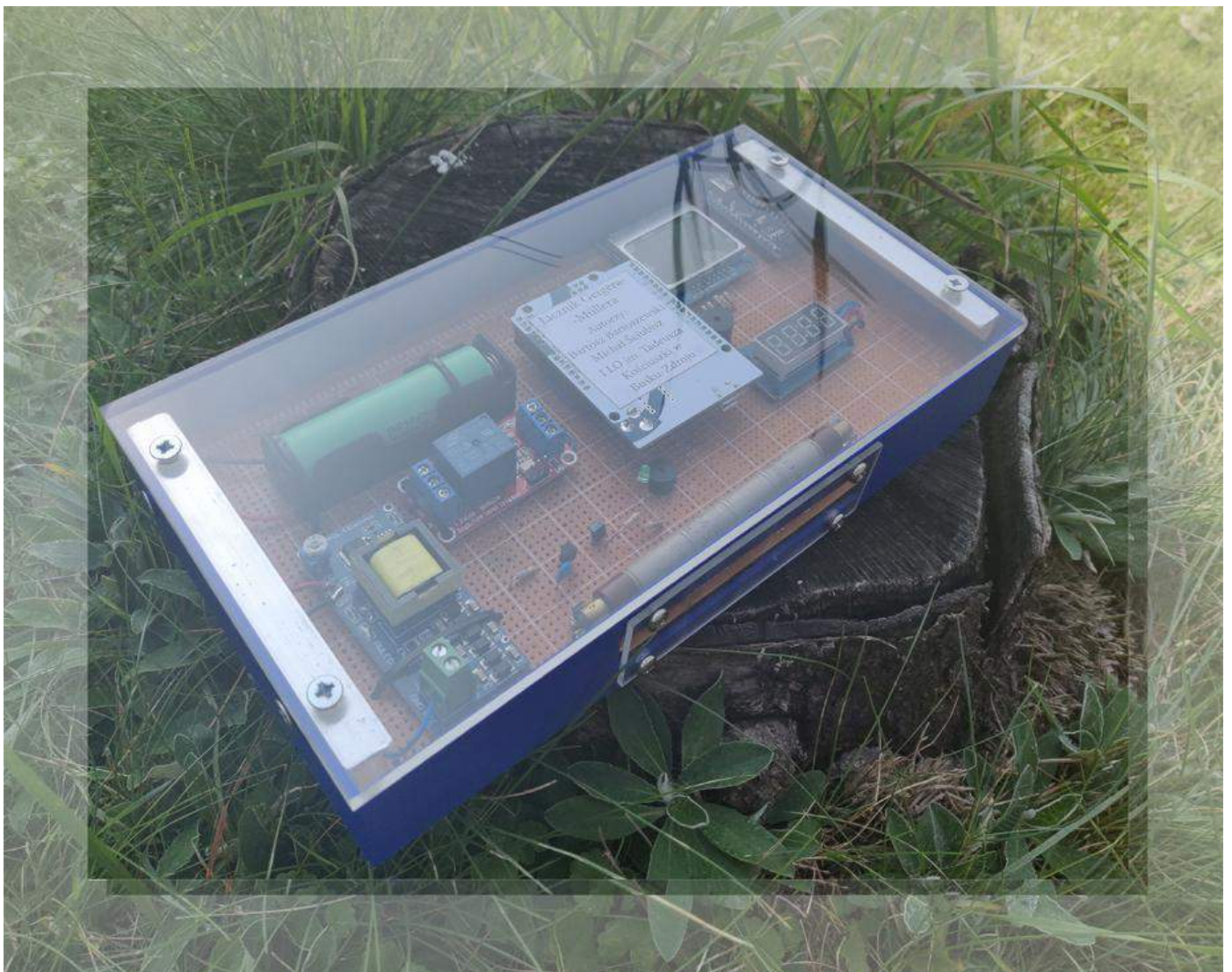


Licznik Geigera-Müllera

wersja 3.0

Opis i użytkowanie



Projekt techniczny urządzenia:

Bartosz Bartoszewski

Michał Ściubisz

Oprogramowanie:

Bartosz Bartoszewski

Montaż:

