

Az
„Egzotikus magfolyamatok kutatása itthon és ESFRI roadmap intézetekben”
című közbeszerzési eljárás műszaki leírása

Az Ajánlatkérő (MTA Atomki) régóta folytat magfizikai kutatásokat az intézetben működtetett gyorsítók mellett és külföldön egyaránt. A jelen közbeszerzési eljárás célja egy világszínvonalú laboratórium kialakítása különleges, egzotikus magfolyamatok kutatására a következő nagy pontosságú gamma- és részecske-detektorok beszerzésével.

Műszaki leírás, specifikációk:

1. Három kristályt tartalmazó AGATA detektor gyártása és szállítása

Kompatibilitás:

Ezt a detektort mind az intézetben, mind külföldön használni szándékozzuk. Külföldi használata során az európai AGATA együttműködés által üzemeltetett AGATA detektorrendszer részeként fog mérésekben részt venni a detektor. Ezért a detektornak az AGATA detektorrendszerbe integrálhatónak kell lennie.

Környezet:

Ez a detektor képes gamma-sugárzás detektálására, amely az MTA Atomki és más külföldi intézet gyorsítóiból érkező ionnyaláb által keltett magreakcióban keletkezik. Maga a detektor nem állít elő ionizáló sugárzást, így az üzembe helyezéséhez nem szükséges hatósági engedély.

Az aktuális magszerkezet-kutatások három fő követelményt támasztanak az alkalmazott gamma-sugárzás detektorokkal szemben: legyen jó az energia-feloldása, nagy a detektálási határfoka, és hogy minél pontosabban ismerjük a gamma-sugárzás detektálásának a helyét. A legmodernebb gamma-sugárzás detektorok a "tracking (nyomkövető) gamma labdák", melyekben sok hipertiszta germánium félvezető kristály gömb alakban veszi körül a bomló atommagot. Minden egyes kristály elektronikusan további még kisebb részekre osztott (szegmentált). Ezek a detektorok a jelenleg egyszerre elérhető legjobb energia-feloldást, detektálási határfokot és detektálási-hely pontosságot biztosítják.

Detektorkristályok:

A beszerzendő detektornak az AGATA detektorrendszerrel való kompatibilitás miatt pontosan 3 nagytisztaságú germánium detektorból (HPGe) kell állnia. A három, enyhén különböző alakú detektor fél-koaxiális elrendezésben, közös kriosztátban helyezkedjen el. Mindegyik kristály piramis formájú kell, hogy legyen: az előlap szabálytalan hatszöget, míg az ellentétes oldal (hátlap) hengert formázzon. A detektorok elektromosan 36 részre kell, hogy legyen szegmentálva. Követelmény, hogy mindegyik kristály vákuum-biztos kapszulában legyen elhelyezve.

A detektor kristályokat n-típusú nagytisztaságú germániumból kell gyártani, a szennyezési koncentráció 0.3 and $1.8 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ közötti érték legyen. A legnagyobb szennyezési koncentrációnak a kapszula elején kell elhelyezkednie. A gyártónak mérés alapján meg kell adnia a szennyezési koncentrációt az előlap és a hátlap közepén, valamint a szélein $\pm 0.05 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ pontossággal.

A kristályok méretei:

- hossz: 90 (+0.6 - 1.4) mm
- hátsó átmérő: 80 (+0.6 – 0.6) mm
- a kristály központi ürege: 10 mm névleges átmérő, mely az előlap felől 13 mm névleges átmérőre bővül

A kristályok alakja:

Mind a három kristálynak 6 sík oldallapja legyen, melyek elkeskenyednek, így a detektor előlapján szabálytalan hatszöget alkotnak. A hátsó, henger alakú rész legalább 5mm hosszú kell, hogy legyen. A detektor három kristálya enyhén eltérő alakú legyen a "Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 668 (2012) 26–58" 4. ábrájának megfelelő méretezéssel.

A kristályok szegmentációja:

A kristály külső elektródája 36 részre legyen szegmentálva (6 hosszirányú és 5 kereszt irányú osztás). A hosszirányú osztások a keskenyedő oldallapok középvonalán helyezkedjenek el. Az kereszt irányú osztások a detektort a tengelye mentén 8 ± 1 mm, 13 ± 1 mm, 15 ± 1 mm, 18 ± 1 mm, 18 ± 1 mm és 18 ± 1 mm vastag szeletekre bontsák, úgy, hogy a legkeskenyebb rész a kristály hatszögű vége felé essen. A külső csatlakozó osztáshézag névleges szélessége 0.5 ± 0.05 mm legyen.

