

Laserowy ploter CNC



Prezentowany projekt jest jednym z praktycznych zastosowań diody laserowej z nagrywarki DVD i zarazem prostym urządzeniem CNC sterowanym komputerowo, o wyjątkowo niskich kosztach budowy. W pokazany sposób można wykonać w warunkach domowych laserowy ploter CNC do wypalania grafik w plastiku, drewnie, plexi czy folii samoprzylepnej.

O dokładności wypalanych grafik decydują trzy podstawowe czynniki: dokładność użytych silników krokowych, wielkość luzów na śrubach pociągowych i prowadnicach oraz precyzja wykonania całej konstrukcji.

Konstrukcja mechaniczna

Podstawę urządzenia wykonałem z drewna. Reszta konstrukcji składa się z dwóch osi i zawieszonego nad nimi lasera. Oś X prowadzi razem ze sobą oś Y, która z kolei prowadzi stół roboczy (fot. 1). Jako prowadnic użyłem kulkowych prowadnic meblowych do szuflad. Poruszają się lekko, są dosyć dokładne i wystarczająco wytrzymałe, a przede wszystkim tanie i łatwo dostępne. Prowadnice tego typu możemy znaleźć w niejednej konstrukcji amatorskiej 3-osiowej frezarki CNC, gdzie siły są o wiele większe.

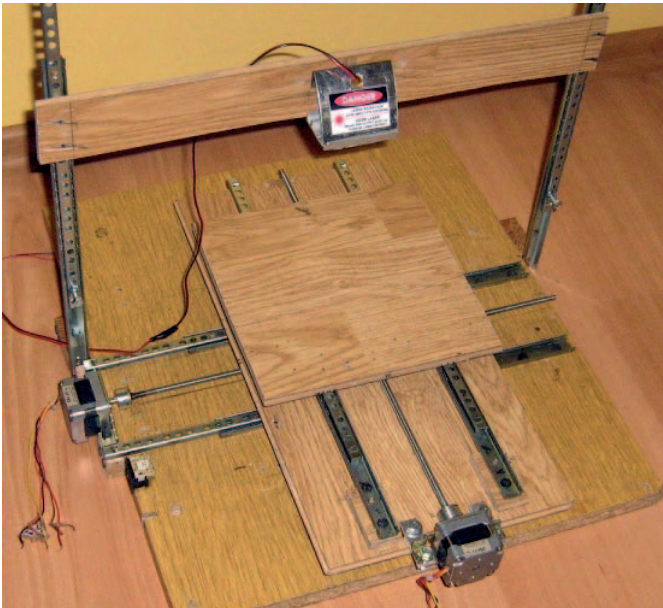
Śruby pociągowe w moim urządzeniu to zwykle długie śruby M5 dostępne w większości sklepów budowlanych. Na potrzeby plotera, gdzie konstrukcja musi uciągnąć jedynie samą siebie, stosowanie profesjonalnych grubych śrub trapezowych wydaje mi się

UWAGA !

Światło lasera jest bardzo niebezpieczne dla wzroku i łatwo go stracić nawet od odbitej wiązki! Bez specjalnych okularów chroniących przed falami o długości używanej w laserze, najlepiej w ogóle nie zabierać się do tego typu eksperymentów! Kategoriecznie nie wolno włączać lasera bez założonych okularów!

przesadą. Po śrubach przesuwają się po 3 nakrętki na oś, oddalone od siebie o 15 mm. Dzięki temu można zlikwidować ewentualne luzy na śrubach. Nakrętki przylutowałem do blach, które następnie sztywno umocowałem na spodach elementów prowadzonych. Oczywiście obie śruby powinny być umieszczone możliwie równolegle do powierzchni i prostopadle względem siebie.

