

# **Zespół Szkół Technicznych Nr 1 w Skarżysku - Kamiennej.**



## **Projekt budowy Drabiny Jakuba**

**Opracował:**

Krzysztof Gałka kl. 3Te

## 1. Wstęp

Budowę Drabiny Jakuba, postaram się czytelnie i przejrzysto opisać dla osób, które bez większej wiedzy z dziedziny elektryczności chciałyby ją dla siebie wykonać.

Najważniejsza zasada jakiej należy przestrzegać dotyczy naszego bezpieczeństwa osobistego. Wykonując ten projekt **nie wolno** dotykać elektrod, po których wspina się łuk elektryczny podczas działania drabiny, a także uważać na temperaturę rozgrzanych elektrod. W przeciwnym wypadku zostaniemy porażeni łukiem elektrycznym, bądź poparzeni wysoką temperaturą elektrod. Pod żadnym pozorem, podczas pracy przy tym projekcie, **zabrania się** robić to z włożoną wtyczką do gniazda sieciowego.

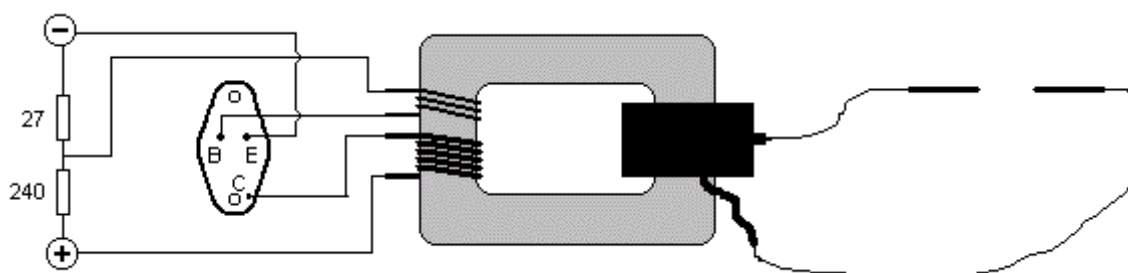
## 2. Opis Drabiny Jakuba

Drabina Jakuba składa się z układu zasilającego wysokim napięciem. W tym przypadku zastosowano transformator HV z telewizora kineskopowego oraz dwie miedziane elektrody wygięte na wzór litery V. Najmniejsza odległość między elektrodami znajduje się na dole, natomiast największa na górze.

W momencie, kiedy odległość między elektrodami jest najmniejsza, następuje samoczynne zapalenie się łuku elektrycznego. Łuk elektryczny posiada temperaturę rzędu kilku tysięcy stopni (ok. 15 kV), dlatego w bardzo krótkim czasie następuje rozgrzanie się powietrza, które wytwarza łuk elektryczny. Gorące powietrze jest lżejsze od zimnego powietrza, z tego względu unosi się do góry. Powietrze to jest zjonizowane, ma ono dużo mniejszy opór elektryczny niż zimne i niezjonizowane powietrze znajdujące się pod łukiem, natomiast nadal przewodzi prąd mimo, że podczas wznoszenia się ku górze zwiększa się odległość między elektrodami. W normalnych warunkach wyładowanie elektryczne nie powinno wystąpić, ponieważ odległość między elektrodami jest zbyt duża.

Łuk elektryczny zmierza do góry, aż do momentu, gdy odległość między elektrodami jest tak duża, że iskra nawet w silnie rozgrzanym i zjonizowanym powietrzu nie ma „siły” przeskoczyć. Iskra na samej górze drabiny powinna zgasnąć i zapalić się od nowa na samym dole drabiny w miejscu największego zbliżenia się elektrod. Później cały cykl się powtarza.

Gdyby po dojściu na sam szczyt drabiny iskra nie zgasła, oznacza to, że maksymalna odległość między elektrodami jest za mała i trzeba ją zwiększyć. W przypadku, gdy po zgaśnięciu łuku na górze drabiny, nie zapala się ponownie na dole, trzeba zmniejszyć minimalną odległość między elektrodami. Elektrodami mogą być druty miedziane lub stalowe.