Mindegyik kristály vákuumzárt kapszulában kell, hogy elhelyezésre kerüljön.

A kapszulára a következő feltételek teljesüljenek:

- A kapszulák oldalfala és a kristályok oldallapjai közt a távolság 0.4 - 0.7 mm lehet.
- A kapszulák első és oldalsó falainak vastagsága 0.8 ± 0.05 mm kell, hogy legyen.
- A kapszula hátsó részének átmérője 84 ± 0.1 mm, a hegesztési varratnál lévő maximális átmérő 84.8 ± 0.1 mm legyen.
- Elvárás, hogy a bekötés ugyanolyan legyen az összes kapszula esetében.
- Ne legyen fluort tartalmazó anyag a kapszulán belül.

A V_{op} működési feszültség a következő formulának feleljen meg:

$$V_{op} \geq (10 \times V_{depl} + 7500) / 11$$

ahol:

- V_{op} a működési feszültség *volt* mértékegységben mérve
- V_{depl} a kiürítési feszültség *volt* mértékegységben mérve
- A működési feszültség maximum 5000 V lehet.

A detektor hőkezelése:

Szállítás előtt a gyártó a detektorkapszulán végezzen egy hőkezelés ciklust, amely tartalmazzon 100° C-on eltöltött legalább 10 órát.

Minőségellenőrzés:

A gyártó a detektort ellenőrzött állapotban kell, hogy szállítsa; valamint lehetőséget kell, hogy biztosítson a minőségellenőrzésre megrendelői oldalról is. Utóbbira két hónapnyi időt kell biztosítania. Mindkét teszt során a következő értékeket kell mérni a teljes detektorra és a szegmensekre egyenként:

- FWHM értéket 1330 keV-nél (^{60}Co forrással)
- FWHM értéket 122 keV energiánál (^{57}Co forrással) vagy 60 keV energiánál (^{241}Am forrással)
- a csúcshalakot jellemző FWTM / FWHM arányt a teljes detektorra

A tesztet a teljes detektor illetve a detektor szegmensei elé elhelyezett forrással, legfeljebb 1000 cps másodpercenkénti beütésszám értékkel és 6 μ s-os Gauss alakformáló időfaktor beállítás mellett kell végezni.

Az elvárt értékek a teljes detektorra a következők:

- FWHM 1330 keV energiánál: ≤ 2.35 keV
- FWHM 60 keV vagy 122 keV energiánál: ≤ 1.35 keV
- FWTM / FWHM arány: ≤ 2.0

Az elvárt értékek a szegmensekre a következők:

- FWHM 1330 keV energiánál: ≤ 2.30 keV, átlagérték: ≤ 2.15 keV
- FWHM 60 keV vagy 122 keV energiánál: ≤ 1.30 keV, átlagérték: ≤ 1.20 keV

Megrendelendő mennyiség: 1 db 3 kristályt tartalmazó AGATA detektor.

2. AGATA detektorhoz tartozó kriosztát gyártása és szállítása

Kompatibilitás:

Ez a kriosztát kifejezetten az AGATA kollaboráció által működtetett AGATA gamma-spektrométerhez tartozó detektorok működését biztosító aszimmetrikus hármás kriosztát.

Felépítése és technikai részletei meg kell, hogy feleljenek az AGATA Infrastruktúra és Detektor csoport specifikációinak.

Környezet:

A detektor, amelynek működését a kriosztát biztosítja, képes az MTA Atomki és más külföldi intézet gyorsítóiból érkező ionnyaláb által keltett magreakcióban keletkező gamma-sugárzás detektálására. Maga a kriosztát nem állít elő ionizáló sugárzást, így az üzembe helyezéséhez nem szükséges hatósági engedély.

A gyártónak szállítania kell a kriosztát hardverjét, a 111 előerősítőhöz szükséges teljes hűtött és szobahőmérsékletű elektronikát, vállalnia kell az üres kriosztát szállítását a megrendelő telephelyére (Debrecen, Magyarország), valamint a három AGATA detektor-kapszula (Piros, Zöld és Kék típusú) összeszerelését és tesztelését egy megjelölt AGATA laboratóriumban.

