

ACTIVITĂȚI RECENTE ÎN DOMENIUL METROLOGIEI TIMPULUI ȘI FRECVENȚEI DIN ROMÂNIA

Anca NICULESCU*

Rezumat: Laboratorul de Timp - Frecvențe din cadrul BRML-INM asigură referința pentru toate măsurările de interval de timp și respectiv, frecvență efectuate pe teritoriul României. Lucrările care se desfășoară au ca principal scop păstrarea și îmbunătățirea continuă a performanțelor etalonului național de timp și frecvență și, ca urmare, a performanțelor scării naționale de timp UTC(RO), asigurarea trasabilității la SI, precum și diseminarea informației de timp la nivel național.

Abstract: The Time and Frequency Laboratory of BRML –INM ensures the references for all the time intervals and frequency measurements perform in Romania. The developing activities have as major aim the maintaining and the continuum improving of performances of time and frequency national standard and consequently of the national time scale UTC (RO), traceability to SI and the dissemination of time information at national level.

Cuvinte cheie: scara de timp, comparație cheie, server de timp

Key words: time scale, key comparison, NTP server

INTRODUCERE

Activitatea de cercetare specifică domeniului metrologiei timpului și, respectiv, frecvenței se desfășoară cu precădere în laboratorul de Timp - Frecvențe al Institutului Național de Metrologie din subordinea Biroului Român de Metrologie Legală. Activitatea de cercetare desfășurată în cadrul acestui laborator se concretizează în îmbunătățirea performanțelor metrologice ale scării naționale de timp UTC(RO), precum și asupra metodelor moderne de diseminare a informației de dată/timp la nivel național, astfel încât aceasta să fie accesibilă tuturor persoanelor fizice sau instituțiilor interesate.

Începând cu luna octombrie 2002, a fost realizată scara națională de timp UTC(RO) bazată pe un orologiu atomic cu cesiu HP 5071A, etalonul național al României, care funcționează în laboratorul de Timp - Frecvențe. Stabilitatea pe termen lung a acestei scări de timp este de ordinul 2×10^{-12} .

În viitor, eforturile laboratorului se vor concentra pentru realizarea practică a scării independente de timp atomic TA(RO) bazată pe un grup de etaloane atomice care să funcționeze, eventual, în diferite laboratoare din România. Rezultatul final obținut ca urmare a realizării unui etalon de grup va fi acela de creștere a exactității cu care este realizată unitatea de interval de timp, respectiv, creșterea exactității realizării locale a scării internaționale de timp UTC și, implicit, se va îmbunătăți fiabilitatea acesteia.

Un alt domeniu de cercetare deosebit de important a fost cel pentru realizarea unui serviciu de diseminare a informației de timp la nivel național care să permită satisfacerea nevoilor crescânde ale noii societăți românești, tot mai informatizată.

SCARA NAȚIONALĂ DE TIMP

Până spre sfârșitul anilor nouăzeci, scara națională de timp a fost realizată și menținută de orologii cu cuarț, performanțele metrologice ale acestora nefiind suficiente pentru participarea la comparația cheie care să asigure recunoașterea internațională a etalonului național și nici nu

* Institutul Național de Metrologie, Sos. Vitan Bârzești nr.11, cod 042122, sectorul 4, București, tel. 334 50 60/125

corespundeau nevoilor crescânde ale economiei românești, aflată în plină schimbare și, în mod deosebit, cerințelor impuse de piața unică europeană. Pentru a rezolva aceste probleme, a fost achiziționat un etalon de frecvență cu cesiu performant, de fabricație Hewlett Packard, model HP 5071A, care prin Hotărâre de Guvern a fost declarat etalon național de timp și frecvență al României. Totuși, chiar și în aceste condiții dificile, până în septembrie 2002, trasabilitatea la SI a fost asigurată prin compararea continuă a scării naționale de timp cu scara internațională de timp UTC diseminată prin intermediul sistemului de sateliți GPS, cu ajutorul unui receptor GPS comercial, monocanal, de fabricație Odetics, tip SatSync II.

