

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

Laboratorium Programowanie Obrabiarek CNC

Nr H1

**Podstawy programowania dialogowego
w układzie sterowania firmy Heidenhain**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 18 marca 2010

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z obsługą układu sterującego iTNC530 firmy Heidenhain w zakresie programowania dialogowego. Ćwiczenie obejmuje poznanie wykorzystywania słów programu takich jak: BLK FORM, TOOL DEF, TOOL CALL, L, C, CC, CR, CT, CHF, RND, F, M, R, S, X, Y, Z.

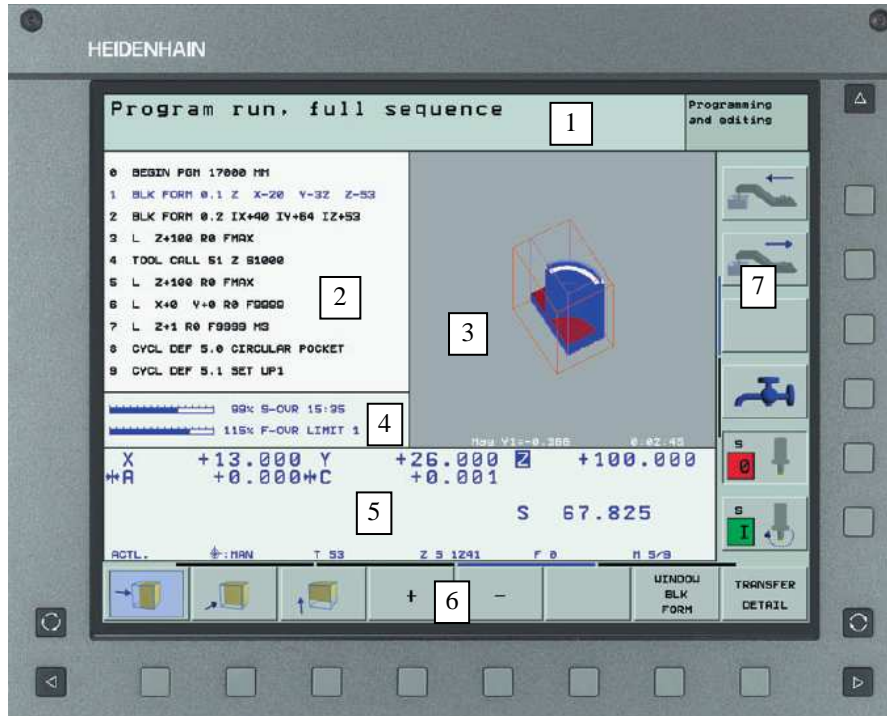
2. Obsługa układu sterowania iTNC530

Układ sterowania iTNC530 firmy Heidenhain jest jednym z najczęściej obecnie wykorzystywanym układem sterującym dla frezarek w Europie. Rodzina układów sterujących TNC firmy Heidenhain jest bardzo szeroka i obejmuje starsze sterowania takie jak: TNC360, TNC407, TNC415, TNC426 oraz nowsze (uproszczone wersje iTNC530): TNC320 oraz TNC620. Jednak zapis programu oraz używane symbole na pulpicie układu sterującego są bardzo podobne dla wszystkich tych układów sterujących. Nabycie umiejętności programowania układu sterującego iTNC530 pozwoli bez większych problemów na programowanie pozostałych układów sterujących rodziny TNC.

Tak jak w każdym układzie sterującym, tryby pracy z układem sterującym możemy podzielić:

- praca obrabiarki: praca ręczna, kółko elektroniczne, tryb MDI, praca ciągła, praca blokowa,
- programowanie i edycja: programowanie, symulacja graficzna

Dla każdego z tych trybów przewidziano specjalne ekrany. Na rysunku 1 przedstawiono widok układu sterującego iTNC530 w trybie pracy maszyny praca ciągła.



Rys. 1. Ekran układu sterowania iTNC530 trybie pracy maszyny praca ciągła

Ekran tego układu sterującego, zależnie od aktualnego trybu pracy, podzielony jest na kilka części:

- 1 – Górne okno: W większej ramce wyświetlany jest aktualny tryb pracy obrabiarki oraz komunikaty dialogowe (w czasie programowania) oraz komunikaty o błędach. W mniejszej ramce wyświetlany jest tryb pracy w drugim ekranie (w tym przypadku tryb programowanie i edycja).
- 2 – Okno programu: w tym oknie wyświetlany jest program,
- 3 – Okno podglądu graficznego lub informacji dodatkowych
- 4 – Informacje o obciążeniu wrzeciona i posuwie
- 5 – Okno współrzędnych osi oraz innych ustawień,
- 6 – Linia funkcji programowych wybierane klawiszami znajdującymi się pod ekranem,
- 7 – Linia funkcji programowych definiowanych przez producenta maszyny.

