

RAPORT DE ACTIVITATE

CERCETAREA ETALONULUI NAȚIONAL AL UNITĂȚII DE TIMP ȘI FRECVENȚĂ

Tema SC 005:2018 Determinarea reproductibilității rezultatelor măsurărilor și cercetarea stabilității în timp a frecvenței de ieșire generate de Etalonul Național al unității de Timp și Frecvență ETN 05-12.

**Perioada: ianuarie-decembrie 2018
Cercetător responsabil
GHERLIH Andrei
Inginer coordonator LMEFT**

1. DESCRIEREA ETALONUL NAȚIONAL AL UNITĂȚII DE TIMP ȘI FRECVENȚĂ

În prezent Etalonul național **ETN 05–12** este constituit din mai multe părți componente, dintre care se pot menționa:

❖ Mijlocul etalon pe bază de Rubidiu tip 910R, producător Fluke două unități nr.112630, nr.112631, este destinat pentru preluarea, menținerea și transmiterea unității de timp și frecvență, de la etaloanele internaționale la mijloacele de măsurare din țară;



Figura 1. Etalonul unității de timp și frecvență.

❖ Aplicația SOFT utilizată pentru monitorizarea datelor primare recepționate de ETN 05–12.

Scopul principal al aplicației este de a prezenta, în format grafic valorile variabile ale frecvenței în timp. În funcție de scopul propus ele pot fi indicate cu periodicități de 24h sau 1h și stocate în memoria internă a etalonului.

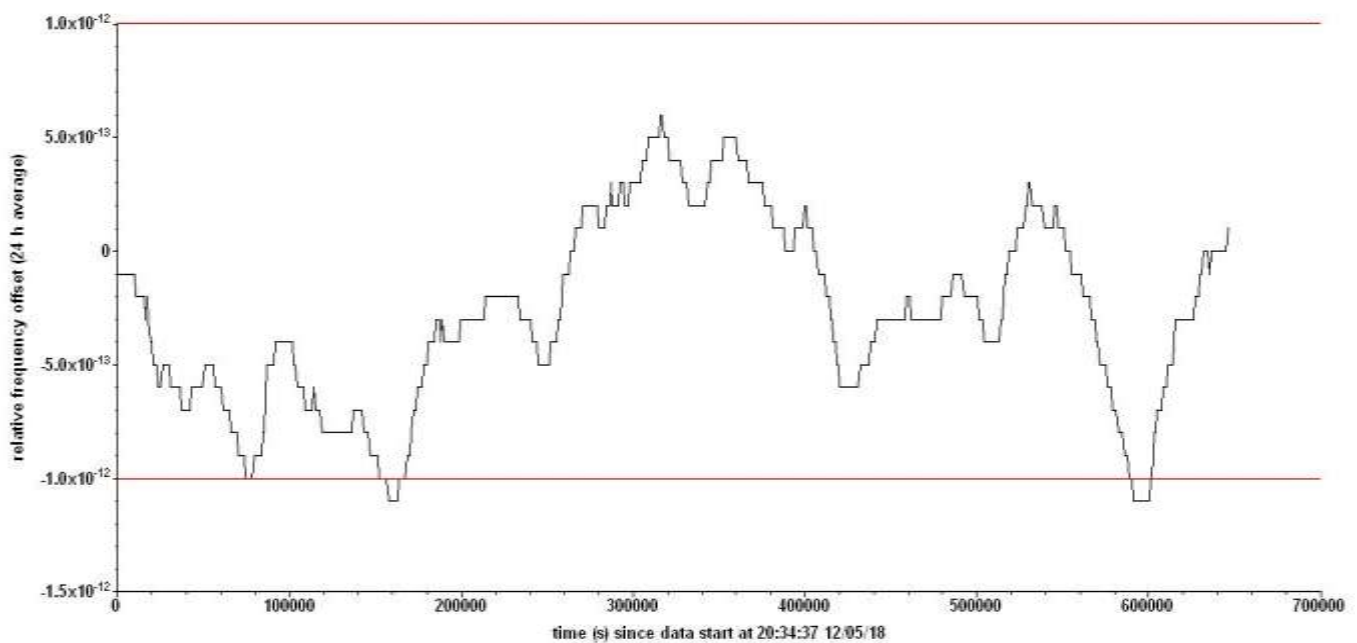


Figura 2. Aplicația SOFT

❖ Antena GPS destinată efectuării sincronizării etalonului național ETN 05–12.

