

Sterowanie obrabiarką numeryczną

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego

Arkadiusz Lewicki, Jarosław Guziński

ver 03.11.2016

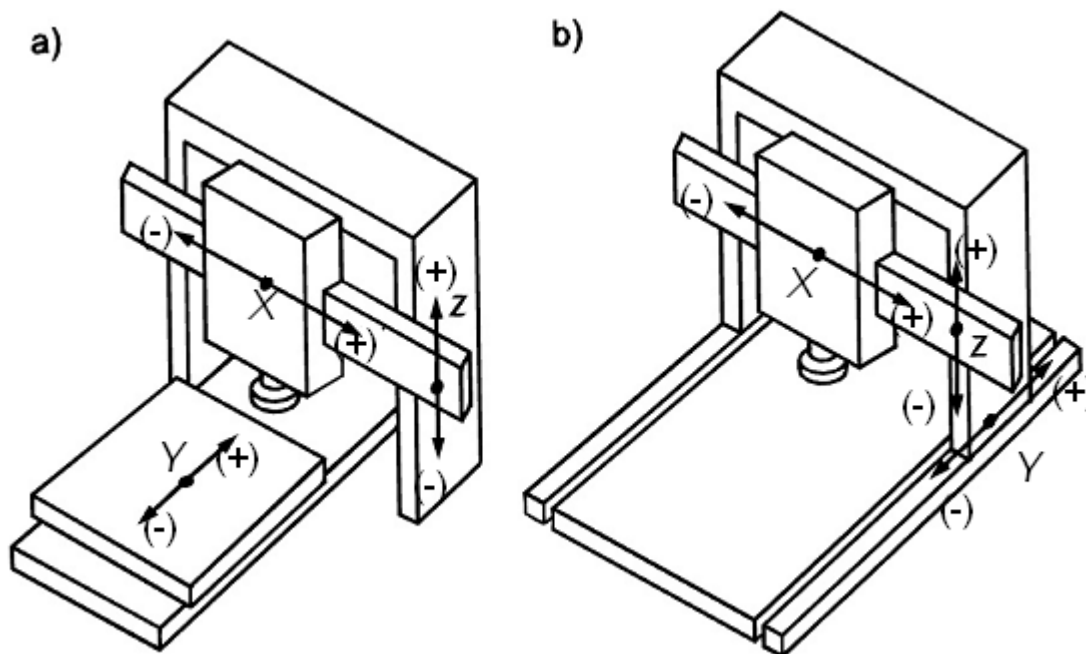
1. Wstęp

Obrabiarki sterowane numerycznie (ang. *computer numerical control* CNC) wykorzystywane są powszechnie do obróbki wszelkiego rodzaju materiałów w procesach takich jak cięcie, frezowanie, toczenie, wycinanie laserowe dla wielu różnych rodzajów materiałów, np. metali, drewna, szkła, kamienia, styropianu czy też tworzyw sztucznych. Są to maszyny sterowane numerycznie poprzez jednostkę mikroprocesorową. Jako jednostkę sterującą wykorzystuje się też komputery osobiste z zainstalowanym odpowiednim oprogramowaniem sterującym.

Nieustannie rośnie popularność maszyn CNC. Wyparły one już prawie całkowicie maszyny o sterowaniu konwencjonalnym. Wynika to z powtarzalności obróbki, wysokiej dokładności oraz szybkości pracy. Programy komputerowe wspomagające projektowanie pozwalają na szybkie przygotowanie nawet bardzo złożonych projektów z równoczesnym generowaniem programu obróbki dla maszyny CNC.

