

Zespołowy projekt studencki: Cosmic Watch

Zygmunt Baranowski, Krzysztof Hiller, Jan Kuźnik, Małgorzata Rzepka

Opiekun: Prof. dr hab. Krzysztof Doroba

czerwiec 2026

1 Wstęp

Celem projektu było zbudowanie systemu służącego do pomiaru rozkładu kąтового detekcji mionów przy użyciu detektorów CosmicWatch. Na podstawie działającego już układu budowany był stelaż zaopatrzony w komputer Raspberry Pi umożliwiający sterowanie obrotami ramienia z detektorami. Zlutowane zostało też sześć nowych detektorów CosmicWatch, choć jeden z nich nie jest w pełni funkcjonujący.



Rysunek 1: Naprawianie lutowniczych błędów wspólnymi siłami

2 CosmicWatch i pomiar mionów



Rysunek 2: Funkcjonujące CosmicWatch-e

CosmicWatch to prosty detektor opierający się na scyntylatorze umieszczonym w jego wnętrzu oraz mikrokontrolerze Arduino pozwalającym na sterowanie i odczytywanie wyników.

Mierzone przez układ miony to wtórne cząstki docierające na powierzchnię Ziemi na skutek oddziaływań pierwotnych cząstek promieniowania kosmicznego z atmosferą. Na skutek oddziaływania pojedynczej cząstki pierwotnej może powstać cała kaskada mionów.

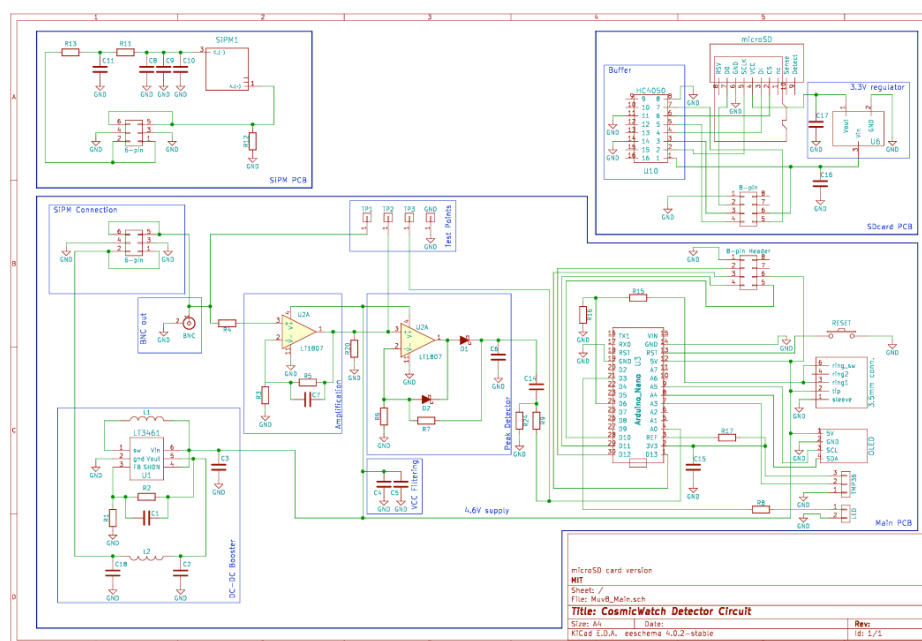
Jednym ze sposobów na pomiar poruszających się cząstek jest użycie scyntylatora. Jest to substancja, która pochłania promieniowanie jonizujące związane z ruchem naładowanej cząstki, a następnie emituje promieniowanie o znacznie niższej energii (z zakresu pomiędzy ultrafioletem a podczerwienią). Detektory oparte na scyntylacji są ponadto zaopatrzone w fotopowielacze, które wzmacniają impuls, co ułatwia pomiar.

Aby uniknąć uznania przypadkowego szumu za pomiar mionu, detektory CosmicWatch pracują w parach. Dopiero jeśli dany sygnał zostanie

zarejestrowany przez oba urządzenia na raz, jest on zliczany jako wykryty mion.

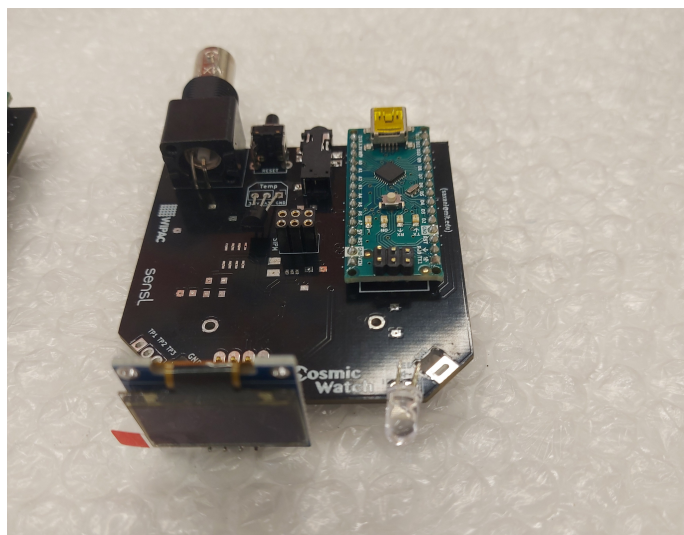
3 Składanie CosmicWatch-y

3.1 Lutowanie



Rysunek 3: Schemat układu wykorzystanego w detektorach. Źródło: [2]

Proces lutowania został podzielony na trzy części: główną płytkę kontrolującą (rys. 4), płytkę ze scyntylatorem oraz układ obsługujący kartę pamięci. Znacząca większość prac związanych z tym etapem projektu została wykonana w technologii SMD. Głównym problemem napotkanym podczas tej części projektu była poprawna orientacja elementów lutowanych, co skutkowało koniecznością wykonywania operacji przedstawionych na rys. 1.