Michał Ściubisz

Testowanie:

Bartosz Bartoszewski

Michał Ściubisz

Autorzy instrukcji:

Bartosz Bartoszewski

Michał Ściubisz

Opiekunowie projektu:

Mariusz Chodór

Jarosław Dębicki

Liceum Ogólnokształcące nr I im. Tadeusza Kościuszki
w Busku-Zdroju

Autorzy dołożyli starań, by zawarte w instrukcji wszystkie informacje były rzetelne. Nie biorą odpowiedzialności za ich wykorzystanie niezgodne z przeznaczeniem lub założeniami konstrukcyjnymi, ani za ewentualne naruszenie praw autorskich.

Ostatnia aktualizacja instrukcji: 5 październik 2019r.

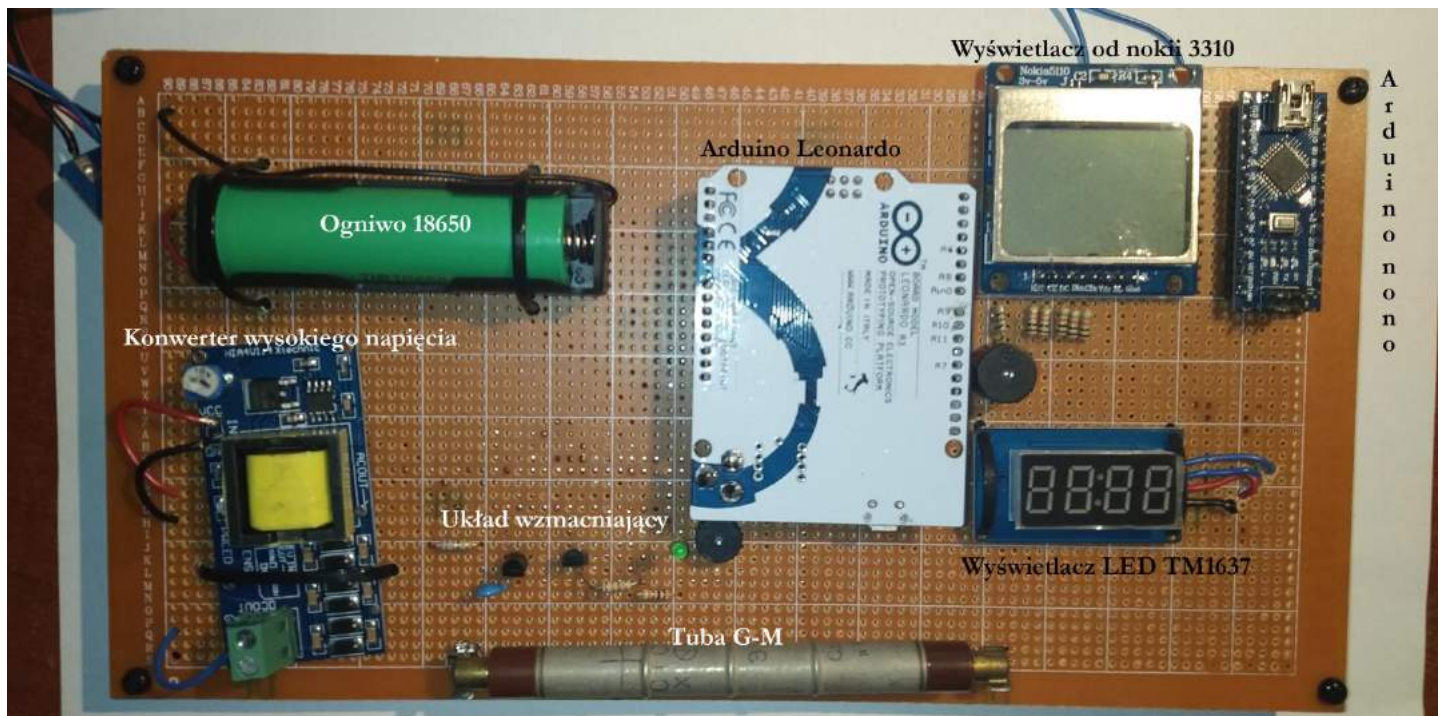
Spis treści

| | |
|---|-----------|
| 1. Zawartość zestawu | 4 |
| 2. Bezpieczeństwo i sposób użytkowania | 5 |
| 2.1 Przechowywanie | 6 |
| 3. Włączanie | 6 |
| 4. Pomiar oraz gromadzenie danych | 6 |
| 5. Konstrukcja i działanie | 9 |
| 6. Układ zasilający i ładowanie | 10 |
| 6.1 Konwerter zasilający Arduino | 12 |
| 7. Arduino Leonardo | 13 |
| 8. Konwerter 390V i zasilanie tuby | 13 |
| 9. Układ wzmacniający sygnał | 14 |
| 10. Lampa STS-5 | 15 |
| 11. Wyświetlacz | 17 |
| 12. Sygnały | 18 |
| 14. Źródła pomocnicze | 19 |

1. Zawartość zestawu

W skład zestawu wchodzi:

- Licznik Geigera-Müllera,
- Przewód Usb - microUSB do ładowania akumulatora,
- Ładowarka 5 V 1 A,
- Ogniwo 18650 Li-lon Samsung INR18650-25R 2500mAh,
- Instrukcja obsługi



Rys. 1. Ogólna budowa detektora.

2. Bezpieczeństwo i sposób użytkowania

Z licznika można jedynie korzystać przy nałożonej górnej pokrywie. W innym przypadku może dojść do porażenia prądem o wysokim napięciu oraz spowodować uszkodzenie urządzenia.

W liczniku Geigera-Müllera został zastosowany konwerter 400 V. Może on stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia. W celu uniknięcia porażenia, nie należy dotykać urządzenia w czasie jego pracy oraz po jego włączeniu, ponieważ naładowane kondensatory mogą wyładować się.

