

Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej

Laboratorium
Obrabiarki CNC

Nr 2

**Programowanie warsztatowe tokarki CNC
ze sterowaniem Sinumerik 840D**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 15 maja, 2005

1. Cel ćwiczenia

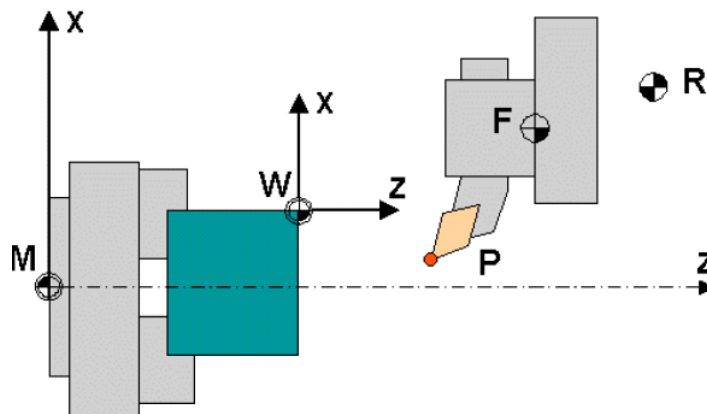
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się podstawami programowania tokarki CTX210 ze sterowaniem komputerowym Sinumerik 840D w systemie programowania warsztatowego ShopTurn.

2. Tokarka CTX 210

Tokarka CTX 210 jest wyposażona w 12 pozycyjną głowicę narzędziową z możliwością stosowania narzędzi obrotowych. Łoże tokarki jest pochylone pod kątem 45 stopni. Podstawowe parametry tokarki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe parametry tokarki CTX 210

Parametr	Jednostka	Wartość
Maksymalna średnica toczenia	mm	380
Maksymalna średnica przedmiotu nad łożem	mm	290
Zakres ruchu w osi X	mm	160
Zakres ruchu w osi Z	mm	365
Moc napędu głównego	kW	10
Zakres prędkości obrotowej wrzeciona	1/min	20-6000
Zakres prędkości posuwowej X/Z	m/min	15/30
Liczba narzędzi w głowicy		12



Rys. 1. Układy współrzędnych w tokarkach

W tokarkach sterowanych numerycznie występują następujące układy współrzędnych oraz punkty charakterystyczne (rys. 1):

M – maszynowy układ współrzędnych – związany z obrabiarką,

W – układ współrzędnych przedmiotu – związany z przedmiotem obrabianym,

F – układ współrzędnych narzędzia - związany z głowicą narzędziową,

R – punkt referencyjny obrabiarki,

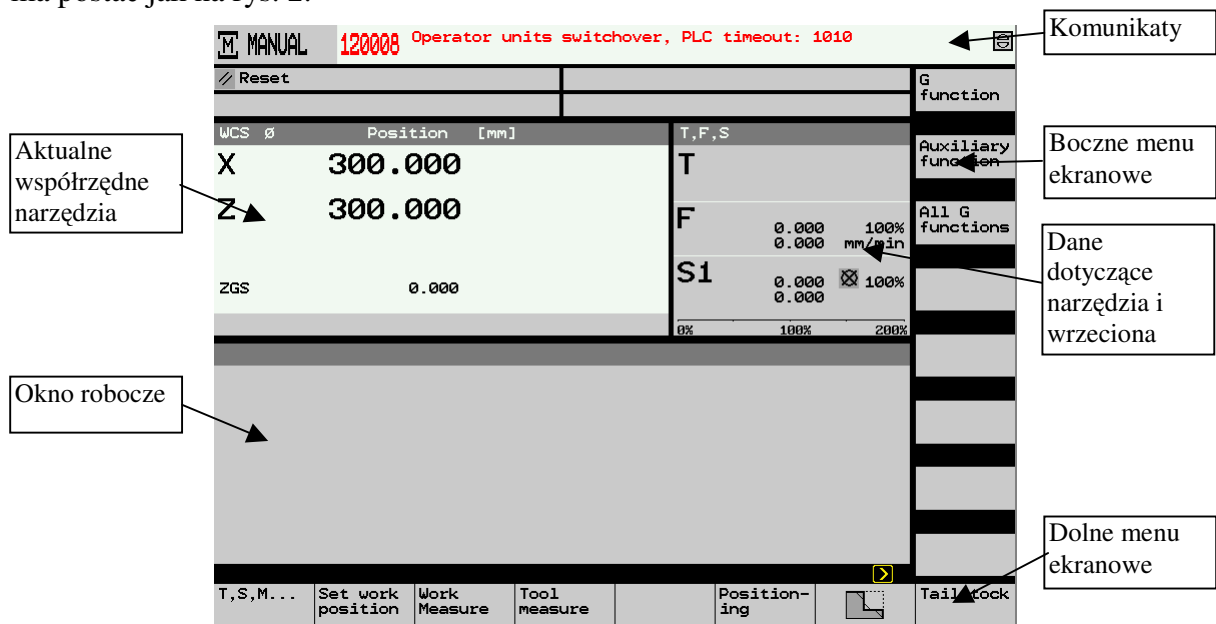
P – punkt charakterystyczny narzędzia.