Najważniejsze w części mechanicznej są niewątpliwie silniki krokowe. Użyłem silników ze starych stacji dyskietek 5,25" (fot. 2, 1,8°/krok, rezystancja uzwojenia 75 Ω). Można również użyć dowolnych silników unipolarnych z drukarek, ploterów, skanerów czy kupić je po prostu w sklepie. Oba silniki powinny mieć identyczne lub co najmniej zbliżone parametry i odpowiednią rezystancję uzwojeń. Ważne jest też odpowiednie połączenie silników ze śrubami pociągowymi. Najlepiej na końcach śrub umieścić łożyska i połączyć je ze sztywno umocowanymi silnikami z użyciem elastycznych tulejek. To rozwiązanie ma swoje zalety i wady – jedną z nich może okazać się niewielki luz na zbyt elastycznej tulejce, za to konstrukcja powinna pracować płynnie i lekko, gdyż tulejki



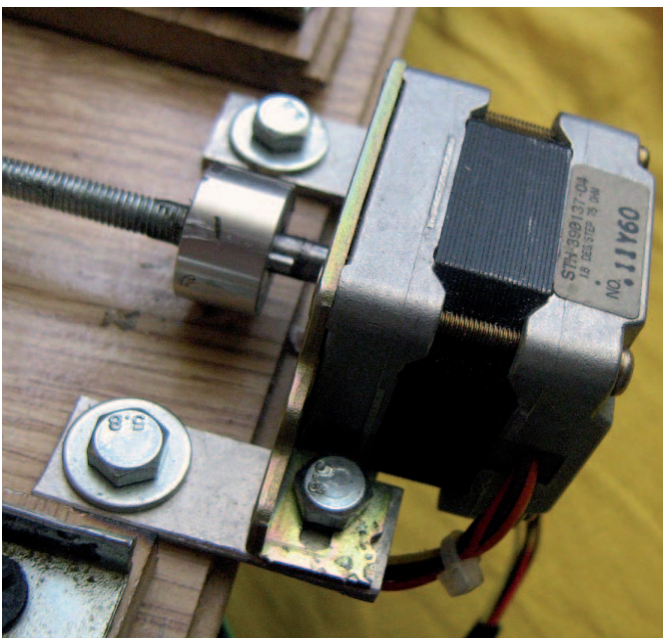
Fot. 1. Widok zmontowanej, kompletnej konstrukcji wypalarki CNC

redukuję wszelkie niedokładności. Ja rozwiązałem to nieco inaczej: ponieważ moje silniki miały przymocowane na osiach aluminiowe tulejki o średnicy wewnętrznej 5 mm, połączyłem za ich pomocą silniki ze śrubami na sztywno. Niestety, to rozwiązanie obciąża łożyska silnika, jednak przy siłach działających w ploterze – tylko nieznacznie.

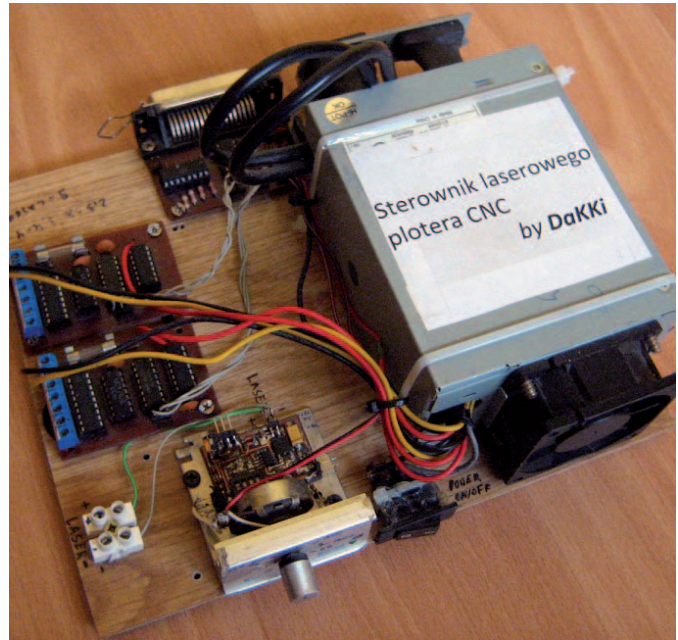
Sterowanie

Układy elektroniczne można podzielić na sterownik silników krokowych, zasilacz diody laserowej i zasilacz pozostałych układów elektronicznych.

