



Projekt maszyny grawerującej

1 Opis urządzenia

Zadanie polega na stworzeniu kompletnego projektu maszyny grawerującej, składającego się z zaprogramowanej logiki działania oraz odpowiedniej wizualizacji procesu. Urządzenie posiada cztery osie: oś pozycji taśmy transportującej X, dwie osie pozycji frezu Y, Z oraz oś obrotu frezu.

2 Zasada działania

Przedmiot obrabiany znajduje się na przenośniku taśmowym, transportującym ciąg podobnych elementów przez maszynę, która po wykryciu elementu wykonuje odpowiedni, zaprogramowany algorytm. Grawerowanie może odbywać się w trybie automatycznym, jak i manualnym. Całość procesu jest ściśle kontrolowana i monitorowana z poziomu wizualizacji.

Tryby pracy:

- **Automatyczny** – wszystkie wykonywane czynności maszyny grawerującej są realizowane według wcześniej ustalonego schematu. Po wykryciu obecności elementu następuje uruchomienie odpowiedniego programu, który steruje prędkością taśmy transportującej (oś X), położeniem frezu (oś Y) jak i jego wysokością nad elementem (oś Z), a także włącza i wyłącza obrót frezu z odpowiednią prędkością. Po wykonaniu wszystkich czynności frez wraca do położenia początkowego, po czym obrobiony element odjeżdża na taśmie i nadjeżdża kolejny. Program wykonywany jest cyklicznie, aż do zastopowania maszyny przez operatora. W trakcie pracy można zmieniać grawerowaną literę na inną bez zatrzymania maszyny w taki sposób, że obecny element zostanie dokończony a kolejny zostanie wykonany z nowo wybraną literą. Wciśnięcie przycisku stop powoduje wygrawerowanie aktualnego elementu do końca i powrót do pozycji początkowej. W trybie automatycznym wszystkie niezbędne parametry konfiguracji są już zdefiniowane, włączanie i wyłączanie procesu realizowane jest ręcznie.
- **Manualny** – czynności maszyny grawerującej wykonywane są przez użytkownika. Możliwe jest zadanie z panelu operatorskiego wartości położenia i prędkości poszczególnych osi. Po wpisaniu wartości można uruchomić daną oś, która wykona ruch z wpisaną prędkością do podanej pozycji. Dodatkowo, możliwe jest poruszanie osiami w trybie jog (oś porusza się z zadaną prędkością wówczas gdy jest wciśnięty odpowiedni przycisk + lub -). W trybie manualnym można uruchomić tylko jedną oś jednocześnie plus wrzeczono.

Przycisk Stop Awaryjny natychmiast zatrzymuje maszynę. Po potwierdzeniu zatrzymania maszyny operator może rozpocząć pracę od nowa (odrzucaamy bieżący element). Niedopuszczalny jest samoczynny rozruch maszyny po samym potwierdzeniu zatrzymania.

3 Opis poszczególnych osi

Układ posiada cztery osie:

- Pozycja taśmy transportującej X – ruch taśmy transportującej można podzielić na dwa tryby. Ruch w trybie dojeżdżania/odjeżdżania elementu do/z maszyny frezującej odbywa się ze stałą prędkością, natomiast ruch w trybie grawerowania przebiega w sposób zróżnicowany, z prędkością zależną od algorytmu. Prędkość taśmy w trybie frezowania jest znacznie mniejsza od prędkości przemieszczania elementów
- Pozycja frezu w osi Y prostopadłej do ruchu taśmy – ruch frezu w kierunku prostopadłym do ruchu taśmy transportującej, zadawanie pozycji według profilu grawerowania
- Pozycja wysokości frezu Z – podczas transportu elementów po taśmie frez znajduje się w swojej najwyższej pozycji. W trakcie grawerowania narzędzie opuszcza się i wykonuje ruch o zadanym profilu.
- Ruch obrotowy frezu – determinuje obrót frezu podczas procesu grawerowania. Praca poprzez zadawanie stałej prędkości na czas trwania operacji. Grawerowanie można rozpocząć dopiero po osiągnięciu zadanej prędkości frezowania.