W czasie programowania najistotniejszy jest układ współrzędnych przedmiotu (W). Początek układu współrzędnych najlepiej przyjąć na powierzchni czołowej przedmiotu w osi obrotu wrzeciona.

3. Podstawy obsługi obrabiarki sterowania Sinumerik 840D w zakresie programowania

3.1. Obsługa układu sterowania

Obrabiarka wyposażona jest w monitor, klawiaturę układu sterowania oraz klawiaturę maszynową. Dodatkowo na ekranie monitora u dołu i z prawej strony, zależnie od aktualnie wykonywanej czynności, pojawiają się dodatkowe opcje uruchamiane klawiszami znajdującymi się pod oraz obok monitora. Po uruchomieniu obrabiarki na ekranie monitora ma postać jak na rys. 2.



Rys. 2. Widok podstawowego ekranu układu sterowania.

W czasie wprowadzania programu używane są następujące klawisze pulpitu sterującego:

	Wywołanie głównego menu układu sterowania
	Wprowadzenie danej – klawisz ten jest zawsze używany do zatwierdzania wprowadzanej danej do pola edycyjnego
	Wywołanie podpowiedzi – jeśli jest dostępna
	Przewijanie ekranu o stronę w górę lub w dół
	Kursory
	Wybór parametru, wartości itp. W czasie edycji programu – takie samo działanie jak klawisz ekranowego „Alternate”
	Kasowanie znaku za kursorem
	Kasowanie znaku nad kursorem

Proces tworzenia nowego programu składa się z następujących czynności:

- zdefiniowania narzędzi,
- utworzenia nowego programu,
- wprowadzenia programu sterującego,
- przeprowadzenie symulacji sprawdzającej.

3.2. Definicja narzędzi

W sterowaniu Sinumerik 840D dane o narzędziach wprowadza się w liści narzędzi. Po wprowadzeniu narzędzi należy je przypisać do konkretnego gniazda w głowicy narzędziowej. Narzędzia przypisane do gniazda w głowicy można przeglądać w opcji „Magazine” („Magazyn”). W celu zdefiniowania narzędzia należy:

- wybrać klawisz na pulpicie sterującym „Menu Select”,
- wybrać klawisz ekranowy „Tools Zerooffs” („P. Zer. Narzędzia”)*, a następnie klawisz ekranowy „Tool list” („Lista narzędzi”).

Po ukazaniu się tabeli (rys. 3) narzędzi należy przesunąć kursor na koniec tabeli i wcisnąć ekranowy klawisz „New Tool” („Nowe narzędzie”) (w menu bocznym).

