

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

Laboratorium Maszyny CNC

Nr 1

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

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

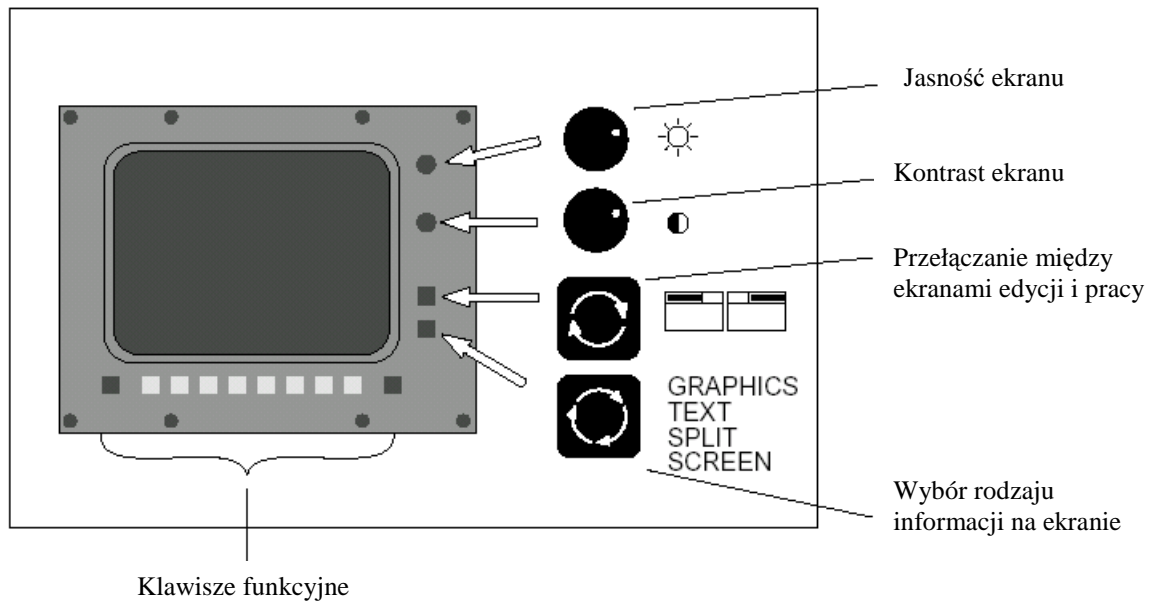
Poznań, 03 stycznia 2011

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawami programowania dialogowego w układzie sterowania typu TNC firmy Heidenhain. 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 TNC 407

Obrabiarka FYN50ND wyposażona jest w układ sterowania TNC 407 firmy Heidenhain. Jest to komputerowy układ sterowania (CNC) z interpolacją liniową, kołową oraz helikalną. Układ ten umożliwia przygotowanie programów sterujących w dialogowym języku programowania. Widok ekranu z dostępnymi klawiszami pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Ekran układu sterowania TNC 407



Rys. 2. Klawiatura układu sterowania TNC 407

Na rys. 2 pokazano klawiaturę układu sterowania, a opis najważniejszych klawiszy przedstawiono w tabelach.

Tabela 1. Tryby obsługi obrabiarki








Symbol	Funkcja	Opis
	Obsługa ręczna	Funkcja ta wykorzystywana jest do ręcznej zmiany położenia narzędzia przy pomocy przycisków osi konsoli 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. Operacje na plikach










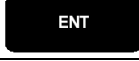





Symbol	Funkcja	Opis
	Wyświetlenie listy programów	Umożliwia wybór programu do edycji, rozpoczęcie edycji nowego programu – w trybie edycji oraz wybór programu do pracy
	Usunięcie programu	Umożliwia trwałe usunięcie programu z pamięci
	Wymiana danych	Umożliwia połączenie układu TNC z urządzeniami zewnętrznymi (np. komputerem) w celu wymiany danych

Tabela 3. Klawisze edycyjne

Symbol	Funkcja
   	Przesuwanie kursora
	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 4. Programowanie drogi narzędzia (szare klawisze)










