

Cremlin+: WP 5, Task 6 (BINP)

Tasks, plans and status

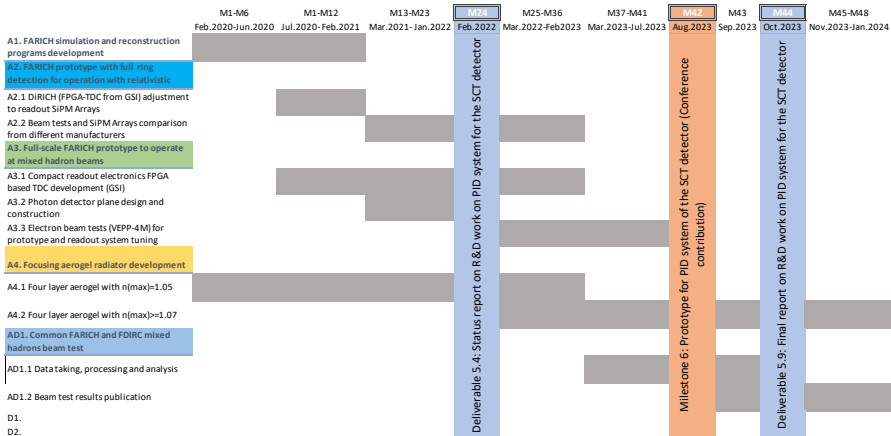
A.Yu. Barnyakov and other.,

Budker Institute of Nuclear Physics , Novosibirsk 2020

August 2020

Task & Plans

The experience of several research groups will be combined to come up with proposals for the optimum PID system for the SCT project with respect to performance and cost. Detector prototypes are going to be constructed and tested to verify the performance of these novel detector concepts and their readout systems.



A1-4 - FARICH tasks and activities

D1-... - FDIRC tasks and activities

AD1-... - Joint FARICH and FDIRC activities

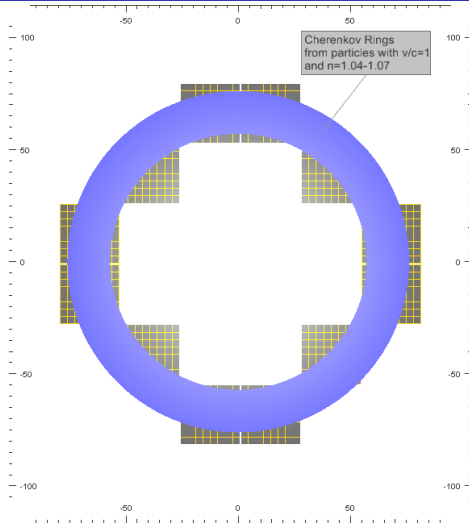
A1. FARICH simulation and reconstruction programs

- FARICH simulation program is developed in GEANT4 framework. Photon detector based on SiPM arrays is described. The intrinsic noises of SiPMs are simulated.
- Simulation results are in good agreement with FARICH beam tests with relativistic electrons while small part of the ring is detected ($10 \div 25\%$ one Cherenkov photon per particle in average).
- Several approaches for PID parameters reconstruction are developed and tested with simulated data (only for perpendicular penetrating particles). More detailed comparison of the approaches are foreseen soon.

Plans:

- After comparison of several approaches we need to integrate this simulated data and reconstruction soft to AURORA framework.
- Validation of simulation with FARICH prototype beam test results.

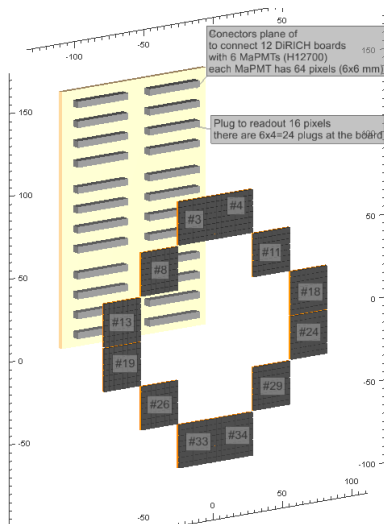
A2. FARICH prototype for full ring detection with electron beams



- 12 SiPM arrays (28×28 mm) are enough to detect 80% of the ring (768 pixels 3×3 mm).
- We have 10 SiPM arrays 8×8 pixels with 3×3 mm (4 from Hamamatsu and 6 from SensL) + 4 from KETEK are expected until the end of the year.