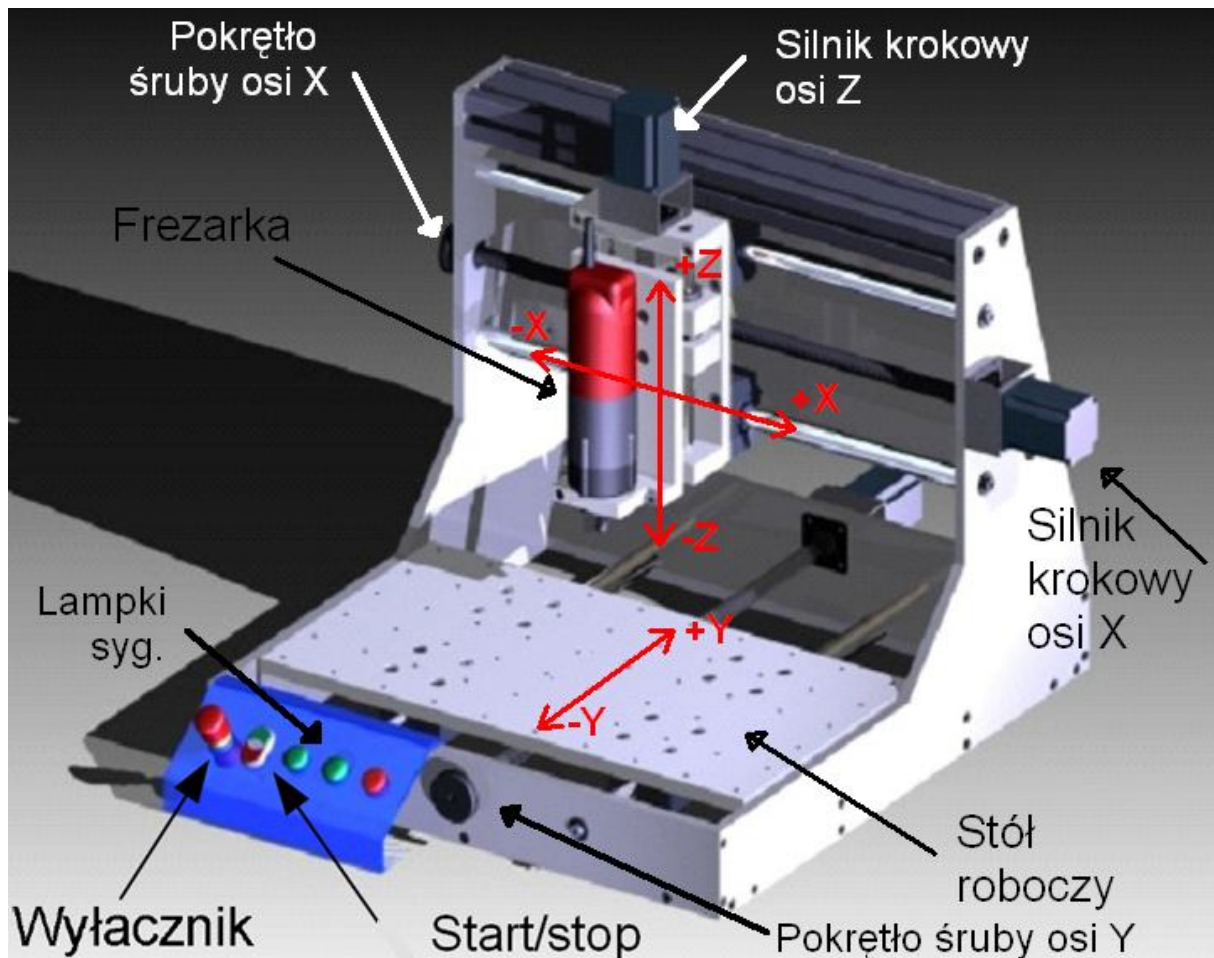
2. Opis obrabiarki laboratoryjnej

Obrabiarka wykorzystana w ćwiczeniu laboratoryjnym należy do grupy obrabiarek bramowych z przesuwным stołem (rys. 1a). Możliwy jest ruch w trzech osiach XYZ. Ruch stołu oraz narzędzia skrawającego realizowany jest poprzez odpowiednie sterowanie silnikami krokowymi.



Rys.1 Obrabiarka bramowa z ruchomym (a) i nieruchomym (b) stołem

Widok obrabiarki wykorzystywanej w laboratorium pokazano na rys. 2



Rys.2 Widok obrabiarki laboratoryjnej z zamontowanym urządzeniem frezującym

Przy obróbce materiałów jako narzędzie montowana jest elektronarzędzie wielofunkcyjne z wiertłem lub frezem. W ćwiczeniu zamiast tego urządzenia montowany jest pisak.