Loc	Typ	Tool name	DP	1st cutting edge			Insrt Lngth
				Lngth	XLngth	ZRadius	
1		ROUGHING_T80 A	1	55.840	39.124	0.800	95.080 12.0
2		DRILL_32	1	0.000	185.124	32.000	180.0
3		FINISHING_T35 A	1	-40.000	-63.000	0.400	93.035 12.0
4		ROUGHING_T80 I	1	-8.950	122.457	0.800	95.080 10.0
5		PLUNGE-CUTTER_3 A	1	85.124	44.124	0.200	3.000 8.0
6		FINISHING_T35 I	1	-12.658	121.807	0.400	95.035 8.0
7		THREADING_T1.5	1	66.326	33.333	0.050	
8		CUTTER_8	1	87.833	74.621	8.000	3
9		PLUNGE-CUTTER_3 I	1	-11.736	135.124	0.100	3.000 4.0
10		DRILL_5	1	0.000	185.124	5.000	118.0
11		BUTTON_TOOL_8 A	1	88.112	38.123	2.000	
12		THREADCUTTER_M6	1	0.000	145.132	6.000	180.0
13							
14							

Rys. 3. Widok ekranu z listą narzędziową

Po dopisaniu nowego narzędzia należy wprowadzić kolejno jego dane:

- typ narzędzia - możliwie jest wprowadzenie następujących rodzajów narzędzi (przy pomocy klawiszy ekranowych (w menu bocznym):
 - zgrubne,
 - wykańczające,
 - przecinak,
 - frez,
 - wiertło.
- dla danego typu narzędzia należy podać również położenie ostrza względem przedmiotu obrabianego (wybór z menu bocznego),

* W nawiasach podano komunikaty w polskiej wersji językowej sterowania Sinumerik 840D

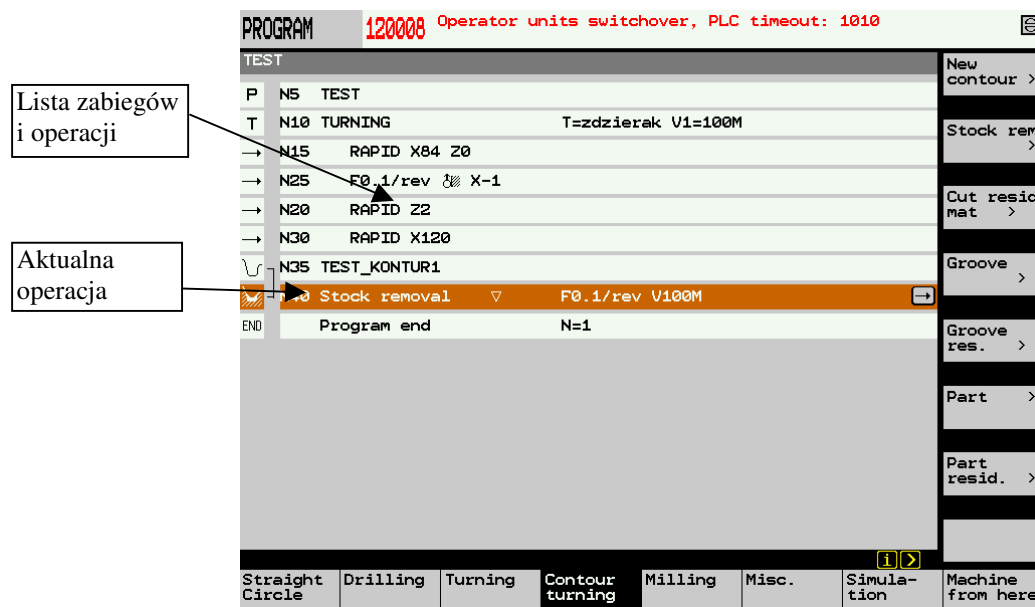
- nazwę narzędzia – uwaga układ sterowania rozróżnia narzędzia po nazwie. Jeżeli wprowadzono dwa narzędzia o takiej samej nazwie to w obróbce będzie wykorzystywane pierwsze narzędzie na liści, które nie uległo jeszcze zużyciu.
- długość X oraz Z narzędzia – na początek dla noży tokarskich najlepiej prowadzić X=40 Z=80,
- promień ostrza – promień płytki skrawającej,
- główny kierunek pracy danego narzędzia – wybierany klawiszem „Alternate”,
- kąt przyłożenia narzędzia κ ,
- kąt wierzchołkowy ostrza,
- długość krawędzi skrawającej,
- kierunek obrotów przedmiotu w czasie obróbki tym narzędziem – wybierany klawiszem „Alternate”,
- informacje czy dla danego narzędzia ma być włączone chłodziwo – wybierane klawiszem „Alternate”.