Algorytm sterowania silnikami zaszyty jest w komputerze PC, który przez port równoległy LPT wysyła odpowiednie impulsy do silników. Dzięki temu w ploterze jest tylko prosta płytka interfejsowa zawierająca transoptory zapewniające separację galwaniczną oraz dwóch prostych układów logicznych wypracowujących przebiegi bezpośrednio sterujące silnikami krokowymi (po jednym na oś). Oprócz tego na tej płytce głównej znajduje się też układ załączania/wyłączania lasera. Dodatkowo, na płycie głównej umieści-



Fot. 2. Silnik krokowy zastosowany do napędu



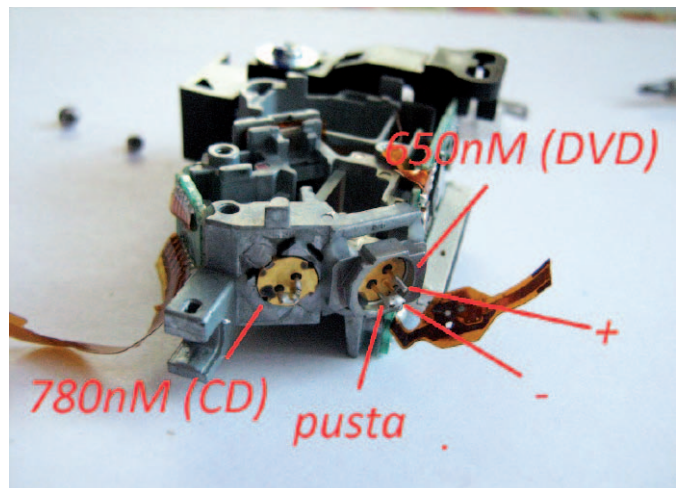
Fot. 3. Widok poszczególnych podzespołów wypalarki

łem diodę LED informującą o włączonym zasilaniu oraz wyłącznik bezpieczeństwa, który służy do natychmiastowego wyłączenia maszyny w razie niebezpieczeństwa.

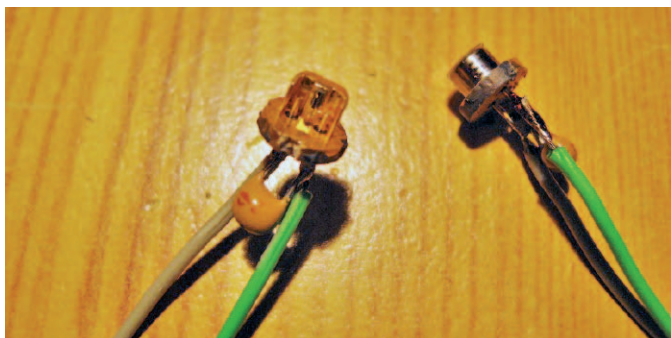
Niezbędnym elementem plotera okazał się też wentylator wyciągający z pola pracy dym powstały w wyniku wypalania. Dym ten osłabiał moc wiązki lasera, co było zjawiskiem ze wszech miar niekorzystnym. Użyłem do tego celu wentylatora 100×100 mm z obudowy PC podłączonego bezpośrednio do zasilania płyty głównej.

Schematy sterowników silników krokowych i pomysł na płytę główną pochodzą ze strony www.ottop.republika.pl. Są to bardzo proste i tanie układy wystarczające na potrzeby laserowego plotera tzn.ysterowania małych silników o stosunkowo małym poborze prądu. Dzięki sterowaniu sygnałami *Step* i *Dir* sterowniki współpracują praktycznie ze wszystkimi programami do sterowania CNC.

Układy sterujące są na tyle proste, że nie wymagają żadnego uruchamiania. Jeżeli nie pomyliliśmy się podczas montażu, to powinny działać od załączenia zasilania. Poprawne działanie układu sterującego możemy sprawdzić za pomocą generatora testowego zrobionego na przykład na NE555. Całą elektronikę sterującą proponuję umieścić w skrzynce, a złącze LPT, zasilania oraz złącza do silników krokowych wyprowadzić na zewnątrz. Pamiętajmy o dobrym chłodzeniu skrzynki (fot. 3).