Începând cu luna octombrie 2002, rezultatele comparărilor efectuate în modalitatea descrisă mai sus au fost acceptate prin bunăvoința BIPM pentru a participa la comparația cheie CCTF-K2001.UTC. Evident, performanțele metrologice ale scării naționale de timp, realizate în aceste condiții, erau modeste, dar participarea pentru prima oară a etalonului național de timp și frecvență la comparația cheie a reprezentat un pas deosebit de important pentru evoluția ulterioară a domeniului. Rezultatele finale ale acestei comparații publicate de BIPM lunar în Circulara T asigurau recunoașterea internațională a trasabilității unităților de timp și, respectiv, frecvență, realizate de etalonul național de timp și frecvență al României la Sistemul Internațional de Unități, în conformitate cu cerințele MRA. Modul practic de realizare a scării internaționale de timp UTC pe baza datelor primare transmise de toate laboratoarele de timp din întreaga lume este prezentat în figura 1.

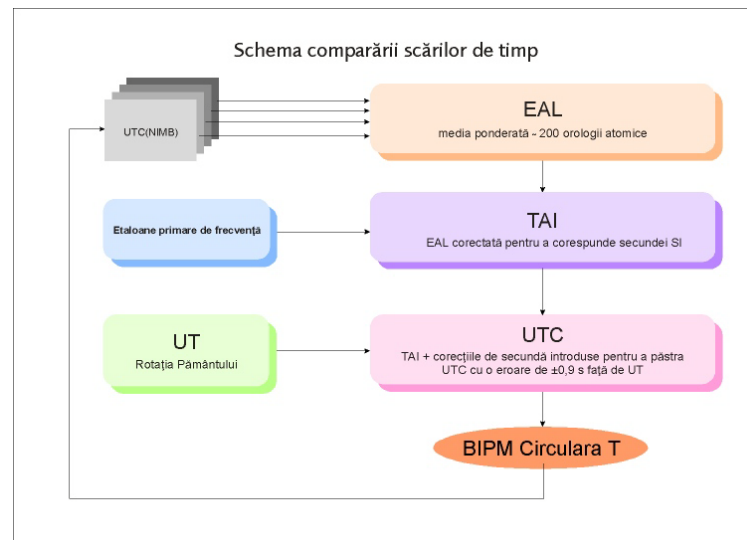


Fig.1 Schema de realizare a scării internaționale de timp UTC

În anul 2003, Time Section a BIPM a împrumutat Institutului Național de Metrologie, pentru o perioadă de 2 ani, un receptor GPS monocanal, tip TTR-6. Performanțele tehnice ale acestui receptor erau mult superioare, permițând introducerea manuală a schemei de comparare și, ca urmare, îndeplinirea cerințelor directivelor tehnice elaborate de GGTS (Group on GPS Time Transfer Standards) în vederea îmbunătățirii exactității metodei cu care se realizează transferul scării de timp UTC prin metoda "common-view". Ca urmare firească, performanțele metrologice recunoscute ale etalonului național s-au îmbunătățit simțitor. Acest receptor a fost utilizat pentru participarea la comparația cheie până în anul 2005, când a fost achiziționat un sistem de transfer al timpului tip TTS-2, sistem complex care are în componență atât un receptor GPS multicanal, cât și un cronometru electronic plus un calculator, fapt ce permite implementarea automată a schemei de comparare utilizată în cadrul comparației cheie CCTF-K001.UTC. Schema modului în care se asigură trasabilitatea unității de interval de timp la SI este prezentată în figura 2.