Antena GPS permite efectuarea sincronizării permanente a etalonului național cu scara internațională de timp prin intermediul sateliților, ceea ce permite ca unitatea realizată de etalon să fie mereu armonizată cu unitățile de timp similare din alte state.



Figura 3. Antena GPS

Sincronizarea timpului la nivel internațional permite evitarea multor probleme, mai ales în contextul dezvoltării rapide a internetului, a tranzacțiilor comerciale dintre bănci, a cercetărilor spațiale, precum și, nu în ultimul rând, cele ce ar putea apărea în transport (aerian, naval, feroviar).

Principalele caracteristici tehnice și metrologice ale ETN 05–12

- Ieșiri a semnalului sinusoidal de 5 și 10 MHz;
- Intervalul de măsurare a unității de timp de la 1 s pînă la 86400 s, (CNT-pilotat);
- Intervalul de măsurare a frecvenței de la 1 mHz pînă la 300 MHz, (CNT-pilotat);
- Intervalul de generat a frecvenței de la 0,1 mHz pînă la 50 MHz, (397-pilotat);
- Stabilitatea frecvenței la sincronizarea cu GPS pentru intervalele de timp:

$$(\tau = 40000 \text{ s}) \quad 8,65 \times 10^{-14};$$

$$(\tau = 1000 \text{ s}) \quad 2,71 \times 10^{-13}$$

$$(\tau = 100 \text{ s}) \quad 1,01 \times 10^{-12}$$

$$(\tau = 10 \text{ s}) \quad 3,50 \times 10^{-12}$$

$$(\tau = 1 \text{ s}) \quad 2,37 \times 10^{-11}$$

2. CERCETAREA ETN 05-12 PE PARCURSUL ANULUI 2018

2.1 SC 005:2018 Determinarea reproductibilității rezultatelor măsurărilor și cercetarea stabilității în timp a frecvenței de ieșire generate de Etalonul Național al unității de Timp și Frecvență ETN 05-12.

Fiecare echipament necesită o atenție sporită din partea personalului responsabil să-l dirijeze. În Institutul Național de Metrologie este organizat un program de cercetare în care se monitorizează indicațiile etalonului cu ajutorul soft-ului specializat figura 4, iar interpretare rămâne pentru cercetătorul de etalon. Astfel pornind de la recomandările producătorului de a realiza măsurările doar în condițiile de temperatură de 23 ± 5 °C s-a propus efectuarea măsurărilor a generatorului de frecvență în condiții normale de lucru pe parcursul anului 2018 lunar, la frecvența de 5 și 10 MHz ieșirea semnalului sinusoidal pentru certarea stabilității în timp, **driftul etalonului pe timp scurt 30 zile, calculul incertitudinii, calculul factorului de concordanță En** în dependență de CE precedent.

