

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA

Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki

Katedra Elektrotechniki Przemysłowej i Automatyki

Zakład Urządzeń i Systemów Automatyki

Programowanie obrabiarek CNC i robotów przemysłowych

Temat: Zapoznanie ze środowiskami  
programowania obrabiarek CNC. Tworzenie  
programów z wykorzystaniem języka G-Code.

Instrukcja laboratoryjna

## 1. Cel ćwiczenia:

- Zapoznanie studentów ze środowiskiem programowania CNC.
- Zrozumienie i opanowanie podstaw języka G-Code.
- Praktyczne napisanie i symulacja prostego programu CNC.

## 2. Wprowadzenie do laboratorium.

### 2.1. Programowanie maszyn CNC

**CNC (Computer Numerical Control)**, odnosi się do automatycznego sterowania maszynami przy użyciu komputera. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne wykonywanie skomplikowanych operacji, takich jak frezowanie, toczenie, wiercenie czy cięcie materiałów. Maszyny sterowane numerycznie, w przeciwieństwie do tradycyjnych urządzeń ręcznych, wykorzystują program komputerowy do kontrolowania ruchów narzędzi. Każda maszyna CNC działa na podstawie kodu, który definiuje trajektorię ruchu narzędzi, parametry obróbki, prędkości posuwu i inne istotne parametry.

#### Programowanie CNC umożliwia:

- **Precyzję** – Obrabiarki CNC pozwalają na wykonanie operacji z bardzo dużą dokładnością, co jest kluczowe w przemyśle, gdzie każda tolerancja ma znaczenie.
- **Powtarzalność** – Procesy obróbcze mogą być wykonywane wielokrotnie bez utraty jakości.
- **Automatyzację** – Dzięki możliwości programowania wielu operacji narzędzia CNC mogą działać samodzielnie bez bezpośredniego nadzoru operatora, co zwiększa efektywność produkcji.

### 2.2. Oprogramowanie do programowania CNC

Programowanie obrabiarek CNC odbywa się za pomocą specjalistycznego oprogramowania CAD/CAM, które pozwala na projektowanie i symulowanie operacji obróbkowych. Do najczęściej stosowanych aplikacji należą:

- **Fusion 360** - to wszechstronne oprogramowanie CAD/CAM firmy Autodesk, które łączy modelowanie 3D, tworzenie dokumentacji technicznej oraz funkcje CAM. Dzięki intuicyjnemu interfejsowi i szerokim możliwościom programowania obróbek, Fusion 360 jest popularne zarówno wśród profesjonalistów, jak i uczniów.
- **Mastercam** - jedno z najpopularniejszych oprogramowań CAD/CAM na świecie, szczególnie w branży produkcyjnej. Pozwala na precyzyjne programowanie frezowania, toczenia, a także obróbki 5-osiowej. Mastercam jest powszechnie używane w przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym oraz w produkcji form.
- **SolidCAM** - oprogramowanie CAM, które jest ściśle zintegrowane z SolidWorks, umożliwiające projektowanie i symulację procesów obróbkowych bezpośrednio w środowisku SolidWorks. SolidCAM jest cenione za zaawansowane funkcje toczenia i frezowania oraz możliwości obróbki wieloosiowej.

- **Siemens NX** - zaawansowane oprogramowanie inżynierskie firmy Siemens, które oferuje kompleksowe rozwiązania CAD/CAM/CAE. Siemens NX jest wykorzystywany w skomplikowanych projektach produkcyjnych, takich jak projektowanie części dla przemysłu motoryzacyjnego i lotniczego.

- **Siemens Sinumerik** - kompleksowy system sterowania CNC, używany do zarządzania różnymi typami obrabiarek. Sinumerik oferuje intuicyjny interfejs, zaawansowane funkcje programowania (w tym G-Code), oraz obsługę skomplikowanych obróbek wieloosiowych. System jest elastyczny, skalowalny i zintegrowany z nowoczesnymi technologiami przemysłowymi, takimi jak Przemysł 4.0, co czyni go idealnym do zastosowań przemysłowych w branżach motoryzacyjnej, lotniczej i energetycznej.

- **Fanuc** - sterowniki i oprogramowanie firmy Fanuc są jednymi z najczęściej używanych systemów CNC na świecie. Programowanie odbywa się w dedykowanym środowisku, gdzie operator ma pełną kontrolę nad maszyną.

### 3. Podstawy języka G-Code

#### 3.1. G-Code

G-Code - to podstawowy język programowania używany do kontrolowania maszyn CNC. Każdy program w G-Code składa się z serii instrukcji, które są interpretowane przez maszynę CNC, określając, jakie operacje powinny zostać wykonane. Język ten jest uniwersalny i stosowany w wielu różnych typach maszyn, takich jak frezarki, tokarki, wiertarki czy wycinarki laserowe. Komendy w G-Code są podzielone na różne kategorie, z których najważniejsze to komendy G (ruch narzędzia) oraz M (operacje pomocnicze).

