

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

Laboratorium

Programowanie obrabiarek CNC

Nr 1

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

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 14 października 2017

1. Cel ćwiczenia

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

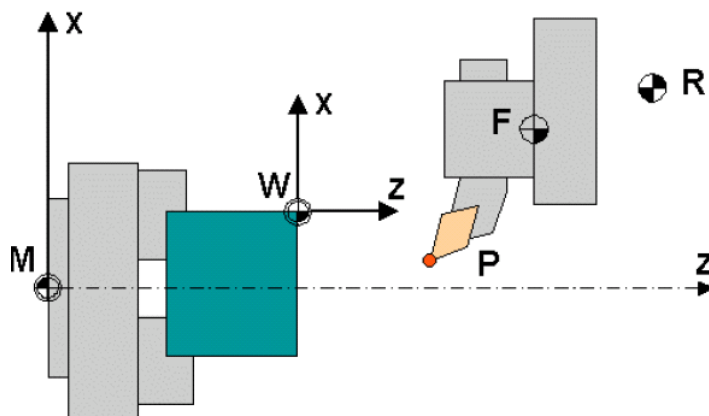
2. Tokarka CTX 210

Tokarka CTX 210 jest wyposażona w 12 pozycyjną głowicę narzędziową z możliwością stosowania narzędzi obrotowych napędzanych z osia obrotu równoległą i prostopadłą do osi wrzeciona głównego. Łoże tokarki jest pochylone pod kątem 45 stopni. W obrabiarce zastosowano układ sterowania firmy Siemens 840D z opcją programowania ShopTurn.

Podstawowe parametry tokarki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe parametry tokarki CTX 210

Parametr	Jednostka	Wartość
Maksymalna średnica toczenia	mm	280
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):

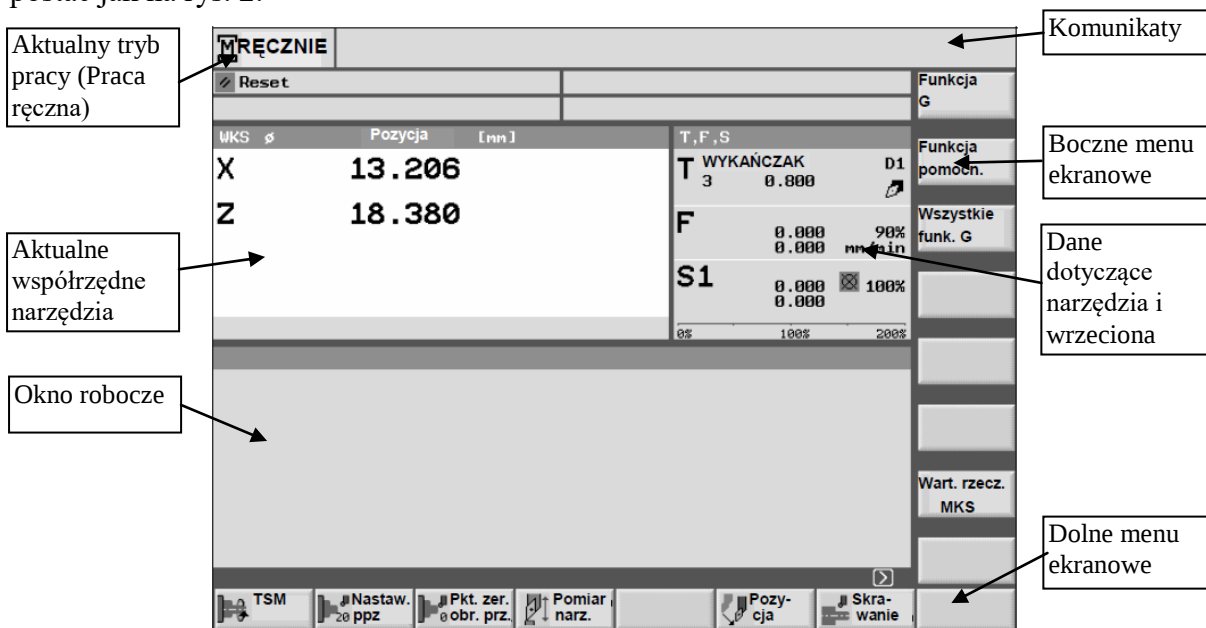
- M – maszynowy układ współrzędnych (MCS)– związany z obrabiarką,
- W – układ współrzędnych przedmiotu (WCS) – związany z przedmiotem obrabianym,
- F – układ współrzędnych narzędzia - związany z głowicą narzędziową,
- R – punkt referencyjny obrabiarki,
- P – punkt charakterystyczny narzędzia.

