

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

Laboratorium Maszyny CNC

Nr 4

**Obróbka na frezarce CNC FYN50 ND
z układem sterującym Heidenhain TNC407**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 13 listopada 2022

1. Cel ćwiczenia

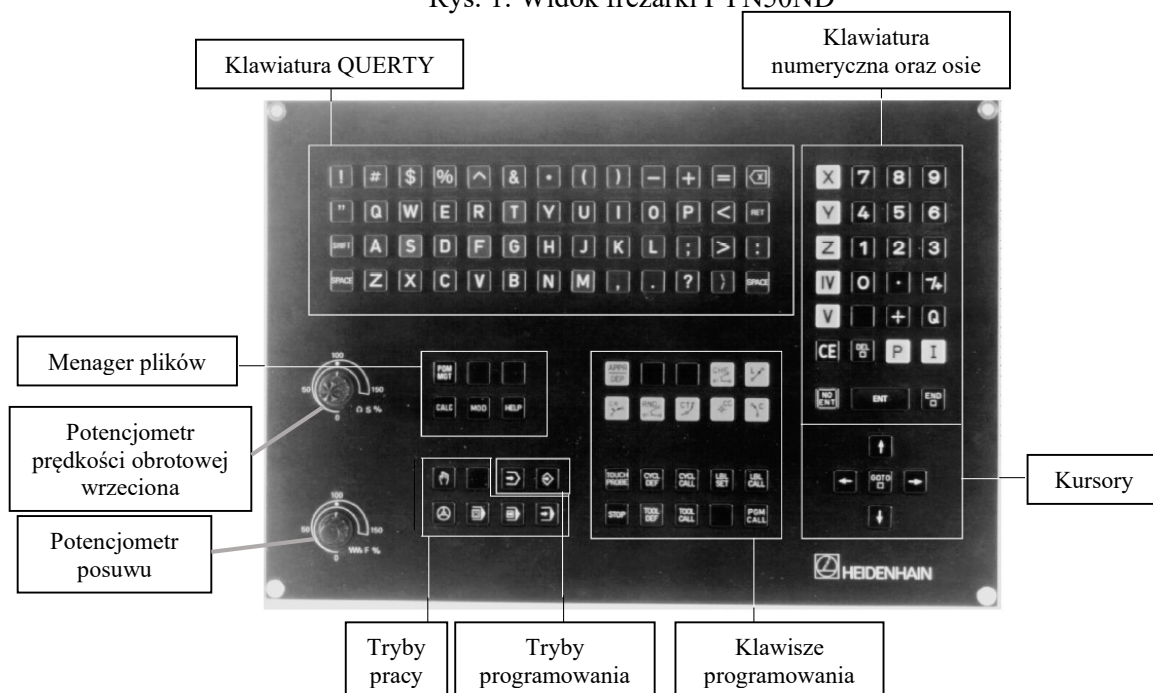
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawami pracy na frezarkach sterowanych numerycznie. Ćwiczenie obejmuje poznanie podstawowych operacji koniecznych do wykonania na obrabiarce CNC w celu obróbki części: przygotowanie przedmiotu do obróbki, przygotowanie narzędzi i ich pomiar, ustalenie początku układu współrzędnych oraz zapoznanie się z podstawowymi trybami pracy obrabiarki: praca ręczna, praca z kółkiem elektronicznym, praca MDI, praca programu.

2. Obsługa obrabiarki FYN50ND

Obrabiarka FYN50ND (rys. 1) wyposażona jest w układ sterowania TNC 407 firmy Heidenhain. Układ sterowania wyposażony jest we własną klawiaturę, na której wybiera się tryby pracy. Podstawowe tryby pracy obrabiarki przedstawia tabela 1.



Rys. 1. Widok frezarki FYN50ND

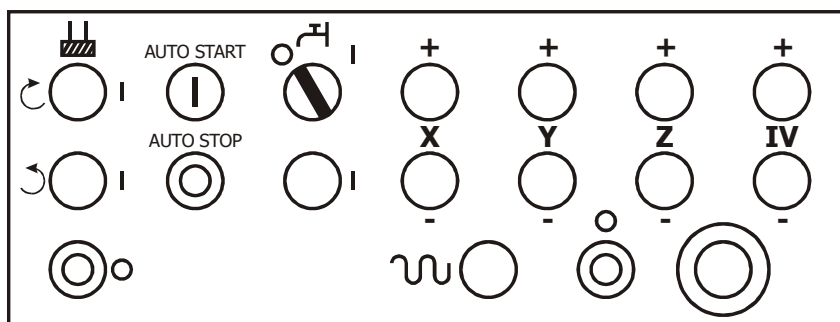


Rys. 2. Klawiatura układu sterowania TNC407

Tabela 1. Tryby obsługi obrabiarki

Symbol	Funkcja	Opis
	Praca 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 np. 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

Oprócz klawiatury układu sterowania obrabiarka posiada pulpit maszynowy, którego układ przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Pulpit maszynowy obrabiarki FYN50ND