Rys. 1. Schemat montażowy układu wysokiego napięcia

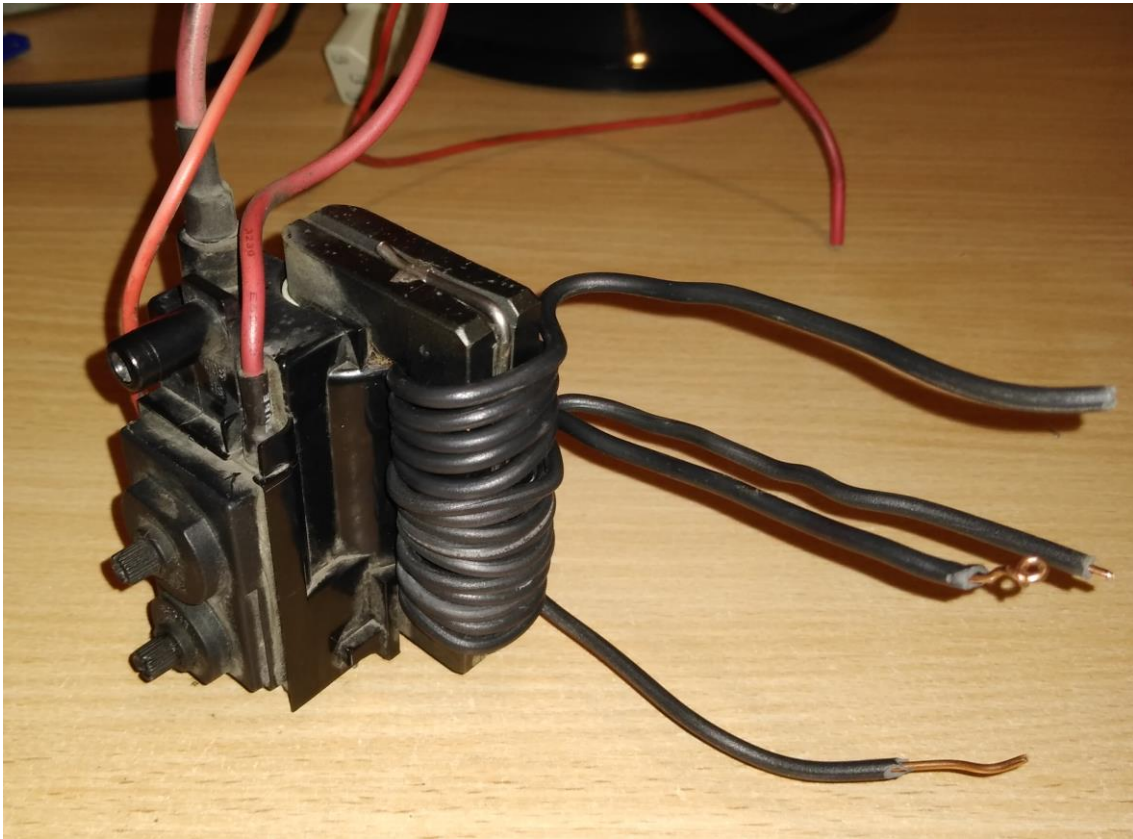
### 3. Elementy użyte do Drabiny Jakuba

Wszystkie użyte podzespoły do wykonania zostały wymienione poniżej.

- Zasilacz komputerowy ATX,
- Obudowa wraz z wentylatorem ,
- Wyłącznik/włącznik podświetlany 12 V, 20 A,
- Złączki elektryczne Kanlux 2 szt.
- Płytki uniwersalne,
- Klej epoksydowy Technicql,
- Klej na gorąco,
- Klej błyskawiczny Kropelka,
- Koszulki termokurczliwe,
- Rezystor 240  $\Omega$ , 2W,
- Rezystory 27  $\Omega$  1W 2 szt.
- Tranzystor 2N3055,
- Transformator HV,
- Radiator,
- Opaski zaciskowe,
- Pasta termoprzewodząca,
- Drut miedziany 2 szt.
- Przewody DY,
- Taśma dwustronna,
- Przezroczysta podkładka izolująca,
- Kawałek dętki rowerowej,
- Szklany wazon.

### 4. Wykonanie Drabiny Jakuba

Pracę rozpoczęto od nawinięcia uzwojenia, które na Rys. 1. jest pogrubione. Do tego celu użyto drutu w powłoce polwinitowej o większym przekroju, który nawinięto 10 zwojów na rdzeń transformatora HV. Następnie uzwojenie, które na Rys. 1. nie jest pogrubione, nawinięto na rdzeń transformatora HV 5 zwojów, drutem w powłoce polwinitowej o mniejszym przekroju.



Rys. 2. Transformator HV z nawiniętym uzwojeniem

Następnie zmontowano „na krótko” cały układ do zasilania transformatora HV, w celu zlokalizowania nóżki masowej HV. Po podłączeniu napięcia 12 V prądu stałego do układu zasilania transformatora HV, słychać jak transformator pracuje (specyficzny pisk, buczenie). W dalszej kolejności grubszy, niż reszta czerwony przewód i jego końcówkę zaczęto przykładać kolejno do nóżek od spodu. Powinien pojawić się łuk elektryczny. Przy tej nóżce, przy której będzie on największy, to będzie nóżka masy HV.

W następnej kolejności, po zlokalizowaniu nóżki masowej transformatora HV, ucięto pozostałe nóżki od spodu, które były zbędne, a także ucięto przewody od układu regulacyjnego transformatora HV. Po ucięciu przewodów i nóżek zaklejono je klejem na gorąco, w celu odizolowania ich od siebie i metalowej obudowy. Ówczesznie lutując przewód do nóżki masowej, który będzie częścią elektrody do drabiny Jakuba.



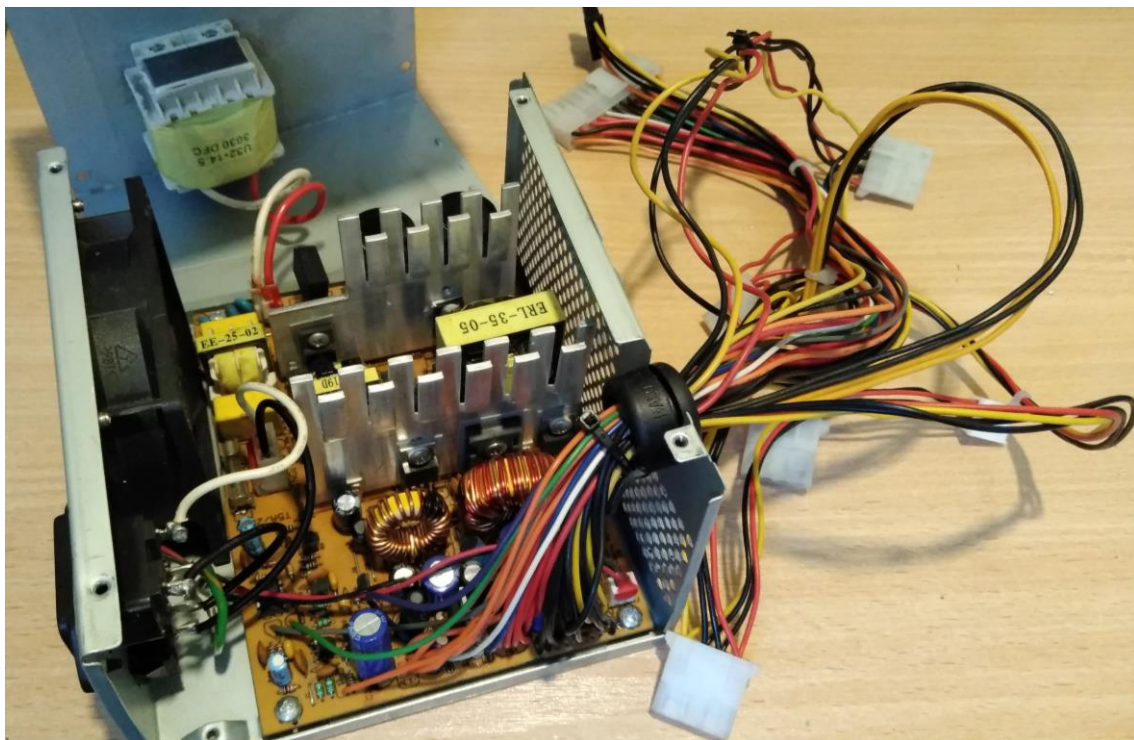
Rys. 3. Skrócone nóżki transformatora HV