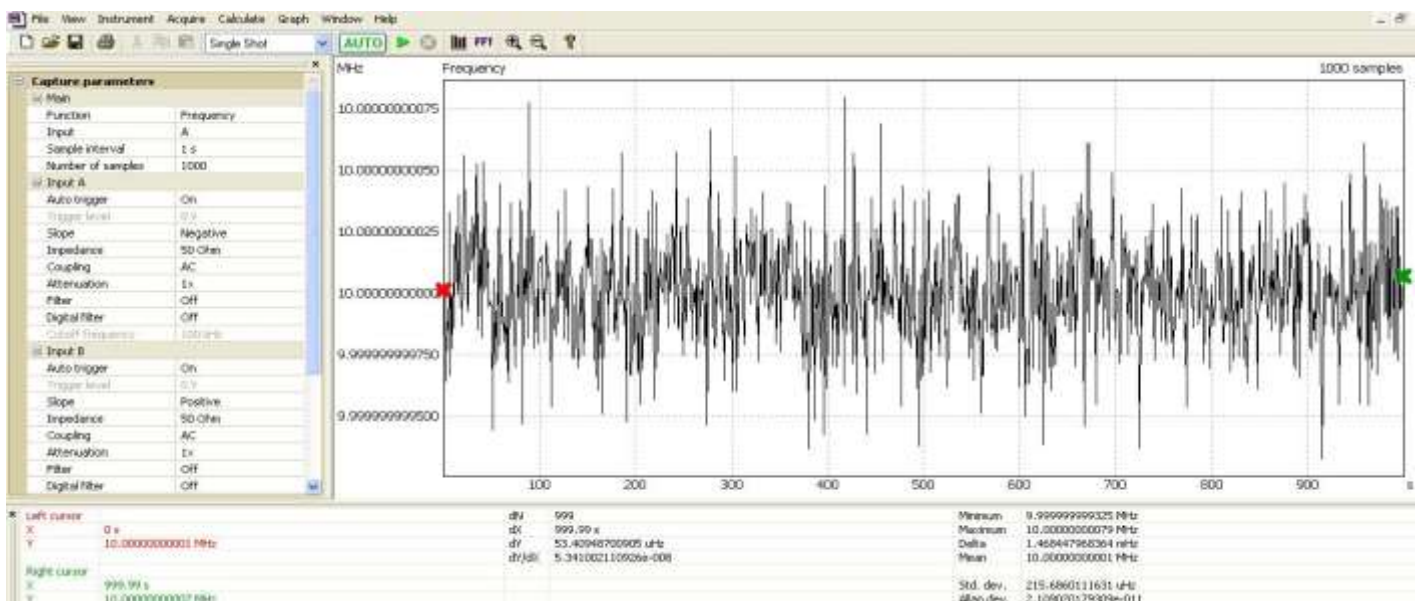


Figura 4. Softul Time View

2.2. Driftul maximal în 30 zile timp de 12 luni a semnalului de frecvență 5 MHz generat de ETN 05-12.

Luna	Valoarea nominală 5 MHz				Valoarea maximală admisibilă a driftului timp de 30 zile
	nr.112630		nr.112631		
	Valoarea măsurată	Valoarea calculată a driftului timp de 30 zile	Valoarea măsurată	Valoarea calculată a driftului timp de 30 zile	
Decembrie 2017	4,999999999999		5,000000000006		3,00E-09
Ianuarie	5,000000000004	5,00E-12	4,999999999994	-1,20E-11	
Februarie	4,999999999987	-1,70E-11	5,000000000014	2,00E-11	
Martie	5,000000000005	1,80E-11	5,000000000005	-9,00E-12	
Iunie	4,999999999282	-7,23E-10	4,999999999966	-3,90E-11	
Iulie	Reetalonare				
August	Reetalonare				
Septembrie	5,000000000001	7,19E-10	4,999999999991	2,50E-11	
Octombrie	4,999999999985	-1,60E-11	5,000000000006	1,50E-11	
Noiembrie	4,999999999999	1,40E-11	4,999999999996	-1,00E-11	
Decembrie	4,999999999999	0,00E+00	5,000000000006	1,00E-11	

Concluzie - În tabelul dat sunt prezentate valorile medii a 1000 de măsurări cu intervalul de 1 secundă efectuate lunar la frecvența 5 MHz pentru ambele generatoare de frecvență din componența ETN 05-12. Conform rezultatelor obținute este calculat driftul timp de 30 zile. Producătorul garantează driftul nu mai mare $\pm 3,00E-09$. Observăm că driftul maximal este $7,19E-10$. Deci putem confirma că etalonul este stabil în timp la frecvența 5 MHz.