Obrabiarka musi zapewnić użytkownikowi możliwie bezpieczną pracę, dlatego też zastosowane w niej zostały wyłączniki krańcowe bezpieczeństwa. Działają one na układ tak samo jak wyłącznik awaryjny, czyli odcinają całkowicie zasilanie od maszyny, powodując natychmiastowe zatrzymanie. Umieszczone są tak by zapobiec wyjechaniu narzędzia, bądź stołu poza obszar roboczy, co mogłoby to doprowadzić do uszkodzenia maszyny. Do sytuacji takiej może dojść w przypadku awarii elektroniki sterującej, zawieszenia programu sterującego lub nieprawidłowo przygotowanego programu obróbki (współrzędne wykraczające poza obszar roboczy).

Obrabiarka nie ma wyłączników krańcowych bazujących. Bazowanie jest przeprowadzane ręcznie przez osobę obsługującą maszynę.

Każda oś maszyny napędzana jest jednym silnikiem krokowym. Wykorzystane zostały silniki krokowe FL57STH76-2804A. Są to silniki dwuuzwojeniowe, z czterema wyprowadzeniami.

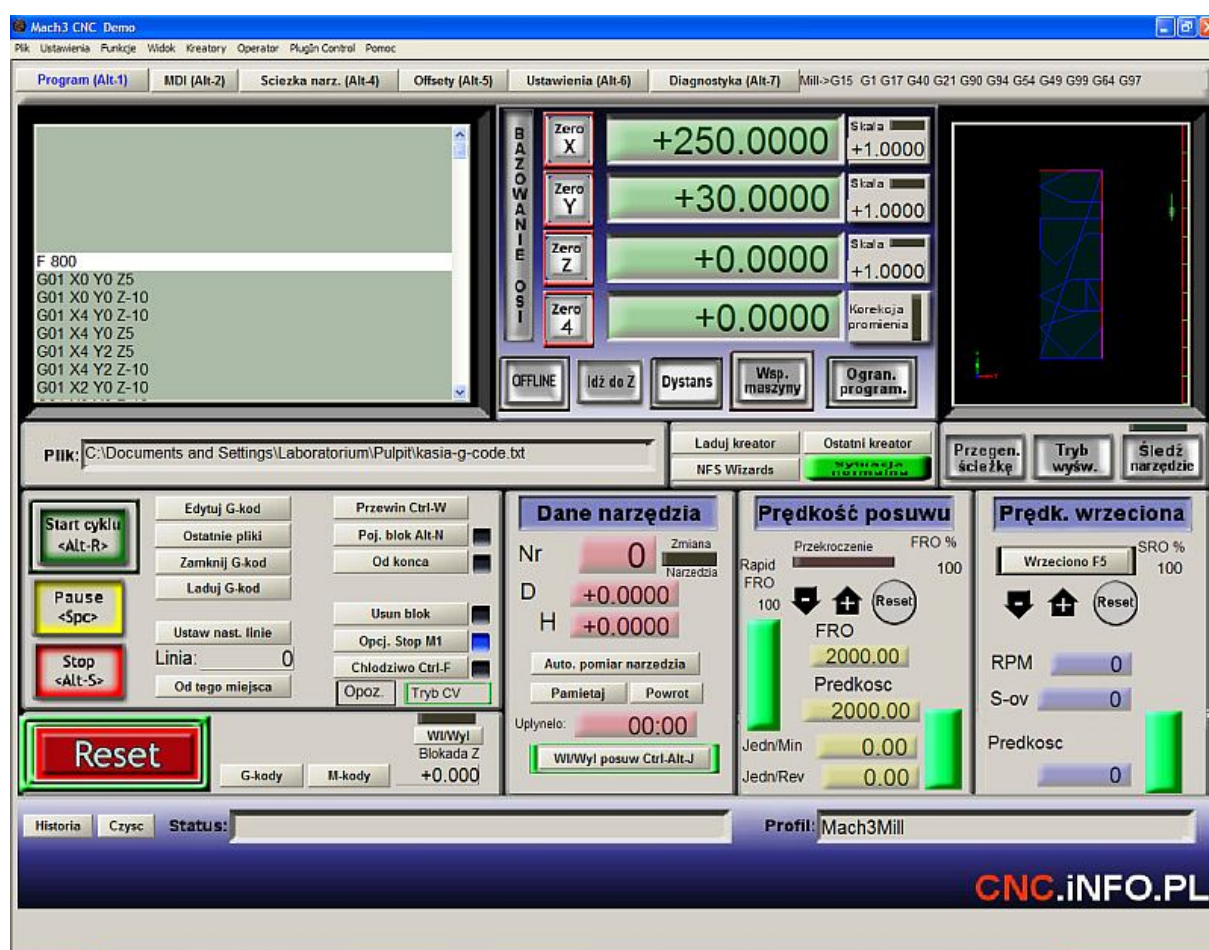
Sterowanie ręczne maszyną zrealizowane jest za pomocą panelu kontrolnego z lampkami sygnalizacyjnymi oraz przyciskami. Przyciskami można załączyć i wyłączyć zasilanie maszyny. Dodatkowo umieszczony jest wyłącznik bezpieczeństwa z blokadą odcinającą zasilanie.