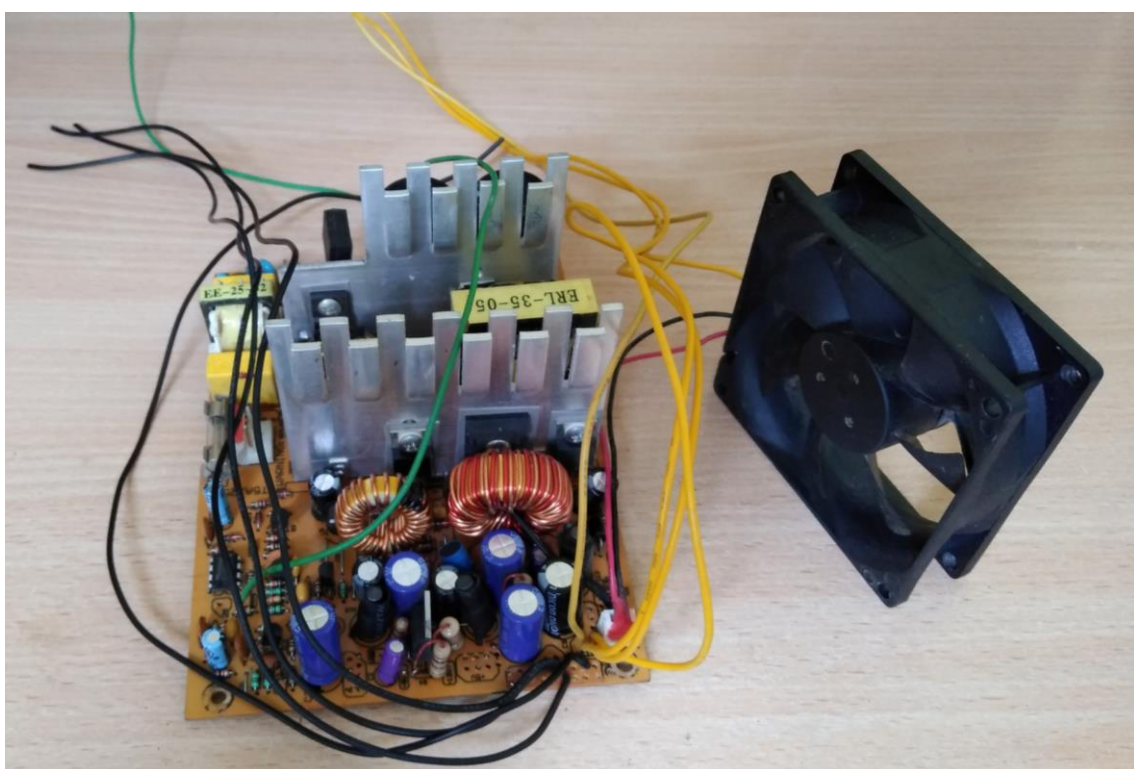
Rys. 4. Zaklejone wyprowadzenia transformatora HV

Kolejnym etapem pracy było przeczyszczenie i wizualne sprawdzenie stanu podzespółów w zasilaczu komputerowym ATX. Po oględzinach, które nie wykazały nic niepokojącego, przystąpiono do wymontowania zasilacza z obudowy, wykonując selekcję poszczególnych przewodów. W zasilaczach komputerowych przewody koloru czarnego zawsze są masą, przewody czerwone dają 5 V, przewody koloru pomarańczowego dają 3,3 V natomiast przewody żółte 12 V. Ze względu na brak zastosowania na napięcia 5 i 3.3 V wyprowadzono jedynie linię zasilającą 12 V. Pozostałe przewody wylutowano, ponieważ nie były potrzebne.