Przeznaczenie przycisków na pulpicie maszynowym:

+X / -X	Przesuw narzędzia w osi X (stół)
+Y / -Y	Przesuw narzędzia w osi Y (belki - narzędzie)
+Z / -Z	Przesuw narzędzia w kierunku Z (stół)
	Włączenie i wyłączenie układu chłodzenia
	Włączenie posuwu przyspieszonego
	Zatrzymanie posuwu
AUTO START	Start programu, funkcji
AUTO STOP	Zatrzymanie programu
	Włączenie obrotów wrzeciona w prawo
	Włączenie obrotów wrzeciona w lewo
	Wyłączenie obrotów wrzeciona
I	Włączenie zasilania napędów
przycisk grzybkowy	Stop awaryjny

2.1. Uruchomienie obrabiarki

Przed przystąpieniem do pracy z obrabiarką należy wykonać następujące czynności:

- 1 – włączyć obrabiarkę. Włączenie obrabiarki następuje głównym włącznikiem znajdującym się na szafie sterującej obrabiarki (z tyłu, z prawej strony obrabiarki),
- 2 – po przeprowadzeniu testu pamięci układu sterowania należy wcisnąć klawisz CE na klawiaturze numerycznej,
- 3 – odblokować klawisz (klawisze) stopu awaryjnego,
- 4 – włączyć napędy obrabiarki klawiszem I na pulpicie maszynowym,
- 5 – wykonać zjazd poszczególnymi osiami na punkty referencyjne. W tej obrabiarce zastosowano liniały pomiarowe, w których markery punktu referencyjnego rozmieszczone są co 25mm, a zatem wystarczy, że dana oś obrabiarki przejedzie ok 25mm.

W układach sterujących TNC przygotowana jest specjalna procedura zjazdu na punkty referencyjne. Na ekranie wyświetlane są osie, które wymagają zjazdu na punkty referencyjne a ich kolejność gwarantuje bezpieczny zjazd.

Aby bezpiecznie zjechać na punkty referencyjne w trybie automatycznym należy:

- skrócić potencjometr zmiany posuwu do wartości 0, trzymając cały czas lewą ręką potencjometr,
- wcisnąć klawisz AUTO START,
- patrząc na przesuujące się narzędzie powoli odkręcać potencjometr zmiany posuwu do czasu uzyskania zatrzymania – ustalenia punktu referencyjnego,
- podobne czynności wykonać dla kolejnych osi.

2.2. Zmiana narzędzia

Obrabiarka FYN50ND, wykorzystywana na zajęciach, nie posiada automatycznego magazynu narzędziowego a zmiana narzędzia odbywa się ręcznie.

Aby prawidłowo wykonać zmianę narzędzia należy:

- ustawić wrzeciono i stół obrabiarki w trybie pracy ręcznej w takiej pozycji aby wygodnie było zmienić narzędzie,
- ustawić przełącznik zmiany narzędzia na konsoli pod stołem z lewej strony na wartość - zmiana narzędzia,
- prawą ręką uchwycić narzędzie za część mocującą narzędzie (nie stożek), okręcić tak narzędzie aby wcięcie na kołnierzu stożka pasowały w kamienie na wrzecionie,
- włożyć narzędzie do wrzeciona,
- lewą ręką wcisnąć czarny przycisk na konsoli pod stołem z lewej strony i przytrzymać tak długo aż część stożkowa narzędzia (ISO50) znajdzie się całkowicie w gnieździe wrzeciona,
- puścić przycisk,
- ustawić przełącznik zmiany narzędzia na konsoli pod stołem z lewej strony na wartość – praca wrzeciona,

2.2. Praca ręczna

Tryb pracy ręcznej wykorzystywany jest w przypadku konieczności przesunięcia narzędzia lub przedmiotu a nawet w celu wykonania prostej obróbki.

Wybór trybu pracy ręcznej dokonuje się klawiszem . Po wybraniu tego trybu ekran układu sterowania wygląda jak na rys. 4.

MANUAL OPERATION				PROGRAMMING AND EDITING			
ACTL. X +1235,0000 Y +456,0000 Z +48,0000 B +12,0000 C +102,0000				NOML. X +1235,0000 Y +456,0000 Z +48,0000 B +12,0000 C +102,0000			
T M 5/9 F 0				 B +15,0000 C +30,0000			
M	S	TOUCH PROBE	DATUM SET				

Rys. 4. Wygląd ekranu Praca ręczna

Na ekranie tym najczęściej wyświetlane są (wygląd można zmienić) aktualne współrzędne narzędzia w układzie współrzędnych przedmiotu (ACTL), stan wybranych funkcji M, aktualna wartość posuwu oraz numer narzędzia. Na dole ekranu wyświetlane są opcje programowe wywoływane odpowiednimi klawiszami pod ekranem:

M – wywołanie dowolnej funkcji M. Po wciśnięciu tego klawisza wyświetlone zostanie pole edycyjne numeru funkcji M. Po wprowadzeniu numeru funkcji należy uruchomić ją klawiszem „AUTO START”,

S – zmiana prędkości obrotowej wrzeciona. Po wciśnięciu tego klawisza wyświetlone zostanie pole edycyjne prędkości obrotowej wrzeciona [obr/min]. Po wprowadzeniu wartości prędkości obrotowej należy uruchomić ten adres poprzez klawisz „AUTO START”,

TOUCH PROBE – opcje sondy pomiarowej (nieaktywne – brak sondy elektronicznej),

DATUM SET – ustawienie układu współrzędnych przedmiotu.