Az AGATA hármás kriosztát (ATC) magába kell, hogy foglalja a három eltérő alakú, kapszulába zárt, 36-részből szegmentált Ge detektort, és biztosítania kell a működésüket. A detektoregységek aszimmetrikus hexagonális alakja az AGATA kollaboráció által meghatározott. A kriosztát biztosítja a detektorok folyékony nitrogénnel történő hűtését és a szoba-hőmérsékletű előerősítővel való üzemelését. Összesen 111 szobahőmérsékletű előerősítőt kell alkalmazni: 3 x 36 előerősítőt a detektorszegmensekből érkező jelek és 3 előerősítőt a központi jelek kiolvasására. Minden egyes elektronikai egységnek alkalmasnak kell lennie nagy pontosságú gamma-spektroszkópiai mérések végzésére.

A kriosztát mechanikája alkalmas kell, hogy legyen arra, hogy azonos alakú kriosztátok zárt, a lehető leghosszabbban pakolt geometriában a maximális térszöveget lefedjék a kísérletek során.

A kriosztátnak meg kell felelnie az AGATA kollaboráció által meghatározott kísérleti elrendezéseknek megfelelő technikai feltételeknek.

A kriosztát specifikációja:

- A detektor lapos felületének területén levő zárófedél vastagsága: 1.0 ± 0.1 mm
- Az zárófedél elülső falának vastagsága: 1.5 ± 0.1 mm
- Az zárófedél anyaga: AlMg3 vagy más, azonos fizikai tulajdonságokkal bíró alumínium ötvözet.
- A zárófedél két részből kell hogy álljon: a hátsó gyűrűből és a detektorokat lefedő elülső zárófedélből.
- A detektorok lapos felülete és az elülső zárófedél megfelelő belső felülete közötti távolság: < 2.0 mm.
- Két detektor szomszédos lapos felülete közötti távolság: < 0.5 mm.
- A kriosztát teljes mechanikai szerkezetének bele kell férnie a zárófedél elülső része és a céltárgy középpontja által definiált térszögbe.
- A detektorok működési hőmérséklete nem haladhatja meg a 100K fokot a detektortengely semmilyen dőlésszögének semmilyen pozíciójában. A hőmérsékletet a kapszula hátsó falán kell mérni.
- Az alkalmazott Dewer-tartályokon lennie kell egy folyékony nitrogén (LN2) szintet kiolvasó egységnek. A Dewer-tartályban levő LN2 szintet kb. 10%-os hibával kell megadnia a mérőegységnek és a mért érték függ a kriosztát elhelyezésétől. A mérőegységre vonatkozó részletek D. Lersch et al.: Az AGATA hármás cluster detektorhoz kifejlesztett folyékony nitrogén szint mérő egység” (Nuclear Instruments and

Methods in Physics Research A 640 (2011) 133-138) tudományos közleményben vannak részletezve.

- A folyékony nitrogént tartalmazó Dewer-tartály működési ideje bekapcsolt elektronika mellett kb. 12 óra kell, hogy legyen.
- A hőmérséklet kontrollálására két PT100 ellenállás-hőmérőt kell alkalmazni, egyet az A (PIROS) kapszula hátlapján és egyet ennek közelében a Dewer-tartályon.
- A detektor jeleket kiolvasó elektronikai egységek mind hűtött előerősítővel kell, hogy működjenek.
- A kriosztátban levő mindhárom független, szobahőmérsékletű előerősítővel működő alaplap AGATA hármas előerősítővel és impulzus generátorral ellátott kétmagos előerősítővel kell, hogy felszerelt legyen.
- Mindegyik szobahőmérsékletű előerősítő kimenő jel kábelezése 3M-MDR26 Camera Link csatlakozókkal kell, hogy ellátott legyen.
- A kriosztát nagyfeszültségű szűrőkkel és standard SHV csatlakozókkal kell, hogy ellátva legyen.
- A kriosztát hegesztett titán átvezetésekkel kell, hogy ellátott legyen.
- A kriosztát és a hozzátartozó elektronika lehetővé kell, hogy tegye az egyes detektorok feloldásának és áthallásának ellenőrzését. Különösen, a három központi jel energia feloldása nem lehet rosszabb, mint 0.15 keV az egyes különálló detektorokból származó értékekhez képest. A szegmensek energia feloldása az AGATA kollaboráció által a kristályokra megadott specifikáción belül kell, hogy maradjon. Továbbá, a kriosztát rendszerben keletkező áthallások a jelek 90%-ára csak < 0.1% lehetnek.