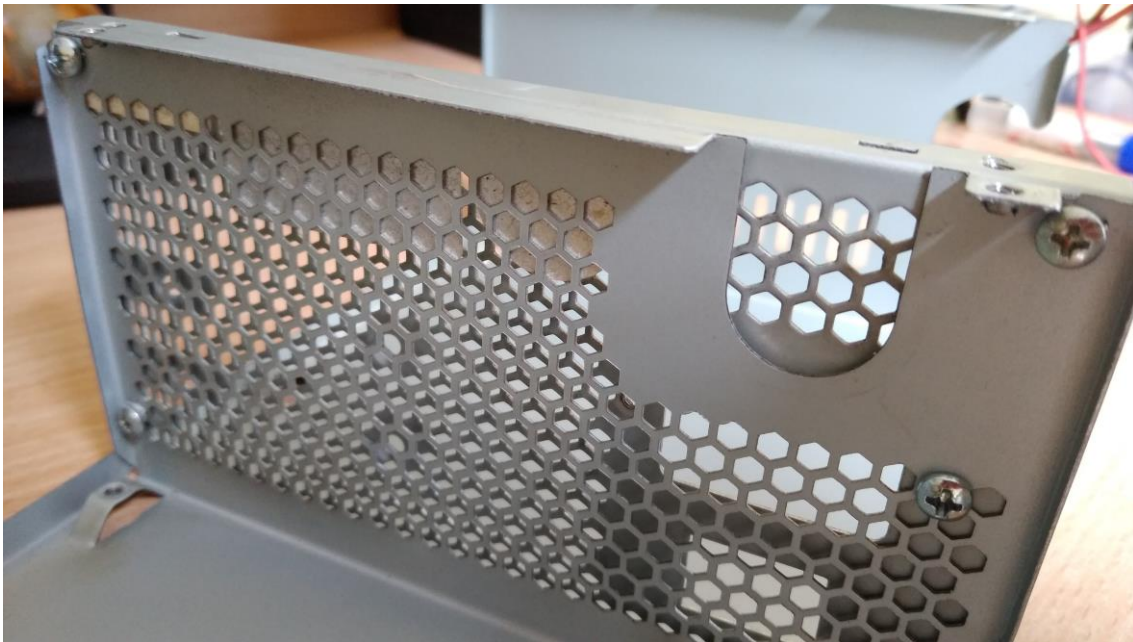


Rys. 5. Wnętrze zasilacza po wyczyszczeniu

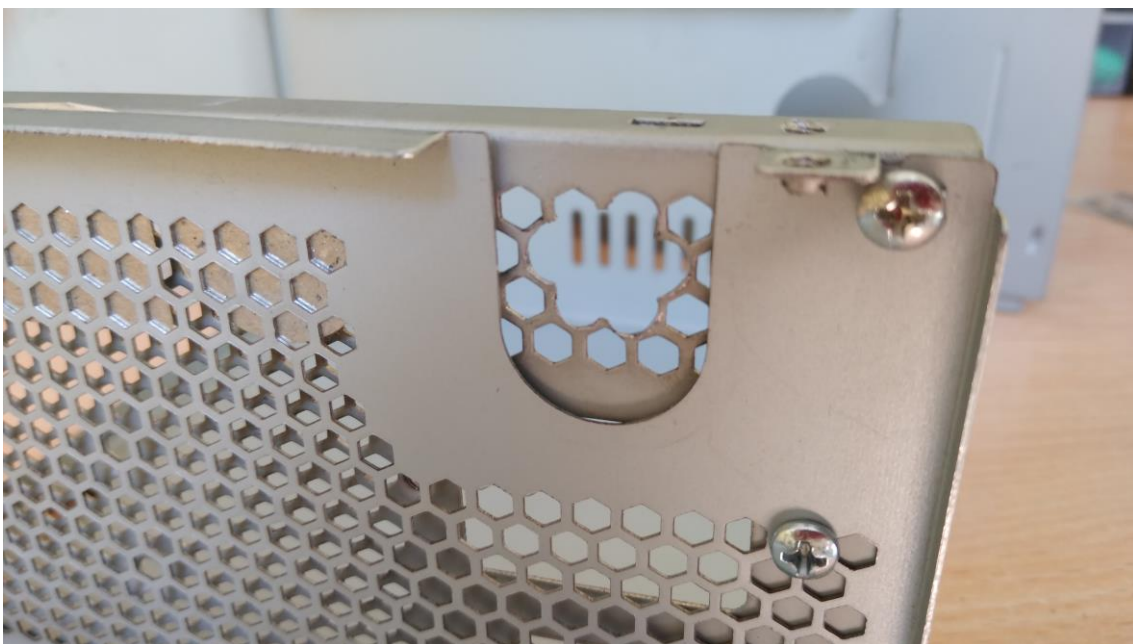


Rys. 6. Zasilacz z rozdzielonymi przewodami

W dalszej kolejności wykonano otwory montażowe za pomocą wiertarki, które miały na celu możliwość skręcenia ze sobą obudów zasilacza przy pomocy wkrętów, a także możliwość przeprowadzenia przewodów do elektrod wysokiego napięcia. Później rozwiercono, gotowe już otwory w jednej z obudów, w celu przeprowadzenia wiązki przewodów do układu zasilającego transformator HV, wentylator oraz łącznik drabiny Jakuba.



Rys. 7. Przedstawienie połączonych ze sobą obudów



Rys. 8. Otwór do przeprowadzenia wiązki przewodów





Rys. 9. Gotowe otwory do przeprowadzenia przewodów wysokiego napięcia

Po tych czynnościach, nastąpiła pora na umiejscowienie i zamontowanie transformatora HV, w obudowie zasilacza ATX, za pomocą opasek zaciskowych. W dalszej kolejności, nadeszła pora na wykonanie otworów pod tranzystor 2N3055 w radiatorze. Później zamontowano tranzystor na radiatorze używając przy tym pasty termoprzewodzącej, w celu lepszego odprowadzania ciepła wytwarzanego przez tranzystor.