Po zakończeniu edycji narzędzia należy je załadować do magazynu przy pomocy klawisza ekranowego „Load” („Załaduj”) oraz należy podać jego miejsce w głowicy narzędziowej.

3.3. Edycja programu

W celu rozpoczęcia edycji programu należy wcisnąć na pulpicie sterującym klawisz „Menu Select”, a następnie wybrać klawisz ekranowy „Program”. Poszczególne programy zapisywane są w oddzielnych plikach. Pliki te mogą być zapisywane w różnych katalogach. Wybór katalogu i programu następuje kursorami \uparrow \downarrow , otwarcie katalogu i programu klawiszem kursora \rightarrow , natomiast zamknięcie katalogu klawiszem kursora \leftarrow .

Ekran edycji programu przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Ekran edycji programu w ShopTurn

W celu utworzenia nowego programu należy najpierw wybrać i otworzyć wskazany przez prowadzącego zajęcia katalog a następnie wybrać klawisz ekranowy „New” („Nowy”). Nowy program może być tworzony wg kodów ISO lub w systemie programowania warsztatowego Shop Turn. Wybór sposobu programowania następuje klawiszem ekranowym. Zalecanym sposobem programowania jest programowanie w Shop Turn.

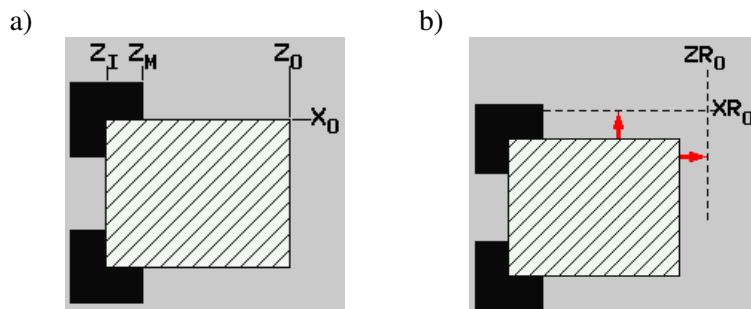
UWAGA:

- Przy wprowadzaniu niektórych pól możliwy jest wybór sposobu wymiarowania, jednostek, układu współrzędnych itp. Wówczas dostępny jest klawisz ekranowy „Alternate”, który umożliwia zmianę (wybór) tych wartości.
- Wszelkie współrzędne mogą być wprowadzane w wartościach absolutnych (abs) lub inkrementalnych (ink). Rodzaj jednostki jest wyświetlany obok pola edycyjnego. Wybór rodzaju jednostek następuje klawiszem ekranowym „Alternate”.
- Współrzędną X należy rozumieć jako średnicę detalu.
- Przy wprowadzaniu danych w poszczególnych polach zawsze należy zatwierdzić te dane klawiszem „Input”

Definicja półfabrykatu

Po utworzeniu nowego programu należy zdefiniować półfabrykat. Możliwe jest zdefiniowanie półfabrykatu typu walec, tuleja, pręt o przekroju prostokątnym lub o dowolnej liczbie boków. Następnie należy podać jego wymiary. Dla półfabrykatu typu walec należy kolejno podać (można wcisnąć klawisz „Help” w celu wyświetlenia pomocy rys. 5a):

- X_0 – średnica zewnętrzna,
- Z_0 – położenie punktu maksymalnego półfabrykatu w osi Z względem przyjętego układu współrzędnych,
- Z_I – położenie punktu minimalnego półfabrykatu w osi Z,
- Z_M – współrzędna osi Z uchwytu.