A gyártónak a következő részfeladatokat kell teljesítenie:

A hardver és a nagyfeszültségű szűrők elkészítése, összeszerelése, és tesztelése:

- A kriosztát teljes hardveréhez szükséges alkatrészek (félíg kész mechanika, Dewer-tartály, átvezetések) megrendelése, a teljes hardver legyártása és összeszerelése.
- A teljes kriogén hűtő rendszer elkészítése
- Mintakapszulák beszerelése és a mechanika tesztelése
- Nagyfeszültségű szűrők elkészítése és összeszerelése
- Vákuum és nagyfeszültségű kontroll tesztek elvégzése
- A hűtőrendszer kontroll tesztjének végrehajtása mintadetektorokkal

A kriosztát teljes elektronikájának elkészítése és tesztelése:

- A teljes kriosztáton belüli elektronikai kábelezés elkészítése
- Az összes szükséges hűtött előerősítő elkészítése
- A külső kábelezés és csatlakozók elkészítése és összeszerelése
- Az alaplapok elkészítése
- A központi jeleket feldolgozó, teszt impulzus generátorokkal ellátott szobahőmérsékletű előerősítők beszerzése, elkészítése és implementálása
- A szegmensekből jövő jeleket feldolgozó szobahőmérsékletű előerősítők megrendelése, elkészítése és implementálása
- Mechanikai, vákuum, hűtés és nagyfeszültségű tesztek végrehajtása
- Az összeszerelt és tesztelt hardver helyszínre szállítása (MTA Atomki, Debrecen)
- A készülék bemutatása az MTA Atomki képviselőjének a helyszínen

A detektorkapszulák beszerelése a kriosztátba, a teljes detektor kipróbálása és beállítása:

Miután a hardver át van szállítva egy megjelölt AGATA laborba és a 3 üzembehelyezett és tesztelt detektorkapszula szintén rendelkezésre áll az adott laborban:

- Elektronikai teszt végrehajtása a próbadetektorokon
- A kiolvasó elektronika beállítása a bekapcsolódott detektorokat tartalmazó rendszer előkészítésére
- A detektorkapszulák összeszerelése

- A rendelkezésre álló 3 darab detektorkapszula behelyezése a kriosztátba
- A detektor és a kriosztát gyártásának ellenőrzése, a teljes rendszer üzembe helyezése
- A kiolvasó elektronikához előkészített 4.5 l-es Dewar-tartály leszállítása
- A zárófedél osztása
- A teljes mechanika elkészítése
- Alaplap és D-Sub 9 nagyfeszültségű csatlakozó elkészítése
- Eltávolítható SHV csatlakozókkal ellátott 3 nagyfeszültségű szűrő doboz legyártása
- 21 darab csatlakozóval ellátott hátsó fedő lap és konverter kártyák elkészítése
- Kétmagos előerősítő konfiguráció készítése, impulzus generátorral való működés demonstrálása
- 3 darab kétmagos központi kártya és 36 darab szobahőmérsékletű előerősítő kártya szállítása
- A 108 darab hűtött előerősítő működéséhez 18 darab szegmens előerősítő blokk szállítása
- 3 darab központi kártya, hűtött FET és kapcsoló ellenállások szállítása
- Teljes belső és külső elektronikai kábelezés
- 3 darab titán hegesztett átvezető kapcsolat készítése
- A kriosztát számára fa szállító doboz szolgáltatása

Megrendelendő mennyiség: 1 db AGATA detektor kriosztát.

3. LaBr₃(Ce) detektorok gyártása és szállítása

Kompatibilitás:

Ezeket a detektorokat mind az intézetben működő gyorsítók mellett, mind külföldön használni szándékozzuk. Ezért ezeknek az eszközöknek integrálhatóknak kell lennie az intézeti gyorsítók mechanikai és elektromos rendszereihez.