UWAGA przesunięcie narzędzia odbywa się zgodnie z układem współrzędnych przedmiotu, tak jakby przesuwało się tylko narzędzie, niezależnie co w danej obrabiarce się przesuwa (narzędzie/przedmiot).

Aby przesuwać narzędzie w trybie pracy ręcznej należy:

- skrócić potencjometr zmiany posuwu do wartości 0, trzymając cały czas lewą ręką potencjometr,
- wcisnąć i przytrzymać klawisz kierunku przesuwu wybranej osi (+ lub -),
- patrząc na przesuujące się narzędzie powoli odkręcać potencjometr zmiany posuwu do czasu uzyskania wymaganej prędkości.

Należy pamiętać, że zawsze bezpiecznym kierunkiem odjazdu narzędzia od przedmiotu jest kierunek Z+.

W trybie pracy ręcznej można również, przy pomocy klawiszy klawiatury maszynowej, włączyć lub wyłączyć wrzeciono oraz włączyć lub wyłączyć chłodziwo.

2.3. Praca z kółkiem elektronicznym

Tryb pracy z kółkiem elektronicznym wykorzystywany jest w przypadku konieczności dokładnego przesunięcia narzędzia, na przykład w celu ustawienia punktu zerowego, pomiaru narzędzia itp.

Wybór trybu pracy kółka elektronicznego dokonuje się klawiszem . Po wybraniu tego trybu ekran układu sterowania wygląda tak samo jak dla pracy ręcznej z tym, że w górnej części ekranu wyświetlany jest współczynnik przesuwu dla jednego obrotu kółka. Wartość 3 (najmniejsza wartość) oznacza dużą prędkość ruchu – małą precyzję, wartość 7 (największa wartość) oznacza małą prędkość – dużą precyzję. Zmianę współczynnika można dokonać wciskając odpowiedni klawisz na klawiaturze numerycznej i zatwierdzając klawiszem Enter (ENT). Dodatkowo przy literze osi, która aktualnie sterowana jest kółkiem elektronicznym, wyświetlany jest znaczek kółka.

W dane obrabiarce zastosowano kółko elektroniczne HR330 (rys. 5). Na korpusie kółka elektronicznego są dostępne następujące klawisze:

- klawisz boczny – zezwolenie na pracę kółka elektronicznego, musi być wciśnięty przy działaniu kółka.
- X, Y, Z, IV, V – wybór sterowanej osi,
- +, – - ruchu osi podobnie jak w trybie pracy ręcznej, aktywny jest potencjometr posuwu,
- boczne kółko elektroniczne – zależnie od kąta obrotu kółka i współczynnika przesuwu przesuwana jest wybrana oś,
- grzybek – stop awaryjny.



Rys. 5. Kółko elektroniczne

UWAGA obrót kółka w prawo powoduje przesuw narzędzia w kierunku dodatnim osi.

W trybie pracy kółka elektronicznego aktywne są również klawisze na klawiaturze maszynowej tak jak dla pracy w trybie ręcznym.

Najlepiej jak kółko elektroniczne trzymane jest w lewej ręce, boczny przycisk wciska kciuk a prawą ręką operujemy pokręteł kółka.

Aby prawidłowo i bezpiecznie wykonać ruch trybie kółka elektronicznego należy:

- wcisnąć boczny klawisz na kółku elektronicznym,
- wybrać właściwą oś, na ekranie przy literce danej osi pojawi się symbol kółka,
- prawą ręką powoli obracać pokręteł kółka cały czas patrząc na narzędzie czy przesuwa się we właściwą stronę.

W tym trybie również można, przy pomocy klawiszy klawiatury maszynowej, włączyć lub wyłączyć wrzeciono oraz włączyć lub wyłączyć chłodziwo.

2.4. Tryb pracy MDI

Tryb pracy MDI (Manual Data Input) wykorzystywany jest w przypadku konieczności wykonania czynności takich samych jak z programu NC, np. dokładne przesunięcie narzędzia na podaną współrzędną, wywołanie narzędzia, czy nawet wykonanie prostych czynności obróbkowych.

Wybór trybu pracy MDI dokonuje się klawiszem . Po wybraniu tego trybu ekran układu sterowania wygląda np. jak rys. 6. Wygląd tego ekranu można zmienić.

