



## Laser azotowy

*Albert Ratajczak*

*Uczeń I LO w Lesznie*

Laser azotowy jest to laser gazowy, w którym ośrodkiem czynnym jest azot. Laser, którego budowę opiszę, nazywany bywa również powietrznym, ponieważ używa azotu zawartego w powietrzu. Zanim jednak zbudujemy laser azotowy musimy mieć układ zasilający wytwarzający wysokie napięcie około 15 kV. Budowa układu zasilającego wymaga minimalnej znajomości podstaw elektroniki.

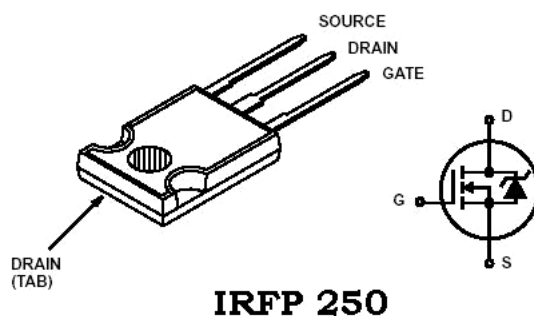
### Generator wysokiego napięcia

Generator ten wytwarza prąd przemienny. Zasilany jest napięciem stałym od 10 do 40 V. Natężenie prądu pobieranego przez układ może być różne, zależnie od napięcia zasilającego. Ja swój generator zasilam napięciem 25 V, przy którym natężenie prądu nie jest większe niż 5 A.

Do budowy generatora wysokiego napięcia należy przygotować:

- oporniki: 470  $\Omega$  2 W i 10 k $\Omega$  2 W (po 2 szt.) dla pewności radzę zastosować oporniki o mocy 5 W;
- dwa tranzystory MOSFET IRFP 250 z radiatorami,

JEDEC STYLE TO-247



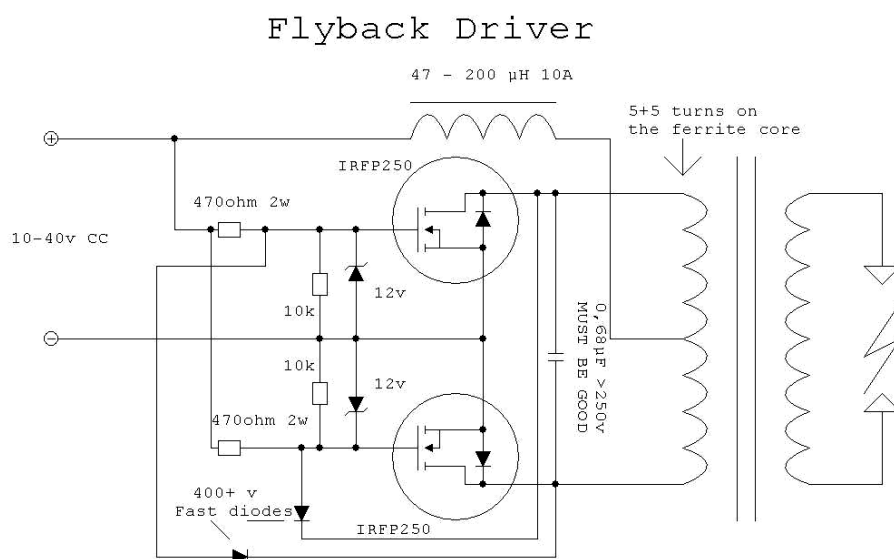
Rysunek obrazuje jak połączyć MOSFET-y.

