**TOM III SWZ**

**Opis przedmiotu zamówienia**

Przedmiotem postępowania jest dostarczenie do siedziby Zamawiającego systemu pomiarów magnetycznych wraz z jego zainstalowania i uruchomieniem:

* System pomiarowy do undulatorów z sondą Halla (ang. Hall probe) wraz z obracaną cewką (ang. flip coil) umieszczony na granitowej lawie optycznej

1. **Opis systemu pomiarowego z sondą Halla i obracaną cewką (ang. flip coil)**

Typową konfigurację systemu pomiarowego przedstawiono na rysunku 1. Precyzyjna sonda Halla i obracana cewka są napędzane przez zmotoryzowane systemy pozycjonujące, które są

Diagram, engineering drawing

Description automatically generated

Rys. 1. a) Granitowe ławy do systemów pomiarowych z obracana cewką i sondą Halla b) widok typowego systemu pomiarowego przy pomocy sondy Halla c) widok obracanej cewki i jej położenia względem sondy Halla

zamontowane na blokach granitowych, aby zapewnić wymaganą stabilność i dokładność (rysunek 1a). Typowa standardowa płaskość górnej powierzchni odniesienia ław granitowych jest lepsza niż 20 μm. Na górnej powierzchni każdego stołu znajdują się precyzyjne prowadnice montowane z typową dokładnością równoległości 5 μm

Stanowisko z sondą Halla jest przeznaczone do pomiarów profili pola magnetycznego wzdłuż kierunku ruchu wiązki elektronowej (osi z). Silnik liniowy odpowiada za ruch wózka wzdłuż kierunku z. Dwa inne manipulatory odpowiadają za poprzeczne przemieszczenie w poziomie (x) i w pionie (y) uchwytu sondy Halla względem wózka silnika liniowego (rysunek 1b)

Uchwyt sondy Halla składa się ze zintegrowanych czujników odpowiedzialnych za pomiar indukcji pola magnetycznego jednocześnie w kierunku x, y and z. Uchwyt jest montowany na wysięgniku o długości około 0,5 m. Pomiary profilu pola magnetycznego wzdłuż osi z wykonywane są z typową prędkością pomiarową 25 mm/s. Czujniki z sondą Halla powinny wykazywać bardzo niski poziom szumów, mieć kompensację podłużnego efektu Halla i bardzo mały dryft sygnału wyjściowego. Powinno to umożliwiać dobry pomiar profili pola magnetycznego urządzeń, jak również powinno umożliwić wyodrębnienie z profili pól pierwszej i drugiej całki pola z dobrą dokładnością. Tak otrzymane całki pola można porównać z wartościami zmierzonymi za pomocą obrotowej cewki i wykorzystać wyniki pomiarów do wzajemnej kalibracji.

Technika cewki obrotowej służy do bezpośredniego pomiaru pierwszej i drugiej całki pola magnetycznego. Pierwsza całka pola odpowiada całkowitemu odchyleniu kątowemu przechodzącej wiązki elektronów, a druga całka pola odpowiada całkowitemu przemieszczeniu wiązki elektronów względem środka urządzenia.

Metoda obracanej cewki polega na tym, ze długa cewka jest obracana w magnesie podczas pomiaru o 180° i rejestrowane jest indukowane napięcie V. Typowa cewka składa się z kilkudziesięciu zwojów drutu. Zmiana strumienia magnetycznego Δφ podczas pomiaru jest równa dwukrotności strumienia φ0 związanego z cewką w początkowym położeniu kątowym. Jeżeli pętla cewki tworzy dwa równoległe druty o niewielkiej odległości W na długości magnesu, φ0 = W I1, gdzie I1 jest pierwszą całką polową składowej pola. Jeżeli szerokość cewki jest równa zeru na jednym z końców to φ0 = W I2/L, gdzie L jest długością cewki, a I2 jest całką drugiego pola. Dlatego całkując napięcie indukowane podczas obrotu cewki o 180° można w prosty sposób określić pierwszą lub drugą całkę pola, gdy znane są wymiary cewki.