POSITIONING WITH MANL.DATA INPUT						PROGRAMMING AND EDITING	
0 BEGIN PGM \$MDI MM 1 TOOL CALL 1 Z S4500 2 L Z+100 R0 F MAX 3 L X-20 V+5 R0 F MAX M3 4 L Z-5 R0 F2000 5 L X+120 F600 6 L IV+30 F2000 7 L X-20 F600 8 END PGM \$MDI MM				NOML. X +250,0000 Y +102,3880 Z -114,0914 C +30,0000 B +90,0000			
				 B +90,0000 C +30,0000			
				 BASIC ROTATION +0,0000			
ACTL.		+X	+250,0000	+Y	+102,3880		
		+Z	-114,0914	+C	+30,0000		
		+B	+90,0000				
T				F 0	M 5/9		
STATUS PGM	STATUS POS.	STATUS TOOL	STATUS COORD. TRANSF.	STATUS TOOL PROBE		PNT	

Rys. 6. Wygląd ekranu Praca MDI

Poszczególne bloki programu MDI (stały plik zdefiniowany przez producenta) są edytowane bezpośrednio na tym ekranie w taki sam sposób jak w trybie edycji programu.

Wykonanie danego, podświetlonego, bloku następuje po wciśnięciu klawisza AUTO START. W czasie tego trybu potencjometry posuwu oraz prędkości obrotowej są aktywne. W przypadku sterowania Heidenhain program w MDI wykonywany jest blokowo, każdy kolejny blok jest wykonany po wciśnięciu klawisza AUTO START.

Aby prawidłowo, bezpiecznie wykonać blok w trybie MDI należy:

- wybrać, podświetlić, blok programu MDI, który ma być wykonany,
- lewą ręką skrócić potencjometr posuwu do wartości 0,
- prawą ręką wcisnąć przycisk AUTO START,
- lewą ręką powoli odkręcać potencjometr posuwu cały czas patrząc na narzędzie czy przesuwane jest we właściwą stronę.

W czasie aktywnego programu klawisz AUTO START jest podświetlony.

W przypadku niewłaściwej pracy należy:

- skrócić potencjometr posuwu do wartości 0,
- wcisnąć klawisz AUTO STOP,
- potwierdzić przerwanie programu klawiszem ekranowym „INTERNAL STOP”.

Jeśli w trybie pracy MDI wymagane jest pracujące wrzeciono a nie zawarto tego w programie MDI można włączyć wrzeciono w trybie ręczny a następnie przełączyć na tryb MDI i wykonać zaplanowane czynności.

2.5. Tryb pracy Praca blokowa

Tryb pracy Praca blokowa wykorzystywany jest w celu wykonania wcześniej przygotowanego programu ale poszczególne bloki wykonywane są po wciśnięciu klawisza AUTO START. Najczęściej ten tryb jest stosowany w celu przetestowania programu.

Wybór trybu pracy Praca blokowa wykonuje się klawiszem . Po wybraniu tego trybu ekran wygląda np. jak rys. 7. Wygląd tego ekranu można zmienić.

PROGRAM RUN, SINGLE BLOCK			PROGRAM TABLE EDITING	
0 BEGIN PGM FK1 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 3 TOOL CALL 1 Z S500 4 L Z+250 R0 F MAX 5 L X-20 Y+30 R0 F MAX 6 L Z-10 R0 F1000 M3 7 APPR CT X+2 Y+30 CCA90 R+5 RL F250 8 FC DR- R18 CLSD+ CCK+20 CCY+30		00+00:00		
ACTL.		+X +250,0000	+Y +102,3880	
		+Z -114,0914	+C +30,0000	
		+B +90,0000		
T		F 0		M 5/9
			RESTORE POS. AT [N]	☐ OFF / ON
		TOOL TABLE		

Rys. 7. Wygląd ekranu Praca blokowa

Aby prawidłowo i bezpiecznie wykonać program w trybie Praca blokowa należy:

- wybrać właściwy program do wykonania klawiszem PGM MGT,
- jeśli jest konieczne wybrać blok programu, od którego ma być wykonany program klawiszem GOTO (między kursorami),
- lewą ręką skrócić potencjometr posuwu do wartości 0,
- prawą ręką wcisnąć przycisk AUTO START,
- lewą ręką powoli odkręcać potencjometr posuwu cały czas patrząc na narzędzie czy przesuwane jest we właściwą stronę.
- po zakończeniu bloku skrócić ponownie potencjometr posuwu do wartości 0 i uruchomić kolejny blok. Czynności te wykonywać aż do zakończenia programu.

W czasie aktywnego programu klawisz AUTO START jest podświetlony.

W przypadku niewłaściwej pracy należy:

- skrócić potencjometr posuwu do wartości 0,
- wcisnąć klawisz AUTO STOP,
- potwierdzić przerwanie programu klawiszem ekranowym „INTERNAL STOP”.

Jeśli w tym pracy wymagane jest pracujące wrzeciono a nie zawarto tego w programie można włączyć wrzeciono w trybie ręczny a następnie przełączyć na tryb MDI i wykonać zaplanowane czynności.