Obraz pobrano z: [http://portalnaukowy.edu.pl/grafika\\_1/gen\\_hv\\_300/irfp\\_250.jpg](http://portalnaukowy.edu.pl/grafika_1/gen_hv_300/irfp_250.jpg)

- dwie diody Zenera 12 V;
- dwie półprzewodnikowe diody prostownicze wysokonapięciowe, ja użyłem 6A4DC;

- kondensator o pojemności 0,68  $\mu\text{F}$ , napięcie dopuszczalne co najmniej 250 V;
- cewkę 47–200  $\mu\text{H}$  10 A (ja na rdzeń ferrytowy ze starego radia nawinąłem 30 zwojów przewodu w izolacji);
- transformator: uzwojenie pierwotne – nawijamy je z przewodu izolowanego 1,5 mm, tak jak na schemacie; uzwojenie wtórne – cewka wysokonapięciowa (ze starego telewizora lub monitora);
- kilka metrów przewodu do nawinięcia uzwojenia pierwotnego i cewki oraz doprowadzenia zasilania i odprowadzenia wysokiego napięcia;

Całość łączymy tak, jak na poniższym schemacie. Elementy montujemy na płytce drukowanej albo łącząc elementy na tzw. pajęczka, czyli za pomocą kabli, mocując je do plastikowej płytki. Układ umieszczamy w obudowie, koniecznie z materiału nieprzewodzącego prądu elektrycznego! Na zewnątrz obudowy wyprowadzamy tylko kable, do których podłączamy zasilanie i kable od uzwojenia wtórnego.



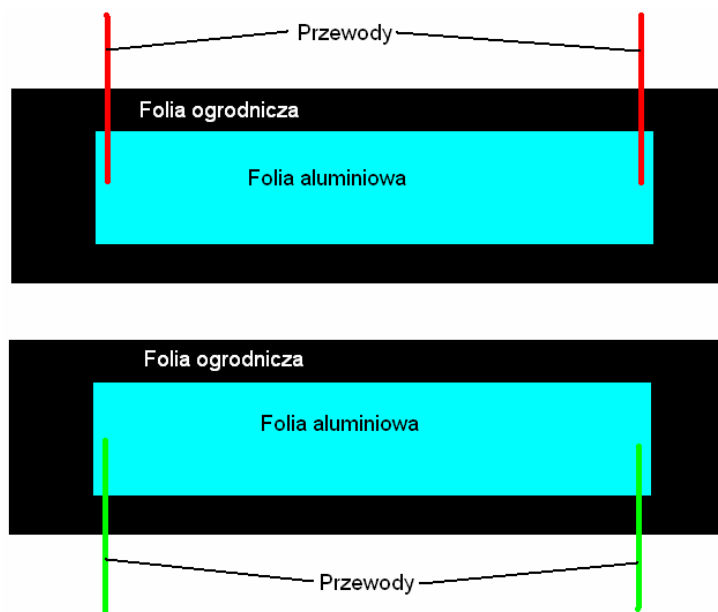
If you don't have the irfp250's you can use a couple of semiconductors that have a VDS almost 4 times the power supply and  $R(\text{ds})\text{ON} < 150\text{m}\Omega$ . power supply must be able to supply several amps (more than 10)  
Circuit ideated by Vladimiro Mazzilli

Obraz pobrano z:

[http://portalnaukowy.edu.pl/grafika\\_1/gen\\_hv\\_300/Flyback\\_driverAndrineri.jpg](http://portalnaukowy.edu.pl/grafika_1/gen_hv_300/Flyback_driverAndrineri.jpg)

### Kaskadowy mnożnik napięcia

Opisany powyżej generator wysokiego napięcia służy do zasilania kaskadowego mnożnika napięcia. Ten z kolei wytwarza napięcie stałe większe od napięcia zasilania tyle razy, ile użytych zostało par diod z kondensatorami. Do budowy kaskadowego mnożnika napięcia potrzebujemy kondensatorów i diod wysokonapięciowych. Kondensatory można wykonać samemu lub kupić. Do budowy kondensatora wysokonapięciowego potrzebujemy folii aluminiowej, folii ogrodniczej i kilkanaście centymetrów przewodów o średnicy minimum 1 mm. Z folii ogrodniczej wycinamy paski o wymiarach 10 cm × 50 cm. Należy wyciąć tyle pasków, żeby składająca się z nich warstwa izolująca miała grubość ok. 1 mm. Potrzebujemy dwie takie warstwy. Z folii aluminiowej wycinamy natomiast dwa paski o wymiarach 6 cm × 40 cm i przyklejamy je na środku warstw folii ogrodniczej. Do każdego paska folii aluminiowej należy jeszcze przymocować dwa kawałki przewodu. Kable przyklejamy za pomocą taśmy izolacyjnej na końcach folii. Dwie gotowe warstwy nakładamy na siebie i związujemy jak dywan. Na koniec całość oklejamy dookoła taśmą izolacyjną i łączymy ze sobą odpowiednie kable. Kable od danej okładki powinny być po tej samej stronie rolki. Kondensatory są gotowe.

