

Frezarka CNC

Prezentujemy konstrukcję amatorskiej, miniaturowej frezarki CNC. Ma ona wiele praktycznych zastosowań, między innymi wykonywanie detali mechanicznych, wycinanie skomplikowanych otworów w miękkich materiałach oraz grawerowanie napisów.

Stół jak i pozostałe elementy frezarki zostały wykonane z laminowanych płyt wiórowych o grubości 18 mm, połączonych za pomocą wkrętów.



Fotografia 1. Budowa prowadnic osi Y i Z

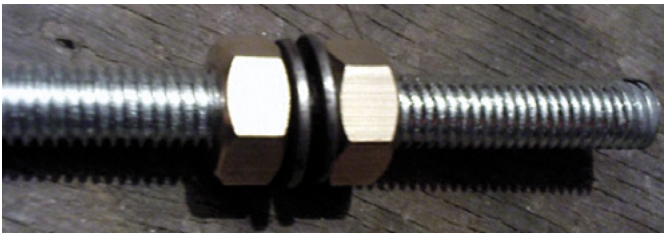
Podstawowe informacje:

- Wymiary frezarki: 380×380×540 mm
- Obszar roboczy: 220×220×80 mm
- Ciężar frezarki: ok. 8,5 kg
- Napięcie zasilania: 230 V AC
- Moc silnika wrzeciona: 135 W
- Napięcie zasilania silników krokowych: 32 V
- Moment obrotowy silnika krokowych: 0,6 Nm
- Maksymalna prędkość przesuwu: 300 mm/min

Do łożyskowania stołu oraz multiszlifierki zastosowano dwie prowadnice kulkowe. Można je kupić w każdym sklepie z akcesoriami do mebli, a oryginalnie są przeznaczone do łożyskowania szuflad. Są one wystarczająco dokładne do zastosowań amatorskich jak i dla celów dydaktycznych. Poruszają się lekko, nie stawiając większych oporów. Najważniejsze jednak, że są tanie i łatwo dostępne (**fotografia 1**).

Elektronika sterująca, która początkowo była umieszczona w ramie frezarki, została zamontowana w odrębnej obudowie. Napęd jest przenoszony za pomocą śruby pociągowej. Zastosowałem długą śrubę o średnicy 8 mm z gwintem metrycznym. Śruba jest połączona z silnikiem poprzez sprzęgło wykonane ze zbrojonego wężyka igielitowego. Sprzęgło służy do redukcji drgań, umożliwia łatwiejsze połączenie śruby z silnikiem, a ponadto redukuje wszelkie niedokładności konstrukcji. Śruba z jednej strony jest oparta jest na łożysku kulkowym, natomiast po przeciwnej zamocowana do osi silnika krokowego.

Na śruby pociągowe są nakręcone nakrętki, po dwie na jedną oś. Wybrałem nakrętki wykonane z brązu, by nie dochodziło do szybkiego ścierania gwintu śruby i dla zmniejszenia tarcia. Aby zlikwidować pojawiające się na śrubie luzy, nakrętki są ze sobą skręcone, a pomiędzy nie jest wstawiona mocna sprężyna o niedużym skoku (**fotografia 2**). Całość jest wciśnięta w plastikową rurkę i przykręcona sztywno



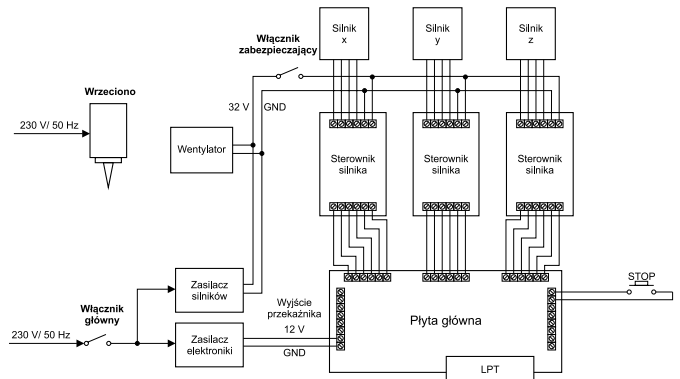
Fotografia 2. Śruba pociągowa, nakrętki z brązu z kasowaniem luzów

za pomocą obejmujemy do spodniej części ruchomego elementu. Stworzono w ten sposób prosty układ automatycznego kasowania luzu.