2.6. Tryb pracy Praca ciągła

Tryb pracy Praca ciągła wykorzystywany jest w celu wykonania wcześniej przygotowanego programu z ruchem ciągłym od początku do końca. Ten tryb pracy jest stosowany w celu wykonania już przetestowanego programu.

Wybór trybu pracy Praca ciągła wykonuje się klawiszem . Po wybraniu tego trybu ekran wygląda np. jak rys. 8. Wygląd tego ekranu można zmienić.

Program run, full sequence			
BEGIN PGM 3507 MM 1 BLK FORM 0.1 Z X-20 Y-20 Z-20 2 BLK FORM 0.2 X+20 Y+20 Z+0 3 TDOL DEF 1 L+0 R+3 4 TDOL CALL 1 Z S1000 5 L Z+50 R0 FMAX M3 6 L X+50 Y+50 R0 FMAX M8 7 L Z-5 R0 FMAX M1 8 CD X+0 Y+0 9 LP PR+14 PA+45 RR F500 10 RND R1 11 FC DR+ R2.5 CLSD+		Programs 3507 / 0 ACTL. X -219.210 Y +0.795 Z +212.795 Basic rotati +12.357	
NOML. X -219.210 Y +0.795 Z +212.795		T 0 F 0 S 0	
BLOCKWISE TRANSFER		RESTORE POS. AT ☐ ON ☒ OFF	
		TOOL TABLE	

Rys. 8. Wygląd ekranu Praca ciągła

Aby prawidłowo i bezpiecznie wykonać przetestowany wcześniej program w trybie Praca ciągła należy:

- wybrać właściwy program do wykonania klawiszem PGM MGT,
- jeśli jest konieczne wybrać blok programu, od którego ma być wykonany program klawiszem GOTO (między kursorami),
- lewą ręką skrócić potencjometr posuwu do wartości 0,
- prawą ręką wcisnąć przycisk AUTO START,
- lewą ręką powoli odkręcać potencjometr posuwu cały czas patrząc na narzędzie czy przesuwane jest we właściwą stronę.
- po upewnieniu się, że program jest wykonywany prawidłowo można ustawić potencjometr na 100%.

W czasie aktywnego programu klawisz AUTO START jest podświetlony.

W przypadku niewłaściwej pracy należy:

- skrócić potencjometr posuwu do wartości 0,
- wcisnąć klawisz AUTO STOP,
- potwierdzić przerwanie programu klawiszem ekranowym „INTERNAL STOP”.

W dowolnym momencie wykonywania programu w trybie Praca ciągła można wcisnąć klawisz Praca blokowa np. w sytuacji niebezpiecznej. Po zakończeniu aktualnie wykonywanego bloku praca obrabiarki przechodzi w tryb pracy blokowej. Po wykonaniu bloku lub kilku bloków programu w trybie blokowym można wcisnąć ponownie klawisz Praca ciągła i klawiszem AUTO START uruchomić dalszą część programu w trybie pracy ciągłej.

Cały czas dostępne są potencjometry zmiany prędkości posuwowej i prędkości obrotowej wrzeciona.

3. Ustawienie początku układu współrzędnych przedmiotu

Półfabrykat do obróbki powinien być odpowiednio i pewnie zamocowany na stole obrabiarki. Należy zwrócić szczególną uwagę na orientację półfabrykatu tak aby przyjęty układ współrzędnych przedmiotu pokrywał się z układem współrzędnych obrabiarki, równoległość poszczególnych osi.

Ustawienie początku układu współrzędnych można dokonać kilkoma metodami zależne od wyposażenia:

- przy pomocy sondy elektronicznej - brak w wyposażeniu,
- narzędziem o znanej średnicy i znanej długości – dostępna,
- sondą 3D z czujnikiem zegarowym – dostępna.

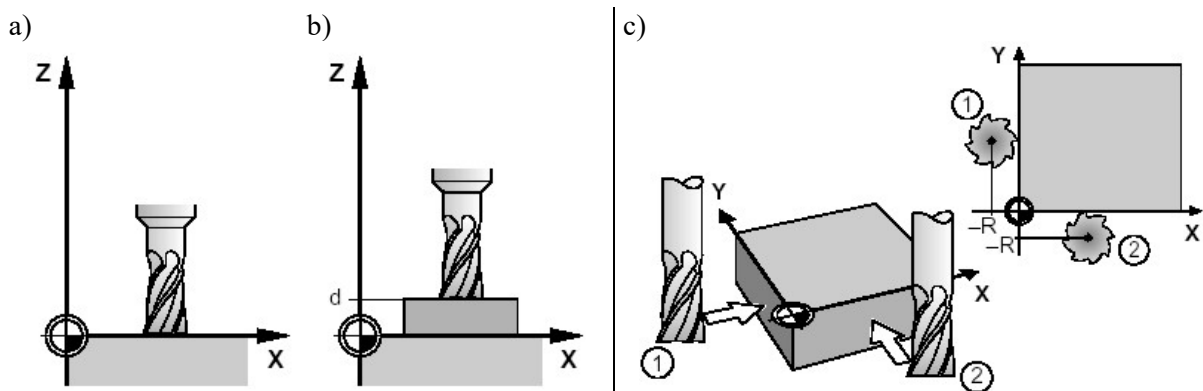
3.1. Ustawienie początku układu współrzędnych przedmiotu przy pomocy narzędzia