Rysunek 4: Zlutowana główna płytką detektora

3.2 Arduino

Przed przylutowaniem Arduino do płytki wgrano na nie odpowiednie programy kontrolujące detektor i umożliwiające późniejszą komunikację z Raspberry Pi. Arduino wlutowano na koniec, w celu uniknięcia problemów z wgrywaniem programu.

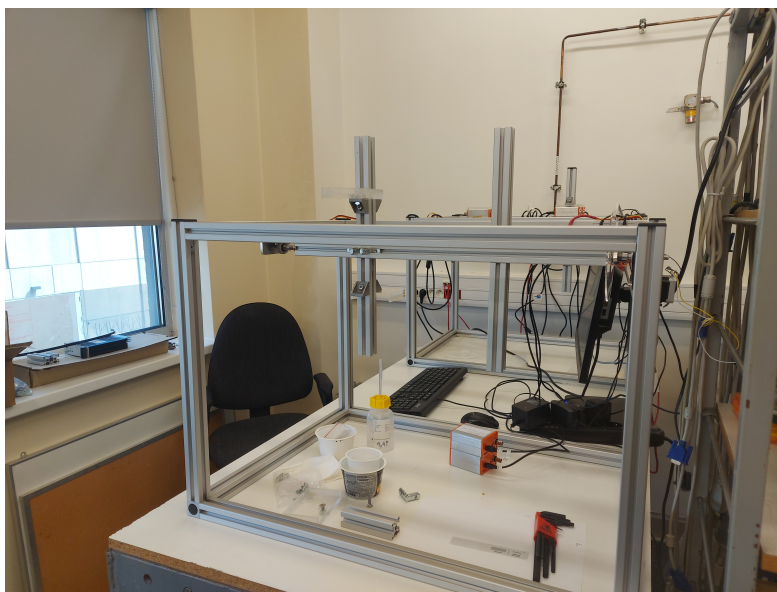
3.3 Scyntylicator

Sam układ detekcji mionów składał się ze scyntylicatora, szczelnie owiniętego folią odbijającą i dodatkowo zabezpieczonego taśmą izolacyjną, która przeciwdziałała dostawaniu się przypadkowych fotonów do środka. Do płytki został przylutowany fotopowielacz, który ostatecznie wysyłał sygnał elektryczny przy detekcji mionu.



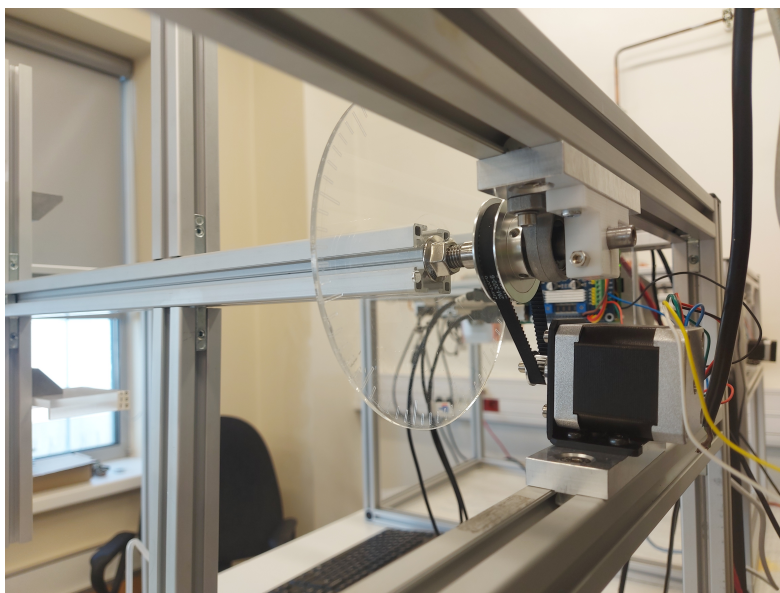
Rysunek 5: Przygotowywanie scyntylatorów do zamontowania w detektorach

4 Mechaniczna część detektora



Rysunek 6: Stelaż wraz z ramieniem budowanego detektora

Oprócz lutowania samych CosmicWatchy zbudowaliśmy konstrukcję, która pozwala na obracanie układem CosmicWatchy. Układ składał się z stelaża, w którym zamocowana jest główna oś, na której przymocowane są z każdej strony mierniki. oś obracana była za pomocą silnika krokowego, a kąt obrotu mierzony modulem, który używał magnesów do pomiarów. Wszystkim sterowała płytka Raspberry pi, połączona z sterownikiem do silnika. Podczas budowy napotkaliśmy problem z brakiem wycentrowania głównej osi, który był spowodowany wadliwym łożyskiem. Po skończeniu kluczowych części montażu testowaliśmy obracanie ramienia. Podczas testów napotkaliśmy problem, który polegał na spontanicznym wyłączaniu się Raspberry pi. Spróbowaliśmy go naprawić, dodając do płytki moduł chłodzący, którym był mały wiatraczek.



Rysunek 7: Zbliżenie na silnik krokowy obracający ramieniem

5 Software

Po zbudowaniu mechanicznej części zajęliśmy się przekopiowaniem oprogramowania z starego detektora na nowy. Po kilku próbach udało się wgrać cały system wraz z wszystkimi potrzebnymi modułami oraz połączyć z systemem Graphana.

Literatura

- [1] <http://www.cosmicwatch.lns.mit.edu/>
- [2] <https://github.com/spenceraxani/CosmicWatch-Desktop-Muon-Detector-v2/blob/master/Instructions.pdf>