Silniki krokowe użyte we frezarce pochodzą ze starych kserokopiarek. Są to silniki bipolarne dwufazowe marki Mineba, o momencie obrotowym 0,6 Nm i 200 krokach na jeden obrót (1,8° na krok). We frezarce można też zastosować silniki unipolarne. Zmieni się tylko sposób ich dołączenia do sterownika. Najlepiej by wszystkie silniki były takie same. Uniknie się w ten sposób sytuacji, w której mocniejszy silnik będzie obracać się bez problemu, a drugi przy tych samych



Rysunek 3. Schemat blokowy frezarki



Rysunek 4. Schemat elektryczny frezarki

ustawieniach będzie gubił kroki, co skutecznie uniemożliwi dokładne sterowanie.

Jako napęd frezu (wrzeciono) zastosowałem multiszlifierkę o mocy 135 W i prędkości obrotowej regulowanej w zakresie 10...30 tys. obr./min. Zależnie od skrawanego materiału, stosuję frezy o różnych wymiarach i kształcie diamentowe lub ze stali szybkoobrotowej (HSS). Wrzeciono jest zasilane bezpośrednio z sieci energetycznej. Jako uchwyt wrzeciona użyłem uchwytu do rur PVC.

Część elektroniczna

Schemat blokowy frezarki pokazano na rysunku 3. Układ sterowania składa się z zespołu sterowników silników krokowych (oddzielnie dla każdej osi), płyty głównej i dwóch zasilaczy – odrębnie dla układów elektronicznych i silników.

Sterowniki silników zbudowano z użyciem układów L297 i L298. Pomysł na sterownik i płytę główną będącą w istocie interfejsem po-

LEMI-BIS

ul. Grabiszyńska 240
53-235 Wrocław

tel. (0-71) 339 00 29
339 00 30
faks (0-71) 339 05 01
lemibis@lemi.pl

złącza HDC

złączki listwowe

przyciski sterownicze

przełączniki elektromagnetyczne

SSR

przełączniki czasowe

czujniki indukcyjne i pojemnościowe

czujniki fotoelektryczne

regulatory temperatury PID

impulsowe zasilacze przemysłowe

www.lemi.pl

SKLEP INTERNETOWY 24h

SPRZEDAŻ PEŁNEGO ASORTYMENTU Z MAGAZYNU ♦ NAJLEPSZE CENY NA RYNKU

♦ POSZUKUJEMY DYSTRYBUTORÓW LOKALNYCH
♦ DOSKONAŁE WARUNKI HANDLOWE
♦ DUŻE RABATY

MODUŁY POMIAROWE USB

DATA TRANSLATION

DT9832/36

- > częstotliwość próbkowania do 2-MHz/kanal
- > od 2 do 12 wejść analogowych 16-bitowych
- > opcjonalnie 2 wyjścia analogowe 500 kHz.
- > 32 cyfrowe linie I/O, 2 liczniki, 3 enkodery
- > synchronizacja wszystkich wejść/wyjść
- > optoizolacja portu USB 500V
- > oprogramowanie: Measure Foundry i quickDAQ
- > sterowniki do MATLAB, LabVIEW, C++, C#

www.elmark.com.pl

ELMARK Automatyka sp. z o.o.
02-695 Warszawa ul. Bukowińska 22 lok. 1B
Tel. (022) 541-84-60, Fax. (022) 541-84-61
elmark@elmark.com.pl

ELMARK
Automatyka sp. z o.o.

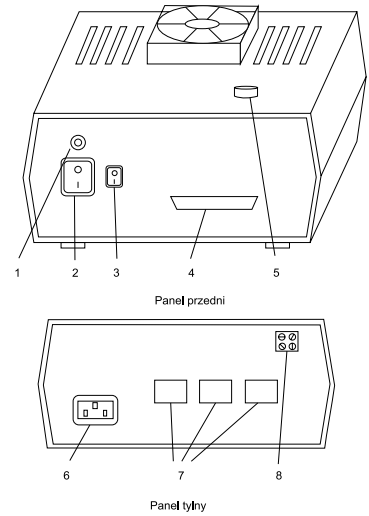


Fotografia 5. Układ sterowania frezarką

między sterownikami a komputerem PC zaczerpnąłem ze strony www.akcesoria.cnc.info.pl. Do sterowania silnikami służą sygnały STEP (krok), DIR (kierunek obrotów), ENABLE (załączenie). Sterownik silnika może współpracować z dowolnym programem sterującym obrabiarkami CNC, który realizuje komunikację za pośrednictwem portu równoległego LPT komputera. Może on zasilać silniki maksymalnym napięciem 40 V, a prąd fazy (regulowany) może wynosić maksymalnie 2 A. Zaletą tego sterownika jest fakt, że możeysterować silnik w trybie tzw. *half step* (pół-krok – silnik zatrzymuje się w pozycji pośredniej pomiędzy krokami) co skutkuje podwojeniem dokładności sterowa-

nia. Niestety, minusem tego rozwiązania jest zmniejszenie prędkości obrotowej silnika.