2.3. Driftul maximal în 30 zile timp de 12 luni a semnalului de frecvență 10 MHz generat de etalonul de frecvență

Luna	Valoarea nominală 10 MHz				Valoarea maximală admisibilă a driftului timp de 30 zile
	nr.112630		nr.112631		
	Valoarea măsurată	Valoarea calculată a driftului timp de 30 zile	Valoarea măsurată	Valoarea calculată a driftului timp de 30 zile	
Decembrie 2017	10,000000000000		10,000000000001		3,00E-09
Ianuarie	10,000000000000	0,00E+00	10,000000000001	0,00E+00	
Februarie	9,999999999981	-1,90E-11	10,000000000003	2,00E-11	
Martie	9,999999999997	1,60E-11	9,999999999996	-3,40E-11	
Iunie	9,999999999669	-3,28E-10	9,999999999584	-4,12E-10	
Iulie	Reetalonare				
August	Reetalonare				
Septembrie	10,000000000002	3,51E-10	9,999999999979	3,95E-10	
Octombrie	9,999999999991	-2,90E-11	10,000000000001	3,10E-11	
Noiembrie	10,000000000000	9,00E-12	10,000000000001	0,00E+00	
Decembrie	10,000000000000	0,00E+00	10,000000000000	-1,00E-11	

Concluzie - Analogic au fost efectuate măsurări și calculele pentru frecvența de ieșire 10 MHz. Observăm că driftul maximal este $3,95E-10$. Deci putem confirma că etalonul este stabil și la frecvența 10 MHz în timp.

2.4. Deriva maximală și calculul incertitudinii timp de 12 luni a semnalul de frecvență 5 MHz generat de etalonul de frecvență

Luna	Valoarea nominală 5 MHz			
	nr.112630		nr.112631	
	Valoarea măsurată	Incertitudinea extinsă	Valoarea măsurată	Incert. extinsă
Ianuarie	5,000000000004	2,00E-10	4,999999999994	1,96E-10
Februarie	4,999999999987	1,99E-10	5,000000000014	2,02E-10
Martie	5,000000000005	1,94E-10	5,000000000005	2,00E-10
Iunie	4,999999999282	4,01E-10	4,999999999966	2,13E-10
Iulie	Reetalonare			
August				
Septembrie	5,000000000001	2,00E-10	4,999999999991	1,99E-10
Octombrie	4,999999999985	2,46E-10	5,000000000006	2,06E-10
Noiembrie	4,999999999999	2,06E-10	4,999999999996	2,00E-10
Decembrie	4,999999999999	2,12E-10	5,000000000006	2,00E-10
Deriva maximală MHz timp de 12 luni		4,17E-10	2,77E-11	

Concluzie - Conform măsurărilor efectuate timp de un an la frecvența 5 MHz observăm că valoarea derivei maxime este 417 μHz. Valoarea obținută caracterizează o stabilitate înaltă a etalonului în timp îndelungat.

2.5. Abaterea maximală timp de 12 luni a semnalul de frecvență 10 MHz generat de etalonul de frecvență

Luna	Valoarea nominală 10 MHz			
	nr.112630		nr.112631	
	Valoarea măsurată	Incertitudinea extinsă	Valoarea măsurată	Incert. extinsă
Ianuarie	10,000000000000	3,84E-10	10,000000000001	3,82E-10
Februarie	9,999999999981	4,12E-10	10,000000000003	4,10E-10
Martie	9,999999999997	3,80E-10	9,999999999996	3,94E-10
Iunie	9,999999999669	4,46E-10	9,999999999584	4,20E-10
Iulie	Reetalonare			
August				
Septembrie	10,000000000002	4,08E-10	9,999999999979	3,80E-10
Octombrie	9,999999999991	6,52E-10	10,000000000001	5,50E-10
Noiembrie	10,000000000000	4,06E-10	10,000000000001	4,30E-10
Decembrie	10,000000000000	3,90E-10	10,000000000000	4,46E-10
Deriva maximală MHz timp de 12 luni		-2,03E-10	2,57E-10	

Concluzie - Conform măsurărilor efectuate timp de un an la frecvența 10 MHz observăm că valoarea derivei maxime este 257 μHz. Valoarea obținută caracterizează o stabilitate înaltă a etalonului în timp îndelungat.

