

Czas, oraz ściśle związana z nim częstotliwość, to wielkości, które mają podstawowe znaczenie zarówno dla nauki i techniki, jak również funkcjonowania społeczeństw oraz życia poszczególnych ludzi. Wielkości te mają podstawowe znaczenie w telekomunikacji, nawigacji oraz praktycznie każdej dziedzinie nauki.

Obecnie sekunda - jednostka czasu w układzie SI - jest definiowana w oparciu o nadsubtelne przejście w atomie cezu o częstotliwości leżącej w zakresie promieniowania mikrofalowego (ok. 10 GHz). Utrzymywanie wzorców o najwyższej dostępnej dokładności jest zadaniem narodowych instytutów metrologicznych (ang. National Metrology Institute - NMI), które zajmują się ponadto udoskonalaniem obecnych i rozwojem nowych wzorców. W wielu instytutach metrologicznych na świecie prowadzi się zaawansowane badania nad nowymi wzorcami atomowymi, których działanie jest oparte na przejściu optycznym pomiędzy dwoma stanami o bardzo długim czasie życia (o częstotliwości w zakresie 430 THz). Wzorce takie, zwane zegarami optycznymi, wykorzystują albo pojedyncze jony umieszczone w pułapce elektromagnetycznej albo atomy chłodzone do temperatury bliskiej zera bezwzględnej za pomocą układu laserów. Bezwzględna dokładność wytwarzanej częstotliwości oraz stabilność takich wzorców jest o kilka rzędów wielkości lepsza od wzorców cezowych i dlatego w nieodległej przeszłości przejmą one najprawdopodobniej rolę oficjalnych wzorców częstotliwości i czasu.

Zegary atomowe (zarówno tradycyjne - cezowe, jak i przyszłe - optyczne) muszą być porównywane z wzorcami podobnej klasy, aby można było ocenić stabilność i jakość wytwarzanych przez nie sygnałów. Każde medium transmisyjne jest jednakże źródłem zakłóceń przesyłanych sygnałów, pogarszając ich stabilność. Skutkiem tego rozwój wzorców jest nieodłącznie związany z rozwojem technik przesyłania (zwanego też transferem) sygnałów wzorcowych na odległość. Obecnie najdoskonalszym medium transmisyjnym, które można wykorzystać do tego celu, są światłowody.

Dzięki rozwojowi światłowodowych technik przesyłania sygnałów wzorcowych jest obecnie możliwe nie tylko porównywanie zegarów (co jest bezpośrednio interesujące jedynie dla samych laboratoriów czasu/częstotliwości), ale także dostarczanie sygnałów wzorcowych do odległych użytkowników. Z ich punktu widzenia rozwiązanie takie jest pożądane, gdyż każdy, kto potrzebuje dostępu do wysokostabilnych sygnałów wzorcowych zamiast zajmować się ich wytwarzaniem (co jest skomplikowane i bardzo kosztowne), może się zwrócić do wyspecjalizowanego laboratorium i stosunkowo niewielkim kosztem uzyskać do nich dostęp.

Obecnie każde zaawansowane laboratorium czasu i częstotliwości wytwarza trzy podstawowe sygnały: dwa sygnały odnoszące się do definicji sekundy w układzie SI, związane z zegarem cezowym - sygnał częstotliwości (najczęściej 5 MHz lub 10 MHz) i sygnał czasu 1PPS (ang. pulse per second) oraz sygnał z zegara optycznego (tzw. nośną optyczną).

Celem niniejszego projektu jest opracowanie i zbadanie technik światłowodowej dystrybucji wszystkich tych trzech sygnałów do użytkownika za pomocą jednego światłowodu, w formie hybrydowego systemu transferu. Rozwiązanie takie jest celowe, gdyż sygnał optyczny z zegara optycznego nie niesie wprost informacji o czasie, w związku z czym impulsy 1PPS (zsynchronizowane ze skalą czasu UTC) mogą pełnić dla niego rolę markerów, pozwalających umieścić w czasie zdarzenia zachodzące w domenie optycznej. Z drugiej strony ultrastabilny sygnał optyczny może pełnić rolę wzorca dla światłowodowego transferu sygnałów "cezowych", poprawiając parametry łącza światłowodowego.

Dzięki prowadzonym badaniom zostanie pogłębiona wiedza o możliwościach i ograniczeniach światłowodowego transferu sygnałów z wzorców atomowych, z drugiej zaś strony zostaną opracowane nowe narzędzia metrologiczne, w postaci hybrydowych systemów transferu. Dzięki nim wysokostabilne sygnały wzorcowe będzie można doprowadzić bezpośrednio do użytkowników, którymi mogą być jednostki naukowe, prowadzące badania z zakresu zegarów optycznych, spektroskopii atomowej i molekularnej, astronomii czy astrofizyki, jak również laboratoria telekomunikacyjne, metrologiczne, centra nawigacyjne, czy inne zaawansowane instytucje badawczo-rozwojowe. Opracowane metody transferu sygnałów wzorcowych mogą być przydatne dla redefinicji jednostki czasu - sekundy, która w przyszłości zostanie oparta o częstotliwość przejścia optycznego w jednym z zegarów optycznych. Zegary cezowe z pewnością nadal będą używane ze względu na niezawodność i generowanie sygnałów wprost w domenie elektrycznej, niemniej jednak dla zachowania spójności metrologicznej jednostek konieczne będzie odnoszenie sekundy "cezowej" do sekundy "optycznej", w czym mogą pomóc opracowane rozwiązania.