Rys. 5. Definicja półfabrykatu i płaszczyzny retrakowej

Następnie należy wprowadzić:

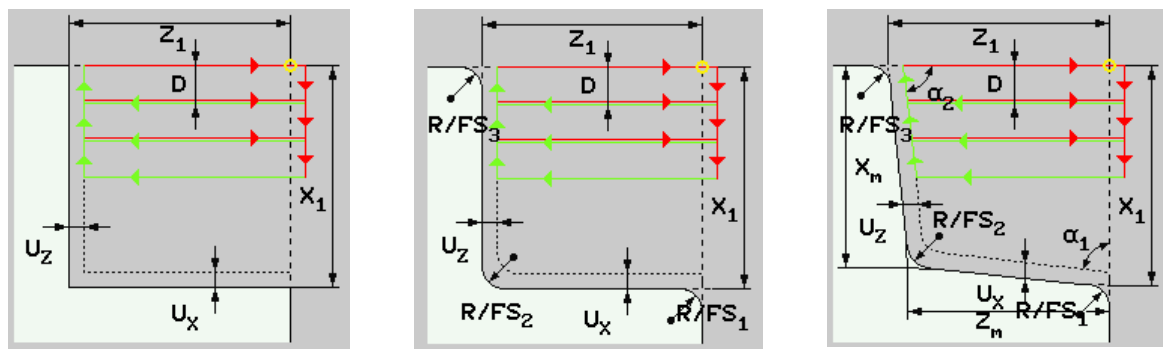
- rodzaj i wymiary płaszczyzn retrakowych (bezpiecznych) wycofania narzędzia. Dla wałka najlepiej klawiszem „Alternate” wybrać rodzaj „Simple” („Pojedynczy”) o wartościach inkrementalnych $X_{R0} = 2$ i $Z_{R0} = 2$ (rys. 5b),
- położenie punktu miejsca wymiany narzędzi podając wartości współrzędnych w układzie przedmiotu lub obrabiarki w polach XT i ZT,
- bezpieczną odległość narzędzia od przedmiotu (dojazd) SC,
- ograniczenie prędkości wrzeciona w przypadku obróbki ze stałą prędkością skrawania,
- jednostkę wymiarową mm lub inch - calach.

Po wprowadzeniu poprawnie wszystkich danych w celu akceptacji należy wybrać klawisz ekranowy „Accept” („Akceptacja”).

Po zdefiniowaniu półfabrykatu można przystąpić do wprowadzania poszczególnych danych i zabiegów obróbkowych. Możliwe jest wybranie następujących operacji (dolne klawisze ekranowe):

- „Straight circle” („Prosta okrąg”) – wywołanie narzędzia, programowanie ruchu po linii prostej, łukowej o znanym środku, łukowej o znanym promieniu oraz przejście do układu biegunowego, itp.

- „Drilling” („Wiercenie”) – wiercenie centryczne, wiercenie nie centryczne, promieniowe, gwintowanie itp.,
- „Turning” („Toczenie”) – wybieranie materiału z określonych przestrzeni (rys. 6), toczenie rowków, toczenie podcięć standardowych, toczenie gwintów,
- „Contour turning” („Toczenie konturu”) – obróbka wg dowolnego konturu - tworzenie konturu, wybieranie zgrubne, skrawanie warstwy pozostałej, obróbka wykańczająca,
- „Milling” („Frezowanie”) – kieszeni, wielokątów, rowków itp.
- „Misc” („Inne”) – podprogramy, pętle programowe itp.
- „Simulation” („Symulacja”) – symulacja obróbki,
- „Machine from here („Obrabiarka”) – wywołanie okna maszynowego układu sterowania w celu obróbki wg danego programu.