Na panelu sterującym maszyny znajdują się trzy lampki sygnalizacyjne. Sygnalizują one kolejno zasilanie maszyny (zielona lampka), awarię maszyny (czerwona lampka) oraz pracę wrzeciona (zielona lampka). Lampka awarii zapalona jest w przypadku uruchomienia wyłącznika awaryjnego STOP, bądź któregośkolwiek z wyłączników krańcowych.

Po zadziałaniu wyłącznika krańcowego maszyna jest zablokowana. Aby ją odblokować do ponownej pracy należy ręcznie obrócić nakrętki śrub trapezoidalnych w taki sposób, aby stół roboczy czy brama z narzędziem odblokowały wyłącznik krańcowy. Następnie należy włączyć maszynę przyciskiem START.

3. Program sterujący

Sterowanie pracą obrabiarki odbywa się za pomocą programu komputera osobistego z programem Mach 3. Program Mach 3 zmienia komputer w jednostkę sterującą, która przez port LPT steruje pracą układów napędowych poszczególnych osi. Widok okna głównego programu Mach 3 pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Widok okna głównego programu Mach 3

Po uruchomieniu programu Mach 3, należy nacisnąć, pulsujący na czerwono, przycisk [Reset].

Kolejną czynnością jest bazowanie maszyny. Bazowanie polega na ustawieniu pisaka w zadanej pozycji. Bazowanie odbywa się za pomocą panelu BAZOWANIE OSI – rys. 4.



Rys. 4. Widok panelu bazowania programu Mach 3

Przy bazowaniu ruchy w poszczególnych osiach wybiera się klawiszami:

- oś X – klawisze strzałki ← →,
- oś Y – klawisze strzałki ↑ ↓,
- oś Z – klawisze [Page Up] [Page Down].

Po ustawieniu pisaka w zadanej pozycji należy ustawić współrzędne 0 dla poszczególnych osi (przyciski [Zero X] [Zero Y] [Zero Z]).

Po zakończeniu bazowania należy załadować program przygotowany w G kodzie.

4. Język programowania CNC – G kod

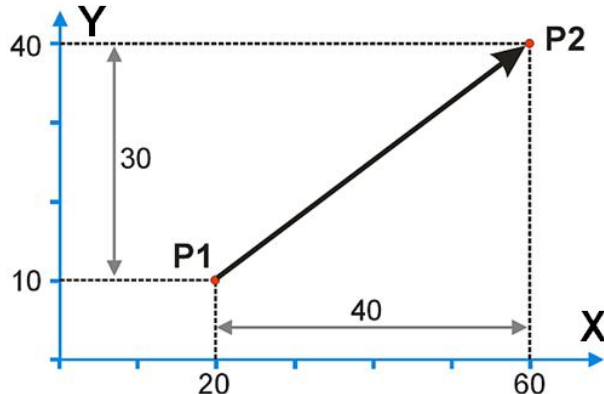
Podstawowe komendy G code zawarte są w Polskiej Normie (PN-73M-55256, PN-93/M-55251) będącej tłumaczeniem normy ISO (ISO 6983). Oprócz komend zdefiniowanych w normach szereg producentów maszyn CNC definiuje instrukcje dodatkowe związane ze specyfiką produkowanych maszyn.