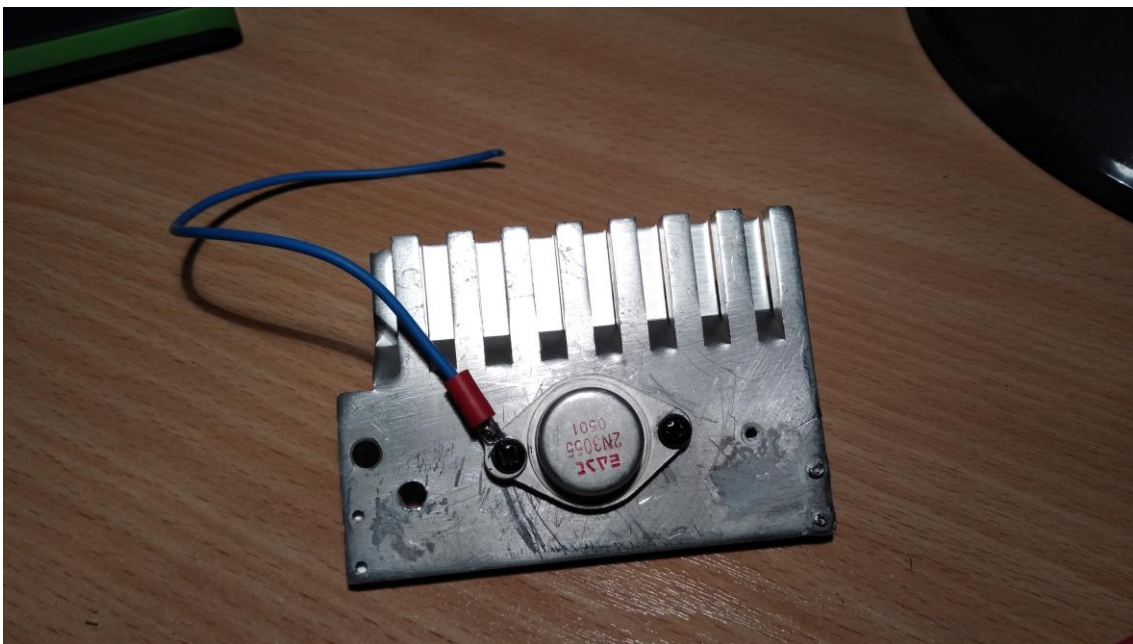


Rys. 10. Zamontowany transformator HV w obudowie



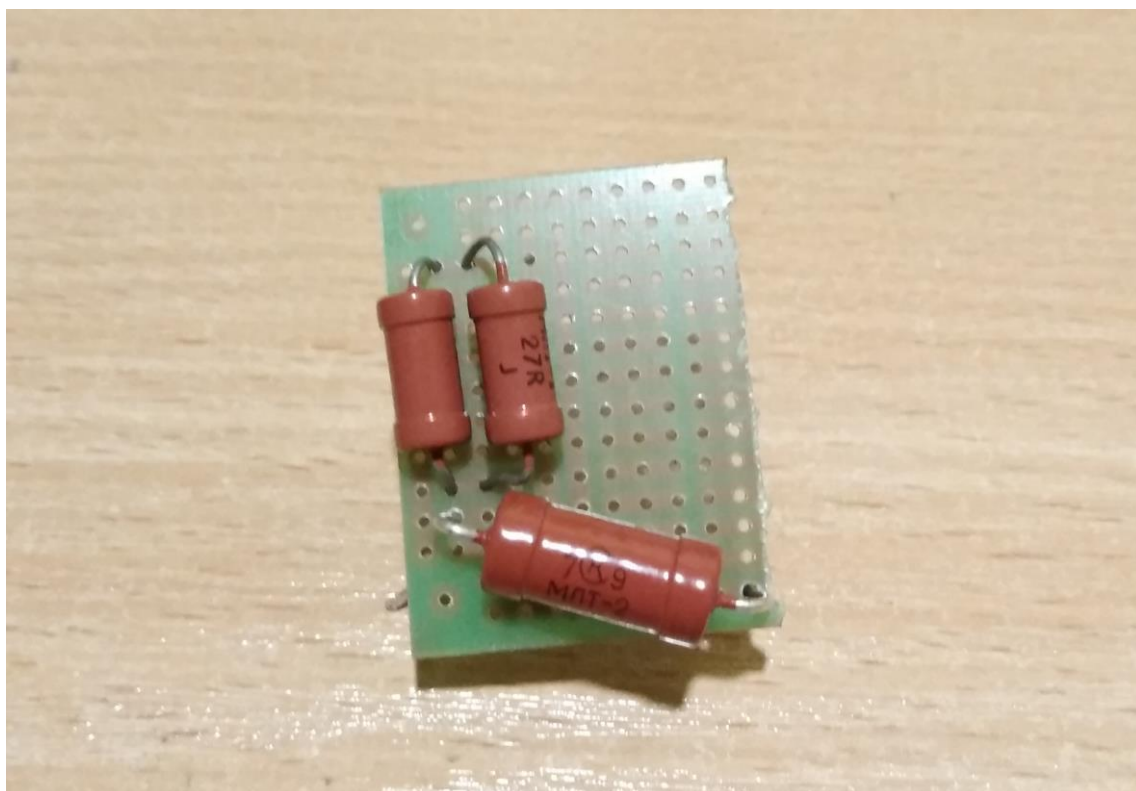


Rys. 11 Gotowe otwory montażowe pod tranzystor w radiatorze

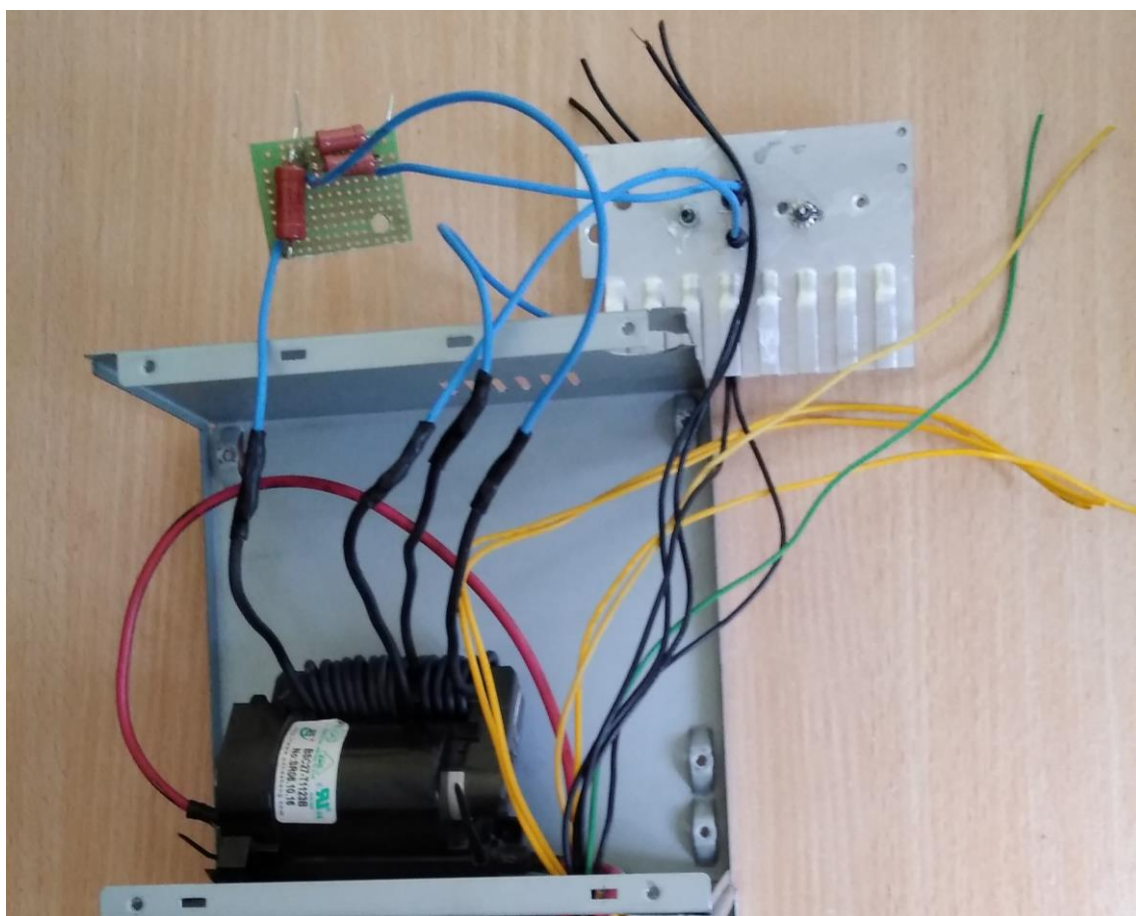


Rys. 12. Przykręcony do radiatora tranzystor z przewodem podłączonym do kolektora

Następnie ułożono rezystory w płytce uniwersalnej i przylutowano wraz z przewodami łączącymi się z tranzystorem oraz uzwojeniami na rdzeniu transformatora HV.