Cewka obrotowa jest rozciągnięta między dwiema jednostkami, zamontowanymi na granitowych wspornikach. Każda jednostka składa się ze manipulatorów liniowych i obrotowych, jak pokazano na rysunku 1c. Manipulatory liniowe odpowiadają za pozycjonowanie cewki w poziomie i pionie. Manipulatory obrotowe zamontowane na manipulatorach linowych stopni służą do obracania cewki.

1. **Specyfikacja systemu pomiarowego**

**1. Wymagania ogólne:**

Dostarczany system powinny być fabrycznie nowy, sprawny i zintegrowane z systemami sterowania i akwizycji danych.

Wykonawca po dostawie systemu uruchomi go w siedzibie Zamawiającego oraz przeszkoli personel Zamawiającego w zakresie jego użytkowania, przy czym uruchomienie i szkolenie będzie łącznie nie krótsze niż 2 tygodnie (10 dni roboczych).

Układy pomiarowe muszą być objęte nie mniej niż 12 miesięczną gwarancją od daty odbioru, na wszelkie wady konstrukcyjne.

**2. Mechaniczne parametry mierzonych urządzeń magnetycznych**

Stanowiska pomiarowe posłużą do charakteryzowania undulatorów a także magnesów dipolowych akceleratora. Undulatory są nie dłuższe niż 2 m, a ich minimalna szerokość szczeliny wynosi 8,5 mm. Magnesy akceleratorowe nie są dłuższe niż 1 m. Minimalna szczelina w magnesach dipolowych wynosi 20 mm.

**3. Systemy sterowania i akwizycji danych**

Systemy pomiarowe powinny być wyposażone w komputer PC oraz dedykowany graficzny interfejs użytkownika GUI, który umożliwia bardzo prostą obsługę stanowiska. Program powinien umożliwić operatorowi poruszanie zmotoryzowanymi osiami, monitorowanie stanu stanowiska i wykonywanie procedur pomiarowych przygotowanych przez operatora. Stanowisko powinno być wyposażone w zestaw standardowych procedur pomiarowych, które mogą być użyte przez operatora w celu wykonywania bardziej złożonych zadań pomiarowych. Pomiar powinien w wygodny sposób przedstawiać dane w formie wykresów na ekranie komputera. Dane pomiarowe powinny być zapisywane również do plików tekstowych w celu ich dalszego opracowania w wybranym oprogramowaniu służącym do analizy danych.

**4. Justowanie**

Stanowiska pomiarowe powinny być wyposażone w układy odniesienia, za pomocą których można z wystarczającą dokładnością ustawić osie stanowisk pomiarowych względem układu odniesienia magnesów. Tolerancje wynoszą nie więcej niż 50 mikronów względem położenia pozycji osi magnesu i 0,1 miliradiana względem orientacji osi magnesu.

**5. Dokładność wyznaczenia głównych parametrów magnesu:**

a. Undulatory:

* + Dokładność pomiaru pola magnetycznego wewnątrz undulatorów: < 2 mT
  + Rozdzielczość przestrzenna: ≤ 0,1 mm we wszystkich kierunkach
  + Dokładność pomiaru całki pierwszego pola: ≤ 1 \*10⁻5 Tm
  + Czułość całki pomiaru pierwszego pola: ≤ 2,5\*10⁻⁶ Tm
  + Dokładność pomiaru całki drugiego pola: ≤ 2\*10⁻5 Tm2
  + Czułość pomiaru całki drugiego pola: ≤ 4\*10⁻⁶ Tm2

**6. Wymagania dotyczące stanowiska pomiarowego sondy Halla**

a. System mechaniczny

* + Zakres ruchu poziomego wzdłuż osi podłużnej: ≥ 2500mm
  + Zakres ruchu poziomego prostopadle do osi podłużnej: ≥ 300 mm
  + Zakres ruchu pionowego prostopadle do osi podłużnej: ≥ 300 mm
  + Powtarzalność: nie gorsza niż ± 3 μm dla każdej osi
  + Równoległość ruchu: nie gorsza niż ± 20 μm