4 Wymagania techniczne

Obrabiane przedmioty mają stałą szerokość 400 mm i stałą wysokość 100 mm. Długość należy samodzielnie obliczyć przed rozpoczęciem grawerowania, korzystając ze wskazań czujnika (jednym ze sposobów może być zmierzenie odległości pomiędzy zboczem rosnącym a opadającym wyjścia czujnika w czasie ruchu osi X i uznanie tej wartości za długość przedmiotu).

Grawerowanie powinno być wykonywane w odległości co najmniej 20 mm od dowolnej krawędzi przedmiotu. Głębokość frezowania jest stała i wynosi 1 mm. Ruch frezu nad przedmiotem powinien zachodzić przy zachowaniu co najmniej 10 mm odstępu od jego powierzchni. Powyższe ograniczenia nie dotyczą trybu manualnego.

Element obrabiany znajduje się idealnie symetrycznie po środku taśmy transportowej w osi Y. Środek osi Y pokrywa się ze środkiem taśmy. Podłoże jest płaskie, prostopadłe do osi Z. Za pozycję początkową wrzeczona uznaje się jego najwyższe położenie w osi Z i skrajne dolne w osi Y. Poniżej podano fizyczne ograniczenia przemieszeń osi.

Bazowanie wszystkich osi następuje automatycznie po włączeniu ich zasilania. Pozycja osi po bazowaniu jest dowolna, nie musi pokrywać się z początkiem układu współrzędnych. Wybór początku układu współrzędnych jest dowolny.

Wymagania:

- Oś X:
 - Brak ograniczeń pozycji
 - Rozdzielczość 0,01 mm
 - Jeden obrót to 600 mm przesuwu,
- Oś Y:
 - Zakres działania: 0 ÷ 500 mm
 - Rozdzielczość 0,01 mm
 - Jeden obrót to 50 mm przesuwu

- Oś Z:
 - Zakres działania $0 \div 300$ mm
 - Rozdzielczość 0,01 mm
 - Jeden obrót to 50 mm przesuwu
- Oś frezu:
 - Prędkość obrotowa 10 000 obr/min

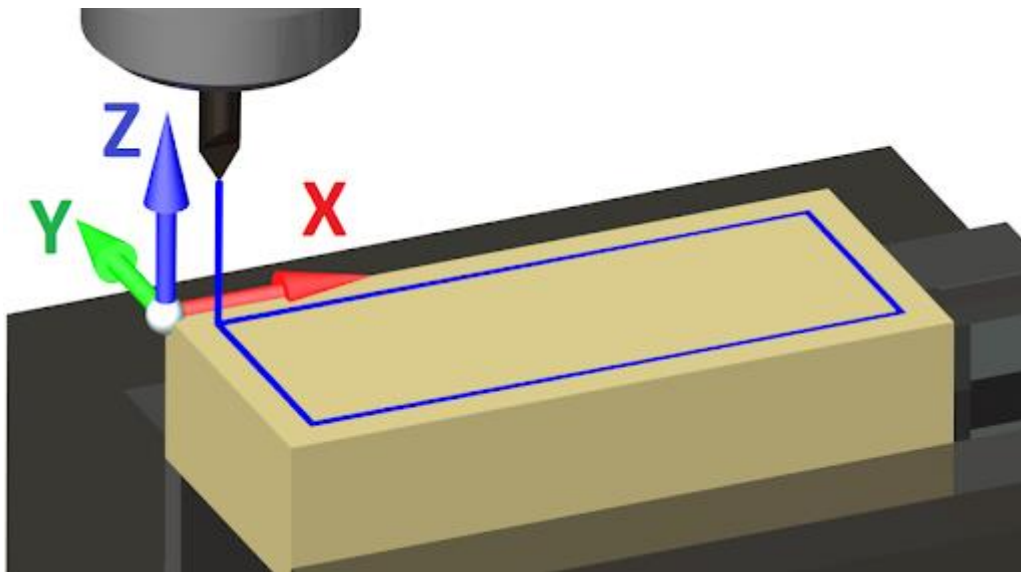
Maksymalna wypadkowa prędkość grawerowania (superpozycja prędkości w osiach X i Y) nie powinna przekroczyć 20 mm/s (należy mieć to na uwadze przy tworzeniu profili i planowaniu prędkości osi).