Dodatkowo koło ekranu znajdują się następujące klawisze:



- Układ ekranu: Klawisz ten umożliwia wyświetlenie menu zmiany podziału ekranu. Możliwe jest np. wyświetlanie tylko programu tylko grafiki lub programu i grafiki.



- Zmiana ekranu pomiędzy ekranem pracy a programowania



- Klawisze przewijania menu programowego

Na rysunku 2 przedstawiono widok przykładowej klawiatury układu sterującego iTNC530.



Rys. 2. Przykładowa klawiatura układu sterującego iTNC530

Na tej klawiaturze można poszczególnie grupy klawiszy:

- 1 – Klawiatura alfanumeryczna dla wprowadzania tekstów, nazw plików i programowania DIN/ISO.
- 2 – Zarządzanie plikami oraz operacje inne.
- 3 – Tryby programowania (wprowadzanie programu oraz symulacja)
- 4 – Tryby pracy maszyny,
- 5 – Programowanie ruchów narzędzia
- 6 – Kursory,
- 7 – Klawisze numeryczne oraz wybór osi
- 8 – Touchpad.

W tabelach poniżej przedstawiono opis podstawowych klawiszy układu sterującego.

Tabela 1. Tryby pracy obrabiarki








| Symbol | Funkcja | Opis |
|---|--------------------------------|---|
|  | Obsługa ręczna | Funkcja ta wykorzystywana jest do ręcznej zmiany położenia narzędzia przy pomocy przycisków osi pulpitu obrabiarki |
|  | Praca z kółkiem elektronicznym | Funkcja ta wykorzystywana jest do ręcznej zmiany położenia narzędzia przy pomocy kółka elektronicznego |
|  | Programowanie MDI | Programowanie MDI umożliwia wprowadzanie krótkich programów sterujących w celu zmiany położenia narzędzia w ruchu sterowanym |
|  | Praca programu blokowo | Wykonywanie programu sterującego blokowo. Po wykonaniu jednego bloku program zostaje zatrzymany. Wykonanie następnego bloku następuje po naciśnięciu klawisza START |
|  | Praca ciągła | Wykonywanie programu sterującego w sposób ciągły |
|  | Programowanie i edycji | Umożliwia wprowadzanie nowego programu lub edycję istniejącego programu |
|  | Symulacja programu | Umożliwia uruchomienie symulacji graficznej działania programu w celu sprawdzenia jego poprawności |

Tabela 2. Klawisze edycyjne











| Symbol | Funkcja |
|---|--|
|  | Przesuwanie kursora oraz rozpoczęcie edycji bloku programu (strzałki boczne) |
|  | Skok kursora do podanej linii programu |
|  | Pominięcie wartości |
|  | Zatwierdzenie wartości |
|  | Zakończenie edycji bloku programu |
|  | Usunięcie bloku programu |
|  | Wykasowanie wartości numerycznej z edytowanego pola |
|  | Wybór osi współrzędnych |
|  | Wprowadzanie wartości współrzędnych przyrostowo |
|  | Współrzędne biegunowe |
|  | Wartości numeryczne |
|  | Przecinek |
|  | Zmiana znaku wartości numerycznej |
|  | Wprowadzenie parametru lub funkcji matematycznej |

Tabela 3. Programowanie drogi narzędzia (szare klawisze)