Fot. 4. Widok modułu diod laserowych z nagrywarki DVD



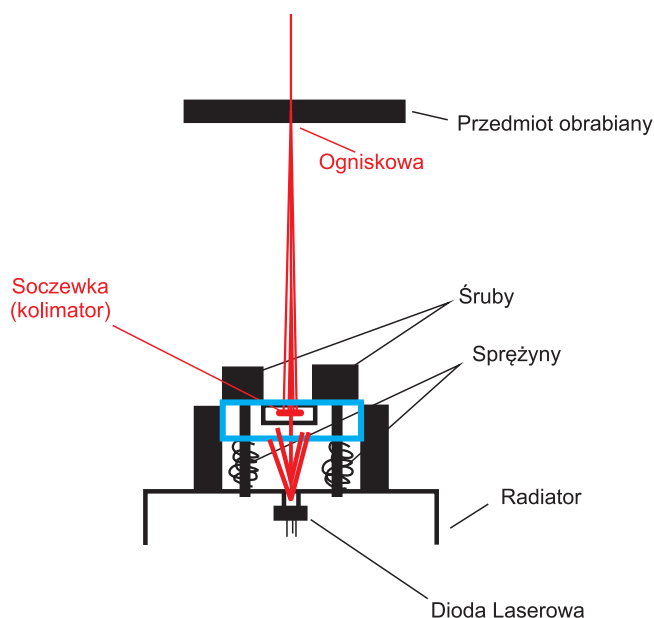
Fot. 5. Diody laserowe z zamontowanymi kondensatorami

Zasilanie diody laserowej

W swoim ploterze zastosowałem diodę laserową z uszkodzonej nagrywarki DVD-RW. Uszkodzoną nagrywarkę możemy na przykład nabyć na aukcji internetowej. Po demontażu modułu lasera trzeba wymontować z niego diodę laserową. Na fot. 4 pokazano wygląd takiego modułu i rozmieszczenie diod.

W każdej nagrywarce DVD znajdują się dwie diody laserowe – jedna emitująca światło o długości fali 780 nm (próg podczerwieni) oraz druga (interesująca nas) dioda o mocy około 200 mW emitująca światło o długości fali około 650 nm (kolor czerwony). Najdelikatniej jak to tylko możliwe, wyjmujemy ją z modułu, lutując od razu między „+” a „-” kondensator 100 nF, który zabezpieczy ją przed wyładowaniami elektrostatycznymi (fot. 5). Diody laserowe są bardzo delikatne, dlatego należy zachować szczególną ostrożność. Do ich zasilania jest wymagane źródło prądowe.

W większości profesjonalnych zasilaczy jasność świecenia diody stabilizuje się w oparciu o odczyt wbudowanej fotodiody. Niestety, diody z nagrywarek nie mają fotodiod – jedno wyprowadzenie jest niepodłączone, dlatego do zasilania naszej diody laserowej zastosowałem proste, regulowane źródło prądowe zbudowane na wzmacniaczu operacyjnym LM358/LM258 i tranzystorze MOSFET. To układ zbudowany klasycznie. W nim prąd diody zależy od wartości napięcia odniesienia na wejściu nieodwracającym, ustalonym potencjometrem P1. Układ dopasowałem do typowej diody z nagrywarki DVD – maksymalny prąd obciążenia wynosi około 375 mA. W praktyce nie zalecam nastaw prądu o wartości powyżej 350 mA, gdyż może to doprowadzić do uszkodzenia diody. Nominalny prąd diody to około 200 mA i jest on wystarczający do wypalania w czarnym plastiku czy folii. Powyżej tej wartości gwałtownie spada czas życia diody. Przy 320 mA



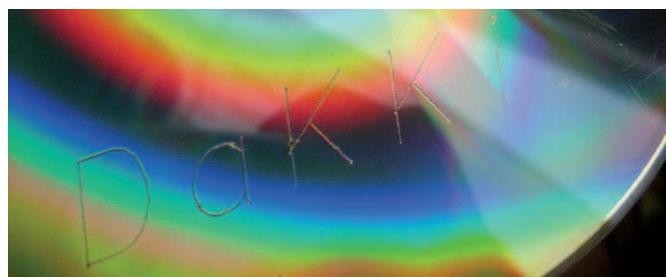
Rys. 6. Budowa kolimatora



Fot. 7. Wypalanie napisu na plastikowej płycie



Fot. 8. Widok gotowego napisu z fot. 7



Fot. 9. Napis wypalony na płycie CD



Fot. 10. Logo firmy Ford wypalone na drewnie

i odpowiednio niskiej prędkości można wypalać całkiem głębokie linie w drewnie.