5 Konfiguracja sprzętowa

Projekt powinien zostać zrealizowany na dostępnych zestawach Demo. Konfiguracja poszczególnych osi jest następująca:

- Oś X – oś rzeczywista
- Oś Y – oś rzeczywista
- Oś Z – oś rzeczywista
- Oś frezu – oś rzeczywista, symulowana na napędzie

Czujnik obecności elementu znajduje się w miejscu przecięcia osi X z osią Y. Wskazania czujnika należy symulować za pomocą przełącznika podłączonego do wejścia cyfrowego.



6 Program

Projekt powinien być przygotowany w uporządkowany i systematyczny sposób. Poszczególne funkcjonalności sensownie rozdzielone. Operacje powinny być opatrzone odpowiednim komentarzem, a zmienne poopisywane. Zalecenia odnośnie kodu znajdują się w TM230 „Structured Software Development”. Językiem pisanego programu powinien być język angielski.

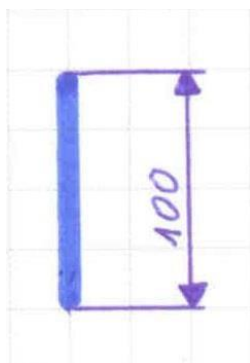
Wymagania:

- Obecność przedmiotu w maszynie (obróbka) sygnalizowana przez odpowiednie wyjście cyfrowe (zapalona lampka)
- Obrót frezu sygnalizowany przez odpowiednie wyjście cyfrowe (zapalona lampka)

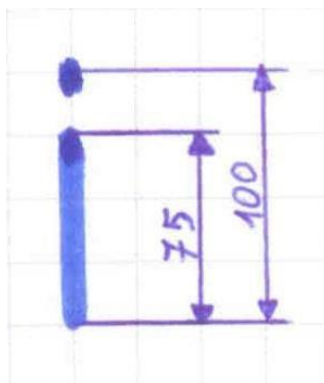
7 Zadania do realizacji

Tryb pracy automatycznej umożliwia wybór wcześniej zdefiniowanych programów. Lista programów prezentuje się następująco:

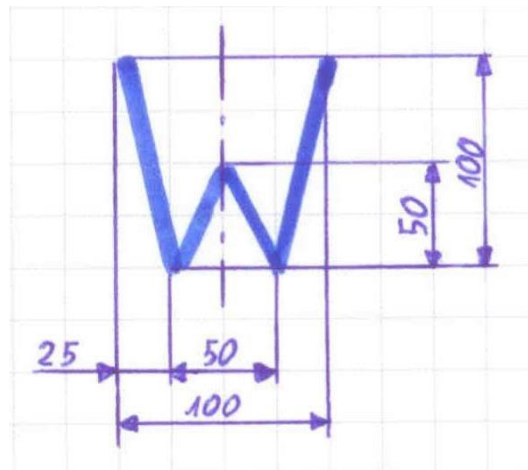
- Litera I - grawerujemy literę „I”, będącą pojedynczą kreską o długości 100 mm.



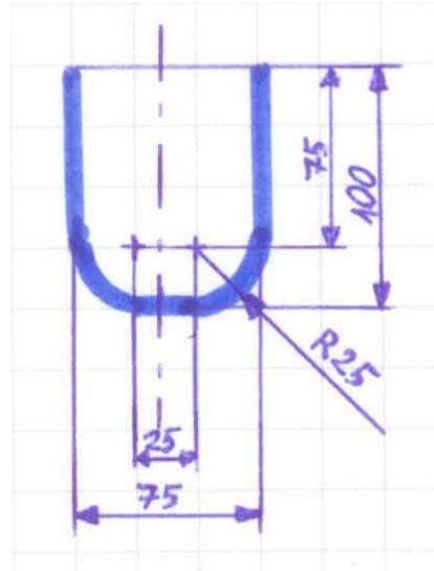
- Litera i - grawerujemy literę „i”. Jest to kreska o długości 75 mm i kropka, będąca pojedynczym punktem oddalonym o 25 mm od kreski.