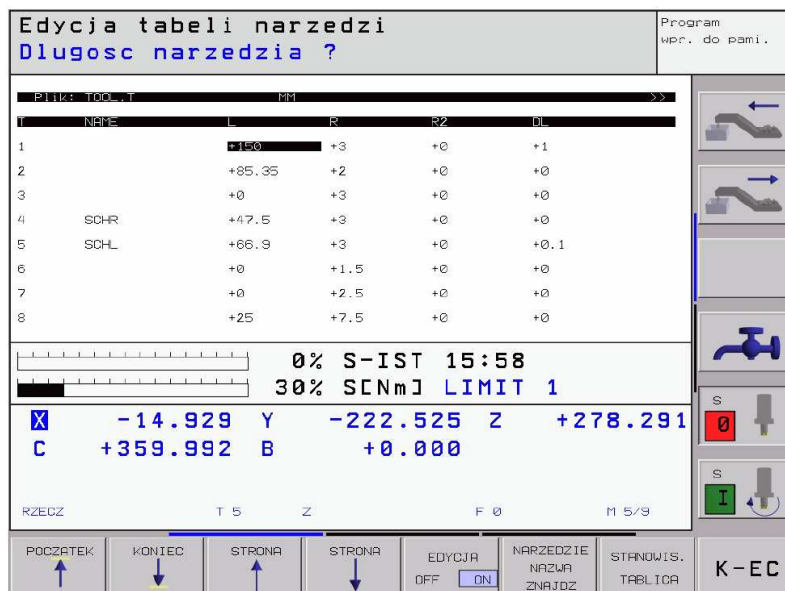
| Symbol | Funkcja |
|--------|--|
| | Linia prosta |
| | Środek okręgu lub określenie początku układu współrzędnych biegunowych |
| | Okrąg o znanym środku zdefiniowanym funkcją CC |
| | Okrąg o znanym promieniu |
| | Okrąg styczny do poprzedniego elementu |

Tabela 4. Narzędzia

| Symbol | Funkcja |
|--------|--|
| | Definicja narzędzia oraz wywołanie narzędzia. Definicja narzędzia możliwa jest tylko w przypadku obrabiarek bez magazynu narzędziowego. |
| | Określenie kompensacji promienia narzędzia: prawostronnej R, i lewostronnej L, wybór tych funkcji często możliwy jest z menu ekranowego. |

3. Edycja tabeli narzędzi

W obrabiarkach z magazynem narzędziowym dane narzędzi wprowadzane są w specjalnej tabeli. Wywołanie tabeli narzędziowej możliwe jest z ekranu trybu pracy – praca ręczna przy pomocy klawisza programowego „Tabela Narzędzi”. Widok ekranu edycji tabeli narzędziowej przedstawia rysunek 3. Aby możliwe było edytowanie tej tabeli należy włączyć edycję klawiszem programowym „EDYCJA ON/OFF”.



Rys. 3. Widok tabeli narzędzi

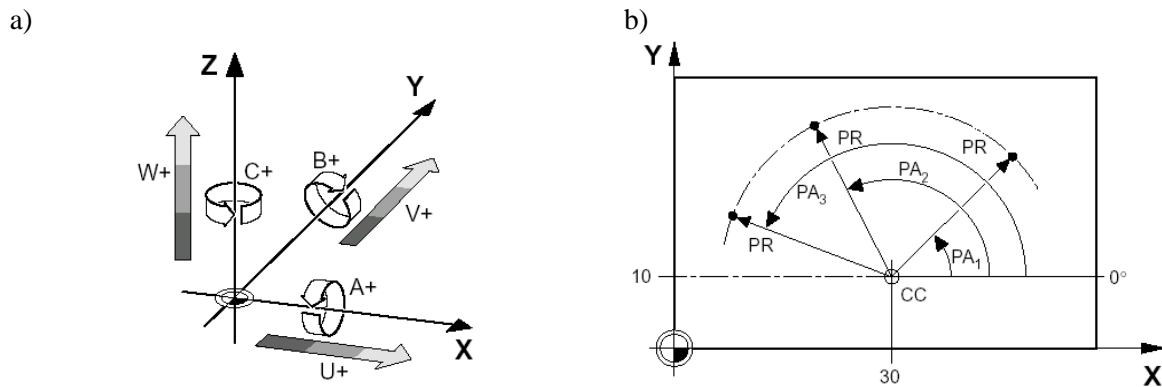
Dla każdego narzędzia muszą być wprowadzone następujące dane:

- T – numer narzędzia, przy pomocy którego narzędzie może być wywołane w programie,
- NAZWA – nazwa narzędzia,
- L – długość narzędzia,
- R – promień narzędzia,
- R2 – promień naroża dla freza kształtowego,
- DR – wartość korekty promienia narzędzia,
- DR2 – wartość korekty promienia naroża narzędzia,
- LCUTS – długość powierzchni tnącej narzędzia (dana ta jest istotna dla cykli 22),
- ANGLE – maksymalny kąt zagłębienia narzędzia przy posuwisto-zwrotnym ruchu zagłębienia dla cykli 22 i 208.