Rys. 6. Przykładowe zarysy stałe programowane w opcji Toczenie

W dalszej części zostaną omówione tylko wybrane elementy programu.

Wywołanie narzędzia

Na początku definicji ruchów narzędzia należy wywołać narzędzie przy pomocy klawisza ekranowego „Tool”. Narzędzie może być również wywołane bezpośrednio w cyklach toczenia obróbkowych. W celu definicji narzędzia należy podać numer narzędzia lub przy pomocy klawisza ekranowego „Tools” („Narzędzia”) przejść do listy narzędzi i tam wybrać dane narzędzie. W tej opcji możliwe jest również zdefiniowanie nowego narzędzia. Dla danego narzędzia należy podać również prędkość obrotową lub prędkość skrawania oraz płaszczyznę roboczą.

Ruch po linii prostej

Po wybraniu programowania ruchu po linii prostej należy podać następujące dane:

- X – średnicę położenia końcowego,
- Z – współrzędną Z położenia końcowego,
- inne współrzędne (w przypadku programowania z osią C współrzędne można podawać w polu C lub Y jako współrzędną powierzchni rozwiniętej),
- F – posuw. Posuw może być wprowadzany w jednostkach mm/obr lub mm/min wybierane klawiszem „Alternate”. Posuw szybki wprowadza się wybierając klawisz ekranowy „Rapid traverse” („Posuw szybki”),
- rodzaj kompensacji promienia narzędzia – wybór klawiszem „Alternate”,

Po wprowadzeniu wszystkich danych można zatwierdzić dane klawiszem ekranowym „Accepte”

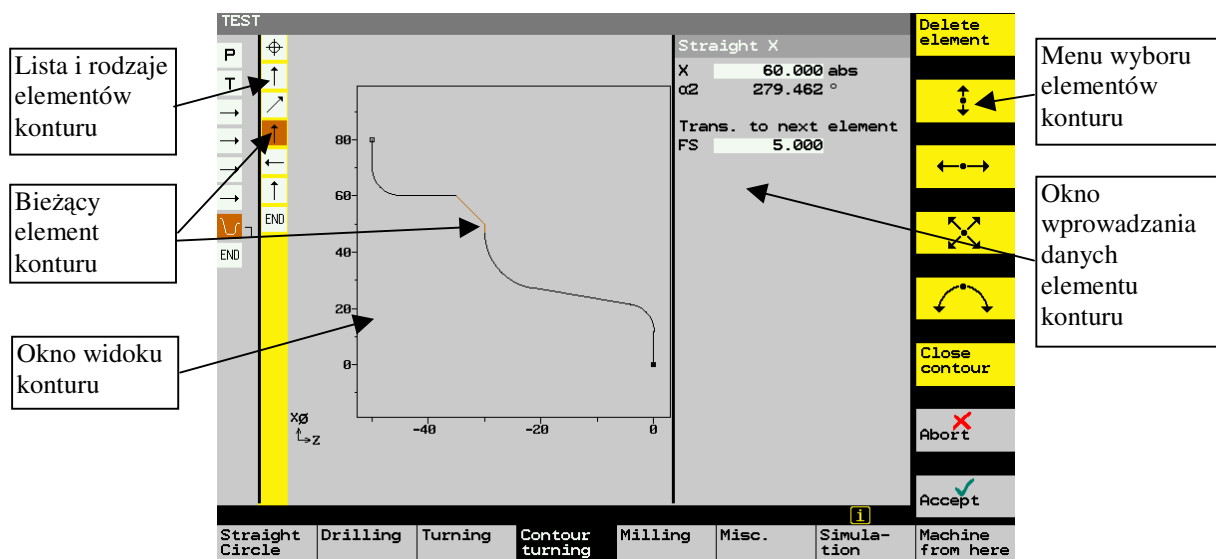
Obróbka konturu

Po wybraniu tej opcji w lewym ekranowym menu dostępne są opcje:

- Nowy kontur – definicja nowego konturu,
- Wybieranie materiału – definicja obróbki względem zdefiniowanego konturu. Tą opcją definiuje się zarówno obróbkę zgrubną jak i wykańczającą.
- Skrawanie warstwy pozostałej (reszkowe),
- Rowek – toczenie rowka,
- Rowek pozostałe – skrawanie warstwy pozostałej po skrawaniu rowka,
- Obróbka poprzeczna,
- Poprzeczna pozostałe – obróbka warstwy pozostałej po obróbce poprzecznej.