12 SiPM arrays (28×28 mm) and Cherenkov ring

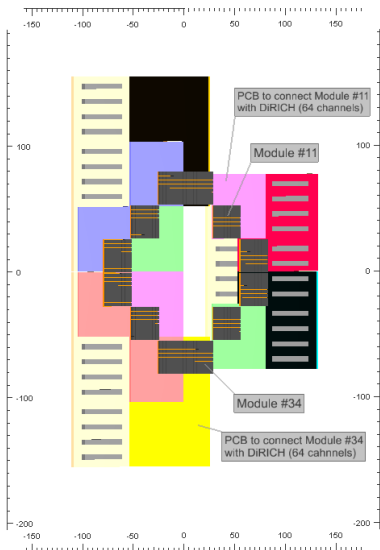
A2.1 Readout electronics based on DiRICH



12 modules + DiRICH board

- We have 3 DiRICH boards to readout $6 \times 64 \times 3 = 1152$ pixels.
- It is easy to connect H12700 and XP85012 PMTs with 6×6 mm 8×8 pixels.
- To readout SiPM arrays with 3×3 mm 8×8 pixels especial PCB-connectors are needed.

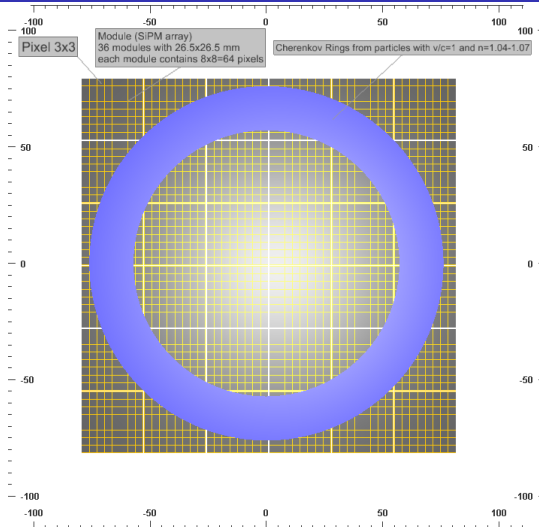
A2.1 Readout electronics based on DiRICH #2



- Each DiRICH board readouts 4 SiPM arrays. It is easy to change some arrays to H12700 MaPMTs.
- Development and production of special PCBs to connect SiPM arrays with DiRICH are planned until the end of the year.
- Development of the cooling system for FARICH prototype based on LAUDA is in progress.

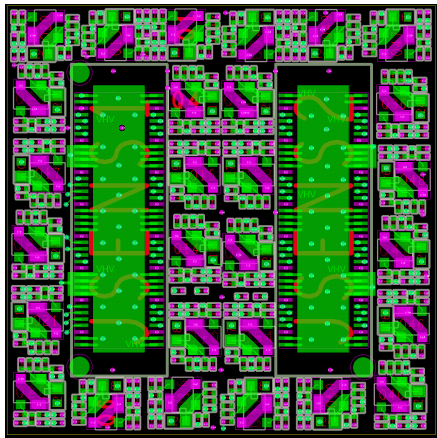
12 arrays + 3 DiRICH boards with PCB-connectors

A3. Full-scale FARICH prototype

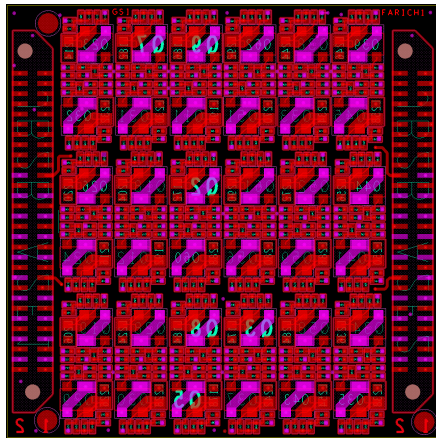


6x6 SiPM arrays, 2304 pixels 3x3 mm in total, readout electronics in 4 times compact than DiRICH boards (RICH-CBM, RICH-HADES and FRICH-PANDA) are required

A3.1 Compact readout electronics FPGA-TDC



Top view (sensor side) of 14-layer amplifier circuitry for KETEK-SiPM 28x28 mm



Bottom view (FPGA-TDC side) of 14-layer amplifier circuitry for KETEK-SiPM 28x28 mm

Designed by M. TRaxler and H. Kayan (GSI)

A3.1 Why not ASIC?!