W urządzeniu zostało zastosowane ogniwo 18650 - nie należy ładować go poza modulem. Nieodpowiednie ładowanie może doprowadzić do przegrzania i nieodwracalnego uszkodzenia. W najgorszym wypadku ogniwo może ulec wylaniu. Należy dbać, aby ogniwo zostało włożone w odpowiedniej polaryzacji i w czyste styki. W przeciwnym razie może dojść do defektu licznika.

Nie wolno wkładać ogniwa jeżeli widać uszkodzenia mechaniczne lub użytkownik ma wątpliwości co do sprawności ogniwa.

W wypadku stwierdzenia usterek lub pojawienia się wątpliwości co do poprawności działania należy się niezwłocznie poinformować autorów licznika.

Licznik Geigera-Müllera można użytkować wyłącznie w pozycji leżącej, gdyż tuba zliczająca cząstki znajduje się z boku, co daje możliwość wygodnego i precyzyjnego umieszczenia przy nim mierzzonej próbki.

2.1 Przechowywanie

Licznik powinien być przechowywany i użytkowany w temperaturze od 0°C do 40°C ponieważ? Należy unikać gwałtownych zmian temperatur, wstrząsów. Może wtedy dojść do uszkodzenia elementów elektrycznych lub tuby. Nie wolno go używać w środowisku o dużej wilgotności. W przypadku kontaktu licznika z wodą należy niezwłocznie odłączyć go do zasilania oraz usunąć z niego akumulator. Następnie przemyć alkoholem izopropylowym (IPA) i pozostawić do wyschnięcia.

3. Włączanie

Włączanie licznika Geigera-Müllera odbywa przy pomocy trójpozycyjnego przełącznika. Należy przełączyć dźwignię na tryb 1 (on), wtedy napięcie z baterii przejdzie do układu, a detektor włączy się. Tryb 2 i 3 oznacza brak zasilania, wtedy detektor jest w stanie spoczynku.

Włączenie licznika jest sygnalizowane poprzez kilkukrotny sygnał dźwiękowy oraz włączenia się ekranu LCD i wyświetlenie na nim grafiki - loga.