Płytkę ze źródłem prądowym proponuję schować w obudowie lasera, a potencjometr wyprowadzić. Dobrze jest go zaopatrzyć w gałkę oraz skalę (w mA).

Sama dioda laserowa jest niewystarczająca do wypalania grafik. Wydziela sporo ciepła, więc trzeba ją zaopatrzyć w radiator. Potrzebny jest też kolimator, dzięki któremu uzyskuje się odpowiednią ogniskową. Układ optyki pokazano na rys. 6. Dioda umieszczona jest w aluminiowym radiatorze. Za pomocą dwóch śrub ze sprężynkami i prostej prowadnicy regulujemy wysokość soczewki (wykorzystałem tutaj soczewkę znajdującą się w module lasera w nagrywarce DVD zaraz pod płytą). Soczewkę mocujemy płaską stroną do diody. Powinna być umocowana możliwie równoległe do niej oraz przedmiotu obrabianego. Przy montażu soczewki musimy uważać, aby jej nie zarysować czy nie zabrudzić. Laser można umieścić na stałej wysokości w ploterze i za pomocą odległości soczewki ustalać ogniskową w zależności od wysokości obrabianego przedmiotu. Jako że jest to dosyć problematyczne przy zastosowaniu mechanizmu regulacji na śrubach, w swojej konstrukcji wykorzystałem jeszcze dwie prowadnice, które widać np. na fot. 1. Regulacja ogniskowej za ich pomocą jest o wiele łatwiejsza.

Całą elektronikę zasilam 150-watowym zasilaczem ATX.

Sterowanie z PC

Do sterowania urządzeniami CNC dostępne są programy, takie jak np. AirSoft Mach3, czy polski Step2CNC. Programy te w wersji demonstracyjnej można pobrać z Internetu. Mach3 jest ograniczony do 500 linii kodu, co do testów maszyny jest wartością wystarczającą. Później możemy nabyć pełną wersję programu. Można

także używać darmowych, mniej zaawansowanych programów do sterowania CNC, pisanych zwykle pod DOS-em.

Chcąc wypalić jakąś grafikę, musimy najpierw zamienić ją na G-kod. G-kody to standard sterowania CNC. Kod opisuje kolejno pozycję narzędzia i jego wejście/wyjście z materiału (w naszym wypadku pozycja stołu i włączenie/wyłączenie lasera). G-kody najłatwiej otrzymać, konwertując je z rysunku w formacie .dxf z użyciem wbudowanego konwertera programu Mach3 lub innego. Przy konwertowaniu tekstu musimy pamiętać o jego wcześniejszym rozbięciu (*Explode*) w programie CAD. Podczas konwertowania pamiętamy o wyłączeniu osi Z oraz o realizacji włączenia/wyłączenia lasera za pomocą komendy M3/M5 – dostępne w ustawieniach konwertera. W Internecie możemy także znaleźć konwertery map bitowych (*.bmp) oraz formatu obrazków (*.jpg) na G-kody. Po załadowaniu G-kodu uruchamiamy program. Jeżeli program został prawidłowo skonfigurowany, a sterowniki odpowiednio podłączone – nasza maszyna zacznie pracę.

Zastosowanie

Plotera możemy użyć do wypalania napisów i grafik w czarnym plastiku, drewnie, sporządzania tabliczek znamionowych, wycinania szablonów z czarnego papieru technicznego, wycinania naklejek w folii samoprzylepnej, wypalania grafik w plexi, którą następnie podświetlamy diodami LED, wypalania szablonów do malowania... Jak widać na fot. 7...10, zastosowań może być wiele.

Dariusz Kawiorski
dak-ki@wp.pl
www.dakki.com.pl

R E K L A M A

EdE ELEKTRONIKA DLA NIEELEKTRONIKÓW
Seria zestawów do samodzielnego montażu dla początkujących

AVT760 Niebieski kogut policyjny

AVT747 Stroboskop dyskotekowy

AVT732 WHISPER - łowca szeptów

AVT721 Klaskacz-akustyczne zdalne sterowanie

AVT729 Zwariowany kręciolek

AVT739 Irytator-dokuczliwy natręt nocny

AVT744 Wzmacniacz 2x22W

AVT735 Sterownik wiertarki modelarskiej

www.sklep.avt.pl