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

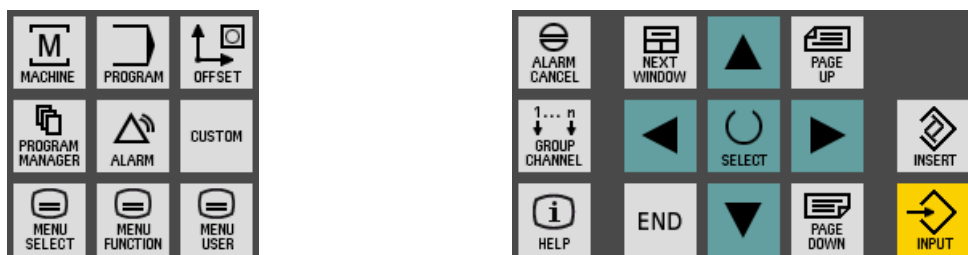
3.1. Obsługa układu sterowania

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 ekran monitora ma postać jak na rys. 2.



Rys. 2. Widok podstawowego ekranu układu sterowania w trybie pracy ręcznej.

Widok pulpitu układu sterującego przedstawiono na rys. 3. Układ klawiszy może się różnić w zależności od wykonania pulpitu.



Rys. 3. Klawisze pulpitu układu sterującego

W czasie edycji programów używane są następujące klawisze pulpitu sterującego:

	Wywołanie głównego menu układu sterowania
	Wywołanie ekranu edycji ostatnio edytowanego programu
	Wywołanie menadżera programów (listy programów)

	Wprowadzenie danej liczbowej do komórki (Enter) – każdą wartość liczbową wprowadzana do pola edycyjnego należy zatwierdzić tym klawiszem
	Wywołanie odpowiedzi, schematu graficznego – jeśli jest dostępna
	Kursory
	Wybór parametru, wartości itp. (w czasie edycji programu niektóre pola podlegają wyborowi z listy wartości). Takie samo znaczenie ma klawisz ekranowy „Alternate”
	Edycja tabel układu sterującego m.in.: Tabeli narzędziowej, tabeli zużycia narzędzia, tabeli punktów zerowych itp.
	Reset - kasowanie błędów (komunikatów w górnej ramce ekranu)

3.2. Definicja narzędzi

W sterowaniu Sinumerik 840D dane o narzędziach wprowadza się w tabeli narzędzi – klawisz „Offset” (rys 4). W czasie edycji i symulacji programu narzędzia nie muszą być przypisane do pozycji głowicy narzędziowej.

W celu zdefiniowania narzędzia należy:

- wybrać klawisz na pulpicie układu sterującego „Offset”,
- wybrać klawisz ekranowy w dolnym menu „Lista narzędzi”,
- jeśli nie ma zdefiniowanego narzędzia w tabeli należy przysunąć kursor w dół w wolny wiersz tabeli narzędzi bez numeru pozycji (pusta pierwsza kolumna „Loc”). Wówczas dostępny będzie klawisz ekranowy w bocznym menu „Nowe narzędzie”,
- następnie z bocznego menu należy wybrać typ narzędzia:

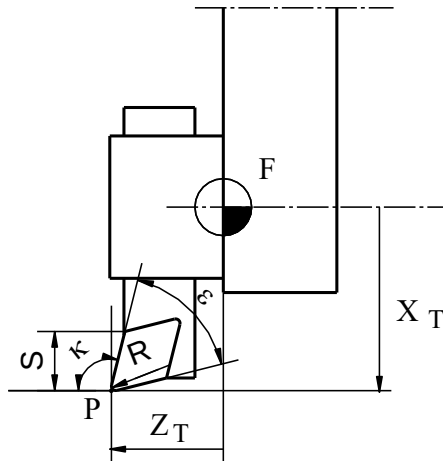
	Zdzierak
	Wykańczak
	Przecinak
	Nóż do gwintowania
	Frez
	Wiertło
	Grzybek
	Ogranicznik
	Gwintownik
	Nóż do wierceń
	Czujnik trójwymiarowy