Környezet:

A beszerzendő detektorok képesek radioaktív sugárzás detektálására, amely az MTA Atomki és más külföldi intézet gyorsítóiból érkező ionnyaláb által keltett magreakcióban keletkezik. Maguk a detektorok és a hozzájuk tartozó eszközök nem állítanak elő ionizáló sugárzást, így az üzembe helyezésükhöz nem szükséges hatósági engedély.

A vizsgálandó magfizikai folyamat kis hatáskeresztmetszete miatt a gamma detektorok optimális geometriáját Monte Carlo szimulációval határoztuk meg. Ezek szerint 15 darab 3"x3" méretű szcintillátor detektor szükséges a pályázatban vállalt kísérletek elvégzéséhez, melyek szükséges energiefeloldása: $\leq 3\%$ @ 662 keV. A gamma sugárzások közötti koincidenca pontos ismerete szükségessé teszi az igen jó időfeloldást. Ezért a detektorok koincidenca feloldási idejére vonatkozó előírásunk: $T_{CRT} \leq 0.5$ ns @ 511 keV.

A szcintillátor kristályra vonatkozó előírás:

A detektor anyaga LaBr₃ egykristály legyen 5% Ceriummal doppingolva 16 ns lecsengési idővel és kiváló linearitással. Fénykibocsátása kb. 63 foton/keV. A sűrűsége 5.08 g/cm³. A kibocsátott fény hullámhossza a maximumnál 380 nm. A fénykibocsátás hőmérséklet függése 0-tól 55 °C-ig kisebb, mint 1%. A kristályok henger alakúak, átmérőjük 76.2 mm (3") és hosszúságuk 76.2 mm (3").

Ezt a szcintillátor anyagot jól ismerjük, mivel Debrecenben többször is teszteltük (Lásd: Nuclear Instruments and Methods **608** (2009)76 ; **729** (2013) 910.). Ezért ragaszkodunk feltétlenül ehhez az anyaghoz.

A kristályok tokozása, és szerelése a fotoelektron-sokszorozóval (PMT-val)

- A kristály tokozása 0.8 mm vastag alumíniummal történjen.

- A tokozás külső átmérője 83.5 ± 0.5 mm legyen, 66.3 mm hosszán.
- A PMT burkolatának átmérője 96 ± 0.5 mm legyen. A PMT-vel szerelt detektor teljes hossza, a PMT csatlakozó tűskéit nem számítva, 185 ± 5 mm legyen.
- A $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ kristály közvetlenül csatlakozzon a fotoelektron-sokszorozó csőhöz.
- Az optimális fénybegyűjtés érdekében 3.5"-os PMT használatát kérjük, megfelelő mágneses árnyékolással ellátva.
- A PMT cső DC csatlakozása érdekében negatív nagyfeszültségről lesz meghajtva, ezért a PM cső megfelelő elektromos szigetelését és árnyékolását biztosítani kell.

A PMT csöveket a $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ kristályokat gyártó cég rendeli meg úgy, hogy a kért specifikációs adatokat a teljes detektor teljesíteni tudja.

Megrendelendő mennyiség: 15 db detektor.

4. Feszültségosztó gyártása és szállítása a $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ detektorok fotoelektron-sokszorozóihoz

Kompatibilitás:

A feszültségosztónak illeszkednie kell a $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ detektorokhoz használt fotoelektron-sokszorozó 3-as pontban megadott paramétereire.

A $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ detektorok gyártójának előírása szerinti, amellyel együtt a fentebb leírt működési specifikációt garantálni tudja.

A feszültségosztó jellemzői:

- A sorba kapcsolt ellenállásokkal kialakított feszültségosztó henger alakú fém házban legyen.
- A ház átmérője: 64 ± 0.3 mm, hossza: 38 ± 0.5 mm.
- A feszültségosztó teljes ellenállása: 4 M Ω
- A feszültségosztóban a katódhoz közeli két ellenállás értéke 2.061-szerese a többi ellenállásának.
- Az anódhoz közeli három utolsó dinóda közötti kapacitás értéke 10 nF.
- Feszültségűző kapacitás: 4.7 nF.
- A nagyfeszültségű és a jel kábel (RG-174/U) hossza 450 ± 10 mm.

Megrendelendő mennyiség: 15 db feszültségosztó.