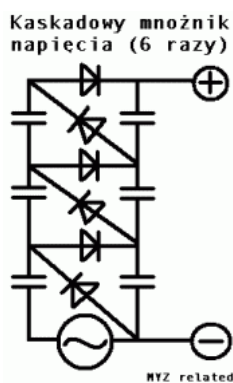


Rysunek przedstawia dwie warstwy potrzebne do budowy kondensatora

Diody wysokonapięciowe również można kupić lub zrobić z kilku diod 1N4007. Na jedną diodę wysokonapięciową potrzebujemy 10 diod 1N4007, które łączymy ze sobą szeregowo i zanurzamy w oleju roślinnym. Ja moje dio-

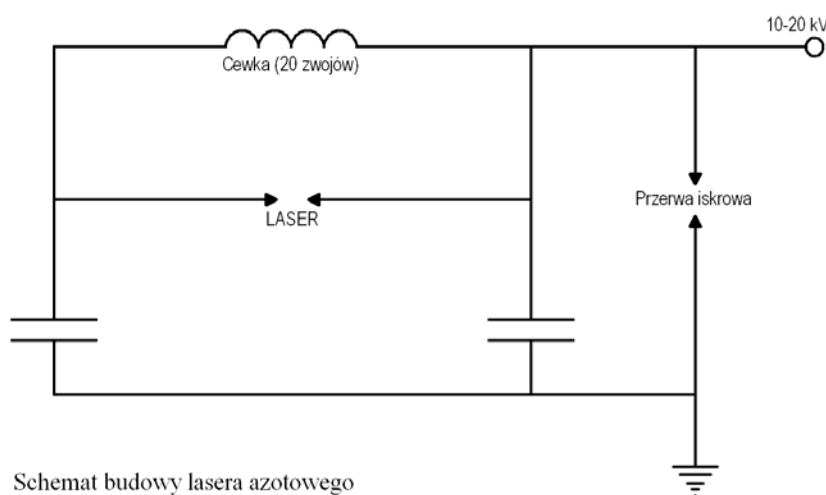
dy umieściłem w oprawkach od długopisu wypełnionych olejem, ale równie dobrze do tego celu można użyć, np. opakowań po tabletkach musujących.

Jeżeli mamy już diody i kondensatory całość składamy tak, jak na poniższym rysunku. Do zasilania lasera azotowego w zupełności powinien wystarczyć podwajacz napięcia, a więc budujemy układ składający się z dwóch diod i dwóch kondensatorów.



Obraz pobrano z: <http://www.myzlab.pl/eim/mnozник/mnozник.gif>

### Laser azotowy



Gdy mamy już układ zasilający, możemy zabrać się do budowy lasera azotowego. Budowę zaczynamy od wykonania dwóch kondensatorów. Do ich wykonania potrzebujemy folii aluminiowej i szyby, która spełni funkcję dielektryka i funkcję podtrzymującą konstrukcję. Zamiast szyby można użyć kilku

warstw folii ogrodniczej, ale wtedy całość musimy przymocować do czegoś, co ustabilizuje konstrukcję (np. sklejki). Z folii aluminiowej wycinamy dwa prostokąty o wymiarach  $20\text{ cm} \times 28\text{ cm}$  i jeden o wymiarach  $28\text{ cm} \times 41\text{ cm}$ . Szyba powinna mieć wymiary o około  $10\text{ cm}$  większe od wymiarów większego kawałka folii, czyli  $38\text{ cm} \times 51\text{ cm}$ . Folie – rys. kolor błękitny (szary) przyklejamy do szyby – rys. kolor czarny tak, jak pokazuje to poniższy rysunek. Pomiedzy górnymi okładkami powinien być odstęp jednego centymetra. Wymiary kondensatorów nie są narzucone, laser powinien działać również przy większych rozmiarach, ale wtedy należy pamiętać o zmianie rozmiarów pozostałych elementów.