4. Pomiar oraz gromadzenie danych

Pomiar odbywa się od razu po uruchomieniu się licznika. Wszystkie cząstki wykryte przez tubę Geigera-Müllera są zliczane a ich ilość jest wyświetlana na ekranie (wyświetlacz od telefonu Nokia 3310). Ponadto każde przejście cząstki przez tubę jest sygnalizowane przez zaświecenie się diody oraz pojedynczy sygnał dźwiękowy. Na ekranie znajdują się informacje dotyczące:

- Poziomu naładowania baterii od 0 do 100 procent
- CPM (Conuts Per Minutes) średnia liczba zliczeń, czyli całkowita ilość zliczeń dzielona przez całkowity czas trwania pomiaru

- „Ilość” oznacza ilość cząsteczek wykrytych przez tubę od początku pomiaru
- MeanCPM przeciętna średnia liczba zliczeń, uzyskana w danym momencie pomiaru na następne 60s

Z powodu ograniczeń wyświetlacza nokii 3310, został użyty wyświetlacz LED 4 cyfrowy w, który został zsynchronizowany z pracą detektora. Po włączeniu detektora, wyświetli się napis PLAY i po odczekaniu 5 s (tyle też trwa uruchomienie systemu zliczającego), na wyświetlaczu jest odmierzany czas 100 s. Gdy minie wyznaczony czas, to „zegar” znajdzie się w stanie początkowym.



Detektor po włączeniu (pierwsze 2 s)



[1]

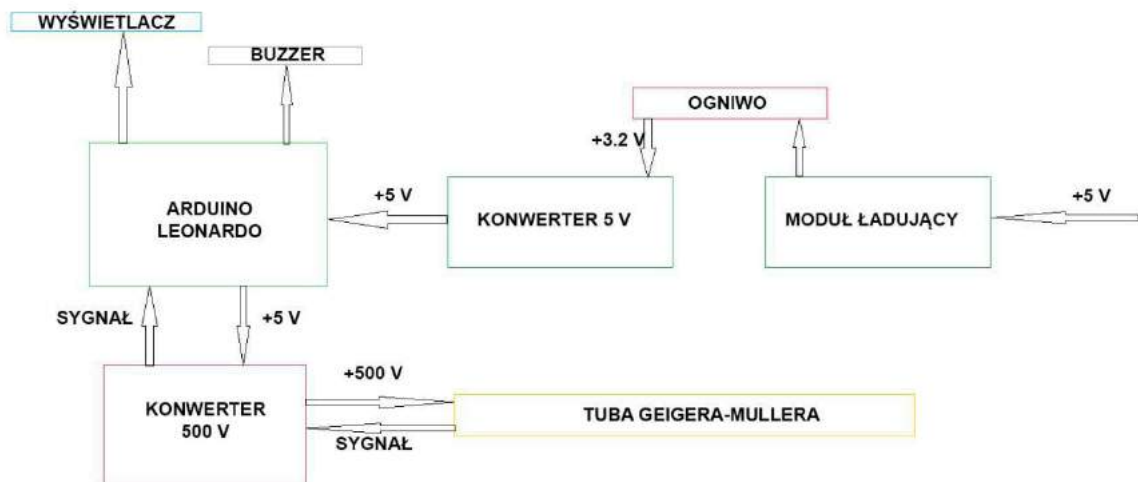
Detektor po włączeniu (od 2 s do 5 s) [2]



Detektor po ok 20 s od włączenia [3]

Odświeżanie wyświetlacza jest uzależnione od zliczonych cząstek, czyli jeśli detektor wykryje jakąś cząstkę, to wyświetlacz zostanie odświeżony i pojawią się na nim aktualne dane.

5. Konstrukcja i działanie



Schemat licznika Geigera-Müllera

Ogniwo daje napięcie +3.2 V do konwertera, który przekształca napięcie na +5 V. To napięcie zasila Arduino i następny konwerter. Kolejna przetwornica napięcia na pinach wyjściowych osiąga +390 V, zasila ono tubę Geigera-Müllera. Tuba po wykryciu każdej pojedynczej cząstki wysyła sygnał do Arduino, a to urządzenie zlicza i pokazuje ilość cząstek na wyświetlaczu. Ponadto po wykryciu każdej pojedynczej cząstki głośnik wydaje krótki dźwięk.