b. 3 – osiowa (Bx,By,Bz) sonda Halla

* + Dokładność kątowa ustawiania indywidualnych czujników (błąd ortogonalności): < 0,1°
  + Maksymalna wartość mierzonego pola magnetycznego: nie mniejsza ±2 T, brak nasycenia wyjść
  + Zakres liniowy pomiaru indukcji magnetycznej: nie mniej niż ±2 T, w pełni skalibrowany zakres pomiarowy
  + Całkowita dokładność pomiaru: ≤ 0,1%
  + Czułość na pole magnetyczne DC: nie gorsza niż 5 V/T, wyjście różnicowe
  + Tolerancja czułości: ≤ 0,02%
  + Nieliniowość: ≤ 0,05%
  + Planarne napięcie Halla: < 0,01 % normalnego napięcia Halla V
  + Temperaturowy współczynnik czułości: < ±50 ppm/°C dla zakresu temperatur 23°C ± 5°C
  + Długotrwała niestabilność czułości pomiarowej: < 1% przez 10 lat
  + Sygnał niezrównoważenia (dla B = 0 T): < ±2 mT @ zakres temperatur 23°C ± 5°C
  + Współczynnik temperaturowy niezrównoważenia: < ±4 µT/°C
  + Wahania sygnału niezrównoważenia i dryftu w zakresie 0,01-10 Hz: < 3 µT dla wartości szczytowych
  + Szum wyjściowy:
    - Gęstość widmowa szumów przy f = 1 Hz: < 0,12 µT/Hz
    - Gęstość widmowa szumów przy f > 10 Hz: < 0,1 µT/Hz
    - Szum szerokopasmowy: < 3 µT szum RMS
    - Pasmo częstotliwości 500 Hz
  + Czujnik powinien mieć wbudowany czujnik temperatury w celu kompensacji wpływu temperatury

C. Standardowe procedury pomiarowe:

* + Jednopunktowa akwizycja sondy Halla.

Akwizycję pojedynczego punktu można wykonać w dowolnym żądanym punkcie w zakresie ruchu stopni zmotoryzowanych.

* + Skanowanie

Odstęp skanowania można ustawić dowolnie powyżej 0,1 mm. Szybkość skanowania powinna być dostosowana do interwału skanowania, tak aby zachować pełną rozdzielczość akwizycji. System powinien obsługiwać skany przy rozdzielczości 1 mm z prędkością nie mniejszą niż 12,5 mm/s.

**7. Wymagania dotyczące stanowiska pomiarowego cewki obrotowej**

a. System mechaniczny

* + Zakres ruchu poziomego prostopadle do osi podłużnej: ≥ 300 mm
  + Zakres ruchu pionowego prostopadle do osi podłużnej: ≥ 300 mm
  + Ruch obrotowy: wieloobrotowy
  + Dokładność pozycji: ≤ 20 μm dla każdej osi
  + Powtarzalność pozycji: ≤ 5 μm dla każdej osi
  + Dokładność położenia kątowego: ≤ 0,05⁰
  + Powtarzalność położenia kątowego: ≤0,02⁰
  + Szerokość cewki: ≥ 6 mm, ≤ 10 mm
  + Kształt cewek umożliwiający pomiary pierwszej i drugiej całki pola magnetycznego

b. Standardowe procedury pomiarowe:

* + Jednopunktowa akwizycja całek pola

Pomiary jednopunktowe całek pola powinny być możliwe dowolnym punkcie na płaszczyźnie xy w zakresie ruchu stopni zmotoryzowanych. Prędkość obrotowa i przyspieszenie powinny być regulowane odpowiednio do 1,5 obr/s i 1,5 obr/s2. Użytkownik powinien móc regulować czas całkowania integratora napięcia w odstępach 20 ms.

**8. Wymagane parametry nanowoltomierza do całkowania indukowanego napięcia z obracanej cewki:**

* + Dwa kanały pomiarowe
  + Poziom szumów: < 15nVp-p przy czasie odpowiedzi 1 s
  + Synchronizacja z siecią zasilania i eliminacja wpływy prądów prądu przemiennego lepsza niż 110 dB NMRR
  + Wbudowana linearyzacja wpływu napiec kontaktowych i kompensacja zimnych złączy (ang. built-in thermocouple linearization and cold junction compensation)