Rys. 13. Wlutowane rezystory w płytkę uniwersalną



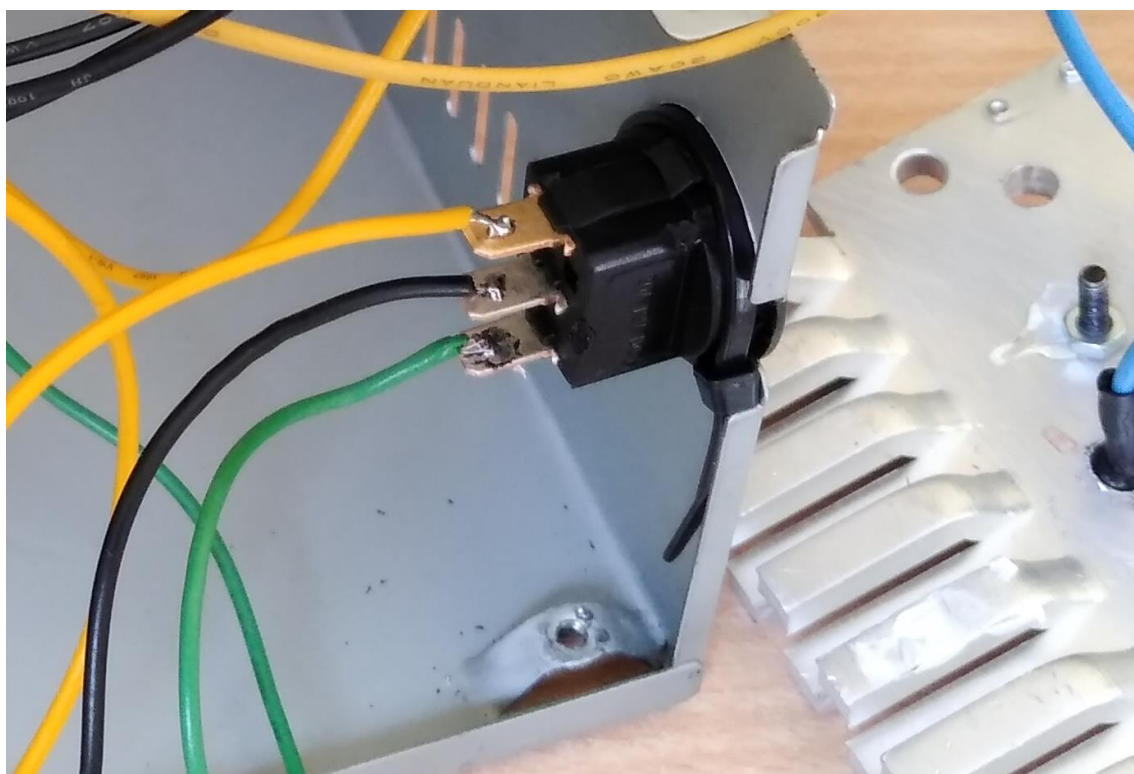
Rys. 14. Połączenie uzwojenia i tranzystora z płytką uniwersalną



Kolejnym krokiem było podłączenie wentylatora do linii 12 V oraz łącznika, który zastosowano po stronie niskonapięciowej łącząc czarny przewód z przewodem zielonym, dodatkowo podłączono do niego linię 12 V, która pełni rolę zasilającą żarówkę włącznika.