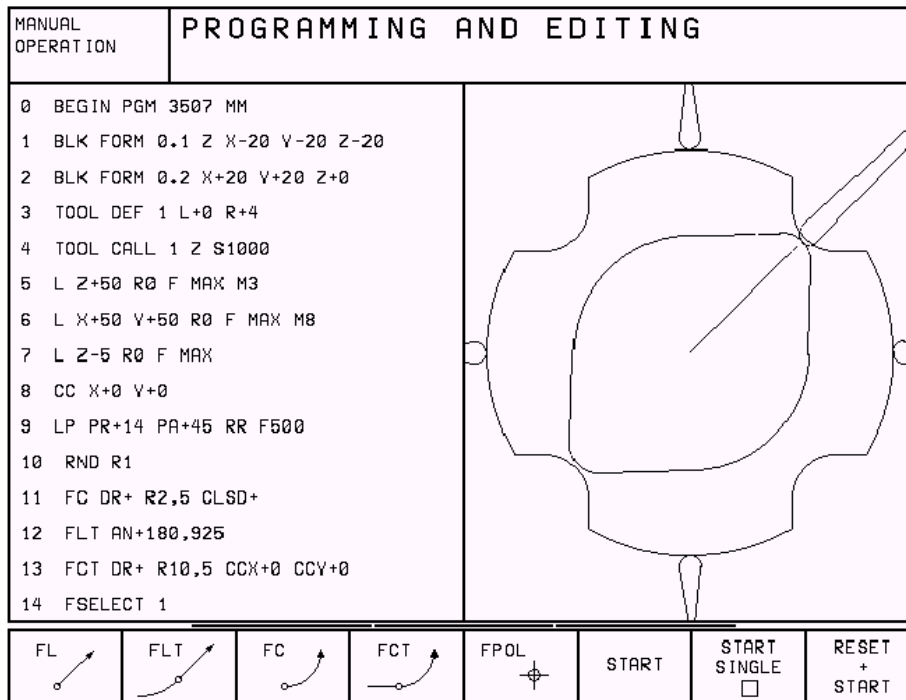
Symbol	Funkcja
	Linia prosta
	Środek okręgu lub określenie początku układu współrzędnych biegunowych
	Okrąg o znanym środku zdefiniowanym funkcją CC
	Okrąg o znanym promieniu
	Okrąg styczny do poprzedniego elementu
	Ścięcie krawędzi
	Zaokrąglenie krawędzi

Tabela 5. Narzędzia

Symbol	Funkcja
	Definicja narzędzia oraz wywołanie narzędzia
	Określenie kompensacji promienia narzędzia: prawostronnej R, i lewostronnej L

Na rys. 3. Pokazano przykładowy widok ekranu układu sterowania. Ekran ten podzielony jest na kilka okien:

- lewy górny narożnik – tryb pracy w oknie działania obrabiarki,
- prawy górny narożnik – aktualny tryb pracy. W tym oknie mogą również pojawiać się komunikaty o błędach – w kolorze czerwonym oraz pytania i komunikaty - w kolorze żółtym,
- lewe środkowe okno – treść programu,
- prawe środkowe okno – podgląd grafiki,
- dolne okno – dostępne funkcje wybierane odpowiednimi klawiszami funkcyjnymi,



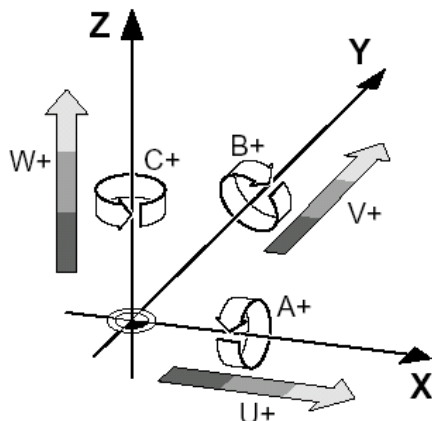
Rys. 3. Ekran edycji programu

3. Podstawy programowania w układach TNC

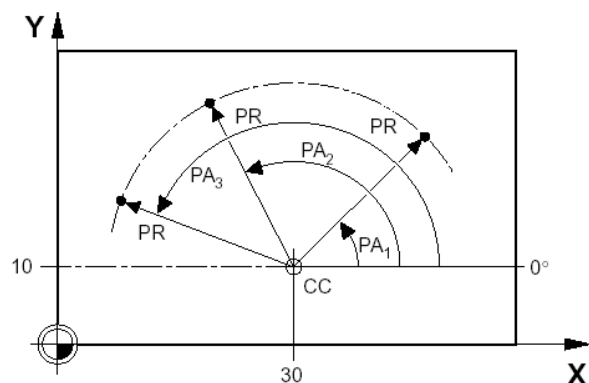
3.1. Układy współrzędnych

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 we współrzędnych biegunowych danego ruchu jest możliwe po naciśnięciu pomarańczowego klawisza „P” (Polar).

