

## Čas a frekvencia

**Definícia jednotky:** Sekunda [s] je čas rovný 9 192 631 770 periódam žiarenia, ktoré zodpovedá prechodu medzi dvomi hladinami veľmi jemnej štruktúry základného stavu atómu cézia 133.

Podľa definície jednotky času, realizácia jednotky sa vytvára v céziových atómových hodinách, ktoré vlastní a uchováva SMU v Bratislave a ktoré sú nadviazané pomocou družicového systému GPS/Glonass na medzinárodný čas UTC BIPM Paríž, výsledky publikované Circular-T.

### Realizácia jednotky

V Slovenskom metrologickom ústave sa pre meranie, overovanie a kalibráciu meradiel času a časového intervalu a odvodených veličín využíva priamo etalón času a frekvencie - atómové hodiny HP 5071A, ktoré svojou časovou stupnicou UTC(SMU) sú kontinuálne nadviazané cez systém GPS/Glonass na čas UTC. Etalón SMU je spolutvorcom svetového času UTC v BIPM Paríž.



Národný etalón času a frekvencie

Pre požiadavky meradiel, kedy je potrebné generovať časové a frekvenčné signály sa využívajú elektrické výstupné signály z etalónu času a frekvencie, céziových hodín. V časovej oblasti rozlišovacia schopnosť merania časovej stupnice je 0,2 ns.

Pre meranie a generovanie elektrických signálov frekvencie sa používa elektronický čítač a syntezátor frekvencií. Horná hranica generovania frekvencie je 20 GHz, horná hranica merania frekvencie je 46 GHz.

### Etalóny a zabezpečenie laboratória meracou technikou

1. Národný etalón - primárny céziový etalón času a frekvencie, atómové hodiny HP 5071A, trvalo nadviazané na medzinárodný čas UTC, priemerná relatívna chyba frekvencie  $3,5 \cdot 10^{-14}$ , rozšírená neistota výsledku merania  $0,7 \cdot 10^{-14}$ .
2. Prijímač navigačnej sústavy GPS/Glonass pre porovnávanie etalónov času TTS-3. Kontinuálne meranie metódou „multichannel“ rozlišovacia schopnosť merania 10 ps.
3. Riadený oscilátor 10 MHz / 1 s zo signálu satelitného systému GPS HP 58503 pre účely kontroly etalónového signálu a transportu etalónových hodnôt.
4. Elektronický čítač, komparátor frekvencií syntezátor, frekvencií pre meranie/generovanie etalónových signálov do oblasti 20 GHz / 46 GHz.
5. Zariadenie na meranie elektronických ručných stopiek ESW 2000.
6. Súprava meracích prístrojov pre meranie priamočiarej rýchlosti v laboratóriu a na ceste, meranie frekvencie a výkonu do 46 GHz, simulátor dopplerovských frekvencií pre cestný radarový rýchlomer typu Ramer , fotometrické systém na meranie v teréne, meranie meradiel rýchlosti typu LIDAR (laserové rýchloмеры).

Etalón	Relatívna chyba T&F a neistota	Nadväznosť	Medzinárodné porovnanie
Národný etalón času a frekvencie	$(3,5 \pm 0,7) \cdot 10^{-14}$	BIPM, Paríž	kontinuálne, GPS metódou

## Nadväznosť

Laboratórium zabezpečuje nadväznosť základnej jednotky 1 s, stupnicou UTC(SMU) generovanou céziiovými hodinami HP 5071A, priamo na svetový čas UTC. Výsledky etalónu, časovej stupnice UTC (SMU), sú medzinárodne dostupné v jednomesačných intervaloch pre vyhodnocovací časový interval 5 dní v bulletine BIPM - Circular T, ktorý je BIPM distribuovaný v papierovej forme a taktiež uvádzaný na internetovskej stránke BIPM - časový servis.

## Prenos

Prenos jednotky 1 s a z nej odvodenej časovej stupnice sa vykonáva meraním elektronickým čítačom referenčných etalónov alebo priamo meraním frekvencie referenčných etalónov. Pre prípad potreby merania/generovania iných hodnôt ako sú vybrané menovité hodnoty 1 s, 1 MHz, 5 MHz alebo 10 MHz sa používa syntezátor frekvencií, ktorého výstupná frekvencia je odvodená z etalónu SMU.

## Medzinárodné porovnávacie merania

Medzinárodné porovnávacie merania etalónu (kvantových hodín) sa vykonávajú kontinuálne a nepretržite meraním signálov družicového systému GPS/Glonass. Etalón SMU participuje na čase UTC ako člen medzinárodnej skupiny pre tvorbu svetového času. Meracia schopnosť laboratória je preukázaná v CMC tabuľkách stránka [http://kcdb.bipm.org/AppendixC/country\\_list\\_search.asp?CountSelected=SK&type=TF](http://kcdb.bipm.org/AppendixC/country_list_search.asp?CountSelected=SK&type=TF)

## Metrologické služby poskytované laboratóriom

V oblasti merania času frekvencie laboratórium poskytuje kalibrácie etalónov a merania frekvencie menovitých hodnôt 1 MHz, 5 MHz a 10 MHz s komparátorom frekvencií a násobičom frekvenčnej odchýlky. Neistota výsledku merania dosahuje hodnoty  $2 \cdot 10^{-13}$ . Pre ostatné hodnoty meraných frekvencií je podľa rozsahu merania neistota výsledku merania  $2 \cdot 10^{-12}$ .

Meradlo	Rozsah	Rozšírená neistota (k = 2)
Čas	0 až 24 h	2 ns
Časová stupnica	neohraničený	2 ns
Časový interval	1 $\mu$ s až 1000 s	0,5 ns
Kvantové etalóny frekvencie	(1 - 5 - 10) MHz	$5 \cdot 10^{-14}$
Riadené etalóny frekvencie, GPS	(1 - 5 - 10) MHz	$5 \cdot 10^{-13}$
Etalóny frekvencie, čas. stupnica	(1 - 5 - 10) MHz	$5 \cdot 10^{-14}$
Etalóny frekvencie s násobičom F	(1 - 5 - 10) MHz	$5 \cdot 10^{-13}$
Frekvencia	0,1 Hz - 46 GHz	$2 \cdot 10^{-12}$
Elektronické otáčkomery	(100 - 100000) min <sup>-1</sup>	$2 \cdot 10^{-8}$
Meradlá rýchlosti	(20 - 250) km.h <sup>-1</sup>	0,3 %

Laboratórium vykonáva úradné merania, skúšky odbornej spôsobilosti v procese certifikácie, zabezpečuje teoretické a praktické školenia v oblasti času, frekvencie a rýchlosti, spracováva posudky a expertízy. Ponúka výskum a vývoj zariadení podľa požiadaviek zákazníka v danej oblasti.

Kontaktná osoba: Ing. Pavol Doršic

tel.: +421 2 602 94 321, 359, 306

fax: +421 2 659 29 592

e-mail: [dorsic@smu.gov.sk](mailto:dorsic@smu.gov.sk), [time@smu.gov.sk](mailto:time@smu.gov.sk)

Slovenský metrologický ústav  
Karloveská 63, 842 55 Bratislava 4

Tel., fax: +421 2 602 94 521

Web: [www.smu.sk](http://www.smu.sk)