W celu ustawienia początku układu współrzędnych przy pomocy narzędzia wymagane jest posiadanie narzędzia o znanej średnicy i długości. Może być to narzędzie tzw. „zerowe” (o długości $L=0$). Narzędzie to należy zdefiniować funkcją TOOL DEF, załadować do wrzeciona i wywołać jego parametry funkcją TOOL CALL np. w trybie MDI. Dla narzędzia „zerowego” można pozostawić puste narzędzie T0.

Aby poprawnie ustawić początek układu współrzędnych w osi Z należy:

- w trybie ręcznym – zgrubnie, oraz przy pomocy kółka elektronicznego – dokładnie, z włączonym wrzecionem przesunąć narzędzie do styku z przedmiotem (na tzw. zabielenie) (rys. 9a),
- wcisnąć klawisz ekranowy DATUM SET,
- wybrać na klawiaturze numerycznej pomarańczowy klawisz osi Z,
- wprowadzić aktualną współrzędną narzędzia w definiowanym układzie współrzędnych przedmiotu (dla schematu z rys. 9a wartość 0) i zatwierdzić klawiszem enter (ENT),
- odjechać narzędziem od przedmiotu w kierunku Z+.

Alternatywnie można użyć płytki wzorcowej. Wówczas przy wyłączonych obrotach wrzeciona dojeżdżać narzędziem do przedmiotu kółkiem elektronicznym sprawdzając odległość płytką wzorcową. Po stwierdzeniu lekkiego oporu przesuwu płytki wprowadzić w opcji DATUM SET wartość osi Z jako wysokość płytki wzorcowej (d) (rys. 9b).



Rys. 9. Ustalenie początku układu współrzędnych:

a) w osi Z bezpośrednio b) poprzez płytkę wzorcową, b) w osi X oraz Y

Aby poprawnie ustawić początek układu współrzędnych w osi X dla schematu z rys 9b. należy:

- w trybie ręcznym – zgrubnie, oraz przy pomocy kółka elektronicznego – dokładnie, z wyłączonym wrzecionem przesunąć narzędzie do styku z przedmiotem z lewej strony (na tzw. zabielenie) (rys. 9c),
 - wcisnąć klawisz ekranowy DATUM SET,
 - wybrać na klawiaturze numerycznej pomarańczowy klawisz osi X,
 - wprowadzić aktualną współrzędną narzędzia w definiowanym układzie współrzędnych przedmiotu. Dla schematu z rys. 9c jako wartość należy wprowadzić promień narzędzia ze znakiem „-” i zatwierdzić klawiszem enter (ENT),
 - odjechać narzędziem od przedmiotu najlepiej w kierunku Z+.
- Dla osi Y należy postępować podobnie jak dla osi X.

3.2. Ustawienie początku układu współrzędnych przedmiotu przy pomocy sondy 3D z czujnikiem zegarowym

W tym przypadku wymagane jest posiadanie sondy 3D z czujnikiem zegarowym (rys. 10). Możliwa jest praca ze zdefiniowaną długością sondy lub bez zdefiniowania wówczas sonda jest traktowana jako narzędzie „zerowe” ($L=0$). W przypadku pracy sondą ze zdefiniowaną długością sondę należy zdefiniować funkcją TOOL DEF, załadować do wrzeciona i wywołać jej parametry (długość) funkcją TOOL CALL np. w trybie MDI. Dla sondy z długością 0 („zerowe”) można pozostawić puste narzędzie T0.

Sonda pracuje we wszystkich 3 osiach (3D).

Aby poprawnie ustawić początek układu współrzędnych w osi Z należy:

- w trybie ręcznym – zgrubnie, oraz przy pomocy kółka elektronicznego – dokładnie, z wyłączonym wrzecionem przesunąć sondę do styku z górną powierzchnią półfabrykatu tak aby wskazówki czerwona oraz czarna na swoich skalach wskazywały 0,
- wcisnąć klawisz ekranowy DATUM SET,
- wybrać na klawiaturze numerycznej pomarańczowy klawisz osi Z,
- wprowadzić aktualną współrzędną narzędzia w definiowanym układzie współrzędnych przedmiotu (najczęściej wartość 0) i zatwierdzić klawiszem enter (ENT),
- odjechać sondą od przedmiotu w kierunku Z+.