Kolejnym krokiem jest nawinięcie zwojnicy i przymocowanie jej do górnych okładek kondensatorów. Cewkę wykonujemy z miedzianego drutu. Na rurkę lub coś innego w kształcie walca o średnicy około  $20\text{ mm}$  nawijamy 20 zwojów. Po nawinięciu rurkę wyciągamy ze zwojnicy, a zwojnicę mocujemy za pomocą kleju i kawałków folii aluminiowej do kondensatorów (rys. poniżej).



Teraz należy zająć się budową przerwy iskrowej. Przerwę iskrową wykonać można ze śrubek lub z odpowiednio wygiętego drutu. Liczy się pomysłowość. W moim laserze przerwa zrobiona jest z odpowiednio powyginanych blaszek i śrubki. Całość jest przymocowana do szyby i okładek kondensatorów za pomocą kleju, w taki sposób jak na poniższym rysunku (kolor czerwony, tu szary). Rozmiar przerwy iskrowej należy dobrać doświadczalnie, zazwyczaj jest to odległość  $10\text{--}20\text{ mm}$ . W celu zminimalizowania blasku i hałasu, jaki powstaje podczas przeskoku iskry, przerwę iskrową należy obudować. Do tego celu można użyć plastikowych rurek lub kartonowego pudełka. Od przerwy iskrowej odprowadzamy kable, do których podłączone zostanie zasilanie.



Następnie wykonujemy elektrody, pomiędzy którymi będzie zachodzić akcja laserowa. Elektrody powinny być wykonane z aluminiowej listwy bądź kątownika. Ważne, żeby elektrody miały gładkie krawędzie, a ich rogi, w celu zapew-

nienia równomiernego przeskoku ładunku elektrycznego, były zaokrąglone (np. za pomocą pilnika). Nasz laser może mieć elektrody luzem kładzione na okładkach kondensatorów, albo przymocowane na stałe. Jeżeli zdecydujemy się przymocować elektrody na stałe, należy pamiętać, że jedna z elektrod powinna być przymocowana w taki sposób, aby była stabilna, ale by była również możliwa zamiana jej ustawienia. W tym celu należy dołożyć do naszego lasera trzeci kątownik, w którym wiercimy dwie dziurki i na stałe mocujemy do kondensatorów. Teraz w jednej z elektrod również wiercimy dziurki i za pomocą śrubek i sprężynek z długopisów mocujemy naszą elektrodę do kątownika. Odległość pomiędzy elektrodami powinna wynosić 1–3 mm. Elektrody również należy osłonić w celu zminimalizowania blasku. Poniższy rysunek pokazuje, gdzie trzeba umieścić elektrody (kolor niebieski, tu szary).



Fotografia pokazuje jak można wykonać regulowane elektrody

Na koniec nasz laser, a zwłaszcza dolne okładki kondensatorów, należy okleić folią lub brystolem. Laser można również umieścić w obudowie, ale nie jest to konieczne. Gdy już skończymy i wszystkie kleje wyschną, możemy uruchomić laser. Do przewodów odprowadzonych od przerwy iskrowej podłączamy kaskadowy mnożnik napięcia. **Po włączeniu zasilania nie należy dotykać lasera!** Jeżeli wszystko dobrze zostało zrobione na przerwie iskrowej powinna z dużą częstotliwością przeskakiwać iskra, a pomiędzy elektrodami powinny przeskakiwać tysiące drobnych fioletowych iskerek, które tworzą wiązkę laserową. Jeżeli tak nie jest, to wyłączamy zasilanie i regulujemy nasze elektrody, przesuwając odpowiednio jedną z nich. Jeżeli na przerwie iskrowej nie przeskakuje iskra, to należy zmniejszyć jej rozmiar. **UWAGA! Przed regulacją lasera należy rozładować kondensatory poprzez zwarcie przerwy iskrowej. Ja robię to za pomocą izolowanego śrubokręta.** Nie trzeba się zniechęcać, jeśli mimo wielu prób nie będzie można wyregulować lasera. Potrzeba do tego czasu i cierpliwości. Światło z dobrze wyregulowanego lasera można zaobserwować