a)

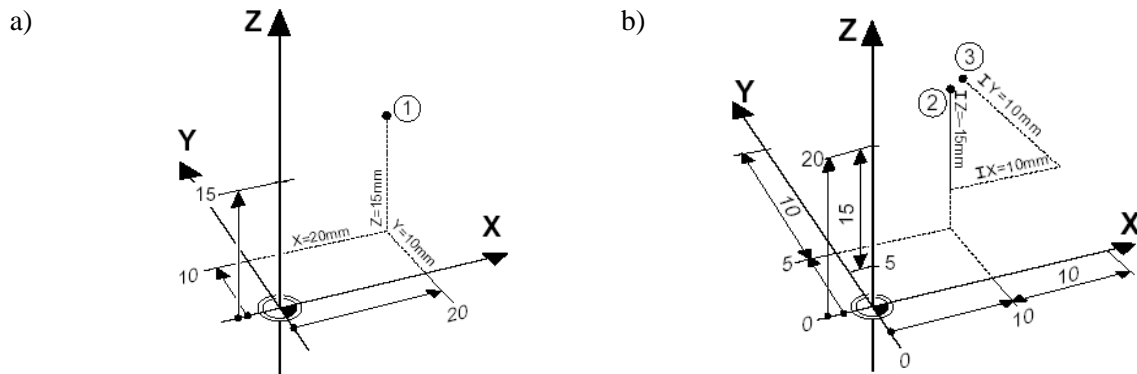


b)



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).

3.2. Edycja programu

Poszczególne bloki programu wprowadza się wciskając odpowiedni klawisz na klawiaturze układu sterowania np. przy definicji narzędzia - TOOL DEF, przy programowaniu ruchu po linii prostej - szarego klawisza z literką L (tabela 4 i 5). Następnie należy wprowadzić niezbędne dane odpowiadając na pytania układu sterowania – programowanie dialogowe (żółte komunikaty w górnym oknie ekranu).

Poprawianie danego bloku możliwe jest po wciśnięciu klawisza kursora prawego lub lewego (←, →).

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

Rozpoczęcie pisania nowego programu następuje po naciśnięciu klawisz PGR NAME. Na ekranie zostanie wyświetlona lista dostępnych programów. Możliwe jest wybranie programu z listy lub gdy chcemy rozpocząć nowy program należy wpisać jego nazwę.

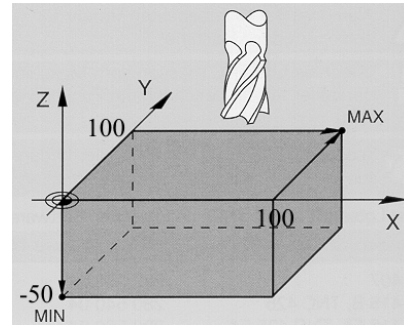
Przy pisaniu nowego programu należy określić jednostki miary (milimetry lub cale). W tym celu, na pytanie układu sterowania (żółte komunikaty w górnym oknie), należy odpowiednio wcisnąć klawisz ENT lub NO ENT.

UWAGA: Zawsze należy zwracać uwagę na komunikaty w kolorze żółtym w oknie komunikatów.

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.



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

4. Definicja narzędzia

Definicja narzędzia w programie wykonuje się w bloku TOOL DEF (klawisz TOOL DEF). Po naciśnięciu tego klawisza należy kolejno podać:

- numer narzędzia – od 1 do 128,
- długość narzędzia L – liczona od narzędzia tzw. zerowego (na początek w czasie pisania programu można wprowadzić długość równą „0”),
- promień narzędzia R.

Następnie w podobny sposób należy zdefiniować pozostałe narzędzia używane w programie.

Przykład:

3 TOOL DEF 6 L+0 R+5; definicja narzędzia o numerze 6, długości 0mm i promieniu 6mm

5. Wywołanie narzędzia

Wywołanie narzędzia (pobranie z magazynu narzędziowego lub wcześniej zdefiniowanego) 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

6. 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,

Tabela 6. 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	
CHF	załamanie krawędzi	CHF d 7 L X+0 Y+30 RL F300 M3 8 L X+40 IY+5 9 CHF 12 10 L IX+5 Y0	
RND	zaokrąglenie krawędzi	RND d 5 L X+10 Y+40 RL F300 M3 6 L X+40 Y+25 7 RND R5 F100 8 L X+10 Y+5	
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	