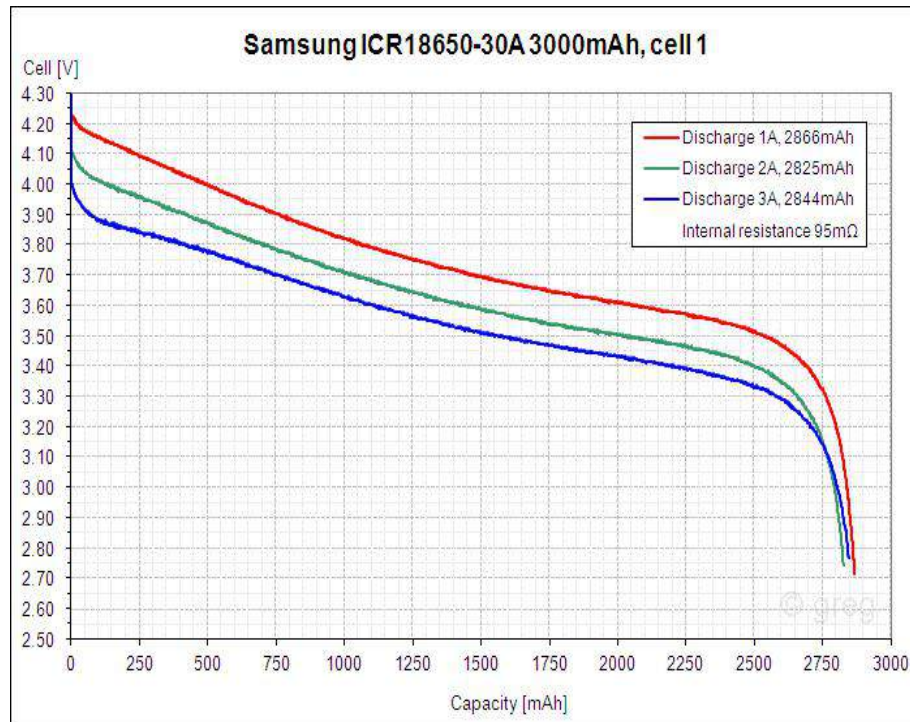
6. Układ zasilający i ładowanie

Zasilanie licznika stanowi wbudowane, pojedyncze, litowo-jonowe ogniwo 18650 o pojemności 2500 mAh. Jego stopień naładowania można sprawdzić włączając licznik przełączając dźwignie zasilającą na „on”. Na wyświetlaczu pokaże się aktualny stan baterii.



Ogniwo 18650 Samsung 2500 mAh zastosowane w detektorze

Ogniwo właściwie funkcjonuje w przedziale 4.2 V do 3.7 V po przekroczeniu tych granic akumulator może ulec zniszczeniu poprzez przegrzanie lub zbyt niski poziom baterii.

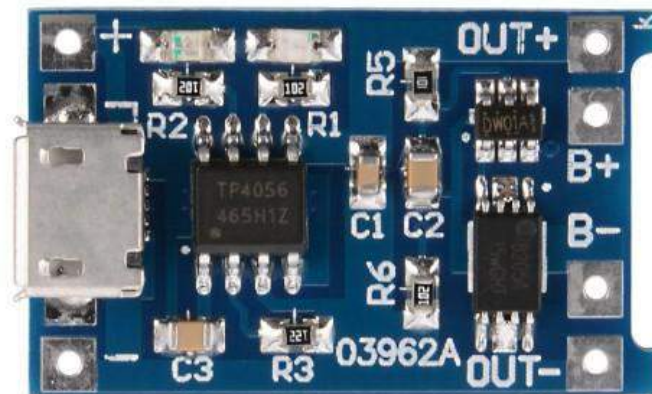


Charakterystyka rozładowania ogniw 18650

1

Jeśli poziom baterii spadnie poniżej 10% należy wyłączyć urządzenie i naładować przed dalszą pracą. W celu naładowania baterii powinno użyć się ładowarki z prądem wyjściowym 5 V 1A. Użycie słabszej ładowarki (lub złącza komputerowego) może doprowadzić w najgorszym przypadku urządzenie ładujące do przepalenia. Innym sposobem na naładowanie jest podpięcie się bezpośrednio do modułu ładującego. Wymaga to jednak rozkręcenie całej obudowy i dolutowania dodatkowych przewodów do modułu ładującego. Ta opcja jest on tylko możliwa po wcześniejszym uzgodnieniu z konstruktorami licznika.