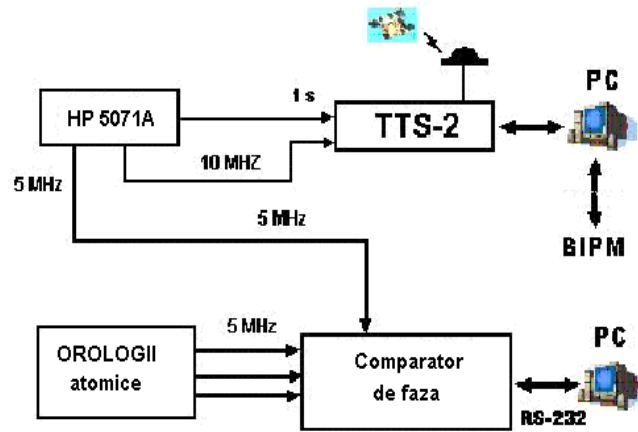


Figura 2. Schema de principiu privind metoda de asigurare a trasabilității la SI

Metoda utilizată pentru realizarea comparației cheie presupune colectarea tuturor datelor primare obținute de fiecare laborator național de timp în urma observațiilor tip „common-view”. În vederea realizării scării internaționale de timp UTC se folosește un algoritm, special conceput [1, 2], care se aplică datelor primare furnizate de toate orologiile participante la comparație. La începutul fiecărei luni calendaristice, BIPM publică în Circulara T rezultatele finale, pentru fiecare laborator care a participat la comparare. Începând cu luna octombrie 2002 și până în prezent, rezultatele referitoare la scara de timp așa cum este ea realizată de etalonul național al României au fost publicate continuu în Circulara T și se regăsesc în baza de date referitoare la comparațiile cheie a BIPM (<http://kcdb.bipm.org/>).

Rezultatele privind realizarea și păstrarea unității de interval de timp și, respectiv, a unității de frecvență sunt prezentate în figurile 3 și 4.

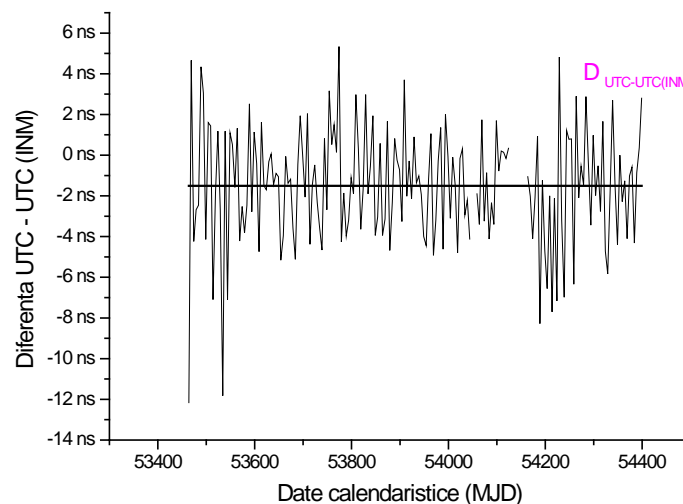


Figura 3. Reprezentare grafică a diferențelor dintre cele două scări de timp

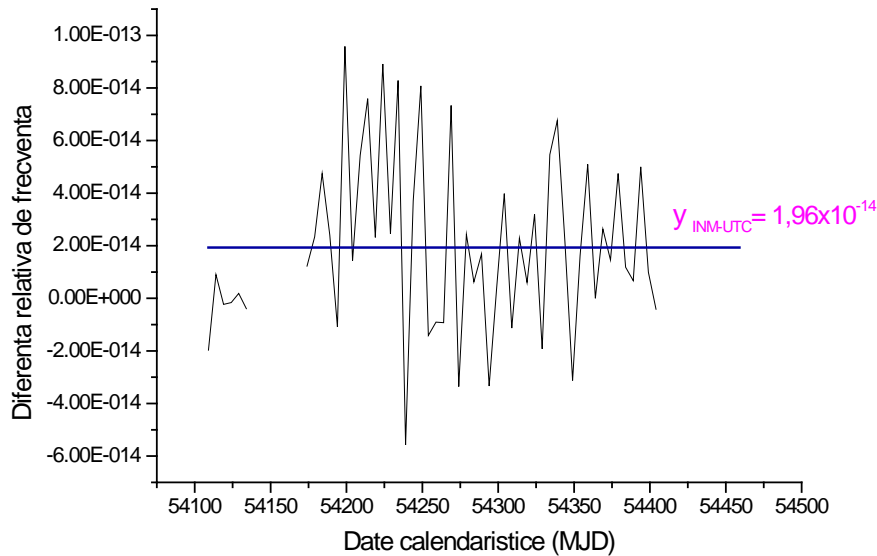


Figura 4. Reprezentarea grafică a diferenței relative de frecvență pentru semnalul de 1 Hz

Pentru asigurarea fiabilității scării naționale de timp realizată și păstrată de un singur etalon de frecvență cu cesiu, a fost achiziționat, în anul 2005, un al doilea etalon model 5071A de fabricație Agilent. Unitatea de interval de timp (secunda) generată de acest nou etalon este comparată zilnic cu semnalul de secundă etalon generat de etalonul național al României în vederea asigurării racordării scării naționale de timp în cazul defectării acestuia din urmă.