FPGA-TDC

- Power consumption $\sim 50 \div 100$ mW/ch.
- Compactness — ?!?!?
- Low cost R&D— (3kEuro/iteration)

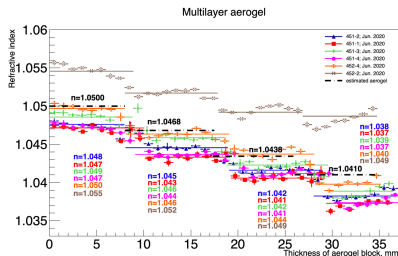
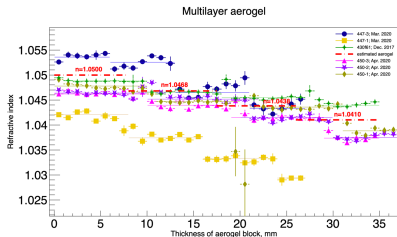
TOFPET-II (PetSys, Lisboa)

- Serial production ~ 900 Euro/chip for batch ≥ 100 pcs (in Moscow)
- Power consumption ~ 12.5 mW/ch.
- Compactness — $14 \times 14 \times 1.5$ mm² for 64 channel chip
- Optimized for PET — works with SiPM properly, **there is no external trigger!**
- **Optimization — 20kEuro/iteration!!!**
- Next version TOFHiR will be soon!

SAMPIC (LAL, Orsay)

- Serial production is stopped now, but it is possible to repeat
- Power consumption ~ 11.25 mW/ch.
- Compactness — 8 mm² for 16 channel chip
- Tested with PMTs, MCPMTs, APDs, SiPMs, fast Silicon Detectors
- External trigger — YES.
- **Weak radiation hardness!!!**
- **Optimization — 10kEuro/iteration!!!**

A4. Focusing aerogel development



Due to regular production process in 2020 we have 9 4-layer focusing aerogel samples with transvers sizes $\geq 90 \times 90$ mm

First task is to find out why the refractive index in multilayer aerogels is systematically less than in single layer aerogels.

		2020	2021	2022	2023	2024	Примечание
1	Матрицы SiPM	307	600	600	600		из 36 есть 10+4 закупаются по ГЗ ИЯФ, нужно еще 22+2, можно приобретать в три этапа по 8 шт.
2	ИП для DiRICH 1.1B, 50A	200					для использования закупленной считывающей электроники на 1152 канала нужен источник питания 1.1 В и 50 А.
3	Печатные платы SiPM-DiRICH	50					для согласования матриц SiPM со считывающей электроникой DiRICH(GSI) необходимо 8 типов 4-х слойных переходных плат общей площадью 400 кв.см.
4	Разработка компактной считывающей электроники на основе FPGA-TDC	500	250	250			за разработку взялись в GSI (M.Traxler) по образцу и подобию плат DiRICH, но компактней в 4 раза. Каждая итерация стоит 3 т.евро по опыту трех итераций должно хватить. В 2020 году 500 т.р. на эти работы зарезервировали в НГУ.
5	Производство электроники для 36 модулей			800	800		Сегодня цена считывающей электроники разработки GSI составляет 15 евро/канал. С учетом вложений в разработку можно надеяться на 10 евро/канал. Итого: 20т.евро.
6	Аэрогелевые многослойные фокусирующие радиаторы	800	700	????	????		НИР с ИК СО РАН финансируется в рамках софинансирования ГЗ "Разработка детектора для проекта Супер Ц-Тау фабрика".
ИТОГО ФАРИЧ		1857	1550	1650	1400	0	
	ИЯФ	1107	700				6457
	НГУ	700					1807
	Cremelin+	50	850	1650	1400	0	700
							3950

Оценка затрат в тыс. рублей

- Указаны минимально-необходимые затраты на поддержание активности по ФАРИЧ, распределенные по времени так, чтобы активность не останавливалась.
- Закупки непосредственно у производителей могут сэкономить 20÷30% средств. Например:
 - Оплата разработки FPGA-TDC в GSI (п. 4) через НГУ обойдется до 2 раза дороже, т.к. придется оформлять как поставку через российского посредника.

Заключение

- В 2020г. реализацию работ по ФАРИЧ можно финансировать из других источников: ИЯФ, НГУ, РФФИ.
- Для успешной реализации проекта в 2021 - 2023гг. необходимо вкладываться в разработку компактной считывающей электроники.
- Вторая существенная статья расходов – покупка фотонных сенсоров (SiPM матрицы 8×8 пикселей размером 3×3 мм) – 36 шт. ~ 2.7 млн.р. Можно начинать закупать прямо сейчас.
- Необходимо найти вариант финансирования НИР с ИК в 2022 - 2023гг.
- Нужна оптимизации затрат и план-графика закупок с учетом всех источников финансирования и всех потребностей по активностям заявленным в гранте.