- Zdzierak – nóż do obróbki zgrubnej (zwykle narzędzie z płytką skrawającą prostokątną lub rombowa o kącie wierzchołkowym 80°),
- Wykańczak – nóż do obróbki kształtującej i wykańczającej (zwykle z płytką skrawającą o kącie wierzchołkowym 55° lub 35°)

- Przecinak – nóż do toczenia poprzecznego (rowków lub ucinania)
 - Nóż do gwintów
 - Frez,
 - Wiertło,
 - Grzybek – nóż z płytką okrągłą
 - Ogranicznik – zderzak,
 - Gwintownik.
- dla danego typu narzędzia należy podać również położenie ostrza względem przedmiotu obrabianego (wybór z menu bocznego) – kierunek skrawania.
- Następnie należy wprowadzić szczegółowe dane narzędzia w tabeli takie jak:
- nazwa narzędzia – nazwa powinna być unikalna, 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 (X_T , Z_T) – w miarę możliwości należy wprowadzić realne wartości (zmierzone np. miarką lub suwmiarką) - (patrz schemat rys. 5),
 - promień naroża – promień płytki skrawającej (R),
 - główny kierunek pracy danego narzędzia – wybierany klawiszem „Alternate”,
 - kąt przyłożenia narzędzia κ ,
 - kąt wierzchołkowy ostrza ε ,
 - długość krawędzi skrawającej S,
 - kierunek obrotów przedmiotu w czasie obróbki tym narzędziem – wybierany klawiszem „Alternate/Select” . Uwaga w tej obrabiarce należy wybrać odpowiednio:  - lewe obroty,  - prawe obroty,
 - należy zaznaczyć czy i które dla danego narzędzia ma być włączone chłodziwo – wybierane klawiszem „Alternate/Select”.
- Poszczególne wartości (kolumny w tabeli) mogą się różnić zależnie od typu narzędzi.

NARZĘDZIA										
Lista narzędzi										
Miej.	Typ	Nazwa narzędzia	pp	1. ostrze				Dług. płytki	#	Alternat.
				Dług. X	Dług. Z	Prom. Z			1 2	
1		ZDZIERAK_80N	1	78.057	37.260	0.000	←	93.000	15.0	Pomiar narzędzia
2		GRZYBEK_8N	1	83.546	26.106	4.000				Skasow. narzędzia
3										
4		WIERTŁO_5N	1	82.237	119.689	5.000		118.0		
5		WYKAŃCZAK_35	1	86.687	37.666	0.100	←	92.035	14.0	Rozładuj
6		GWINTOWNIK	1	69.398	91.495	10.000		0.300		
7		PRZECINAK_4N	1	84.694	37.361	1.000		4.000	5.0	
8		NÓŻ_DO_WIERCEŃ	1	66.369	45.698	0.600		8.000		
9		NÓŻ_DO_GWINT_3N	1	86.592	36.697	0.000				
10										Ostrza
11		FREZ_8N	1	0.000	113.150	8.000		4		
12		ZDZIERAK_80N	2	80.657	35.687	0.700	↓	93.000	13.0	Sortuj
13		WYKAŃCZAK_50	1	7.011	33.599	0.200	←	95.050	12.0	
14		CZUJNIK_TRÓJW.	1	199.655	5.538	6.000				

Rys. 4. Widok ekranu tabeli narzędzi



Rys. 5. Wymiary narzędzia typu „Zdzierak”

Po zakończeniu edycji, aby narzędzie można zastosować w obróbce należy je załadować do magazynu, pozycji głowicy narzędziowej za pomocą klawisza ekranowego „Load” („Załaduj”) podając jego miejsce w głowicy narzędziowej.

3.3. Edycja programu

W celu rozpoczęcia edycji programu należy wcisnąć na pulpicie sterującym klawisz „Program Manager” w celu wyświetlenia listy programów. W tej wersji układu sterującego zastosowano dwupoziomowy katalog plików. W głównym folderze znajdują się katalogi a w każdym z katalogów mogą znajdować się pliki programów.