Płyta główna jest jakby przedłużeniem portu równoległego LPT. Są na niej zamontowane złącza ARK, które ułatwiają montaż przewodów. Na płycie głównej znajduje się również: stabilizator, przełącznik umożliwiający zmianę trybu pracy sterownika (pełen krok lub pół-krok), dwa przełączniki do sterowania wrzecionem, pompą chłodziwa lub też oświetleniem, złącze przycisku awaryjnego zatrzymania oraz złącza do podłączenia wyłączników krańcowych.



Rysunek 6. Widok obudowy elektroniki z przodu i z tyłu. Rozmieszczenie elementów: 1. Dioda sygnalizująca pracę sterownika, 2. Włącznik główny, 3. Włącznik zabezpieczający, 4. Złącze portu równoległego, 5. Przycisk zatrzymania awaryjnego, 6. Gniazdo zasilania, 7. Wyjścia sterowników silników, 8. Wyjście przełącznika

Zasilanie

Układy cyfrowe oraz płyta główna wymagają zasilania napięciem stabilizowanym 5 V o minimalnym natężeniu 0,5 A. Większość prądu pobierają sterowniki, około 0,1 A na jedną oś. Jako stabilizator napięcia zastosowano popularny LM7805. Znajduje się on na płycie głównej, która rozdziela napięcia i dostarcza je do każdego sterownika. Silniki są zasilane z osobnego źródła, którym jest zasilacz

R E K L A M A

Zestawy uruchomieniowe

AVT5272
ARDUINO DUEMILANOVE BOARD: pomysł na AVR

AVT3500
Płytko testowa do kursu BASCOM AVR

AVTMSP430
Modul komputerka eMeSPek 430

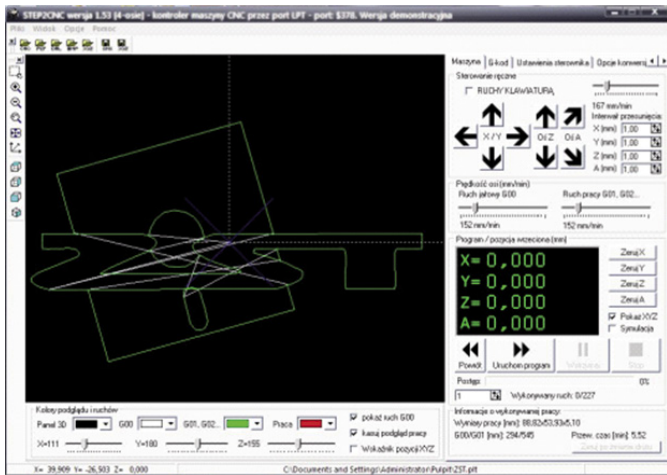
AVT2875
LOGICMASTER - płytka prototypowa do CPLD

AVT992
Zestaw uruchomieniowy dla AVR i `51

AVT3505
Płytko testowa do kursu C

www.sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel.: 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

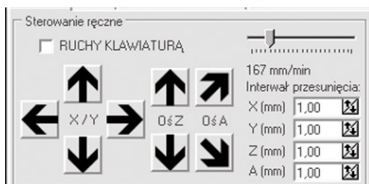


Rysunek 7. Okno główne programu Step2CNC do sterowania frezarką

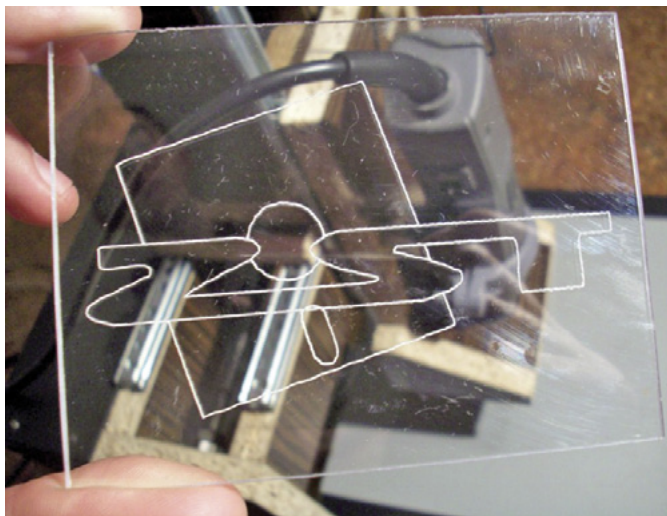
impulsowy o mocy 100 W i napięciu wyjściowym 32 V, pochodzący od starej kserokopiarki. Użyłem go, ponieważ leżał w szufladzie, ale lepszym i tańszym rozwiązaniem byłoby zasilanie silników z zasilacza zbudowanego z mostka prostowniczego, kondensatorów i transformatora.