În prezent, se desfășoară lucrări deosebite pentru implementarea unei noi metode de demonstrare a trasabilității la SI, metodă ce va conduce la reducerea incertitudinii standard asociată metodei de compare și, ca urmare, a incertitudinii standard asociată realizării secunde SI de către etalonul național al României. Noua metodă impune utilizarea unui nou tip de receptor GPS multicanal, receptor care să permită efectuarea comparațiilor utilizând două benzi de frecvență L1 și, respectiv, L2 și care are deja implementat un model pentru simularea influenței ionosferei asupra semnalelor, ceea ce permite corectarea întârzierilor ce afectează semnalele codificate emise de sateliți la propagarea prin ionosferă.

TRASMITEREA INFORMAȚIEI DE TIMP LA NIVEL NAȚIONAL

BRML – INM, în baza statutului de instituție publică, are obligația să asigure îndeplinirea tuturor sarcinilor care îi revin pentru a asigura toate condițiile impuse de integrarea României în spațiul comun european. În acest context, pentru domeniul metrologiei timpului și frecvenței laboratorul de Timp-Frecvențe al BRML - INM are ca principală obligație asigurarea referinței naționale pentru măsurările de interval de timp, respectiv, frecvență și, de asemenea, să asigure diseminarea informației de timp către toate instituțiile oficiale și către toți factorii interesați. Pentru a își îndeplini această obligație a fost necesar să se realizeze un sistem de transmitere a informației de dată/timp, informație trasabilă la etalonul național de timp și frecvență al României, respectiv la scara internațională de timp UTC. Sistemul a putut fi realizat prin sponsorizarea oferită cu generozitate de firma ICSNet care a oferit echipamentul și specialiștii IT pentru realizarea acestui serviciu de diseminare, la nivel național, a informației de timp utilizând rețeaua INTERNET. Performanțele acestui serviciu, care este accesibil pentru toți cei interesați, este monitorizat și de un partener extern - Observatorul Regal al Armatei, laborator care păstrează și diseminează scara de timp a Spaniei - în cadrul proiectului EURAMET nr. 531 „Traceability of computer synchronised using NTP”.

Dezvoltarea crescândă a comerțului electronic și a schimbului internațional de documente, într-un mediu electronic securizat, care a avut loc recent în țara noastră a impus, în mod obligatoriu, existența unui serviciu care să furnizeze o referință de timp unică, trasabilă la etalonul național de timp și frecvență al României, în condiții de securitate și control permanent al exactității informației furnizate, care să răspundă nevoilor Autorității pentru Marca Temporală (TSA – Time Stamping Authorities), serviciu ce urmează a fi implementat în viitorul apropiat și în țara noastră. Pentru realizarea acestui serviciu a fost finanțat și realizat, de către Ministerul Comunicațiilor și Tehnologia Informației (MCTI) în parteneriat cu Institutul Național de Metrologie, un sistem de diseminare securizată a informației de timp prin rețeaua INTERNET. În calitate de partener INM a asigurat baza tehnică și accesul sistemului la etalonul național de timp, precum și monitorizarea parametrilor privind diseminarea informației de timp efectuată de cele două servere STRATUM 1 instalate la INM, respectiv de serverul STRATUM 2, montat la MCTI, astfel încât să se păstreze limitele ± 1 s impuse de standardele internaționale [3,4,5,6].

În figura 5, este prezentat schematic sistemul de diseminare a informației de timp, sistem inaugurat, în anul 2005, în prezența ministrului Comunicațiilor și Tehnologiei Informației și a directorului general al BRML.