Aby poprawnie ustawić początek układu współrzędnych w osi X należy:

- w trybie ręcznym – zgrubnie, oraz przy pomocy kółka elektronicznego – dokładnie, z wyłączonym wrzecionem przesunąć sondę do styku z przedmiotem z lewej strony tak aby wskazówki czerwona oraz czarna na swoich skalach wskazywały 0,
- wcisnąć klawisz ekranowy DATUM SET,
- wybrać na klawiaturze numerycznej pomarańczowy klawisz osi X,
- wprowadzić aktualną współrzędną sondy w definiowanym układzie współrzędnych przedmiotu. Jeśli układ współrzędnych przyjęto tak samo jak na rysunku 9c należy wprowadzić wartość 0 i zatwierdzić klawiszem enter (ENT),
- odjechać sondą od przedmiotu najlepiej w kierunku Z+.

Dla osi Y należy postępować podobnie jak dla osi X.



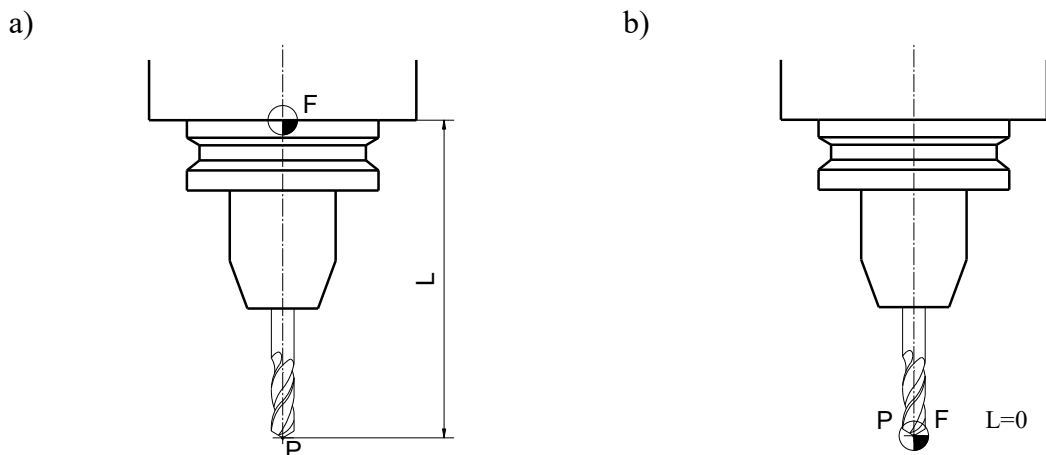
Rys. 10. Sonda 3D z czujnikiem zegarowym

4. Pomiar narzędzi

Przed wykonanie programu wszystkie narzędzia muszą być zmierzone (długość i promień). W sterowaniu TNC407 parametry narzędzi (długość, promień) mogą być zapisywane w tabeli narzędziowej lub bezpośrednio w programie (blok TOOL DEF). Pierwsze rozwiązanie jest stosowane w obrabiarkach z automatycznym magazynem narzędziowym a drugie w obrabiarkach bez magazynu (tak jest w stosowanej na zajęciach obrabiarence).

4.1. Pomiar długości narzędzi

Długość narzędzia jest to odległość w osi narzędzia punktu odniesienia długości narzędzia (F) i punktu charakterystycznego narzędzia (P) (rys. 11a). Najczęściej punkt F leży na płaszczyźnie czołowej wrzeciona w osi obrotu. Wówczas długość narzędzia jest zawsze większa od zera. Takie rozwiązanie jest stosowane w obrabiarkach z automatycznymi magazynami narzędzi.



Rys. 11. Określenie długości narzędzia

W przypadku obrabiarki bez magazynu narzędzi można przyjąć rozwiązanie przedstawione na rys. 11b, w którym wybrane narzędzie, stosowanego do ustalenia początku układu współrzędnych, przyjęto jako referencyjne o długości 0 (narzędzie zerowe) gdzie punkt F pokrywa się z punktem P. Nie trzeba wówczas mierzyć rzeczywistej długości tego narzędzia a długości kolejnych narzędzi określa się w stosunku do tego narzędzia. Może się zdarzyć, że długość mierzonego narzędzia będzie ujemna. Z punktu widzenia działania obrabiarki nie ma to znaczenia pod warunkiem, że określenie układu współrzędnych przedmiotu wykonano tą samą metodą co pomiar długości narzędzia.

Pomiar długości narzędzi można dokonać kilkoma metodami zależne od wyposażenia:

- przy pomocy sondy elektronicznej pomiaru narzędzi zainstalowanej na obrabiarence - niedostępne,
- za pomocą zewnętrznego systemu pomiaru narzędzi - niedostępne,
- poprzez dojazd narzędziem do wcześniej określonej płaszczyzny w osi Z (metoda na tzw. zabielenie) - dostępna,
- z wykorzystaniem bloczku ustawczego z czujnikiem zegarowym - dostępna.

4.2. Pomiar długości narzędzia poprzez dojazd narzędziem do znanej powierzchni

W tym przypadku wymagane jest zdefiniowanie współrzędnej Z wybranej płaszczyzny (najlepiej $Z=0$) podobnie jak w określaniu początku układu współrzędnych dla osi Z.