#### Struktura programu w G-Code:

- Programy G-Code składają się z bloków (linii), które zawierają instrukcje, takie jak pozycje narzędzia, prędkości oraz funkcje kontrolne.
- Każda linia zaczyna się od numeru bloku (opcjonalnego) i zawiera jedno lub więcej poleceń.

#### Przykład prostego programu G-Code:

```
G90      ; Ustawienie pozycjonowania absolutnego
G21      ; Ustawienie jednostek na milimetry
G00 X0 Y0 ; Przejście do pozycji (0,0) z maksymalną prędkością
M03 S500  ; Włączenie wrzeciona, prędkość obrotowa 500 obr./min
G01 X50 Y0 F100 ; Ruch roboczy do punktu (50,0) z prędkością posuwu 100 mm/min
G01 X50 Y50 ; Ruch roboczy do punktu (50,50)
G01 X0 Y50 ; Ruch roboczy do punktu (0,50)
G01 X0 Y0 ; Powrót do punktu początkowego
M05      ; Wyłączenie wrzeciona
G00 X0 Y0 ; Przejście do pozycji startowej
M30      ; Zakończenie programu
```

### 3.2. Przegląd podstawowych komend G-Code:

Komenda	Opis
G00	Ruch jałowy (szybki ruch)
G01	Ruch liniowy (ruch roboczy)
G02	Ruch po łuku (zgodnie z ruchem wskazówek zegara)
G03	Ruch po łuku (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara)
G90	Pozycjonowanie absolutne
G91	Pozycjonowanie przyrostowe
M03	Włączanie wrzeciona (obroty w prawo)
M05	Wyłączanie wrzeciona

### 4. Zadania do wykonania

1. Wprowadź poniższy kod G-Code, który wycina kwadrat o bokach 50 mm, zaczynając od pozycji (0,0), oraz dokonaj symulacji (symulację należy wykonać używając symulatora online pod adresem: <https://ncviewer.com>).

*G90 ; Ustawienie pozycjonowania absolutnego*

*G21 ; Ustawienie jednostek na milimetry*

*G00 X0 Y0 ; Przesunięcie narzędzia do pozycji startowej (0,0)*

*M03 S500 ; Włączenie wrzeciona, obroty 500 obr/min*

*G01 X50 Y0 F100 ; Ruch liniowy do punktu (50,0), prędkość posuwu 100 mm/min*

*G01 X50 Y50 ; Ruch liniowy do punktu (50,50)*

*G01 X0 Y50 ; Ruch liniowy do punktu (0,50)*

*G01 X0 Y0 ; Powrót do pozycji startowej*

*M05 ; Wyłączenie wrzeciona*

*G00 X0 Y0 ; Powrót do pozycji początkowej*

*M30 ; Zakończenie programu*

2. Zmodyfikuj program z zadania nr. 1 zmieniając prędkość wrzeciona, oraz prędkość posuwu o dowolną wartość. Rozszerz program dodatkowy ruch liniowy z dowolną wartością pozycji w osi X oraz Y.

3. Rozszerzenie programu o ruch po łuku. Dodaj do programu wycięcie półokręgu w punkcie (50,50) o promieniu 25 mm. Kod powinien wyglądać następująco:

*G02 X50 Y25 I0 J-25 ; Ruch po łuku zgodnie z ruchem wskazówek zegara*

Rozszerz program o kilka ruchów po okręgu zmieniając jego parametry I oraz J

4. Stwórz własny program, który będzie wycinał inne kształty (trójkąt, prostokąt, sześciąt).
5. Wycięcie wielokąta (np. sześciokąt). Napisz program, który wycina wielokąt o sześciu bokach. Każdy bok powinien mieć długość 30 mm, a środek figury powinien znajdować się w punkcie (0,0).
6. Symulacja ruchu narzędzia – zmiana głębokości cięcia. Stwórz program, który wycina prostokąt o bokach 60 mm na 40 mm, z dwoma różnymi głębokościami cięcia. Ustaw pierwszy poziom cięcia na głębokość  $Z=-1$  mm, a drugi na  $Z=-2$  mm.
7. Wycięcie okręgu o promieniu 30 mm. Stwórz program, który wycina pełny okrąg o promieniu 30 mm, z centrum w punkcie (50,50). Użyj poleceń G02 lub G03, aby wykonać ruch po okręgu.
8. Ruch w trzech osiach (X, Y, Z). Stwórz program, który wykonuje ruch w trzech osiach jednocześnie. Narzędzie powinno przesuwać się po linii prostej od punktu (0,0,0) do punktu (50,50,-5), następnie do punktu (0,50,-5), a na końcu powrócić do punktu początkowego (0,0,0).
9. Zmiana prędkości posuwu i ruchu wrzeciona w trakcie obróbki. Napisz program, w którym narzędzie wycina prostokąt 50 mm x 30 mm. W trakcie pracy zmieniaj prędkość posuwu (F) oraz prędkość wrzeciona (S) na różnych etapach obróbki.
10. Wycinanie spiralnej ścieżki. Stwórz program, który wycina spiralną ścieżkę zaczynającą się od punktu (0,0) i kończącą w punkcie (50,50). Ścieżka powinna stopniowo zbliżać się do zewnętrznych punktów, tworząc spiralę.