¹ <https://www.torch.pl/forum/index.php?topic=58620.15;topicseen>



2

*Moduł ładujący TP4056***Specyfikacja:**

- Napięcie zasilania od 4,5 V do 5,5 V
- Napięcie ładowania 4,2 V
- Maksymalny prąd ładowania 1 A
- Dwie diody sygnalizacyjne:
 - Czerwona - ładowanie
 - Zielona - pełne naładowane
- Zabezpieczenie przed rozładowaniem poniżej 2,5 V
- Zabezpieczenie przed poborem prądu poniżej 3 A
- Wymiary modułu 26 x 18 mm

Do pinów B- podłączamy masę od minus baterii, a pod B+ podłączamy plus baterii, jest to jedyna właściwy sposób montażu, inaczej moduł ładujący ze względu na niewłaściwą polaryzację może ulec spaleni.

² <https://voggos.prom.ua/p693395714-modul-zaryadki-ion.html>

6.1 Konwerter zasilający Arduino

W detektorze Geigera-Müllera został zastosowany konwerter mający za zadanie zamienić napięcie idące z ogniwa (ok. 4,2 V) na napięcie 5 V. Ten zabieg ma na celu dostosowanie parametrów prądów to charakterystyki prądu pobieranego przez Arduino i następny konwerter, zasilający Tubę Geigera-Müllera.

Ten konwerter ze względu na małe rozmiary, został przymocowany pod płytką uniwersalną i nie jest możliwe zobaczenie jego, ani wymiana bez wcześniejszego wyjęcia detektora z obudowy.



Konwerter MT3608

Specyfikacja:

- Napięcie wejściowe 2 V - 24 V
- Max. Napięcie wyjściowe 28 V
- Max. Prąd wyjściowy 2 A
- Wydajność > 93 %
- Rozmiar: 36 x 17 x 14 mm

7. Arduino Leonardo

Najważniejszym elementem detektora jest Arduino Leonardo. *Jest to platforma programistyczna dla systemów wbudowanych oparta na prostym projekcie Open Hardware przeznaczonym dla mikrokontrolerów montowanych w pojedynczym obwodzie drukowanym, z wbudowaną obsługą układów wejścia/wyjścia oraz standaryzowanym językiem programowania. Język programowania Arduino jest oparty na środowisku Wiring i zasadniczo na języku C/C++. Typowa płyta Arduino zawiera kontroler, cyfrowe i analogowe linie wejścia/wyjścia oraz interfejs UART lub USB dla połączeń z komputerem-hostem. Komputer jest wykorzystywany do programowania kontrolera oraz do interakcji w czasie działania z Arduino.*³



Arduino Leonardo⁴

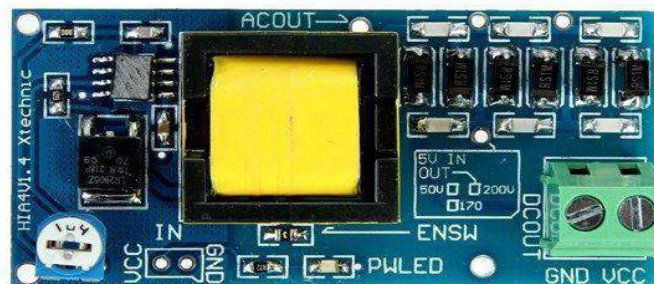
8. Konwerter 390V i zasilanie tuby

W układzie zasilającym tubę zastosowaliśmy wysokonapięciowy konwerter, który z napięcia od 5 V do 12 V jest w stanie przekształcić napięcie od 300 V