5. Nagyfeszültségű tápegység gyártása és szállítása a $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ detektorhoz

A $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ detektorok számára 24 csatorna nagyfeszültségű táplálás szükséges a következő specifikációval:

- csatornánkénti feszültségállítás
- SHV koaxiális kimeneti csatlakozó
- negatív polaritás, 0 - (-3 kV) kimeneti feszültség, 500-600 μA kimeneti áram
- feszültség és áram monitor csatornánként

A pontos specifikációk a következők:

polaritás	negatív
Max. output feszültség	-3 kV
Max. output áram	1 mA
A feszültség beállítás pontossága	50 mV
A feszültség monitorozás pontossága	10 mV
A max. áram beállítás pontossága	20 nA
A max. áram leolvasási pontossága	2 nA
A feszültség ráadás és lecsökkentés sebessége	1-500 V/s, 1 V/s lépésekben beállítható
Zaj a 10-1000 Hz tartományban	<20 mV
Zaj az 1000 Hz feletti tartományban	<10 mV
A feszültség tipikus beállítási pontossága	<±0.3%±1 V
A maximális áram beállítási pontossága	<±1%±1 µA
Maximális teljesítmény	1.5 W/csatorna

Megrendelendő mennyiség: 1 db 24 csatornás nagyfeszültségű tápegység.

6. DSSSD félvezető, helyzetérzékeny szilícium detektorok gyártása és szállítása

Kompatibilitás:

Ezeket a detektorokat mind az intézetben működő gyorsítók mellett, mind külföldön használni szándékozunk. Ezért ezeknek az eszközöknek integrálhatóknak kell lennie az intézeti gyorsítók rendszereihez.

Környezet:

A beszerzendő detektorok képesek radioaktív sugárzás detektálására, amely az MTA Atomki és más külföldi intézet gyorsítóiból érkező ionnyaláb által keltett magreakcióban keletkezik. Maguk a detektorok és a hozzájuk tartozó eszközök nem állítanak elő ionizáló sugárzást, így az üzembe helyezésükhöz nem szükséges hatósági engedély.

Célunk az, hogy a magreakcióból kilépő elektronok, illetve pozitronok repülési irányát meghatározzuk, amihez a lehető legnagyobb szögfeloldás, így a helyzetérzékeny DSSSD (*Double-Sided Silicon Strip Detector*) detektorok lehető legjobb pozíciófeloldása szükséges. Két, különböző specifikációjú DSSSD detektort tartalmazó detektor „réteget” tervezünk használni. Szimulációink és korábbi kísérleteink szerint a következő specifikációk szükségesek.

DSSSD detektorok műszaki specifikációja

Si detektor típusa	teljesen kiürített rétegű kétoldalasan csíkozott Si (DSSSD)	
detektor		
technológia	4" szilícium	
chip mérete	illeszkedik a tokozáshoz	
tokozás	1.6 mm	FR4 PCB
fémzés	egyenletes takarás a teljes felületen	
a fémzés vastagsága	500 nm	
csatlakozó	tüskesor: 2.54 mm/pin	

	Detektor A	Detektor B
anód oldali csíkok száma	32	24
katód oldali csíkok száma	32	24
csíkok hossza	49.5 mm	24.5 mm

csíkok szélessége	1.5 mm	1 mm
aktív felület	49.5x49.5 mm ²	24.5x24.5 mm ²
tokozás mérete	60x70 mm	40x90 mm
csatlakozó mérete	2x34 pin (IDC, 90°)	2x26 pin (IDC)
Si vastagság	500 μm	300 μm

Megrendelendő mennyiség: 7 db

7db

7. A DSSSD detektorokhoz csatlakozó jelformáló elektronika gyártása és szállítása

Kompatibilitás:

A jelformáló elektronika a DSSSD detektor 6-os pontban megadott paramétereirez kell, hogy illeszkedjen.