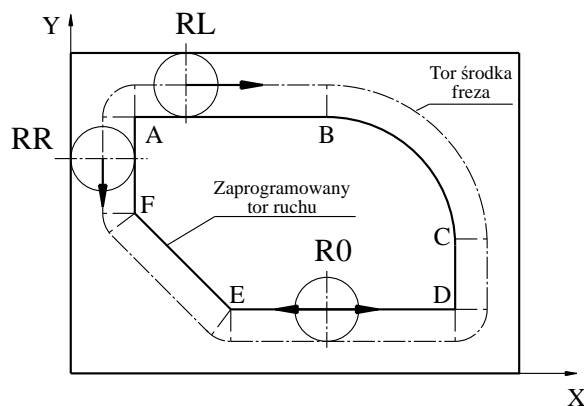
- gdy cały ruch odbywa się bez styczności z materiałem wykonujemy go z posuwem szybkim – wartość posuwu: F MAX
- zawsze przy obróbce konturów należy wykorzystywać kompensację promienia narzędzia RR lub RL (opisane w dalszej części instrukcji),
- przy frezowaniu zarysów zewnętrznych narzędzie zawsze powinno zagłębiać się w materiał powierzchnią walcową freza.

Tabela 7. Pozostałe istotne słowa w programie TNC

Słowo	Opis
RL	Kompensacja lewostronna promienia narzędzia
RR	Kompensacja prawostronna promienia narzędzia
R0	Wyłączenie kompensacji
R	Promień łuku lub narzędzia
F	Wartość posuwu: F MAX – posuw szybki, F500 – posuw roboczy $v_f=500$ mm/min
S	Wartość prędkości obrotowej wrzeciona
M	Funkcja maszynowa. Najistotniejsze to: M2, M30 – koniec programu, M3 – włączenie obrotów wrzeciona w prawo, M4 – włączenie obrotów wrzeciona w lewo, M6 – fizyczna zmiana narzędzia, powinna być użyta po słowie TOOL CALL
DR	Kierunek ruchu po okręgu: DR- - zgodnie z ruchem wskazówek zegara, DR+ - przeciwnie do ruchu wskazówek zegara

Kompensacja promienia narzędzia

Ponieważ programuje się przemieszczanie punktu charakterystycznego narzędzia dlatego przy obróbce zarysów należy odsunąć narzędzie od zarysu o wartość promienia. W przypadku przeliczania nowych wartości położenia narzędzia można popełnić błąd oraz dla ułatwienia programowania w układach sterowań wprowadza się funkcje kompensacji promienia narzędzia. Wykorzystując kompensację promienia narzędzia przy obróbce zarysów w programie podaje się współrzędne zarysu natomiast układ sterowania sam odsuwa narzędzie od zarysu. Kompensacja lewostronna powoduje odsunięcie narzędzia w lewo od zadanego toru ruchu (patrzac w kierunku ruchu), natomiast prawostronna w prawo. Wyłączenie kompensacji następuje po słowie R0 (rys. 6).



Rys. 6. Kompensacja promienia narzędzia

4. Przebieg ćwiczenia

- a) po otrzymaniu od prowadzącego zajęcia rysunku przedmiotu z dostępnego katalogu należy dobrać narzędzia oraz odpowiednie dla niego parametry obróbki (prędkość skrawania oraz posuw na ostrze) i obliczyć wymaganą prędkość obrotową wrzeciona [1/min] oraz posuw [mm/min],
- b) opracować bezpośrednio w układzie sterującym program obróbki części,
- c) przeprowadzić symulację graficzną programu,
- d) przepisać program na kartkę w celu sporządzenia sprawozdania.

5. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- datę ćwiczenia nr grupy i podgrupy,
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu,
- dane dotyczące wybranych narzędzi i obliczonych parametrów obróbki,
- rysunek przedmiot z zaznaczonym układem współrzędnych,
- wydruk programu,
- wnioski.

6. Przygotowanie do ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń wymagana jest znajomość układów współrzędnych i wymiarowania, dobierania parametrów obróbki, rodzaje ruchów możliwych do zaprogramowania, składników poszczególnych bloków programu.

7. Literatura

1. Kosmol. J. Automatyizacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT 1995,
2. Podręcznik obsługi dla operatora. Heidenhain dialog tekstem otwartym iTNC 530. Podręcznik dostępny na stronie www.heidenhain.com
3. Lotse. Skrócona forma podręcznika operatora Heidenhain. Podręcznik dostępny na stronie www.heidenhain.com