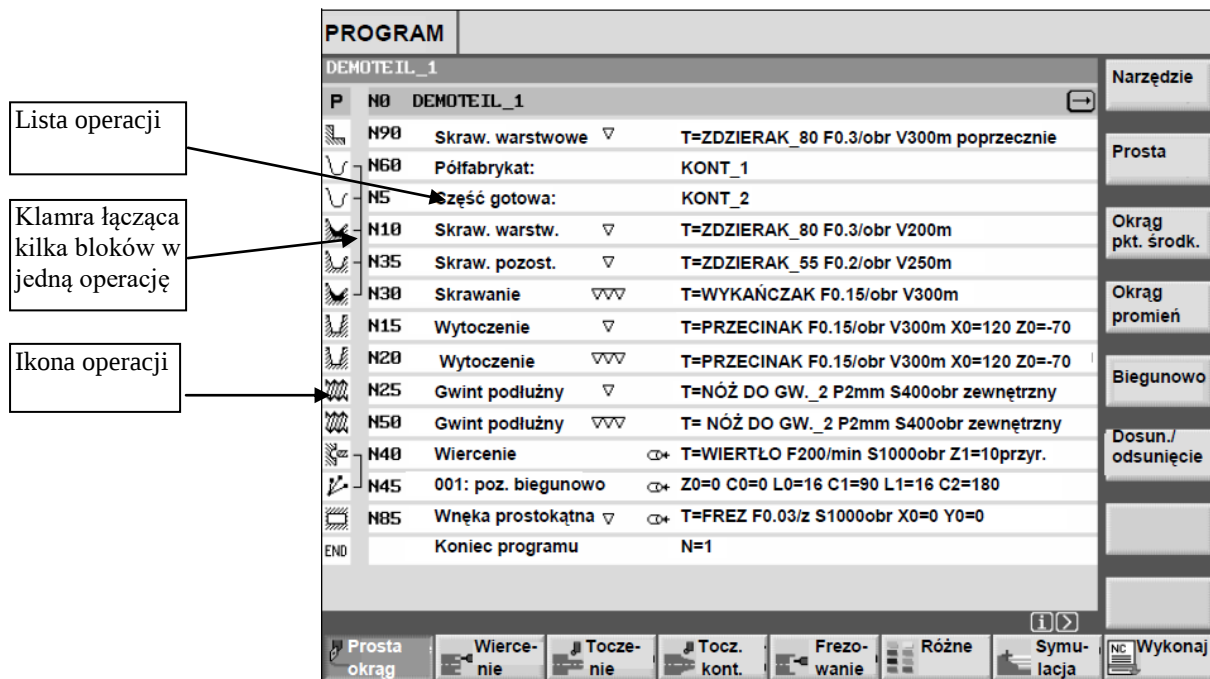
Wybór katalogu i programu następuje kursorami $\uparrow\downarrow$, otwarcie katalogu i programu następuje klawiszem kursora $\rightarrow$ lub klawiszem „Input”, natomiast zamknięcie katalogu klawiszem kursora $\leftarrow$.

W celu utworzenia nowego programu należy najpierw wybrać i otworzyć wskazany przez prowadzącego zajęcia katalog a następnie wybrać w bocznym menu klawisz ekranowy „Nowy”. Nowy program może być zapisany w systemie ISO (G-code) lub w systemie programowania warsztatowego ShopTurn. Wybór sposobu programowania następuje klawiszem ekranowym w bocznym menu „G-code” lub „ShopTurn”. Zalecanym sposobem programowania jest programowanie w ShopTurn.

Ekran edycji programu w systemie ShopTurn przedstawiono na rys. 4.

W czasie programowania (wprowadzania wartości) w systemie ShopTurn obowiązują następujące zasady:

- 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, np. prędkość posuwowa może być wprowadzana w jednostce mm/min lub mm/obr,
- 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,
- przy wprowadzaniu danych w poszczególnych polach zawsze należy zatwierdzić te dane klawiszem „Input”,
- wywołanie edycji danego bloku następuje klawiszem kursora $\rightarrow$.

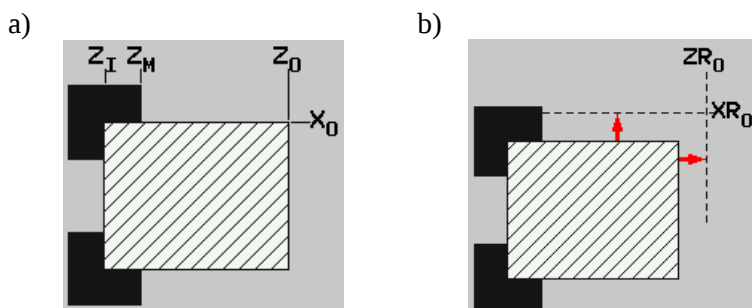


Rys. 4. Ekran edycji programu w ShopTurn

Nagłówek programu (wiersz P numer wiersza N0)

Po utworzeniu nowego programu automatycznie uruchamiana jest edycja nagłówka programu, w którym kolejno definiuje się 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):

- X0 – średnica zewnętrzna,
- Z0 – położenie punktu maksymalnego półfabrykatu w osi Z względem przyjętego układu współrzędnych,
- ZI – położenie punktu minimalnego półfabrykatu w osi Z,
- ZM – współrzędna osi Z uchwytu.