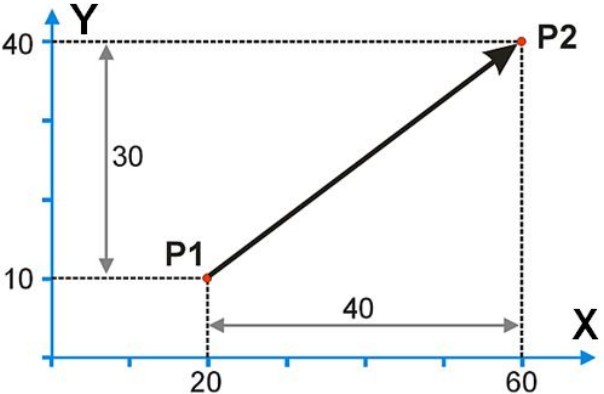
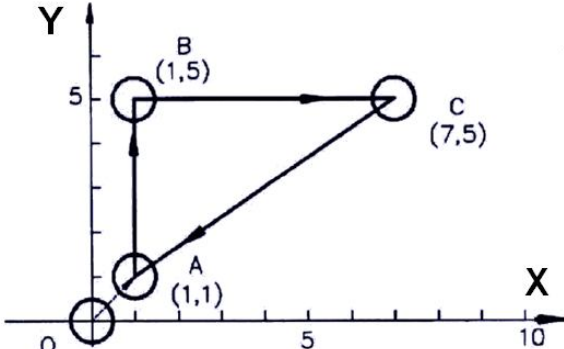
Programowanie maszyny CNC odbywa się przez pliki tekstowe zawierające opis trajektorii ruchu oraz czynności pomocniczych. Plik tekstowy z programem może mieć dowolne rozszerzenie. W programie Mach 3 otwierany jest poleceniem [Laduj G-kod]. Po załadowaniu programu w oknie podglądu pojawia się ścieżka ruchu narzędzia. Aby wykonać program należy przewinąć kursor na pierwszą linię programu i nacisnąć przycisk [Start cyklu]. Po zakończeniu pracy należy zamknąć program obróbki [Zamknij G-kod]. W razie nieprawidłowości w działaniu urządzenia wykonywanie programu może być wstrzymane przez naciśnięcie klawisza spacji na klawiaturze komputera.

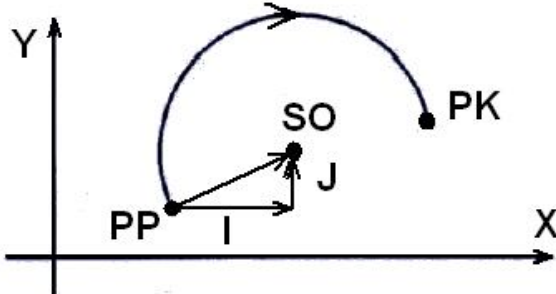
Podstawowe funkcje G kodu przydatne do wykonania ćwiczenia podano w tab. 1.

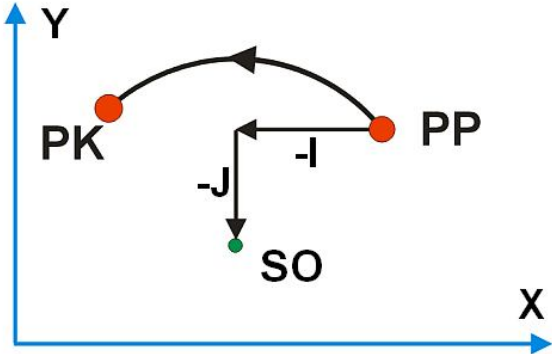
Tab. 1. Podstawowe instrukcje G-kodu wykorzystywane w ćwiczeniu