Bardzo ważny jest sposób jego włączania sterownika, ponieważ napięcia muszą być podawane w odpowiedniej kolejności. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia układów sterowania. Na samym początku należy podać napięcie 5 V, a następnie napięcia zasilające silniki krokowe. Ja ten problem rozwiązałem stosując dwa włączniki (rysunek 4). Pierwszy, główny włącza zasilanie części logicznej, uruchamia wentylator oraz włącza zasilacz silników, lecz nie doprowadza do nich napięcia. Dopiero drugi włącznik umożliwia załączenie silników.

Cała elektronika wraz z zasilaczami zamknięta została w plastikowej obudowie typu Z-17 (fotografia 5). Na jej umieściłem włączniki sterownika, gniazdo portu równoległego oraz diodę sygnalizacyjną. Na tylnej ściance jest wyjście styków przekaźnika do automatycznego załączania wrzeczona, których na obecnym etapie nie wykorzystuję, oraz złącza Molex, do których bezpośrednio są dołączane przewody silników krokowych. Na pokrywie



Rysunek 8. Panel do sterowania ręcznego



Fotografia 9. Grawerowanie w pleksi wymagało dodatkowego chłodzenia i smarowania frezu

ZAJRZYJ NA TE STRONY

GAMMA
www.gamma.pl
PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE
 info@gamma.pl

HUMA Co.
www.humasklep.pl
 KONTAKTY

Cyfronika
www.cyfronika.com.pl
 elektronika dla wszystkich
 sklep internetowy
 wszystko dla elektroniki
www.cyfronika.com.pl
oklinoty

www.dexon.pl
TECHNIKA NAGŁOŚNIENIOWA

MER SERWIS
 aparatura kontrolno pomiarowa,
 elementy automatyki, serwis
 ul. Gen. Wł. Andersa 10
 00-201 Warszawa
 fax/tel:+48 22 831 42 56
www.merсерwis.pl

sklep.INDUCTORS.pl
 info@sterpl
 ELEMENTY INDUKCYJNE

• PODZESPOŁY • KITY AVT • KSIĄŻKI DLA ELEKTRONIKÓW •
www.sklep.avt.com.pl
 • ALARMY • CHEMIA DLA ELEKTRONIKÓW • i wiele innych...

ElektronikaB2B
 Portal branżowy dla elektroników

Listing 1. Fragment G-kodu sterującego frezarką

```

N0001 G90 ;Pozycjonowanie absolutne.
N0002 G21 ;Wszystkie wartości podawane są w mm.
N0003 G00 Z5,00 ;Funkcja ruchu ustawczego, bez możliwości obróbki,
N0004 G00 X-10,175 Y-0,725 ;ruch osi Z - podniesienie o 5mm.
N0005 G01 Z-0,10 ;Ruch roboczy z ustalonym przesuwem
N0006 G01 X-9,600 Y1,200; liniowym do wskazanego punktu
N0007 G01 X-8,475 Y2,925 ;Przesunięcie w osi X o -8,475 mm, w osi Y o 2,925 mm.
N0008 G01 X-6,625 Y4,500
N0009 G01 X-4,350 Y4,850
N0010 G01 X-1,750 Y4,500
N0011 G01 X0,150 Y3,350
N0012 G01 X1,325 Y1,875
N0013 G01 X2,000 Y0,550
N0014 G01 X2,475 Y-1,175
N0015 G00 Z5,00 ;Podniesienie wrzeciona
N0016 G00 X-9,725 Y-4,225 ;Przesunięcie na wybraną pozycję
N0017 G01 Z-0,10 ;Ruch roboczy, wrzeciono zostało opuszczone o 0,1 mm
...
N0228 G00 Z5,00 ;Podniesienie wrzeciona.
N0229 G00 X0 Y0 ;Dojazd do pozycji zerowej.
N0230 M30 ;Koniec frezowania.
    
```

sterownika jest przymocowany wentylator oraz przycisk „STOP” do awaryjnego zatrzymania (rysunek 6).