Rys. 5. Definicja półfabrykatu i płaszczyzny retrakowej

Następnie należy wprowadzić:

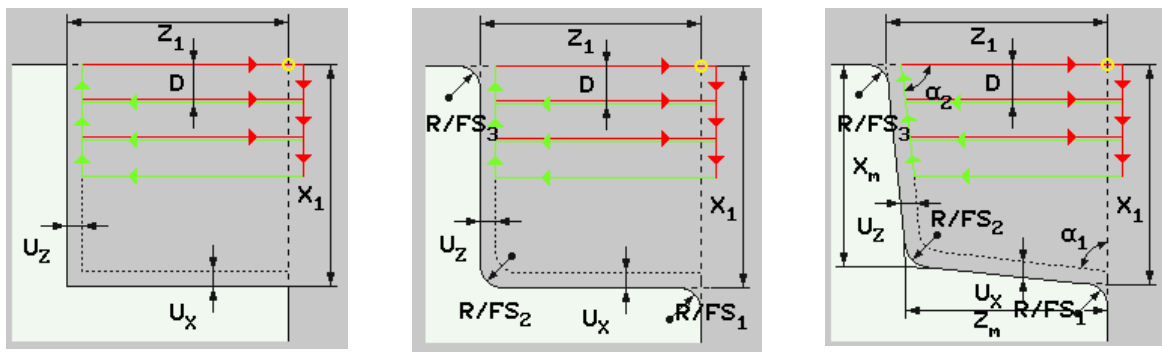
- rodzaj i wymiary płaszczyzn retrakowych (bezpiecznych) wycofania narzędzia. Dla wałka najlepiej klawiszem „Alternate” wybrać rodzaj „Simple” („Pojedynczy”) o wartościach inkrementalnych XR0 = 2 i ZR0 = 2 (rys. 5b),
- położenie punktu miejsca wymiany narzędzi podając wartości współrzędnych w układzie 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.

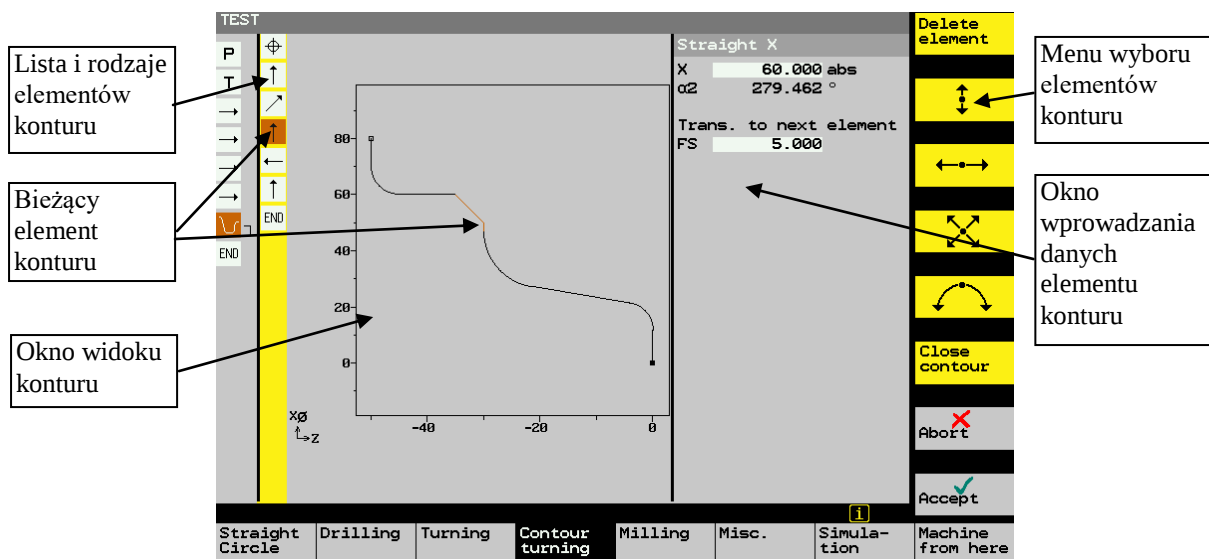
Obróbka konturu

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.