A DSSSD helyzetérzékeny szilícium detektorok jeleinek feldolgozása speciális jelfeldolgozó elektronikával történik, a következő elvárásokkal:

- előerősítő, gyors jelformáló diszkriminátorral egybeépítve
- időzítő erősítő: 22 ns integrálási időállandó, 100 ns differenciálási időállandó
- jelformáló rendje az analóg kimenethez: CR-(RC)⁵
- 5.5 keV zajszint a Si detektorokhoz (+0.064 keV/pF)
- maximum bemeneti kapacitás: 100 pF
- multiplexelt kimenet
- bemenet a DSSSD csatolófelületének megfelelően
- 750-800 kHz / adatbusz terhelhetőség
- állítható érzékenység és polaritás
- vákuumban használható (távoli eléréssel vezérelhető)
- kimeneti feszültség: 0-8 V

Megrendelendő mennyiség: 1 db jelformáló elektronika, amely 24 db, egyenként 32 csatornás feldolgozó egységből (multiplexerből) áll.

8. A DSSSD-khez csatlakozó elektronikai adatgyűjtő gyártása és szállítása

A sok-komponensű DSSSD detektorrendszer jeleinek feldolgozásához a következő specifikációjú és funkciójú elektronikai egységek szükségesek:

- **1 darab VME keret:**
 - 19" x 4U keret 8 darab aljzattal (alakfaktor 6U) 160mm VME kártya számára
 - kimeneti teljesítmény: 450-500 W
 - maximális áramfelvétel: 50 A @ +5 V, 10 A @ +12 V és 10 A @ -12 V
 - maximális zaj: 10 mVpp @ 5 V és 20 mVpp @ ±12V
 - beépített ventilátor
- **1 darab VME vezérlő egység (VME-USB 2.0 híd):**
 - 1-egység széles VME 6U VME Master egység
 - hagyományos PC USB portjáról üzemeltethető, vezérlehető
 - VME busz működésének monitorozása az egyéges található LED soron és távolról is lehetséges
 - 5 TTL/NIM programozható kimenet (előlapi LEMO 00 csatlakozók) és 2 programozható TTL/NIM bemenet (előlapi LEMO 00 csatlakozók)

- USB-n keresztül programozható I/O funkciók
 - maximális adatforgalom: 30 MByte/s (USB-n)
 - Linux driverrel ellátva (feltétlen szükséges a jelenlegi adatgyűjtő rendszerünkkel való kompatibilitás miatt).
- **64 csatorna idő-digitális átalakító (TDC):**
 - 1-egység széles VME 6U egységek (2 darab) 32 TDC csatornával ellátva
 - VME vezérlőn keresztül állítható konvertált időtartomány: 140 ns ÷ 1.2 µs
 - 8 bit feloldás
 - *COMMON START* és *COMMON STOP* módok
 - multiplexelt kimenetek
 - konverziós idő: 5.7 µs
 - integrális nemlinearitás $\leq \pm 0.1\%$ (a teljes tartományra)
 - differenciális nemlinearitás $\leq \pm 1.5\%$ (a teljes tartományra)
 - programozható null-elnyomás (*zero suppression*), sok-eseményes memóriapuffer (*multievent memory buffer*) és *trigger* számláló
 - A24/A32 címzési mód
 - adatátviteli módok: D16, D32, BLT32, MBLT64
 - *Chained Block Transfer* (CBLT32/CBLT64) támogatás
- **64 csatorna analóg-digitális átalakító (ADC):**
 - 1-egység széles VME 6U egységek (2 darab) 32 ADC csatornával ellátva
 - bemeneti feszültségtartomány: 0 ÷ 4 V.
 - multiplexelt kimenetek
 - 12 bit feloldás
 - konverziós idő: 5.7 µs
 - integrális nemlinearitás $\leq \pm 0.1$ (a teljes tartományra)
 - differenciális nemlinearitás $\leq \pm 1.5\%$ (a teljes tartományra)
 - programozható null-elnyomás (*zero suppression*), sok-eseményes memóriapuffer (*multievent buffer memory*) és *trigger* számláló
 - A24/A32 címzési módok
 - adatátviteli módok: D16, D32, BLT32, MBLT64
 - *Chained Block Transfer* (CBLT32/CBLT64) támogatása
- **48 csatorna állandó arányú időzítő (CFD):**
 - 1-egység széles VME 6U egységek (3 darab) 16 CFD csatornával ellátva
 - bemeneti feszültségtartomány: - 5 mV ÷ -5V
 - ECL kimenet
 - VME-n keresztül állítható kimeneti jelszélesség: 15 ns ÷ 250 ns
 - programozható holtidő: 150 ns ÷ 2 µs
 - csatornánként állítható küszöb: -1 mV ÷ -255 mV (1 mV lépésközzel)
 - csatornák egyenként ki/bekapcsolhatók (VME-n keresztül, maszk regiszter használatával)
 - összegző kimenet (az áram arányos a bemeneti multiplicitással)
 - majority kimenet (NIM jelet ad, amikor adott számú bemeneti csatorna küszöb feletti jelet kap)
 - a diszkriminátor csatornáinak logikai VAGY kimenet az előlapon elérhető