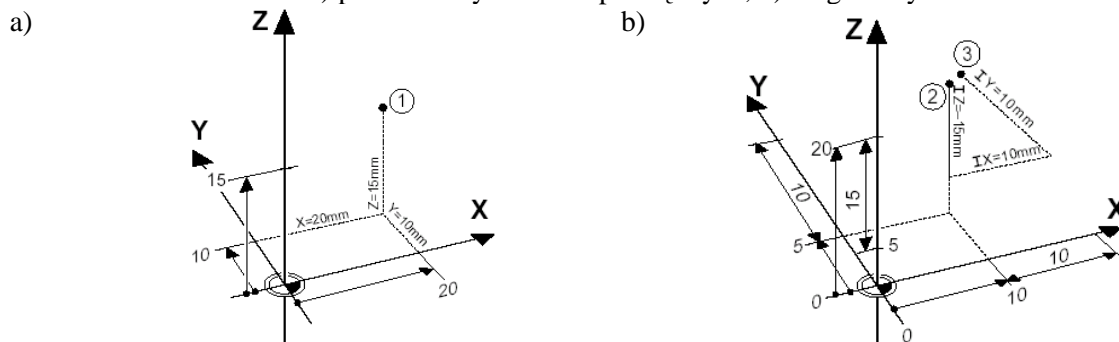
4. Podstawy programowania w układach TNC

4.1. Układy współrzędnych

Podstawowym układem współrzędnych w obrabiarkach sterowanych numerycznie jest układ prostokątny kartezjański rys. 4a. Układ ten związany jest z przedmiotem obrabianym. Początek układu współrzędnych można zdefiniować dowolnie w przestrzeni obróbkowej obrabiarki. W układach TNC możliwe jest również programowanie w układzie biegunowym (współrzędne: promień – PR i kąt – PA) (rys. 4b.). Układ współrzędny biegunowy przydatny jest np. w przypadku obróbki otworów rozmieszczonych na okręgu lub obróbki wielokątów. Programowanie danego ruchu we współrzędnych biegunowych możliwe jest po naciśnięciu pomarańczowego klawisza „P” (Polar) wówczas dostępne są współrzędne PR i PA



Rys. 4. Rodzaje układów współrzędnych w układzie sterowania typu TNC:
a) podstawowy układ współrzędnych, b) biegunowy



Rys. 5. Sposoby wymiarowania:

a) absolutne (od początku układu współrzędnych), b) przyrostowe (od położenia poprzedniego)

Wymiarowanie położenia narzędzia może odbywać się absolutnie – względem początku układu współrzędnych (rys. 5a) lub przyrostowo – względem poprzedniego położenia (rys. 5b). W programie TNC wymiarowanie przyrostowe jest stosowane wówczas gdy przed literą (adresem) współrzędnej (X, Y, Z, PR, PA) zostanie wprowadzona literka „I” poprzez naciśnięcie pomarańczowego klawisza „I” (Incremental) w czasie edycji danego pola współrzędnej. Dzięki temu w jednym bloku programu jedna współrzędna może być absolutna a inna przyrostowa.

4.2. Edycja programu

Poszczególne bloki programu wprowadza się wciskając odpowiedni klawisz programowania na klawiaturze układu sterowania np. przy definicji narzędzia - TOOL DEF, przy programowaniu ruchu po linii prostej - szarego klawisza z literką L (tabela 3 i 4). Następnie należy wprowadzić niezbędne dane w poszczególne pola bloku odpowiadając na pytania układu sterowania – programowanie dialogowe (komunikaty w górnym oknie ekranu).

Zatwierdzenie wartości danego pola następuje klawiszem ENT, natomiast jeśli nie chcemy wprowadzać danego pola możemy go pominąć wciskając klawisz NO ENT. Po wprowadzeniu ostatniego pola bloku następuje koniec edycji tego bloku. Przerwanie edycji danego bloku możliwe jest również po naciśnięciu klawisza END □.

Poprawianie danego bloku możliwe jest po wciśnięciu klawisza kursora, prawego lub lewego (←, →). Aby zakończyć edycję takiego bloku należy wcisnąć klawisz END □.

Poniżej podano czynności jakie należy wykonać w celu opracowania poprawnego programu.



1. Przygotowanie do pisania programu

Przed przystąpieniem do pisania programu należy dla danego przedmiotu określić początek układu współrzędnych. Najczęściej jest to jeden z narożników przedmiotu.

Należy również dobrać narzędzia i określić parametry technologiczne pracy narzędzia (wartość prędkości obrotowej narzędzia oraz wartość posuwu).