2.6. Calculul factorului de concordanță En pentru 112630

Luna	Valoarea nominală 10 MHz				Factorul <i>En</i>
	Cercetare INM		CE, INM, Moldova		
	Abaterea Allan	Incert. extinsă	Abaterea Allan	Incert. extinsă	
Ianuarie	1,92E-10	3,84E-10	2,1E-11	2,1E-11	0,45
Februarie	2,06E-10	4,12E-10			0,45
Martie	1,90E-10	3,80E-10			0,44
Iunie	2,23E-10	4,46E-10			0,45
Iulie	Reetalonare				
August	Reetalonare				
Septembrie	2,04E-10	4,08E-10	1,6E-11	2,0E-14	0,46
Octombrie	3,26E-10	6,52E-10			0,48
Noiembrie	2,03E-10	4,06E-10			0,46
Decembrie	1,95E-10	3,90E-10			0,46

2.7. Calculul factorului de concordanță En pentru 112631

Luna	Valoarea nominală 10 MHz				Factorul <i>En</i>
	Cercetare INM		CE INM, RO		
	Abaterea Allan	Incert. extinsă	Abaterea Allan	Incert. extinsă	
Ianuarie	1,91E-10	3,82E-10	5,1E-13	4,1E-13	0,50
Februarie	2,05E-10	3,82E-10			0,54
Martie	1,97E-10	3,94E-10			0,50
Iunie	2,10E-10	4,20E-10			0,50
Iulie	Reetalonare				
August	Reetalonare				
Septembrie	1,90E-10	3,80E-10	3,5E-13	2,0E-14	0,50
Octombrie	2,75E-10	5,50E-10			0,50
Noiembrie	2,15E-10	4,30E-10			0,50
Decembrie	2,23E-10	4,46E-10			0,50

Concluzie – Componenta etalonului tip 910R, nr.112631 a fost etalonată în anul 2016 INM, RO și reetalonat în Iulie – August 2018. Rezultatele măsurărilor semnalului de ieșire la frecvența 10 MHz au fost comparate cu datele din CE. Valoarea maximală a factorului de concordanță $En=0,54$ care nu depășește 1,0 și caracterizează acuratețea măsurărilor și metoda utilizată.

Toate cercetările efectuate în anul 2018 caracterizează etalonul cu o stabilitate înaltă. Comparând rezultatele obținute la cercetare cu CE emis de la ultima ET, rezultatele obținute la Erepl factorul En nu depășește 1,0. Pentru a asigura această încredere în măsurări, în laborator se vor dezvolta în continuu modele de cercetare pentru stabilitatea etalonului în timp. Scopul cercetărilor este de a demonstra fiabilitatea etalonului în timp îndelungat și demonstrarea periodicității de reetalonare 24 luni.

3. INTERVENȚIILE REALIZATE PENTRU COMPONENTELE ETN 05-12 CONFORM PROGRAMULUI DE DEZVOLTARE ȘI MENTENANȚĂ A BNE (PENTRU PERIOADA ANULUI 2018).