- **24 csatorna gyors erősítő:**
 - 1-egység széles VME 6U egységek (3 darab) 8 csatorna gyors felfutási idejű erősítővel ellátva
 - rögzített feszültségerősítés: 10x (csatornánként)
 - bipoláris, nem-invertált, kaszkádba köthető kimenetek
 - bemeneti sávszélesség: 250 MHz (50 mVpp jelekre)
 - 3 LEMO 00 csatlakozó csatornánként (1 bemenet és 2 kimenet)
 - ± 2 V kimeneti tartomány
 - csatornánként állítható alapvonal (*offset calibration*) ± 25 mV tartományban
 - jelfelfutási idő < 1.5 ns, zaj < 55 μ V RMS, késleltetés < 5 ns.
- **4 db** LEMO input kábel adapter ADC-hez és **4 darab** LEMO input kábel adapter TDC-hez az ADC egységet gyártó és a TDC egységet gyártó specifikációi szerint.

Megrendelendő mennyiség: 1 db, a fentebbi listában részletezett egységekből álló elektronikai adatgyűjtő.

9. Detektor állványzat

Kompatibilitás:

Ezt a detektorokhoz tartozó állványzatot mind az intézetben működő gyorsítók mellett, mind külföldön szándékozzuk használni. Ezért ennek az eszköznek integrálhatónak kell lennie az intézeti gyorsítók rendszereihez.

Környezet:

A detektorok, amelyek működését az állványzat segíti, képesek olyan radioaktív sugárzások detektálására, amelyek az MTA Atomki vagy más külföldi intézet gyorsítóiból érkező részecskenyaláb által keltett magreakcióban keletkeznek. Az üzembe helyezésükhöz nem szükséges hatósági engedély.

A detektorrendszer alátámasztásához és pozicionálásához speciális, egyedi tervezésű, a már meglévő szerkezeti elemeinkhez illetve az MTA Atomki Tandetron gyorsító laboratóriumában meglévő nyalábcsatornákhoz illeszkedő detektor állványzat szükséges. A tervezéshez és legyártáshoz a gyártó helyismerete, illetve részecskegyorsító-alapú kutatásokban korábban szerzett tapasztalata elengedhetetlen feltétel.

A LaBr_3 detektorok tömege darabonként ≤ 1 kg, a tokozásuk műhelyrajzát csatoltuk. A detektorok első lapjának (orrának) egy 300 mm-es sugarú gömb felületén kell elhelyezkedniük. Az állványzat teherbírása olyan legyen, hogy egyszerre legalább 48 db. detektort elbírjon.

A detektorok a gömbfelületen gyűrű alakban helyezkedjenek el a középponton átmenő, vízszintes nyalábirány körül. A detektorok tengelyének a nyalábirányhoz mért szögei 30° , 60° , 120° és 150° legyenek. Ezen a négy körgyűrűn 8, 16, 16 és 8 detektor rögzítési helyét kell kialakítani.

A detektorok orrai minden egyes pozícióban egy 84.5 ± 0.3 mm átmérőjű lyukba illeszkedjenek.

Mind a detektorok, mind a fotoelektron-sokszorozó (PMT) csövek nagyon sérülékenyek. Rögzítésük a csatolt ábrának megfelelően történjen.

A nyalábirányhoz képest előre irányuló szögekben elhelyezett detektortartó gyűrűket a hátsó szögű gyűrűkhöz képest előre felé mozgathatóan 50 cm-re el kell tudni távolítani egymástól, azok leszerelése nélkül.

A detektortartó gyűrűket hordozó állványzat a földön áll, a gömbszerű tartórendszer vízszintes tengelye a nyalábtengely, amely 1200 mm magasságban van. Az állványzat kerekeken gördíthető, amik lerögzíthetőek. Az állványzat magasságát ± 50 mm-re finoman csavarmenettel jusztrírozható.