Również należy przewidzieć sposób mocowania oraz sposób i kolejność przeprowadzania obróbki (strategie obróbkowe).

2. Rozpoczęcie pisania programu

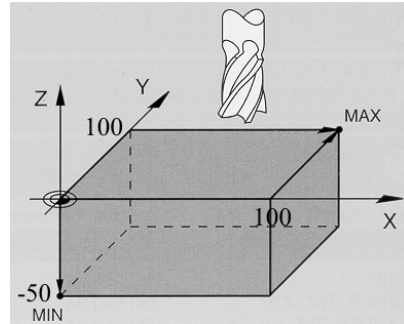
Aby rozpocząć pisanie nowego programu należy wybrać tryb programowania klawiszem  a następnie wywołać listę programów klawiszem . Następnie należy odszukać program, który chcemy edytować lub wprowadzić nazwę nowego programu.

Jeśli nie został znaleziony program o podanej nazwie najpierw musimy podać jednostki wymiarowania, które możemy wybrać z menu programowego (patrz komunikaty w górnym oknie programu). Następnie należy zdefiniować półfabrykat przedmiotu.

3. Definicja półfabrykatu (dane do symulacji)

Definicję półfabrykatu wykonuje się w bloku BLK FORM. Przy pisaniu nowego programu blok ten jest automatycznie wstawiany, a użytkownik musi podać kolejno odpowiednie parametry (na pytania układu sterowania w oknie komunikatów):

- oś obrabiarki, do której równoległa jest oś narzędzia – najczęściej „Z” (należy wcisnąć pomarańczowy klawisz Z,
- współrzędne narożników półfabrykatu w przyjętym układzie współrzędnym, najpierw narożnik minimalny (o najmniejszych współrzędnych w poszczególnych osiach) a następnie maksymalny.



1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

4. Wywołanie narzędzia

Wywołanie narzędzia wykonuje się w bloku TOOL CALL. Po naciśnięciu klawisza TOOL CALL należy podać kolejno następujące parametry:

- numer narzędzia, które chcemy wywołać,
- oznaczenie osi, do której jest równoległe to narzędzie (najczęściej „Z”),
- wartość prędkości obrotowej narzędzia S, [obr/min]
- pozostałe parametry można pominąć klawiszem NO ENT.

Przykład:

TOOL CALL 6 Z S2000 DL+0 DR+0 ; wywołanie narzędzia nr 6 równoległego do osi Z pracującego z prędkością obrotową 2000 obr/min pozostałe parametry można pominąć

5. Programowanie ruchów narzędzia

W czasie programowania ruchów narzędzia należy kierować się następującymi wytycznymi:

- przy programowaniu zawsze wyobrażamy sobie, że przemieszczane jest narzędzie, niezależnie od tego co rzeczywiście przemieszczane jest w obrabiarce (przedmiot czy narzędzie),
- punktem charakterystycznym narzędzia frezarskiego (punkt, którego przemieszczanie programujemy) jest punkt przecięcia osi narzędzia z płaszczyzną czołową,
- w każdym bloku ruchu narzędzia podaje się współrzędne końca ruchu,
- współrzędne oraz inne parametry za wyjątkiem F MAX (posuw szybki), które nie zmieniają swoich wartości w danym bloku można pominąć.
- gdy cały ruch odbywa się bez styczności z materiałem wykonujemy go z posuwem szybkim – wartość posuwu: F MAX
- zawsze przy obróbce konturów należy wykorzystywać kompensację promienia narzędzia RR lub RL (opisane w dalszej części instrukcji),
- przy frezowaniu zarysów zewnętrznych narzędzie zawsze powinno zagłębiać się w materiał powierzchnią walcową freza.

W danym bloku, w zapisie TNC mogą występować następujące adresy:

L X... Y... Z.... A... B... C... R0/RL/RR F... M... – dla ruchu po linii prostej,

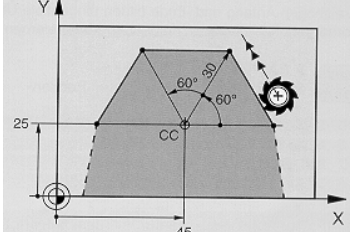
CR X... Y... Z... R... DR... RO/RL/RR F... M... – dla łuku ze znanym promieniem,
gdzie: X... Y... Z... A... B... C... – współrzędne położenia końcowego narzędzia,
R – promień łuku,
DR – kierunek łuku: DR+ - przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, DR- -
zgodnie,
R0/RL/RR – kompensacja promienia narzędzia: R0 – wyłączenie, RL – lewa, RR –
prawa,
F – posuw,
M – funkcja maszynowa (zgodna z zapisem ISO).