³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Arduino>

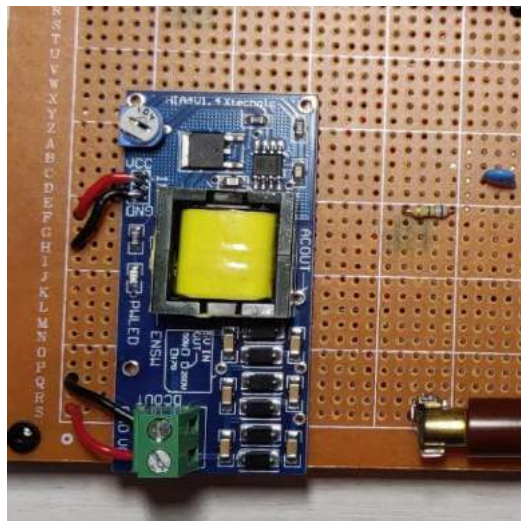
⁴ <https://pl.rs-online.com/web/p/zestawy-badawczo-rozwojowe-mikrokontroler-i-procesor/7617324/>

do 1200 V. Napięcie wyjściowe jest ustawione na +390 V. W przypadku kiedy tuba dostanie inne napięcie niż 390V jest możliwość że otrzymane dane będą miały się z rzeczywistością.



Konwerter wysokonapięciowy⁵

Poprzez rezystor 6,8 MΩ Tuba G-M jest zasilana napięciem 400V generowanym w przetwornicy. Impuls z sygnałami poprzez kondensator 15pF będzie przekazywany do układu wzmacniającego.



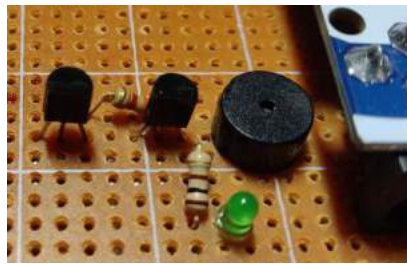
Układ dający sygnał do układu wzmacniającego

9. Układ wzmacniający sygnał

W liczniku Geigera-Müllera zastosowano układ wzmacniający sygnał składający się z dwój tranzystorów bipolarnych BC547B pracujących w układzie Darlingtona. Dzięki temu sygnał uzyskany po wykryciu cząstki, idący do Arduino jest kilkunastokrotnie wzmocniony. Przez to Arduino jest w stanie wykryć sygnał. W

⁵ <https://www.joom.com/pl/products/1505653725181473370-227-1-709-1017590732>

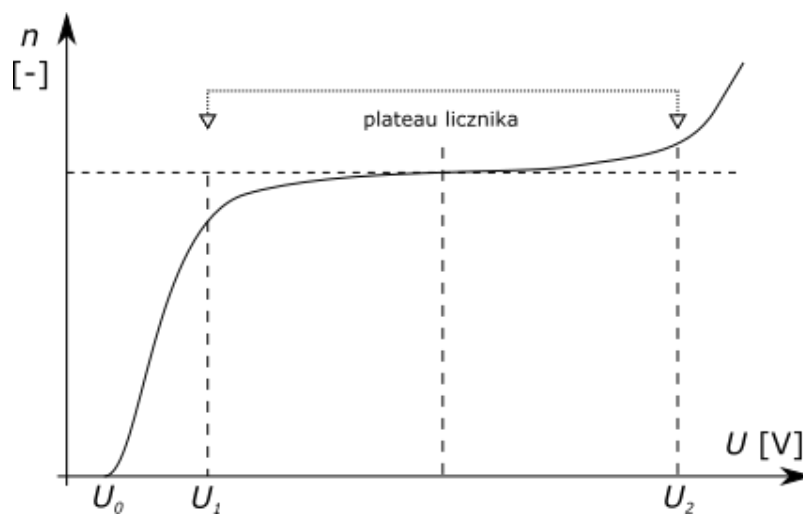
celu przyspieszeniu układu i uniknięcia stanu przetkania pomiędzy bazą, a emiterem tranzystora, użyto rezystor 3,3 k Ω . Pomiędzy sygnałem wyjściowym ze wzmacniacza, a Arduino użyto rezystor 160 Ω , w celu zmniejszeniu prądu ostatecznego. Gdyby nie użyto tego opornika, sygnał dochodzący do Arduino mógłby mieć wartość powyżej +5 V, a to może doprowadzić do złego działania licznika lub jego uszkodzenia. Na wyjściu wzmacniacza zastosowano również buzzer i diodę LED, reagujące na każdą cząsteczkę poprzez piknięcie i mrugnięcie.