na białej kartce. Lasery azotowe emitują fale elektromagnetyczne z zakresu ultrafioletu, ale mimo to możliwe jest zaobserwowanie niebieskiego światła.



Wyregulowany laser azotowy. Pomędzy elektrodami przeskakują drobne fioletowe iskiereki



Tak wygląda mój laser azotowy

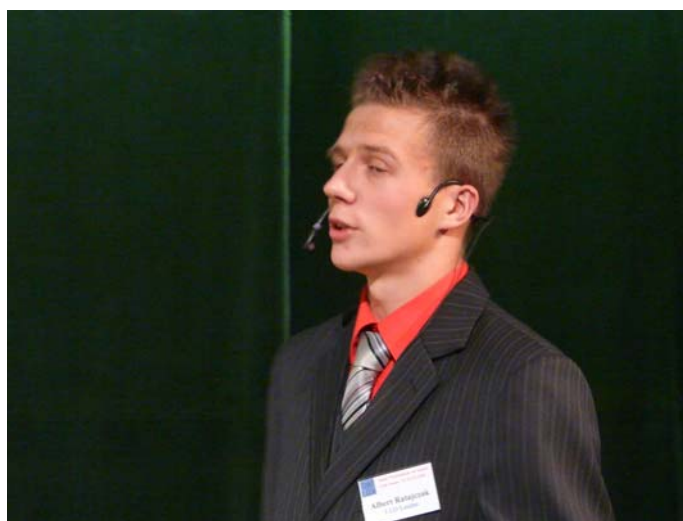
Budowa takiego lasera ma cele głównie edukacyjne. Nasz laser azotowy można wykorzystać do prezentacji naukowych i do np. odczytywania napisów wykonanych tuszem fosforyzującym pod wpływem ultrafioletu. Poza tym laser ten jest świetną zabawką, należy jednak pamiętać, że niebezpieczną, ponieważ

zasilany jest wysokim napięciem, a promieniowanie laserowe jest niebezpieczne dla oczu. Życzę miłej zabawy i sukcesów podczas budowy lasera azotowego.

**UWAGA!!!**

**URZĄDZENIE JEST ZASILANE WYSOKIM NAPIĘCIEM NIEBEZPIECZNYM DLA ŻYCIA. LASER WYTWARZA NIEWIDZIALNE DLA OCZU PROMIENIOWANIE ULTRAFIOLETOWE. PROMIENIOWANIE LASEROWE JEST NIEBEZPIECZNE DLA OCZU – NIE WOLNO PATRZEĆ WPROST W WIĄZKĘ LASEROWĄ, GDYŻ MOŻE TO DOPROWADZIĆ DO TRWAŁEJ UTRATY WZROKU. JEŻELI ZDECYDUJESZ SIĘ NA JEGO BUDOWĘ, ZACHOWAJ OSTROŻNOŚĆ I PAMIĘTAJ, ŻE WSZYSTKO ROBISZ NA WŁASNĄ ODPOWIEDZIALNOŚĆ. AUTOR ARTYKUŁU NIE PONOSI JAKIEJKOLWIEK ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA WYPADKI, JAKIE MOGĄ SIĘ ZDARZYĆ PRZY BUDOWIE I UŻYTKOWANIU URZĄDZENIA.**

**PAMIĘTAJ: ZDROWIE I ŻYCIE MASZ TYLKO JEDNO!!!**



Autor artykułu Albert Ratajczak