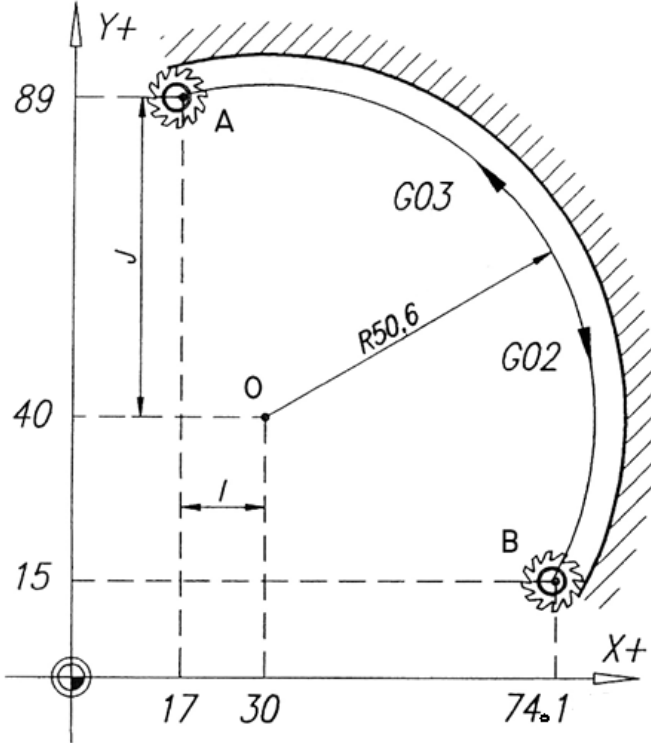
Funkcja	Składnia	Opis
---------	----------	------

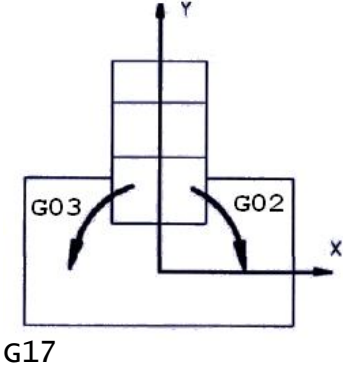
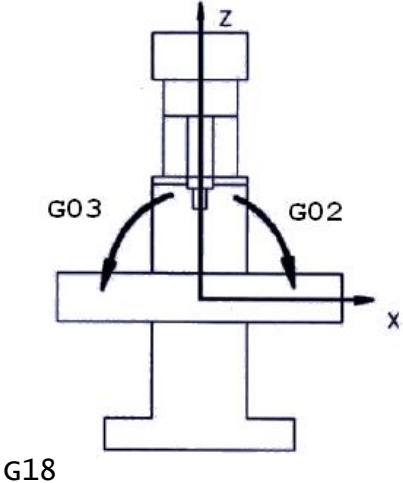
%	% Nazwa programu	<p>Oznaczenie początku programu z podaniem jego nazwy. Cały tekst znajdujący się przed znakiem % jest ignorowany przez układ sterowania. Można dzięki temu umieścić wszystkie niezbędne komentarze i objaśnienia, przed właściwym programem.</p> <p>Np.: Program do wykonania płytki PCB %Detail7</p> <p>Nadawanie nazwy programu nie jest konieczne</p>
()	(Tekst komentarza)	<p>Komentarze wewnątrz programu umieszcza się w nawiasach okrągłych</p> <p>Np.: G3 X5 Y5 I-1 (ruch kołowy)</p>
F	F_	<p>Ustawienie prędkości ruchu pisaka</p> <p>Np. prędkość zalecana dla pisaka w ćwiczeniu: F2000</p>
G90	G90	<p>Wprowadzenie bezwzględnych danych położenia – zwykle od bazy przedmiotu obrabianego.</p> <p>Np.:</p>  <p>G00 G90 X60 Y40 przemieszczenie z dowolnego punktu do P2</p>