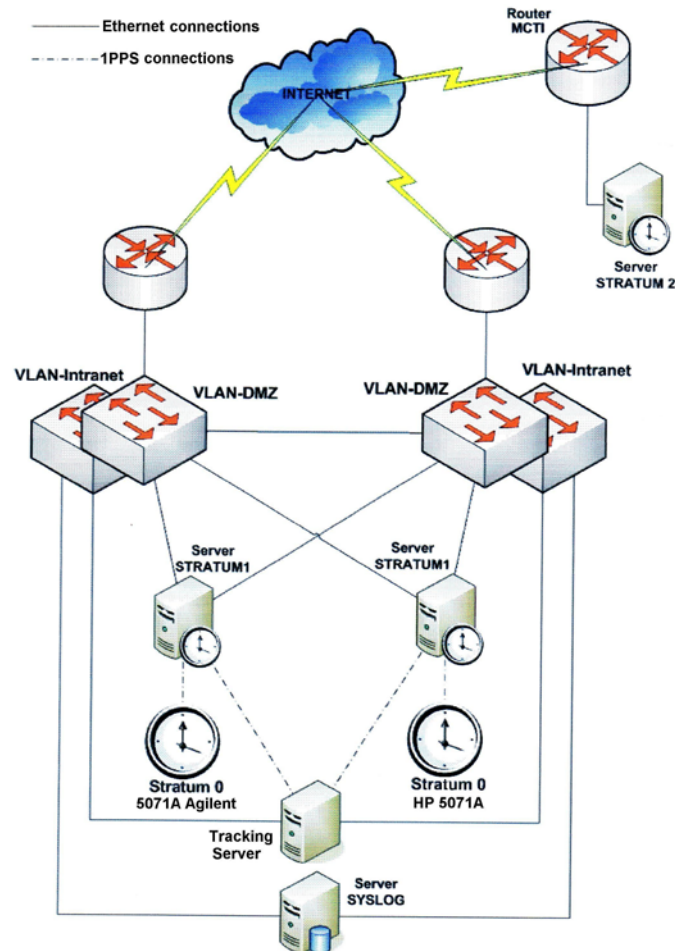


Figura 5 Schema sistemului de diseminare a informației de timp

CONCLUZII

Rezultatele obținute, până în prezent, în ceea ce privește performanțele etalonului național de timp și frecvență al României sunt satisfăcătoare. În anii viitori, vor fi desfășurate activități legate de realizarea unui etalon de grup prin includerea etaloanelor de frecvență cu cesiu aflate în dotarea laboratoarelor din alte instituții din România și a unui algoritm care să permită estimarea

evoluției în timp a scării naționale de timp și în mod deosebit posibilitatea de predicție a frecvenței în scopul îmbunătățirii stabilității pe termen scurt a acestei scări de timp.

MULȚUMIRI

Autorul dorește să-și exprime deosebita recunoștință domnului Dragoș Georgescu, director ICSNet, care a făcut posibilă realizarea sistemului de diseminare a informației de timp, la nivel național, prin INTERNET

BIBLIOGRAFIE

- [1] B. Guinot and C. Thomas, *Establishment of the International Atomic Time, Annual Report of the BIPM Time Section*, 1988, pp.D3-D22
- [2] P.tavela and C. Thomas, *Comparative study of time scale algorithms*, Metrologia, 1991, **28**, pp.57-63
- [3] D.L.Mills, *Internet Time Synchronization: The Network Time Protocol* (IEEE Trans. On Comm., vol.39, No. 10, pp. 1482-1493, October 1991)
- [4] G.Seeber, *Satellite Geodesy* (Walter de Gruyter & Co, Berlin New York, 1993)
- [5] F. Cordara, M. Mascarello, V. Pettiti, G. Vizio and R. Costa, *Trusted Time Service for the Italian Time Stamping Authorities* (14th EFTF, Torino, Italy,13-16 March 2000)
- [6] A. Niculescu V.Ciociea *Trusted Time Distribution Service for the Romanian Time Stamping Authorities* , *Proceedings of 20th EFTF*, Braunschweig, 27-30 martie 2006, Germania

Prezentat la data de 15 septembrie 2006 ; acceptat la data de 20 octombrie 2006
Revizia științifică: *dr.ing. Dragoș BOICIUC*



Anca NICULESCU

- Absolventă a Facultății de Fizică a Universității din București, în 1974
- Șef laborator metrologia timpului și frecvenței
- Doctor în științe inginerești, în 2002
- Cercetător științific principal II, în 1999