W czasie programowania ruchu szybkiego jako posuw należy wprowadzić F MAX wybierając z dolnego menu programowego lub wciskając klawisz ENT w czasie edycji pola posuwu. Posuw szybki jest aktywny tylko w bloku z F MAX. Jeśli w danym bloku nie występuje F MAX wówczas narzędzie przesuwane jest z posuwem roboczym wcześniej zdefiniowanym.




Do programowania ruchów narzędzia tekstem prostym można wykorzystać klawisze przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5. Podstawowe słowa programowania ruchu używane w programie TNC



| Słowo | Opis | Zapis i przykład | Szkic |
|-------|---|--|-------|
| L | Ruch po linii prostej Ruch szybki definiuje się wprowadzając posuw F MAX | L X... Y... Z... RL/RR F... M... 7 L X+10 Y+40 RL F200 M3 8 L IX+20 IY-15 9 L X+60 IY-10 | |
| C | Ruch po linii łukowej o znanym środku Środek łuku definiowany funkcją CC | C X... Y... Z... DR... RL/RR F... M... 5 CC X+25 Y+25 6 L X+45 Y+25 RR F200 M3 7 C X+45 Y+25 DR+ | |
| CR | Ruch po linii łukowej o znanym promieniu | CR X... Y... R... DR... RL/RR F... M... 10 L X+40 Y+40 RL F200 M3 11 CR X+70 Y+40 R+20 DR- 12 CR X+70 Y+40 R+20 DR+ | |
| CT | ruch po linii łukowej stycznej do poprzedniego elementu | CT X... Y... RL/RR... F... M... 5 L X+0 Y+25 RL F250 M3 6 L X+25 Y+30 7 CT X+45 Y+20 8 L Y+0 | |

| | | | |
|----|--|---|---|
| LP | ruch po linii prostej w układzie biegunowym Wybór: Szary klawisz „L” a następnie pomarańczowy klawisz „P” | LP PR... PA... RL/RR F... M... 12 CC X+45 Y+25 13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3 14 LP PA+60 15 LP IPA+60 16 LP PA+180 |  |
|----|--|---|---|

6. Edycja programu z podglądem graficznym

W czasie pisania programu możliwe jest włączenie podglądu graficznego programu (grafika ołówkowa). W tym celu należy ustawić sposób wyświetlania na Program + Grafika (klawisz ) , a następnie wciskając klawisz programowy RESET + Start możliwe jest przerysowanie drogi narzędzia. Możliwe jest również włączenie automatycznego rysowania drogi narzędzia poprzez włączenie funkcji Auto Rysowanie w menu programowym (przy pomocy klawiszy   należy odszukać w menu programowym odpowiedniej funkcji).

5. Symulacja graficzna

Symulację graficzną programu można uruchomić klawiszem  . Po wybraniu tej funkcji należy wskazać właściwy program z listy (klawisz ). Uruchomienie symulacji możliwe jest klawiszem programowym START. Symulację można również przeprowadzić krok po kroku wciskając odpowiedni klawisz programowy.

Symulacja graficzna może być przedstawiona w różnych układach: przestrzennym, 3 rzutach oraz w rzucie z góry. Wybór sposobu prezentacji możliwy jest klawiszami programowymi. Możliwe jest również powiększanie fragmentów przedmiotu oraz wykonywanie przekrojów.

6. Przebieg ćwiczenia

- po otrzymaniu od prowadzącego ćwiczenie rysunku przedmiotu należy dobrać narzędzia oraz odpowiednie dla niego parametry obróbki z dostępnego katalogu (prędkość skrawania oraz posuw na ostrze) i obliczyć obroty wrzeciona [1/min] oraz posuw [mm/min],
- opracować program w układzie sterowania,
- przeprowadzić symulację graficzną programu.

7. Przygotowanie do ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń wymagana jest znajomość rodzajów układów współrzędnych i wymiarowania, podstaw programowania obrabiarek NC, strategii obróbkowych, dobierania parametrów obróbki, rodzajów ruchów możliwych do zaprogramowania w układzie sterującym TNC, składników poszczególnych bloków programu.

8. Literatura

1. Kosmol. J. Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT 1995