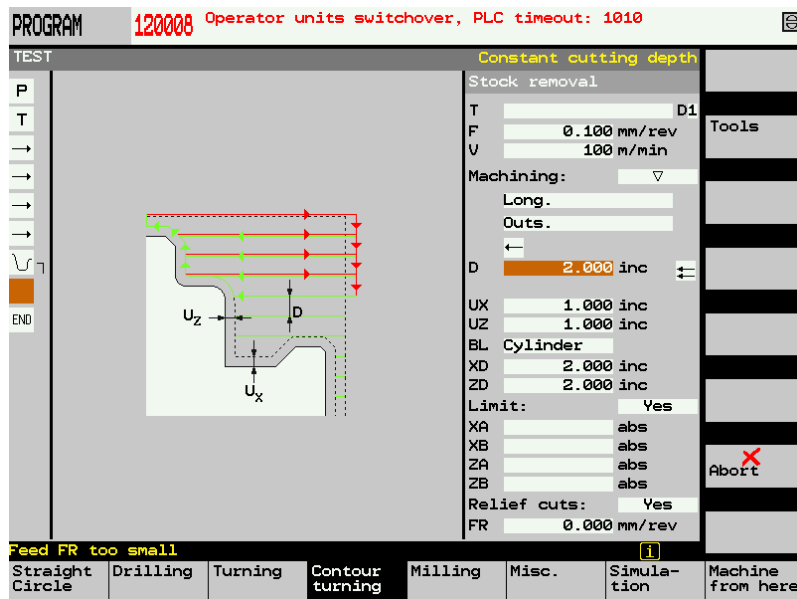
Rys. 7. Ekran układu sterowania w czasie tworzenia konturu

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 klawiszem „Alternate”) oraz jego wymiar wprowadza się w polu „Trans to next element” („Przejdź do następnego”).

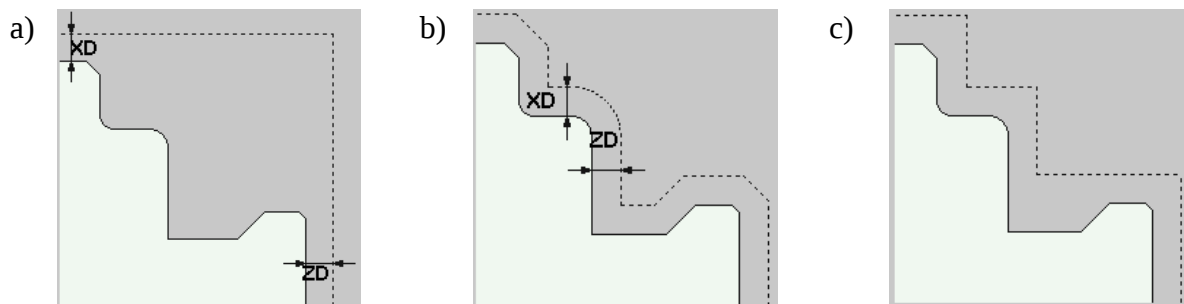
Wybieranie materiału ze zdefiniowanego konturu

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



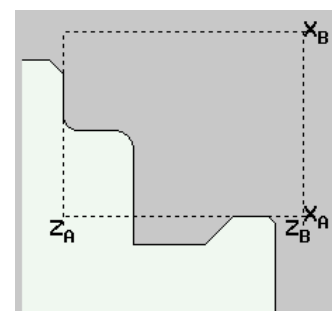
Rys. 8. Ekran edycji danych wybierania materiału

- 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 $\nabla\nabla\nabla$ 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: $\leftarrow$ do lub $\rightarrow$ 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 rysunku przedmiotu od prowadzącego ćwiczenia 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 przedmiotu 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).

6. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- temat oraz datę wykonania ćwiczenia, oznaczenie grupy,
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu,
- cel ćwiczenia
- charakterystykę obrabiarki wykorzystywanej w ćwiczeniu
- opis wykonywanych czynności,
- wnioski.