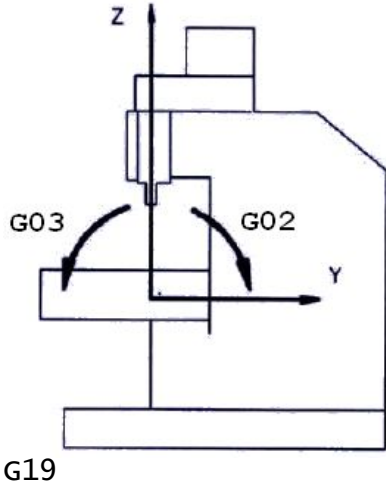
G91	G91	<p>Wprowadzenie przyrostowych danych położenia – wszystkie przemieszczenia narzędzia są określane względem jego poprzedniego położenia.</p> <p>Np.:</p>  <p>G00 G91 X40 Y30 przemieszczenie z punktu P1 do P2</p>
G0	G0 X_ Y_ Z_	<p>Funkcja ruchu ustawczego. Wykonuje ruch do punktu wskazanego z maksymalną prędkością ustawczą.</p> <p>Np.:</p> <p>G00 X40 Y30 Z20</p>
G1	G1 X_ Y_ Z_	<p>Funkcja ruchu roboczego. Od funkcji G0 różni się tym, że wykonuje ruch z prędkością roboczą ustaloną parametrem F.</p> <p>Np.:</p>  <p>G0 X1 Y1 (ruch ustawczy) G1 X1 Y5 (ruch roboczy z A do B) G1 X7 Y5 (ruch roboczy z B do C) G1 X1 Y1 (ruch roboczy z C do A)</p> <p>lub</p> <p>G0 X1 Y1 (ruch ustawczy) G1 Y5 (ruch roboczy z A do B) G1 X7 (ruch roboczy z B do C) G1 X1 Y1 (ruch roboczy z C do A)</p>

G2	G2 X_Y_I_J_	<p>Funkcja ruchu po okręgu. Programuje ruch po okręgu w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara w płaszczyźnie określonej przez funkcję G17,G18,G19 (domyślnie płaszczyzna XY). Współrzędne X, Y, Z określają współrzędne punktu docelowego. I, J, K to wartości inkrementalne środka okręgu po którym przebiega trajektoria.</p>  <p>PP – punkt początkowy ruchu PK – punkt końcowy ruchu SO – środek okręgu</p> <p>Np.: G17 G2 X60 Y25 I18 J8</p>
----	-------------	--

G3	G3 X_Y_I_J_	<p>Funkcja ruchu po okręgu. Programuje ruch po okręgu w kierunku odwrotnym do ruchu wskazówek zegara w płaszczyźnie określonej przez funkcję G17, G18, G19 (domyślnie płaszczyzna XY). Współrzędne X, Y, Z określają współrzędne punktu docelowego. I, J, K to wartości inkrementalne środka okręgu, po którym przebiega trajektoria.</p>  <p>PP – punkt początkowy ruchu PK – punkt końcowy ruchu SO – środek okręgu</p> <p>Np.: G17 G3 X10 Y40 I-20 J-15</p>
----	-------------	--

<p>G2 G3 Z promie- niem okręgu</p>	<p>G2 X_ Y_ R_ G2 X_ Y_ R_</p>	<p>Funkcje ruchu po okręgu. zapisane w formacie z podawaniem promienia okręgu (parametr R)</p>  <p>Przykład z podaniem promienia okręgu: G0 X17 Y89 (ruch ustawczy do A) G02 X74.1 Y15 R50.6 (ruch kołowy z A do B)</p> <p>Przykład ze podaniem współrzędnych środka okręgu: G0 X17 Y89 (ruch ustawczy do A) G02 X74.1 Y15 I13 J-49 (ruch z A do B)</p>
<p>G4</p>	<p>G4 P_</p>	<p>Funkcja opóźnienia czasowego. Wykonuje zatrzymywanie programu na czas P sekund</p> <p>Np.: G4 P2</p>

G17	G17	<p>Ustawienie płaszczyzny aktywnej dla ruchu kołowego na płaszczyznę XY.</p> <p>Np.:</p>  <p>G17</p>
G18	G18	<p>Ustawienie płaszczyzny aktywnej dla ruchu kołowego na płaszczyznę XZ.</p> <p>Np.:</p>  <p>G18</p>