Definicja nowego konturu

W opcji „Nowy kontur” definiuje się nowy kontur przedmiotu. W celu zdefiniowania nowego konturu należy podać jego nazwę i zatwierdzić klawiszem ekranowym „OK”. W czasie definicji konturu na początku należy podać współrzędne punktu początkowego według przyjętego układu współrzędnych. Definiowany kontur może składać się z linii prostych równoległych do osi X lub Z, dowolnych linii prostych oraz linii łukowych. Ekran układu sterowania w czasie definicji konturu przedstawia rys. 7.



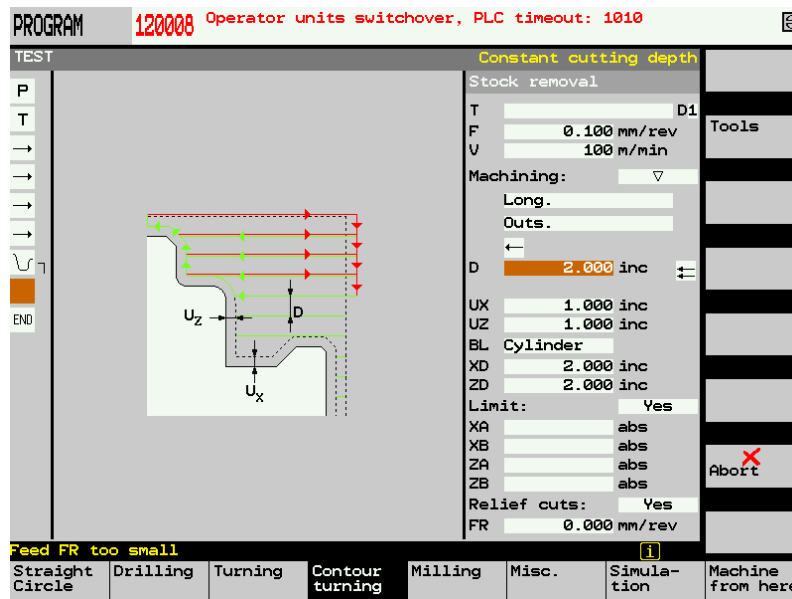
Rys. 7. Ekran układu sterowania w czasie tworzenia konturu

Wybór aktualnego elementu konturu (patrz lista elementów konturu rys. 7) odbywa się klawiszami kursora $\downarrow\uparrow$.

Każdy wprowadzany element konturu może być połączony z następnym elementem zaokrągleniem lub ścięciem krawędzi. Odpowiedni rodzaj połączenia (wybierany klawisze Alternate) oraz jego wymiar wprowadza się w polu „Trans to next element” („Przejsięcie do następnego”).

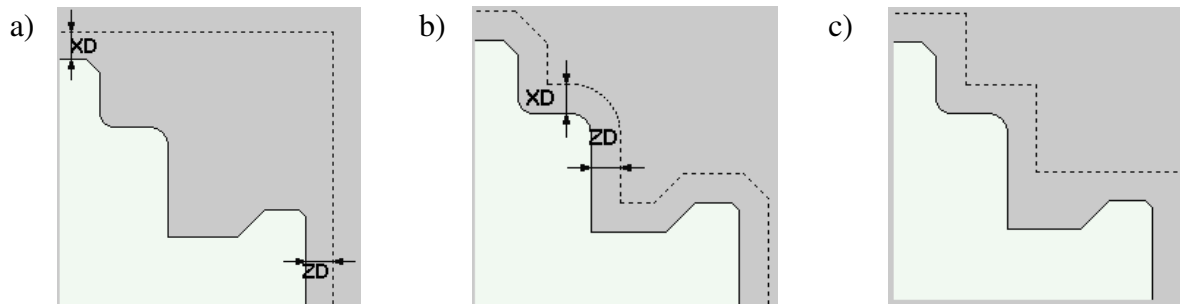
Wybieranie materiału ze zdefiniowanego konturu