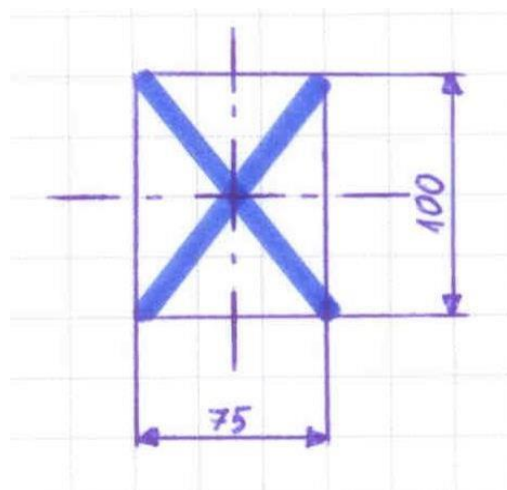
- Litera W - grawerujemy literę „W”. Kształt składa się z czterech prostych odcinków.



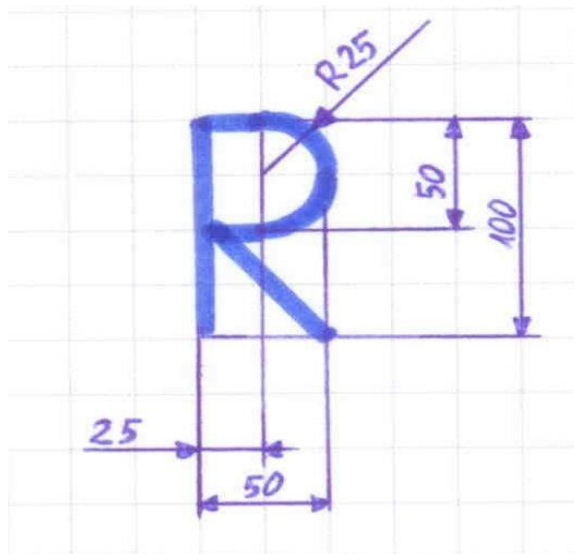
- Litera U - grawerujemy literę „U”. Kształt składa się z trzech prostych odcinków i zaokrąglonym połączeniem pomiędzy nimi,



- Litera X - grawerujemy literę „X”. Kształt składa się z dwóch prostych odcinków przecinających się na krzyż. Do realizacji zadania konieczna jest możliwość poruszania się osi X w obu kierunkach,



- Litera R - grawerujemy literę „R”. Kształt składa się z dwóch prostych odcinków i półkola.



Wymagania:

- Realizacja z wykorzystaniem technologii mapp Motion i biblioteki MpCnc.
- Osie powinny wchodzić w skład systemu CNC dwuosowego (XY) lub trzosiowego (XYZ)
- Po każdej realizacji programu frez wraca do pozycji początkowej i tam oczekuje na kolejny element
- Realizacja każdej z liter powinna być zaprogramowana w osobnym programie CNC napisanym w języku G-Code. Programy należy pisać po kolei, zaczynając następny dopiero po poprawnym działaniu programu poprzedniego. Programy powinny być przechowywane na partycji użytkownika.
- Wszystkie litery są grawerowane na środku powierzchni przedmiotu (środku litery i przedmiotu wyliczone ze średniej arytmetycznej pokrywają się). Średnica frezu jest nieistotna, wszystkie wymiary odnoszą się do położenia jego środka
- Litery umieszczone na przedmiocie są w taki sposób, że oś Y określa kierunek góra/dół, a oś X lewo/prawo
- Jeśli dany element jest zbyt krótki na wygrawerowanie wybranej litery należy go odrzucić i przejść do kolejnego, wyświetlić stosowny alarm
- Skonfigurowane i zapisane wykresy XY z grawerowania liter - w formie zrzutu ekranu lub pliku .csv

8 Wizualizacja

Wizualizacja powinna być przejrzysta i intuicyjna.