Aby określić długość narzędzia należy:

- załadować mierzone narzędzie do wrzeciona,
- upewnić się, że długość narzędzia była równa 0 lub aktualnie wybrane jest narzędzie T0,
- ustawić stosunkowo małą prędkość obrotową wrzeciona, np. S300 obr/min,
- włączyć obroty wrzeciona,
- w trybie ręcznym i kółkiem elektronicznym dojechać do wybranej płaszczyzny na tzw. zabiełenie lub zadrapanie,
- wyświetlana na ekranie współrzędna Z to jest mierzona długość narzędzia,
- podświetlić literę Z na ekranie wciskając pomarańczowy klawisz Z na klawiaturze numerycznej,

- przełączyć ekran na tryb programowania klawiszem ,

- edytować blok definicji (TOOL DEF) danego narzędzia i ustawić kursor na adresie L,

- wcisnąć klawisz przejścia  na klawiaturze, długość narzędzia zostanie wprowadzona,
- wyjść z edycji bloku klawiszem END,
- przełączyć ekran na tryb pracy maszyny,
- odjechać narzędziem od przedmiotu w kierunku Z+

Wykonać takie same czynności dla pozostałych narzędzi.

Dokładność pomiaru narzędzi zależy od wprawy operatora.

Można zwiększyć dokładność pomiaru narzędzi stosując płytkę wzorcową podobnie jak przy określaniu początku układu współrzędnych gdzie referencyjna płaszczyzna określona będzie górną płaszczyzną płytki.

4.3. Pomiar długości narzędzia z wykorzystaniem bloczka ustawczego z czujnikiem zegarowym

W przypadku zastosowania bloczka ustawczego z czujnikiem zegarowym można precyzyjniej zmierzyć długość narzędzi. Wysokość bloczka wynosi 50mm.

W przypadku pomiaru narzędzi z zastosowaniem bloczka ustawczego wymagane jest zdefiniowanie współrzędnej Z wybranej płaszczyzny, najlepiej sondą 3D, na wartość $Z=-50$. Następnie na tą powierzchnię należy położyć bloczek ustawczy.

Aby określić długość narzędzia przy pomocy bloczka ustawczego należy:

- załadować mierzone narzędzie do wrzeciona,
- upewnić się, że długość narzędzia była równa 0 lub aktualnie wybrane jest narzędzie T0,
- w trybie ręcznym i kółkiem elektronicznym, z wyłączonym wrzecionem dojechać grzybką bloczka tak aby obie wskazówki (duża i mała) wskazywały 0,
- wyświetlana na ekranie współrzędna Z to jest mierzona długość narzędzia,



Rys. 12. Bloczek ustawczy długości narzędzia

- podświetlić literę Z na ekranie wciskając pomarańczowy klawisz Z na klawiaturze numerycznej,
 - przełączyć ekran na tryb programowania klawiszem ,
 - edytować blok definicji (TOOL DEF) danego narzędzia i ustawić kursor na adresie L,
 - wcisnąć klawisz przejęcia  na klawiaturze numerycznej, długość narzędzia zostanie wprowadzona,
 - wyjść z edycji bloku klawiszem END,
 - przełączyć ekran na tryb pracy maszyny,
 - odjechać narzędziem od bloczka w kierunku Z+
- Wykonać takie same czynności dla pozostałych narzędzi.

4.4. Pomiar średnicy narzędzia

Ponieważ na tej obrabiarce nie posiadamy urządzenia do pomiaru rzeczywistej średnicy/promienia narzędzia należy przyjąć wartości nominalne.

5. Przebieg ćwiczenia

Wykonanie obróbki przedmiotu należy bezwzględnie wykonać w obecności prowadzącego ćwiczenia.

W celu poprawnego ćwiczenia należy wykonać następujące czynności:

- a) włączyć obrabiarkę,
- b) zjechać na punkty referencyjne,
- c) zamontować imadło oraz półfabrykat w imadle tak aby wystawało odpowiednio z imadła,
- d) jeśli jest konieczne wykonać planowanie powierzchni w trybie ręcznym,
- e) ustawić początek układu współrzędnych zgodnie z przyjętym w etapie programowania,
- f) określić długości narzędzi,
- g) wprowadzić długości narzędzi do programu obróbki części,
- h) wykonać obróbkę przedmiotu w trybie blokowym
- i) zdemontować przedmiot oraz posprzątać obrabiarkę.

6. Przygotowanie do ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń wymagana jest znajomość następujących zagadnień:

- układ współrzędnych obrabiarki,
- ustawienie początku układu współrzędnych,
- określanie wymiarów narzędzi,
- tryby pracy obrabiarki,
- układ pulpitu sterującego.

7. Literatura

1. Kosmol. J. Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT 1995
2. Instrukcja do ćwiczenia nr 1. Podstawy programowania w układzie typu TNC