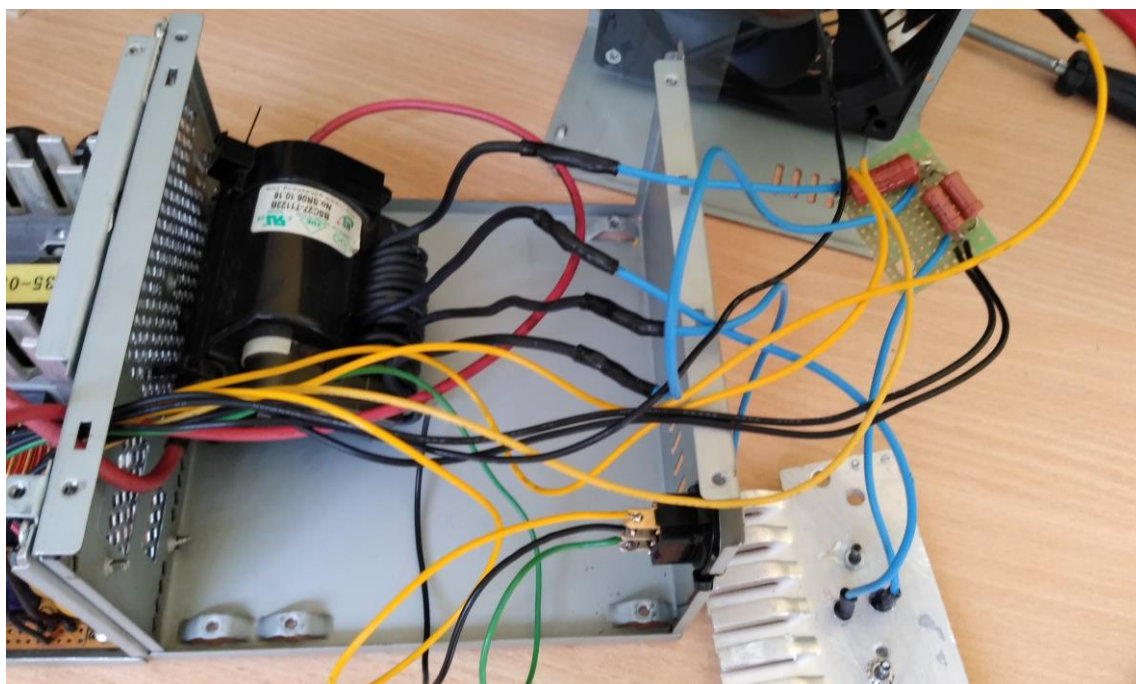


Rys. 15. Przylutowane przewody do wentylatora

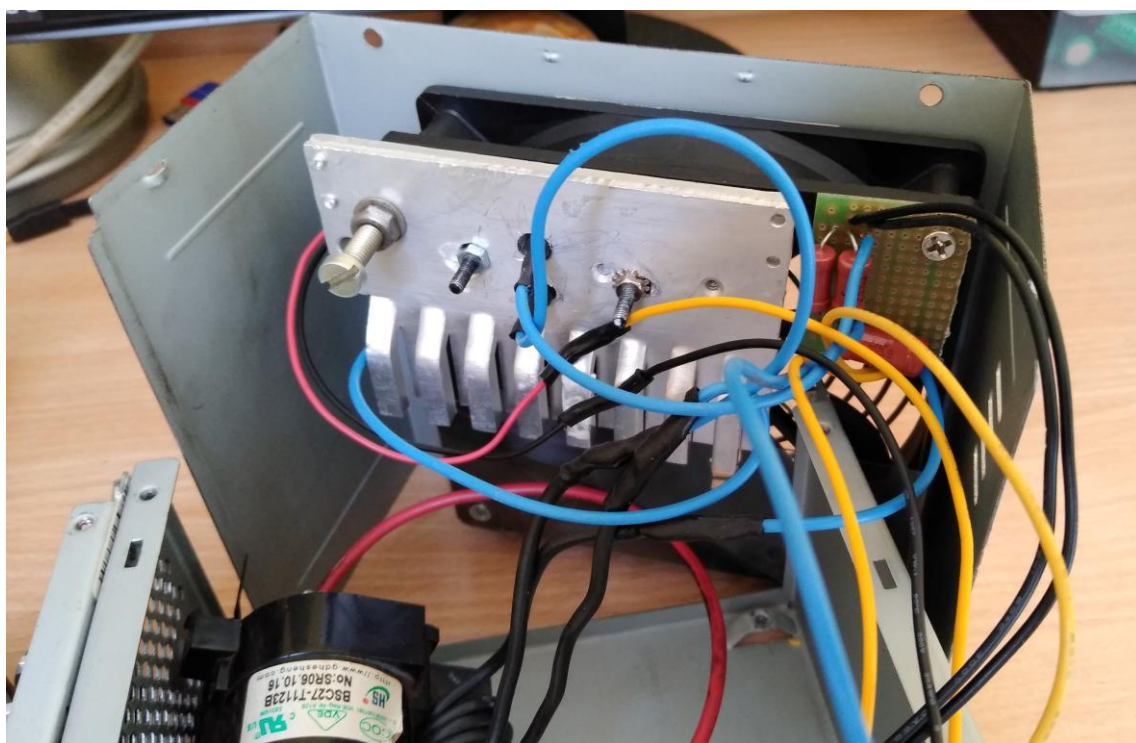


Rys. 16. Przylutowane przewody do łącznika

Po skończonych pracach należało całość ułożyć i zamontować wewnątrz obudowy.