Wszystkie strony posiadają taki sam układ, zawierający datę, godzinę oraz menu nawigacyjne z odnośnikami do stron.

Wymagania:

- Wizualizacja zrealizowania w technologii mapp View
- Proporcje ekranu 16:9, automatyczne skalowanie
- Ustawienie domyślnej wizualizacji
- Wszystkie teksty w języku angielskim
- Wszystkie liczby wyświetlane z odpowiednimi jednostkami
- Przycisk Switch On/Switch Off do włączania i wyłączania napędów
- Przyciski Start i Stop do włączania i wyłączania programu w trybie automatycznym
- Przycisk Stopu awaryjnego
- Informację o wybranym trybie pracy i jeśli dotyczy wybranym programie.
- Infografiki informujące o stanie maszyny (np. maszyna włączona, maszyna w ruchu)
- Wybór trybu automatycznego albo manualnego.
 - Dla trybu automatycznego możliwość wyboru programu z listy. Po wyborze programu wymagane jest potwierdzenie zmiany w wyskakującym okienku. W widocznym miejscu widoczny jest aktualnie wybrany program.
 - Dla trybu manualnego możliwość zadania pozycji i prędkości (dla osi frezu tylko prędkości) oraz przyciski startu i stopu danej osi. Po wystartowaniu oś porusza się z zadaną prędkością do zadanej pozycji. Przyciski do jogowania. Możliwe jest poruszanie tylko jedną osią jednocześnie plus wrzeciono.
- Wykresy prędkości i pozycji osi (dla osi frezu tylko prędkości). Osie wykresów dostosowane do zakresu ruchów i maksymalnych prędkości dla danej osi. Osie opisane z odpowiednimi jednostkami
- W przypadku wystąpienia stanów alarmowych pojawia się migający znak ostrzegawczy bez względu na aktualnie otwartą stronę
- Alarmy wskazujące na wszystkie stany niepożądane i sytuacje nadzwyczajne z możliwością potwierdzenia. Powinny obejmować wszystkie błędy osi oraz alarmy użytkownika
- Stany wszystkich osi wg. diagramu stanów PLCOpen, ich pozycje i prędkości (dla osi frezu tylko prędkości)
- Stan całej maszyny wg. własnego programu

9 Punkty dodatkowe

Punkty dodatkowe zawierają elementy opcjonalne dla projektu i powinny zostać zrealizowane po wykonaniu części podstawowej. Wybór zagadnień do zrealizowania jest dowolny.

- Historia alarmów
- Możliwość zadania liczby detali do wykonania
- System Diagnostics Manager (SDM) umieszczony na wizualizacji
- Rozbudowa aplikacji o możliwość grawerowania napisów. Użytkownik wprowadza napis z poziomu wizualizacji. Program przed wykonaniem określa jaka powinna być minimalna długość detalu. Następnie sprawdzane jest czy podany detal posiada wystarczające wymiary, jeśli nie to zwracany jest błąd. Odległość pomiędzy literami powinna wynosić 10 mm. Dostępne są wszystkie litery alfabetu łacińskiego.
- Utworzenie systemu użytkowników:
 - Serwis – pełny dostęp
 - Operator – brak dostępu do trybu manualnego oraz strony z SDM
 - Anonymous – brak dostępu do kontrolek. Nie może wcisnąć żadnego przycisku
- Możliwość zmiany języka wizualizacji na język polski
- Własna propozycja rozwinięcia projektu

10 Kryteria oceniania

Ocenie podlegać będą następujące elementy projektu:

- Systematyczne korzystanie z systemu kontroli wersji
- Przejrzystość kodu i struktury projektu, komentarze, dokumentacja
- Poprawność działania algorytmów w trybie automatycznym
- Możliwość sterowania maszyną w trybie ręcznym
- Odporność na błędy operatora, brak konieczności restartu po błędach
- Zgodność wizualizacji ze specyfikacją
- Intuicyjna obsługa maszyny
- Spełnienie wszystkich założeń projektowych
- Realizacja zadań dodatkowych

Powodzenia! :)