Sterowanie z PC

Do sterowania frezarką służy komputer PC z portem równoległym i odpowiednim programem. W Internecie jest dostępnych wiele programów pracujących pod kontrolą różnych systemów operacyjnych. Do wyboru mamy darmowe programy takie jak: Kcam, TurboCNC, EMC2 lub programy płatne, lecz dostępne również w wersji demonstracyjnej z ograniczeniami np. do 500 linii poleceń, co w zupełności wystarcza do testów. Przykładami takich programów są AirSoft Mach3 i polski program Step2CNC. Ja używam programu Kcam do grawerowania skomplikowanych grafik, natomiast do prostych zadań wersji demonstracyjnej Step2CNC.

Chcąc wyfrezować grafikę, musimy ją najpierw przekonwertować na język zapisu poleceń dla urządzeń CNC czyli G-kody. Program Step2CNC umożliwia bezpośredni odczyt plików: *.plt, *.nc, *.xyz, *.drl, natomiast za pomocą dodatkowego konwertera również plików: *.dxf, *.gb, *.bmp. Pliki zawierające grafikę wektorową można utworzyć np. za pomocą programu Corel Draw i zapisać w języku HPGL (plik typu *.plt). Corel Draw ma jeszcze tę zaletę, że można w nim narysować rysunek o wymiarach określonych w mm, a nie np. w pikselach. Następnie uruchomiamy program do sterowania frezarką Step2CNC (rysunek 7) i ustalamy parametry frezowania: prędkość przesuwu, głębokość frezowania, pozycję zerową. Program przetwarza grafikę w formacie HPGL do postaci G-kodu, którego zaprezentowano na listingu 1. Program Step2CNC umożliwia również ręczne sterowanie frezarką (rysunek 8).



Fotografia 10. Tabliczka wygrawerowana w panelu podłogowym

R E K L A M A

Karta przełączników sterowana przez Internet

AVT5250

Karta umożliwia sterowanie przełącznikami poprzez sieć Internet. Stany przełączników oraz przyciski umożliwiające ich zmianę prezentowane są na generowanej przez kartę stronie internetowej. Zaletą takiego rozwiązania jest wygoda i uniwersalność – do obsługi urządzenia nie jest potrzebne żadne dodatkowe oprogramowanie. Układem można sterować zarówno z komputera pracującego pod dowolnym systemem operacyjnym jak i z telefonu komórkowego (z obsługą internetu).

Wybrane parametry:

- Tryb dynamicznego pobierania adresu sieciowego (klient DHCP)
- Możliwość zmiany adresu MAC urządzenia
- Praca w trybie serwera http
- Obsługa przez przeglądarkę internetową (port 80)
- Możliwość modyfikacji strony internetowej z poziomu przeglądarki (pamięć strony 1Mb)
- Konfiguracja przez port USB
- 8 wyjść przełącznikowych (8A / 230V)

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11,
tel.: 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

www.sklep.avt.pl



Fotografia 11. Grawerowanie znaku firmowego marki Alfa Romeo

Uruchomienie i próby frezowania

Pierwsze testy zacząłem od grawerowania linii prostych i różnych figur geometrycznych w miękkich materiałach, takich jak styrodur i styropian. Podczas tych testów frezowanie było wielokrotnie przerywane w celu dokonywania zmian w konfiguracji programu sterującego (np. prędkość przesuwu) w celu wybrania optymalnych parametrów. Po poprawnym skonfigurowaniu maszyny przystąpiłem do grawerowania bardziej skomplikowanych grafik, w coraz twardszych materiałach (pleksi, drewno sosnowe, płyta wiórowa, PVC, szkło, laminat szkło-epoksydowy, panel podłogowy). Przed rozpoczęciem frezowania trzeba pamiętać by wybrać odpowiedni frez do danego materiału. Należy również pamiętać, że nie wszystkie materiały można grawerować na „sucho”, ponieważ może dojść do nadtopienia lub nawet wtopienia się frezu w obrabiany materiał. By tego uniknąć należy zapewnić odpowiednie chłodzenie i smarowanie w miejscu obróbki (fotografia 8). Można do tego celu zastosować spraw smarująco-konserwujący, do kupienia w sklepie motoryzacyjnym. Poza grawerowaniem wykonałem szereg otworów i wycięć np. pod wyświetlacz LCD w plastikowej obudowie.

Podsumowanie

Frezarka mimo swojej prostoty i niskich kosztów wykonania bardzo ułatwia prace warsztatowe. Możemy jej użyć do grawerowania napisów (fotografia 10), grafiki (fotografia 11), wycinania otworów, tworzenia nieskomplikowanych płytek drukowanych poprzez wycięcie mozaiki ścieżek i wywiercenie otworów.

Tomasz Kucza
tomcio922@gazeta.pl

R E K L A M A

ZAJRZYJ NA TE STRONY

kramik.ep.com.pl