3.1 Rezultatele etalonării replicate

Compararea rezultatelor etalonării la frecvența de 5 și 10 MHz pentru nr. **112630**

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	Etalonarea nr.1 (Gherlih A.)		Etalonarea nr.2 (Straistari S.)		En
MHz	MHz		MHz		
5	4,999999999994	2,06E-10	5,000000000013	1,94E-10	0,013
10	10,000000000002	4,50E-10	10,000000000001	3,98E-10	0,002

Compararea rezultatelor etalonării la frecvența de 5 și 10 MHz pentru nr. **112631**

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	Etalonarea nr.1 (Gherlih A.)		Etalonarea nr.2 (Straistari S.)		En
MHz	MHz		MHz		
5	5,000000000002	1,90E-10	5,000000000024	2,28E-10	0,015
10	10,000000000002	3,88E-10	9,999999999987	3,98E-10	0,006

Concluzie - Factorul de concordanță este stabilit $|En| \leq 0,5$. Rezultatele măsurărilor nr.1 sunt aproape identice cu rezultatele măsurărilor nr.2 din care motiv, se consideră că metoda aleasă este corespunzătoare scopului. Deci putem confirma că etalonul național este stabil în timp și inginerii din LMEFT efectuează corect măsurările și prelucrarea rezultatelor măsurărilor.

3.2 Rezultatele verificărilor intermediare

3.2.1 Pentru luna Februarie, nr. 112630

Valoarea nominala, MHz	Valoarea conventionala, MHz	Incertitudinea extinsa, Hz
10	10,000000000001	4,10E-11

Calculul factorului En

Valoarea nominală 10 MHz				
Cercetare INM		CE, INM, Moldova		Factorul En
Abaterea Allan	Incert. extinsă	Abaterea Allan	Incert. extinsă	
2,05E-11	4,10E-11	2,45E-12	2,67E-12	0,44

3.2.2 Pentru luna Februarie, nr. 112631

Valoarea nominala, MHz	Valoarea conventionala, MHz	Incertitudinea extinsa, Hz
10	10,00000000001	3,60E-11

Calculul factorului En

Valoarea nominală 10 MHz				
VI, INM		CE, INM, Romania		Factorul <i>En</i>
Abaterea Allan	Incert. extinsă	Abaterea Allan	Incert. extinsă	
1,78E-11	3,60E-11	9,8E-13	4,1E-13	0,47

3.2.3 Pentru luna Septembrie, nr. 112630

Valoarea nominală 10 MHz				
VI, INM		CE, INM, Moldova		Factorul <i>En</i>
Valoarea convention	Incert. extinsă	Valoarea convention	Incert. extinsă	
10,00000000007	2,00E-08	10,00000000004	2,00E-08	0,001

3.2.4 Pentru luna Septembrie, nr. 112631

Valoarea nominală 10 MHz				
VI, INM		CE, INM, RO		Factorul <i>En</i>
Valoarea convention	Incert. extinsă	Valoarea convention	Incert. extinsă	
9,99999999998	2,00E-08	10,00000000000	2,00E-08	0,001

Concluzie - Verificarea intermediară a fost efectuată la frecvența de 5, 10 MHz, 100 măsurări efectuate cu intervalul 1 sec. Rezultatele obținute la VI sunt comparate cu rezultatele din certificatul de etalonare emis de către INM, MD; INM, RO si s-a calculat factorul concordanță *En*. Deci comparând rezultatele putem confirma că 910R, nr.112630, nr.112631, MM din componența ETN 05-12 are o stabilitate înaltă care se încadrează în caracteristicile tehnice indicate de producător si factorul *En* nu depășește 1.

4. LUCRĂRI EFECTUATE ÎN DOMENIUL FRECVENȚĂ ȘI TIMP PE PARCURSUL ANULUI 2018

1	Etalonare replicată	Erepl	10
2	Verificare intermediară	VI	17
3	Etalonarea MM proprii	ET	3
4	Etalonare contra plată la solicitarea agenților economici	ET	84
5	Verificare metrologică	VM	25
6	Mentenanță	M	56

5. PUBLICARE ÎN REVISTA METROLOGIE

Tema : *Studiul calității alimentării cu energie electrică a etaloanelor naționale gestionate de INM*