G19	G19	<p>Ustawienie płaszczyzny aktywnej dla ruchu kołowego na płaszczyznę YZ.</p> <p>Np.:</p> 
M02	M02	Koniec programu
M03	M03	Włączenie obrotów wrzeciona (w prawo)
M04	M04	Włączenie obrotów wrzeciona (w lewo)
M30	M30	Koniec programu i przewinięcie kursora na początek kodu

G kod jako język ma specyficzną składnię, która zapewniającą dużą elastyczność. Brak ograniczeń co do znaków spacji sprawia, iż analiza składni jest zadaniem trudniejszym, niż w przypadku standardowych struktur. Zadanie wyszukiwania słów kluczowych w przypadku, gdy spacja, bądź Enter może być wstawiona w dowolnym miejscu, sprowadza się do analizowania składni kodu znak po znaku. W czasie wykonywania programu znaki spacji oraz znaki końca linii są pomijane.

Następną cechą G kodu, która wprowadza pewną komplikację jest fakt, iż niewymagane jest powtarzanie polecenia. Po jednokrotnym wywołaniu funkcji G, parametry w następnych liniach kodu są automatycznie traktowane jako parametry do funkcji wywołanej poprzednio. Wymaga to zapamiętywania poprzednio użytych poleceń. Zatem prawidłowy jest zapis programu w wersji pełnej:

```
G01 X10 Y10 Z0
G01 X20 Y10 Z0
G01 X20 Y20 Z0
G01 X20 Y20 Z10
```

jak i w wersji skróconej:

```
g01z0
x20
y20
z10
```

bowiem obie wersje prowadzą do tej samej trajektorii ruchu. W obu przypadkach wrzeciono znajduje się w punkcie początkowym o współrzędnych $(X,Y,Z) = (10,10,10)$, opuszczane jest do pozycji $Z=0$, a następnie wykonuje dwa ruchy liniowe, najpierw do $X=20$, a następnie do $Y=20$. Na koniec wrzeciono podnoszone jest z powrotem do pozycji $Z=10$.

Także w kwestii przekazywania parametrów występuje pewna dowolność. Kolejność podawania parametrów jest bez znaczenia, tj można np. napisać:

```
G0 X17 Y89
```

jak i

```
G0 Y89 X17
```

Nie używane, lub niezmienniane, parametry funkcji mogą być pominięte. Nie ma też znaczenia wielkość liter czyli prawidłowy zapis jest np.:

G0 X17 Y89

jak i

g0 y89 x17

5. Przebieg ćwiczenia

1. Przygotować plik tekstowy z programem w G kodzie umożliwiającym napisanie nazwiska autora. Należy wykorzystać ruchy liniowe i kołowe. Współrzędna Z ustawiona będzie tak, że dla Z=0 pisak będzie nad kartką, natomiast dla Z=-10 pisak będzie dociśnięty do kartki i możliwe będzie pisanie. Prędkość pisania ustawić na F2000. Tekst musi zmieścić się na kartce formatu A4. Jednostki podawane są w milimetrach. Znakiem dziesiętnym jest kropka.
2. Wczytać opracowany G kod do programu Mach 3 i sprawdzić poprawność kodu w oknie podglądu ruchu narzędzia.
3. Dokonać bazowania obrabiarki w płaszczyźnie XY tak, aby ustawić pisak w wolnym obszarze kartki.
4. Uruchomić program.
5. Jeśli napis nie został wykreślony prawidłowo należy skorygować program i ponownie uruchomić pracę maszyny CNC.
6. Dla detalu, wskazanego przez prowadzącego, naszkicować rysunek techniczny i zwymiarować. Zastanowić się nad sposobem wykonania detalu na frezarce tak, aby uzyskać jak największą dokładność obróbki. Dla zwymiarowanego elementu przygotować program w G kodzie a następnie wykreślić pisakiem frezarki trajektorię ruchu narzędzia. Otrzymana trajektorię porównać z rzeczywistym detalem.

Maszyna CNC została zbudowana jako praca dyplomowa magisterska:

Łukasz Bałdyga, Mariusz Górski „Trójosiowa obrabiarka numeryczna CNC” Politechnika Gdańska, Gdańsk 2010.

W niniejszej instrukcji wykorzystano część materiałów pochodzących z tej pracy.