Układ wzmacniający zastosowany w liczniku

10. Lampa STS-5

W detektorze zastosowano lampę STS-5 produkcji rosyjskiej. Chlorowcowy detektor pracuje w napięciu od 360 V do 440 V. Zalecana jest praca na 390 V, wtedy liczba cząstek wykrywanych jest równa rzeczywistej liczbie cząstek wpadającej do tuby.



Charakterystyka licznika

Specyfikacja lampy STS-5:

- *Napięcie pracy 360-440 V (zalecane 390 V)*
- *Długość plateau 80 V*
- *Nachylenie plateau 0,125 %/V*
- *Grubość ścianki 40 mg/cm²*
- *Szybkość zliczania przy 200 μR/h (2 μSv/h) - 1480-2200 imp/min*
- *Bieg własny - 27 imp/min*
- *Maksymalna przeciążalność (krótkotrwała) 50 R/h*
- *Oporność obciążenia 5-10 MΩ*
- *Żywotność > 10⁹ imp*
- *Wymiary max 12 x 110 mm*
- *Masa 3,6 g⁷*

Jeśli do wnętrza lampy trafi np. cząstka beta, to wywoła jonizację atomów gazu wzdłuż swojego toru ruchu. Powstałe w wyniku jonizacji wolne elektrony i jony gazu przyspieszane są w polu elektrycznym, a następnie zderzają się z innymi atomami, powodując dalsze jonizacje i w efekcie wyładowanie lawinowe. Wyładowanie to objawia się w zewnętrznym obwodzie elektrycznym.⁸

⁶ <https://web.utk.edu/~prack/MSE%20300/FeC.pdf>

⁷ <http://promieniowanie.blogspot.com/2019/01/licznik-geigera-tuba-sts-5.html>

⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Licznik_Geigera



11. Wyświetlacz

W detektorze zastosowano wyświetlacz od nokii 3310 o rozdzielczości 84 x 84 pixele. Zastosowany w nim sterowniki PCD8544 ułatwiają obsługę wyświetlacza, a tym zapewnia łatwą obsługę. Ponadto ogólnodostępne biblioteki umożliwiają pracę z Arduino. Wyświetlacz LCD działa na napięciu 3.3 V, a jego wymiary do 45 x 45 mm.

⁹ <https://au.ru/>

Wyświetlacz Nokia 3310¹⁰

12. Sygnały

W liczniku jest wbudowany głośnik z generatorem, pracujący równolegle z migającą, zieloną diodą LED. Jeśli lampa wykryje cząstkę promieniotwórczą, to buzzer wyda krótki trzask, a dioda raz mignie zielonym światłem.

13. Włączanie i wyłączanie buzzera

W projekcie zostało uwzględnione możliwość włączania i wyłączania buzzera, który po włączeniu detektora odgrywa charakterystyczny dźwięk oraz wykonuje pojedyncze piknięcia po każdorazowym wykryciu cząstki. Na obudowie nad wyświetlaczem od nokii 3310 znajduje się trój-pozycyjna dźwignia. W celu wyłączenia buzzera należy przesunąć ją na OFF, a w celu włączenia na ON.

¹⁰ <https://abc-rc.pl/pl/products/wyswietlacz-graficzny-84x48-lcd-nokia-5110-3310-zgodny-z-pcd8544-6182.html>

14. Źródła pomocnicze

<http://atom.kaeri.re.kr:8080/cgi-bin/readgam?xmin=500&xmax=100000&h=1.00&i=2&l=50>

<http://promieniowanie.blogspot.com/2019/01/licznik-geigera-tuba-sts-5.html>

<http://qann.wikidot.com/sts5-bum>

<https://www.arduino.cc/>

https://www.ncbj.gov.pl/sites/default/files/instrukcja_obsługi_dydaktycznego_licznika_g-m.pdf

<http://fizyka.lobusko.pl/>