W tej opcji można zdefiniować obróbkę zgrubną oraz wykańczającą. W celu obróbki wybierania materiału ze zdefiniowanego konturu należy wprowadzić następujące informacje (rys. 8):



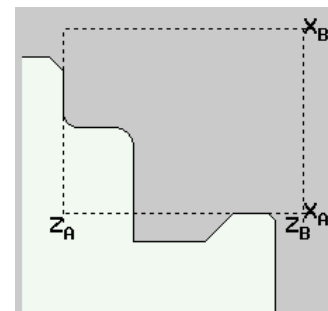
Rys. 8. Ekran edycji danych wybierania materiału

- T – numer narzędzia – jeśli nie zostanie wprowadzone to zostanie przyjęte aktualne,
- F – posuw w mm/min lub mm/obr,
- S – prędkość obrotowa wrzeciona lub prędkość skrawania,
- rodzaj obróbki: ▽ zgrubna lub ▽▽▽ wykańczająca,
- sposób wybierania materiału: osiowo, promieniowo lub równoległe do konturu.
- rodzaj konturu: zewnętrzny lub wewnętrzny,
- dla obróbki wykańczającej: Czy ma pozostać naddatek na obróbkę wykańczającą np. na szlifowanie,
- Kierunek obróbki: ← do lub → od konturu,
- D – grubość warstwy skrawanej,
- UX – naddatek na obróbkę wykańczającą w osi X,
- UZ – naddatek na obróbkę wykańczającą w osi Z,



Rys. 9. Definicja półfabrykatu przed obróbką konturu

- BL – rodzaj półfabrykatu przed tą obróbką - konieczny do ograniczenia zakresu ruchu obróbkowego. Półfabrykat może być typu: walec, kontur równoległy do danego konturu, inny kontur (rys. 9). Zależne od przyjętego półfabrykatu należy wprowadzić odpowiednie dane tego konturu,
- Limit – ograniczenie ruchu narzędzia w czasie obróbki konturu do określonego obszaru. Jeśli wybrano „Tak” należy podać wymiary tej przestrzeni (rys. 10).



Rys. 10. Ograniczenie obszaru ruchu narzędzia

- Relief cuts – określenie czy mają być obrabiane wybrania np. z podcięć,
- FR – posuw w czasie obróbki wybrań.

4. Przebieg ćwiczenia

Po otrzymaniu od prowadzącego ćwiczenia rysunku przedmiotu należy:

- przyjąć i wrysować na rysunku układ współrzędnych przedmiotu,
- przemyśleć strategię i kolejność obróbki,
- dobrać narzędzia i parametry skrawania (v_c , f_z),
- obliczyć parametry obróbki (n , v_f) jeśli konieczne,
- zdefiniować narzędzia używane w programie obróbki,
- opracować program obróbki detalu wykorzystując ruchy narzędzia po linii prostej np. do planowania powierzchni czołowej oraz obróbkę względem zdefiniowanego konturu – zgrubną, resztkową i wykańczającą,
- przeprowadzić symulacje obróbki.

5. Wymagania

Przed przystąpieniem do ćwiczenia wymagana jest podstawowa wiedza z zakresu obróbki skrawaniem (dobór narzędzi, parametrów obróbki), projektowania procesu technologicznego (strategie obróbkowe) oraz podstawowe wiadomości z zakresu programowania obrabiarek sterowanych numerycznie (układy współrzędnych, podstawowe ruchy narzędzia).