Rys. 17. Gotowe połączenia drabiny Jakuba



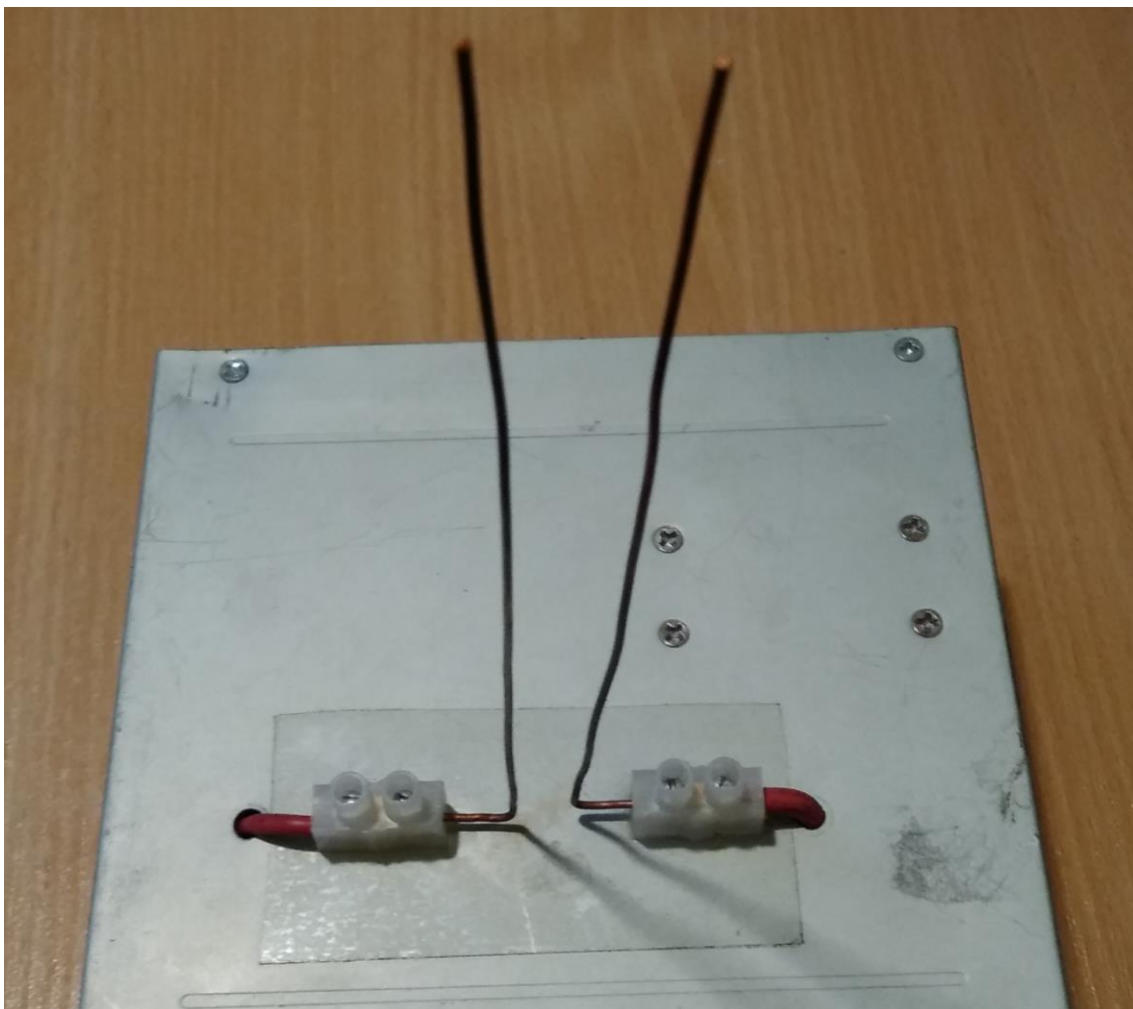
Rys. 18. Zamontowany układ do zasilania wysokim napięciem wewnątrz obudowy

Po złożeniu wszystkiego w całość, nastąpiła pora na montaż elektrod wysokiego napięcia na górnej pokrywie obudowy. Najpierw za pomocą taśmy dwustronnej przyklejono przezroczystą podkładkę izolującą, aby zapobiec sytuacji, gdy łuk elektryczny z elektrod przebija do metalowej obudowy zasilacza, która jest bardzo dobrym przewodnikiem. Następnie do przezroczystej podkładki izolującej, przyklejono złączki elektryczne używając do tego kleju epoksydowego Technicql. Po odczekaniu około 3 godzin, do złączek elektrycznych przykręcono dwa miedziane druty nieemaliowane, wygięte na kształt litery V.





Rys. 19. Przyklejone złączki elektryczne wraz z podkładką izolującą



Rys. 20. Gotowe i już ustawione elektrody

Na zakończenie do zrobienia zostały podkładki gumowe, na których będzie stało całe urządzenie. W tym celu wykorzystano kawałek starej dętki rowerowej, gdzie wycięto 4 okrągłe koła, które później przyklejono za pomocą kleju błyskawicznego Kropelka. Po tych czynnościach przyklejono za pomocą taśmy dwustronnej zalaminowane opisy w celu estetycznego i przejrzystego korzystania z drabiny Jakuba.



Rys. 21. Przyklejone podkładki gumowe



Rys. 22. Zalaminowane opisy na obudowę urządzenia



Rys. 23. Prezentacja działania drabiny Jakuba



## **5. Podsumowanie końcowe**

Wykonanie takiego projektu jakim jest drabina Jakuba, nie jest skomplikowane. Jednak przy niewielkich kosztach i mając większość potrzebnych podzespołów do złożenia, można sobie zrobić taką drabinę, która z pewnością zainteresuje znajomych i okaże się czymś niespotykanym. Nie mniej jednak, najważniejsze jest to, aby bezwzględnie przestrzegać zasad bezpieczeństwa osobistego i osób trzecich podczas działania drabiny Jakuba.