tu tehniku. U razdoblju od pet idućih godina trebao bi se broj prodanih čipova postostručiti (vidi grafikon). Promet bi porastao 23 puta!

WW 21/2002

Čipovi za automobil od 1000 ccm

Za više snage, bolji komfor putovanja, manju potrošnju i manje ispuštanje štetnih plinova kod benzinskih i dizelovih motora brinut će se od iduće godine 32 bitovni mikrokontroleri tvrtke *Infineon Technologies* u upravljačkim uređajima pogona vozila. Sa stajališta elektronike za automobil od 1000 ccm ništa ne stoji na putu. »Mehanika je došla na kraj svojih mogućnosti u pogledu snage – povećanja su moguća samo još pomoću elektronike«, prikazuje dr. Sönke Mehrgardt, CTO tvrtke *Infineon Technologies*, stanje u području iskorištenja motora i prijenosa. U *Infineonu* novo razvijeni i na TriCore temeljeni 32 bitovni mikrokontroler serije AUDO-NG treba pomoći realizaciju sljedeće generacije rješenja za menadžment motora i prijenosnika. Fleksibilni projekt sustava čipa može snagu računanja budućih upravljačkih uređaja za sustave pogona povećati najmanje za faktor deset.

Sustavi opremljeni tim čipovima omogućuju nadzor svih tekućih parametara u realnom vremenu i također se brinu za optimalni rad motora. »Na čipu instalirani softver«, nastavlja dr. Mehrgardt, »mogu zamijeniti najveći dio današnjih hardverskih komponenti«. Velika moć računana 32 bitovnog mikrokontrolera dopušta ne samo veće snage motora s boljim komforom vožnje, niži potrošak goriva i reduciranu emisiju štetnih plinova, nego tjera ukupne troškove zahtjevnog sustava menadžmenta motora drastično prema dolje.

U početku obuhvaća serija AUDO-NG tri 32 bitovna mikrokontrolera s taktom do 400 MHz. Svi proizvodi su kompatibilni u pogledu softvera i temelje se na arhitekturi etablirane serije AUDO. Kao prvi, u tehnologiji 130 nm proizvedeni sklop, od sredine 2003. godine stoji na raspolaganju TC1796. Prototip za TC1766 slijedi početkom 2004. godine. Privremena najviša točka serije AUDO-NG bit će postignuta sa TC2700, prototip kojeg je najavljen za 2005. godinu.

M&T 29/2002

Najdulji optički prijenos bez regeneracije

Najdulji prijenos optičkim kabelom u svijetu bez uključenih regeneracija gradi se upravo u Australiji. Tvrtka za duge prijenose *Amcom IP 1* (Australija) prihvatila je tehnologiju za ultra duge prijenose temeljenu na solitonima tvrtke *Marconi* za spoj između gradova Perth i Adelaide. Radi se zapravo o najduljem dijelu novog optičkog spoja velikih brzina između gradova Perth i Melbourne. Liniya se pruža gotovo uzduž cijele australske južne obale. U svijetu vjerojatno nema duljeg komercijalnog optičkog

prijenosa bez električne regeneracije. Za početak, ovdje će se koristiti osam valnih duljina WDM sustava UPL×160.

Solitoni su optički impulsi posebnog oblika, koji se mogu prenositi i na vrlo velike udaljenosti bez potrebe da ih se regenerira, tj. pojačava. *Marconi* je kao prvi proizvođač uveo tu nadmoćnu optičku tehnologiju u svoje proizvode. Time je u mogućnosti realizirati vrlo duge prijenose samo s terminalskim multiplekserima na početku i na kraju bez mnogih i skupih električnih regeneracija s mnogo dodatnih elemenata. Tako su značajno smanjeni i troškovi održavanja i pogona, te su dugi prijenosi na osnovi solitona pogodni za korištenje u širokim prostanstvima kao što su Australija, SAD ili Kina.

Za projekt u Australiji prvi puta je primijenjen WDM sustav UPL×160 tvrtke *Marconi*. Ta tehnika omogućava operateru da u svako doba aktivira nove valne duljine i

tako poveća širinu pojasa. Budući da su samo na krajnjim točkama prijenosa morali biti uvedeni transponderi, otpadaju značajni troškovi za dodatne komponente na postajama uzduž linije. Pomoću mehanizma za regulaciju automatski se regulira optička razina uzduž linije. Sustav UPL×160 može prenositi do 160 valnih duljina sa širinom pojasa od 10 Gbit/s i to na udaljenost do 3000 km. U budućnosti će se moći linijama premostiti i udaljenosti do 5000 km. Također će biti razvijene verzije za optički prijenos sa 40 Gbit/s.

Mreža tvrtke *Amcom IPI* je prva alternativa transkontinentalnog širokopojasnog prijenosa između istočne i zapadne obale Australije. Opisana druga faza je izgradnja mreže između gradova Adelaide i Perth i prema predviđanjima bit će završena u prosincu 2002. godine.

Frequenz 7-8/2002